

Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

**Plano Diretor
de Controle de Erosão Rural
para o Município de Tatuí-SP**

Mário Ivo Drugowich (Coord.)

Campinas - maio de 2011

Imagem da capa: Modelo Digital de Elevação (MDE) da região de Tatuí – SP, imagem ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer).

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI
CENTRO DE INFORMAÇÕES AGROPECUÁRIAS - CIAGRO



**PLANO DIRETOR DE CONTROLE DE EROÇÃO RURAL
PARA O MUNICÍPIO DE TATUÍ/SP**



CAMPINAS
MAIO DE 2011

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI
CENTRO DE INFORMAÇÕES AGROPECUÁRIAS - CIAGRO

**PLANO DIRETOR DE CONTROLE DE EROSÃO RURAL
PARA O MUNICÍPIO DE TATUÍ/SP**

Trabalho Técnico, base para o planejamento do meio rural, tendo por interessado a prefeitura do município de Tatuí/SP, realizado pelos técnicos da CATI.

COORDENADOR TÉCNICO: Engenheiro Agrônomo Mário Ivo Drugowich

CAMPINAS
MAIO DE 2011

***Transportai um punhado de terra todos os dias
e fareis uma montanha.***

Confúcio

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE APÊNDICES.....	viii
Equipe Técnica	ix
Colaboradores.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVAS.....	2
3. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo Geral	4
3.2. Objetivos Específicos.....	4
4. REFERENCIAL TEÓRICO E TÉCNICO.....	5
4.1. Caracterização do município de Tatuí.....	5
4.2 Recursos hídricos do município	8
4.3. Solos identificados no município.....	9
4.4. Erosão	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5.1. Levantamento e visitas a campo	15
5.2. Trabalho de escritório geral	15
5.3. Levantamento da erosão.....	16
5.4. Caracterização do uso atual do solo	16
5.5. Caracterização dos Solos	18
5.6. Drenagem e Estradas.....	19
5.7. Mapa de Hipsometria e de Classes de Declividades	20
5.8. Mapa de Diagnóstico Ambiental	21
5.9. Mapa de Áreas de Preservação Permanente associadas à rede de drenagem segundo legislação	21
5.10. Mapa Geológico	22
5.11. Mapa de susceptibilidade dos solos à erosão	22
5.12. Mapa de enquadramento das terras em Classes de Capacidade de Uso	23
5.13. Mapa de Utilização racional da terra.....	27
5.14. Mapa de Priorização de Microbacias	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
6.1. Pressão Antrópica	30

6.2. Drenagem	31
6.3. Solos	34
6.4. Uso atual do solo	36
6.5. Erosão Rural	37
6.6. Impactos da ação antrópica na área de expansão urbana	40
6.6.1. Aglomerados urbanos	40
6.6.2. Extração de argila	42
6.6.3. Descarte de resíduos sólidos (lixo).....	44
6.6.4. Indústrias.....	45
6.6.5. Agricultura.....	46
6.6.6. Matas ciliares.....	47
6.7. Diagnóstico das estradas de Tatuí	47
6.8. Hipsometria e Classes de Declividade	48
6.9. Susceptibilidade dos Solos à Erosão	50
6.10. Áreas de Preservação Permanente (APP) Associadas à Rede de Drenagem Segundo Legislação	51
6.11. Enquadramento das terras em Classes de Capacidade de Uso	52
6.12. Utilização racional da terra	55
6.13. Priorização de Microbacias Hidrográficas	56
7. SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS	59
7.1. Estratégias de Ação	59
7.2. Adequação das Estradas Rurais	64
7.3. Controle de voçorocas	68
7.3.1. Classificação das Voçorocas	70
7.3.2. Etapas para execução do controle de voçoroca	71
7.3.3. Procedimento para Controle das Voçorocas	71
7.4. Terraceamento	73
7.5. Recomposição de Áreas de Preservação Permanente	75
7.6. Utilização do Sistema de Plantio Direto na Palha	76
7.6.1. Justificativas à opção pelo PDP.....	77
7.6.2. Condicionantes na implantação do sistema	78
7.7. Recuperação e renovação de pastagens degradadas	80
7.7.1. Recuperação direta da pastagem	81
7.7.2. Recuperação indireta da pastagem	82
7.7.3. Renovação direta.....	82
7.7.4. Renovação indireta com uso de pastagem anual ou agricultura.....	83
7.7.5. Uso de agricultura na recuperação ou renovação da pastagem	83
7.8. Utilização do Sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta	84
7.9. Extração de argila	85
8. CONCLUSÕES	88
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
10. AGRADECIMENTOS	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperaturas e Precipitação média do município de Tatuí no período de 1955 a 2003 (MOCHIZUKI et al, 2006).....	7
Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal do município de Tatuí no período de 1955 a 2003 (MOCHIZUKI et al, 2006).....	8
Figura 3 – Erosão e seus efeitos nos recursos naturais.....	13
Figura 4 – Solos típicos do município, grupo dos Latossolos e Argissolos respectivamente.	35
Figura 5 - Erosão em estrada vicinal em Tatuí, Abril de 2010.....	38
Figura 6 - Barreiro em Tatuí, Abril de 2010.....	38
Figura 7 – Pastagem com erosão em Tatuí, Abril de 2010.....	39
Figura 8 - Aglomerados urbanos limítrofes à área rural.....	41
Figura 9 – Efluentes domésticos sem tratamento e com descarte inadequado.....	41
Figura 10 – Vista geral de Cerâmicas de produção de tijolos e telhas.....	42
Figura 11 – Aspecto geral de área de mineração de argila.....	43
Figura 12 – Área após a atividade de mineração de argila.....	44
Figura 13 – Aterro sanitário municipal.....	44
Figura 14 – Entupimento dos sistemas de escoamento de água.....	45
Figura 15 – Poluição visual e ambiental.....	45
Figura 16 – Córrego poluído e descarte de lixo em local inadequado.....	46
Figura 17 – Manejo adequado da irrigação.....	46
Figura 18 – Vegetação ciliar nos córregos de porte médio a grande.....	47
Figura 19 – Ausência de vegetação ciliar em córregos de pequeno porte.....	47
Figura 20 – Vista típica da declividade predominante do município.....	49
Figura 21 – Laterais de estradas funcionando como canais escoadouros com arraste intenso de partículas.....	64
Figura 22 – Problemas em estradas vicinais (trepidação – costela de vaca e inexistência de canal subterrâneo).....	65
Figura 23 – Voçoroca associada a drenagem inadequada de estradas rurais.....	69
Figura 24 – Formação de voçoroca pela condução inadequada das águas em terraços/ carreadores de cana.....	69
Figura 25 – Voçoroca provocada por má condução das águas pluviais em loteamento urbano.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estratificação das áreas agrícolas (LUPA - CATI/SAA, 2008).....	5
Tabela 2 - Ocupação do solo (LUPA - CATI/SAA, 2008).....	6
Tabela 3 - Relação entre as classes de solos do 2º nível categórico assinaladas no Mapa Pedológico (Oliveira et al., 1999) e as classes do Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo (Brasil, 1960), que ocorrem no município de Tatuí.....	12
Tabela 4 - Unidades geológicas no município de Tatuí.....	22
Tabela 5 - Relação entre os solos da área do município e as respectivas áreas de declividade para definição das classes de susceptibilidade à erosão laminar.	23
Tabela 6 - Esquema dos grupos, classes, subclasses e unidades de capacidade de uso.....	24
Tabela 7 - Enquadramento das terras em classes de capacidade de uso.	26
Tabela 8 - Utilização Racional da Terra em função do uso atual e das classes de capacidade de uso.	27
Tabela 9 – Classificação do Uso da terra.	28
Tabela 10 - Rede de drenagem do município de Tatuí (valores referentes ao rio principal e seus afluentes).....	32
Tabela 11 - Microbacias do município de Tatuí.....	33
Tabela 12 - Tabela cruzada entre a densidade de drenagem (D_d) e os principais tipos de solos.	33
Tabela 13 - Descrição detalhada dos solos do município.	34
Tabela 14 - Área de cada tipo de solo e suas respectivas porcentagens relativas a área agrícola do município.....	35
Tabela 15 - Uso atual do solo do município de Tatuí.....	37
Tabela 16 - Área do município de Tatuí e suas respectivas áreas e porcentagens relativas ao total da área.....	49
Tabela 17 - Declividades encontradas na área do município e suas respectivas porcentagens relativas a área total e seu enquadramento nos respectivos domínios.	50
Tabela 18 – Susceptibilidade à erosão dos solos (km^2), obtido do cruzamento de solos e Classes de Declividade.....	50
Tabela 19 - Respektivas áreas de Susceptibilidade à Erosão e suas porcentagens em relação à área agrícola do município.....	51
Tabela 20 - Valores utilizados na fórmula mínima obrigatória.....	53

Tabela 21 - Respectivas áreas de Classe de Capacidade de Uso e suas porcentagens em relação a área agrícola do município.....	54
Tabela 22 – Utilização da terra no município de Tatuí.....	55
Tabela 23 - Valores e notas dos atributos.	56
Tabela 24 - Valores x suscetibilidade do solo à erosão.	57
Tabela 25 - Priorização das MBH segundo a soma das notas dos atributos, em ordem decrescente de prioridade.....	58
Tabela 26 - Atividades tecnológicas disponíveis.....	61
Tabela 27 - Espaçamento entre terraços para valores de $(u+m)/2$ igual a 1,00 (LOMBARDI NETO & DRUGOWICH, 1994 Cap IV pag 26).....	74

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Mapa de Hidrografia.....	94
APÊNDICE 2 – Mapa de Solos.....	95
APÊNDICE 3 – Mapa de Uso Atual do Solo.....	96
APÊNDICE 4 – Mapa de Ocorrência de Processos Erosivos.....	97
APÊNDICE 5 – Mapa de Sistema de Transportes.....	98
APÊNDICE 6 – Mapa de Diagnóstico Ambiental.....	99
APÊNDICE 7 – Mapa de Geologia.....	100
APÊNDICE 8 – Mapa de Hipsometria.....	101
APÊNDICE 9 – Mapa de Classes de Declividade.....	102
APÊNDICE 10 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente Associadas à Rede de Drenagem Segundo Legislação.....	103
APÊNDICE 11 – Mapa de Susceptibilidade dos Solos à Erosão.....	104
APÊNDICE 12 – Mapa Plano-Altimétrico.....	105
APÊNDICE 13 – Mapa de Imagem do Satélite Landsat (RGB321).....	106
APÊNDICE 14 – Mapa de Imagem do Satélite Landsat (RGB345).....	107
APÊNDICE 15 – Mapa de Imagem do Satélite CBERS (câmera CCD, composição RGB342).....	108
APÊNDICE 16 – Mapa de Imagem do Satélite CBERS (câmera CCD fusionada com HRC).....	109
APÊNDICE 17 – Mapa de Microbacias Hidrográficas.....	110
APÊNDICE 18 – Mapa de Capacidade de Uso.....	111
APÊNDICE 19 – Mapa de Densidade de Drenagem.....	112
APÊNDICE 20 – Mapa de Priorização de Microbacias.....	113
APÊNDICE 21 – Mapa de Uso das Terras.....	114

Equipe Técnica

Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI

Centro de Informações Agropecuárias – CIAGRO

Engenheiro Agrícola Antoniane Arantes de Oliveira Roque

Engenheiro Agrônomo Carlos Reys Vukomanovic

Engenheira Agrônoma Cristina Carvalho Gomes

Geógrafo Eduardo Ribeiro da Silva

Engenheiro Agrônomo Mário Ivo Drugowich (Coordenador do Trabalho)

Unidades Técnicas de Engenharia – UTEs

Engenheiro Agrônomo Adalberti Stivari (EDR Dracena)

Engenheiro Agrônomo Antonio Carlos Cezário (EDR Presidente Prudente)

Engenheira Agrônoma Cláudia de Fátima Carvalho Mendes (EDR Itapetininga)

Engenheiro Agrônomo José Júlio Alves (EDR Tupã)

Engenheiro Agrônomo Luiz Antonio Sanches Murakami (EDR Lins)

Engenheiro Agrônomo Walter Hipólito da Silva (EDR Marília)

Divisão de Extensão Rural – DEXTRU

Engenheiro Agrônomo Ângelo Cesar Bosqueiro

Colaboradores

Unidades Técnicas de Engenharia – UTEs

Engenheiro Agrônomo Paulo Henrique Interliche (EDR Ourinhos)

Casa da Agricultura de Tatuí – CA de Tatuí

Médico Veterinário Wisner Santos Castilho

Marco Luis Rezende

Escritório de Desenvolvimento Rural de Itapetininga – EDR Itapetininga

Engenheiro Agrônomo Fabio Francisco Fiusa

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade oferecer subsídios técnicos, embasados em critérios qualitativos e quantitativos sobre o meio físico, com o objetivo de possibilitar serem traçadas diretrizes para o uso sustentável das terras agrícolas do município de Tatuí, ou seja, visando a maximização da produção e minimização dos riscos e impactos negativos. Isto poderá ser obtido através da orientação segura para o uso das potencialidades agrícolas destas terras, associadas às indicações de grupos de culturas ou explorações e respectivos manejos.

Usos e manejos inadequados ao longo dos anos e dos diferentes ciclos de culturas dominantes no município acarretaram alterações profundas na dinâmica dos solos, como desestruturação, compactação de camadas subsuperficiais, evidentes sinais de erosão laminar, em sulcos e voçorocas, denotando que grandes porções do solo fértil já foram arrastadas para os drenos naturais, acarretando assoreamento e poluição dos cursos d'água, e reduzindo consideravelmente a capacidade de retenção de água no perfil do solo, refletindo negativamente na capacidade de recarga e na qualidade do lençol freático, num círculo vicioso pernicioso.

A proposta em nível macro é a redução da erosão em primeiro plano, seguido das conseqüências diretas e indiretas desta ação, quais sejam: redução do nível de contaminação dos mananciais por defensivos agrícolas e fertilizantes, redução substancial do arraste superficial das partículas dos solos, melhor aproveitamento dos fertilizantes e corretivos aplicados, redução do custo de manutenção e melhoria das condições de tráfego das estradas, máximo aproveitamento das águas das chuvas, dentre outras.

Em conseqüência deste melhor aproveitamento dos recursos naturais, prevê-se também a agregação de valores das colheitas, possibilitando o acúmulo de riquezas ao produtor rural e melhoria da qualidade de vida do morador da zona urbana, uma vez que a qualidade ambiental do entorno será melhorada, em função da mitigação do passivo ambiental.

Entretanto, os maiores benefícios serão indiretos e a longo prazo, uma vez que estarão sendo preservadas terras, para o orgulho da geração atual, e que se constituirão em motivação para a fixação das próximas gerações no campo. Terras que continuarão férteis e produtivas, inteiramente aptas a cumprir sua função social e econômica.

2. JUSTIFICATIVAS

Historicamente a região se desenvolveu até meados do século XIX em decorrência da pecuária e o tropeirismo, quando começou a se desenvolver a cultura algodoeira, que viria a constituir a base econômica durante muito tempo, inclusive com a criação de parque industrial têxtil no município a partir de 1880 com destaque para Manuel Guedes Pinto de Mello, que pela primeira vez na América do Sul, na Fazenda Pederneiras, plantou o algodoeiro herbáceo, que viria a substituir com grande vantagem as espécies arbóreas.

A cultura algodoeira já colocara Tatuí entre os maiores produtores de algodão do país, quando em 1931 foi realizado o Congresso Algodoeiro de Tatuí, que teve como um dos frutos a instalação, em 11 de outubro de 1933, a Estação Experimental de Tatuí, hoje denominada Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD-Tatuí) pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), órgão da administração direta da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo.

Com o declínio da cultura algodoeira a partir de 1945, começa a se desenvolver a cultura do milho, que a exemplo do algodão, vai determinar o surgimento de indústrias, principalmente para a produção de farinha. Atualmente, o milho é a cultura que está presente em boa parte das Unidades de Produção Agropecuária - UPAs, sendo comercializado principalmente para as empresas criadoras de frango de corte.

A atividade agropecuária sofreu alguns processos de substituição, e assim como a cultura do algodão já teve a sua fase áurea, o abacaxi, amendoim e a produção de sementes, principalmente de milho, amendoim e feijão para a Secretaria Estadual de Agricultura tiveram importância significativa na economia regional.

Atualmente, com o surgimento de novas atividades ocorreu a diversificação na agropecuária com destaques para as culturas de batata, feijão, cana de açúcar (ocupando área significativa do município, em substituição às pastagens degradadas), citros, avicultura de corte, bovinocultura, eqüinocultura e, nos últimos dez anos, a produção de grama ornamental e olericultura.

Devido às características intrínsecas de ocupação do solo ao longo dos anos, que levou ao desmatamento de áreas de preservação permanente e ao uso excessivo de implementos e insumos agrícolas na busca de se aumentar a produção, ocorreram danos ao meio ambiente.

Nos últimos 15 anos, políticas públicas municipais deram grande ênfase para a expansão de parque industrial diversificado, contribuindo muito para aumentar o êxodo rural, e a proximidade de grandes centros tem favorecido a especulação imobiliária, diminuindo a área das propriedades rurais com a criação de condomínios.

A preocupação da atual administração municipal, aliada à recente conscientização da sociedade pela questão ambiental, deram fruto à solicitação deste trabalho, visando obter-se um retrato atual do meio rural, pretendendo-se reverter as pressões negativas sobre esta parcela do município já tão impactado com o passar dos anos e provê-lo de uma ordenação planejada do sistema produtivo e da paisagem rural, buscando o mimetismo oferecido pelas condições originais que a natureza nos oferece.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de proceder a um inventário do meio físico, bem como levantar o atual estágio de uso e o nível de degradação do solo do município, gerando material técnico de suporte para todo o planejamento voltado ao meio rural.

3.2. Objetivos Específicos

1. Levantar toda a rede hidrográfica do município;
2. Mapear o sistema viário, identificando a responsabilidade de cada trecho, bem como a situação atual das estradas rurais e vicinais não pavimentadas;
3. Confeccionar mapas com imagens de diferentes satélites;
4. Gerar mapas de suporte ao planejamento: sistema de transporte, hidrografia, hipsometria, pedológico, uso atual do solo, áreas de preservação permanente, microbacias hidrográficas, áreas com processos de erosão identificados, entre outros;
5. Gerar mapa de Classes de Capacidade de Uso, a partir da sobreposição de mapas temáticos;
6. Traçar um perfil da situação atual do município, em termos de ocupação e nível de degradação;
5. Elaborar recomendações gerais no sentido de embasar projetos executivos visando mitigar os impactos negativos do uso inadequado e erosão no ambiente rural.

4. REFERENCIAL TEÓRICO E TÉCNICO

4.1. Caracterização do município de Tatuí

O município de Tatuí possui uma população total de 94.430 habitantes, com uma densidade demográfica de 178,24 habitantes/km², sendo 85.613 habitantes a população urbana e 7.817 a população rural (IBGE, 2000).

A área do município, segundo dados do SEADE-Plano diretor de Tatuí, é de 52.416 ha, dividida em 19.538 ha (37,28%) em área urbana e 32.898 ha (62,72%) em área rural.

As áreas agrícolas, segundo dados do LUPA (2008), são em sua maioria constituídas por propriedades entre 20 e 500 ha (78,8%), tendo porém o número de propriedades concentradas em propriedades entre 0,1 e 50 ha, característica esta que aponta para uma expressiva quantidade de pequenos produtores (822 UPAs – Unidades de Produção Agropecuárias), com agricultura familiar com grande força no município, segundo dados constantes na Tabela 1.

Tabela 1 - Estratificação das áreas agrícolas (LUPA - CATI/SAA, 2008).

Estrato – ha	Upas		Área total	
	Nº	%	ha	%
0 – 10	398	39,21	2278,30	5,99
10 – 20	212	20,89	3180,30	8,35
20 – 50	212	20,89	6793,30	17,75
50 – 100	107	10,54	7456,40	19,59
100 – 200	57	5,62	8091,90	21,26
200 – 500	27	2,66	7689,30	20,2
500 – 1000	02	0,20	1230,80	3,23
1000 – 2000	01	0,10	1383,00	3,63

A ocupação do solo na área agrícola é predominantemente de pastagens e de culturas temporárias, incluindo-se nesta, a cultura da cana-de-açúcar com forte participação. Segundo dados da Tabela 2, o uso do solo é de 82,84% relativo a estas duas culturas, o que no caso das pastagens, pode ser um indicativo do atual estágio de degradação dos solos.

Tabela 2 - Ocupação do solo (LUPA - CATI/SAA, 2008).

Descrição de uso do solo	Nº de UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	32	841,80	2,21
Reflorestamento	48	223,20	0,58
Vegetação Natural	666	2.980,10	7,82
Área Complementar	899	1.781,70	4,67
Cultura Temporária	367	15.039,80	39,47
Pastagens	852	16.526,30	43,37
Área em descanso	49	507,90	1,33
Vegetação de brejo e várzea	71	202,50	0,53

No município, além de pastagens há o cultivo de cana de açúcar, milho, feijão, grama ornamental, olerícolas (batata), frutas (citrus, banana e outras) e eucalipto. Um total de 298 UPAs (29,33% do total) possuem sistema de conservação do solo com construção de terraços; o município apresenta ainda áreas com erosão laminar e erosão em sulcos, com algumas voçorocas e ocorrência de áreas de mineração para extração de argila para cerâmicas.

A maioria dos solos apresenta problemas de fertilidade, devido ao desgaste natural ou pela sobre utilização. A calagem rotineira e amparada por análises de solo para a devida correção não é prática usual, exceção feita provavelmente no caso da cultura da cana.

O PIB agrícola do município de Tatuí, originário das atividades agrícolas da cana-de-açúcar, milho, grama ornamental e atividades de pecuária de corte e leite, representam cerca de 2% (R\$ 27,12 milhões) do PIB total de R\$ 1469,51 milhões (IBGE, 2007).

Segundo a classificação internacional de Wilhelm Köppen o clima do município de Tatuí é principalmente do tipo Cwa – Clima mesotérmico úmido subtropical de inverno. As estações de verão e inverno são bem definidas, conforme se observa na Figura 1. O período quente estende-se de setembro a março com o trimestre mais quente compreendido pelos meses de janeiro, fevereiro e março quando as temperaturas máximas oscilam entre 23,9°C e 24,7°C. Nesse período as temperaturas máximas absolutas chegam a alcançar, em média 27,6°C. A partir de março as temperaturas começam a declinar, sendo que o período mais frio compreende os meses de junho-julho-agosto (MOCHIZUKI et al, 2006).

Este tipo climático favorece as principais culturas e a produção pecuária de modo geral. No mês de junho podem ocorrer geadas, quando são registradas as mais baixas

temperaturas do ano. As chuvas se concentram nos meses de novembro a março, em média de 90 dias/ano.

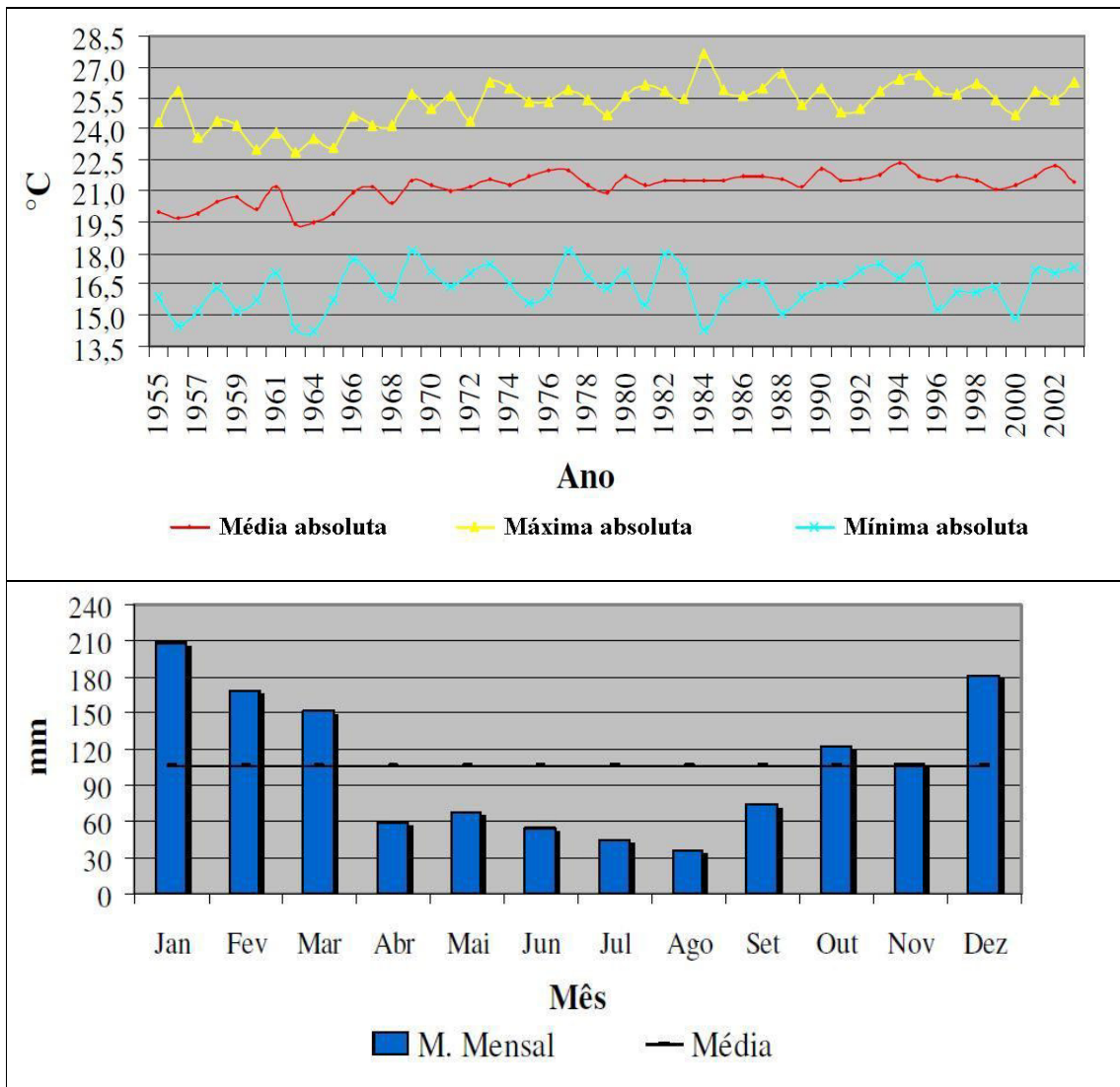


Figura 1 - Temperaturas e Precipitação média do município de Tatuí no período de 1955 a 2003 (MOCHIZUKI et al, 2006).

Para uma capacidade de armazenamento do solo de 125 mm, seguindo recomendações de Camargo apud SWART (1999), MOCHIZUKI et al (2006) efetuaram o cálculo do balanço hídrico (Figura 2) para o município e observaram que para a série temporal considerada, verificou-se baixos valores de deficiência hídrica, sendo esta registrada apenas nos meses de abril e agosto; já os maiores valores de excedente ocorrem durante o primeiro trimestre do ano.

Tais observações, deixam claro que no regime climático do município há a ocorrência de um período seco muito nítido durante o outono-inverno, ocorrendo o oposto na primavera-verão. Seu comportamento mensal é coerente com o regime térmico predominante nesta região do Estado, com temperaturas mais elevadas nos meses de verão e mais baixas durante o inverno.

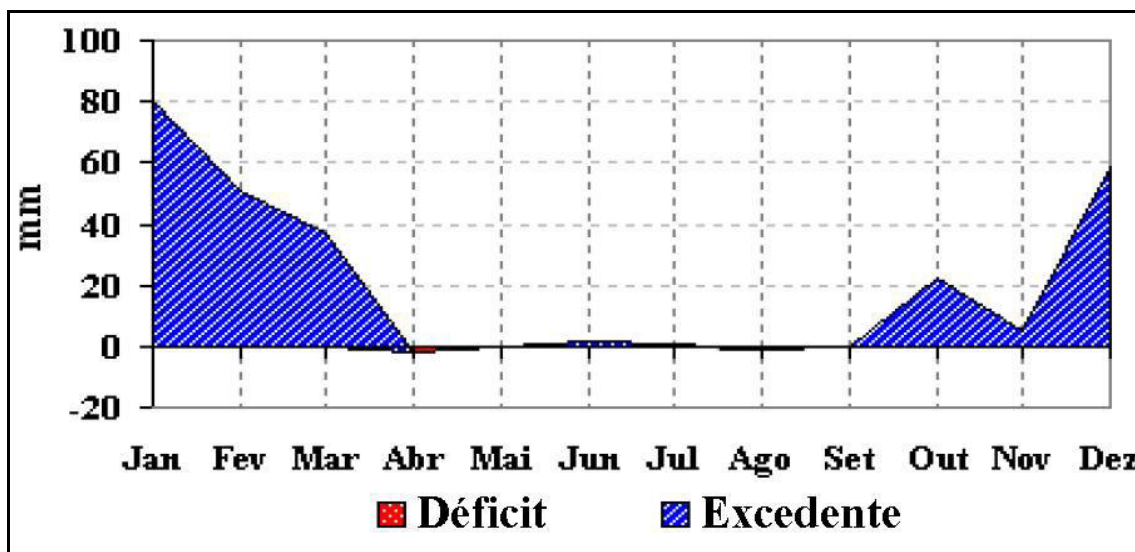


Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal do município de Tatuí no período de 1955 a 2003 (MOCHIZUKI et al, 2006).

Em relação às regiões fisiográficas do Estado de São Paulo, localiza-se na Depressão Periférica Paulista, entre o Planalto Atlântico e a Serra Geral. Predominam colinas tabuliformes, apresentando vertentes suavizadas, numa altitude variando entre 550 e 700 metros.

4.2 Recursos hídricos do município

O município de Tatuí pertence ao Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Sorocaba e Médio Tietê - CBH 10, tendo como rios de maior importância para o abastecimento da área urbana, os rios Tatuí e o rio Sarapuí.

O Rio Tatuí tem sua nascente no município de Itapetininga, na Fazenda Rocinha, possui extensão de 44 km e bacia de 36.915 ha, banha 04 municípios – Tatuí (62%) Itapetininga (29%) Guareí (6,7%) e Quadra (1,7%). Tem como principais afluentes o Ribeirão Pederneiras e o Ribeirão Enxovia (afluente do Ribeirão Pederneiras). Desemboca no Rio Sorocaba, no bairro da Americana, e sua vazão é de 3,65 m³/s no período da seca e

11,32 m³/s na época das chuvas. Outros rios importantes para a agropecuária local são: Ribeirão Água Branca, Rio das Pedras, Córrego Lageado, Ribeirão Jurumirim e Rio Guarapó.

A captação é realizada no rio Tatuí, e o abastecimento hídrico da população é feito através de concessão para a SABESP, na zona urbana, e em alguns bairros rurais com maior densidade demográfica, como Enxovia, Americana, Guaxingu, Mirandas, Congonhal. Apenas 30% da zona rural são atendidos pela SABESP.

Na maior parte da zona rural, o abastecimento é feito por águas subterrâneas (poços caipiras e semi-artesianos).

Um problema recorrente diz respeito ao lançamento direto de efluentes domésticos e industriais nos mananciais de contribuição à represa de captação, através dos diversos afluentes, o que gera desconfiança dos usuários quanto à qualidade destas águas. Este problema deve-se à contribuição de municípios à montante, visto que as águas de alguns córregos já adentram o perímetro de Tatuí com a qualidade comprometida.

4.3. Solos identificados no município

ARGISSOLOS – Os solos desta unidade de mapeamento, que ocorrem na Depressão Periférica, ocupando relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado, constituído por colinas de topo plano, apresentando, normalmente vertentes côncavas e vales de fundo chato. Ocasionalmente ocorrem vertentes convexas e vales dessimétricos.

A altitude das áreas em que ocorrem varia entre 500 e 740 metros, tendo sido provavelmente, originalmente cobertas por floresta latifoliada tropical semidecídua. Os solos que constituem esta unidade de mapeamento são formados a partir de folhelhos e argilitos das séries Passa Dois, Itararé e Tubarão.

São solos profundos, argilosos ao longo do perfil, entretanto a porcentagem de argila na sub-superfície é superior à da superfície, apresentando valores de relação textural que normalmente implicam em redução da permeabilidade. Apresentam bom potencial de armazenagem de água.

Ocorrências (Apêndice 2):

PVA 17 – Argissolos Vermelho-Amarelos, Distróficos A moderado textura arenosa/média e média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado;

PVA 67 – Argissolos Vermelho-Amarelos, Distróficos + Argissolos Vermelhos Distróficos ambos A moderado textura argilosa e média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado;

PVA 21 – Argissolos Vermelho-Amarelos, Distróficos A moderado textura argilosa cascalhenta/argilosa fase não rocha relevo forte ondulado e ondulado.

LATOSSOLOS – Tem como característica o fato de serem originados de material pobre, sendo, portanto, solos pobres desde o início de sua formação. Apresentam perfis profundos, com mais de 3 metros de espessura, bem drenados, formados a partir de folhelhos, argilitos ou varvitos. Apresentam pequena variação das características morfológicas ao longo do perfil e normalmente são solos ácidos a ligeiramente ácidos, com saturação de bases baixa.

Os solos deste grupo apresentam um relevo que vai de suavemente ondulado a ondulado, em altitudes variando de 540 a 700 metros. O relevo suavemente ondulado apresenta topos achatados e vertentes convexas de centenas até milhares de metros de extensão, com declives que variam de 2 a 5%. O relevo ondulado apresenta topos arredondados com vertentes convexas de centenas de metros, com declives que variam entre 5 a 15%, formando vales bem abertos. A vegetação original observada neste grupo de solos é geralmente de campo, campo cerrado e floresta latifoliada tropical.

O material de origem destes solos é principalmente o argilito, devendo ocorrer varvitos e folhelhos, e encontram-se na faixa delimitada como série Passa Dois, Tubarão e Itararé da Depressão Periférica.

Devido a sua ocorrência, na maior parte da área, em relevos menos movimentados, possui longas vertentes e menor densidade de cursos d'água, podem ser mecanizados sem restrição, apesar da predisposição dos mesmos em apresentar camadas compactadas na subsuperfície, devido a manejos inadequados, tal como o uso intensivo de máquinas e implementos com o solo úmido. Estas condições propiciam situação ideal para a ocorrência de erosão laminar, muito comum em toda a área e de difícil quantificação.

O relevo pouco movimentado e as características internas do perfil, de grande profundidade, conferem grande capacidade de infiltração e permeabilidade, refletindo numa acentuada resistência à erosão em comparação a outras classes, o que não exclui, naturalmente, a necessidade de se adotarem práticas conservacionistas adequadas. São friáveis e porosos, mesmo apresentando elevados teores de argila, sendo comuns, valores de porosidade total superiores a 60%. São solos que apresentam, portanto, boa capacidade de percolação de água.

Quimicamente, os Latossolos são ácidos e bastante desprovidos de nutrientes, o que pode ser comprovado pelos baixos valores de Soma de Bases, Saturação por Bases e altos teores de alumínio. Esses fatos refletem a pobreza desses solos em nutrientes para as

plantas e sugere, apesar do bom nível tecnológico das culturas, cuidados especiais quanto às dosagens e épocas de aplicação de corretivos e fertilizantes.

Ocorrências:

LV 42 – Latossolos Vermelhos Distróficos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado a ondulado;

LV 53 – Latossolos Vermelhos Distróficos + Latossolos Vermelhos Distroféricos ambos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado.

LA 2 – Latossolos Amarelos Distróficos textura média relevo suave ondulado + Neossolos Quartzarênicos Órticos distróficos relevo plano ambos A moderado.

NEOSSOLOS – esta unidade de mapeamento é constituída por solos pouco desenvolvidos, apresentando camadas A assentadas sobre material fragmentado de rocha, imperfeitamente drenados, formados a partir de folhelhos ou argilitos de diversas cores.

Ocorrem em áreas dispersas no município, além da delimitada, ocupando manchas não passíveis de representação na escala de publicação do Mapa Pedológico (Oliveira et al., 1999). Observa-se que esta unidade de mapeamento ocorre freqüentemente na área que no mapa geológico do Estado assinala as séries Passa Dois, Itararé e Tubarão. Geralmente ocupam a parte mais alta (topo dos morros) das áreas ocupadas pelo PVA ou nas proximidades do LV, quando o relevo se torna mais acidentado. Também ocupam relevo forte ondulado constituído por colinas de topo plano e vertentes côncavas, com altitude variando entre 660 a 750 metros.

A cobertura original destes solos foi provavelmente por floresta latifoliada tropical semidecídua.

Ocorrência:

RL 26 – Neossolos Litólicos Distróficos A moderado e proeminente e Eutróficos A moderado, ambos textura argilosa relevo ondulado e forte ondulado + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos rasos e pouco profundos, A moderado textura argilosa e média/argilosa + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos A moderado textura argilosa relevo ondulado.

GLEISSOLOS - Tem como característica comum a grande influência do lençol freático, condicionada principalmente pelo relevo.

Constituído por solos de várzea, normalmente com relevo plano, pouco profundos, com características associadas com encharcamento, redundando em acumulação de matéria orgânica na primeira camada ou fenômeno de redução nas camadas subjacentes.

Ocorrem em manchas indiscriminadas, acompanhando a rede de drenagem, em áreas não significativas em termos de extensão.

Tabela 3 - Relação entre as classes de solos do 2º nível categórico assinaladas no Mapa Pedológico (Oliveira et al., 1999) e as classes do Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo (Brasil, 1960), que ocorrem no município de Tatuí.

Mapa Pedológico	Mapa de Reconhecimento
ARGISSOLOS	Parte dos Solos Podzolizados com cascalho, parte dos Solos
A. Vermelhos	Podzolizados Lins e Marília, Podzólicos Vermelho-Amarelos Orto,
A. Vermelho-Amarelos	parte dos Podzólicos Vermelho-Amarelos com cascalhos, parte dos Podzólicos Vermelho-Amarelos variação Piracicaba, parte dos Podzólicos Vermelho-Amarelos variação Laras, Podzólicos Vermelho-Amarelos “intergrade” para Latossolos Vermelho-Amarelos.
LATOSSOLOS	Parte dos Latossolos Vermelho-Amarelos “intergrades” para Podzólicos
L. Amarelos	Vermelho-Amarelos.
L. Vermelhos	Latossolos Vermelho-Escuros, Latossolos Roxos.
L. Vermelho-Amarelos	Parte dos Latossolos Vermelho-Amarelos, parte dos Latossolos Vermelho-Amarelos “intergrades” para Podzólicos Vermelho-Amarelos.
NEOSSOLOS	Parte dos Litossolos.
GLEISSOLOS	Parte dos solos hidromórficos

4.4. Erosão

A erosão é um processo de desagregação do solo e transporte das partículas sólidas até as áreas mais baixas como várzeas e leitos dos rios.

O problema mais importante da agricultura paulista é a erosão hídrica que vem comprometendo os recursos naturais e pondo em risco a produção econômica. Além de degradar o nosso mais importante recurso, o solo, tem causado problemas na qualidade e disponibilidade da água através da poluição, assoreamento de mananciais e enchentes no período das chuvas ou escassez no período da estiagem. A erosão causa, portanto, a degradação das várzeas e rios, pois o assoreamento das partes mais baixas é causado pela deposição de sedimentos do solo das áreas mais elevadas, podendo ocorrer ainda o carreamento de substâncias tóxicas aplicadas nas lavouras. O assoreamento é também uma das causas de enchentes e/ou poluição ou ainda uma agravante destas.

O processo erosivo, dado sua intensidade, além de degradar o perfil do solo, é a causa primeira de outros problemas que levam à baixa produtividade e ao empobrecimento do meio rural, induzindo com isto o êxodo para os aglomerados urbanos.

A água é o principal agente erosivo dos solos em condições tropicais e a alta intensidade da chuva, juntamente com atividades que desagregam o solo ou dificultam a penetração da água, potencializam a expressão da erosão.

A erosão pode ser laminar ou em sulco, sendo a laminar ocasionada pela remoção superficial e uniforme da superfície do solo e por sua atuação ser homogênea é de difícil percepção, reduzindo a produtividade do solo por retirar a sua cobertura. A erosão em sulco origina-se da ação concentrada do fluxo de água, que acaba formando um escoamento canalizado, sendo este tipo de erosão facilmente percebida, pois forma sulcos de profundidades variadas no solo. A voçoroca é causada pelo aprofundamento dos sulcos de erosão devido à concentração de água sem dissipação de energia.

De forma direta, a erosão, além das perdas econômicas, promove ao longo do tempo a degradação de áreas extensas, inviabilizando a continuidade do aproveitamento agrícola das mesmas. Em função disto, tais áreas acabam abandonadas, influenciando inclusive nos preços atribuídos às propriedades rurais.



Figura 3 – Erosão e seus efeitos nos recursos naturais.

A Figura 3 mostra a erosão como problema central e seus efeitos nos recursos naturais. Outros problemas, apesar de importantes, não atingem o seu nível de magnitude, sendo efeitos do processo erosivo que se interagem passando cada um a ser causa do outro.

A erosão é provocada por diversos fatores, dentre estes estão:

- Solos compactados, nos quais não há boa absorção da água que escorre com mais energia pela superfície do solo;

- Falta de práticas conservacionistas, como o plantio em nível e o terraceamento em áreas declivosas ou a implementação destas práticas de forma inadequada;
- Pastagens mal manejadas, que com a má distribuição dos bebedouros e cochos, favorecem a ocorrência de trilhas, nas quais a água se concentra quando chove causando a erosão em sulco;
- Estradas mal planejadas, que direcionam o fluxo de água para as áreas à jusante causando erosão;
- Solos sem cobertura vegetal, ou com cobertura deficiente, nos quais além de haver menor infiltração de água, esta atinge a superfície do solo diretamente, provocando maior desagregação das partículas e, conseqüentemente o carreamento de maiores volumes destas, para a rede de drenagem;
- Uso excessivo de arações e/ou gradagens superficiais e sempre nas mesmas profundidades no processo de preparo do solo provoca a desestruturação da camada arável, transformando-a em duas camadas distintas: uma superficial pulverizada e outra subsuperficial compactada;
- Capinas e cultivos mecânicos no controle de ervas invasoras no período de chuvas intensas, deixando o solo mais exposto.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Levantamento e visitas a campo

A equipe responsável pelo trabalho vistoriou o município como um todo, desde os limites da zona urbana aos limites do município, georreferenciando os pontos críticos de erosão, e todo tipo de degradação ambiental detectada (poluição, lixo, etc), promovida pela área urbana ou rural. Também, foi estendida esta vistoria para toda a área de expansão urbana definida pelo Plano Diretor do Município, identificando, registrando e georreferenciando todas as situações envolvendo degradação ambiental que foram encontradas, seja em consequência do uso do solo pelas propriedades rurais e industriais, quanto pela influência direta dos aglomerados populacionais situados na área de expansão urbana.

Para a realização desta vistoria foram utilizadas Cartas do IBGE, de escala 1:50.000, receptores GPS de navegação, câmera fotográfica digital, fotos aéreas e mapa municipal da área de expansão urbana do Plano Diretor Urbano, tendo a equipe sido acompanhada por um funcionário da Prefeitura Municipal, com a função de guia.

Com as informações coletadas foi elaborada uma planilha que auxiliou na localização e descrição dos problemas e conclusões finais do trabalho.

5.2. Trabalho de escritório geral

O procedimento inicial foi um estudo preliminar de toda a área do município de Tatuí, através do uso de fotografias aéreas obtidas do acervo do CIAGRO, relativas ao Projeto CITRUS, em vôo realizado no ano 2.000 e escala de 1:30.000. Foram também utilizadas imagens geradas pelo *software* Google Earth Pro, com data de referência do ano de 2006, fotos aéreas do acervo do Instituto Geográfico e Cartográfico, também do ano de 2006, imagens do satélite CBERS, câmera CCD (ano de 2008) e câmera HRC (ano de 2009), e ainda imagens do satélite LandSat (ano de 2002).

O arquivo vetorial base para cálculo da área do município e demais comparativos com esta, foi o *shapefile* confeccionado pelo IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo), com uma área total de 525,05 km², valor este que difere do valor contido no plano diretor do município, devido à escala de vetorização.

A vetorização e o trabalho com as informações geoespaciais foram realizados na estrutura de um SIG – sistema de informações geoespacializadas, com o auxílio dos seguintes *softwares*: AutoCAD Map 5, AutoCAD Raster Design 3 ambos da empresa Autodesk, ArcGIS Enterprise 9.3 da empresa ESRI e SPRING 5.1.6 do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Destaca-se neste item, a utilização e confecção dos mapas contidos nos Apêndices 13, 14, 15 e 16, fundamentais para uma análise técnica das características do município.

5.3. Levantamento da erosão

Pesquisa e identificação de feições erosivas em imagens disponíveis: aerofotos – BASE, ano 2000 e imagens do software Google-earth . Reprodução dessas imagens e de mapas planialtimétricos do IBGE – escala 1:50.000.

Entrevista sobre a existência de feições erosivas existentes com técnicos e funcionários da Casa da Agricultura de Tatuí, da Prefeitura e produtores rurais. Visita de campo para checar erosões pré-identificadas e investigar possíveis erosões na área rural e periurbana de Tatuí. Visitas realizadas com caminhamento em estradas e carreadores, avaliando áreas através de pontos de observação localizados nos espigões das estradas. Observação e avaliação nas baixadas, prospectando efeitos de possíveis processos erosivos ocorridos em áreas a montante.

Filtragem das informações, para representação em formato vetorial, com confecção do mapa e relatório do processo erosivo de Tatuí (Apêndice 4).

5.4. Caracterização do uso atual do solo

Descrição do material utilizado e das etapas desenvolvidas para aquisição de informações sobre o uso do solo agrícola do município:

a) Cartas Topográficas vetorizadas – as cartas topográficas em formato digital vetorizado (dwg) foram trabalhadas em AutoCadMap 5. Em seguida foi montado o Mosaico com as cartas (Laranjal Paulista, Tatuí, Guareí e Boituva) para cobertura total do município de Tatuí.

b) Foram inseridas as imagens recortadas de ortofotos digitalizadas, assim como imagens do Google-earth e do satélite CBERS para checagem de pontos. Foram definidas *layers* (camadas) para os diferentes tipos de uso do solo.

c) Para o levantamento a campo foram utilizadas imagens de ortofotos, Google-earth e de satélite CBERS impressas em tamanho A0, nas quais foram marcados pontos previamente determinados para checagem com receptores GPS de navegação.

Para a caracterização dos diferentes usos do solo, foram utilizadas imagens de fotografias aéreas ortorretificadas do Vôo Citrus de 2000, escala 1:30.000 assim como imagens CBERS-2B provenientes do sensor HRC e imagens do programa Google-earth para apoio ao uso atual do município.

As cartas digitalizadas foram abertas no *software* Autocad Map 5 e posteriormente as fotografias aéreas e imagens CBERS foram importadas, inseridas e georreferenciadas utilizando os parâmetros da projeção UTM23 SAD69.

Para uma maior precisão nos dados obtidos sobre os diferentes usos do solo na região foram determinados pontos de controle por todo o município em áreas pré-definidas, distribuídas em cinco grupos para checagem em campo, utilizando-se de receptores GPS de navegação, tendo como auxílio as cartas planialtimétricas 1:50.000 e ortofotos coloridas impressas em formato A0 para ajudar na identificação dos pontos na área geográfica de estudo.

Para auxiliar na definição do uso em determinadas áreas sem cobertura pelas imagens do Google-earth e pelas ortofotos, foram usadas em apoio, imagens do satélite CBERS 2B CCD dispostas em bandas (3,4,2) para se obter composição falsa cor que facilitasse a observação das diferentes formas de uso do solo.

No AutoCadMap 5, após inseridas as imagens, passou-se a proceder a vetorização dos polígonos correspondentes às diferentes ocupações do solo identificadas em *layers* próprias à cada tipo de uso. Puderam-se identificar várias classes de uso do solo, que receberam um nome associado ao seu identificador como cultura anual, cana-de-açúcar, construções, grama, loteamentos, áreas de mineração, vegetação nativa, pastagens, culturas perenes, reflorestamento e área urbana.

5.5. Caracterização dos Solos

Para a efetivação do inventário do meio físico, no que concerne ao reconhecimento de solos, efetuou-se um levantamento do tipo utilitário, conforme metodologia preconizada pelo “Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação das Terras no Sistema de Capacidade de Uso (1983)”.

O levantamento utilitário é um tipo de cartografia detalhada, padronizada, mas com descrição simplificada dos solos em relação ao levantamento pedológico. Nele procurou-se inventariar os dados essenciais, relativos às características e propriedades das terras mais relevantes, para as interpretações necessárias à determinação das Classes de Capacidade de Uso, Aptidão Agrícola ou ferramenta similar, além de outras informações úteis ao planejamento das práticas de conservação do solo em nível macro.

No campo, foram feitas prospecções regulares, com o auxílio de trado holandês, até o limite de um metro de profundidade, tanto nos locais previamente demarcados nas fotografias aéreas ampliadas e plotadas em formato A0, para facilitar a visualização e acompanhamento, como em outros, definidos no ato do deslocamento das equipes de campo. Também foram observados perfis em barrancos, quando da ocorrência de alguma limitação para o uso do trado ou com o objetivo de facilitar esta tarefa.

O objetivo da observação destes pontos foi verificar a coincidência com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira et. Al. 1999), em escala 1:500.000. As informações levantadas foram relativas a alguns atributos da camada superficial (0-20 cm) e subsuperficial (20-60 cm), bem como outras características gerais relativas à erosão e ao uso atual da terra.

Mapas pedológicos englobando um território são documentos imprescindíveis na orientação de planejamentos regionais do uso da terra, por apresentarem uma visão geral da distribuição espacial dos solos, destacando os contrastes entre diferentes áreas.

Para efeito de obtenção das Classes de Solos no município de Tatuí, lançamos mão do trabalho “MAPA PEDOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO: legenda expandida, de João Bertoldo de Oliveira et al (1999)”. O trabalho em questão trata de mapas compilados efetuados a partir das informações (levantamentos anteriores) disponíveis, apresentando escalas variáveis e elaboradas por diferentes instituições, exigindo a harmonização das legendas para efeito de consulta.

Por tratar-se de mapa efetuado por compilação, o mesmo é produzido no escritório, não havendo, em geral, controle de campo, ou o mesmo é reduzido, sobretudo quando a

área a ser representada está inteiramente coberta por mapa de solos, situação presente neste trabalho. Entretanto, como medida de reforço, foram selecionados 63 pontos em toda a área do município, onde foram observados os atributos dos solos nestes pontos e confrontando com a classificação disponível.

Em função deste trabalho e considerando ainda a escala do mapa pedológico e dos mapas de auxílio no campo, algumas manchas não foram representadas no trabalho original, que apesar de não expressivas são importantes no que diz respeito ao manejo e indicação de uso, motivo pelo qual recomendamos atenção quando da aplicação do mapa apresentado. As principais inclusões não mapeadas referem-se aos GLEISSOLOS, que possuem sérias restrições devido à presença de lençol freático a pouca profundidade, demandando, portanto, cuidados nas indicações de uso e manejo, além de cuidados relativos à observação da legislação ambiental, em função da normal ocorrência destes solos na paisagem.

5.6. Drenagem e Estradas

O delineamento dos canais de drenagem (Apêndice 1) do município de Tatuí foi feito a partir da vetorização de Ortofotos Vão Citrus, cujas imagens datam de julho de 2000, atualizadas pelas imagens do Google Earth – Digital Globe, datadas de 13 e 16 de março 2006. Nesta vetorização empregou-se a plataforma da Autodesk, que corresponde aos softwares Autocad Map 5 e Autodesk Raster Design 3. Os dados obtidos foram então confrontados com o modelo digital do terreno da missão topográfica SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), de forma a corrigir eventuais discrepâncias. O mapa produzido é apresentado na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84.

Os canais de drenagem de primeira ordem gerados não correspondem totalmente às nascentes, uma vez que em alguns casos, pela pressão antrópica, encontram-se em diferentes estágios de intermitência.

A delimitação das Microbacias Hidrográficas foi realizada por meio de vetorização utilizando-se o software Autocad Map 5, tendo como base as curvas de nível do IBGE escala 1:50.000 e os dados de relevo obtidos do SRTM, transformados em mapa hipsométrico com o software SPRING 5.1.6.

No cálculo da densidade da drenagem foi usada a fórmula: $D_d = L_b/A$, sendo: D_d = densidade da drenagem; L_b = comprimento dos canais em km e A = área estudada em km^2 , expressas por microbacia hidrográfica.

O levantamento do sistema viário (Apêndice 5) do município foi efetuado através do caminhamento por toda a extensão das estradas, tanto vicinais como principais, com o uso de receptores GPS com posterior descarregamento e arranjos deste levantamento no software AutoCAD Map 5.

5.7. Mapa de Hipsometria e de Classes de Declividades

Os dados altimétricos (curvas de nível - Apêndice 12) foram trabalhados no *software* Spring 5.1.6 com base numa grade triangular ou TIN. A partir dos dados altimétricos do SRTM em formato matricial elaborou-se um fatiamento dos níveis topográficos com equidistância de 50 metros, adotando como limite a área municipal. Visando-se uma melhor representação gráfica, e uma melhor homogeneização de áreas, foi realizado um procedimento de limpeza de *pixels* com o uso da ferramenta de edição vetorial.

Ao fim deste processo as faixas foram convertidas para o formato *shapefile* no *software* ArcGIS 9.3. No mapa (Apêndice 8) gerado delimitou-se 5 faixas topográficas com 50 metros de equidistância, de 500 - 550 metros de altitude na faixa mais rebaixada a nordeste do município, até 700 – 750 metros nas cotas mais altas localizadas a sul do município.

Para a geração do mapa de declividades (Apêndice 9) utilizou-se também dos dados altimétricos (curvas de nível) no *software* Spring 5.1.6 com base numa grade triangular ou TIN, que é uma estrutura do tipo vetorial que representa a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Estas facetas triangulares permitem o cálculo das declividades a partir de interpolação espacial. Posteriormente, foi realizado o fatiamento da grade de declividades gerada em intervalos determinados: 0-2%; 2-5%; 5-10%; 10-15%; 15-45% e maior que 45%. Esses intervalos contemplam os intervalos de declives adotados na definição das classes de capacidade de uso das terras (LEPSH, 1983), e possuem as seguintes características gerais:

- 0 a 2% - corresponde a áreas planas ou quase planas onde o escoamento superficial é lento, não oferecendo dificuldades ao uso de máquinas agrícolas. Relevo Plano.

- 2 a 5% - são áreas de declives suaves, onde o escoamento superficial é lento ou médio. Em alguns tipos de solos a erosão hídrica não oferece problemas. Relevo Suave Ondulado.

- 5 a 10% - são áreas de declives suaves, onde o escoamento superficial é lento ou médio. Em alguns tipos de solos a erosão hídrica não oferece problemas. Solos com textura

média em rampas muito longas necessitam de práticas de conservação de alguma complexidade. Relevo Suave Ondulado.

- 10 a 15 % - são áreas com relevo ondulado e o escoamento superficial é médio ou rápido. São facilmente erodíveis (exceto em solos argilosos ou muito argilosos). Relevo Ondulado.

- 15 a 45 % - constituem vertentes fortemente inclinadas, cujo escoamento é muito rápido, independente do tipo de solo. Solos muito suscetíveis à erosão. Relevo Forte Ondulado.

- > 45% - constituem vertentes íngremes. Escoamento superficial muito rápido e solos extremamente suscetíveis à erosão hídrica. Não encontrado no município.

5.8. Mapa de Diagnóstico Ambiental

Feito o caminhamento por todas as estradas do município, identificou-se ao longo de toda a extensão destas, as áreas e os pontos de maior susceptibilidade, e de ocorrência de erosão e barreiros, bem como as expressões da pressão antrópica, como lançamento de efluentes, detritos, condução de águas pluviais e outras.

As ocorrências dos pontos críticos foram geoespacializadas em mapa próprio, correlacionando-as às estradas e calhas de drenagem do município (Apêndice 6) .

Os demais vetores constantes neste levantamento foram explorados como um todo no decorrer deste trabalho, apresentando-se em seus respectivos itens (estradas e hidrografia) os tópicos de maior interesse à questão ambiental. Desta forma, o mapa em questão é a junção da análise ambiental das estradas do município, da hidrografia e dos pontos críticos de maior expressão.

5.9. Mapa de Áreas de Preservação Permanente associadas à rede de drenagem segundo legislação

Com o uso da drenagem levantada, foi realizada uma operação de *buffer* (área de contorno) de 30 metros em relação aos rios com larguras inferiores a 10 metros, e um *buffer* de 50 metros em relação a lagoas, brejos e rios (de 10 a 50 metros de largura), bem como um *buffer* de 50 metros de raio a partir das nascentes, conforme a lei nº4771/65, a lei nº7803/89, e medida provisória 2166/01 e a Resolução Conama nº303/02. Os rios de 50 a

200 metros de largura, com uma área de preservação permanente de 100 metros, não foram identificados no município.

As áreas de declives maiores que 45% não foram constatadas no município pelo levantamento, e as áreas de topos de morros não foram consideradas para os cálculos.

As operações foram todas realizadas com o uso do *software* ArcGIS 9.3 e suas respectivas ferramentas correspondentes de sua biblioteca de operações, o ArcToolboxes (Apêndice 10).

5.10. Mapa Geológico

Realizado recorte e classificação temática sobre arquivo disponibilizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) do Serviço Geológico do Brasil, do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, em escala de 1:750.000 (PERROTA et al, 2005).

As unidades mapeadas (Apêndice 7) para o município constam na Tabela 4.

Tabela 4 - Unidades geológicas no município de Tatuí.

Sigla da Unidade	Nome da Unidade	LITOTIPO 1	LITOTIPO 2
C2Pli	Itararé	Arenito, Folhelho, Diamicito, Ritmito	
P1tt	Tatuí	Silitito	Arenito, Silexito
P23as	Serra Alta	Argilito, Folhelho, Silitito	
P2i	Irati	Folhelho	
P3t	Teresina	Silitito Argiloso	
Q2a	Depósito Aluvionares	Depósitos de areia, Depósitos de cascalho	Depósitos de silte, Depósitos de argila

5.11. Mapa de susceptibilidade dos solos à erosão

Com o uso do *software* ArcGIS 9.3 foi realizado um cruzamento entre o mapa de solos e o mapa de declividades, objetivando-se a obtenção de um mapa de susceptibilidade à erosão dos solos, ou potencial de erosão a que estão sujeitos os solos do município, conforme Tabela 5, montada baseando-se em LEPSCH et al (1983).

Tal mapa (Apêndice 11) serve de base para se determinar o potencial da área do município indicada para o uso agrícola, com ou sem restrições ao seu uso ou a necessidade de práticas especiais em seu manejo, considerando-se que as maiores limitações referem-se aos atributos dos solos em função da declividade em que se inserem.

Tabela 5 - Relação entre os solos da área do município e as respectivas áreas de declividade para definição das classes de susceptibilidade à erosão laminar.

Solos	Declividade (%)				
	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 45
RL26	Média	Alta	Alta	Muito alta	Muito alta
PVA67	Baixa	Média	Alta	Alta	Muito alta
PVA17	Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
LA2	Baixa	Baixa	Média	Alta	Alta
LV42	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média
LV53	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média

5.12. Mapa de enquadramento das terras em Classes de Capacidade de Uso

A classificação de qualquer objeto tem por finalidade ordenar os conhecimentos a seu respeito de maneira simples e precisa. Objetos iguais ou semelhantes em suas características e propriedades são agrupados nas mesmas classes.

Na classificação técnica ou interpretativa os indivíduos são agrupados em função de determinadas características de interesse prático e específico. A classificação técnica tem o propósito particular de indicar os dados que levem a decidir qual a combinação de uso agrícola e medidas de controle da erosão, permitindo o aproveitamento mais intensivo da terra, sem risco de depauperamento do solo.

Dessa forma, o Sistema de Classes de Capacidade de Uso das Terras se baseia nas limitações permanentes das terras e é todo voltado para as possibilidades e limitações para a utilização das mesmas, sendo que esta ideia está diretamente relacionada com sua intensidade de uso.

A intensidade de uso exprime a maior ou menor mobilização imposta ao solo, expondo-o a certo risco de erosão e/ou perda de produtividade. De modo geral, o grupo de culturas anuais impõe alta intensidade de uso, enquanto vegetações naturais representam o mais baixo grau de intensidade de uso.

Procedeu-se neste trabalho ao “Levantamento Utilitário do Meio Físico”, voltado para o potencial produtivo das terras e que possa ser executado dentro das possibilidades e recursos disponíveis.

Nesse tipo de levantamento, o principal objetivo é inventariar as características diagnósticas da terra, necessárias para a determinação do seu potencial produtivo e, apesar

de ser considerado um levantamento simplificado, não deve ser tomado como impreciso ou pouco detalhado, pois nele foram inventariados os principais aspectos da terra, necessários ao planejamento do seu uso agrícola e, em especial, as práticas de conservação do solo.

A capacidade de uso da terra dá ideia das potencialidades e limitações da terra, conceituando a sua adaptabilidade para diversos fins.

A expressão encerra os efeitos do meio físico na aptidão da terra para ser explorada, sem sofrer danos consideráveis por desgaste e empobrecimento com os cultivos anuais, permanentes, pastagens, reflorestamentos ou vida silvestre (Tabela 6).

Tabela 6 - Esquema dos grupos, classes, subclasses e unidades de capacidade de uso.

Grupos	Classes	Subclasses	Unidade de Uso
A	I II III IV	e (exceto V)	1. Declive acentuado
			2. Declive longo
			3. Mudança de textura abrupta
			4. Erosão laminar
			5. Erosão em sulcos
			6. Erosão em voçorocas
			7. Erosão eólica
			8. Depósito de erosão
			9. Permeabilidade baixa
			10. Horizonte A arenoso
B	V VI VII	s	1. Pouca profundidade
			2. Textura arenosa em todo perfil
			3. “Pedregosidade”
			4. Argilas expansivas
			5. Baixa saturação de bases
			6. Toxicidade de alumínio
			7. Baixa capacidade de troca
			8. Ácidos sulfatados ou sulfetos
			9. Alta saturação com sódio
			10. Excesso de sais solúveis
			11. Excesso de carbonatos
C	VIII	a	1. Lençol freático elevado
			2. Risco de inundação
			3. Subsidência em solos orgânicos
			4. Deficiência de oxigênio no solo
		c	1. Seca prolongada
			2. Geada
			3. Ventos frios
			4. Granizo
			5. Neve

Sendo os Grupos e Classes de capacidade de uso:

Grupo A - terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre:

- Classe I: terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação;
- Classe II: terras cultiváveis, com problemas simples de conservação;
- Classe III: terras cultiváveis com problemas complexos de conservação;
- Classe IV: terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação.

Grupo B - terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre, porém cultiváveis em casos de algumas culturas especiais protetoras do solo:

- - Classe V: terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação, cultiváveis apenas em casos muito especiais;
- - Classe VI: terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo.
- - Classe VII: terras adaptadas em geral somente para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação.

Grupo C - terras não adequadas para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém apropriadas para proteção da flora e fauna silvestres, recreação ou armazenamento de água:

- - Classe VIII: terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestres, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.

Para o enquadramento das terras no Sistema de Classes de Capacidade de Uso, faz-se uso da Tabela 7, que, em função das maiores limitações para cada atributo inventariado, procede-se à devida classificação.

De posse de tais informações e conceitos, realizou-se um cruzamento entre os mapas de Solos, Declividades e Ocorrência de Processos Erosivos, tendo como resultado, levando-se em conta as devidas classificações, o mapa de Classes de Capacidade de Uso (Apêndice 18).

Tabela 7 - Enquadramento das terras em classes de capacidade de uso.

Limitação	Parâmetro	Classes de Capacidade de Uso								notação
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Fertilidade aparente	Muito alta									1
	Alta									2
	Média									3
	Baixa									4
	Muito baixa									5
Profundidade efetiva (cm)	Muito profunda									1
	Profunda									2
	Moderada									3
	Rasa									4
	Muito rasa									5
Drenagem interna	Excessiva									1
	Boa									2
	Moderada									3
	Pobre									4
	Muito pobre									5
Pedregosidade	Sem pedra									P1
	Menor que 1%									P2
	1 – 10%									P3
	10 – 30%									P4
	30 – 50%									P5
	> 50%									P6
Risco de inundação	Ocasional									1
	Frequente									2
	Muito frequente									3
Classe de declive	0 – 3%									A
	3 – 5%									B
	5 – 12%									C
	12 – 20%									D
	20 – 40%									E
	> 40%									F
Grau de erosão laminar	Não aparente									0
	Ligeira									1
	Moderada									2
	Severa									3
	Muito severa									4
	Extremamente severa									5
Sulcos superficiais	Ocasionais									7
	Frequentes									8
	Muito frequentes									9
Sulcos profundos	Ocasionais									7
	Frequentes									8
	Muito frequentes									9
Voçoroca									6	

5.13. Mapa de Utilização racional da terra

Com o uso do *software* ArcGIS 9.3 realizou-se um cruzamento entre o mapa de Classe de Capacidade de Uso e o mapa de Uso Atual do Solo, objetivando-se a obtenção de um Mapa de Utilização Racional da Terra, tomando-se como base as informações da Tabela 8, retirada de LOMBARDI NETO & DRUGOWICH (1994). Tal tabela indica, conforme a Classe de Capacidade de Uso, se a utilização da terra atual está dentro do potencial de uso para aquela área, indicando sua sobre ou subutilização.

Observando-se a referida tabela, percebe-se que conforme há um aumento da intensidade de uso do solo, aumenta-se a restrição com relação às Classes de Capacidade de Uso para uma correta utilização do potencial agrícola destas terras.

Tabela 8 - Utilização Racional da Terra em função do uso atual e das classes de capacidade de uso.

Sentido das Limitações e das Aptidões ao uso		Classe de Capacidade de Uso	Sentido do aumento da intensidade de uso →→→→								
			Preservação da fauna e flora	Pastagens ou Reflorestamentos			Culturas ocasionais em extensão limitada	Culturas anuais			
				Problemas de Conservação				Problemas de conservação			
				Complexo	Moderado	Simples		Complexo	Moderado	Simples	
Aumento do grau de limitação ao uso e/ou riscos de degradação. ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ Aumento da adaptabilidade e da liberdade de escolha de uso ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	I										
	II										
	III										
	IV										
	V										
	VI										
	VII										
	VIII										

Utilização abaixo do potencial máximo de uso das terras

Máxima intensidade de utilização racional da terra sem riscos de degradação

Sobre utilização da terra - riscos de degradação

Para o caso do município de Tatuí, definiu-se uma tabela para classificação da Utilização Racional das Terras, baseada nas ocorrências das Classes de Capacidade de Uso do Solo e nas ocorrências de Uso Agrícola Atual do Solo (Tabela 9). Para os casos de construções, loteamentos, áreas de mineração e área urbana, classificou-se como uso não agrícola.

Conforme o grau de limitação ao uso, objetivando-se uma indicação da adequação da utilização atual do solo, dentro de seu potencial de uso racional, confeccionou-se a Tabela 9, classificando o cruzamento de acordo com os parâmetros estabelecidos: 1-Utilização abaixo do potencial máximo de uso das terras; 2-Máxima intensidade de utilização racional da terra sem riscos de degradação; e 3-Sobre utilização da terra - riscos de degradação.

Tabela 9 – Classificação do Uso da terra.

Classe de Capacidade de Uso	Uso atual do solo						
	Culturas Anuais	Cana de açúcar	Gramma	Culturas Perenes	Pastagens	Reflorestamento	Vegetação Nativa
II	2	1	1	1	1	1	1
III	2	2	2	1	1	1	1
IV	3	3	3	2	2	2	1
VI	3	3	3	3	2	2	1
VIII	3	3	3	3	3	3	2

De posse de tais índices confeccionou-se o mapa de Utilização racional da terra (Apêndice 21), o qual permite uma avaliação quantitativa e qualitativa do uso atual do solo de acordo com seus potenciais de exploração, permitindo-se uma análise crítica relacionada a uma correta utilização da área agrícola e a indicação de áreas que estejam com utilização acima de sua capacidade, causando riscos de degradação.

5.14. Mapa de Priorização de Microbacias

Na obtenção dos atributos, realizou-se o levantamento de sua ocorrência por microbacia hidrográfica, sendo os maiores valores atribuídos aos fatores mais desfavoráveis ou restritivos. Uma descrição resumida dos atributos considerados é apresentada a seguir.

- a) Nível de degradação ambiental – obtido pela somatória dos pontos de degradação ambiental, coletados nas visitas a campo (Apêndice 6 – Mapa de Diagnóstico Ambiental);
- b) Adequação da utilização das terras à capacidade do uso do solo – obtido pela somatória das áreas de sobre utilização da terra (Apêndice 21 - Mapa de Uso das Terras).;
- c) Presença de mananciais de abastecimento de água para a população – o abastecimento hídrico da população é feito através de concessão para a SABESP, na zona urbana, e em alguns bairros rurais. Os dois mananciais explorados situam-se nas microbacias do rio Tatui e do Ribeirão Congonhal;
- d) Ocorrência de erosão – obtido pelo levantamento das áreas das glebas com ocorrência de erosão constatadas no campo;
- e) Suscetibilidade dos solos à erosão – foram atribuídas notas aos diversos tipos de solos do município e a seguir ponderadas de acordo com as áreas de ocorrência.

Após conferir notas de 1 a 3 aos atributos (sendo a mais alta a mais desfavorável), utilizando o critério estatístico de classificador de quebras naturais, por intermédio do software ArcGIS Enterprise 9.3, procedeu-se à classificação das microbacias em diferentes níveis de prioridade, através da somatória das notas dos diferentes atributos., expressadas no mapa gerado. (apêndice 20)

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Pressão Antrópica

Erosão – O uso inadequado do solo ao longo dos últimos anos é a principal causa da formação de ravinas e voçorocas, com conseqüente assoreamento das nascentes e córregos do município. Os usos anteriores por culturas anuais e pastagens, após degradação por erosão, foram reincorporados como fator de produção, em grande parte para a exploração da cultura de cana de açúcar, que, em função do caráter empresarial empregado, sofreram pesados investimentos para sua recuperação. Entretanto, verificou-se que grande parte destas áreas recebeu investimentos principalmente para a implantação de práticas mecânicas - terraceamento, com dimensionamento e construção nem sempre adequados, gerando como maior impacto, problemas de lançamento de águas dos terraços para os carregadores e erosão entre eles, bem como rompimento dos mesmos. No caso de áreas irrigadas, verificou-se que a não observância do manejo correto na aplicação da água, mesmo em culturas muito resistentes à erosão e consideradas até como prática conservacionista, como é o caso das áreas de produção de gramas, vêm sofrendo problemas sérios de erosão laminar (potencializado pela retirada de delgada camada de solo junto às placas ou rocamboles de gramas) e em sulcos, como consequência, com sérios problemas de comprometimento das camadas superficiais. Muito grave o problema ocasionado pelas estradas não pavimentadas, tanto municipais e estaduais, como de servidão, onde se percebe que águas excedentes das propriedades são lançadas nestas estradas, ocasionando grande impacto principalmente nas laterais das mesmas, com abertura de grandes valas, colocando em risco, inclusive, a segurança dos usuários e gerando acúmulo de sedimentos nas baixadas. Condição muito especial a dos “barreiros”, que deve ser considerada como atividade de mineração, extremamente impactante, com necessidade de projetos específicos para recuperação a médio e longo prazo das áreas de lavra.

Assoreamento – A maioria dos rios tributários do município nas microbacias estão assoreados, conseqüência do uso e manejo inadequado do solo e a contribuição das águas pluviais oriundas das estradas municipais com sua manutenção baseada somente no uso de moto niveladora.

Saneamento – Na zona rural ainda se encontram fossas negras com muita frequência e a coleta de lixo é feita em alguns dias da semana nos bairros mais populosos e mais próximos da área urbana.

Defensivos Agrícolas – Há uma grande utilização deles no município, principalmente nas áreas de cana, batata, feijão, grama ornamental e milho. Os grandes produtores utilizam tanque para abastecimento dos pulverizadores no campo e têm depósitos para armazenar as embalagens. As consequências do uso inadequado ou manejo ineficiente das embalagens e resíduos são: a contaminação do lençol freático, águas superficiais, do próprio solo e das culturas, com reflexos diretos na segurança alimentar. Devem ser considerados ainda, os potenciais riscos aos usuários destas águas, como os próprios moradores e animais.

Poluição – em função do lançamento direto de efluentes sem tratamento nos mananciais, somado à extração de minerais (argila e solo argiloso) para a construção civil, e ainda, cerâmicas que abundam o município, há a promoção do aumento da turbidez das águas, impactando diretamente nos custos para o tratamento e nos custos de manutenção dos equipamentos das estações de tratamento.

Em função da dispersão geográfica da população do município, ao longo dos principais cursos d'água, inclusive ocupando áreas de APP, a contribuição para os problemas antrópicos é potencializada.

6.2. Drenagem

Os estudos morfométricos de formas de relevo e da rede de drenagem são instrumentos básicos para o desenvolvimento de planos de gestão que visem à utilização racional do meio físico e a compreensão dos processos naturais atuantes neste meio.

A rede de drenagem da área de estudo está dividida em vários mananciais e seus afluentes, descritos na Tabela 10.

A bacia hidrográfica ou de drenagem é a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários. A bacia de drenagem pode ser dividida em sub-bacias e microbacias, as quais são unidades de estudo e de planejamento, definidas operacionalmente em função das aplicações a que se destinam.

Tabela 10 - Rede de drenagem do município de Tatuí (valores referentes ao rio principal e seus afluentes).

Nome	Extensão em metros	Número de nascentes
Ribeirão Caaguaçu	10.352	24
Córrego Benfica	5.773	6
Rio das Pedras	11.270	17
Ribeirão Guarapó	39.373	22
Córrego do Firmo	7.274	28
Ribeirão Turvinho	4.840	5
Córrego do Tanquinho	6.663	15
Córrego do Moinho Velho	9.800	24
Rio Sorocaba	55.699	66
Córrego Guardinha	7.368	16
Córrego do Matadouro Velho	22.947	58
Rio Tatuí	112.620	214
Córrego Lageado	4.675	47
Córrego Água Branca	6.927	55
Córrego das Pedras	2.864	32
Ribeirão das Araras	8.197	45
Ribeirão Pederneiras	22.622	82
Ribeirão Enxovia	16.125	76
Ribeirão Sarapui	47.219	112
Ribeirão da Água Branca de Cima	23.384	165
Córrego Queimador	7.333	94
Ribeirão Campinho	4.794	36
Ribeirão Congonhal	13.946	109
Córrego Itaquí	3.517	6

No Brasil o Decreto-Lei nº. 94.076, de 5 de março de 1987, define a microbacia como uma área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada. Na Tabela 11, encontram-se descritas as microbacias delineadas para o município de Tatuí (Apêndice 17).

A densidade de drenagem é um dos principais parâmetros na análise morfométrica de bacias hidrográficas, correspondendo ao comprimento médio de canais de uma bacia por unidade de área (Apêndice 19). Ela reflete as influências das características topográficas, litológicas, pedológicas e da cobertura vegetal e incorpora a influência antrópica e permite saber se a bacia tem uma boa drenagem ou não e assim a sua tendência para a ocorrência de cheias HIRUMA & PONÇANO (1995). A densidade de drenagem ($D_d = \text{km/km}^2$) é calculada pela divisão do comprimento total de todos os segmentos (L) pela área da bacia em km^2 .

Tabela 11 - Microbacias do município de Tatuí.

NÚMERO	NOME	Densidade (D_d)	Classificação
1	Do Ribeirão Congonhal	37,18	alta
2	Do Ribeirão da Água Branca de Cima	24,05	alta
3	Do Rio Tatuí	21,92	alta
4	Do Rio Sorocaba	26,39	alta
5	Do Córrego do Firmo	15,60	baixa
6	Do Ribeirão Caaguaçú	15,76	baixa
7	Do Ribeirão Guarapó	16,45	baixa
8	Do Córrego Gardinha	10,36	baixa
9	Do Rio das Pedras	9,43	baixa
10	Do Alfunte do Ribeirão Guarapó	17,15	baixa
11	Do Alto R. Guarapó	12,88	baixa
12	Do Ribeirão Turvinho	17,21	baixa
13	Do Ribeirão Pederneiras	18,30	baixa

Densidade de Drenagem: menor que 20 - baixa; maior que 20 - alta, adaptado de FLORENZANO (2007).

A avaliação quantitativa de um solo por meio da densidade de drenagem possibilita ao pedólogo visualizar os aspectos da paisagem de uma unidade de mapeamento. Há também os aspectos descritivos, cuja avaliação tem a mesma função, porém de forma qualitativa. Desta forma, a comparação entre os valores de D_d com as informações referentes aos tipos de solo, forneceu elementos adicionais de análise. Na Tabela 12, apresentada a seguir, encontram-se as áreas das intersecções entre as classes de densidade de drenagem e solos, em km^2 .

Tabela 12 - Tabela cruzada entre a densidade de drenagem (D_d) e os principais tipos de solos.

D_d	PVA17		PVA67		LV42		LV53	
	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%	Km^2	%
Alta	83,4	15,9	11,9	2,3	203,7	38,8	0,8	0,2
Baixa	0,0	0,0	2,8	0,5	158,9	30,3	63,5	12,1

* Densidade de Drenagem: < 20 = baixa e > 20 = alta; Tipos de solo: PVA17 = Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos A moderado textura arenosa/média e média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado, PVA67 = Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos + Argissolos Vermelhos distróficos ambos A moderado textura argilosa e média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado, LV42 = Latossolos Vermelhos distróficos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado, e LV53 = Latossolos Vermelhos distróficos + Latossolos Vermelhos distroférricos ambos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado.

Pela análise dos dados, verifica-se uma correlação significativa entre os valores das densidades de drenagem obtidos para as diferentes MBHs e os solos onde ocorrem. Os solos do tipo argissolo (PVA17 e PVA67) apresentam maiores valores de D_d (classe alta),

pela presença de horizonte B textural, que os torna mais impermeáveis, permitindo um maior escoamento superficial e conseqüentemente a formação de maior quantidade de canais. Já nos Latossolos, o LV53 apresenta menores valores de D_d (classe baixa), quando comparados aos argissolos, pois os mesmos apresentam horizontes espessos e permeáveis, o que proporciona uma baixa razão deflúvio/infiltração. O LV42, contudo, apresenta uma distribuição de densidade de drenagem intermediária, o que pode ser justificado por outro fator importante na determinação da densidade de drenagem, o relevo, que é mais acidentado quando comparado ao LV53, bem como por constituírem-se em solos que possuem características intermediárias entre latossolos e argissolos.

Segundo HIRUMA e PONÇANO (1995), além do regime das chuvas e do relevo, a capacidade de infiltração do solo e a resistência inicial do terreno à erosão são alguns dos fatores principais que determinariam a densidade de drenagem. Os mesmos autores também encontraram uma correlação entre maiores valores de D_d e argissolos, bem como baixos valores de D_d e latossolos. Estes resultados também foram obtidos por FRANÇA e DEMATTÊ (1996) em solos da região de Iracemápolis-SP.

6.3. Solos

Os solos do Município de Tatuí segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Embrapa/IAC) são constituídos basicamente de Latossolos e Argissolos, com textura argilosa a muito argilosa. A descrição detalhada das ocorrências no município consta na Tabela 13.

Tabela 13 - Descrição detalhada dos solos do município.

Layer	Descrição
LA2	Latossolos Amarelos distróficos textura média relevo suave ondulado + Neossolos Quartzarênicos órticos distróficos relevo plano ambos A moderado.
RL26	Neossolos Litólicos distróficos A moderado e A proeminente eutróficos A moderado textura ambos textura argilosa relevo ondulado e forte ondulado + Argissolos Vermelhos-Amarelos
PVA67	Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos + Argissolos Vermelhos distróficos ambos A moderado textura argilosa e média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado.
LV53	Latossolos Vermelhos distróficos + Latossolos Vermelhos distrofêrricos ambos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado.
PVA17	Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos A moderado textura arenosa/média e média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado.
LV42	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado.

O grupo dos Argissolos (vermelho-amarelo e outros tipos), ocupam 19,39% da área agrícola do município e se concentram numa faixa estreita, que se estende da Rodovia Castelo Branco até a confluência do Rio Sorocaba com o Rio Sarapuí, seguindo suas margens no sentido a Itapetininga.



Figura 4 – Solos típicos do município, grupo dos Latossolos e Argissolos respectivamente.

O município de Tatuí apresenta em sua maior parte o grupo dos Latossolos, conforme Tabela 14, com 80,56% da área agrícola do município. No município temos ainda 0,06% da área com o grupo dos Neossolos, estando este em área bastante restrita, a oeste do município. O grupo dos Gleissolos, não mapeados no Mapa de Solos, ocupam as áreas de entornos de corpos d'água e com problemas de lençol freático elevado, ocupam uma área de 13,38 km², representando 2,6% da área agrícola do município.

Tabela 14 - Área de cada tipo de solo e suas respectivas porcentagens relativas a área agrícola do município.

Layer	Legenda	Área (Km ²)	Porcentagem
LA2	Latossolos	0,13	0,02
RL26	Neossolos	0,28	0,06
PVA67	Argissolos	14,75	2,92
LV53	Latossolos	63,789	12,63
PVA17	Neossolos	83,31	16,47
LV42	Latossolos	343,44	67,90

Em geral, a grande maioria dos solos que ocorrem no município pertencem a grupos com alto grau de resistência à erosão, como é o caso dos Latossolos, e os Argissolos constatados, em sua maioria, apresentando grau moderado de resistência à erosão, ficando apenas uma pequena porcentagem, os remanescentes, classificada como de baixo a muito baixo grau de resistência à erosão.

Também são solos que, em sua grande maioria, permitem a adoção do Sistema de Terraceamento em nível, desde que devidamente dimensionado e construído, aliado às práticas complementares de conservação do solo, que promovam uma menor mobilização e uma boa cobertura vegetal.

São solos profundos ou muito profundos, com boa permeabilidade (rápida/rápida até rápida/moderada, considerando a superfície e sub-superfície), textura argilosa ou muito argilosa e relação textural menor que 1,5.

Em função da textura argilosa, apesar da maior resistência à erosão, alguns cuidados devem ser tomados, principalmente no que se refere à mecanização, pois podem ocorrer sérios problemas de compactação sub-superficial, espelhamento e encrostamento na superfície. A melhor maneira de se evitar estes problemas é a utilização de máquinas de mobilização do solo no ponto de umidade ideal, a alternância no uso e na profundidade de operação de implementos e, se possível, manejo reduzido e, principalmente, a adoção do Sistema de Plantio Direto na Palha.

6.4. Uso atual do solo

Pode-se destacar que a cultura de cana-de-açúcar, com 28,6% da área, e as culturas anuais, com 8,9% da área, destacam-se na região, além da cultura de gramas ornamentais como esmeralda, batatais, São Carlos e bermuda entre outras, assim como a produção de feno com coast-cross e tifton.

A alta concentração de terras ocupadas com pastagens pode sugerir que algumas áreas plantadas com grama e capineiras para feno foram classificadas também como pastagem, assim como algumas áreas de solo exposto podem ser explicadas como a pós colheita da cana ou pelo preparo da terra para culturas anuais e em plantio direto, sendo que, ainda assim, a presença de mais de 2/3 dos solos com uso agrícola e pastagens, evidencia a aptidão agrícola do Município.

Os efeitos positivos de uma adequada cobertura vegetal compreendem: controlar a desagregação superficial do solo e evitar a sua compactação, aumentar a infiltração de água, reduzir o deflúvio superficial e o transporte de sedimentos, diminuir as perdas de água por evaporação, aumentar a capacidade de armazenamento de água no solo.

O uso de culturas englobando citros, cana-de-açúcar e principais culturas anuais (milho, feijão, grama, etc) soma perto de 44% da área total. Sendo que a cultura da cana-de-açúcar aparece com maior expressão. A classe de vegetação nativa correspondente a

13,2% do total e aparece nas áreas de maior inclinação e em maior número acompanhando a drenagem do município.

O uso atual do solo no município de Tatuí (Apêndice 3) é apresentado na Tabela 15, bem como suas respectivas porcentagens com relação à área total do município.

Tabela 15 - Uso atual do solo do município de Tatuí.

Uso atual do solo	Área (km²)	%
Culturas Anuais	46,74	8,9
Cana-de-açúcar	150,37	28,6
Construções	16,70	3,2
Gramma	18,38	3,5
Loteamentos	16,27	3,1
Mineração	3,88	0,7
Vegetação Nativa	69,18	13,2
Pastagens	161,53	30,8
Culturas Perenes	19,17	3,7
Reflorestamento	3,57	0,7
Área Urbana	19,25	3,7
Total Geral	525,05	100,0

Lembrando que estas atividades deveriam ser desenvolvidas nas diferentes Classes de Capacidade de Uso das Terras respeitando-se as respectivas restrições de cada classe, seja em função da declividade ou tipo de solo, visando a preservação do solo frente a ameaça da erosão. Adotando-se as técnicas indicadas para o controle da erosão, no entanto, há a possibilidade de redução de perdas, adequando-se aos respectivos limites de tolerância para cada tipo de solo.

Para o controle de erosão em glebas com exploração inadequada deve-se enquadrar um tipo de uso ou a adoção de práticas que não imponha ao solo desgaste físico além do seu limite de tolerância.

6.5. Erosão Rural

Abaixo estão descritos os problemas de erosão com maior expressão na zona rural do município de Tatuí:

- Erosão em sulcos nos carregadores das áreas cultivadas, principalmente em áreas ocupadas com cana. Isso ocorre principalmente pela compactação do solo, pelo grande espaçamento entre terraços, sub-dimensionamento do canal e do camalhão, mau

acabamento dos terraços (não encabeçamento) e inadequação da aplicação da prática de terraceamento em situações específicas;

- Estradas erodidas e muitas vezes direcionando o fluxo de água para as propriedades, causando erosão. Existem épocas do ano em que os trechos de estradas ficam alagados, o que ocorre devido à má conformação da pista (falta de abaulamento), drenagem deficiente e falta de dissipação de energia nas saídas de água existentes nos taludes. Em outros trechos formam-se atoleiros, por falta de revestimento com cascalho. Também ocorrem casos de afloramento de nascentes conduzidas nas laterais das estradas rurais;



Figura 5 - Erosão em estrada vicinal em Tatuí, Abril de 2010.

- No município há muitas indústrias cerâmicas e áreas de extração de Argila com grandes movimentações de terras para exploração de jazidas de argilas provocando erosões em áreas lindeiras e assoreamento dos corpos d'água a jusante, além da degradação severa dessas áreas;



Figura 6 - Barreiro em Tatuí, Abril de 2010.

- Erosão laminar e em sulcos, em pastagens mal manejadas, com baixa cobertura vegetal e solo compactado;



Figura 7 – Pastagem com erosão em Tatuí, Abril de 2010.

- Erosão nas áreas de cultivo devido a vários fatores, entre eles:
 - Construção de terraços em nível com espaçamento excessivo, provocando erosão;
 - Utilização do Sistema de Terraceamento como prática isolada de conservação do solo;
 - Aplicação do Sistema de Terraceamento em situações onde o seu uso é desaconselhado ou ainda utilizando tipos de terraços inadequados;
 - Secções dos terraços com pouca capacidade de armazenamento de águas pluviais, ocasionando o rompimento dos camalhões, tornando esta tecnologia ineficiente;
 - Capinas e cultivos mecânicos no controle de ervas invasoras, realizado no período de chuvas intensas, deixando o solo mais exposto e promovendo, além da desagregação, a compactação;
 - Plantio em desnível, principalmente na cultura da batata, aumentando a formação de enxurradas;
 - Preparo de solo inadequado, com uso excessivo de aração e gradagens;
 - Irrigação inadequada com ocorrência de escoamento superficial;
 - Uso intensivo de maquinário (rolo compressor, scrapper e outros) com retirada sistemática de solo superficial (removido na retirada das placas de grama para comercialização);
 - Ponto de dessedentação de animais localizado nas redes de drenagem, ocasionando a formação de erosão em sulcos (trilheiros), provocado pelo deslocamento dos animais;
 - Outra causa para a formação de sulcos em pastagens, além da evolução dos trilheiros, é o uso inadequado do sistema de terraceamento, muitas vezes não recomendado para determinados tipos de solos, ou ainda, o mau dimensionamento,

construção e falta de manutenção do sistema, aliado à degradação destas áreas em função da não reposição de nutrientes e o devido cuidado na observação das condições de lotação.

6.6. Impactos da ação antrópica na área de expansão urbana

A urbanização acelerada, a industrialização, a posição geográfica estratégica, aliados a fatores físicos (solo, clima, água) trouxeram para o município situações em que as soluções foram subdimensionadas e subestimadas. Faz-se necessário conhecer a verdadeira dimensão dos processos envolvidos, dando condições de aprimoramento dos mesmos e indicações de ações objetivas para a devida correção em tempo hábil. Apontam-se na sequência os principais problemas observados na área periurbana.

6.6.1. Aglomerados urbanos

Desde o início, vários aglomerados urbanos foram identificados na área urbana e rural. Fica a dúvida se todos são devidamente regularizados, pois a infra-estrutura em alguns existe e em outros notadamente estão ausentes.

Os aglomerados urbanos, como solução para moradia, acabam ocasionando alguns problemas, como os citados a seguir:

1. produção de resíduos sólidos, sendo que parte é coletada pelo serviço municipal e parte descartada aleatoriamente, ocasionando poluição (visual e ambiental), presença de roedores, entupimento de saídas d'água, fonte de contaminações diversas e desvalorização do local;
2. a falta de infra-estrutura (Estação de Tratamento de Esgotos, galerias, pavimentação, acessos adequados, contenções, etc.) possibilita a formação de enxurradas e poluição ambiental. Enquanto uma ocasiona erosões e deterioração de pavimentos, outra traz problemas na área ambiental e da saúde, entre outras.



Figura 8 - Aglomerados urbanos limítrofes à área rural.

Cita-se também, a transferência de “sem tetos” em área de APP do Bairro Gramado para o município de Tatuí, no Bairro Tomas Guedes, gerando lixo, entulho e efluentes domésticos sem tratamentos para a APP do Rio Tatuí, como nas fotos.



Figura 9 – Efluentes domésticos sem tratamento e com descarte inadequado.

Outros aglomerados urbanos de padrão elevado também concorrem com a utilização dos recursos naturais, causando danos ambientais, principalmente em relação à conservação dos solos, muitas vezes devido à falta de planejamento dos projetos de ocupação.

Os principais problemas observados nos aglomerados urbanos foram:

- poluição do lençol freático (fossas negras) por águas servidas e das águas superficiais;
- lixo depositado em locais indevidos;
- entulho de construção civil;
- erosão causada pelo escoamento das águas pluviais provenientes de áreas impermeabilizadas;
- ocupação irregular de áreas de APP e com declive acentuado.

6.6.2. Extração de argila

A mineração de argila é atividade comum no município de Tatuí, gerando matéria prima para cerâmica, tijolos e telhas (Figura 10), fonte importante de degradação ambiental (Figura 11).



Figura 10 – Vista geral de Cerâmicas de produção de tijolos e telhas.

Esta atividade geralmente é vista como altamente impactante ao meio ambiente e não sustentável, por se tratar da extração de recursos naturais não renováveis. Em contrapartida, a mineração é essencial para a economia e desenvolvimento, pois é a base da sociedade industrial moderna.



Figura 11 – Aspecto geral de área de mineração de argila.

As principais características, no contexto ambiental são:

- As empresas nem sempre tem conhecimento adequado da jazida, ou fazem um planejamento de lavra que conduza ao aproveitamento máximo do recurso mineral, não levando em consideração a necessidade de recomposição destas áreas;
- Principalmente nas pequenas empresas, é grande a clandestinidade, associada à falta ou a deficiências no licenciamento ambiental;
- O acesso a tecnologias modernas no controle e reabilitação ambiental é restrito;
- A atividade tem ampla distribuição no território, estando presente em praticamente todo o município;
- Em termos unitários, geram impactos ambientais pontuais sobre a paisagem, ecossistemas e população. Entretanto, em se tratando de um conjunto de pequenas minas, os impactos gerados podem apresentar dimensões relevantes.

No município de Tatuí nota-se em algumas áreas, preocupação com a recuperação ambiental das jazidas. Entretanto em outras (Figura 12), existe o abandono após o fim da atividade, o que acarreta a degradação da paisagem, a erosão do solo com o conseqüente assoreamento de córregos e nascentes, contaminação das águas, bem como risco a animais e seres humanos. Desta forma, constitui-se como um dos maiores problemas ambientais do município.



Figura 12 – Área após a atividade de mineração de argila.

6.6.3. Descarte de resíduos sólidos (lixo)

O item lixo deve ser tomado em grande consideração, pois além de sua produção ser contínua, o volume *per capita* vem aumentando (utilização de embalagens descartáveis, melhoria de padrão de vida, entre outras).

Apesar do serviço de coleta do lixo ser executado pela Prefeitura Municipal, que conta com aterro sanitário local (Figura 13), parte da população faz o descarte nos mais diversos locais, ocasionando:

- entupimento dos sistemas de escoamento urbano de água (Figura 14),
- poluição de mananciais e córregos,
- poluição visual e ambiental (Figura 15).



Figura 13 – Aterro sanitário municipal.

A composição do lixo é bastante diversa, muitas vezes observando-se a presença de entulho de construção, plástico, metal, materiais orgânicos (restos de animais, restos de alimentos), papel, entre outros diversos resíduos produzidos pela sociedade atual.



Figura 14 – Entupimento dos sistemas de escoamento de água.



Figura 15 – Poluição visual e ambiental.

6.6.4. Indústrias

Aparentemente todas as indústrias, inclusive o matadouro, estão de acordo com a legislação ambiental, porém se observadas com maior detalhe, nota-se em seus arredores pontos de forte antropismo, como aumento de poluição orgânica à jusante, em rios e córregos, mau cheiro, etc. O frigorífico Rosa Garcia, por exemplo, ao lado de um córrego poluído e, contíguo a ele, o início de uma favela com as mazelas do lixo da cidade em local inadequado, como mostrados na Figura 16, devem ser observados com maiores detalhes pelas autoridades competentes.



Figura 16 – Córrego poluído e descarte de lixo em local inadequado.

6.6.5. Agricultura

É importante salientar que a definição de área urbana ampliada pela legislação municipal abrange parte considerável da área do município, o que fatalmente coloca em contrastes e, lado a lado, situações urbanas e rurais, como indústria e/ou loteamentos em meio à lavoura de cana-de-açúcar e/ou pastagens, algumas vezes uma promovendo transtornos à outra, por questões de mau planejamento ou desconhecimento da realidade e necessidades da outra parte.

Nesta zona de transição, embora tenham sido observados vários pontos com utilização de irrigação em culturas diversas, não foram detectados problemas ambientais (Figura 17). Em situações pontuais, áreas cultivadas com cana apresentam danos em estrada rural, devido a rompimento de terraços.



Figura 17 – Manejo adequado da irrigação.

6.6.6. Matas ciliares

De maneira geral podemos observar a presença de vegetação ciliar nos córregos de porte médio a grande (Figura 18).



Figura 18 – Vegetação ciliar nos córregos de porte médio a grande.

No entanto, os pequenos córregos não apresentam essa situação, sendo comum em muitos casos a inexistência da vegetação de proteção (Figura 19).



Figura 19 – Ausência de vegetação ciliar em córregos de pequeno porte.

6.7. Diagnóstico das estradas de Tatuí

O Município de Tatuí conta com um total de 565,11 km de estradas, sendo 118,51 km de estradas estaduais pavimentadas e um pequeno trecho não pavimentado, de 15,61 km, totalizando 134,12 km. Já as estradas municipais, que somam 430,99 km, são distribuídas entre 47,90 km de trechos pavimentados e 383,09 não pavimentados (Apêndice 5).

No caso das vicinais rurais, de maneira geral, constituem-se de estradas encaixadas com altura média de barranco de 1,50 metros e leito carroçável em média de 5,00 metros, apresentando boa trafegabilidade em período seco em função da plataforma da estrada estar em sua maioria em solos com predominância argilosa.

A maioria dessas estradas apresenta revestimento primário do tipo piçarra, capa de basalto, seixos rolados e restos de materiais de construção em que, seu emprego procurou dar trafegabilidade durante a época chuvosa do ano.

Observa-se de maneira geral a ausência de estruturas de drenagem, com as águas pluviais escoando nas laterais do leito e eixo carroçável, com ausência de lombadas e bigodes e escoando ao longo do declive da vicinal.

Observa-se também que a maioria dos trechos das estradas está no sentido espigão - talvegue, havendo poucos trechos em meia encosta e espigões.

Não foi constatada a presença de areões e atoleiros apesar da grande quantidade de nascentes nas áreas lindeiras.

Os taludes margeando as estradas se apresentam com inclinação média de 85%, com vegetação rasteira e arbórea espontâneas.

Em estradas em que a cultura da cana-de-açúcar é lindeira, pode-se observar que, pela falta de encabeçamento dos terraços na área da cultura, estas estruturas normalmente promovem o carreamento de águas pluviais para o leito da mesma.

Como o município apresenta uma extensa área de perímetro urbano e a presença de inúmeros loteamentos, essas estradas apresentam grande fluxo de veículos em todas as suas extensões.

6.8. Hipsometria e Classes de Declividade

O mapa de hipsometria gerado mostrou que predominam no município (Tabela 16), elevações de 550 a 650 metros, correspondendo a 77,1% do total. Acima de 700 metros de altitude, enquadrando-se provavelmente como terras de escarpa, apenas um total de 0,9%. Na forma de tabuleiros e colinas, com altitudes intermediárias entre 650 e 700 metros, estão 8,94% da área. A altitude máxima extraída do modelo digital de elevação foi de 750 m e a mínima de 500 metros. O modelo digital de elevação mostrou-se fiel à realidade fisiográfica do município e os dados obtidos a partir dele, portanto, consistentes.

Tabela 16 - Área do município de Tatuí e suas respectivas áreas e porcentagens relativas ao total da área.

Hipsometria (m)	Área (km ²)	Porcentagem
500 a 550	72,44	13,80
550 a 600	210,77	40,14
600 a 650	194,08	36,96
650 a 700	46,92	8,94
700 a 750	0,84	0,16

O mapa de Classes de Declividade traduziu o comportamento das vertentes do município quando reclassificado em quatro classes de domínio, conforme Tabela 17, sendo a de maior abrangência, relativa ao intervalo entre 2 a 10% de declive, equivalendo a 85,81% do total da área, o que está completamente de acordo com sua morfologia. Isso a caracterizou como de domínio Suave Ondulado (Figura 20).



Figura 20 – Vista típica da declividade predominante do município.

A classe de 10 a 15% ocorreu na região dos tabuleiros e nas imediações do Rio Tatuí, indo até o encontro de sua foz, correspondendo a 6,9% das terras. A classe de declives entre 15 e 45% foi a de menor ocorrência (0,94%). Nela está inserido o domínio montanhoso, caracterizado na região pelas áreas que circundam as escarpas, de maior ocorrência ao sul do município.

Tabela 17 - Declividades encontradas na área do município e suas respectivas porcentagens relativas a área total e seu enquadramento nos respectivos domínios.

Declividade (%)	Área (km ²)	Porcentagem	Domínio
0 a 2	33,28	6,34	Plano
2 a 5	154,01	29,33	Suave Ondulado
5 a 10	296,54	56,48	Suave Ondulado
10 a 15	36,25	6,90	Ondulado
15 a 45	4,95	0,94	Montanhoso

6.9. Susceptibilidade dos Solos à Erosão

A Tabela 18 apresenta as áreas em km², classificadas de acordo com a susceptibilidade à erosão, o que permite observar que a grande maioria do território de Tatuí, encontra-se em área de baixa susceptibilidade.

Tabela 18 – Susceptibilidade à erosão dos solos (km²), obtido do cruzamento de solos e Classes de Declividade.

Solos	Declividade (%)				
	0 a 2	2 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 45
RL26	0	0	0,15	0,13	0
PVA67	0,09	5,14	8,93	0,6	0
PVA17	1,39	8,36	62,39	10,48	0,69
LA2	0	0	0,13	0	0
LV42	28,01	109,68	180,85	20,71	4,18
LV53	3,01	25,16	34,48	1,25	0

*Cores referem-se a classificação do potencial de erodibilidade, baixa (verde), média (amarelo), alta (vermelho) e muito alta (vinho).

As classes de susceptibilidade à erosão alta e muito alta estão situadas nas altitudes mais elevadas do município e/ou ao sul do território. Os solos presentes nelas são em sua maior parte os argissolos e o neossolo, os quais se enquadram em níveis mais elevados de erodibilidade. Quando combinada com declividades maiores que 10%, estas terras tornam-se facilmente erodíveis.

O mapa de suscetibilidade à erosão mostrou que 77,55% da área de estudo apresentou baixa suscetibilidade, conforme Tabela 19. Os solos alocados nestas áreas são de erodibilidade baixa, neste caso os Latossolos. Em sua maioria são propensos às práticas agrícolas mais intensivas sem maiores problemas de conservação.

Tabela 19 - Respectivas áreas de Susceptibilidade à Erosão e suas porcentagens em relação à área agrícola do município.

Erodibilidade	Área (km ²)	%*
Baixa	392,28	77,55
Média	92,55	18,30
Alta	20,16	3,99
Muito alta	0,82	0,16
Total*	505,81	100,00

*Porcentagens desconsideram a área urbana.

Apenas 18,30% da área apresentou média suscetibilidade. Essas terras possuem um potencial mediano de erosão. A unidade pedológica presente nesta condição é o argissolo vermelho-amarelo.

Em curto prazo, no processo de erosão laminar, as camadas de solo são lentamente levadas pela ação da água de forma quase que imperceptível, tal e qual os sintomas de diabetes em humanos que só evidenciam seu potencial destrutivo com o decorrer do tempo. Mas as taxas de perda são altas, uma vez que a superfície erodida é de grande extensão. O sinal mais evidente dessas perdas no município de Tatuí está na coloração da água dos corpos hídricos que o permeiam, que em geral é turva. Quando esse sinal é visível, a perda de solo já se deu em taxas elevadas.

Nas áreas de encosta, a erosão ocorre de forma mais acentuada em função da combinação do alto grau de declive com alta erodibilidade dos solos. Nos tabuleiros e na planície, a suscetibilidade em geral é baixa, mas os usos das terras aplicados ao cultivo de cana-de-açúcar sem o manejo adequado e a grande antropização no sentido dos tabuleiros tendem a causar erosão acelerada, o que já pode ser claramente identificado.

6.10. Áreas de Preservação Permanente (APP) Associadas à Rede de Drenagem Segundo Legislação

Percebe-se pelo mapa de áreas de preservação permanente, que o município, devido ao fato de ser amplamente recortado por rios, possui expressiva área de preservação, associada apenas à área de drenagem, tendo-se obtido uma área de 86,65 km², ou seja, 16,5% da área total.

Comparando-se tal valor com os obtidos no levantamento do uso atual do solo, no qual foi levantada uma área de vegetação nativa de 69,18 km², pode-se concluir uma

necessidade de recuperação (passivo ambiental) de 17,47 km² na área do município, salientando-se que tal valor não leva em consideração as áreas de topo de morros.

Quando a recuperação ocorrer via plantio de espécies nativas, deve ser observada a manutenção dos indivíduos de espécies nativas estabelecidos no local, e realizado seu acompanhamento por um período mínimo de dois anos. Deverá ser realizado cercamento da área e manutenção das mudas por meio de coroamento, controle de plantas daninhas, de formigas cortadeiras, e adubação.

Para fins de indução da regeneração natural de espécies nativas também deverá ser considerado o plantio de espécies nativas, além do incremento de novas plantas a partir da rebrota. No caso de plantio, o número de espécies e de indivíduos por hectare, plantados ou germinados, deverá buscar compatibilidade com a fitofisionomia local, visando acelerar a cobertura vegetal da área recuperada, observando ainda a legislação pertinente.

Outro fator importante a ser salientado, reside na recuperação natural das áreas, de acordo com o banco de sementes presentes no solo e conforme cada tipo de solo, o qual proporciona o aparecimento e desenvolvimento de espécies vegetais espontâneas diferentes, adaptadas às condições reinantes. Desta forma, apenas com o cercamento da área que se quer recuperar, possibilita-se a regeneração espontânea.

Como um todo, percebe-se que pouco a pouco os produtores vêm se adequando à legislação, e as áreas de matas ciliares vêm sendo recuperadas com o aumento da preocupação ambiental e das pressões sobre os mesmos. Porém, parte desta área é ocupada com plantios e ocupações irregulares, portanto deve o poder público trabalhar fortemente na recuperação destas APPs.

6.11. Enquadramento das terras em Classes de Capacidade de Uso

A conservação do solo, entendida dentro de um conceito amplo e abrangente, merece uma atenção especial, pois está inserida numa ideia que poderá oferecer um tratamento adequado às deficiências apontadas neste trabalho.

O nível de classificação utilizado no sistema tem como meta a delimitação das subclasses de capacidade de uso das terras. Utilizando-se como parâmetro o que se define como fórmula mínima (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1993), esta se caracteriza por considerar os aspectos que são norteadores das classes de capacidade de uso:

profundidade efetiva - textura - permeabilidade
declividade - erosão

Os valores de cada um dos parâmetros da equação, obtidos por inferência técnica de acordo com o tipo de solo e condição da erosão do terreno são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 - Valores utilizados na fórmula mínima obrigatória.

Ocorrência	Profundidade Efetiva		Textura		Permeabilidade	
	Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação
RL26	4	Rasos	2/3	Média argilosa	1/2	Rápida moderada
PVA67	3	Moderadamente profundos	3/5	Arenosa média	2/3	Moderada lenta
PVA17	3	Moderadamente profundos	2/3	Média argilosa	2/2	Moderada
LA2	2	Profundos	3/3	Média	2/2	Moderada
LV42	2	Profundos	2/2	Argilosa	1/1	Rápida
LV53	1	Muito profundos	2/2	Argilosa	1/1	Rápida
Erosão	28	Erosão laminar moderada com sulcos frequentes				
Barreiro	6	Área desbarrancada ou translocações de terras				

De posse de tais parâmetros, e levando-se em consideração os processos erosivos já existentes em cada uma das glebas, efetuou-se a classificação.

A Capacidade de Uso das Terras do município de Tatuí está apresentada na Tabela 21. Observa-se que 30,1% da área agrícola do município foi classificada como Classe II, o que vêm a reforçar o potencial agrícola do município, pois tais áreas, demandam práticas simples de conservação do solo. Estão associadas ao grupo dos Latossolos, os quais possuem uma textura argilosa e permeabilidade do perfil do solo rápida, apresentando ainda como característica uma profundidade elevada ou muito elevada.

Na classe III, com uma área de 234,6 km² (46,4% da área agrícola), encontra-se a maior extensão das terras agrícolas, as quais demandam problemas complexos de conservação, são propícios para cultivos com uso de correções e adubações e necessitam de práticas de controle de erosão. Recomenda-se sua utilização com cultivos anuais de ciclo curto, aproveitando-se o período de chuvas e mantendo-se o solo com cobertura

vegetal permanente. Tais áreas estão associadas ao grupo dos Latossolos e Argissolos, com declividades ente 5 e 10%.

Tabela 21 - Respectivas áreas de Classe de Capacidade de Uso e suas porcentagens em relação a área agrícola do município.

Classe de Capacidade de Uso	Área (km²)	%
II	152,2	30,1
III	234,6	46,4
IV	114,5	22,6
VI	4,0	0,8
VIII	0,5	0,1
Total da área agrícola	505,8	100,0

A classe IV, com 22,6% da área, ocorre em grande parte nas áreas em que já ocorrem processos erosivos identificados, possuem risco severo de erosão por ocorrerem em áreas de relevo com maior declive e são propícios para cultivos através da adoção de práticas de controle de erosão intensivas.

No grupo das terras impróprias para cultivo (Grupo B), foi encontrada no município a classe VI, a qual está fortemente ligada a áreas declivosas (entre 15 e 45%).

A classe VIII, enquadrada no grupo C, refere-se às áreas de barreiros, sendo que nestas, após a atividade de extração, devem ser tomadas medidas drásticas de recuperação ambiental.

Nos solos em que forem identificados problemas de fertilidade, as fertilizações e correções não devem constituir medidas isoladas, mas devem estar inseridas num conjunto de melhoria das condições dos solos, que, além de proporcionar resultados mais efetivos, torna-se mais econômico ao longo dos anos.

As práticas mecânicas de conservação dos solos, ainda que corretamente recomendadas do ponto de vista técnico, assim como fertilização e correções estarão comprometidas, caso não se observem as deficiências relativas às inadequadas condições físicas do perfil, como por exemplo, os adensamentos provocados, isoladamente também não oferecerão os resultados esperados.

No caso específico das terras utilizadas com pastagens, observa-se muitas vezes, o manejo inadequado, pelo baixo nível de fertilização ou correção, emprego de espécies inadequadas, más condições físicas do corpo do solo, superlotação e praguejamento excessivo. Neste caso das pastagens, fica evidente que o produtor relega a esta exploração as piores áreas da propriedade, áreas marginais, ficando as áreas mais nobres para as

culturas temporárias, sendo este um traço cultural recorrente não só no município de Tatuí, como em todo o estado. Este constitui outro exemplo típico de que medidas isoladas atendem apenas parcialmente, e que o manejo conservacionista compreende um elenco de medidas integradas que promovem o uso racional do solo.

6.12. Utilização racional da terra

De posse das informações e valores do item anterior, e com o auxílio do mapa de Classe de Capacidade de Uso, foi possível analisar-se o uso racional da terra atual (apêndice 21). Esta análise torna possível uma avaliação presente e uma indicação futura do gerenciamento das terras agrícolas do município, permitindo a realocação de projetos de implantação de explorações, enquadrados na área de sobre utilização da terra como inadequados, para uma correta utilização do solo com vistas à sua conservação. Possibilita ainda a proposição de usos mais intensivos e eficientes do solo nas áreas de uso abaixo do potencial máximo de utilização das terras.

Com os polígonos obtidos no mapeamento da utilização da terra, e calculadas as suas respectivas áreas, montou-se a Tabela 22, a qual apresenta a intensidade do uso do solo em função das classes de capacidade de uso.

Tabela 22 – Utilização da terra no município de Tatuí.

Utilização da terra	Área (km ²)	%
Utilização abaixo do potencial máximo de uso das terras	289,2	55,08
Máxima intensidade de utilização racional das terras sem riscos de degradação	138,91	26,46
Sobre utilização da terra – riscos de degradação	45,84	8,73
Utilização não agrícola	51,10	9,73

Percebe-se que 55,08% da área do município encontra-se numa faixa de utilização abaixo do potencial máximo de uso da terra, o que corrobora com as análises anteriores, comprovando o potencial agrícola que o município possui.

O gerenciamento adequado das terras, efetuado por grande parte dos produtores, pode ser percebido através da constatação de que 25% da área encontra-se em sua máxima utilização, comprovando a racionalidade no seu uso.

As áreas classificadas como de sobre utilização da terra (8,73%), apesar de poucas, podem acarretar danos ao município como um todo, pois, por possuírem alto risco de erosão acelerada, suas consequências se alastram para áreas limítrofes. Tais áreas devem receber especial atenção, revendo-se o manejo utilizado sobre estas e uma adequação do uso atual ao suportado pela Classe de Capacidade de Uso.

6.13. Priorização de Microbacias Hidrográficas

Utilizando-se da metodologia proposta, efetuou-se a somatória das notas nas diferentes MBHs conforme os respectivos valores obtidos em cada um dos atributos, conforme a Tabela 23, baseando-se nos levantamentos levados a efeito neste trabalho e no agrupamento estatístico destes valores (quebra natural), em três níveis de notas (1, 2 e 3).

Tabela 23 - Valores e notas dos atributos.

MBH	Nível de degradação ambiental		Adequação do uso atual à capacidade de uso do solo		Presença de man. Abastecimento de água para a população		Ocorrência de erosão		Suscetibilidade dos solos à erosão	
	Valor (pontos)	Nota	Valor (%área sobre uso)	Nota	Valor	Nota	Valor (% da área)	Nota	Valor	Nota
1	1	1	0,56	1	1	3	9,31	1	140,34	2
2	3	2	0,97	2	0	1	14,41	2	162,85	3
3	15	3	2,68	3	1	3	22,52	3	118,90	2
4	1	1	0,32	1	0	1	8,76	1	126,05	2
5	0	1	0,41	1	0	1	14,74	2	100,00	1
6	1	1	0,90	2	0	1	22,32	3	100,00	1
7	0	1	0,34	1	0	1	21,04	3	100,00	1
8	1	1	0,13	1	0	1	10,67	1	100,00	1
9	0	1	0,35	1	0	1	17,74	2	100,00	1
10	0	1	0,06	1	0	1	19,18	3	100,00	1
11	2	2	0,66	2	0	1	11,85	1	100,00	1
12	1	1	0,05	1	0	1	7,89	1	100,00	1
13	3	2	1,32	2	0	1	22,76	3	103,78	1

Obs.- os valores relativos às notas foram atribuídos de acordo com o conceito estatístico de Quebras Naturais, individualmente.

O valor de Suscetibilidade dos solos à erosão (Tabela 23) foi obtido pela multiplicação dos pesos atribuídos à suscetibilidade do solo à erosão (Tabela 24), multiplicados pela porcentagem de ocorrência dos diferentes solos por MBH. Para escolha dos pesos, foram considerados valores mais elevados para solos com maiores restrições para infiltração de água no perfil, tal como o Neossolo Litólico- RL26 (maior restrição), e

notas mais baixas para os Latossolos, que apresentam maiores taxas de infiltração de água no perfil.

Tabela 24 - Valores x suscetibilidade do solo à erosão.

Tipo de solo	RL26	PVA67	LV42	LV53	PVA17
Peso	3	2	1	1	2

A visualização das notas atribuídas, possibilita a observação do nível de influência de cada atributo na pontuação final das MBHs, permitindo a inferência da importância relativa de cada um destes para a região geográfica da MBH, como por exemplo, a presença de mananciais de abastecimento exclusivamente nas MBHs 1 e 3 e a alta suscetibilidade dos solos à erosão na MBH 2.

Os valores obtidos pela somatória das notas possibilitam a obtenção de uma nota final que remete à prioridade de intervenção nas microbacias, abarcando todos os parâmetros pontuados e permitindo a dedução da necessidade de ação em cada bacia. Tais notas consentem concluir que valores mais elevados indicam uma maior necessidade de ações conservacionistas e de alocação de recursos na manutenção da qualidade dos solos, pois os parâmetros que envolvem a classificação se aproximaram mais de valores desfavoráveis, sendo a nota 15 a maior nota possível, (todos os parâmetros classificados como desfavoráveis), sendo o inverso também verdadeiro, onde a nota 5 é a menor nota possível.

Utilizando-se das notas finais, confeccionou-se a Tabela 25, na qual se visualiza a hierarquização das MBHs pela urgência de intervenção, ou seja, a priorização das MBHs.

Todas as ações e tecnologias a serem implantadas visando o controle da erosão no município, através de políticas públicas, poderão ser orientadas conforme a prioridade de intervenção obtida, segundo a localização das diferentes microbacias hidrográficas (Apêndice 20).

Como resultado deste trabalho, são apresentadas as microbacias hidrográficas, agrupadas pela somatória das notas dos atributos, em ordem decrescente de prioridade, na Tabela 25.

Tabela 25 - Priorização das MBH segundo a soma das notas dos atributos, em ordem decrescente de prioridade, subdivididas em grupos (expressos em cores).

Prioridade	Nota	Nome da Microbacia	MBH
1	14	Do Rio Tatui	3
2	10	Do Ribeirão da Água Branca de Cima	2
3	9	Do Ribeirão Pederneiras	13
4	8	Do Ribeirão Congonhal	1
		Do Ribeirão Caaguaçú	6
5	7	Do Ribeirão Guarapó	7
		Do Alfuente do Ribeirão Guarapó	10
		Do Alto R.Guarapó	11
6	6	Do Rio Sorocaba	4
		Do Córrego do Firmo	5
		Do Rio das Pedras	9
7	5	Do Córrego Guardinha	8
		Do Ribeirão Turvinho	12

7. SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

7.1. Estratégias de Ação

Com os problemas devidamente levantados e a disponibilização de informações quantitativas e qualitativas, além da oferta de mapas temáticos como suporte ao planejamento de uso das terras do município, deve-se enfrentar estes problemas de forma global e integrada, com o conseqüente aumento da produtividade e da produção. As medidas e ações deverão ser aplicadas de forma a evitar o desgaste e empobrecimento do solo nas suas diversas fases e formas, através de práticas que aumentem a infiltração de água no seu perfil, que intensifiquem a cobertura vegetal, seja ela viva ou morta, e que reduzam o escoamento superficial.

Dessa forma, além de controlar a erosão e o empobrecimento do solo, obter-se-á um aumento da quantidade e a melhoria da qualidade das águas, além da preservação da vida silvestre (flora e fauna) e do meio ambiente. Nestas ações deverão ser envolvidos os produtores rurais, os munícipes e os órgãos de governo, somando esforços para atingirem soluções dos problemas comuns. Para tanto, o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural constitui-se no fórum ideal de discussão.

Dessa forma se pretende, de um lado, uma redução bastante intensa da erosão hídrica, o que conduzirá a uma reversão do processo de degradação do meio ambiente, e por outro, um aumento da produção e produtividade agrícolas, o que acarretará em um aumento da renda dos agricultores, assim como garantirá a continuidade da preservação do solo.

Em decorrência esperam-se bons índices de adoção, tendo em vista a possibilidade de que os produtores venham a melhorar o seu nível de renda, diminuindo os riscos inerentes à produção, melhorando assim as condições de vida da comunidade rural.

A consecução destes objetivos dar-se-á através de três estratégias principais:

- aumento da cobertura vegetal do solo, visando reduzir a desagregação do solo pela redução da energia de impacto das gotas de chuva na superfície;
- melhoria da infiltração de água no perfil do solo, visando à diminuição do deflúvio superficial, aumentando a capacidade de armazenamento, proporcionando um aumento na produtividade vegetal e redução dos riscos durante veranicos;

- controle do escoamento superficial, promovendo a redução do desgaste do solo pelo processo erosivo, com conseqüente redução da poluição dos mananciais por sedimentos ou insumos agrícolas e regularização do regime hídrico da bacia hidrográfica.

Para atender às estratégias citadas, as seguintes tecnologias deverão ser aplicadas, de acordo com a matriz apresentada na Tabela 26, que apontam as atividades tecnológicas disponíveis na solução dos respectivos problemas:

- uso da terra segundo sua vocação agrícola (capacidade de uso), evitando a sub ou sobre utilização, que é comum no município, e que vem dificultando sobremaneira o controle do desgaste e empobrecimento do solo pela aplicação das técnicas economicamente viáveis;
- preparo do solo, plantio e cultivos em nível, de forma a aumentar a rugosidade superficial do terreno, reduzindo a velocidade e volume do escoamento superficial;
- preparo do solo adequado quanto ao tipo de implementos, forma, intensidade e umidade ideal de trabalho para reduzir a desestruturação, melhorar a aeração do solo e aumentar a infiltração das águas pluviais;
- promover a melhoria do estande nas explorações, através do uso de sementes melhoradas, certificadas e espécies indicadas para cada situação específica;
- manejo de mato e restos culturais, procurando manter a superfície do solo o maior tempo possível com cobertura vegetal e reduzir a desagregação, implantando, de acordo com as possibilidades, o Sistema de Plantio Direto na Palha;
- uso adequado de corretivos e fertilizantes, tanto na formulação quanto na quantidade ou ainda na forma de aplicação, calculadas com bases nos resultados da análise química e física do solo;
- divisão e manejo de pastagens de forma a manter o solo sempre com cobertura vegetal de boa qualidade, proporcionando boa porcentagem de recobrimento;
- manter ou restaurar as matas naturais ciliares ou de encostas íngremes com a finalidade de evitar a erosão e montar um habitat adequado (inclusive com a formação de corredores ecológicos) para as espécies da flora e fauna nativas, possibilitando o caminamento para o equilíbrio ecológico;

- usar corretamente os defensivos agrícolas, de acordo com a legislação pertinente, buscando diminuir os custos de produção e evitar a contaminação humana, do solo e dos mananciais;
- usar barreiras de vegetação, permanente ou não, procurando diminuir a velocidade e volume do escoamento superficial;
- usar barreiras mecânicas, como terraços e cordões, para reter as águas do escoamento superficial para posterior infiltração ou condução segura para os canais de drenagem natural;
- fazer uso de canais escoadouros ou divergentes para condução segura do deflúvio superficial, quando o volume do fluxo ou as condições físicas e/ou atributos genéticos do solo não permitirem a sua infiltração de maneira adequada;
- readequação de estradas e carreadores e construção de estruturas para captação das águas pluviais, reduzindo a erosão nos leitos das estradas e nas glebas marginais;
- fazer uso de estruturas de engenharia para controlar voçorocas, erosões em pontos críticos e armazenar água para regularizar a vazão ou para usos múltiplos.

Deve-se ainda procurar alcançar uma maior e melhor cobertura do solo, com aumento da produção de massa nos sistemas de produção já existentes ou através da implantação do Sistema de Plantio Direto, que já é adotado de forma expressiva no município e que expressa atualmente a melhor opção em várias situações, tanto no sentido de preservação como no sentido de auferir maiores lucros por unidade de área, com o mínimo de mobilização do solo e impacto sobre a natureza.

Para se controlar o escoamento superficial nem sempre são suficientes as técnicas de aumento da cobertura vegetal e da infiltração, principalmente quando ocorrem chuvas de grande intensidade, havendo necessidade de procedimentos para reduzir a velocidade e capacidade de transporte através de barreiras mecânicas e às vezes até obras de engenharia, como terraços, canais escoadouros, bacias de captação de águas pluviais, barragens e outras.

As soluções destes problemas são de interesse direto ou indireto, ora do produtor rural, ora da comunidade, daí a necessidade do envolvimento dos agricultores e de todos outros segmentos da sociedade nos diferentes níveis de participação nas discussões, planejamento e tomada de decisão. Esse fato conduz à necessidade de se elaborar um planejamento em nível de bacias hidrográficas, nos moldes de um condomínio urbano, com

uma visão mais ampla e abrangente, onde estejam contemplados também, os interesses da comunidade, tais como: estradas, qualidade e quantidade de água para uso múltiplo, meio ambiente, segurança alimentar, flora, fauna, comercialização, possibilidade de certificação da produção, organização da população, paisagismo, etc.

Deve-se sempre ter em mente que os objetivos acima consignados só serão alcançados graças ao uso conjunto de várias práticas conservacionistas integradas, com estratégias diferenciadas, com o objetivo de garantir o sinergismo entre elas. É comum no município a adoção, principalmente, do sistema de terraceamento de forma isolada, com destaque para a cultura de cana e pastagens, promovendo muitas vezes o oposto ao que se propõe – ao invés de disciplinar o escoamento e promover a infiltração, o que se vê é o acúmulo de águas pluviais drenando para pontos específicos, em função de erros na concepção e/ou execução do projeto e rompimento dos camalhões, causando erosão em sulcos e, eventualmente, evoluindo para voçorocas, que é a expressão mais midiática da erosão.

Todas as ações e tecnologias que serão implantadas individualmente nas unidades de produção deverão derivar do planejamento global da microbacia hidrográfica. Em nível de propriedade agrícola, deverão ser discutidas com os produtores as técnicas disponíveis e, em função das condições socioeconômicas, definir um conjunto de técnicas a serem implantadas. Essas técnicas a serem adotadas para cada produtor deverão compor, no conjunto, o planejamento conservacionista da microbacia hidrográfica. As primeiras técnicas a serem introduzidas deverão ser as de baixo custo e que proporcionem um retorno econômico em curto prazo. À medida que os produtores começarem a auferir resultados econômicos, aumentarão os índices de adoção e a confiança no projeto, que deverá promover a capitalização desses agricultores, possibilitando a adoção de técnicas mais caras ou de retorno a médio e longo prazo.

Para cada microbacia ou propriedade agrícola, deverão ser recomendadas tecnologias em função dos recursos naturais presentes e condições socioeconômicas dominantes, sem variar a estratégia de ação ou se desviar dos objetivos fundamentais, que são o aumento da produtividade e renda dos agricultores e conservação dos recursos naturais.

7.2. Adequação das Estradas Rurais

As estradas rurais não adequadas e em sua maior parte com o leito carroçável encaixado acabam se transformando em grandes canais escoadouros das águas pluviais. Aliado a um manejo inadequado do solo nas áreas lindeiras e com o uso intenso e exclusivo de moto niveladora na conservação das vicinais, acabam removendo a vegetação nas laterais e desagregam o solo, que nas épocas chuvosas promovem o carreamento de partículas para as nascentes e cursos d'água (Figura 21).

Com a adequação das estradas e a construção de lombadas, terraços, caixas de captação, bueiros e revestimento primário haverá uma considerável redução do volume das águas pluviais no leito e sedimentos que chegam às nascentes e cursos d'água, reduzindo-se assim o seu assoreamento.



Figura 21 – Laterais de estradas funcionando como canais escoadouros com arraste intenso de partículas.

Os serviços de drenagem devem ser tomados como prioridade, e se aplicam à construção de dispositivos para escoamento das águas superficiais que contribuem à pista de rolamento, conduzindo-as para locais adequados de descarga.

Os bueiros são os elementos principais deste tipo de drenagem e pode-se defini-los como dispositivos destinados a conduzir as águas de um talvegue, de um lado para o outro da estrada (bueiros de grotá). Podem ainda, proporcionar a passagem de águas coletadas pelas sarjetas ou outros dispositivos de drenagem da plataforma da estrada e/ou taludes de corte aos locais convenientes (bueiros de greide).

Os bueiros compõem-se de corpo e boca e sua seção de vazão pode induzir à construção de bueiros simples, duplos ou triplos conforme a necessidade. No caso do nível

da entrada d'água na boca de montante estar situado acima da superfície do bueiro, a referida boca deverá ser substituída por uma caixa coletora.

A drenagem profunda, que deve ser tomada também de especial atenção, constitui-se de valas, preenchidas por cascalho, com permeabilidade bem maior que a do material a drenar, cuja função é a de recolher as águas do lençol freático que migram para o pavimento e conduzi-las para fora da plataforma da estrada.

Conseqüentemente haverá um aumento da infiltração de água no solo, que irá atingir o lençol freático, que por sua vez irá contribuir para um aumento no volume de águas nas nascentes.

Atividades de conformação de taludes de corte, onde o seu perfil apresenta rampas incompatíveis com o tipo de solo, suscetível de desbarrancamentos nas épocas chuvosas, devem ser realizadas, aplicando-se também, em casos de curvas, cujo raio em geral é insuficiente, permitindo através das operações de retaludamento, uma melhora sensível nas condições de visibilidade e por consequência, segurança aos motoristas.

Com o objetivo de regulamentar esta e outras questões das estradas rurais, será necessária a criação de uma lei municipal com o intuito de fazer a regulamentação desta e de outras questões sobre conservação de estradas rurais, resolvendo ou mitigando parte dos problemas levantados neste diagnóstico.

As lombadas, importantes para o controle da velocidade das águas na superfície de rodagem, deverão estar dispostas em harmonia com a disposição dos terraços existentes nas áreas agrícolas adjacentes, ou seja, executando-as obedecendo-se aos mesmos espaçamentos.



Figura 22 – Problemas em estradas vicinais (trepidação – costela de vaca e inexistência de canal subterrâneo).

Em caso de empréstimos de material contíguo à plataforma das estradas sob intervenção, normalmente os materiais mantêm as mesmas características pedológicas dos materiais da plataforma. Neste caso, se constatada sua boa qualidade, os mesmos poderão ser utilizados para recomposição de corpo de aterros das estradas sem maiores preocupações.

A compactação dos solos e/ou materiais nas estradas será realizada por meio de (i) rolos compactadores, (ii) sapo mecânico e (iii) soquetes manuais. Os rolos compactadores devem ser utilizados na execução dos corpos de aterros, preparo final da superfície do subleito e nas camadas de revestimento primário e alternativo. Tais equipamentos podem ser dos seguintes tipos: pé de carneiro, liso e vibratório, de pneus de pressão variável, devendo cada um dos mesmos ser empregado em conformidade com a característica de cada material em uso. Para o caso do compactador tipo sapo mecânico, o mesmo deve ser utilizado em serviços de pequeno vulto onde os equipamentos anteriores, por restrições de ordem física não possam operar. Enquadram-se nestes casos, as valas de bueiros, faixas laterais dos pavimentos, compactação de camadas de recobrimento de bueiros. A última modalidade de compactação, referente ao equipamento tipo soquete manual, aplica-se aos casos em que se pretende prover uma leve compactação de solos em locais de pouca responsabilidade e a aplicação do sapo mecânico mostra-se impraticável.

O revestimento das estradas define-se como uma camada de material granular, composta por agregados naturais e/ou artificiais, (cascalho bruto e/ou classificado, pedregulho, alteração de rochas basálticas, saibros, brita, areias, etc.), de boa qualidade e oriundos de jazidas e/ou industrializados, devidamente assentados sobre a superfície do subleito de estradas não pavimentadas, cuja conformação final deverá prever um processo de compactação com espessuras variando de 5 a 20 cm de acordo com a característica do material e os volumes e composição do tráfego e sua disponibilidade regional.

A proteção vegetal consiste na utilização de vegetais diversos com o fim de preservar as áreas expostas da plataforma e áreas de ocorrência de materiais exploradas, protegendo-as dos processos erosivos e atenuando a agressão ao meio ambiente, com o objetivo de minimizar o custo de manutenção, fundamentando-se em princípios racionais de controle de erosão, aspecto visual, segurança ao tráfego e restauração do meio ambiente vegetal, a faixa de abrangência dos domínios das estradas rurais.

Predominam nesse caso o gramado baixo, intercalado esporadicamente por outras espécies conforme as necessidades paisagísticas, desde que tomadas as devidas medidas, visando a segurança do tráfego e sua manutenção. Não poderá ter a declividade do terreno

superior a 18 graus, a fim de permitir as operações de manutenção mecanizadas, uma vez que aquela inclinação é o limite para a segurança das operações de tratores e ceifadeiras quando empregadas.

O revestimento vegetal indicado são as gramíneas, de preferência estoloníferas. Em locais críticos sujeitos à erosão, como valetas de drenagem, terraços, dever-se-á utilizar placas de gramíneas de mesma espécie pela uniformidade no aspecto paisagístico e de manutenção.

No caso específico do município de Tatuí, onde é altamente expressiva a área explorada por gramas ornamentais, uma boa alternativa seria a utilização dos descartes de placas fora dos padrões de comercialização, para uso no travamento dos taludes, com custos imensamente reduzidos e com potencial paisagístico incomensurável.

Os fiscais de estradas e operadores deverão receber cursos de operação de máquinas, ministrados por pessoal capacitado, de maneira que esta conservação não agrida ao meio ambiente e não promova danos em estradas que já foram adequadas anteriormente.

Faz-se necessário a criação de uma patrulha agrícola, específica para cuidar das estradas rurais, para que seja feito o trabalho preventivo de manutenção e conservação.

Os serviços de Melhorias da Plataforma serão finalizados através da execução da regularização e compactação do sub-leito, que consiste na preparação final da pista de rolamento através das operações de corte ou aterro em espessuras variando até 20 cm, compensados lateralmente, no abaulamento transversal da mesma, de modo a permitir a drenagem das águas superficiais, e na execução das valetas laterais (sarjetas) nos cortes e de leiras em caso de aterros. É a operação final para definição dos gabaritos de seção transversal definidos em projeto nas larguras e declividades lá estabelecidas.

Os serviços de regularização e compactação do sub-leito aplicam-se indistintamente a todos os tipos de Estratégia de Intervenção Técnica preconizados no manual Técnico da CATI (TIPO A, TIPO B, TIPO C e TIPO D), quer naqueles trechos de estradas rurais onde a pista de rolamento necessita de intervenções de pequeno volume de terraplenagem para a recomposição do seu perfil geométrico de forma a adequá-lo aos gabaritos pretendidos pelo projeto, quer naquelas estradas que sofrerão uma mudança radical do seu perfil longitudinal através do processo de quebra de taludes.

Existirão casos de estradas, nas quais os serviços de melhoria da plataforma restringir-se-ão pura e simplesmente aos serviços de regularização e compactação do sub-leito e sua execução dar-se-á mediante a realização de pequenos alargamentos da plataforma existente e posterior conformação da superfície de rolamento. Tais casos

aplicam-se às estradas cuja seção transversal de projeto prevê a movimentação (corte/aterro) de mínimos volumes de terraplenagem.

As cercas de proteção, quando presentes, são dispositivos cuja finalidade é de limitar e vedar a faixa de domínio da estrada. São constituídas de mourões de suporte, mourões esticadores e fios de arame. Particularmente nos casos onde serão executados alargamentos de plataforma, caberá a remoção e realocação das cercas existentes e atingidas pela nova configuração dos gabaritos da seção transversal, de acordo com as orientações da fiscalização.

7.3. Controle de voçorocas

A voçoroca é a visão impressionante do fenômeno da erosão, a ferida visível do solo, muitas vezes usada pelos conservacionistas como um sintoma característico; deve-se, porém, ter o cuidado de não superestimá-la.

Contribuem para a sua formação, certas condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo, como chuvas intensas de verão sobre solos de textura arenosa a média, e suscetíveis à erosão. Estas condições, aliadas às ações equivocadas no manejo do solo, acabaram por provocar, em certas áreas, uma catástrofe ambiental, tornando muitas propriedades improdutivas, total ou parcialmente. Além disso, também provocam grande impacto nos córregos e ribeirões, como assoreamento e perda da vazão.

O controle de voçoroca, além de difícil é muito caro, e pode até ser mais elevado que o próprio valor da terra. Não obstante, deve-se fazer alguma coisa, principalmente pelo problema de sedimentação dos córregos e barragens. É essencial, todavia, efetuar as medidas de controle das voçorocas para prevenir a sua formação.

A voçoroca se forma quando a enxurrada se concentra em depressões mal protegidas e a água escorre por longos períodos em forma volumosa, adquirindo grande velocidade. À medida que essa ação progride, as grotas vão atingindo maior tamanho, chegando, às vezes, a ter vários quilômetros de comprimento, de 10 a 15 m de largura e 6 m ou mais de profundidade. O crescimento em comprimento é mais rápido que o transversal, em razão de que o volume de enxurrada que penetra na sua extremidade superior é maior que nos seus lados; o crescimento em profundidade é maior nas regiões de maior declividade.

No município de Tatuí, há voçorocas ocasionadas pelos seguintes fatores:

- Estradas rurais muito encaixadas, com grandes comprimentos de rampa, bem como acréscimo de contribuições das propriedades lindeiras, associadas à ausência de dispositivos de drenagem (Figura 23).



Figura 23 – Voçoroca associada a drenagem inadequada de estradas rurais.

- Terraços em cultura de cana que conduzem as águas para os carregadores, que passam a se comportar como “canais escoadouros” (Figura 24).



Figura 24 – Formação de voçoroca pela condução inadequada das águas em terraços/ carregadores de cana.

- Falta de condução adequada das águas provenientes da drenagem urbana (Figura 25).



Figura 25 – Voçoroca provocada por má condução das águas pluviais em loteamento urbano.

A CATI, através do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (2000 a 2008), proporcionou a capacitação dos técnicos para o reconhecimento e a elaboração de projetos técnicos para recuperação e controle dessas grandes erosões. O impacto ambiental não se resume aos imensos “buracos” formados na área de cultivo. O solo arrastado pela enxurrada é depositado nas baixadas onde se encontram as águas das nascentes, dos córregos e dos rios, tornando-as poluídas com partículas de solo, fertilizantes, matéria orgânica e defensivos agrícolas. Além disso, a quantidade das águas diminuiu consideravelmente com o entupimento de nascentes pelo assoreamento. A voçoroca se torna ainda mais crítica quando alcança o lençol freático, provocando o surgimento de um novo córrego que, geralmente, provoca a queda de barrancos – fenômeno do *piping*, ao longo desse processo erosivo.

7.3.1. Classificação das Voçorocas

As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área da sua bacia. Podemos considerar que são profundas quando têm mais de 5 m de profundidade; médias, quando têm de 1 a 5 m, e pequenas, com menos de 1 m. Pela área da bacia, elas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor que 2 hectares; médias, quando de 2 a 20 hectares, e, grandes, quando têm mais de 20 hectares.

A maioria dos trabalhos de controle de voçorocas, consiste em disciplinar o escoamento da água superficial e subterrânea, quando presente, e em estabilizar a superfície das grotas por meio de terraplenagem e de vegetações.

Qualquer voçoroca, sem considerar o seu tamanho ou condição, geralmente recuperará uma cobertura vegetativa natural se for protegida adequadamente e estiver numa área cuja vegetação cresça rapidamente. A retenção da água que provoca a voçoroca, a proteção contra pastoreio, pisoteamento do gado e fogo e a remoção de outras causas prejudiciais geralmente resultam no crescimento da vegetação que recobre as grotas e diminui a erosão.

7.3.2. Etapas para execução do controle de voçoroca

- Identificação de processos erosivos nas propriedades, chamada de Projeto Individual da Propriedade.
- Elaboração do diagnóstico das condições de uso e manejo do solo da propriedade.
- Na existência de voçorocas, levantamento e avaliação das condições, como: uso anterior e atual da área; dimensões da voçoroca, suscetibilidade do solo à erosão; capacidade de infiltração de água no solo; ocupação do solo no entorno e a montante da voçoroca; diagnóstico das causas do processo erosivo e estudo de sua interrupção; estudo da possibilidade de drenar água da área da voçoroca para as áreas lindeiras; estudo de obras de recuperação e proteção da área com solo exposto; avaliação da necessidade de isolamento da área e cultivo de plantas protetoras.
- Elaboração do projeto com a escolha entre duas tecnologias: suavização do talude da voçoroca ou construção de caixas de retenção, dimensionando a obra com a quantificação da necessidade de motomecanização, com a execução de obras e manejo das áreas de contribuição e recomendação de uso do solo e manejo da área.

7.3.3. Procedimento para Controle das Voçorocas

Qualquer que seja o processo de formação da voçoroca, o seu controle poderá ser feito através dos seguintes procedimentos básicos:

A) Isolamento da área afetada com cerca, para evitar o acesso de gado, trânsito de máquinas e veículos que possam favorecer a concentração da enxurrada e dificultar o desenvolvimento da vegetação.

B) Drenagem da água subterrânea: toda vez que a voçoroca atinge o lençol freático aparece uma mina de água subterrânea, e, para o sucesso do controle da voçoroca, essa água deve ser captada e conduzida para fora da voçoroca até um leito de drenagem estável, o que pode ser feito com dreno de pedra ou feixes de bambu (observar legislação ambiental em caso de fluxo de água permanente e/ou intermitente).

C) Controle da erosão em toda bacia de captação de água da voçoroca: para evitar que a enxurrada tenha na voçoroca um canal escoadouro. Isso pode ser conseguido com sistema de terraceamento, com canais escoadouros ou divergentes, plantio em nível, cobertura vegetal ou outras práticas que deverão ser implantadas em todas as áreas a montante e laterais, formando a bacia de captação da voçoroca.

D) Suavização dos taludes laterais da voçoroca: geralmente, os flancos das voçorocas são muito íngremes, havendo necessidade de se fazer uma suavização para que os taludes fiquem mais suaves, com relação 3:1 ou menos, a fim de facilitar a implantação da vegetação protetora do solo.

E) Construção de paliçadas ou pequenas barragens: de espaço em espaço no interior da voçoroca. Essas estruturas podem ser feitas com madeira, pedra, galhos ou troncos de árvores, entulho ou terra, cuja finalidade é apenas de evitar que a água superficial escoe com velocidade suficiente para produzir erosão no interior da voçoroca. Caso haja água subterrânea na voçoroca deve-se ter o cuidado de drená-la antes de construir esses obstáculos.

F) Vegetação da Voçoroca: deve ser feita com plantas rústicas que se desenvolvam bem em solos erodidos, proporcionem boa cobertura do solo e tenham um sistema radicular abundante. As vegetações mais usadas na proteção de área com voçoroca são as gramíneas, algumas leguminosas e essências florestais.

Entre as gramíneas têm-se: grama-batatais (*Paspalum notatum*), grama-seda (*Cynodum dactylon*), aveia preta (*Avena strigosa*) capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum*) e a braquiária (*Brachiaria spp*); entre as leguminosas: a mucuna preta ou cinza, a soja perene (*Neonotonia wightii*), o calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) o cudzu (*Pueraria thunbergiana*) e as diversas espécies de *Lespedeza spp*, e entre as essências florestais: o pinus e o eucalipto. Uma boa solução é o uso de um *mix* ou coquetel de sementes, visando a uma maior efetividade na germinação.

7.4. Terraceamento

Segundo dados do Projeto LUPA 2007/2008, cerca de 30% das propriedades rurais adotam alguma prática de conservação do solo. Na prática, porém, pode-se interpretar que as práticas a que se refere o censo tratam-se quase que exclusivamente de terraceamento, uma vez que esta é a percepção imediata do agricultor quando se explora o assunto. A cultura da cana traz consigo a cultura da mecanização e da adoção do sistema de terraceamento como prática associada a esta mecanização. Esta cultura passou a ocupar áreas expressivas no município, principalmente em substituição às áreas de pastagens degradadas. Portanto, acredita-se que tenha aumentado muito a área terraceada em função desta ocorrência.

Por tratar-se de prática largamente adotada e, pelo nosso levantamento, em muitas situações de forma totalmente inadequada, é que trataremos especificamente deste assunto, de maneira genérica.

O terraço é uma das práticas mecânicas mais antigas e eficientes de controle de erosão das terras cultivadas, sendo constituído de um canal e um camalhão ou dique levantado com terra removida do canal.

Para que um sistema de terraceamento funcione com plena eficiência, além de não poder ser implantado como prática isolada, é necessário um correto dimensionamento, bem como as escolhas relativas ao tipo devem ser baseadas em atributos técnicos.

Em função das condições locais, características do solo, topografia do terreno, condições climáticas, cultura a ser implantada, sistema de cultivo e disponibilidade de máquinas, define-se qual o tipo de terraço que melhor atende a cada gleba para um eficiente controle da erosão, sem causar transtornos durante as operações agrícolas.

As características físicas do solo que determinam a permeabilidade da água vão definir se o terraço a ser implantado será de infiltração (em nível) ou com gradiente (em desnível).

A declividade do terreno é fator determinante na largura da faixa de movimentação de terra (base estreita, base média ou base larga) e do tipo de terraço a ser construído que pode ser do tipo comum ou patamar (acima de 18% só é possível a construção de terraço em patamar).

A quantidade, intensidade e distribuição das chuvas são fatores fundamentais no volume do deflúvio superficial, que por sua vez deve ser levado em consideração no

dimensionamento da capacidade de retenção e condução de água, assim como no espaçamento entre terraços.

As culturas e o sistema de cultivo se relacionam diretamente com a intensidade de mecanização que orientarão na escolha do terraço de base estreita, média ou larga.

As máquinas e implementos disponíveis, assim como a situação financeira do agricultor, condicionam o tipo de terraço em função da maior ou menor capacidade de movimentação de terra.

Com relação ao espaçamento entre terraços, deve-se levar em conta, além dos cálculos matemáticos necessários ao bom dimensionamento, a Tabela 27, que foi desenvolvida baseada em dados de pesquisas sobre perdas por erosão de solo e água, considerando a declividade, a cobertura vegetal, os sistemas de preparo do solo, o manejo de restos culturais e a erodibilidade de diferentes classes de solos.

Tabela 27 - Espaçamento entre terraços para valores de $(u+m)/2$ igual a 1,00 (LOMBARDI NETO & DRUGOWICH, 1994 Cap IV pag 26)

Declive%	Terraços em nível				Terraços em desnível				Declive%
	solo				Solo				
	A		B		C		D		
	EH	EV	EH	EV	EH	EV	EH	EV	
1	56,50	0,56	49,70	0,50	40,70	0,41	33,90	0,34	1
2	42,20	0,84	37,20	0,74	30,40	0,61	25,30	0,51	2
3	35,60	1,07	31,30	0,94	25,60	0,77	21,40	0,64	3
4	31,60	1,26	27,80	1,11	22,70	0,91	18,90	0,76	4
5	28,70	1,44	25,30	1,26	20,70	1,03	17,20	0,86	5
6	26,60	1,60	23,40	1,40	19,20	1,15	16,00	0,96	6
7	24,90	1,75	22,00	1,54	18,00	1,26	15,00	1,05	7
8	23,60	1,89	20,80	1,66	17,00	1,36	14,20	1,13	8
9	22,40	2,02	19,80	1,78	16,20	1,45	13,50	1,21	9
10	21,50	2,15	18,90	1,89	15,50	1,55	12,90	1,29	10
11	20,60	2,27	18,20	2,00	14,90	1,63	12,40	1,36	11
12	19,90	2,39	17,50	2,10	14,30	1,72	11,90	1,43	12
13	19,20	2,50	16,90	2,20	-	-	-	-	13
14	18,60	2,61	16,40	2,30	-	-	-	-	14
15	18,10	2,72	-	-	-	-	-	-	15
16	17,60	2,82	-	-	-	-	-	-	16

EV – espaçamento vertical em metros
EH – espaçamento horizontal em metros

Do ponto de vista exclusivo do controle de erosão, o importante é que o terraço tenha capacidade e segurança na retenção para posterior infiltração e condução disciplinada das águas do deflúvio superficial, independente da sua forma.

Como a Tabela 21 foi elaborada para uso + manejo $(u+m)/2$ igual a 1,00, deve-se, de acordo com a cultura e manejo, aplicados na fórmula $(u + m)/2$, obter um índice que deverá ser multiplicado pelos valores de espaçamento encontrados na intersecção entre as colunas vertical e horizontal da tabela, em função da declividade, tipo de solo e tipo de terraço (nível ou desnível), obtendo-se assim o espaçamento final.

O terraço, independentemente do tipo e forma, é uma construção permanente, mas que periodicamente deve receber a operação de manutenção, sem o que, com o tempo sua capacidade de retenção vai sendo reduzida até se tornar inócuo.

Também devem ser considerados aspectos técnicos relativos ao “acabamento” dos terraços que tratam da necessidade de se proceder ao “encabeçamento” dos mesmos, ou seja, o fechamento das pontas, e ainda, em determinadas situações, a adoção de “travessieiros”, que segmentam a extensão do terraço, visando minimizar os impactos de eventuais rompimentos, a necessidade de se subsolar o canal, para melhorar a infiltração (em Latossolos), o uso de gesso e calcário, como coadjuvantes no melhoramento da infiltração em superfície e em profundidade, dentre outras tantas.

7.5. Recomposição de Áreas de Preservação Permanente

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) publicou no Diário Oficial da União (DOU) de 28 de fevereiro de 2011 a Resolução nº 429, que dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs). A resolução indica que a recuperação das áreas de preservação permanente, consideradas de interesse social pelo Código Florestal atual, deve priorizar a manutenção das espécies nativas, de acordo com a metodologia estabelecida e demais normas aplicáveis, e dispensa autorização do órgão ambiental.

Conforme a resolução, as medidas de recuperação devem observar seis procedimentos como pré-requisitos necessários, sendo: a proteção das espécies nativas mediante isolamento ou cercamento da área a ser recuperada; adoção de medidas de controle e erradicação de espécies vegetais exóticas invasoras; adoção de medidas de prevenção, combate e controle do fogo; adoção de medidas de controle da erosão, quando

necessário; prevenção e controle do acesso de animais domésticos ou exóticos; e a adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes.

A recuperação de APP's poderá ser feita pelo método de condução da regeneração natural de espécies nativas do ecossistema onde estão inseridas, pelo plantio dessas espécies, ou pelas duas práticas conjugadas.

Os benefícios da recomposição destas áreas, as quais incluem as matas ciliares são:

- preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, do fluxo gênico de fauna e flora;
- aumento da infiltração de água no solo;
- proteção do solo;
- controle da erosão nas margens dos cursos d'água;
- filtragem das águas pluviais impedindo ou dificultando o carregamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuição para a qualidade da água;
- formação de corredores ecológicos, possibilitando o livre trânsito de animais e a dispersão de sementes das espécies vegetais, garantindo a biodiversidade da região.

Restaurar uma área de preservação permanente significa facilitar os processos naturais para que, junto com a natureza, o homem possa auxiliar no restabelecimento da estrutura e da capacidade de perpetuação dessa mata. Para tanto o isolamento da área a ser restaurada e o controle das plantas exóticas invasoras são as primeiras ações a serem feitas. As espécies nativas que germinarem após o isolamento devem ser consideradas como início da restauração e conduzidas como se fossem mudas plantadas. Espécies nativas são aquelas naturais de uma determinada região.

Um acompanhamento periódico da área a ser reflorestada determinará a metodologia a ser adotada, que poderá ser plantio de mudas, enriquecimento, adensamento ou somente condução da regeneração natural.

Medidas complementares são necessárias, como adubação de plantio e/ou de cobertura, execução de "aceiros" e outras, visando o pleno desenvolvimento das espécies.

7.6. Utilização do Sistema de Plantio Direto na Palha

O Plantio Direto na Palha - PDP - é um sistema de produção agropecuária em que se evita a perturbação do solo e mantém sua superfície sempre recoberta de resíduos (palha) e/ou de vegetação. O termo "plantio direto" origina-se do conceito de plantar

diretamente sobre o solo não lavrado, e o termo "na palha" acrescenta a ideia de manter o solo sempre protegido por resíduos.

Considerando as suas premissas básicas, pode-se afirmar que o Plantio Direto na Palha é hoje a melhor tecnologia agrícola disponível que é aplicável a praticamente todas as culturas comerciais, inclusive a cana e culturas perenes, e a que mais se aproxima das condições em que a natureza opera, com a preocupação de gerar lucro e ao mesmo tempo proteger o meio ambiente, o que caracteriza a sustentabilidade.

7.6.1. Justificativas à opção pelo PDP.

A erosão é ocasionada primeiramente, pelo impacto direto das gotas das chuvas no solo convencionalmente preparado para o plantio, ou seja, arado e gradeado. Este impacto destrói a estrutura original do solo, já comprometida pelas operações de preparo, dispersando as partículas, que “selam” a superfície e promovem o arraste deste material disperso na forma de enxurrada. Portanto, o primeiro passo para se evitar a erosão é evitar que o solo seja “pulverizado” e protegê-lo de alguma forma do impacto direto das gotas, o que é proporcionado pela presença de resíduos – palha ou vegetação – em sua superfície. Vale lembrar que o mesmo princípio aplica-se aos ventos fortes, que transportam partículas dispersas a longas distâncias.

A erosão afeta o solo de todas as maneiras, seja carreando a riqueza orgânica e mineral de sua manta superficial, seja inviabilizando o trânsito de máquinas ou animais em virtude dos grandes sulcos abertos. Em virtude da aridez e pobreza do solo subsuperficial que resta após o processo erosivo, a vida do solo fica comprometida, uma vez que existe uma relação direta entre a atividade biológica dos diferentes organismos, a matéria orgânica e os atributos físicos do solo (porosidade, capacidade de infiltração e retenção de água e cátions, etc.). Portanto, um solo erodido é um solo “morto”, que necessita passar por um processo de recuperação, visando recompor ou melhorar estas características.

A prática do PDP vai então propiciar a este solo a melhoria da infiltração e retenção da água, a oxigenação, a redução da amplitude térmica, a manutenção da umidade, a reciclagem de nutrientes e a riqueza biológica.

7.6.2. Condicionantes na implantação do sistema

Alguns cuidados devem ser tomados antes da implantação do sistema, o que pressupõe familiaridade com o histórico e condições gerais da gleba no que tange à fertilidade do solo, controle de ervas daninhas, clima, características físicas do solo, como a ocorrência de compactação e as alternativas de culturas em rotação.

- a) *Correção das condições físicas.* Deve-se verificar a existência de camadas compactadas e sulcos de erosão, o que demandaria a recomendação de operação de descompactação e nivelamento do solo. Esta operação pode ser aproveitada como uma das etapas de incorporação de corretivos. Cuidados especiais devem ser tomados para verificar primeiramente se há realmente a compactação, ou seja, “pé de grade” ou “pé de arado”, resultado de excessiva mobilização do solo por máquinas pesadas e, em condições não ideais de umidade, ou se trata de característica pedogenética, ou seja, intrínseca à morfologia do solo. Isto porque, quando tratar-se da segunda hipótese, não há justificativa técnica para a escarificação ou descompactação ou ainda subsolagem, uma vez que o limite superior de uma camada espessa não será rompido com o uso de máquinas, perdendo-se assim tempo e dinheiro;
- b) *Correção química do solo.* Alguns impedimentos químicos afetam diretamente a produção, podendo significar o sucesso ou insucesso da empreitada. Portanto é de suma importância proceder ao diagnóstico e correção destes fatores antes da implantação do sistema, visando a potencialização da produção. Tanto o solo como o subsolo (20-40 cm), devem ser corrigidos de forma a neutralizar o alumínio tóxico e elevar a disponibilidade de cálcio e magnésio na zona de desenvolvimento radicular. Para tanto, de acordo com os resultados de análise do solo em pelo menos duas profundidades, 0-20 e 20-40 cm, deve-se proceder à correção através do uso de calcário e gesso e, eventualmente fósforo. Em função da quantidade recomendada de calcário, deve-se ter em mente que calcários mais reativos (mais finos, semi-calcinados) agem mais rapidamente, entretanto possuem pouco efeito residual, o que em algumas situações pode ser interessante, já que existem restrições quanto a incorporações posteriores. Com relação ao gesso, deve-se tomar cuidado com o arraste de bases para profundidades não alcançadas pelas raízes, em que pese a ação extremamente benéfica deste na floculação ou aglutinação de

argilas dispersas, melhorando as condições físicas do subsolo, proporcionando condições ideais ao ambiente radicular. Em função do exposto acima, pode-se recomendar a prática do PDP em qualquer tipo de solo, sendo que em condições de fertilidade média a alta os riscos com certeza serão minimizados;

- c) *Ervas daninhas*. O conhecimento do histórico da gleba e da ocorrência de ervas daninhas é de fundamental importância para o sucesso do PDP. Isto porque se torna necessário conhecer profundamente as ervas infestantes a fim de verificar a possibilidade de controle das mesmas, normalmente através da aplicação de herbicidas. Estes podem ser de pré ou pós-emergência, seletivos ou de aplicação localizada, cuja escolha depende da análise de diversos fatores. Em condições ideais, espera-se que um herbicida de contato, em baixas dosagens e de custo reduzido, possa dessecar com eficiência as ervas, visando já à formação do colchão de massa seca, necessário para a implantação do PDP;
- d) *Manejo da palhada*. O solo necessariamente deve ser protegido por resíduos, através de cobertura morta ou viva, sendo que considera-se como ideal a formação de cerca de 30 T/ha de matéria fresca, o que garantirá eficiência no controle de ervas, através de abafamento ou alelopatia (devem inibir a germinação de ervas daninhas), ao mesmo tempo em que promoverá todos os benefícios citados anteriormente. Neste tópico, é importante também se conhecer as alternativas de plantio de espécies de safrinha, ou seja, após a colheita da safra principal da primavera/verão. Em algumas localidades, a ocorrência de inverno úmido, como na região do Sudoeste do Estado de São Paulo, pode ser fator determinante ao sucesso desta segunda safra. Em outras regiões, plantas adaptadas ao clima mais seco e quente podem garantir a produção e em outras ainda, a alternativa de se recorrer à tecnologia da irrigação pode possibilitar maior maleabilidade nas datas de plantio e colheita. Entretanto, dois aspectos devem ser lembrados aqui – o primeiro é a necessidade de se manter o terreno vegetado ou coberto por palha e o segundo é a necessidade de se promover a rotação de culturas, visando a diminuição da ocorrência de pragas e doenças, reciclagem de nutrientes e redução da germinação de ervas. Uma alternativa com grandes chances de sucesso é a Integração Lavoura/Pecuária – ILP. Neste sistema, uma das opções refere-se à renovação de pastagens degradadas, através da introdução do PDP, incorporando ao sistema culturas anuais, como a soja, milho, milheto, girassol, adubos verdes ou outros em ciclos alternados à rebrota ou a germinação do banco de sementes das pastagens,

normalmente de brachiária, e que serão ofertadas ao rebanho no outono/inverno e manterão o solo coberto;

- e) *Equipamento*. Atualmente, são muitas as opções para as máquinas de PDP, desde equipamentos de tração animal até os tracionados por tratores de grande porte, porém com rodagem larga, e as adaptações às plantadoras/adubadoras convencionais, através de kits. O que rege a escolha do equipamento é o princípio de promover o mínimo de mobilização no ato do plantio, sendo que a diferença fundamental entre o equipamento convencional e de PDP é a inserção do disco de corte de palha ou facão ou “botina”, antes dos demais componentes. O que determina a opção entre um ou outro elemento de corte é a textura e o teor de umidade do solo, a situação da palha e o histórico da gleba.

Em resumo, a opção pelo Sistema de PD deve ser muito bem embasada tecnicamente e pressupõe, sobretudo na fase inicial da incorporação da tecnologia, a disponibilidade de técnicos capacitados para dar suporte às demandas de conhecimento para proporcionar bases sólidas ao sucesso do sistema. Cabe lembrar aqui que os resultados de aumento da produtividade com redução de custos e recuperação do solo não são conseguidos imediatamente, demandando algum tempo para a consecução destes objetivos, entretanto vale novamente lembrar o caráter de sustentabilidade que garantirá a obtenção de retorno econômico com o mínimo de impacto nos recursos naturais e por tempo indeterminado, exatamente ao contrário do sistema convencional.

7.7. Recuperação e renovação de pastagens degradadas

Recuperar uma pastagem consiste em restabelecer a produção de forragem, de acordo com o interesse econômico, mantendo-se a mesma espécie ou cultivar. Renovar uma pastagem consiste no restabelecimento da produção forrageira mediante a introdução de uma nova espécie ou cultivar, em substituição àquela em degradação. Para a tomada de decisão de qual método seguir, é de fundamental importância proceder a um diagnóstico, conhecer o histórico da área, e definir o sistema de produção a ser conduzido após a recuperação ou renovação (Macedo et al, 1999).

O grau de degradação, as condições de infra-estrutura, o conhecimento da técnica, a intensidade da demanda pelo criador e a disponibilidade de capital são outros fatores a considerar na escolha de um sistema de recuperação ou renovação de pastagens.

Sempre que as condições assim o permitirem, adotar o Sistema de Plantio Direto na Palha tanto na renovação como na recuperação das pastagens.

7.7.1. Recuperação direta da pastagem

Esta prática, na maioria de suas modalidades, apresenta menor risco para o produtor. É aconselhada quando há necessidade de utilização da pastagem em curto prazo e em regiões de clima e solo desfavoráveis para a produção de grãos; com pouca ou sem infra-estrutura (máquinas, implementos e estradas); condições restritas de comercialização, de armazenagem e de aporte de insumos; menor disponibilidade de recursos financeiros; e dificuldades de estabelecer parcerias ou arrendamentos.

Dentre os métodos de recuperação direta destacam-se:

- 1) Recuperação direta sem preparo do solo: Este método é recomendado apenas quando forem diagnosticadas baixa produção de forragem e deficiências minerais do solo, com mínima incidência de invasoras e sem sinais de compactação e erosão. Assim, basta aplicar na época apropriada, em cobertura, os nutrientes limitantes para a forrageira e compatíveis com a produção animal esperada e proporcionar à pastagem um período de descanso por tempo suficiente;
- 2) Recuperação direta com preparo mínimo do solo: Este método é indicado quando, além das deficiências anteriores, o solo também se apresenta compactado. Segundo os critérios anteriores, aplicam-se os insumos necessários e trabalha-se o solo com subsolador ou escarificador, no início do período chuvoso. Pode-se usar, alternativamente, o subsolador com caixa de adubo, que realiza as duas operações simultaneamente;
- 3) Recuperação direta com preparo total do solo: Este método se aplica quando a pastagem e o solo se encontram em acentuado estado de degradação, apresentando baixa produtividade, baixa capacidade de rebrota, banco de sementes reduzido, baixo número de plantas forrageiras por área, infestação por invasoras, solos com alta proporção de área descoberta, compactados, erodidos e com acentuadas deficiências minerais.

7.7.2. Recuperação indireta da pastagem

Este sistema consiste na erradicação total da pastagem e uso da área com culturas intermediárias no processo de recuperação, podendo ser empregado quando a pastagem degradada estiver nas mesmas condições que o caso anterior. Imediatamente após o preparo do solo, volta-se a plantar a mesma espécie forrageira, reforçando o banco de sementes já existente, em plantio simultâneo ou não com culturas forrageiras anuais (milheto, aveia ou azevém) ou com culturas agrícolas anuais (arroz, milho ou sorgo). Os custos são amortizados valendo-se do pastejo animal temporário ou da venda de grãos. Também pode ser realizado o plantio solteiro de culturas agrícolas anuais, com a pastagem replantada ao final do ciclo destas, no ano subsequente ou após dois ou três anos, dependendo da análise econômica da situação específica. Esse sistema é considerado vantajoso porque permite a elevação da fertilidade do solo com amortização parcial dos custos, quebra de ciclo de pragas, doenças e invasoras, otimização da mão-de-obra, máquinas, equipamentos e instalações, diversificação do sistema produtivo, maior fluxo de caixa para o produtor e criação de novos empregos.

7.7.3. Renovação direta

Na maioria dos casos, este é o sistema de maior risco, pois tem como objetivo substituir uma espécie ou cultivar por outra forrageira sem utilizar uma cultura intermediária. Emprega principalmente tratos mecânicos e químicos, como o uso de herbicidas, para o controle da espécie que se quer erradicar. A substituição de espécies do gênero *Brachiaria* por cultivares de *Panicum*, uma das mais almejadas, nem sempre é bem sucedida dado o elevado número de sementes de *Brachiaria* que se acumula no solo. As sucessivas aplicações de herbicidas e tratos mecânicos podem encarecer sobremaneira o custo desse processo. A substituição de espécies como *Andropogon* e *Panicum* por espécies de *Brachiaria*, no entanto, oferece melhor possibilidade de êxito. Outra troca de bom potencial é a substituição de espécies de *Brachiaria* por espécies de *Cynodon* (Macedo et al, 1999).

7.7.4. Renovação indireta com uso de pastagem anual ou agricultura

Este sistema é recomendado quando o estágio de degradação da pastagem é bem avançado, com baixa produtividade de forragem, solo descoberto, elevada ocorrência de espécies indesejáveis, grande incidência de formigas e cupins, solo com baixa fertilidade e alta acidez, compactação e/ou erosão do solo, e o produtor deseja trocar de espécie ou cultivar. É de custo elevado, exige conhecimento tecnológico, infra-estrutura de máquinas, equipamentos, armazenagem, ou necessidade de parceiros e ou arrendamento. Pode ser executado com a utilização de pastagem anual de milheto, aveia, sorgo e outras, ou culturas anuais de soja, milho, arroz etc., no verão e pastagens anuais no outono/inverno, por tempo (anos ou ciclos) a ser determinado pelas circunstâncias econômicas locais e desejo do produtor. Só há implantação da nova espécie ou cultivar após o cultivo sucessivo de pastagens anuais e lavouras ter controlado a forrageira a ser substituída.

7.7.5. Uso de agricultura na recuperação ou renovação da pastagem

A prática da integração agricultura-pecuária com a finalidade de recuperar ou renovar pastagens procura amortizar o investimento realizado, parcial ou totalmente, com a venda de grãos produzidos pela cultura agrícola, e aproveitar o efeito residual da adubação da cultura para o estabelecimento da pastagem. Os benefícios físico-químico-biológicos ao agroecossistema permitem um melhor aproveitamento dos recursos naturais, conferindo sustentabilidade à exploração agropecuária. A adoção de tais práticas, porém, depende de capacidade gerencial e de infra-estrutura na propriedade.

A recuperação ou renovação de pastagens degradadas com uso de cultivos agrícolas anuais pode ser conduzida de duas formas. A primeira visa uma recuperação rápida e utiliza cultivos como o do arroz e milho, estabelecidos com preparo do solo no final da seca e plantio simultâneo das sementes agrícolas e forrageiras no início das chuvas, possibilitando que a utilização da pastagem se inicie após a colheita dos cereais. Uma variante consiste em não ressemeiar a forrageira, quando for alto o estoque de sementes no solo. A segunda alternativa seria a recuperação ou renovação em longo prazo, realizando cultivos anuais por dois anos ou mais, exclusivos ou rotacionados, de arroz, milho, soja, girassol, sorgo etc, restabelecendo a pastagem na área após aquele período.

7.8. Utilização do Sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta

Outra tecnologia importante a ser proposta é a Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF). Esse sistema combina espécies arbóreas, com culturas e forrageiras e/ou animais. Pode ser implantado ao mesmo tempo, ou de forma sequencial. O manejo é de forma integrada entre as diferentes atividades.

Antes da implantação deste sistema, deve ser realizado o planejamento das espécies que irão compor a área, sempre observando as características do ambiente, como clima, solo, hidrologia e a adequação dos componentes entre si. Além das características edafoclimáticas à disposição, devem ser cuidadosamente estudados, as espécies voltadas à área, o espaçamento, a adubação, os tratos culturais e o arranjo dessas espécies entre si.

Segundo MOTA (2010), não é um sistema fácil de ser implantado e envolve diversos fatores a serem verificados antes do implante, a começar pelos recursos financeiros do produtor, pois, no início, possui custo elevado devido aos gastos com espécies arbóreas, com sementes da cultura e da forrageira, e, possivelmente, com os animais que irão frequentar a área, mas esses custos são iniciais, pois, na consorciação de culturas, essas podem fornecer bens, serviços e diversificação de produtos na propriedade. Com o tempo, os gastos para a recuperação da área ou da pastagem são amortizados, principalmente pela produção do componente agrícola e pela produção animal. Em muitos casos, a produção agrícola paga o investimento inicial, ficando a pastagem e/ou animais e a colheita do componente arbóreo como receitas futuras.

As espécies florestais mais comumente utilizadas para a implantação de um sistema agroflorestal são geralmente espécies de valor comercial, como aquelas destinadas à extração de óleo, à produção de frutos, à madeira para os diversos fins e essências. Espécies como o eucalipto (*Eucalyptus Spp.*), mogno (*Swietenia macrophylla*), nim (*Azadirachta indica*), cedro australiano (*Toona ciliata* variedade *australis*), paricá (*Shizolobium amazonicum*), jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), acácia (*Acacia mangium*), leucena (*Leucaena leucocephala*), albizia (*Albizia lebeck*), gliricidia (*Gliricidia sepium*), jurema-preta (*Mimosa hostilis*), entre outras, são utilizadas e têm a função não só de sombrear, mas reaproveitar a madeira e as folhas, além de poderem ser usadas como quebra-vento, cercas e como componentes ornamentais da propriedade.

As espécies agrícolas mais utilizadas para a implantação desses sistemas são: milho, sorgo, café, milheto, feijão, soja, arroz, girassol, cacau, entre outras. Sendo o milho

uma das principais culturas anuais que têm sido utilizadas neste sistema, devido principalmente, à sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões ecológicas do Brasil, às suas inúmeras utilidades na propriedade rural e à sua excelente adaptação quando cultivado em consórcio.

O estabelecimento de forrageiras em condições de sombreamento depende de alguns fatores para o sucesso na produtividade desses sistemas, como a identificação de espécies que resistam em sua fase inicial de crescimento ao consórcio com a cultura agrícola, e ao sombreamento das árvores. Adicionalmente, características como alta capacidade competitiva com as plantas daninhas e pragas, e facilidade no manejo são desejáveis, uma vez que possibilitam a manutenção do equilíbrio do ecossistema. Tais práticas são fundamentais para assegurar a produtividade e a longevidade das pastagens estabelecidas nesses sistemas.

No caso específico do estado de São Paulo, o milho variedade em produção pelo Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes da CATI – o cultivar AL Piratininga tem demonstrado boa aceitação, em virtude principalmente, de tratar-se de variedade extremamente rústica e com boa tolerância ao alumínio e que permite uma convivência pacífica com a forragem escolhida, ao contrário de espécies híbridas de maior produtividade, que sofrem muito na concorrência com estas forragens, em detrimento da produção de grãos.

A implantação desta tecnologia no município pode trazer ganhos à agricultura como um todo, favorecendo a recuperação das pastagens degradadas, diminuindo os efeitos dos processos erosivos já em andamento, diversificando a produção agrícola da área rural e trazendo ganho econômico diversificado ao produtor.

7.9. Extração de argila

Nos primórdios da civilização, a extração mineral era conduzida sem o conhecimento do local (jazida) e sem nenhum planejamento, conseqüentemente mais recursos eram desperdiçados, a jazida não era aproveitada em sua totalidade e diversos impactos ambientais eram causados.

Atualmente esta forma de extração não é mais aceita, uma vez que, como mencionado anteriormente, ocasiona muitos impactos ambientais, enquanto que a mineração deve ser uma atividade planejada, de forma a evitar desperdícios e reduzir os impactos.

As soluções apontadas para as atividades de mineração de argila dividem-se em dois grupos, a saber:

1) Nas novas áreas de exploração:

1.1) Ao início das atividades alguns cuidados deverão ser observados, tendo em vista a legislação ambiental, bem como a pertinente à atividade minerária:

- A escavação deverá ser precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza da área da jazida. O material superficial orgânico deverá ser armazenado para utilização posterior, quando dos serviços de recuperação ambiental, ao final da exploração;
- O acabamento dos bordos das jazidas deverá ser executado sobre taludes estáveis;
- Durante as operações de escavação das jazidas, deverão ser tomados os cuidados especiais no sentido de que os taludes se apresentem sempre com a devida inclinação. À medida que a jazida for sendo rebaixada, a inclinação dos taludes deve ser acompanhada e verificada, mediante a utilização de gabarito apropriado e procedendo-se às eventuais correções;
- Deverão ser preservados os cursos d'água, próximos aos centros urbanos e às unidades habitacionais;
- Deverão ser preservadas as áreas situadas em reservas florestais, ecológicas ou de valor cultural, protegidas pela legislação;
- Medidas deverão ser adotadas objetivando evitar a ocorrência ou aceleração de processos erosivos e a formação de processos de instabilidade física, com a instalação de sistema de drenagem específico;
- No caso de necessidade, providenciar a “bacia de siltagem”, que consiste num dispositivo que tem a finalidade de reter materiais finos do solo, que possam ser carreados para a jusante do empreendimento, afetando talvegues, mananciais, propriedades lindeiras e estradas existentes;
- Realização de inspeções ambientais periódicas, de conformidade com a periodicidade estabelecida e a ter lugar durante a fase de operação das jazidas;

1.2) A devida recuperação ambiental das áreas afetadas pelas obras, após o encerramento das atividades. Esta envolve a reconformação topográfica e o retaludamento quando necessário, o acerto das drenagens, a reposição do material superficial orgânico armazenado no início das atividades, e os serviços de revegetação.

2) Nas áreas onde a exploração foi encerrada e a recuperação ambiental da área não foi efetuada ou o foi de forma insatisfatória.

- Preparação de um Plano de Recuperação de Área Degradada realizado por profissionais capacitados, levantando os passivos existentes e propondo medidas específicas de reparação e remediação;

Neste caso as ações de recuperação dependerão do alcance dos problemas encontrados, devendo ser observados os seguintes aspectos individualmente ou em conjunto;

- Desmobilização do empreendimento;
- Reconformação topográfica e o retaludamento quando necessário, o acerto das drenagens, a reposição do material superficial orgânico armazenado no início das atividades, e os serviços de revegetação;
- Isolamento adequado da área, visando a recuperação da flora, bem como a segurança de seres humanos e animais.

8. CONCLUSÕES

Através deste trabalho concluiu-se que a maior parte das terras do município de Tatuí apresenta baixa susceptibilidade à erosão, em razão dos tipos de solos e da topografia predominantemente suave ondulada. Como um todo, apesar dos passivos ambientais produzidos com o passar do tempo, o uso agrícola atual das terras do município encontra-se de acordo com o uso tecnicamente indicado, podendo-se em certos casos maximizar seu aproveitamento, com a aplicação de manejos e técnicas atuais e, em outras áreas, adequar-se o uso atual ao indicado para a capacidade de uso suportada pela área.

A recuperação das Áreas de Preservação Permanente vem sendo realizada pelos produtores, porém a necessidade de incremento e adequação destas áreas necessita de atenção especial quanto ao enquadramento à legislação atual.

O controle da erosão rural deve ser pauta presente nas diversas ações da municipalidade, pois a atenção a esta temática traz consequências diretas e indiretas aos municípios tanto da área rural como da área urbana.

O levantamento e a análise do meio físico através do uso de imagens e mapas mostraram-se de grande relevância para um diagnóstico preliminar da qualidade ambiental. Nesse aspecto o presente trabalho apresenta-se como importante ferramenta de subsídio para a elaboração e execução do planejamento ambiental e do controle de erosões rurais no município.

A combinação do conhecimento técnico e empírico dos profissionais da instituição, aliado às visitas *in loco* e ao uso das ferramentas de geoprocessamento, comprovou ser útil e compatível com um levantamento das características gerais da área do município, possibilitando um olhar amplo e sistêmico para as diversas características inerentes da área, bem como da ação antrópica.

Os produtos gerados pelo presente trabalho servem para diversas esferas do poder público, auxiliando uma eficiente e direcionada aplicação de recursos, conforme a temática a ser considerada.

As soluções propostas, apesar de genéricas por não serem o objetivo principal deste trabalho e baseadas em conhecimentos teóricos e práticos são base para uma efetiva recuperação do atual estágio de degradação dos solos do município e sua aplicação possibilitará a manutenção da qualidade destes recursos vitais para a produção agropecuária. A aplicação de muitas delas exigirá certo montante de recursos, observados os critérios de priorização por MBH, mas é certo que a destinação destes trará retorno

garantido a toda a população, melhorando a qualidade e a disponibilidade dos corpos d'água, a produtividade dos solos, diminuindo os riscos de inundação, melhorando a fauna e a flora e trazendo recursos para o município, tanto na forma do aumento da produção, bem como de maneiras indiretas (turismo e saneamento) e principalmente pela melhoria da qualidade de vida da sua população nos aspectos de saúde, segurança alimentar e outros.

A equipe técnica espera que o trabalho em questão seja bem aproveitado por toda a comunidade de Tatuí, garantindo ferramentas de planejamento para um olhar macro e ao mesmo tempo micro de toda a problemática rural e periurbana do município.

A metodologia desenvolvida e as ferramentas utilizadas para a consecução deste trabalho mostraram-se consistentes, haja vista que, de modo geral, pelo fato dos solos do município, em sua grande maioria, apresentarem textura argilosa a muito argilosa, em declividades não acentuadas, e o conseqüente enquadramento em Classes de Capacidade de Uso com baixo potencial de erosão, e ainda, o estudo cruzando o uso atual com o uso planejado das terras, fica demonstrado que a situação atual do município em termos de erosão está de acordo com as premissas levantadas. Este é o motivo pelo qual o município de Tatuí, apesar do seu histórico cultural rural não apresentar problemas mais sérios em termos de erosão, com grandes possibilidades de adaptar-se às novas exigências globais, inclusive, num futuro próximo, apresentar um bom embasamento para futuras certificações ambientais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLETIM TÉCNICO - CATI. Controle de Erosão em Estradas Rurais. Campinas: CATI, n. 207. jan. 1992.

BOLETIM TÉCNICO - CATI. Terraceamento Agrícola. Campinas: CATI, n. 206, jan. 1994.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem: Manual de implantação básica. 2. ed. Rio de Janeiro: IPR, 1996. (IPR Publ. 696). Disponível em: <<http://etg.ufmg.br/~jisela/pagina/Manual%20de%20Implantacao%20Basica.pdf>>. Acesso em 31 mar. 2011.

CARDOSO, F.P. Plantio Direto Na Palha – PDP. O Estado da Arte de uma Tecnologia de Ponta. Revisado por DRUGOWICH, M.I. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/new/acervotecnico.php?ID=12>> Acesso em: 05 de abril de 2011.

CAROLINA TEN FORT, C; VALENTIM, K. & DE ALMEIDA, R.M. Proposta de Mitigação de Impactos Ambientais para Licenciamento de Pátio de Secagem de Cerâmica Vermelha. Univ. Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010,. p.90. Disponível em: <<http://cursos.anhembi.br/tcc-10/ga-001.pdf>>. Acesso em 31 mar. 2011.

MANUAL TÉCNICO 77 . Adequação de Estradas Rurais, Campinas. CATI, 2003. 64p. ilus.28 cm. Disponível em: http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_tecnologias/manejo_conservacao_solo/AdequacaodeEstradasRurais.pdf

DRUGOWICH, M. I. & GALETI, P. A. Levantamento do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso – Microbacia Hidrográfica do Córrego Azul. Campinas, CATI, 1986.

DRUGOWICH, M. I. Expansão da Cana-de-Açúcar Versus Conservação do Solo. Revista Casa da Agricultura. Campinas: CATI, nº. 2 abr./mai./jun. 2010. p.15-16. (ISSN 0100—6541).

DRUGOWICH, M. I., SAVASTANO, S., SAVASTANO, S. A. A. L. Impactos Potenciais da erosão do solo em pastagens. Revista Casa da Agricultura. Campinas: CATI, nº. 2 abr./mai./jun. 2010. p.15-16. (ISSN 0100—6541).

FLORENZANO, T.G. In: FLORENZANO, T.G. (org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2007. p.105-128 (cap.4).

FRANÇA, G.V e DEMATTÊ, J.A.M. Parâmetros da Rede de Drenagem de Solos da Região de Iracemápolis. ESALQ, Piracicaba, 47(parte2): 451-555, 1990. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v47n2/15.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

HIRUMA, S.T., PONÇANO, W.L. Densidade de Drenagem e sua Relação com Fatores Geomorfopedológicos na área do Alto Rio Pardo, SP e MG. Ver. IG, São Paulo, 15 (1/2), 49-57, jan-dez 1994. Disponível em: <<http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/rig/v15n1-2/v15n1-2a05.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

IBGE. Consultado em Junho de 2010. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

INTERLICHE, P.H. & Murakami, L.A. Voçorocas: motomecanização e manejo adequado garantem recuperação de terras. Revista Casa da Agricultura. Campinas: CATI, n.º. 2 abr./mai./jun. 2010. p.24-25. (ISSN 0100—6541).

LEPSCH, IGO FERNANDO, 1937, coord. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Por I. F. Lepsch, R. Bellinazzi Jr., D. Bertolini e C. R. Espíndola. 4ª aproximação. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M.I. Coordenadores. Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água. Campinas, CATI, 1994.(vol. I, II, III, IV e V).

MARDEGAN, C. M. & JUNQUEIRA, C. D. S. Restauração De Matas Ciliares. Revista Casa da Agricultura. Campinas: CATI, n.º. 2 abr./mai./jun. 2010. p.22-23.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 1 nov. 2010.

MOCHIZUKI, P.S.; BRESSANE, A.; DALFRE, G.; BIERAS, A.R.. Estudos Climáticos como subsídio à política municipal de desenvolvimento do município de Tatuí (SP). Estudos Geográficos, Rio Claro, 4(2): 115—132 dezembro - 2006 (ISSN 1678—698X).

MONTOLAR-SPAROVEK, R.B.; VIDAL-TORRADO, P; SPAROVEK, G. Erosão em sulcos, entressulcos e voçorocas em uma microbacia de Piracicaba (SP) intensivamente cultivada. Sci. agric. 56(4) Piracicaba Oct./Dec. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161999000400013>. Acesso em: 16 nov. 2010.

MOTA, V. A. Integração Lavoura – Pecuária – Floresta na recuperação de pastagens degradadas no norte de Minas Gerais. 2010. 112p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2010.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M. & CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas, Instituto Agrônômico/EMBRAPASolos. Campinas. 1999. 64p.

PERROTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.et al. Mapa Geológico de São Paulo, Escala 1:750.000, SIG. São Paulo, 2005 (Convênio CPRM/Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 15/08/2010.

SAVASTANO, S., COSTA, C., DRUGOWICH, M. I. Termo de Referência para Execução de Pesquisa Adaptativa em Pastagens Degradadas. Campinas: CATI, 2001. 19p.

SEADE. Consultado em Julho de 2010. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/imp/index.php?page=tabela>

SWART, S. Mudanças climáticas e planejamento regional nos setores da Depressão Periférica e Planície Litorânea do Estado de São Paulo: comportamento dos parâmetros térmicos e hídricos no período de 1955-1997. 1999. 22f. Trabalho de conclusão de curso – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

WUTKE, E.B.; TRANI, P.E.; AMBROSANO, E.J.; DRUGOWICH, M.I. Adubação verde no Estado de São Paulo. Campinas: CATI, 2009. 89p. (CATI. Boletim Técnico, 249).

10. AGRADECIMENTOS

Zacharias Nunes Rolim, engenheiro agrônomo, graduado pela Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), atuou na Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, exercendo diversos cargos na CATI, na região de Sorocaba. Foi também assessor da presidência da Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). Foi secretário do município de Tatuí, ocupando a pasta de Agricultura.

Este trabalho surgiu da demanda de sua secretaria e do seu reconhecimento quanto ao potencial dos técnicos da CATI em executá-lo. É verdade que houve uma pausa no curso das coisas, uma trégua. A Bíblia nos fala de quão curta é a nossa passagem pelo mundo:

“Digo-vos que não sabeis o que acontecerá amanhã. Porque que é a vossa vida? É um vapor que aparece por um pouco e depois se desvanece” (Tiago 4:14).



Ou seja, nos poucos anos de estada na terra deveremos marcar a nossa presença, fazer tudo aquilo que nós nos propusemos realizar e, de maneira melhor, contribuir de alguma forma para a melhoria das condições de vida da humanidade.

Encerrada a questão com a Prefeitura, continuamos um ao lado do outro, sem encontrar aquela palavra que cederia o agradecimento da alma. Quais seriam os principais colaboradores neste trabalho, sempre fiéis ao espírito pioneiro que tem norteado as iniciativas da CATI?

Apresentar considerável trabalho agrícola científico e a tarefa de procurar sintetizar em breve histórico a atuação de uma organização... A certeza de que fizemos algo mais, digno de nota e de lembrança... Talvez tenhamos apenas escrito algo novo ou participado do destino dessa cidade...

Não é necessário, pois, que as pessoas escolhidas para as tarefas sejam apenas especiais, mas que estejam sintonizadas com as incumbências atribuídas.

Um agradecimento especial pelo reconhecimento do papel do extensionista, de uma instituição; uma conseqüente revisão de padrões é tudo o que se espera com o encerramento deste trabalho. Soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável, ferramenta e meio de atuação do profissional na obtenção da melhoria da qualidade de vida das pessoas.

In memoriam