

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ, CASCAVEL – PR.**

JOSE FRANCISCO DE GOIS

**CASCAVEL
JULHO/2008**

JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

**DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ, CASCAVEL – PR.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração **Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**.

Orientador: Prof^o. Dr. Benedito Martins Gomes

CASCAVEL

JULHO/2008

JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

**DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ, CASCAVEL – PR.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, **aprovada** pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Benedito Martins Gomes
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira
Centro de Ciências da Educação, UDESC

Prof. Dr. Marcio Vilas Boas
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Cascavel, 28 de julho de 2008.

Ficha catalográfica**Elaborada pela Biblioteca Central do Campus de Cascavel - Unioeste**

G557d Gois, José Francisco de
Diagnóstico do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio
São José, Cascavel – PR. / José Francisco de Gois — Cascavel, PR:
UNIOESTE, 2008.
95 f. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Benedito Martins Gomes
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do
Paraná.
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia
Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.
Bibliografia.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Solo - Uso. 3. Gestão
hidrológica. I. Gomes, Benedito Martins. II. Universidade Estadual do
Oeste do Paraná. III. Título.

CDD 21ed. 631.4

Bibliotecária: Jeanine da Silva Barros CRB 9/1362

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida;

A minha mãe Antoninha Francisca, minha avó Maria e avô Joaquim, pelas possibilidades dadas em vida;

As outras pessoas da minha família, pela força;

Aos meus professores, pelo conhecimento transmitido;

A prof^a. Mafalda Nesi Francischetti, pelo companheirismo e acreditar em mim;

A Prof^a. Simone Damasceno Gomes, primeiro contato da pós, pelas dicas de caminhos a seguir;

Ao Prof^o. Moisés Ferreria de Queiroz, meu primeiro professor da pós, pelas ajudas durante a caminhada no curso;

Ao Prof^o. Marcio Antonio Vilas Boas, pelas dicas durante a pesquisa;

Ao Prof^o Benedito Martins Gomes, orientador, pela oportunidade, paciência e dedicação de tempo;

As instituições que colaboraram durante a pesquisa;

A todos os que colaboraram neste período de estudo e crescimento intelectual;

*O sucesso de nossa vida depende de
nossa saúde, e a nossa saúde, por
sua vez depende de nossa
alimentação.*

Tobias Korb

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE EQUAÇÕES	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 A Paisagem	4
2.2 A Produção do Espaço	7
2.3 O Uso do Solo	9
2.4 Tipos de Uso do Solo	12
2.5 Bacia Hidrográfica	13
2.6 A Importância da Caracterização de uma Bacia Hidrográfica para seu Planejamento	15
2.7 Sensoriamento Remoto	17
2.8 Área de Preservação da Mata Ciliar	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Caracterização da Área de Estudo	24
3.2 Obtenção, Tratamento e Geração dos Dados	25
3.3 Classificação dos Usos do Solo, Características Físicas e Geomorfológicas	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 Caracterização Física	36
4.2 Caracterização da Geomorfologia	42
4.3 Classes de Uso do Solo na Bacia do Rio São José – Cascavel – PR51	
4.4 Relação da Geomorfologia com as Classes de Uso do Solo	62
4.5 Relação da Área de Reserva de Mata Ciliar com as Classes de Uso do Solo	71

4.6	Relação da Declividade com as Classes de Uso do Solo	80
5	CONCLUSÕES	89
	REFERÊNCIAS.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Representação esquemática das áreas de preservação legal ao longo de um curso hídrico.....	22
Figura 2 -	Localização da área de estudo.	24
Figura 3 -	Diagrama das fases de desenvolvimento e geração do mapas...27	
Figura 4 -	Identificação de áreas com manchas urbanas.....	28
Figura 5 -	Identificação de áreas com cultivo temporário.....	29
Figura 6 -	Identificação de áreas com pastagens.....	29
Figura 7 -	Identificação de áreas de cobertura florestal.	30
Figura 8 -	Identificação de áreas de uso administrativo, moradia e armazenamento da propriedade.....	30
Figura 9 -	Representação do cálculo do Índice de Conformação.....	32
Figura 10 -	Representação do cálculo do Fator de Forma.....	33
Figura 11 -	Representação da classificação das ordens dos rios.	34
Figura 12 -	Representação do cálculo de densidade de cursos hídricos.	35
Figura 13 -	Área da bacia do rio São José, Cascavel – PR.	37
Figura 14 -	Classificação das ordens dos rios.....	38
Figura 15 -	Mapa hipsométrico da bacia do rio São José, Cascavel – PR.....	40
Figura 16 -	Mapa da declividade da bacia do rio São José, Cascavel – PR. .41	
Figura 17 -	Geomorfologia da bacia do rio São José, Cascavel – PR.....	43
Figura 18 -	Mapa das áreas de encostas muito suaves e planícies aluvionar da bacia do rio São José, Cascavel – PR.....	44
Figura 19 -	Mapa de áreas de encostas escarpadas da bacia do rio São José, Cascavel - PR.	46
Figura 20 -	Mapa de áreas de encostas muito suaves com vertentes retilíneas e irregulares da bacia do rio São José, Cascavel – PR.	47
Figura 21 -	Mapa de encostas intermediárias com vertentes irregulares da bacia do rio São José, Cascavel – PR.....	48
Figura 22 -	Mapa de áreas de encostas íngremes da bacia do rio São José, Cascavel - PR.	49

Figura 23 - Mapa das áreas de topos de morro da bacia do rio São José, Cascavel – PR.	50
Figura 24 - Classes de uso e ocupação do solo da bacia do rio São José, Cascavel - PR.	52
Figura 25 - Áreas de Atividades Urbanas na bacia do rio São José, Cascavel – PR.	53
Figura 26 - Áreas com atividade intensas dentro da propriedade.	55
Figura 27 - Áreas com culturas temporárias da bacia do rio São José, Cascavel – PR.	57
Figura 28 - Áreas com pastagem na bacia do rio São José, Cascavel – PR.	59
Figura 29 - Cobertura florestal da bacia do rio São José, Cascavel – PR.	61
Figura 30 - Relação da geomorfologia com áreas urbanas.	63
Figura 31 - Relação da geomorfologia com áreas de atividades intensas na propriedade.	65
Figura 32 - Relação da geomorfologia com áreas de cultivo temporário.	66
Figura 33 - Relação da geomorfologia com áreas de pastagem.	68
Figura 34 - Relação da geomorfologia com áreas de coberturas florestais. ..	70
Figura 35 - Área destinada à reserva de mata ciliar.	72
Figura 36 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas de atividade urbanas.	73
Figura 37 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas de atividade intensas e administrativas na propriedade.	75
Figura 38 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas cultivos temporários.	76
Figura 39 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas pastagem.	78
Figura 40 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas de mata.	79
Figura 41 - Relação da declividade com áreas de atividade urbanas.	82
Figura 42 - Relação da declividade com áreas de atividade intensas na propriedade rural.	83
Figura 43 - Relação da declividade com áreas cultivo temporário.	84
Figura 44 - Relação da declividade com áreas de pastagem.	86
Figura 45 - Relação da declividade com áreas de cobertura florestal.	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Relação entre largura de rio e largura mínima da faixa de matas ciliares a preservar.....	22
-------------------	---	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Equação do cálculo do Índice de Conformação.....	32
Equação 2 - Equação do cálculo do Índice de Compacidade	33
Equação 3 - Equação do cálculo do Fator de Forma.	33
Equação 4 - Equação do cálculo da densidade de cursos d`água.....	34
Equação 5 - Equação do cálculo da densidade de drenagem.	35

RESUMO

O uso do solo é um espaço ocupado pelo homem, onde desenvolve-se um conjunto de atividades de uma sociedade, englobando áreas urbanas e rurais. Com o desenvolvimento econômico, este tema é cada vez mais estudado, com o enfoque em comum: a qualidade da água. O objetivo deste trabalho baseia-se na elaboração de um diagnóstico do uso e ocupação do solo da bacia do rio São José, município de Cascavel, PR, como subsídio para a avaliação da paisagem, servindo de ferramenta à gestão e adequação da área para captação de água, já que a área é considerada potencial futuro para o abastecimento do município de Cascavel – Pr, não existindo nenhum estudo de caracterização da mesma. Utilizou-se imagens de satélites e cartas topográficas da área e aplicando técnicas de geoprocessamento, com os softwares ArcView e Spring, determinou-se a área da bacia hidrográfica (143,8 km²) e as características dos fatores físicos, que demonstraram uma área com densa rede de drenagem com grande tendência para picos de cheias. Ela apresenta seis tipos geomorfológicos: encostas muito suave e planícies aluvionar (11%), encostas escarpadas (10,9%), encostas muito suaves com vertentes retilíneas e irregulares (34,8%), encostas intermediárias com vertentes irregulares (14,8%), encostas íngremes (28,9%) e áreas de topos de morro (2,1%), todos com formações de Latossolo e a presença de basalto. Encontrou-se cinco classes de uso do solo: áreas de pastagens (31,3%), cultivo temporário (43,5%), atividade urbanas (1,7%), áreas com atividade intensas e administrativas na propriedade rural (1,7%) e áreas com cobertura florestal (21,6%). Construiu-se uma análise comparativa entre as Classes de Uso do Solo *versus* Geomorfologia, onde se verificou que as atividades desenvolvidas podem comprometer a qualidade da água, pois potencializam a degradação geomorfológica. Na relação Classes de Uso do Solo *versus* Declividade constatou-se que nas áreas de maior declividade se desenvolvem atividades não compatíveis com a mesma, devendo ocorrer um replanejamento. Na comparação do Uso do Solo com a Lei número 4771 (1965), do Código Florestal Brasileiro, vê-se que áreas de preservação permanente estão muito degradadas, sendo invadida pela atividade pecuarista e cultivo temporário, aumentando o assoreamento no leito do rio. Desta forma, como a bacia hidrográfica é potencial futuro para abastecimento humano, existe a necessidade de monitoramento e um replanejamento das atividades e a elaboração de projetos para a recuperação da mata ciliar, evitando o assoreamento dos cursos hídricos e garantindo a qualidade da água, possibilitando o consumo de forma segura.

Palavras-chaves: Sistemas de informação geográfica, uso do solo, gestão hidrológica.

ABSTRACT

DIAGNOSYS OF USE AND OCCUPATION OF SOIL IN THE SÃO JOSÉ RIVER HYDROGRAPHIC BASIN, CASCAVEL - PR.

The use of soil is understood as a space that is being occupied by man, developing a set of activities of production and reproduction of a society, involving both urban and agricultural areas. Due to the economic development of the last few years, this subject has been studied more and more with a common concern: the quality of water. The objective of this paper is based on the elaboration of a diagnosis of the use and occupation of the soil of the São José river basin, in the city of Cascavel, PR, as a subsidy for the evaluation of the landscape, serving as a tool to the management and adequacy of the area for captation of water to human consumption. This study is of great importance, since the area is considered potential future supplying source for the city of Cascavel – Pr. No study of the characterization of this hydrographic basin has been carried out so far. Satellite pictures and topographical letters of the area have been used and geoprocessing techniques provided by softwares ArcView and Spring have also been used. Initially, it was carried out the delimitation of the basin, the geomorphologic characterization of the physical factors of the use of the soil and types. The total area of the hydrographic basin is of 143,8 km². The characteristics and physical indicators of the basin had demonstrated that the studied area presents a dense net of draining with great trend for peaks of overflow. The area presents six geomorphologic types: steep hillsides very soft and plains to alluvial (11%), hillsides (10.9%), very soft hillsides with rectilinear and irregular sources (34.8%), intermediate hillsides with irregular sources (14.8%), steep hillsides (28.9%) and areas of tops of mount (2.1%), all with formations of The Podzolic Latosol and the basalt presence. As to the definition and characterization of the uses of the soil of the basin it was evidenced the existence of five classes: areas of pastures (31.3%), temporary culture (43.5%), which are the predominant types of use, urban activity (1.7%), areas with intense administrative activity in the country property (1.7%) and forest-covered areas (21.6%). With these data, a comparative analysis was build up to compare the classes of use of the soil versus Geomorphology, where it has been verified that the developed activities can jeopardize the quality of the water, therefore maximize the geomorphologic degradation. For the relation Classes of Use of the soil versus Declivity it was verified that where there are areas of bigger declivity there are activities that are not compatible with it, requiring replanning. In the comparison of the Use of the soil with Law number 4771 of 1965, of the Brazilian Forest Code, it was evidenced that the areas of permanent preservation are very degraded, being invaded for the cattle raising activity and temporary culture, increasing the sand accumulation in the riverbed. In such way, as the hydrographic basin is potential future supplying source for human use, there is a need of monitoring and replanning the activities as well as the elaboration of projects that recover the ciliar bush, so that it prevents the

sand accumulation of the hydric courses, and guarantees the quality of water, making it possible consumption of water in a safe way.

Keywords: Systems of Geographic Information, Use of the Ground, Hydrological Management.

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1960, implanta-se no Brasil um modelo de produção agrícola e industrial, totalmente inadequado em relação à preservação do meio ambiente, mas é esse o modelo econômico desenvolvido no país e que foi impulsionado nos anos seguintes.

O modelo agrícola implantado no Brasil pode ser considerado extremamente predatório, pois tinha como primeiro objetivo a abertura de novas áreas de produção agrícola, sem a preocupação com o que essa ocupação desordenada do solo poderia resultar.

Atualmente, quando se desenvolvem estudos sobre o uso e ocupação do espaço, busca-se inicialmente obter informações que estejam ligadas a toda sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que revestem o solo de uma referida área, principalmente em relação aos recursos hídricos.

Segundo LIMA, ROSA & FELTRAN FILHO (1989), a expressão "uso do solo" pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem.

De acordo com a história destes tipos de estudos, as primeiras classificações de uso do solo baseavam-se estritamente em trabalhos de campo. Porém, a partir de década de 1950, já há um grande número de pesquisadores dedicando-se à identificação detalhada de culturas agrícolas pautadas em fotografias aéreas (STEINER, 1970).

Com a chegada das imagens orbitais, na década de 1970, o mapeamento do uso e ocupação do solo ganhou um importante e poderoso instrumento de auxílio.

Com o passar dos anos o desenvolvimento e a expansão da sociedade pelo território, esse tipo de trabalho ganhou grande importância, pois a partir dos meios tecnológicos auxiliava na compreensão dos padrões de organização do espaço, cada vez mais alterado pela ação do homem e pelo seu desenvolvimento.

Esta importância se afirma quando os estudos de caracterização física do solo começam a ser utilizados como ferramenta para o planejamento de ações futuras no espaço habitado pelo homem, voltado à manutenção ou recuperação de áreas ambientais, principalmente voltado a mananciais, tanto para abastecimento direto quanto para sua conservação.

Para que este tipo de trabalho tenha uma aplicação real, é necessária a atualização constante dos registros, para que suas tendências possam ser analisadas e fornecerem subsídios às ações do planejamento regional (ROSA, 1990).

Verifica-se que o conhecimento atualizado das formas de utilização e ocupação do solo e o seu uso histórico de desenvolvimento, têm constituído um fator imprescindível ao estudo dos processos que se desenvolvem no espaço, tornando-se de fundamental, na medida em que os efeitos do mau uso do solo causam a deterioração no meio ambiente.

Na medida em que esses efeitos começam a ser amplificados, como os processos de erosão, inundações, assoreamentos, diminuição da mata ciliar entre outros, o levantamento das características desse uso é de grande importância, pois, a partir de uma série de levantamentos, podem ser analisadas as suas causas e evolução.

Para se efetuar este tipo de estudo, atualmente as imagens de satélites se mostram muito eficientes, uma vez que para a geração de mapas ela é um dos instrumentos que mais auxilia com informações precisas e de fácil interpretação.

Com o desenvolvimento econômico dos últimos anos este tipo de estudo tem sido cada vez mais necessário, pois, independente da área que se apresenta o trabalho, todas revelam uma única tendência “a água é um dos recursos mais intensamente utilizados pelo homem e cujo uso vem crescendo com o aumento da população, do consumo per capita, do desenvolvimento industrial e de outras atividades humanas” (ANDREOLI, 2003).

O abastecimento de água da cidade de Cascavel, PR é feito a partir da captação de água no rio Cascavel, cujas nascentes localizam-se na área urbana do município.

A bacia hidrográfica do rio Cascavel localiza-se na sua maior parte em área urbana, contendo um lago artificial e cercado por atividades urbanas

diversificadas. Na área rural da bacia, que é menos extensa, encontra-se intensa atividade agrícola e agro-industrial.

De acordo com as estimativas de crescimento da cidade, a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) está prevendo obter mais uma área de captação para abastecimento da cidade de Cascavel. Para isso, ela ganhou outorga para a captação de água do rio São José. Por este motivo, é necessário um diagnóstico e o monitoramento desta bacia para o levantamento e acompanhamento da quantidade e qualidade da água de seus mananciais.

É necessária a caracterização fisiográfica e o levantamento de dados de uso e ocupação do solo da bacia, visualizados através de mapas temáticos das áreas com os diversos tipos de exploração, vegetação nativa, matas ciliares, área degradadas, entre outras identificações possíveis.

Para isso, a aplicação de técnicas de geoprocessamento, usando *softwares* específicos se mostram eficientes e uma forma de melhorar e ampliar as informações, o que vai resultar em um trabalho com um direcionamento mais preciso na resolução dos problemas detectados na área.

Assim, este estudo poderá servir como base e orientação para ações e planejamento de uso e ocupação nesta bacia, estabelecimento de procedimentos para recuperação e manutenção das condições geoambientais e dos recursos hídricos, bem como uma ferramenta para que se efetue com segurança a captação de água para o abastecimento da população.

O objetivo do presente trabalho fundamenta-se na elaboração de uma análise do uso e ocupação do solo da bacia do rio São José, no município de Cascavel, PR, como subsídio para a avaliação da paisagem, cobertura vegetal, áreas de preservação permanente e identificação dos vários usos da terra, servindo de ferramenta à gestão e adequação, para captação de água para o consumo humano.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O crescimento econômico, tanto no meio rural como no meio urbano, que ocorreu no Brasil, foi drástico, principalmente quando considerado do ponto de vista ambiental, pois as novas técnicas agrícolas utilizadas, nos últimos tempos, têm causado um grande impacto na biodiversidade ambiental. Segundo SILVA, BRITES & SOUZA (1999), há “falta de um planejamento real, que tenha como base o conhecimento dos recursos naturais”.

Além do impacto que as indústrias causam, os impactos ocasionados pela agropecuária devem ser considerados da mesma forma, já que, em alguns casos, seus impactos são muito mais graves que os industriais. SILVA, BRITES & SOUZA (1999) relata, também, que com a introdução da atividade agrícola, existe a adaptação das terras, o que pode mudar as características físicas dos solos.

Um dos principais impactos que ocorre com esta atividade, está relacionado com a degradação da mata ciliar que, conseqüentemente, está relacionada com a qualidade do corpo hídrico. Para se realizar um estudo relacionado a este assunto, caracterização fisiográfica, é necessário que se conceituem alguns dos elementos que fazem parte e estão inseridos em uma bacia hidrográfica como a paisagem, produção do espaço pela atividade humana, uso e ocupação do solo,

2.1 A Paisagem

A ciência da paisagem é um ramo relativamente novo da ciência. As primeiras pesquisas que enfocaram paisagem como elemento central datam da

década de 1960; desde então, a ciência da paisagem passou a fazer parte dos estudos e projetos em várias áreas de planejamento.

Atualmente, o estudo da paisagem está integrado ao planejamento regional em diversos países sendo, inclusive, fator determinante na implantação ou não de um projeto ou obra de engenharia. Seu emprego pode revelar informações intrínsecas por meio de mapas temáticos gerados a partir de imagens orbitais; assim, o estudo da paisagem pode ser considerado um recurso que permite avaliar a qualidade visual ou cênica de uma região com rapidez e eficácia, quando aliada às técnicas de sensoriamento remoto, podendo, ainda, ser viável econômica e tecnicamente, nas questões de planejamento urbano e regional e de uso racional do solo.

A paisagem definida por LAURIE (1976), é um espaço de grande importância nos estudos de planejamento urbano e regional, quando visto ou descrito em termos de suas características fisiográficas e ambientais relacionadas com os impactos antropogênicos. Para VILLOTA (1991) a paisagem é a unidade fundamental e básica para definir os diversos tipos de solo existentes. Podendo, a partir daí, utilizar o estudo da paisagem como subsídio para a definição de usos e ocupação do solo. FORMAN & GODRON (1986) definem a paisagem como uma superfície geográfica heterogênea, constituída por um grupo de ecossistemas que se repetem apresentando padrões semelhantes.

Para cada situação, devem-se observar os padrões típicos nos quais se apresentam os componentes da paisagem, ou seja, os diferentes arranjos possíveis entre os mosaicos formados pela combinação de formas superficiais do terreno, aspectos bióticos e intensidades diferenciadas de ações antrópicas. É a partir deles que se criam parâmetros para o equilíbrio existente entre os elementos da paisagem.

Atualmente, além dos mapas temáticos em diversas escalas, outras fontes de informação cartográfica são preconizadas para a avaliação da paisagem, entre elas as imagens obtidas por sensores a bordo de satélites, as fotografias aéreas, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a modelagem e os modelos fractais, estes últimos referentes ao processamento digital de imagens (ROCHA, 1995; PORTO, 1999).

PIRES (1993) afirma que, nos últimos vinte e cinco anos, consagrou-se, principalmente na Europa e América do Norte, o processo institucional do planejamento da paisagem, cujas etapas técnicas ou científicas passaram a exigir o desenvolvimento de estudos sobre a paisagem. Também enfatiza a importância desse estudo, relacionando-o à crescente demanda social pelos valores ambientais pelas qualidades cênicas e naturalísticas da paisagem.

NAVEH & LIEBERMAN (1994) afirmam que o planejamento paisagístico deve unir-se ao ecológico, como parte integrante, salientando a necessidade de avaliação quantitativa do impacto total do uso do solo e sua específica e necessária utilidade na paisagem. Asseguram, ainda, que a integração da paisagem como variável do meio físico passou a ser uma necessidade urgente a ser tratada e seu estudo e valoração deve ser prévio a qualquer projeto de planejamento de usos do solo.

Segundo CANTERAS (1992), os métodos de avaliação da paisagem variam desde aqueles baseados nas considerações estéticas, portanto subjetivos, até os métodos por meio dos quais se pretende avaliar, objetivamente, a qualidade da paisagem, mediante seus componentes.

Segundo o autor acima, existem várias classificações dessas metodologias, em função dos critérios empregados ou dos sistemas de medida ou, ainda, da participação de usuários.

O Método Indireto das Componentes da Paisagem é aplicado por meio da análise dos componentes físicos (meio abiótico: água, topografia), dos componentes biológicos (meio biótico: vegetação, fauna) e dos componentes antrópicos (uso do solo). Tais componentes devem ser apreciados por meio de unidades regulares (malha reticulada) ou unidades irregulares (em função de um componente definidor da paisagem, por exemplo).

Os métodos de avaliação da paisagem diferem entre si em vários aspectos, relacionados à sua aplicação, finalidade e resultado. Em termos de objetividade, os métodos ditos indiretos, isto é, aqueles nos quais a paisagem é avaliada a partir de seus componentes, são os que menos expressam valores subjetivos, sendo por isso mais fáceis e amplamente aplicados na avaliação paisagística.

2.2 A Produção do Espaço

O conceito de espaço resulta da prática social de produção e reprodução na conjuntura da divisão social do trabalho. Toda sociedade necessita de um território para viver, com a divisão social do trabalho esse território é estruturado em espaço. Atividades, isto é, processos de produção e reprodução requerem uma localização e, entre essas localizações, se estabelece uma interconexão de acordo com a interação entre aquelas atividades. Essa interconexão é a própria base, parte constituinte do espaço e define como este está estruturado.

A mais simples representação do espaço é o “espaço matemático”. Em matemática o espaço é definido pelo modo segundo o qual as distâncias entre pontos são medidas: uma métrica. Em outros termos, ele é formado por pontos relacionados entre si de uma maneira específica, descrita pela métrica que o define. Este princípio está intimamente relacionado aos programas que trabalham com sistemas de informação geográfica (SIG), pois, a partir de vários pontos, tem-se uma área, que está localizada em uma paisagem na superfície terrestre.

Localização e espaço são definidos simultaneamente, a matéria constitutiva é o conjunto de relações entre as localizações nele contidas, e a especificidade consiste na maneira específica pela qual as localizações são relacionadas entre si.

A expressão “produção do espaço”, provavelmente cunhada por Lefebvre no final dos anos 1960, visa responder aos processos de reprodução das relações capitalistas de produção. Para LEFEBVRE (1974) o espaço refere-se, de modo geral, ao lugar onde as relações capitalistas se reproduzem e se localizam com todas as suas manifestações de conflito e contradições. Embora o autor tenha contribuído para análise espacial ao incluir a idéia de produção do espaço na tese reproducionista, esta não representou, de acordo com SMITH (1988) uma ruptura radical com a tradição marxista clássica,

principalmente [...] quando se trata da produção da natureza e a relação existente entre natureza e espaço.

O espaço revelava no conteúdo de suas formas as mesmas contradições que o produziram. Essas, por sua vez, geravam também as condições de reprodução das relações sociais. Nesse sentido, o espaço é resultado e, ao mesmo tempo, condição da reprodução social. Em outras palavras, o espaço consiste em um “efeito” que se transforma em “causa” ou um resultado que se transforma em processo.

Essas causas e efeitos, que estão relacionados com as atividades humanas, produzem transformações na paisagem e nos elementos que a constituem. Um dos elementos mais atingidos por estas mudanças é o relacionado aos cursos hídricos, pois as ações antropogênicas resultam em alterações no ciclo hidrológico.

Para SANTOS (1991), a idéia central da interpretação da produção espaço situa-se na combinação simultânea entre a forma, a estrutura e a função. Isso porque, “os movimentos da totalidade social modificando as relações entre os componentes da sociedade, alteram processos e incitam funções”. Essa totalidade social, crê o autor, pressupõe a existência de um movimento dialético da estrutura que opera sobre as formas e funções, fazendo com que os lugares tornem-se combinações de variáveis que se diferenciam ao longo do tempo.

No mundo concreto em que as sociedades vivem, tanto as localizações como as relações entre elas (espaço econômico) precisam se materializar, e para tanto, precisam ser produzidas. As localizações se transformam em extensões finitas, delimitadas, de território, cuja expressão elementar é a forma jurídica de propriedade: uma porção de terra, uma área construída (fábrica, habitação, escritório, etc.), materializada em uma superestrutura assentada sobre, abaixo ou acima da superfície terrestre.

Do mesmo modo, as relações que constituem o espaço econômico são caminhos, estradas, fios, cabos, tubulações, antenas, satélites, etc., pelos quais objetos materiais e pessoas podem ser transportados de uma localização a outra. São estruturas físicas e devem ser construídas para existirem. Somente assim a distância entre duas localizações, a estrutura do espaço e, em última análise, o próprio espaço, se materializa.

Essa transformação do espaço de natural para uma área com atividades antrópicas gera a fragmentação dos ambientes, antes naturais e, de acordo com SHIDA & PIVELLO (2002), acabam modificando as estruturas da paisagem.

Toda esta produção do espaço, que está relacionado com a atividade humana, tem base em um elemento natural indispensável: a utilização da água.

Segundo ANDREOLI (2003), de 1900 a 2000, o consumo total de água nas atividades humanas passou de pouco mais de 500 quilômetros cúbico/ano para mais de 5000 quilômetros cúbico/ano. O acréscimo mais significativo está relacionado com a atividade agrícola, que consome hoje mais de 3000 quilômetros cúbicos/ano, representando 70% da água consumida em todo o planeta; a indústria representa o segundo maior consumidor de água do planeta, representando em torno de 25% do consumo total na atualidade.

Estas duas atividades: indústria e agricultura são as atividades humanas que mais influenciam na produção do espaço, principalmente a partir de 1940, com a introdução de várias tecnologias de produção e, com estas mudanças, muda-se também o consumo de água, tendo um aumento significativo.

2.3 O Uso do Solo

Uso do solo é o conjunto das atividades, processos individuais de produção e reprodução, de uma sociedade. Pode-se dizer que o uso do solo é o rebatimento da reprodução social no plano do espaço urbano ou rural. É uma combinação de um tipo de uso, ou seja, atividade relacionada, e de um tipo de assentamento, edificação implantada no local (SÃO PAULO, 2008).

O uso do solo, assim, admite uma variedade tão grande quanto as atividades da própria sociedade. Se categorias de uso do solo são criadas, é principalmente com a finalidade de classificação das atividades e tipos de assentamento para efeito de sua regulação e controle por meio de leis de zoneamento ou leis de uso do solo.

A regulação do uso do solo é uma instância da produção do espaço na lógica do Estado e do mercado. As localizações resultantes da produção do espaço são colocadas no mercado para seu uso ser definido pela competição entre as atividades individuais sujeita à regulação do Estado por instrumentos de planejamento, entre os quais, as leis do uso do solo.

SHIDA & PIVELLO (2002) acreditam que 80% das mudanças na diversidade da paisagem são explicadas pelo padrão de distribuição espacial dos seus elementos e pelo tipo uso efetuado nas terras.

As leis de uso do solo são essencialmente empíricas e variam segundo a sociedade e o seu estágio de desenvolvimento. Juntamente com a construção de infra-estruturas, constituem os principais meios de intervenção do Estado na organização espacial, mediante o planejamento urbano.

Na sociedade de elite e seu padrão de urbanização, a regulação do uso do solo é exercida sobre uma porção restrita do espaço da aglomeração urbana e nas porções remanescentes constituem assentamentos informais.

O valor de uso de uma localização se altera constantemente com a transformação do espaço urbano: o uso do solo é constantemente sujeito à obsolescência de seu capital fixo. O processo de obsolescência comanda o processo de transformação do uso do solo, do mesmo modo que comanda a substituição das técnicas de produção, materializada no capital fixo de um processo de produção qualquer.

Na literatura científica, encontram-se estudos referentes ao uso e ocupação do solo para as mais variadas finalidades, mas tidos como expressão da importância que têm as atividades que se desenvolvem em determinadas regiões e o seu devido planejamento.

BARROS *et al.* (2007) elaboraram um estudo para a adequação do uso do solo, no município de Maringá - PR, desenvolvendo uma carta de aptidões para o uso do solo do local estudado. Assim, esse estudo serviu como subsídio para a melhoria no planejamento do uso do solo da região, usando técnicas de geoprocessamento.

PISSARRA, POLITANO & FERRAUDO (2007) também adotaram método similar quando elaboraram a avaliação das características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do Córrego Rico em Jaboticabal - SP.

Estes pesquisadores avaliaram as características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo em microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude, em Latossolo vermelho-escuro e Argissolo vermelho-amarelo, com vistas ao planejamento agroambiental da bacia hidrográfica do Córrego Rico.

Para organizar o trabalho, eles se basearam em fotografias aéreas, pancromáticas, verticais, na escala 1:35.000 da região administrativa de Ribeirão Preto – SP e, com técnicas de fotointerpretação, foram traçadas a rede de drenagem e as respectivas microbacias hidrográficas, e obtiveram a possibilidade de determinar as variáveis a serem estudadas. Assim, conseguiram elaborar subsídios para a adequação da agricultura nos latossolos e a pecuária e, ou, reflorestamento nos Argissolos.

MARTORANO *et al.* (2007) desenvolveram o zoneamento agroecológico da quadrícula de Ribeirão Preto - SP, localizada entre as coordenadas de 21°00'S a 21°30'S e 47°30'W a 48°00'W, com base em características de solo, relevo e clima, utilizando-se de um Sistema de Informações Geográficas.

A partir do cruzamento de informações das características de solo, relevo, clima e o regime térmico-hídrico ele pode identificar os principais tipos de uso e ocupação do solo da área estudada, podendo os identificar por meio de um mapeamento, e, a partir das informações geradas, possibilitou o desenvolvimento do zoneamento agroecológico da área, podendo elaborar o planejamento para o uso da terra.

A partir destes estudos, verifica-se que, quando se pretende planejar áreas ou simplesmente analisá-las, independente da finalidade, os trabalhos que tratam do uso e ocupação do solo se mostram de grande importância, pois a partir deles existem subsídios para uma melhor gestão das áreas.

Para que os estudos de uso e ocupação do solo possam ter dados confiáveis, as visitas a campo são imprescindíveis. São elas que irão sanar dúvidas ou confirmar informações representadas em fotos e imagens de satélite.

LATUF & BANDEIRA (2007), quando elaboraram um estudo utilizando cartas imagens para aplicação no monitoramento do uso do solo no ensino médio de geografia, utilizaram as visitas a campo como forma de compreensão

dos seus alunos sobre o que estava sendo mostrado nas imagens e a confirmação das informações com visitas em alguns pontos.

BORGHETTI (2006) também utiliza a caracterização do uso do solo a partir de técnicas de geoprocessamento na bacia do rio das Antas, no município de Cascavel - PR.

Em DALCUMUNE & SANTOS (2007), também é possível encontrar explicitada a importância do trabalho de campo, quando os autores efetuaram o mapeamento de índice de risco de incêndio para a região de Vitória - ES, utilizando imagens do satélite LANDSAT para o ano de 2002 e citam que a visita a campo lhes permitiu constatar diversas variáveis da região de estudo que já tinham sido identificadas nas imagens, o que contribuiu para o direcionamento das conclusões dos seus estudos.

Na pesquisa desenvolvida por SANTOS *et al.* (2007), utilizando imagens CBERS-2/CCD no mapeamento das áreas irrigadas e estimativa da demanda hídrica bruta no projeto de irrigação do Vale do Gortuba, Janaúba - MG, todo o trabalho esteve atrelado a visitas a campo nas áreas estudadas. Segundo os pesquisadores, o objetivo de se fazer visitas a campo era verificar as características e a ocorrência das feições imageadas, assim como elucidar dúvidas advindas da fase preliminar de fotointerpretação.

2.4 Tipos de Uso do Solo

No desenvolvimento e análise do mapeamento dos tipos de uso do solo pode-se utilizar a classificação proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006). Nesta classificação ocorre a divisão do uso do solo em duas tipologias e, a partir delas, foram propostas as seguintes divisões: áreas antrópicas agrícolas, áreas antrópicas não-agrícolas e áreas de vegetação natural.

As áreas agrícolas antrópicas, segundo IBGE (2006), são as utilizadas para a produção de alimentos, fibras e outros *commodities* do agronegócio. Para estas áreas define-se uma divisão para os vários usos do solo:

- Lavoura permanente: áreas com cultura em que o ciclo de produção é longo e existe a possibilidade de colheitas sucessivas sem que haja um novo plantio a cada ano, como laranjais, bananais, cafezais, etc.
- Lavoura temporária: são as áreas em que se praticam culturas de plantas de curta ou média duração, em sua maioria com um ciclo vegetativo inferior a um ano de duração e, após a colheita, existe a possibilidade de plantio de uma nova cultura, como as áreas de produção de grãos (soja, milho, trigo, etc).
- Pastagens plantadas: são as áreas em que se pratica a criação de gado, onde a cobertura do solo (pastagem) foi desenvolvida a partir de um plantio, geralmente de gramíneas ou leguminosas.

Outra divisão, apresentada pelo IBGE (2006), está relacionada com as formas de uso do solo, onde não se desenvolvem atividades agrícolas, como as regiões urbanizadas e as áreas de exploração mineral. Nesta divisão encontram-se as áreas urbanizadas, onde ocorre o uso intensivo do solo, encontra-se a área ocupada por edificações e sistemas viários, ou seja, existe o predomínio de elementos superfícies artificiais relacionados a atividades não agrícolas.

Em sua pesquisa, LINDNER, GOMIG & KOBİYAM (2007) utilizaram para a classificação de solo sete classes; ALVES & COSTA (2007) dividiram sua área de estudo em nove classes; BERTOLDO *et al.* (2007) dividiram a sua área de interesse em apenas quatro classes.

Verifica-se nessas pesquisas que não existe um padrão de utilização de classes no estudo de uso do solo. Ele é desenvolvido de acordo com a área de estudo.

2.5 Bacia Hidrográfica

Para caracterizar uma paisagem e analisar o uso e ocupação desta área, deve-se conhecer as suas características físicas e elaborar uma

comparação com os dados hidrológicos existentes. Desta forma, é possível ter uma noção completa dos elementos existentes na área estudada e elaborar análises bem concebidas. Porém, antes disso, é necessário lembrar que o homem está inserido em um meio natural interligado, e como fazer para delimitá-lo?

Toda a área do estudo ambiental está inserida em uma bacia hidrográfica, sendo esta uma área de delimitação muito utilizada para recortes de espaço bem definida.

FERREIRA *et al.* (2007) usam em seu trabalho a bacia hidrográfica como uma área de contribuição, que está delimitada por divisores topográficos, sendo drenada por um sistema interconectado de curso d'água. Ou seja, é uma área que está interligada através de vários cursos hídricos, além disso, é responsável pela distribuição de água para esta área.

Para COSTA *et al.* (2007) “a bacia hidrográfica, fisicamente, é uma área cujo perímetro é determinado por divisores de água e no interior da qual se apresenta uma rede de fluxos por onde se verifica a drenagem da água captada pelos divisores”. A partir destes autores, verifica-se que, além de ocorrer uma distribuição da água em uma área, uma bacia hidrográfica é responsável por delimitar por onde a água entra na área, a partir das chuvas, irá correr e com que velocidade, a partir do formato que a bacia apresenta. Esta informação é uma ferramenta importante quando se objetiva a sua conservação da área da bacia.

Em seu trabalho, MOURA *et al.* (2006) relatam que uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma área alocada por um divisor de águas e de contribuição para determinado curso d'água, nela ocorre a captação da água de precipitação que é descarregada em uma única saída, sendo esta a foz do rio principal da bacia.

PISSARRA, POLITANO & FERRAUDO (2007) considera a “bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento para a avaliação dos diferentes aspectos geomorfológicos, escoamento e aproveitamento da água e da ocorrência, uso e degradação do solo”. Desta forma, a autora expressa a importância que tem um estudo a partir da bacia hidrográfica, podendo ocorrer um planejamento nas atividades que se desenvolvem no seu interior, para que as dinâmicas naturais não sejam afetadas.

Para VILLELA & MATTOS (1975), quanto ao formato de uma bacia hidrográfica, relatam que ela é controlada por um divisor, que é uma linha que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas, e que provocam o escoamento superficial dirigido a um sistema fluvial que se encontra no interior do polígono formado por esta linha, tendo por fim um ponto de saída. Os autores apresentam ainda, uma metodologia pela qual se pode calcular alguns índices físicos da bacia.

2.6 A Importância da Caracterização de uma Bacia Hidrográfica para seu Planejamento

As atividades humanas estão ligadas direta ou indiretamente à água, e a qualidade que ela apresenta é imprescindível para que estas atividades não sejam prejudicadas.

Ela também se apresenta como elemento fundamental para os ecossistemas existentes e “possibilita a integração entre os segmentos de um ecossistema, seja natural, urbano ou rural” (ANDREOLI, 2003).

Sendo assim, ela acaba sendo um ator importante para regular os fatores climáticos, pois apresenta muitas propriedades que contribuem para que um ecossistema se desenvolva, mas o desenvolvimento acelerado da sociedade, está fazendo que, a cada dia, mais regiões do globo terrestre conheçam a escassez da água, o que até a algum tempo atrás era restrito a áreas de características áridas.

Segundo ANDREOLI (2003), as várias ações antropogênicas estão influenciando e provocando alterações no ciclo hidrológico, “o aquecimento global intensifica o ciclo hidrológico devido ao aumento da evapotranspiração e da nebulosidade”.

Este fato resulta em momentos de precipitação muito intensos com uma distribuição muito irregular, aliados a outros momentos com total falta de precipitação.

Somando-se a este fator, a retirada das matas que protegem as bacias hidrográficas são constantes, deixando o corpo hídrico totalmente exposto, e impossibilitando a infiltração de grande parte da água proveniente das precipitações, resultando em um “aumento do escoamento superficial, limitando a alimentação dos lençóis subterrâneos e das várzeas, reservas que garantem a descarga dos rios durante estiagem” (ANDREOLI, 2003).

Com o aumento do volume de água e este não tendo a oportunidade de poder se infiltrar na terra, verifica-se a formação de mais um fenômeno negativo dentro de uma bacia hidrográfica: o aumento da velocidade do escoamento, resultando na formação de áreas com erosão. Além disso, se os cursos hídricos não apresentam cobertura vegetal, ficam desprotegidos, recebendo todo o tipo de material a partir do escoamento superficial. Neste sentido, começa-se a verificar a importância que se deve dar ao planejamento de uma bacia hidrográfica, pois os fenômenos que ocorrem nela são interligados.

SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006) destacam que o planejamento de uma microbacia é indispensável, pois a partir dele existe a possibilidade de serem realizados diagnósticos que são obtidos por meio das caracterizações fisiográficas e socioeconômicas, possibilitando a identificação das práticas de uso e ocupação do solo, podendo ser realizado um replanejamento nas atividades que estão resultando em prejuízos para a bacia hidrográfica.

Para MOURA *et al.* (2006), “a caracterização de uma microbacia é fundamental para a elaboração e instalação de projetos de infra-estrutura”. Eles acreditam que com estes estudos existe a possibilidade de se prever possíveis impactos na bacia, bem como provocar um dinamismo sócio-econômico na região, pois as atividades humanas dependem da disponibilidade ou não da água.

A Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental expõe que, quando se trata de manejo de bacias, o planejamento representa a garantia de água em quantidade e qualidade. Os pesquisadores dessa Sociedade acreditam que a partir do estudo e caracterização de uma bacia e a elaboração de um planejamento, existe a possibilidade de atender às necessidades de proteção de uma bacia, pois a sua gestão será amparada por um leque de informações (SPVS, 1999).

Estes estudos de caracterização têm sua constituição facilitada com a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica, conhecidos por SIG's. Segundo PISSARRA, POLITANO & FERRAUDO (2007), "o sensoriamento remoto se constitui em fator responsável pelo sucesso e evolução da tecnologia aplicada na avaliação ambiental fundamentada no estudo dos ecossistemas naturais"

A partir das ferramentas que se constituíram, os estudos ganharam amplitude tanto em área como em quantidade de informação.

FERREIRA *et al.* (2007) destacam que "para o levantamento de rede de drenagem, pode-se utilizar uma série de técnicas de fotointerpretação". Demonstrando assim, mais uma vez, como as ferramentas desenvolvidas a partir dos SIG's auxiliam nos estudos de caracterização.

2.7 Sensoriamento Remoto

O desenvolvimento da ciência nos últimos cinquenta anos, tem trazido melhorias em várias áreas. Uma delas foi o melhoramento ocorrido na cartografia. As melhorias vieram principalmente, a partir do momento em que se começou a introduzir a digitalização na análise de dados espaciais.

Chamada de sensoriamento remoto, esta técnica de digitalização obtém informações de um objeto ou área de estudo a partir de sensores que estão acoplados a satélites, que são responsáveis pela geração das imagens.

Segundo AVERY & BERLIN (1992) e MENESES (2001) o sensoriamento remoto é uma técnica que serve para obter informações sobre objetos e áreas por meio de informações que são coletadas por instrumentos que não ficam em contato físico com os objetos que estão sendo estudados. Ou seja, são informações coletadas de uma forma em que o investigador pode ficar longe de seu objeto de estudo.

Esta coleta é feita por radiação eletromagnética, pois é uma energia que se propaga pelo vácuo. Desta forma os sensores dos satélites captam a radiação eletromagnética, transformando-a em imagens ou outros tipos de

dados da superfície terrestre, podendo, desta forma, efetuar a análise deste objeto ou área.

A utilização de câmeras fotográficas a bordo de balões, foi o princípio do que se conhece hoje como sensoriamento remoto. Em seguida, foram utilizadas câmeras fotográficas a bordo de aviões, e a evolução estava a passos largos, principalmente com o surgimento da fotogrametria.

BURTCH (2007) comenta que, embora a fotogrametria empregue sistemas fotográficos para gerar medidas, os conceitos voltam-se para a história antiga. Leonardo da Vinci em 1492 iniciou o trabalho pelo estudo das projeções perspectiva e central.

Outros cientistas continuaram com o trabalho matemático. Em 1839, Johann Heinrich Lambert, desenvolveu os princípios matemáticos das imagens perspectivas usando recessão espacial para encontrar o ponto no espaço do qual a imagem é feita.

Em 1849, usavam-se fotografias terrestres fazendo a compilação de mapas topográficos e ficou conhecido como “Pai da Fotogrametria”. Em 1858, ele experimentou adquirir fotografias aéreas utilizando como recurso para aquisição um “papagaio–pipa”. Em 1862, o uso de fotografias de Laussedat para mapeamento foi oficialmente aceito pela Academia de Ciência de Madri e tentou-se desenvolver a fotografia por balão, mas esse sistema foi abandonado pela dificuldade de obter um número suficiente de fotografias que recubrisse toda a área de interesse.

Segundo KRAUS (1992), a fotogrametria é a arte e a ciência de determinar a posição e a forma de objetos provenientes de fotografias. Sendo assim, o resultado das medidas fotogramétricas podem ser: números (coordenadas de pontos), plotagens (mapas e plantas) e imagens (fotos e imagens digitais).

Na exposição de 1867 em Paris, foi exibido o primeiro fototeodolito conhecido, bem como os seus primeiros passos para executar o levantamento fotográfico do plano de Paris. Depois, por meio de comparação, os mapas gerados se ajustaram favoravelmente a mapas compilados pelo método convencional de levantamento a campo.

Com o advento da fotografia e a habilidade de se adquirir fotos aéreas, houve um interesse na aplicação desta tecnologia para o uso militar. Na Itália,

Ignazio Porro desenhou o fotogoniômetro em 1865, tendo sido esta descoberta muito importante, pois permitiu a compreensão da distorção das lentes. Sua aproximação era de olhar para a imagem com um telescópio através de lentes de câmeras.

A partir da introdução desta tecnologia para o uso militar e das novas ferramentas que surgiram para coletas de dados no século XX, a fotogrametria teve uma evolução espantosa, pois em um curto espaço de tempo torna-se uma técnica muito evoluída e uma ferramenta de grande utilidade com ótima precisão.

A fotogrametria permite a reconstrução dos objetos e a determinação de algumas de suas feições sem tocá-los. Este método de captura da informação é conhecido como Sensoriamento Remoto.

Atualmente, ela se encontra na era digital, graças a um processo evolutivo acelerado que aconteceu no decorrer das últimas décadas. O processo fotogramétrico mais atual é conhecido como fotogrametria digital, no qual os dados (fotografias aéreas) são digitalizados e todo o processamento é realizado via computador.

Com o advento de fotogrametria digital a necessidade sobre as informações não mudou, o que mudou e continua mudando é o emprego dos métodos de processamento de imagem.

Considerando que em fotogrametria analítica o operador humano tem que capturar todos os dados manualmente, no domínio digital ele se torna tão somente um supervisor do processo de identificação semi-automática. Em decorrência da aplicação desta tecnologia digital os resultados são armazenados em bancos de dados de Sistemas de Informação Geográfico (SIG), e não mais na forma analógica em papel ou filme (BURTCH, 2007).

Nos últimos anos, teve início o emprego das imagens de satélite como forma de obtenção dos dados, uma forma mais precisa de fotos. Mas, mesmo com esta nova forma de obtenção de imagens de áreas a serem estudadas, a necessidade de obtenção de informação não mudou, mas pelas imagens de satélite se pode obter muito mais informações do que por meio de fotos aéreas.

Assim, o sensoriamento remoto entra em uma nova fase, o nível orbital, pois agora as informações são obtidas por satélites que estão em órbita da Terra.

Desta forma, a ampliação do poder de produção de informação foi largamente ampliada. O surgimento de vários ramos da informática, desenvolvendo *softwares* que codificam as imagens de satélites e que as transformam em resoluções tridimensionais possibilitou a realização de mapeamentos e estudos dos recursos naturais. Assim, o sensoriamento remoto se transformou em uma ferramenta importantíssima para a análise do que está ocorrendo na superfície terrestre, principalmente no que se refere às mudanças ambientais (LINDNER, GOMIG & KOBIYAMA, 2007).

2.8 Área de Preservação da Mata Ciliar

Conforme um dito popular as áreas de mata ciliar são para os rios como os cílios são para os olhos. GEISSLER, LOCH & RAMOS (2006) afirmam que a mata ciliar é um dos espaços protegidos que pertencem as Áreas de Preservação Permanente, que foram criadas pelo Direito Ambiental e materializadas em nosso direito positivo pelo Código Florestal, sendo uma limitação à exploração e uso de determinadas áreas da propriedade rural para qualquer uma das atividades, sejam elas extrativistas, agrícolas ou pecuárias.

Estas áreas, também, são conhecidas como áreas de preservação permanente e, de acordo com MANFRINATO (2005), são áreas protegidas nos termos dos Artigos 2º e 3º da Lei número 4771 de 1965, que podem se encontrar cobertas ou não por vegetação nativa, tendo como função de preservar os recursos hídricos. Esta lei estabelece ainda uma largura mínima para diferentes tamanhos de rios e áreas declivosas, assim como topos de morros.

Desta forma pode-se constatar que a mata ciliar é a designação dada à vegetação que ocorre nas margens de rios e mananciais. O termo refere-se ao fato de que ela pode ser tomada como um espécie de "cílio", que protege os cursos d'água. Elas formam sistemas vegetais essenciais ao equilíbrio ambiental e, portanto, devem representar uma preocupação central para o desenvolvimento sustentável.

A preservação e a recuperação das matas ciliares, aliadas às práticas de conservação e ao manejo adequado do solo, garantem a proteção de um dos principais recursos naturais: a água.

De acordo com MANFRINATO (2005) e GEISSLER, LOCH & RAMOS (2006), a mata ciliar é a formação vegetal nas margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes, ela também é conhecida como mata de galeria, mata de várzea, vegetação ou floresta ripária.

Segundo GEISSLER, LOCH & RAMOS (2006), é indispensável considerar a manutenção de matas nativas em encostas íngremes, topos de morros e de matas ciliares ao longo de rios, nascentes e lagos de represas, pois constitui uma exigência legal do Código Florestal Brasileiro ou lei 4771/1965. De acordo com os autores, o segundo artigo da lei define como áreas de preservação permanente as áreas localizadas em faixas de domínio de rios, cobertas ou não por vegetação nativa.

Assim, elas apresentam diversas funções ambientais, devendo respeitar uma extensão específica de acordo com a largura dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes.

Conforme MANFRINATO (2005), a Lei 7511 de 1986 modificou os limites das florestas de preservação permanente que, ao longo dos cursos d'água, passava a ser de, no mínimo, 30 m. Em 1989, essa lei foi revogada pela lei 7803 que, além de manter os 30 metros como largura mínima para a proteção de cursos d'água e para as áreas de proteção das nascentes como sendo de um raio mínimo de 50 m faz uma alteração significativa no artigo 19 da lei 4771/1965.

Assim, de acordo com os autores têm-se as seguintes faixas de preservação permanente, representadas na Figura 1 e na Tabela 1:

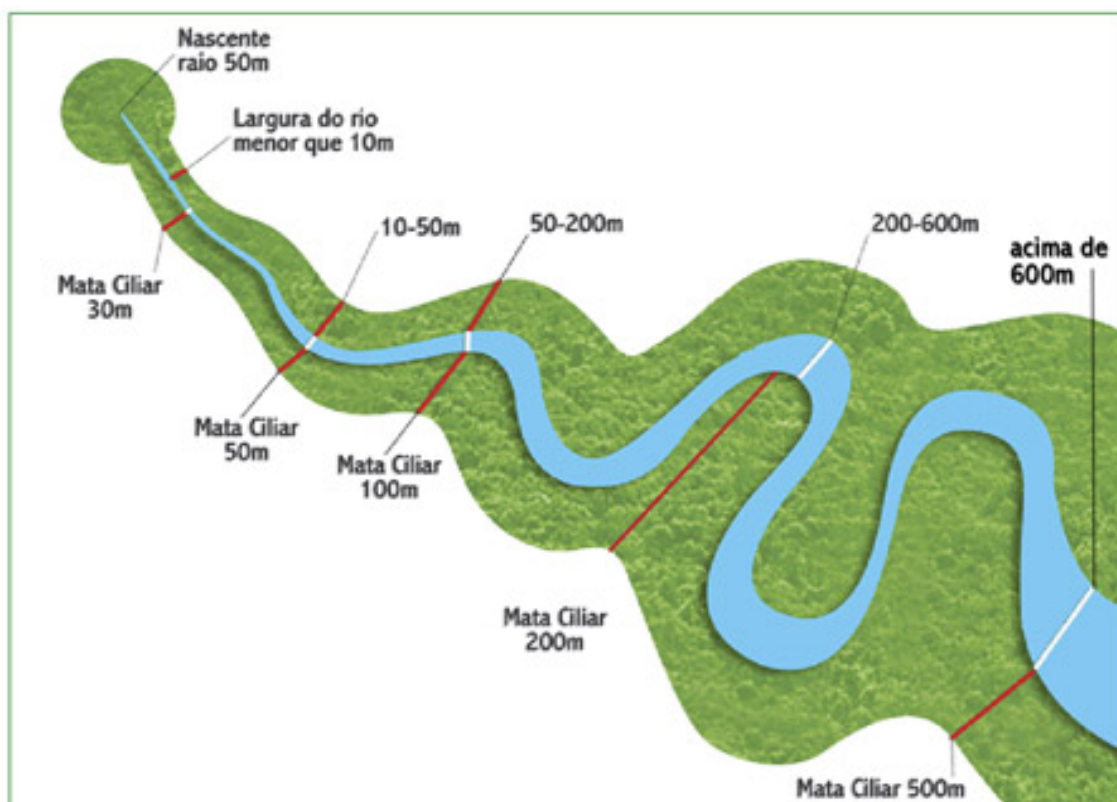


Figura 1- Representação esquemática das áreas de preservação legal ao longo de um curso hídrico.

Fonte: Adaptado de GEISSLER, LOCH & RAMOS (2006).

Tabela 1 - Relação entre largura de rio e largura mínima da faixa de matas ciliares a preservar

Largura do rio (m)	Faixa de domínio de preservação legal (m)
Menos de 10m	Mínimo de 30
De 10 a 50m	50
De 50 a 200m	100
De 200 a 600m	200
Superior a 600m	500
Nascentes e olhos d'água	Raio de 50
Lagos ou reservatórios em zona urbana	30
Lagos ou reservatórios em zona rural (< de 20 hec.)	50
Lagos ou reservatórios em zona rural (> de 20 hec.)	100
Represas de hidroelétricas	100

Fonte: Adaptado de GEISSLER, LOCH & RAMOS (2006).

Verifica-se que as principais funções das matas ciliares são:

- Controlar a erosão nas margens dos cursos d'água, evitando o assoreamento dos mananciais;
- Minimizar os efeitos de enchentes;
- Manter a quantidade e a qualidade das águas;
- Filtrar os possíveis resíduos de produtos químicos como agrotóxicos e fertilizantes;
- Auxiliar na proteção da fauna local;
- Servir como corredor ecológico;
- Enriquecer a biodiversidade regional;
- Assegurar a perenidade das fontes.

Com estas funções a mata ciliar influencia diretamente no nível da qualidade da água de uma bacia hidrográfica, sendo um dos principais papéis desempenhado por ela. A remoção da mata ciliar resulta num aumento da quantidade de nutrientes no curso d'água, o que compromete a qualidade da água para o consumo humano.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A bacia do rio São José está situada no município de Cascavel - PR. (Figura 2). Sua principal nascente se localiza na longitude de $53^{\circ} 22' 02''$ W e latitude de $25^{\circ} 03' 20''$ S, situada a leste da área urbana do município, nas proximidades do autódromo da cidade.

Sua jusante se localiza na longitude $53^{\circ} 24' 37''$ W e latitude $25^{\circ} 07' 04''$ S, localizada na área rural do município, tendo como característica de uso e ocupação do solo o desenvolvimento de atividades agrícolas.

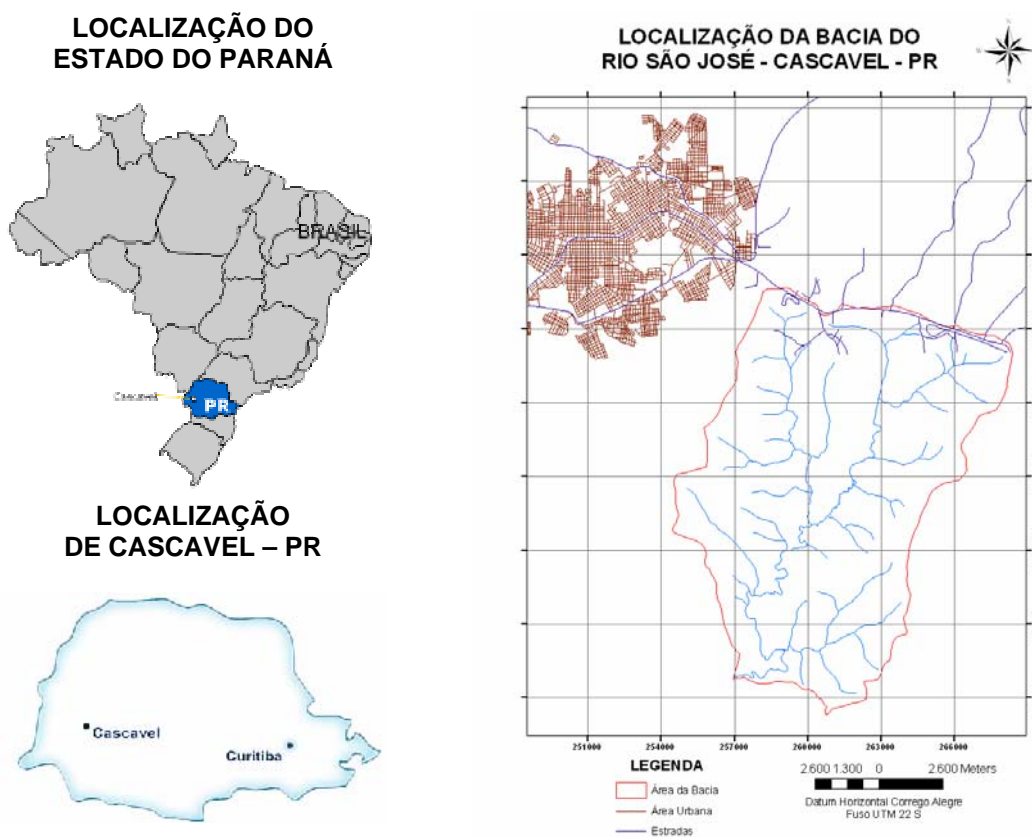


Figura 2 - Localização da área de estudo.

Fonte: Adaptado de MINEROPAR (2004).

Os principais tipos de solos encontrados na bacia e na região de estudo são o Latossolo Roxo Distrófico e a Terra Roxa Estruturada.

O clima da região, segundo o Instituto Agronômico do Paraná, é classificado como Subtropical, possuindo uma temperatura média inferior a 18° C nos períodos de frio e acima de 22° C nos períodos mais quentes (IAPAR, 2008).

3.2 Obtenção, Tratamento e Geração dos Dados

A pesquisa foi desenvolvida em várias fases: levantamento de informações, organização das informações e tratamento e análise dos dados obtidos.

Para o desenvolvimento do estudo, inicialmente, foi realizado um inventário das informações da área de interesse. Foram utilizadas cartas topográficas do exército brasileiro, na escala de 1:50.000, apresentando dados de hidrografia e curvas de nível, numa equidistância de 20 metros e um levantamento feito pela empresa Minerais do Paraná S/A. (MINEROPAR) em 2004, no formato *shape*, sobre a geomorfologia e declividade da região.

Assim, a partir da utilização do *software ArcView 3.2*, teve início o tratamento das informações existentes, buscando elaborar a delimitação da bacia, identificação dos divisores de água e identificação da rede hídrica da área de interesse.

Da mesma forma que CUNHA *et al.* (2006), para elaboração de um estudo de uma microbacia com 1.155,9 hectares, no município de Guarapari - ES e BORGHETTI (2006) para a caracterização de uma bacia no município de Cascavel - PR, utilizaram esta forma de aquisição de dados a partir da montagem de mosaicos georeferenciados, o que é possível a partir de uma ferramenta do *software ArcView 3.2* denominada *geoprocessing*.

A alternativa empregada se baseia na instalação *software Google Earth* e aquisição das imagens de satélite a partir do programa disponibilizado na Internet.

O *Google Earth* tenta reprojeter as imagens para o sistema de coordenadas WGS84 de projeção cilíndrica simples. A partir daí, ele cria uma superposição com a imagem convertida para o formato PNG.

A janela de edição da superposição aparece, permitindo que se defina o local da nova superposição em qualquer pasta dentro do painel *Lugares*. Também é possível definir as propriedades das imagens GIS como em qualquer outra superposição.

Como as imagens apresentadas por este *software* são georeferenciadas, é possível montar uma grade com coordenadas conhecidas formando um mosaico, em que os vértices foram unidos por coordenadas conhecidas, tornando possível a elaboração do mapeamento do uso e ocupação do solo das áreas de estudo.

Após a formação do mosaico, utilizando o *software ArcView*, é possível cruzar as informações obtidas nas imagens e as informações obtidas a partir da digitalização das cartas topográficas, obtidas no exército, pelas quais se efetuou a delimitação das áreas de uso do solo, formando mapas temáticos.

Este processamento já foi utilizado em vários trabalhos que tratam do uso e ocupação do solo, como os citados em BARROS *et al.* (2007), PISSARRA, POLITANO & FERRAUDO (2007) e MARTORANO *et al.* (2007), em que foi utilizado o cruzamento de informações das características físicas apresentadas a partir da formação de mosaicos de imagens de satélites dos locais de interesse, elaborando, assim, os mapas de uso e ocupação do solo.

Todos os trabalhos citados fundaram-se num cruzamento de informações e obtenção de vários dados a partir da elaboração do mapeamento, os quais serviram como subsídios para a indicação de diretrizes para o planejamento e gestão ambiental e, conseqüentemente, melhoria das condições ambientais e socioeconômicas para os locais.

Para a confirmação dos dados, deve-se explicitar a importância das visitas a campo para a confirmação dos dados. É a partir destas visitas que se efetua a convalidação dos dados obtidos, uma vez que se confirmam os dados “*in loco*”.

Esta importância é vista nos trabalhos de LATUF & BANDEIRA (2007), DALCUMUNE & SANTOS (2007) e SANTOS *et al.* (2007), que efetuaram visitas constantes à área de estudo, para fins de confirmação dos dados que estavam sendo elaborados.

Na Figura 3 apresenta-se um fluxograma que demonstra os passos utilizados para a elaboração da pesquisa.

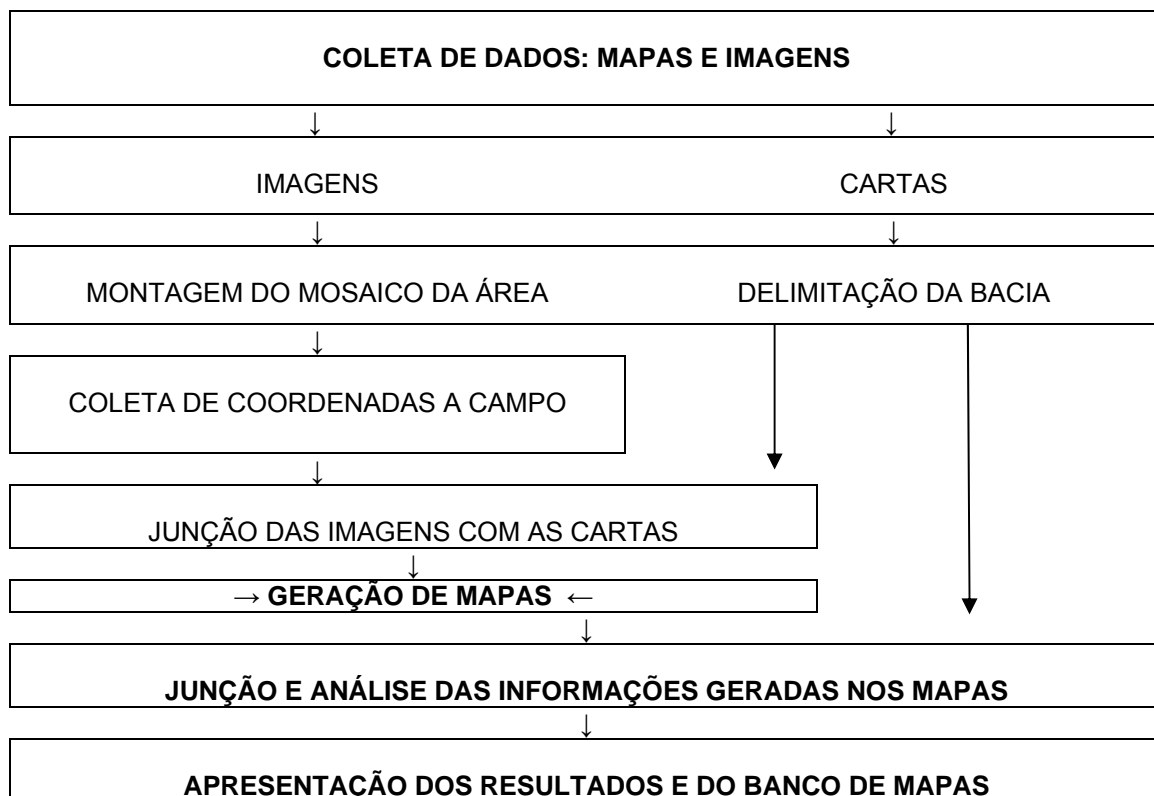


Figura 3 - Diagrama das fases de desenvolvimento e geração dos mapas.

3.3 Classificação dos Usos do Solo, Características Físicas e Geomorfológicas

De acordo com o mapeamento do perímetro urbano elaborado pela Secretaria de Planejamento do Município de Cascavel a bacia em estudo se localiza fora do perímetro urbano do município de Cascavel – PR, mesmo assim, encontram-se algumas atividades de cunho urbano, localizadas ao longo da rodovia BR-277, o restante se enquadra como área rural.

Nos trabalhos que envolvem classificação dos usos do solo, encontra-se uma grande quantidade de variações, no que se refere às classes elaboradas, pois, elas variam de acordo com o interesse da pesquisa, de acordo com o tipo de imagens que se está usando (quanto mais detalhada a resolução espectral da imagem, mais informações podem ser identificadas) e de acordo com as características da região, entre outras informações.

Utilizando-se as imagens de satélite em forma de mosaico obteve-se a visualização da área pertencente à bacia. Assim, elaborou-se a primeira fase do estudo: delimitação da bacia e classificação do uso e ocupação do solo. Baseando-se na classificação de solos utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, desenvolveu-se uma classificação para a área da bacia do Rio São José, procurando elencar as características visualizadas nas visitas a campo e na análise das imagens.

Desta forma, foram identificadas as seguintes classes de uso e ocupação do solo: áreas com manchas urbanas, áreas de plantio temporário, áreas de pastagens, áreas com cobertura florestal e áreas de uso administrativo, moradia e armazenamento da propriedade.

Para esta classificação são consideradas as seguintes características: áreas de com manchas urbanas são aquelas regiões que apresentam alguma atividade econômica que se desenvolve em ambientes urbanos como indústrias e alta densidade de trânsito de automóveis e caminhões (Figura 4).



Figura 4 - Identificação de áreas com manchas urbanas.

Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2008).

Para as áreas de plantio temporário, são consideradas as que são utilizadas para a produção de grãos e que, de três a quatro meses por ano, são cobertas por um tipo de planta que é posteriormente é retirada, havendo a possibilidade de plantio de uma nova cultura no local (Figura 5).



Figura 5 - Identificação de áreas com cultivo temporário.

Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2008).

Áreas de pastagens são aquelas que se apresentam como de criação de gado bovino solto para consumo, produção de leite ou produção de carne (Figura 6).



Figura 6 - Identificação de áreas com pastagens.

Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2008).

As áreas com cobertura florestal são todos os locais onde se apresenta vegetação arbustiva, sem a presença de criação de animais, como bovinocultura, ovinocultura, caprinocultura, etc., podendo ser reservas legais,

matas ciliares ou áreas deixadas espontaneamente para formação de matas (Figura 7).



Figura 7 - Identificação de áreas de cobertura florestal.

Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2008).

As áreas de uso administrativo, moradia e armazenamento da propriedade (Figura 8), são os locais em que o proprietário desempenha algumas atividades produtivas de confinamento, como criação de frango ou suínos, lugares reservados para guardar as máquinas de utilização no campo, ou, ainda, áreas de moradia. Em resumo, são os locais onde existe uma circulação de pessoas mais intensa na propriedade.



Figura 8 - Identificação de áreas de uso administrativo, moradia e armazenamento da propriedade.

Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2008).

Para delimitação das áreas cobertas com os tipos específicos de uso do solo, efetuou-se o cruzamento das imagens obtidas a partir do *Google Earth*, formando um mosaico com as mesmas, e as vetorizando.

A vetorização fez com que se “amarrasse” as informações das imagens com os dados apresentados pelas cartas topográficas. Escolheram-se vários pontos conhecidos e de fácil identificação, tanto na carta como nas imagens, e a campo coletou-se a sua coordenada. Com o *software ArcView* elaborou-se a junção das imagens com as das cartas digitalizadas fornecidas pela MINEROPAR.

Após todas as imagens estarem agrupadas formando um mosaico, delimitaram-se os tipos de uso existentes, podendo-se elaborar e quantificar-se a área para cada uso. A contabilidade de áreas foi realizada com o auxílio do *software* livre *Spring*, obtendo-se os números em porcentagem.

Quanto à geomorfologia, utilizaram-se as informações disponíveis na MINEROPAR, no mapeamento realizado para o Estado do Paraná, e com o auxílio do *software ArcView* recortou-se a área da bacia e delimitaram-se os tipos geomorfológicos individualmente, apresentando-os individualmente e, posteriormente, sobrepostos com a classificação do uso e ocupação. A quantificação dos tipos geomorfológicos da bacia foi elaborada a partir do *software Spring*.

A partir destas informações, verificou-se que a área apresenta seis características geomorfológicas principais: encostas muito suaves e planícies aluvionares, encostas escarpadas, encostas muito suaves com vertentes retilíneas e irregulares, encostas intermediárias com vertentes irregulares, encostas íngremes e áreas de topos de morro.

Para os dados de caracterização dos fatores físicos da bacia adotou-se o método apresentado por VILLELA & MATOS (1975) e já utilizado por BORGHETTI (2006) no estudo de caracterização de bacias hidrográficas. Esta metodologia busca relatar alguns indicadores relacionados com a área física da bacia hidrográfica que estão descritos nos itens a seguir.

O índice de conformação, que é a relação entre a área da bacia e a área do quadrado de lado igual ao comprimento axial que quanto mais próximo de um (1) mais a forma da bacia se aproxima de um quadrado. Assim, quanto

mais o formato da bacia for de um quadrado, maior a potencialidade de produção de picos de cheias (Figura 9 e Equação 1).

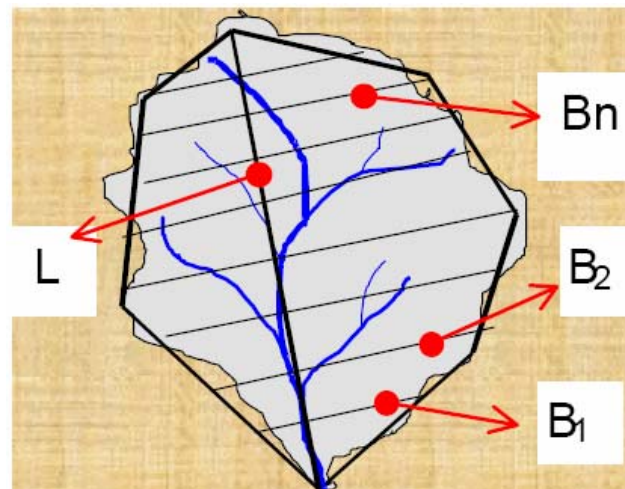


Figura 9 - Representação do cálculo do Índice de Conformação

Fonte: Adaptado de PORTO, ZAHED FILHO & SILVA (2008)

$$I_c = \frac{B}{L}$$

Equação 1 - Equação do cálculo do Índice de conformação.

Fonte: Adaptado de VILLELA E MATTOS (1975).

Sendo:

L : comprimento axial da bacia;

B : largura média = $\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n B_i$.

O índice de conformação indica as seguintes situações:

- 1,00 – 0,75 = bacias sujeito a enchentes;
- 0,75 – 0,50 = bacias com tendência mediana a cheias;
- < 0,50 = não sujeito a enchentes;

Outro indicador é o índice de compacidade, que nunca vai ser menor que um (1), e indica uma relação entre a área e o perímetro da bacia, sendo que quanto mais irregular a área da bacia maior será o coeficiente de compacidade. Quanto mais próximo de um (1) o valor de compacidade, maior tendência para enchentes (Equação 2):

$$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Equação 2 - Equação do cálculo do Índice de Compacidade

Fonte: Adaptado de PORTO, ZAHED FILHO & SILVA (2008).

Sendo:

P = Perímetro;

A = Área.

Quanto mais próximo de um (1) for este coeficiente, mais a bacia se assemelha a um círculo. Assim, pode-se resumi-lo da seguinte forma:

- 1,00 – 1,25 = bacia com alta propensão a grandes enchentes;
- 1,26 – 1,50 = bacia com tendência mediana a grandes enchentes;
- Maior que 1,50 = bacia não sujeita a grandes enchentes;

O fator de forma é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Quanto mais próximo à zero (0) o valor obtido, menor a tendência da bacia para enchentes (Figura 10 e Equação 3):

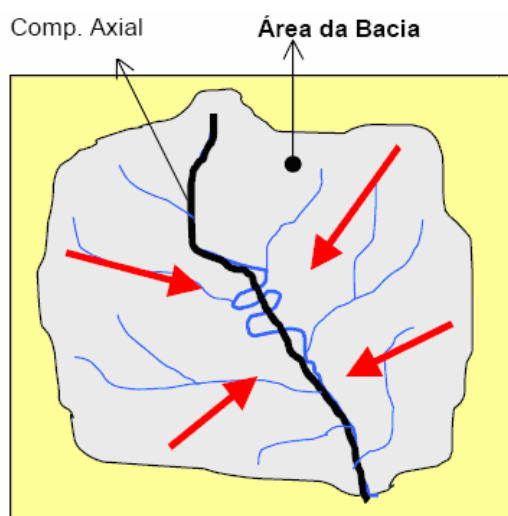


Figura 10 - Representação do cálculo do fator de forma.

Fonte: Adaptado de PORTO, ZAHED FILHO & SILVA (2008).

$$F_F = \frac{A}{L^2}$$

Equação 3 - Equação do cálculo do fator de forma.

Fonte: Adaptado de VILLELA & MATTOS (1975).

Sendo:

A = Área;

L = Comprimento axial da bacia;

O fator de forma indica as seguintes situações:

- 1,00 – 0,75 = bacias sujeita a grandes enchentes;
- 0,75 – 0,50 = bacias com tendência mediana a enchentes;
- < 0,50 = bacias não sujeito a grandes enchentes;

A ordem dos rios é a classificação que se refere à ramificação (bifurcação) dos cursos hídricos dentro da bacia, em que se pode observar a extensão da ramificação da bacia e o comportamento da rede hidrográfica existente (Figura 11).

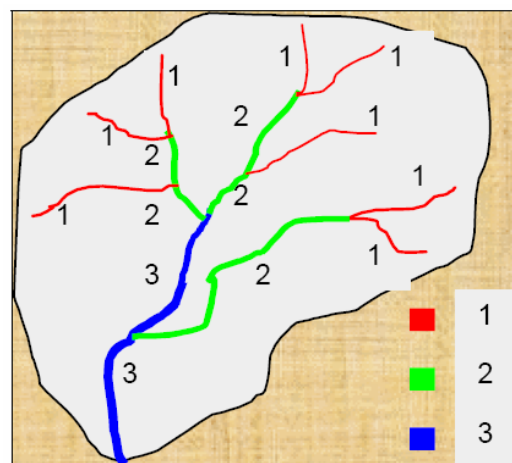


Figura 11 - Representação da classificação das ordens dos rios.

Fonte: Adaptado de PORTO, ZAHED FILHO & SILVA (2008).

A densidade de curso d'água (Equação 4 e Figura 12) é a relação entre o número de cursos d'água e a área total da bacia, sabendo-se que quanto menor o valor maior a possibilidade de drenagem na bacia:

$$Ds = \frac{Ns}{A}$$

Equação 4 - Equação do cálculo da densidade de cursos d'água.

Fonte: Adaptado de VILLELA & MATTOS (1975).

Sendo:

N_s = número de cursos d'água;

A = área da bacia.

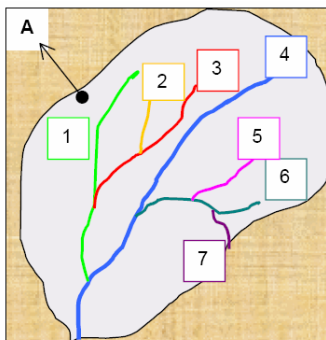


Figura 12 - Representação do cálculo de cursos hídricos.

Fonte: Adaptado de PORTO, ZAHED FILHO & SILVA (2008).

A densidade de drenagem (Equação 5) é a relação entre o comprimento total dos cursos d'água e a área total da bacia:

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Equação 5 - Equação do cálculo da densidade de drenagem.

Fonte: Adaptado de VILLELA & MATTOS (1975).

Sendo:

L = Comprimento total dos cursos hídricos;

A = Área.

Segundo VILLELA & MATTOS (1975), os índices para Densidade de Drenagem devem ser interpretados da seguinte forma:

- Baixa densidade: até 5 km/km²;
- Média densidade: de 5 a 13 km/km²;
- Alta densidade: maior 13 km/km²;

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização Física

Inicialmente, foram adquiridos os dados em cartas topográficas no formato *shape*, na escala 1: 50.000 e georeferenciadas a partir de visitas a campo, onde se coletaram os dados de coordenadas geográficas de pontos com fácil identificação nas cartas, sendo possível obter e gerar novas informações.

Os primeiros dados gerados são referentes à delimitação da bacia com seus respectivos cursos hídricos, em que se pode verificar a ramificação dos cursos d'água, bem como a densidade.

A área total da bacia apresenta um total de 14.382,79 hectares, com um perímetro de 53,97 quilômetros, composta por uma grande quantidade de cursos hídricos, que somam uma extensão total de 1076 quilômetros (Figura 13).

Diante desta informação, verifica-se a importância de se pensar o uso do solo na área de interesse, dada a quantidade de cursos hídricos existentes.

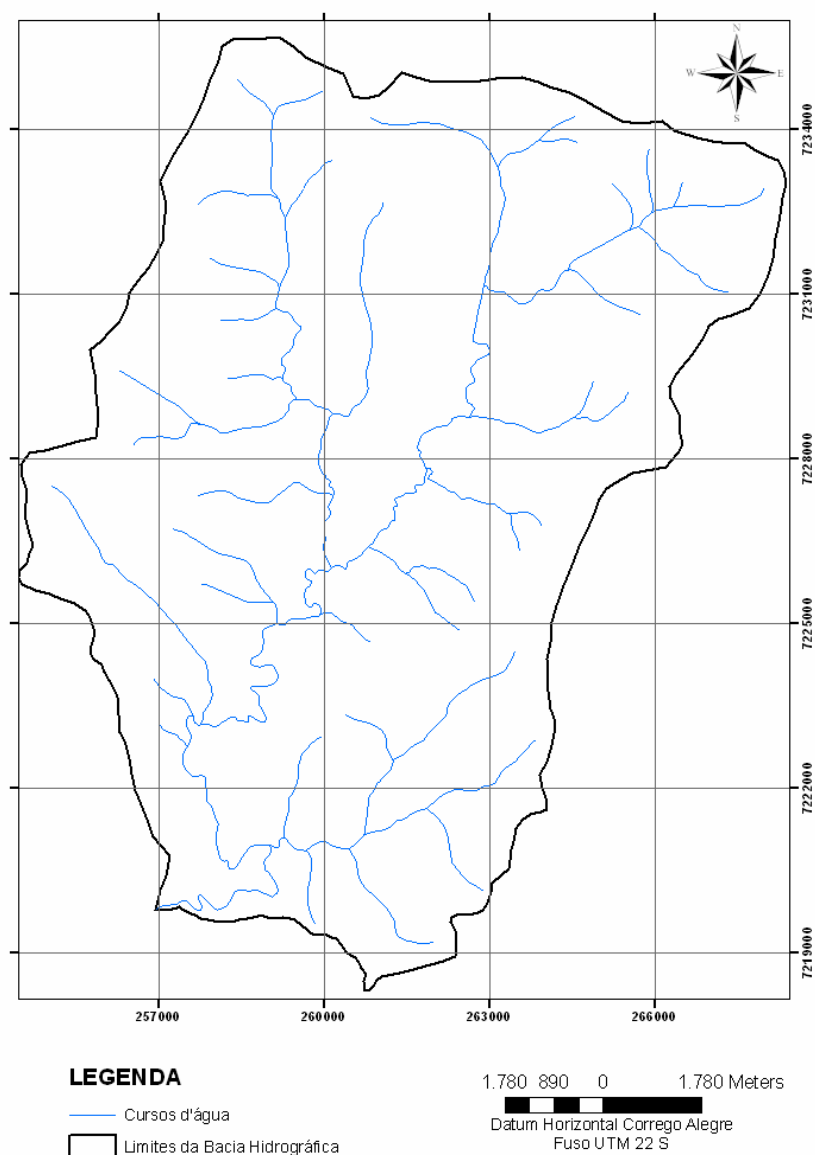
A seguir foram produzidas informações referentes aos índices físicos da bacia. Obteve-se como fator de forma para a bacia um valor de 0,50, demonstrando uma capacidade mediana para grandes enchentes na bacia.

O fator de conformação da bacia é de 0,54 e o índice de compacidade é de 1,35, mostrando mais uma vez uma tendência mediana para os potenciais de picos de cheias na bacia.

A partir destes dados, observa-se a grande importância de existir mata ciliar e áreas de cobertura vegetal na bacia em estudo, pois a existência de barreiras naturais ajudam a retardar o escoamento superficial, retardando a chegada da água nos cursos hídricos, pois a bacia tem tendência para cheias,

por isso as práticas de conservação no uso do solo são de grande importância, pois as atividades agrícolas convencionais, em sua maioria, contribuem para a destruição de áreas verdes, bem como, a degradação do solo, pois o uso prolongado de fertilizantes e as constantes aplicações de pesticidas e inseticidas destroem a biodiversidade existente.

ÁREA DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR

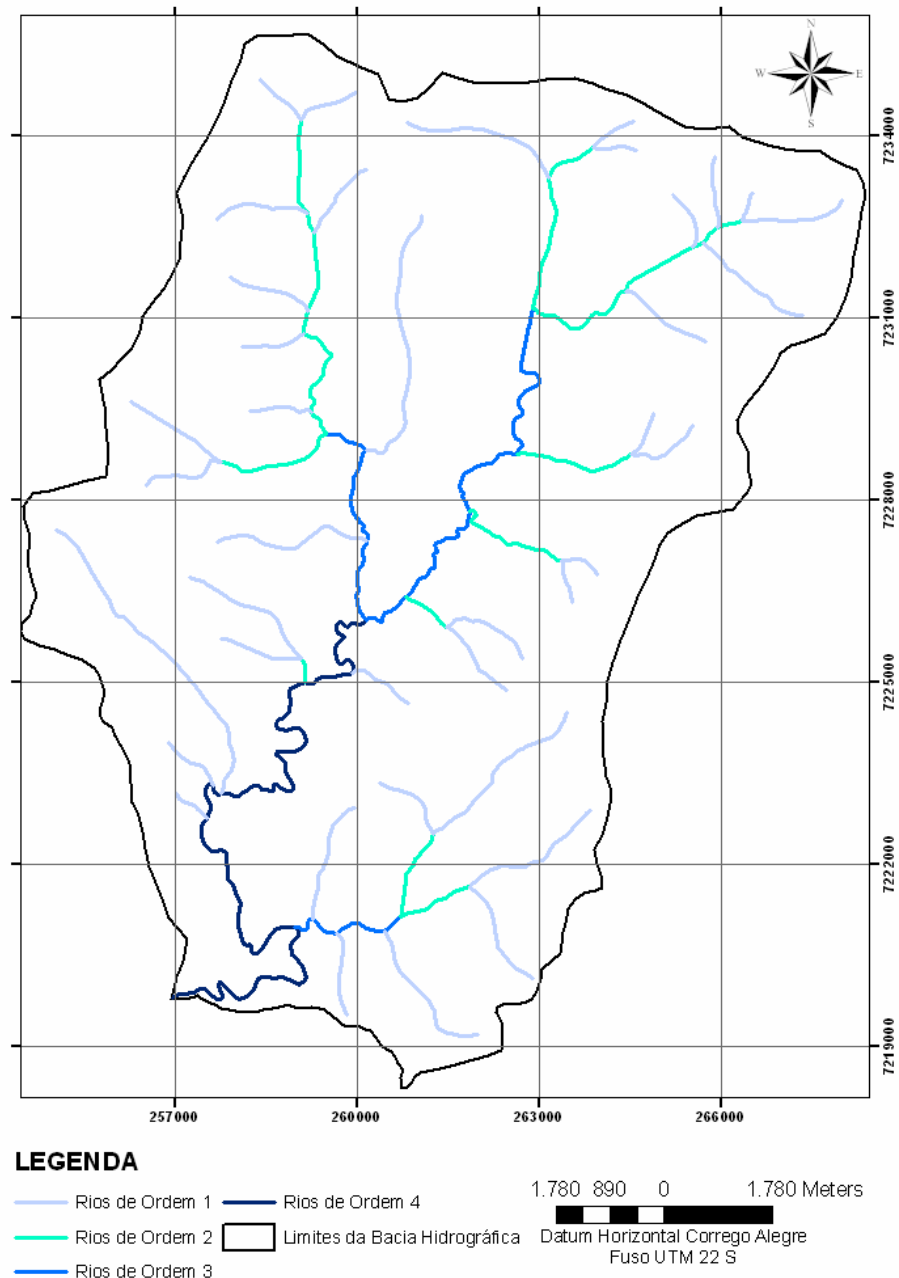


FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 13 - Área da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

Analisando-se a classificação das ordens dos cursos hídricos, obteve-se o nível de ordem 4 (Figura 14), o que comprova uma grande quantidade de rios na área, pois quanto mais ramificações hídricas, maior a tendência para o número crescente das ordens.

CLASSIFICAÇÃO DA ORDEM DOS RIOS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 14 - Classificação das ordens dos rios.

Verifica-se ainda, que o curso principal apresenta grande sinuosidade, principalmente mais próximo à foz, o que faz com que a extensão dos rios seja aumentada. BORGHETTI (2006) e FERREIRA *et al.* (2007) também desenvolveram a classificação e elaboraram uma análise quanto às ordens dos cursos hídricos em suas bacias. Em suas análises, o número de ordem máximo que a chegaram foi 3 (três), o que demonstra que a bacia do rio São José tem uma rica rede hídrica, pois as bacias estudadas pelos autores acima citados têm, aproximadamente, a mesma área de drenagem.

Para a densidade de drenagem o valor encontrado foi de 7,48 km/km², demonstrando uma densidade mediana de números na bacia. A densidade dos cursos d'água é de 0,27 por km², demonstrando que a água precipitada chega rapidamente aos cursos hídricos, já que a quantidade de cursos por km² é boa.

Quando se analisa a hipsometria da bacia verifica-se que a altitude apresentada na área do curso superior (áreas de nascentes) é de 800 metros. Já para as áreas do curso inferior (próximas à foz) as altitudes ficam em torno de 500 metros (Figura 15). Verifica-se que, em torno de 50% da bacia, está situada na faixa de hipsométrica de 580 a 653 metros de altitude.

Quanto à declividade do terreno da bacia (Figura 16), verifica-se que ele tem suas maiores inclinações próximo à foz e entre os afluentes da margem direita.

Assim, nas áreas do curso médio e inferior, onde são encontradas declividades de mais de 10%, chegando a algumas áreas com mais de 50%, deve existir uma atenção maior quando ao tipo de uso do solo, evitando que essa área fique descoberta, pois, como existe uma inclinação maior do terreno, a possibilidade de erosão também é aumentada, dado o aumento da velocidade da água.

Na área de curso superior, observam-se áreas de planícies, predominando no terreno as inclinações de até 5,5%.

HIPSOMETRIA DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR

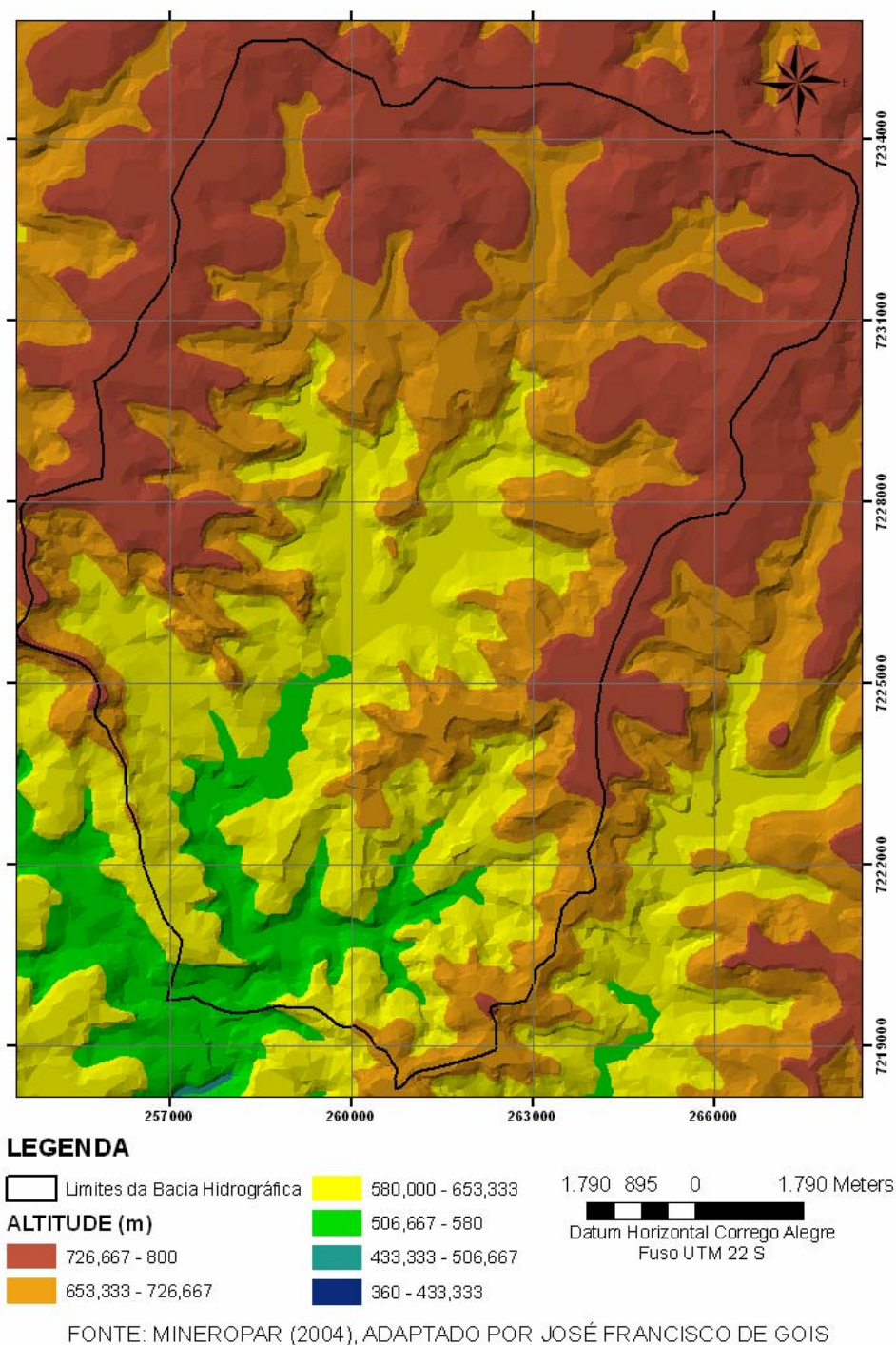
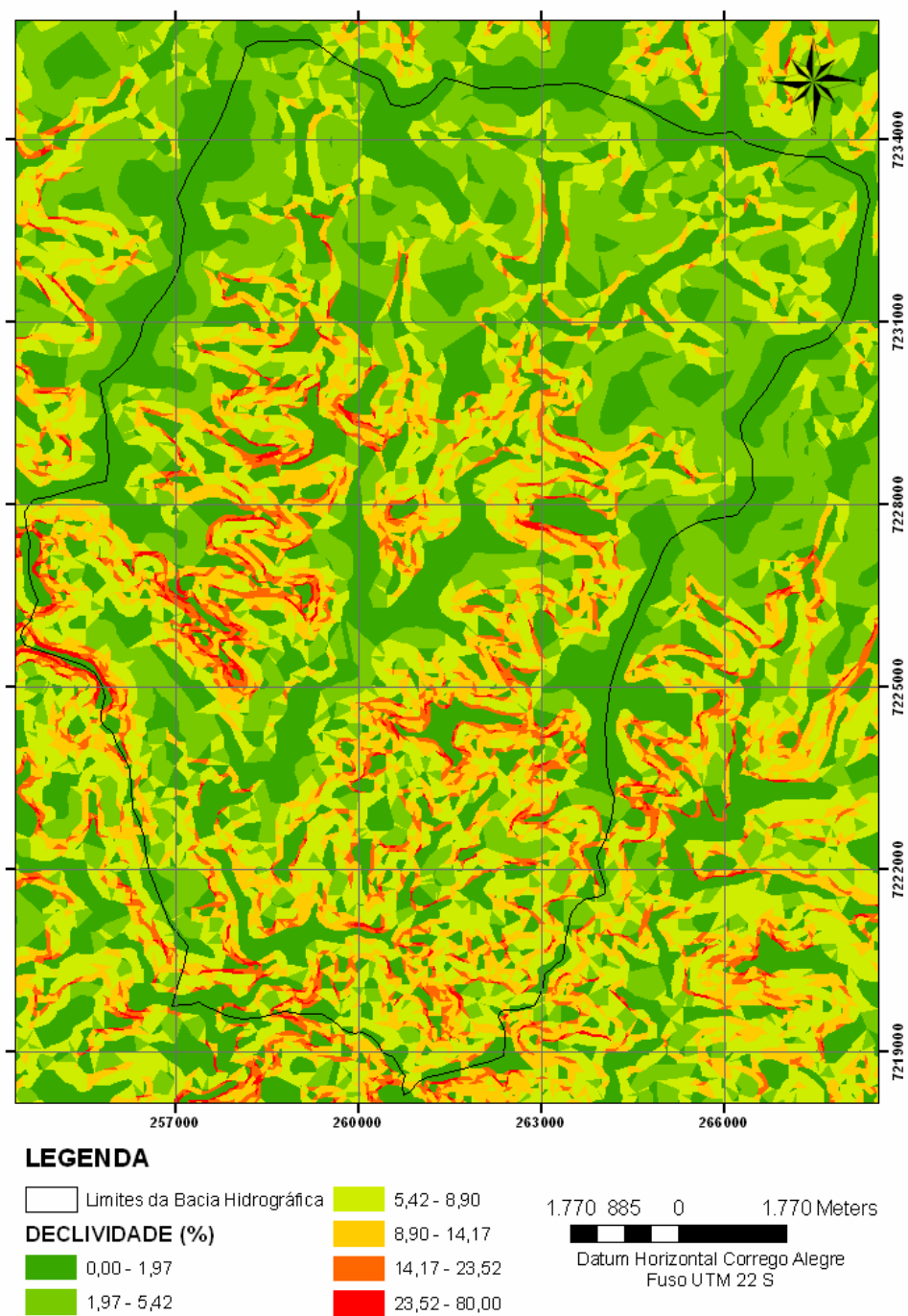


Figura 15 - Mapa hipsométrico da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

DECLIVIDADE DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 16 - Mapa da declividade da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

4.2 Caracterização da Geomorfologia

Quando se elabora um levantamento geomorfológico de uma área, busca-se verificar quais as características que ela pode demonstrar de acordo com as suas peculiaridades de formação estrutural e, assim, elaborar informações para que se possibilite compreender as razões de ordem física e química que formam as características da bacia.

Com a caracterização geomorfológica, é possível definir maneiras adequadas à utilização e usos do solo de acordo com as formações geológicas como forma de priorizar a preservação da área, bem como obter o melhor aproveitamento com o mínimo de impacto.

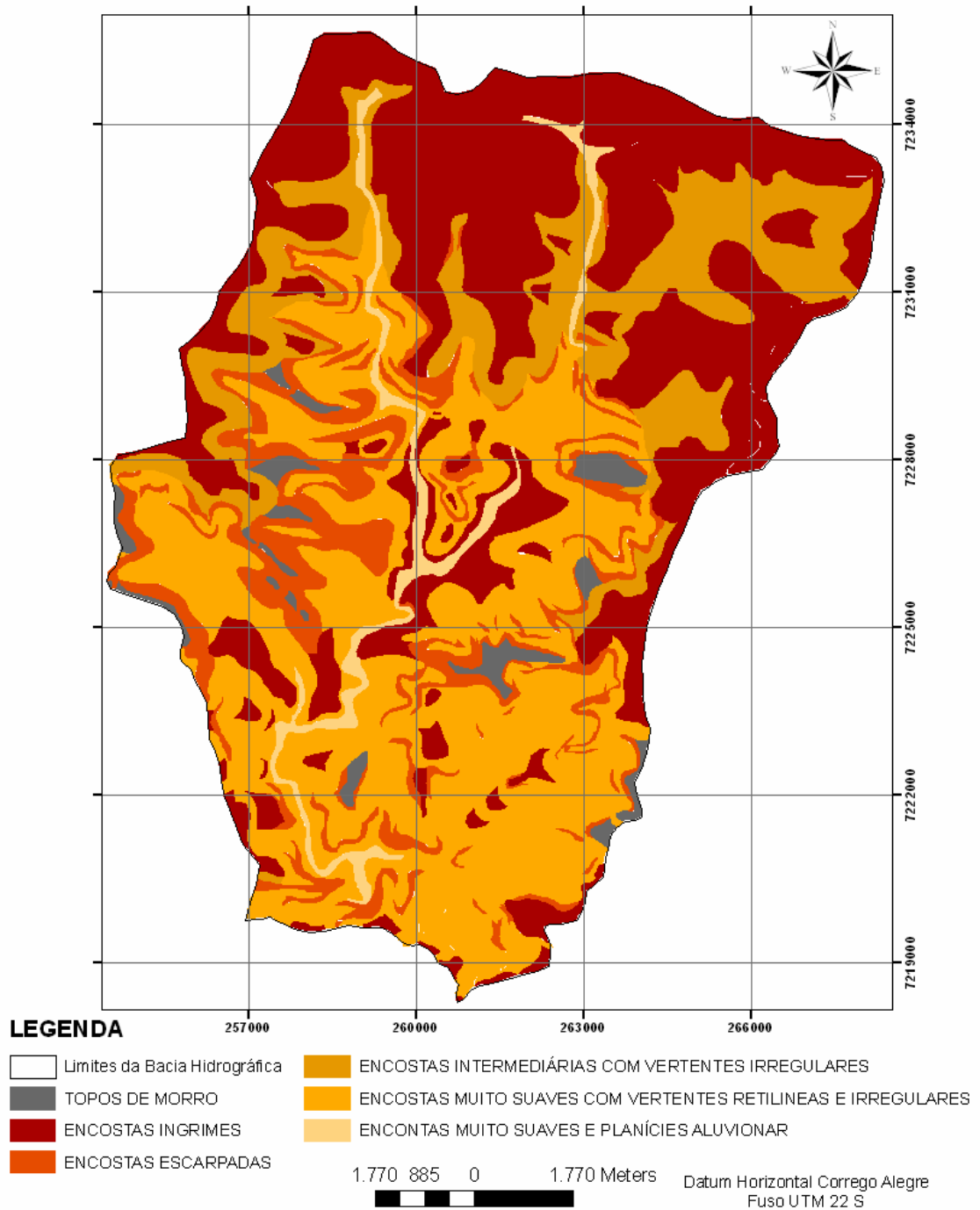
Possibilita-se ainda, pensar soluções que resolvam os problemas ambientais causados pelas várias atividades humanas. Desta forma, pode-se valorizar a relação entre o ser humano e a natureza.

Pelos estudos geomorfológicos tem-se o conhecimento das formas do relevo, tendo-se em vista a origem, a estrutura, a natureza das rochas e as influências que o clima da região podem provocar na superfície.

BORGHETTI (2006) realizou uma caracterização dos tipos geomorfológicos da bacia que estudava, buscando analisar o tipo predominante na região. SHIDA & PIVELLO (2002), também realizaram o levantamento da geomorfologia buscando quantificar os tipos predominantes. Quanto à geomorfologia da bacia do rio São José, identificam-se seis classes principais: encostas muito suaves e planícies aluvionares, encostas escarpadas, encostas muito suaves com vertentes retilíneas e irregulares, encostas intermediárias com vertentes irregulares, encostas íngremes e áreas de topos de morro. Segundo a MINEROPAR (2004), todas as formações de relevo estão constituídas por Latossolo com a presença de basalto (Figura 17).

Nas áreas próximas aos cursos hídricos de ordem 2, 3 e 4, ou seja, próximas ao rio principal, encontram-se formações com planícies aluvionares e planícies muito suaves, representadas pelas áreas com as menores altitudes do terreno. Estas áreas representam um total de 4,1 quilômetros quadrados, 11% da área estudada com esta formação (Figura 18).

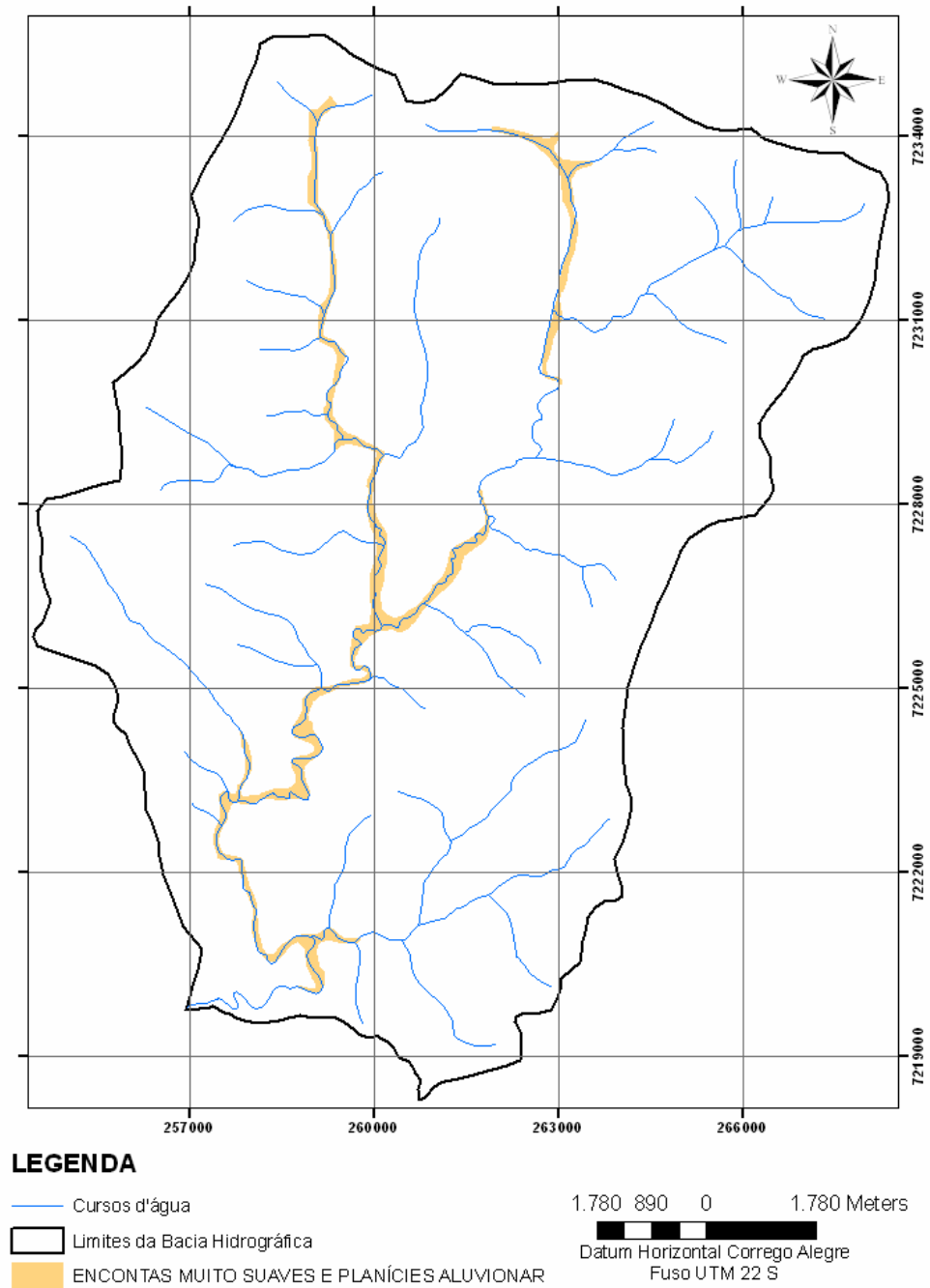
GEOMORFOLOGIA DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 17 - Geomorfologia da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

**ÁREAS COM ENCONTAS MUITO
SUAVES E PLANÍCIES ALUVIONAR
DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR**



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 18 - Mapa das áreas de encostas muito suaves e planícies aluvionar da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

BORGHETTI (2006) também identificou este tipo geomorfológico na bacia do rio das Antas, representada apenas por 3,1% do total da bacia, mas as áreas de localização também estavam seguindo os cursos dos rios de ordem maior. SHIDA & PIVELLO (2002) identificaram, na bacia que estudaram, este tipo geomorfológico é de 5,6%, também consistem no menor tipo geomorfológico encontrado.

Estas áreas apresentam uma grande quantidade de argila em sua constituição com uma camada de material orgânico, por serem as primeiras áreas a serem inundadas em períodos de cheias, ocasionando a existência de uma grande quantidade de espécies florísticas, por este motivo.

Elas constituem locais onde existe o afloramento do nível freático, sendo, portanto, regiões suscetíveis à poluição do lençol freático.

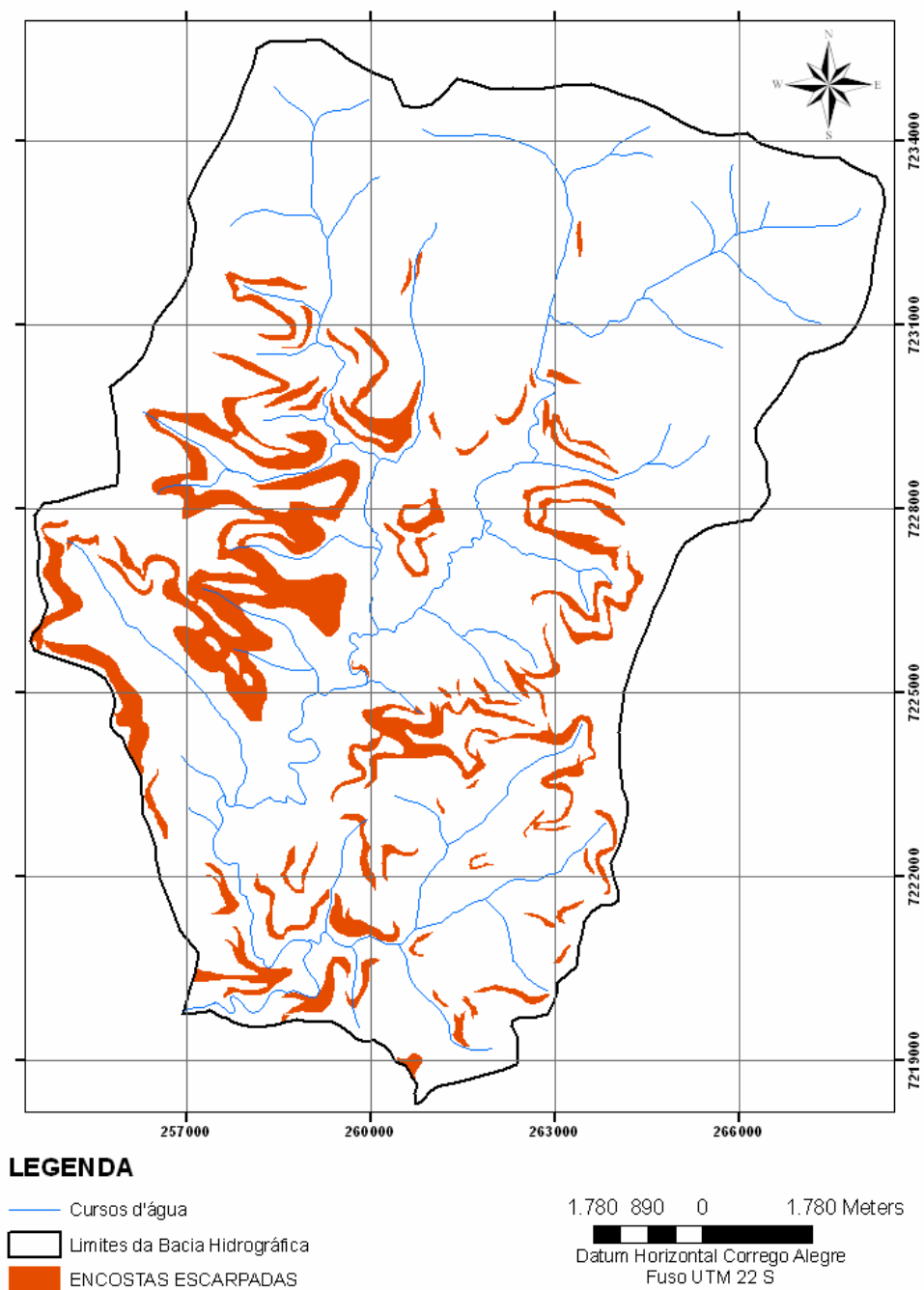
As encostas escarpadas representam 10,9% da área total da bacia (Figura 19), sendo um total de 15,7 quilômetros quadrados, encontradas no oeste e em algumas áreas do leste. Nestas regiões ocorre o afloramento rochoso, sendo muito suscetíveis à erosão, pois a camada de solo é muito fina, promovendo pouca infiltração.

Ao sul da bacia, curso médio e inferior, existe a predominância de encostas muito suaves e com vertentes retilíneas a irregulares, ocupando as áreas onde o rio tem uma velocidade menor por ser uma área de planície e um curso sinuoso.

Elas representam um total de 50,1 quilômetros quadrados, sendo 34,8% da área (Figura 20), como em BORGHETTI (2006) que identificou um total de 54,3% desse tipo geomorfológico, sendo um dos tipos predominantes na bacia.

Nelas ocorre a uma boa permeabilidade por causa da característica do solo, pois a profundidade dele é maior que a formação anterior, existindo o afloramento do lençol freático e ocorrendo a existência de muitas nascentes. São muito suscetíveis à poluição, pois a infiltração de poluentes é facilitada pela característica do solo podendo atingir facilmente o lençol freático.

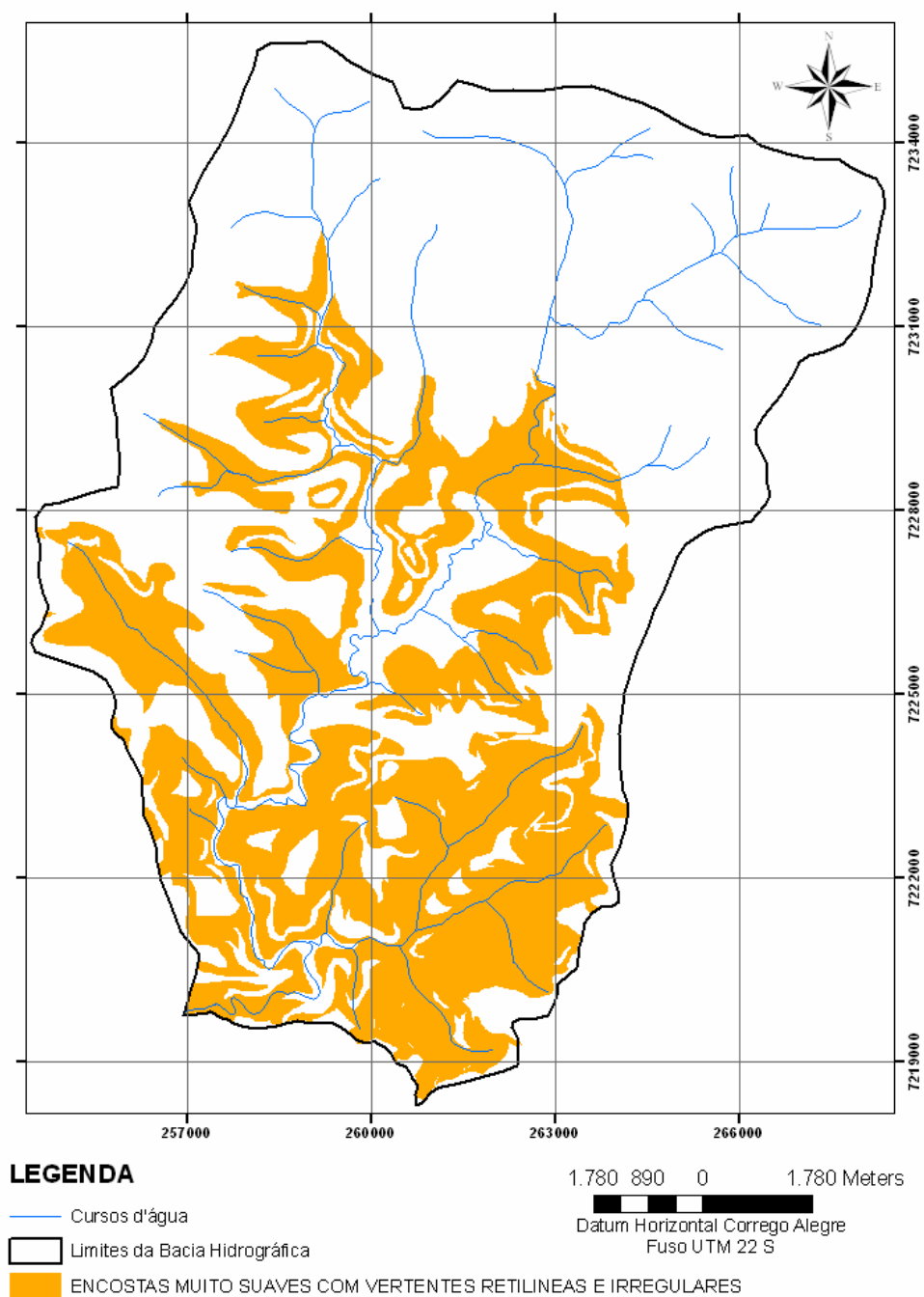
ÁREAS COM ENCOSTAS ESCARPADAS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 19 - Mapa de áreas de encostas escarpadas da bacia do rio São José, Cascavel - PR.

**ÁREAS COM ENCOSTAS MUITO SUAVES
COM VERTENTES RETILÍNEAS E IRREGULARES
DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR**

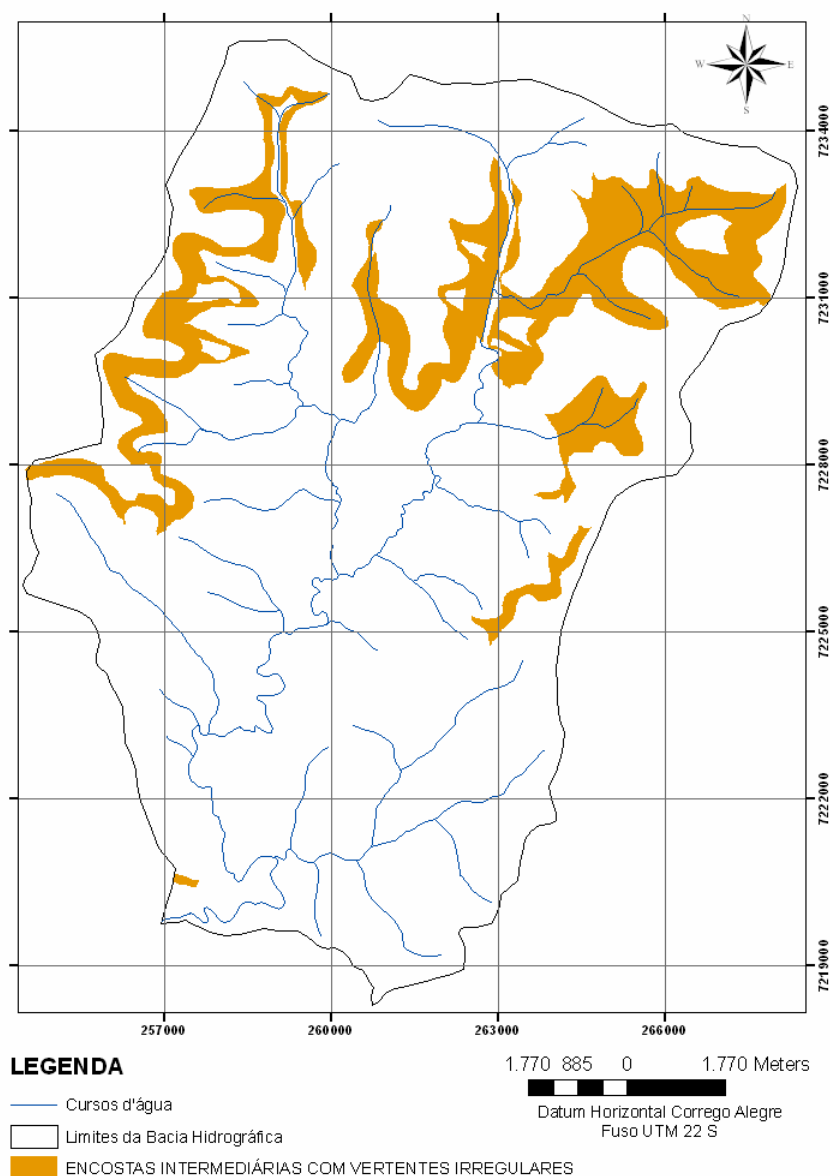


FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 20 - Mapa de áreas de encostas muito suaves com vertentes retilíneas e irregulares da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

Nas áreas de maior altitude a noroeste, formando um talhão, e ao longo de um afluente a nordeste encontram-se encostas intermediárias com vertentes irregulares, representando 21,3 quilômetros quadrados, sendo 14,8% da área da bacia (Figura 21). Estas áreas possuem o solo residual jovem, argiloso, sendo, geralmente topo de derrames.

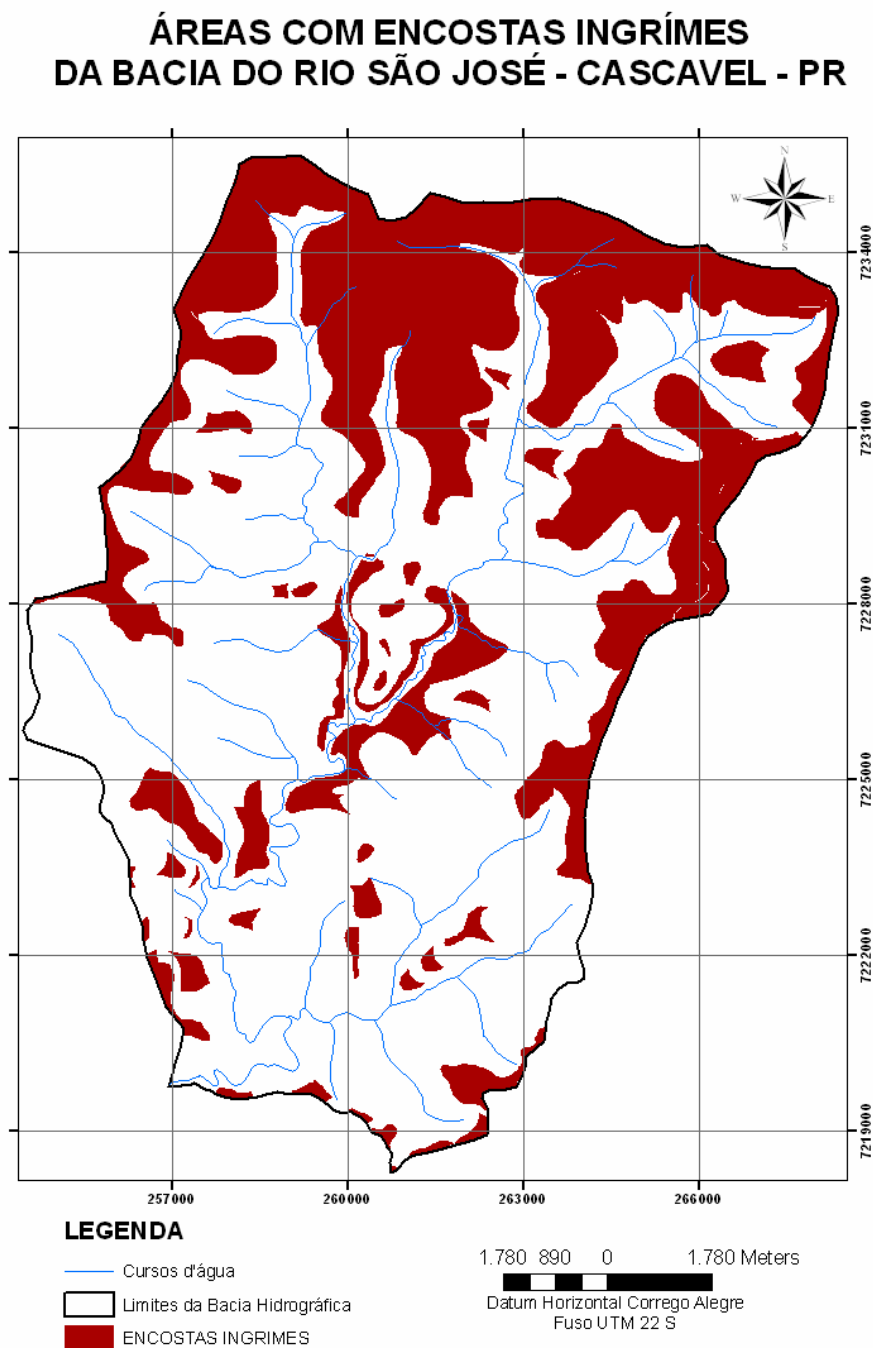
ÁREAS DE ENCOSTAS INTERMEDIÁRIAS COM VERTENTES IRREGULARES



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 21 - Mapa de encostas intermediárias com vertentes irregulares da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

Nas maiores altitudes da bacia do rio São José, regiões norte, nordeste, noroeste e leste, encontra-se uma formação de encostas íngremes. Ela é situada no centro da bacia, onde os rios de ordem 3 fazem sua junção (Figura 22) e representa 28,9% da área, sendo um total de 41,6 quilômetros quadrados da bacia.



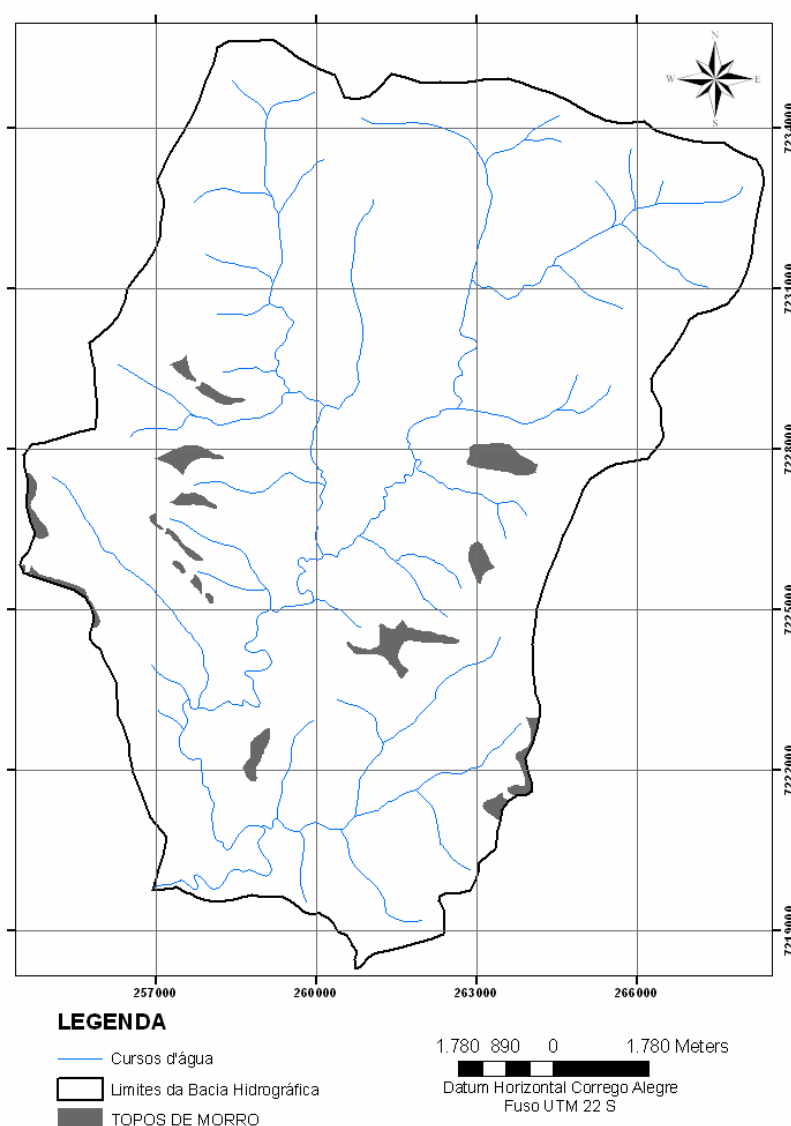
FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 22 - Mapa de áreas de encostas íngremes da bacia do rio São José, Cascavel - PR.

Nestas áreas, ocorre grande quantidade de afloramento rochoso, provocando baixa permeabilidade, tornando o seu uso restrito para várias atividades, pelo fato de serem suscetíveis a erosão.

Existem, ainda, algumas áreas que se destacam pela altitude, formando topos de morro, sendo espalhadas pela bacia (Figura 23), sendo um total 2,19% da área, representando 3,1 quilômetros quadrados.

ÁREAS DE TOPO DE MORRO DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 23 - Mapa das áreas de topos de morro da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

BORGHETTI (2006) e SHIDA & PIVELLO (2002) também encontraram baixa representatividade para este tipo geomorfológico em suas bacias, o que demonstra que são áreas específicas dentro de uma bacia hidrográfica. Elas são caracterizadas por solos jovens e argilosos em áreas planas de divisores de vertentes.

4.3 Classes de Uso do Solo na Bacia do Rio São José – Cascavel – PR

Classificou-se a bacia em cinco classes (Figura 24): áreas com atividades urbanas, áreas de atividades intensas e administrativas dentro da propriedade rural, áreas com cultivo temporário, área de pastagem e área de cobertura florestal (matas).

Quando se analisam as atividades como um todo, verifica-se que apenas a atividade urbana (ao norte), apresenta-se concentrada, o restante apresenta-se distribuído ao longo da bacia. Este fato ocorre por existir uma rodovia de ligação do estado no sentido oeste – leste, tendo assim, um fluxo muito grande de circulação. A poucos quilômetros (em torno de 5 km), existe o Trevo rodoviário Cataratas, que faz a ligação do oeste com o norte do Paraná, contribuindo ainda mais para a existência de um fluxo contínuo.

Este motivo incentivou o início da ocupação, principalmente, por indústrias, pois há um fácil acesso para chegada ou a saída de mercadorias e matérias-primas. Existe, ainda, na área, o Autódromo Internacional de Cascavel na porção oeste, onde há um grande recobrimento do solo com uma camada impermeável de asfalto, o que também contribui para o aumento do escoamento superficial. Analisando-se o tipo de atividades que são desenvolvidas nesta área, há uma preocupação quanto à poluição, pois as principais nascentes da bacia estão próximas a ela. Assim, se alguma atividade for desenvolvida fora dos padrões neste local, os impactos serão sentidos em toda extensão da bacia. Este tipo de uso representa um total de 238,4 hectares, sendo 1,72% do total da bacia.

CLASSES DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR

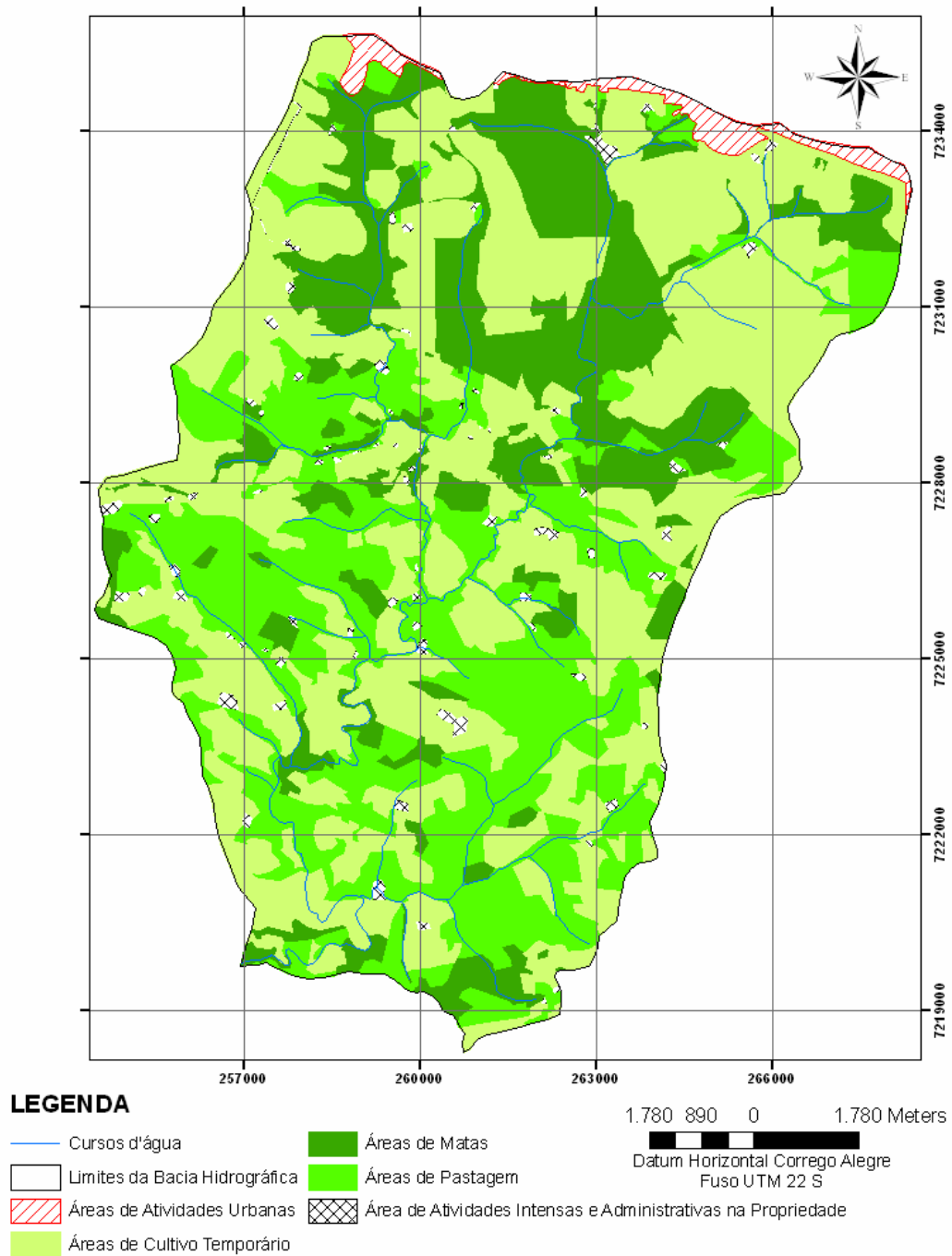
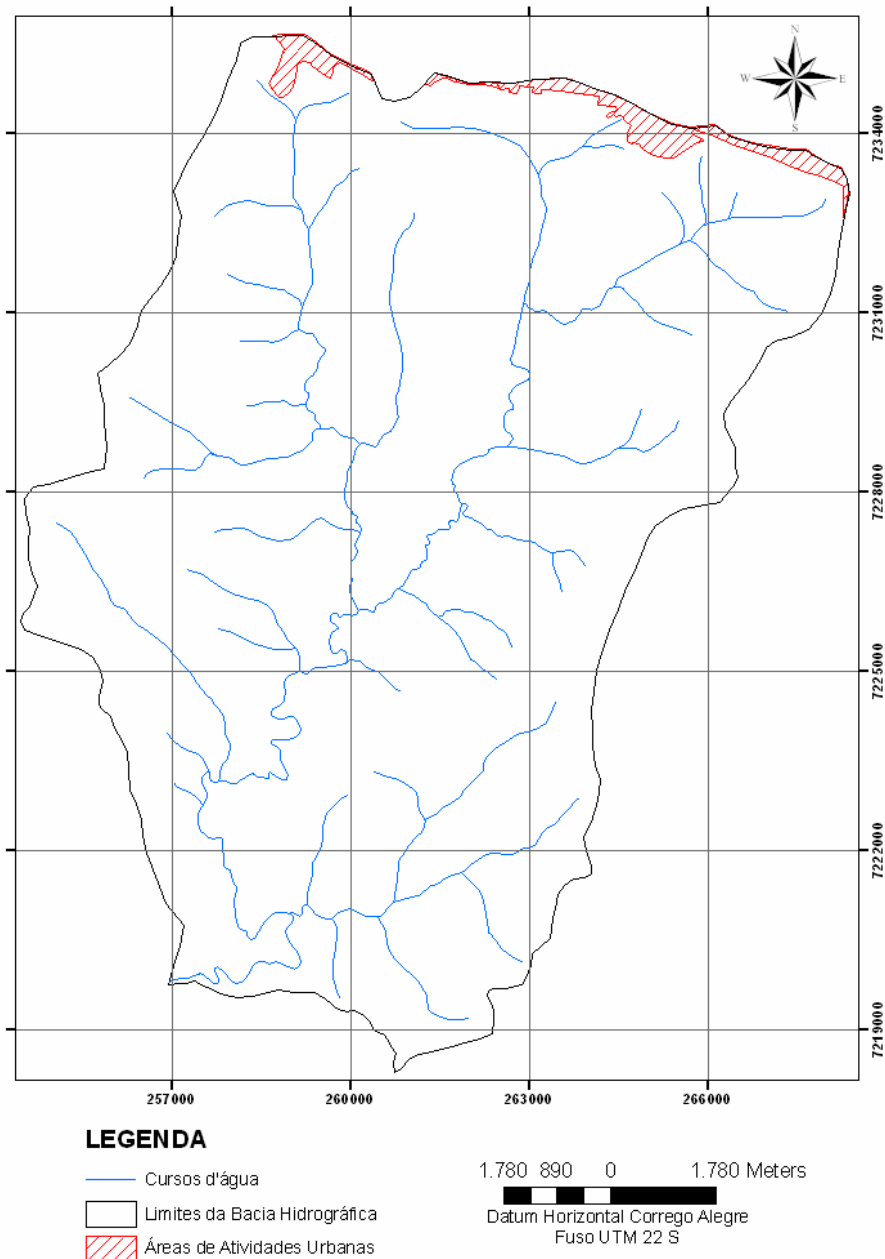


Figura 24 - Classes de uso e ocupação do solo da bacia do rio São José, Cascavel - PR.

A Figura 25 apresenta somente as áreas com atividades urbanas ao longo da bacia.

ÁREAS COM ATIVIDADES URBANAS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 25 - Áreas de Atividades Urbanas na bacia do rio São José, Cascavel – PR.

BORGHETTI (2006) também identificou a existência de atividades urbanas em sua área de estudo, as quais também estavam circundando as áreas de nascentes, como na bacia do rio São José e o autor explicita a sua preocupação quanto à qualidade da água na bacia, pois independente da quantidade da área de existência desta atividade, quando ela está nas áreas superiores da bacia, acaba tendo uma relação com toda a bacia.

Desta forma, é imprescindível que exista um acompanhamento das atividades que se desenvolvem nestas áreas identificadas, bem como saber qual o destino dos resíduos, pois ela pode ser considerada um grande agente poluidor para toda a bacia apesar de se localizar em uma pequena área.

Como a bacia se encontra em uma área de atividade agrícola, algumas atividades desenvolvidas estão concentradas próximas às moradias, provocando uma circulação mais intensa de pessoas e máquinas do que em outras áreas. Estas áreas, com alguma circulação e atividades intensas dentro da propriedade rural, são, muitas vezes, grandes potenciais poluidores, pois nelas ocorrem a criação de animais em confinamento (como suínos, aves e bovinos), e se estiver ocorrendo um manuseio incorreto, podem potencializar a poluição na bacia, principalmente por causa dos dejetos.

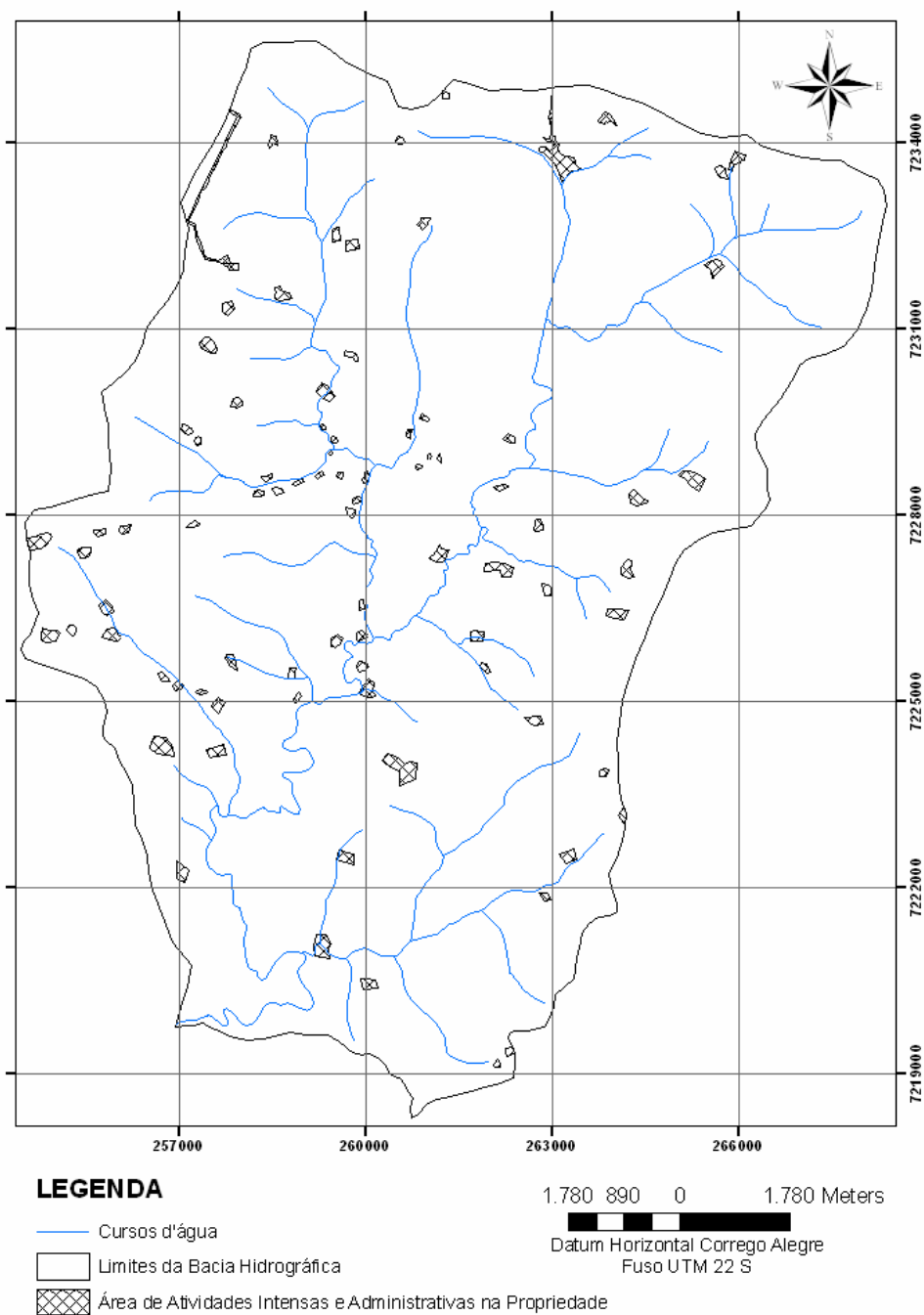
BORGHETTI (2006) identificou estas regiões como área de ocupação rural e, também, demonstra a sua preocupação com estas áreas específicas, apontando que elas se encontravam desprovidas de cobertura vegetal e com algumas práticas de não conservação do solo. Encontrou ainda nestas áreas atividades com grande potencial poluidor, como a suinocultura.

SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006) enquadraram estas áreas como área degradadas, colocando que em muitas delas tem aumentado a degradação da água, pela prática intensiva do uso do solo.

Na bacia do rio São José, estes locais são ocupados pelas moradias, as áreas de galpão de máquinas e equipamentos e construções para criação de animais em confinamento. Algumas destas áreas geram ou acolhem vários elementos poluentes como pocilgas, dejetos, inseticidas, óleos lubrificantes, entre outros.

Este tipo de uso representa 258,3 hectares, sendo 1,79% da área, mas muito significativo pelo fato de estarem distribuídas geograficamente em pontos por toda a bacia. A Figura 26 representa estas áreas na bacia do rio São José.

ÁREAS COM ATIVIDADES URBANAS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 26 - Áreas com atividade intensas dentro da propriedade.

Na Figura 27 verifica-se que a área da bacia é destinada ao cultivo temporário, dentre estes cultivos estão o milho e a soja como principais

culturas a ocuparem a área, impulsionados pelo crescimento do valor destes produtos nos últimos anos.

BORGHETTI (2006), quando identificava os usos do solo, também identificou este tipo de atividade na bacia hidrográfica que estudou, e a denominou como área de solo exposto. O autor aponta que estas áreas devem ser analisadas com atenção, pois representam uma potencialidade na erosão de uma bacia. SHIDA & PIVELLO (2002) identificaram estas áreas como as maiores entre os usos do solo e também demonstram uma grande preocupação com esta atividade.

Na bacia em estudo, este uso apresenta a maior parte da área, sendo 6266,2 hectares, ou seja, 43,5% do total da bacia. Este dado deve ser tratado com mais atenção, pois este tipo de atividade, se não elaborado de forma adequada, pode se transformar em um fator de risco ambiental para a bacia, pois com a atividade agrícola pode existir a potencialização da erosão, se não existir a preocupação com a cobertura do solo.

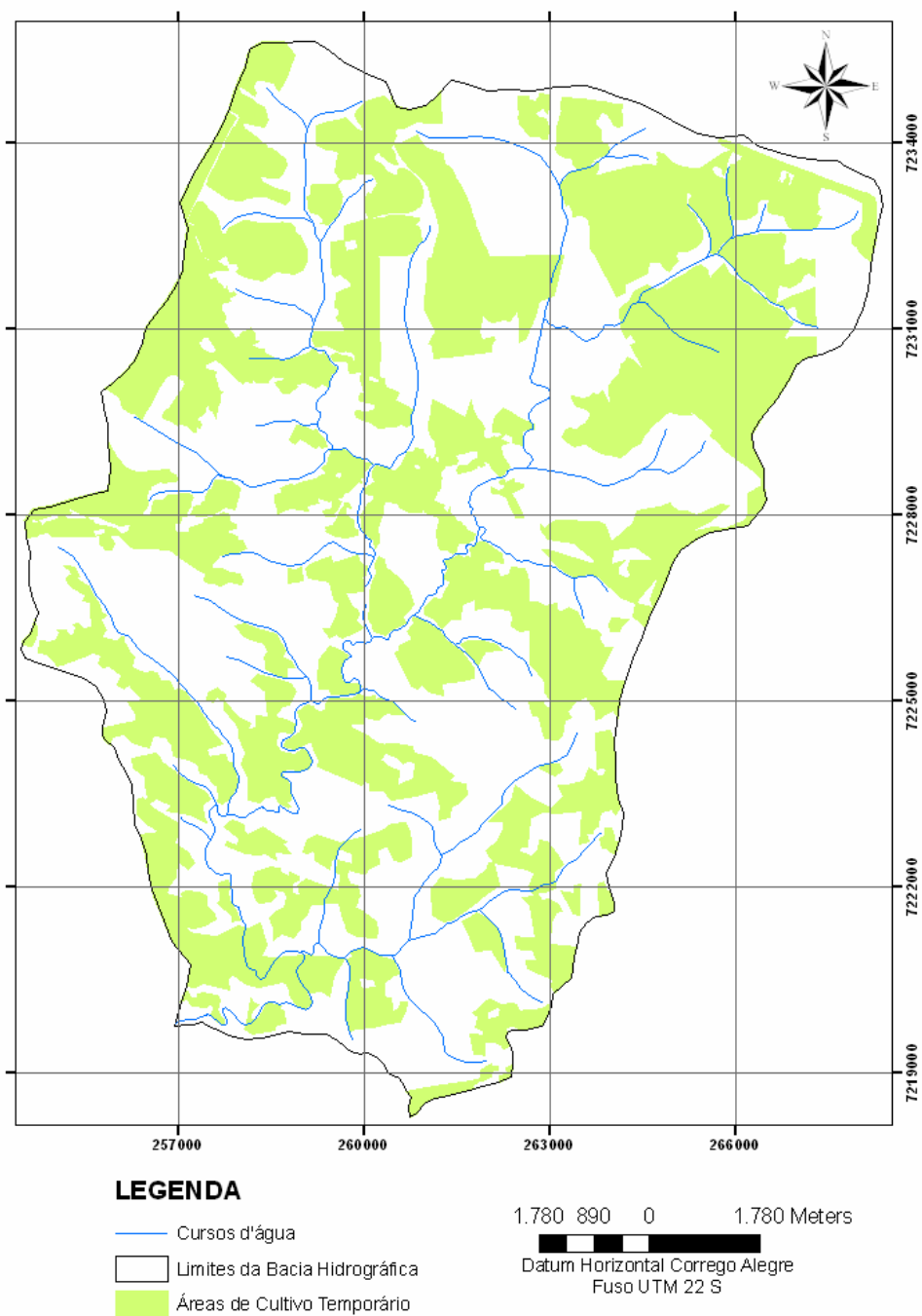
Quando ocorre a atividade agrícola, retira-se a cobertura original, o que possibilita o aumento da velocidade do escoamento superficial da água, ao mesmo tempo em que se tem a diminuição da infiltração. Assim, pode existir o aumento da sedimentação nos cursos hídricos da bacia, já que a possibilidade de erosão aumenta.

Como já se relatou, a bacia hidrográfica tem, naturalmente, a tendência de picos de cheias e este tipo de atividade pode contribuir em muito para isso.

Nota-se ainda que a maioria das nascentes da bacia encontram-se próximas a áreas de cultivo temporário, o que destaca a importância da existência da mata ciliar, para que seja possível minimizar os impactos na área, pois há práticas de atividades de cultivo agrícola convencional, com a aplicação de insumos, inseticidas e herbicidas.

Como a bacia está sendo considerada uma área para futura captação de água para consumo humano, as práticas agrícolas atuais devem ser repensadas, e monitoradas, pois o tipo de produto aplicado no solo, em pouco tempo vai estar presente no curso hídrico, o que pode comprometer a qualidade da água para o consumo.

ÁREAS COM CULTIVOS TEMPORÁRIOS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 27 - Áreas com culturas temporárias da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

As áreas de pastagem (Figura 28) ocorrem onde se pratica a pecuária extensiva e o gado se encontra solto. Representam uma grande parcela de ocupação na bacia, um total de 4508,5 hectares, perfazendo 31,3% da área total da bacia, estando concentradas no centro sul da bacia em direção a oeste e a leste.

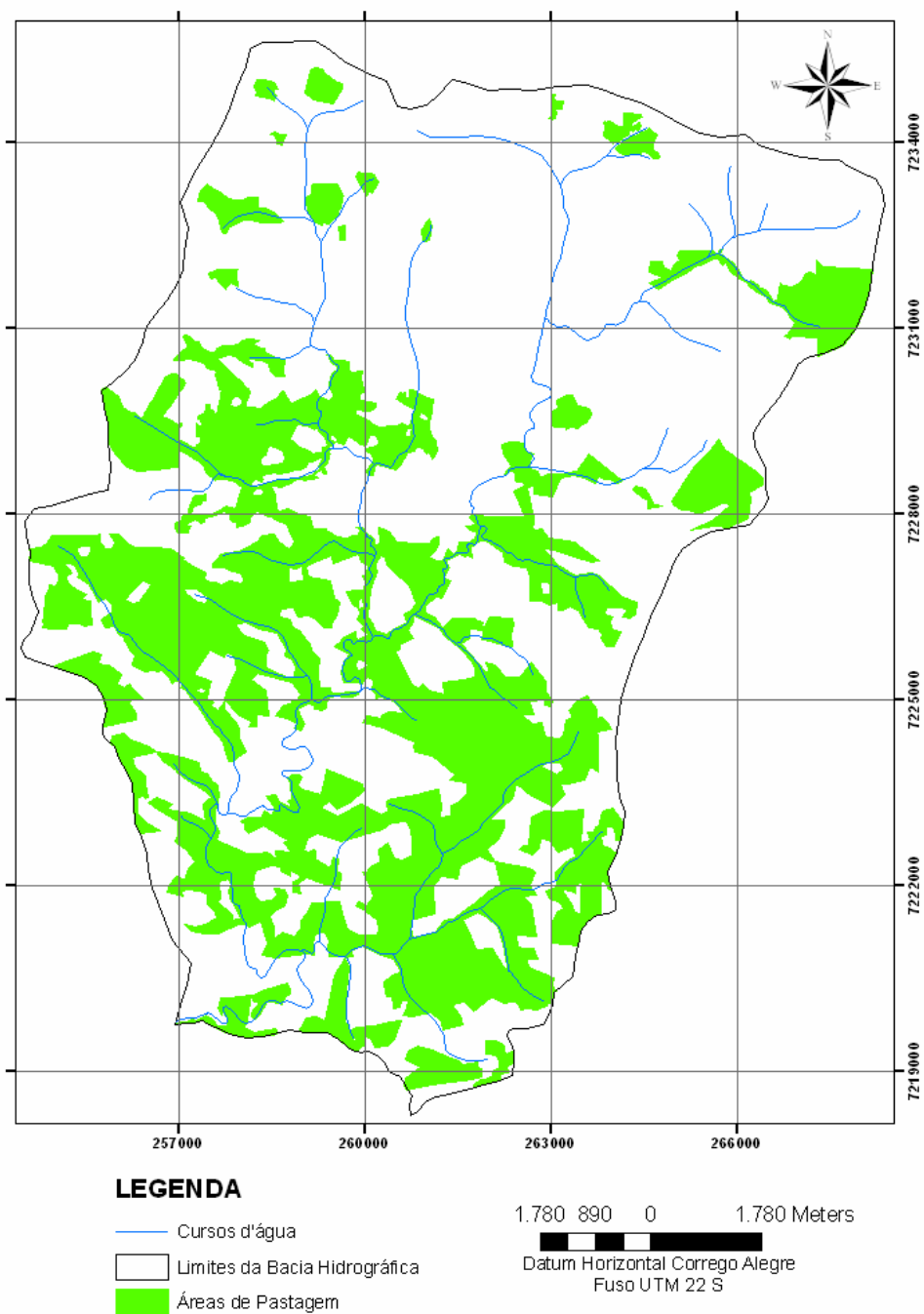
SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006) também identificaram este uso do solo da bacia de seu interesse. Os autores declaram que estas áreas aceleram a degradação da micro e microbiologia do solo como da flora que cobre o solo, pois provocam a escassez de vegetação natural nas áreas onde aparecem.

Esta atividade apresenta um alto grau de impactação ambiental, já que existe a retirada da floresta original e implantam-se gramíneas. Verifica-se que grande parte os cursos hídricos da bacia estão cercados pelas áreas de pastagem e, por este motivo, o impacto ambiental pode ser potencializado, pois, muitas vezes, utiliza-se o próprio córrego como bebedouros para animais, o que destrói a mata ciliar, contamina a água, pois os animais defecam e urinam no leito, bem como, a derrubada da margem contribuindo para o assoreamento. Constata-se a existência de matas ao longo dos cursos que estão nestas áreas de uso, mas não dá para considerá-los como reservas, pois os animais têm livre acesso ao leito, não tendo assim uma preservação, pois as áreas sofrem interferência da atividade.

Estas atividades, ainda, por muitas vezes, colaboram para o surgimento das voçorocas, porque os animais circulam sempre em uma mesma área e acabam formando os “carreiros”, por onde a água da chuva começa a escoar aumentando com o tempo a profundidade do local.

Desta forma, deve existir um monitoramento, buscando identificar em que estado se encontra a mata ciliar (degrada ou não), recompondo-a em área em que esteja destruída, procurando elaborar propostas para evitar que os animais entrem em contato com o leito do rio, como a construção de bebedouros ao longo dos piquetes de pastagem e o cercamento das áreas de mata ciliar, pois naturalmente, os animais têm a tendência de invadir estas áreas.

ÁREAS COM PASTAGEM DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 28 - Áreas com pastagem na bacia do rio São José, Cascavel – PR.

O uso de piquetes, fazendo que o gado tenha uma rotatividade na área de cultivo, também é uma forma de minimizar os impactos, pois diminui a

permanência dos animais em um mesmo local, diminuindo a compactação do solo, a formação de carreiros e fazendo que o solo não fique exposto, já que o consumo da cobertura vegetal pelo animal é controlado.

A Figura 29 apresenta as áreas onde se encontra cobertura florestal (mata) existente. Constata-se que a área apresenta um total de 3.111,2 hectares, representando um total de 21,6% da área total da bacia, sendo que a área de reflorestamento na área é insignificante. Se for considerado o que descreve a legislação, a partir do Código Florestal, que estabelece que 20% da área total de uma propriedade devem ser áreas de preservação legal, tem-se a noção que ela está sendo obedecida, já que fazendo uma porcentagem da área total da bacia o mínimo que deveria existir é de 28.676,5 hectares, desconsiderando a mata ciliar. Mas, se avaliar este parâmetro nas propriedades, verifica-se que muitas propriedades, principalmente no sul da bacia, não atendem à legislação.

SHIDA & PIVELLO (2002), SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006) e BARROS *et al.* (2007), também identificaram estas áreas em seus estudos, mas representam menos de 3% da área total das bacias estudadas, o que demonstra que a bacia do rio São José se encontra em um estado melhor, quando se analisa os números.

Verifica-se que estas áreas de matas estão concentradas no centro norte da bacia (curso superior), ou seja, levando-se em consideração a área total da bacia, a reserva legal supera o recomendado pela Lei 4771/1965, no entanto quando se analisam as propriedades, constata-se que algumas atingem a área determinada na legislação e outras não. É muito comum, ainda, determinar as áreas de preservação legal e com o tempo elas irem sendo invadidas pela atividade pecuarista e de cultivo, já que muitas vezes são consideradas áreas improdutivas na propriedade.

Constata-se, ainda, nos cursos médio e inferior (centro sul da bacia), estendendo-se para leste e oeste, que a cobertura florestal ao longo dos cursos hídricos é praticamente inexistente.

ÁREAS COM MATAS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ - CASCAVEL - PR

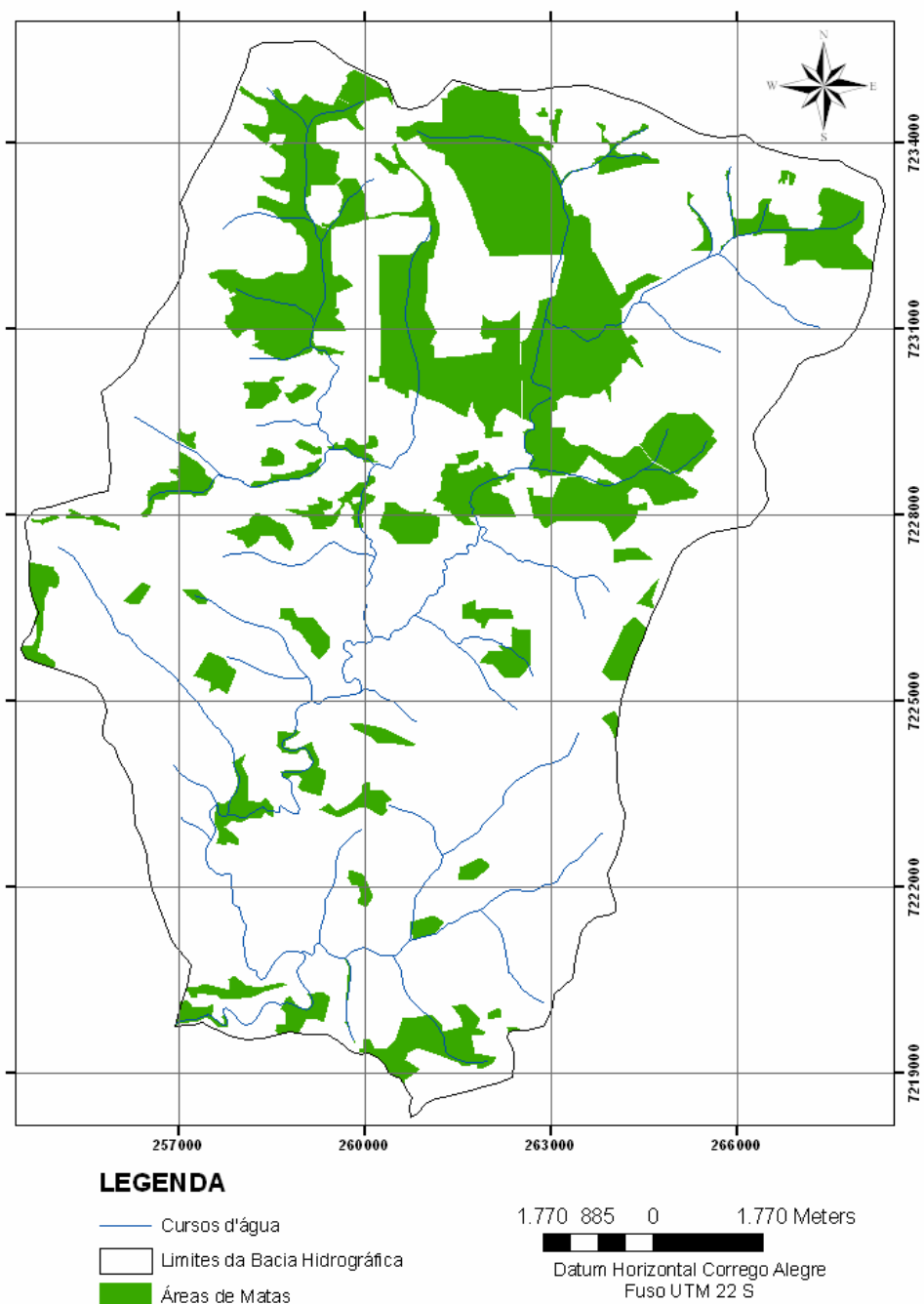


Figura 29 - Cobertura florestal da bacia do rio São José, Cascavel – PR.

Fonte: José Francisco de Gois.

Isso é extremamente preocupante, pois assim, tem-se potencializada a impactação na qualidade de água, o assoreamento do rio, o acesso livre a todo tipo de poluentes e outros materiais ao meio hídrico.

4.4 Relação da Geomorfologia com as Classes de Uso do Solo

A partir das informações apresentadas, pode-se realizar uma análise de como se comporta o uso do solo frente a característica geomorfológica da bacia. BORGHETTI (2006) e SHIDA & PIVELLO (2002), também elaboraram esta comparação, apontando que ela é importante para a análise da sedimentação dos cursos hídricos de uma bacia.

Assim, visualizam-se quais os impactos que os vários tipos de usos de solo estão causando na geomorfologia da bacia em estudo, podendo serem realizadas intervenções para que diminuam os seus impactos.

A partir da Figura 30, constata-se que as áreas de atividade urbanas encontram nas áreas de encostas, não aparecendo em outros tipos geomorfológicos. Nesta área, tem-se, ainda, a existência de uma rodovia de grande circulação (BR 277).

Pela presença de área impermeabilizada (asfalto, calçada, telhado), o escoamento é potencializado. Verifica-se, ainda, um risco muito grande na expansão de poluentes, principalmente de cargas perigosas, que circulam em grande quantidade na rodovia existente na área. BORGHETTI (2006) demonstrou em seu trabalho a presença de áreas urbanas em encostas íngremes, que devem ser analisadas com atenção, pois o escoamento superficial é aumentado pela impermeabilização do solo e a velocidade da água é aumentada, o que naturalmente já tem uma velocidade maior.

Na bacia do rio São José, as áreas íngremes são caracterizadas por afloramento rochoso, com uma baixa permeabilidade. Quando isso é somado à alta impermeabilização do solo das áreas urbanas, o escoamento superficial é aumentado. Assim, o uso urbano, embora em baixa quantidade, representa uma área com grande potencial de escoamento.

GEOMORFOLOGIA x ÁREAS DE ATIVIDADES URBANAS

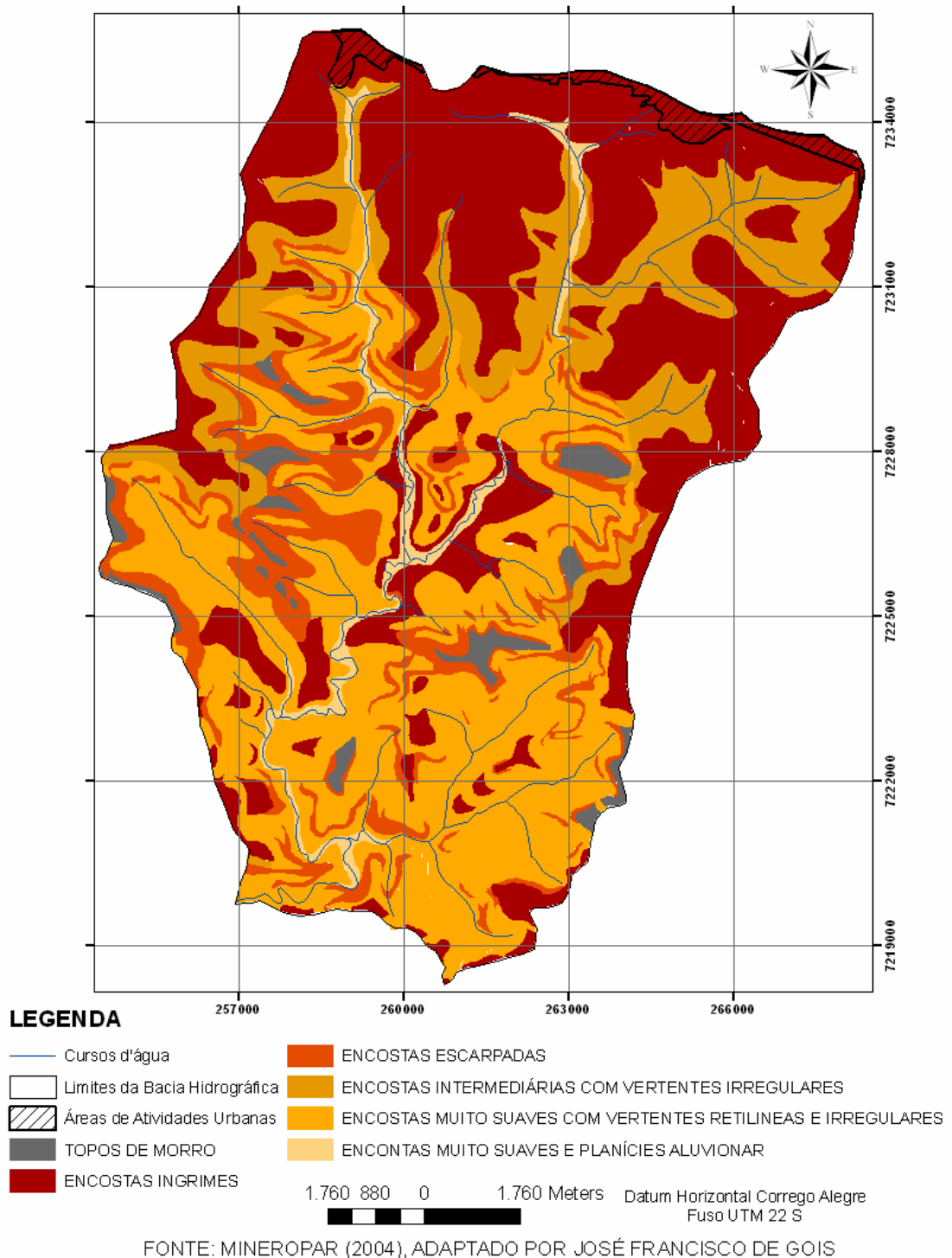


Figura 30 - Relação da geomorfologia com áreas urbanas.

Na Figura 31, relaciona-se a geomorfologia com as áreas de atividades intensas e administrativas das propriedades rurais. Verifica-se que estas atividades se distribuem ao longo dos tipos geomorfológicos, mas existe uma predominância em áreas de encostas muito suaves e com vertentes retilíneas a irregulares.

BORGHETTI (2006) relata em seu trabalho que, embora estas atividades ocorram em menor número, elas podem representar um grande impacto na estrutura geomorfológica, já que potencializam a sedimentação pela presença contínua de circulação.

Como nestas áreas existe a atividade de criação de animais em confinamento, há produção de dejetos em grande quantidade e, como elas estão em áreas de afloramento freático, podem representar um potencial poluente para este pela infiltração.

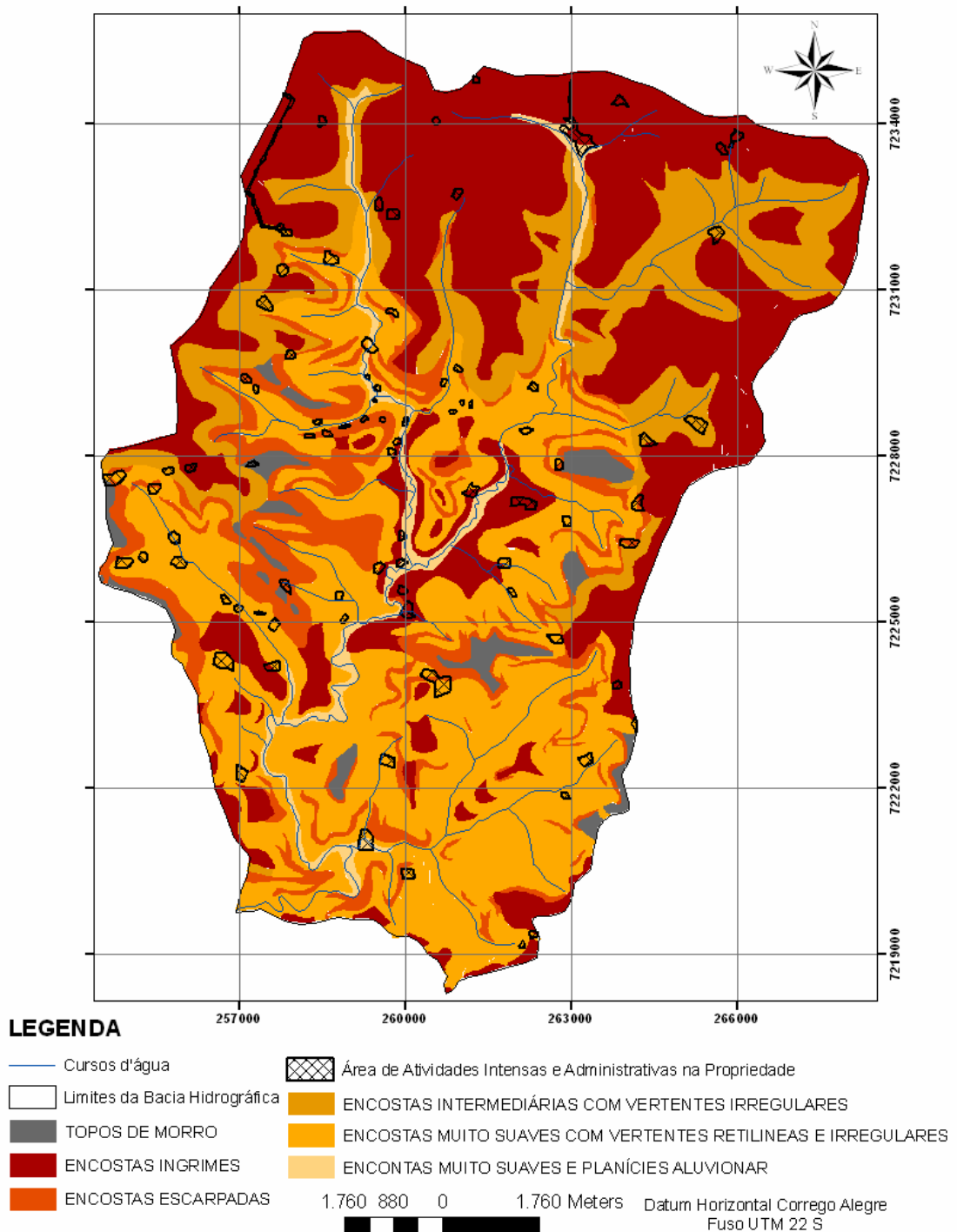
Assim, independente do tipo geomorfológico presente a sedimentação é aumentada. SHIDA & PIVELLO (2002) e SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006) relatam que este tipo de uso potencializa a sedimentação em alguns períodos, principalmente nos momentos do plantio e das colheita, pois ocorre o aumento da circulação de máquinas, interagindo com a estrutura do solo, e pela falta de cobertura vegetal nestas áreas, o escoamento superficial é potencializado.

Embora sejam de presença reduzida, já que representam pouca área, elas podem potencializar o desgaste geomorfológico e gerar grande potencial poluidor, pois a sua existência ocorre em locais onde há afloramento do lençol freático e a permeabilidade da água no solo é boa.

Para o uso do solo com atividade de cultivo temporário verifica-se que existe uma predominância em áreas de encostas íngremes. A presença em outros tipos geomorfológicos é bem menor (Figura 32).

Assim, os dados apresentados para a bacia em estudo devem ser verificados com grande atenção, pois estas áreas apresentam uma maior inclinação e com este tipo de cultivo potencializa-se o escoamento superficial, já que nestas áreas ocorre afloramento rochoso e a permeabilidade é baixa, principalmente, se a atividade não tiver práticas de conservação do solo. Provoca-se também o aumento da velocidade do escoamento, o que amplia a possibilidade de ocorrência de erosão na área.

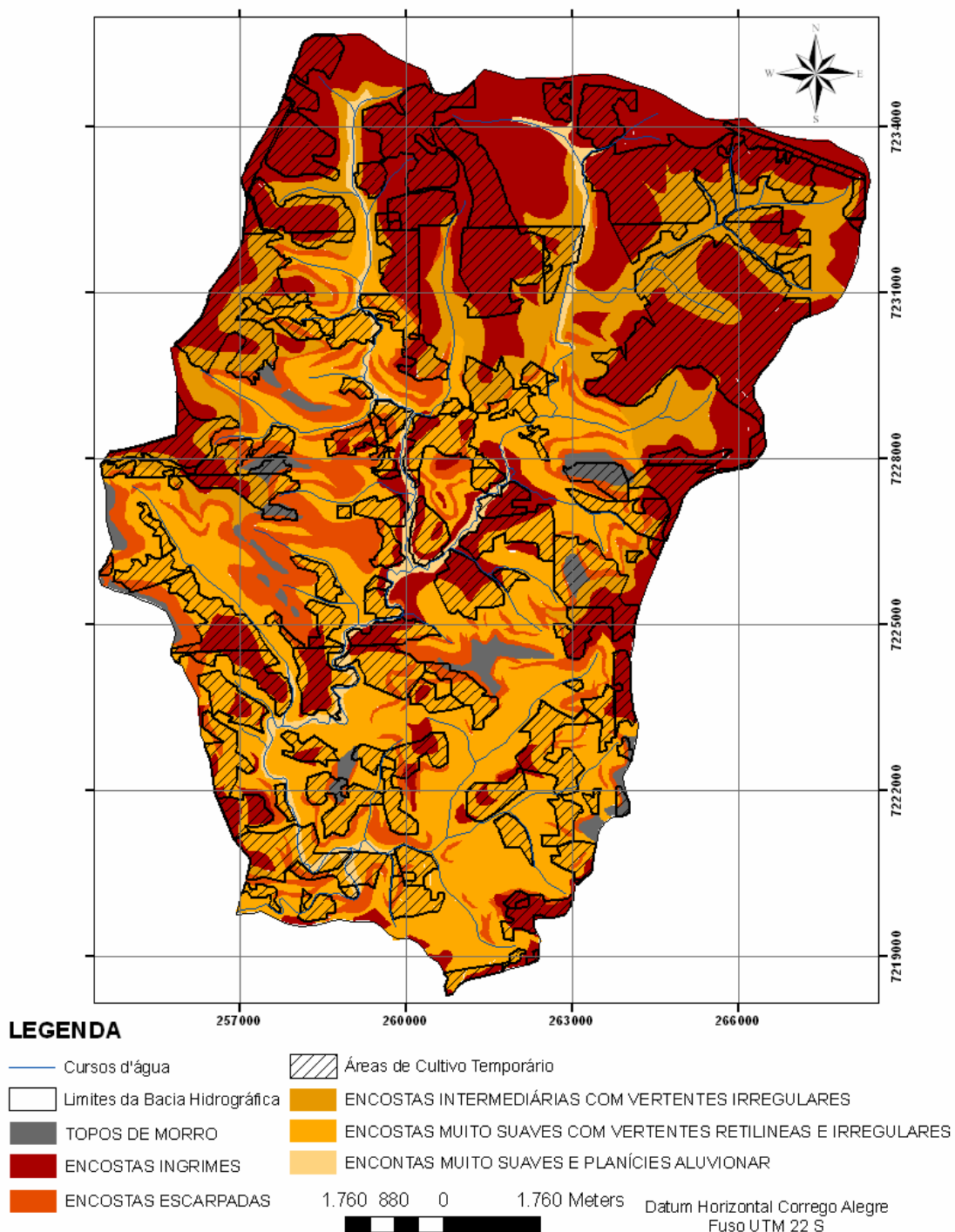
GEOMORFOLOGIA x ÁREAS DE ATIVIDADES INTENSAS NA PROPRIEDADE



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 31 - Relação da geomorfologia com áreas de atividades intensas na propriedade.

GEOMORFOLOGIA x ÁREAS DE CULTIVO TEMPORÁRIO



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 32 - Relação da geomorfologia com áreas de cultivo temporário.

Assim, o manejo correto do solo, com a existência de barreiras para que evite a circulação rápida da água é muito importante, como os

“murunduns”, o plantio direto, a cobertura do solo por plantas que promovam o aumento da massa sobre a superfície do solo nos períodos em que não está sendo cultivado nada, como as coberturas de inverno e de verão para a produção de adubação.

Desta forma, a água terá sua velocidade diminuída, evitando o desgaste do solo, promovendo o aumento da infiltração do solo e mantendo a umidade, pela existência de uma camada de cobertura. Esta cobertura, com o tempo, irá contribuir, ainda, para o aumento da espessura do solo, pois é uma massa que está sendo constantemente produzida e mantida sobre o solo.

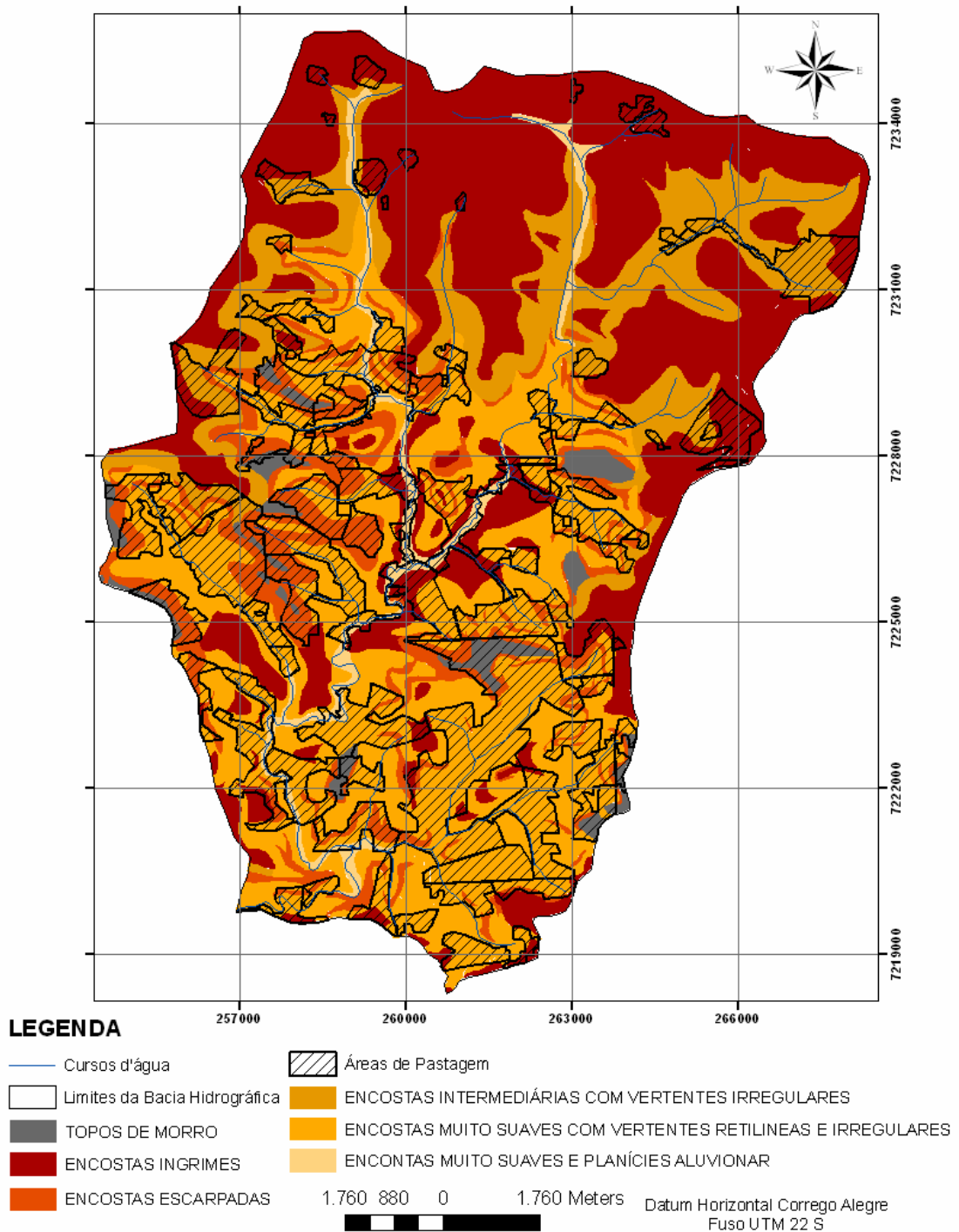
As áreas com pastagem também dominam alguns tipos geomorfológicos, como se verifica na Figura 33. BARROS *et al.* (2007) identificaram que, em sua área de estudo, a pastagem é o segundo maior tipo de uso do solo e demonstra preocupação, pois acredita que nestas áreas ocorra uma sedimentação ao longo em alguns pontos, porque os animais, quando efetuam seu deslocamento, circulam mais em algumas áreas do que em outras, soltando mais sedimentos na superfície.

Na bacia do rio São José, nota-se que este tipo de uso é predominante nas áreas e topos de morro, áreas de encostas muito suaves e com vertentes retilíneas a irregulares e áreas de encostas escarpada.

Este tipo de atividade deve ser vista com atenção, pois está localizada em áreas de planície, onde o curso do rio é mais sinuoso e a velocidade da água é menor, o que contribui naturalmente para a deposição, como a pecuária contribui para o assoreamento, se não for praticada de forma adequada, pode potencializar a quantidade de sedimentos no curso, diminuindo a profundidade do leito por causa do assoreamento. Nestas áreas, ainda, ocorre a existência do afloramento do nível freático, sendo regiões com uma grande quantidade de nascentes.

Quando se analisa a área da bacia para momento de cheias, percebe-se que, além da sua tendência natural, as atividades que são realizadas na área provocam a facilitação deste fenômeno. Tanto a pecuária quanto o cultivo temporário circundam os cursos, aumentando a chegada de sedimentos que diminuem a profundidade do leito e facilitam que a água saia de seu leito normal.

GEOMORFOLOGIA x ÁREAS DE PASTAGEM



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 33 - Relação da geomorfologia com áreas de pastagem.

Esta situação é coroada pela ausência da mata ciliar, o que poderia diminuir a entrada dos sedimentos gerados pelas duas atividades.

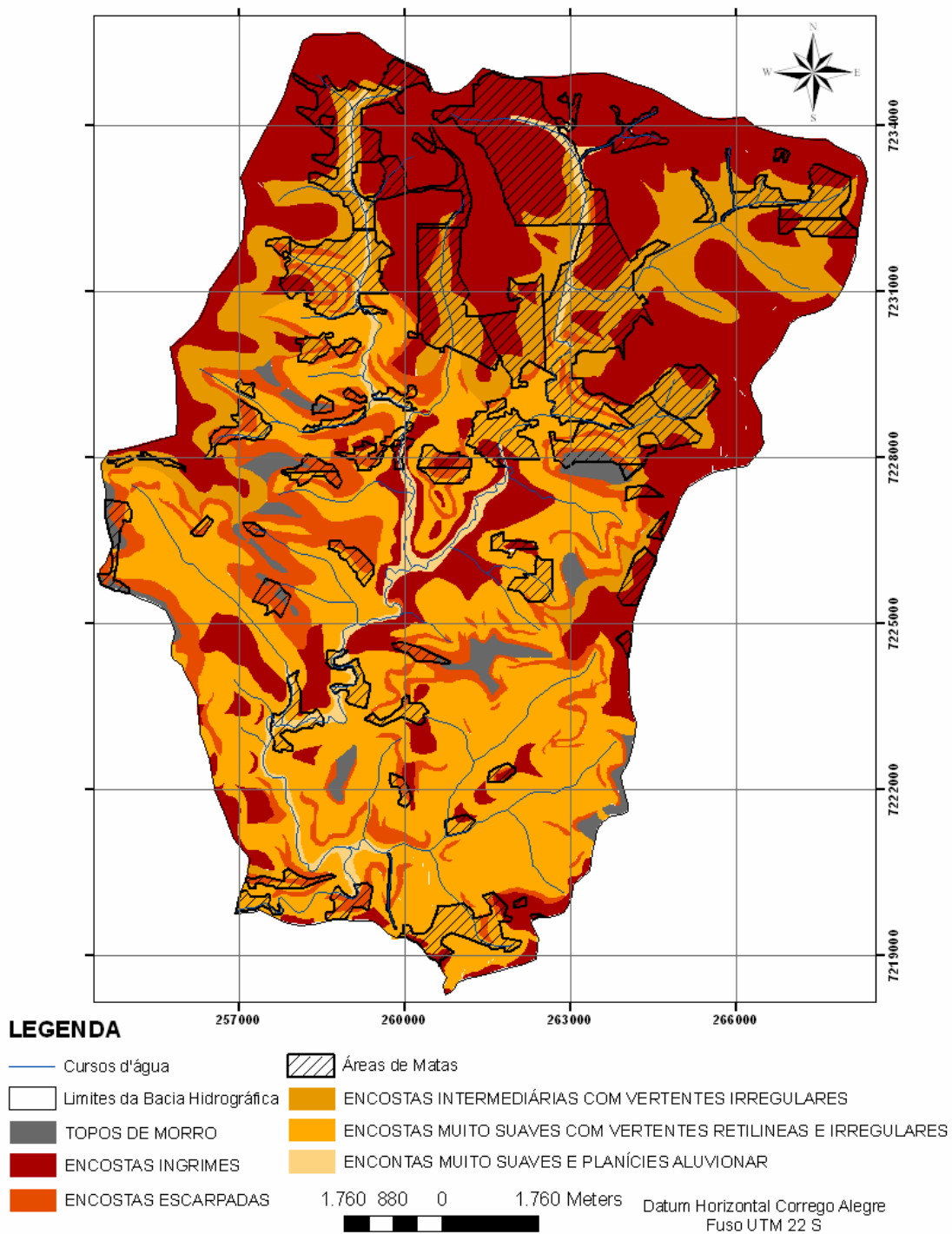
Nas outras áreas geomorfológicas de existência de pastagem, encontram-se regiões com afloramento rochoso, ou seja, o solo é raso, o que pode resultar em um grande desgaste do solo pela circulação de animais.

Na Figura 34, verificam-se áreas de matas existentes ao longo da bacia e sua localização frente aos tipos geomorfológicos encontrados no perímetro de estudo. Verifica-se que, nestas áreas de uso, predominam as áreas de encostas intermediárias com vertentes irregulares e ao norte encontram-se uma parte expressiva das encostas íngremes também coberta por matas.

Desta forma, dos seis tipos geomorfológicos na bacia, apenas dois apresentam uma boa cobertura vegetal de reservas florestais. Este fato pode significar que nas áreas geomorfológicas mais susceptíveis a impactos provindos da falta de mata, tem potencializado o seu desgaste. Assim, deve-se fazer uma análise mais profunda na área em relação à sedimentação destes tipos geomorfológicos com áreas descobertas, para que se possa equalizar os impactos que estão ocorrendo na área.

Para BARROS *et al.* (2007), SHIDA & PIVELLO (2002) e SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006), estas áreas são de extrema importância para a conservação geomorfológica de uma área, pois ela diminui e interrompe as áreas de sedimentação e evita que os sedimentos cheguem mais rápido ao leito do rio.

GEOMORFOLOGIA x ÁREAS DE MATAS



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 34 - Relação da geomorfologia com áreas de coberturas florestais.

4.5 Relação da Área de Reserva de Mata Ciliar com as Classes de Uso do Solo

Segundo a legislação, as áreas de mata ciliar correspondem a uma faixa de preservação que deve ser mantida ao longo dos cursos hídricos e deve ser isolada, para que as atividades ao longo dela não a invadam.

Na bacia em estudo, constata-se que esta área de preservação esta muito abaixo do que a legislação permite (Código Florestal), sendo invadida, principalmente, pela atividade agropecuária.

Na Figura 35, mostra-se a área de preservação, considerando-se a área de 30 m de preservação permanente, prevista pelo Código Florestal Brasileiro, para os cursos hídricos da bacia dos rios São José, e como a área é muito rica em cursos, vê-se que a existência dela se espalha por toda a extensão, sendo bem significativa, pois há uma grande ramificação dos rios.

Quando se analisa esta área de mata ciliar com o uso para as atividades urbanas, encontra-se somente um local que invade a área de mata, ao norte. Esta área é uma das nascentes da bacia, por isso a importância de se restabelecer a reserva nesta área (Figura 36).

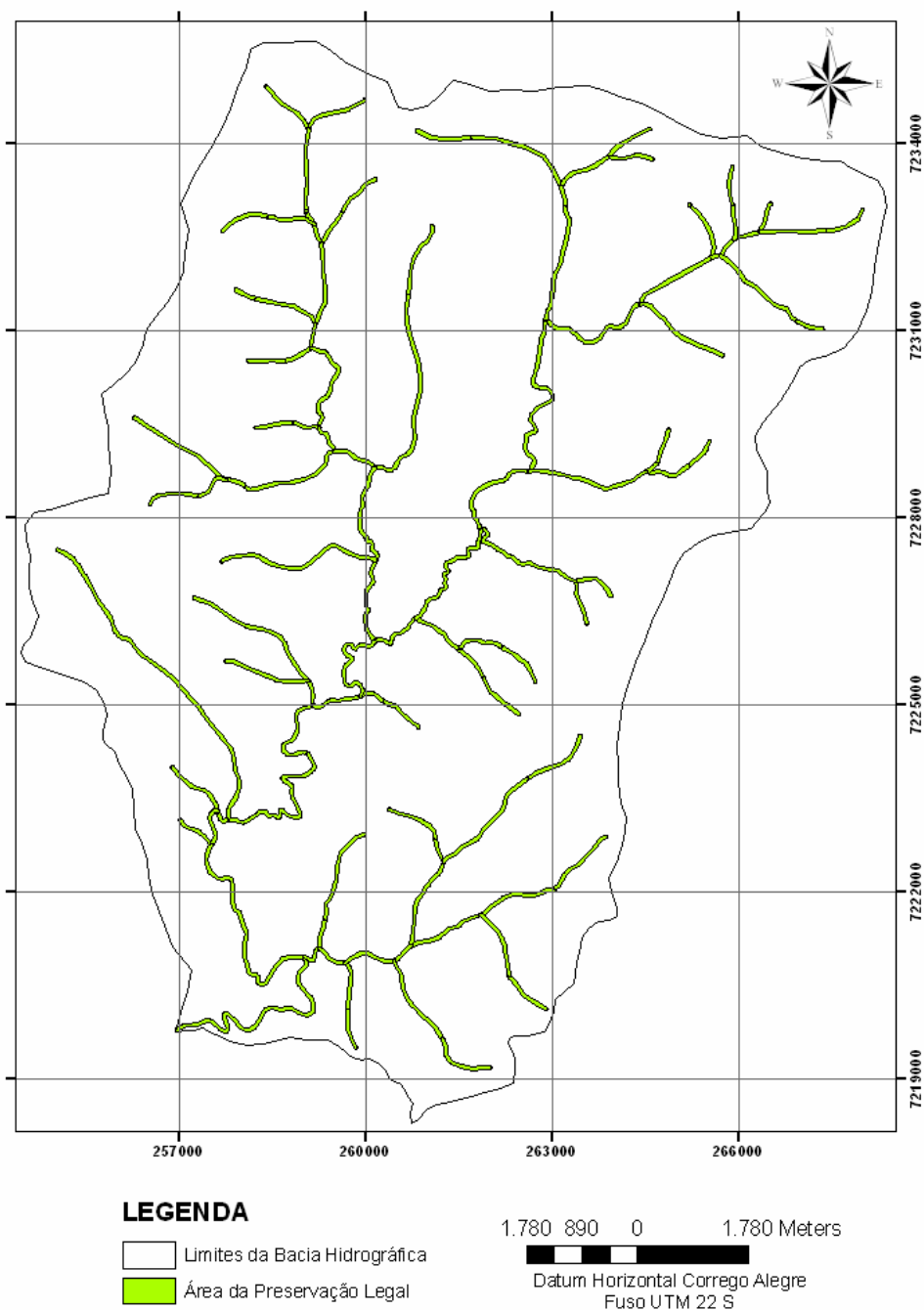
GEISLER, LOCH & RAMOS (2006) afirma que as atividades urbanas podem representar um grande risco para os cursos hídricos, e apresentam as matas ciliares como uma das formas de se minimizar estes riscos.

No caso da bacia do rio São José, a localização das áreas urbanas nos remete a uma preocupação, pois elas estão próximas das duas nascentes principais nascentes da bacia. Assim, a presença da mata ciliar nestas áreas é de imprescindível, pois é um das poucas formas de se evitar a ocorrência de contaminação ou pelo menos de minimizá-la, porque o formato com que se constituem estas áreas representam um grande risco à qualidade da água para a bacia como um todo.

Sabe-se que as áreas urbanas fazem com que seja aumentado o escoamento, assim, a mata ciliar colabora para a melhoria da qualidade das águas, fazendo uma filtragem dos possíveis resíduos de produtos químicos do que irá chegar ao curso hídrico.

Como se pretende explorar as águas para consumo humano, esse fator deve ser levado em consideração, pois existem uma série de normas e parâmetros que devem ser mantidos, quando se deseja realizar atividades desse tipo em alguma bacia.

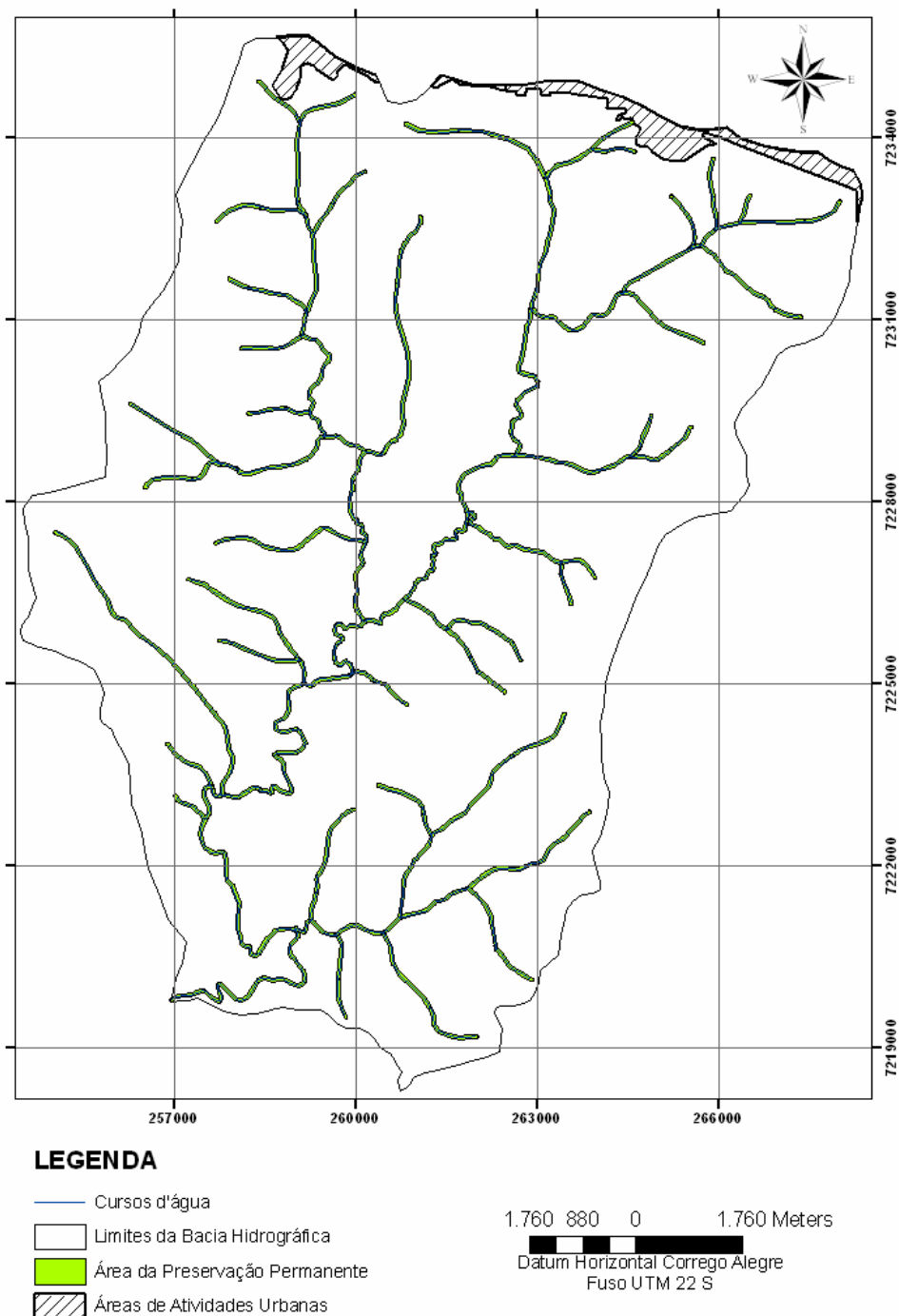
ÁREAS DE RESERVA LEGAL



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 35 - Área destinada à reserva de mata ciliar.

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE x ÁREAS DE ATIVIDADES URBANAS



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 36 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas de atividade urbanas.

Quando se elabora uma análise das áreas de atividades intensas e administrativas nas propriedades rurais (Figura 37), detecta-se que em vários pontos é invadida a área de reserva legal. Isso é preocupante, pois como já foi apontado, estas áreas podem apresentar grandes riscos à qualidade da água na bacia, dependendo dos tipos de atividade exercidas nos locais e o tipos de destino que se dá aos resíduos.

MANFRINATO (2005) e BARROS *et al.* (2007) observam em seus trabalhos que as áreas de moradias, costumeiramente, invadem as áreas de reserva legal, pois historicamente o homem buscou estar próximo à água.

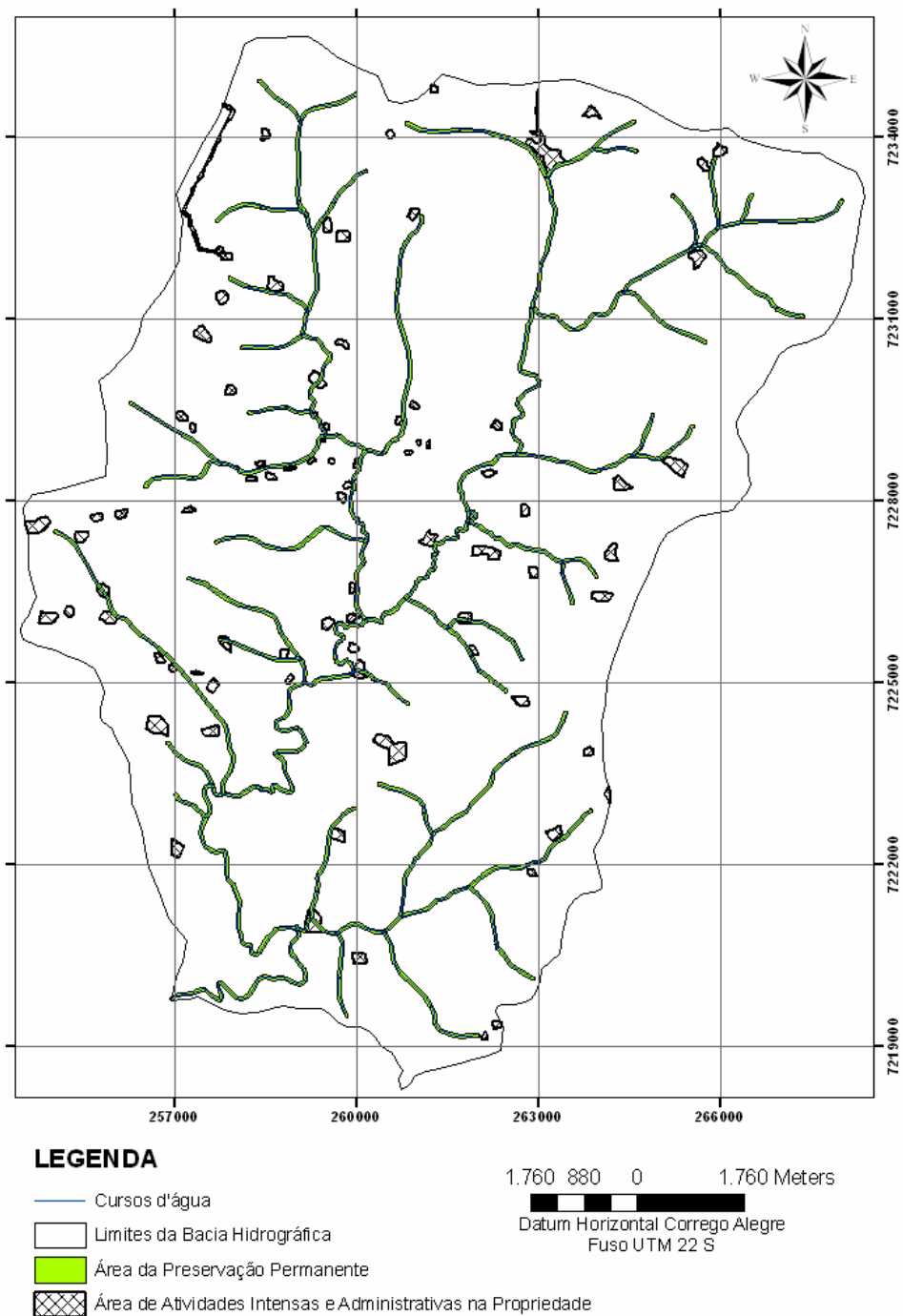
Isso acaba sendo muito importante, quando se analisa a bacia do rio São José, pois nota-se, por várias vezes, a presença deste tipo de uso do solo, invadindo as áreas de preservação legal, o que pode representar uma ameaça à qualidade da água, porquanto nestas áreas existem muitos elementos que podem ser potenciais poluidores dos cursos hídricos, como: pocilgas, a existência de confinamento (como a suinocultura), com alta produção de dejetos que podem atingir os cursos de água, degradando-os.

Assim, o monitoramento das atividades que ocorram nestas áreas de uso é muito importante, pois são potenciais de passivos pontuais, com uma possibilidade de controle muito grande.

O uso do solo com cultivo temporário ocupa uma grande área que seria de destino à mata ciliar invadida (Figura 38). Verifica-se que não há muitas nascentes impactadas por esta cultura, quando se visualiza o curso do rio, detecta-se várias vezes as áreas de mata ciliar invadidas, principalmente nas áreas onde o rio apresenta maior sinuosidade, que por serem áreas de planícies, apresentam-se propícias para as práticas agrícolas convencionais.

GEISSLER, LOCH & RAMOS (2006), BORGHETTI (2006), SHIDA & PIVELLO (2002) e SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006) relatam em seus trabalhos os impactos advindos das atividades de cultivo temporário. Todos os autores expressam que este tipo de atividade agrícola (cultivo temporário de forma convencional) costumeiramente invadem as áreas de reserva legal. Em todas as regiões, busca-se a minimização destas áreas em detrimento do aumento das áreas de plantio.

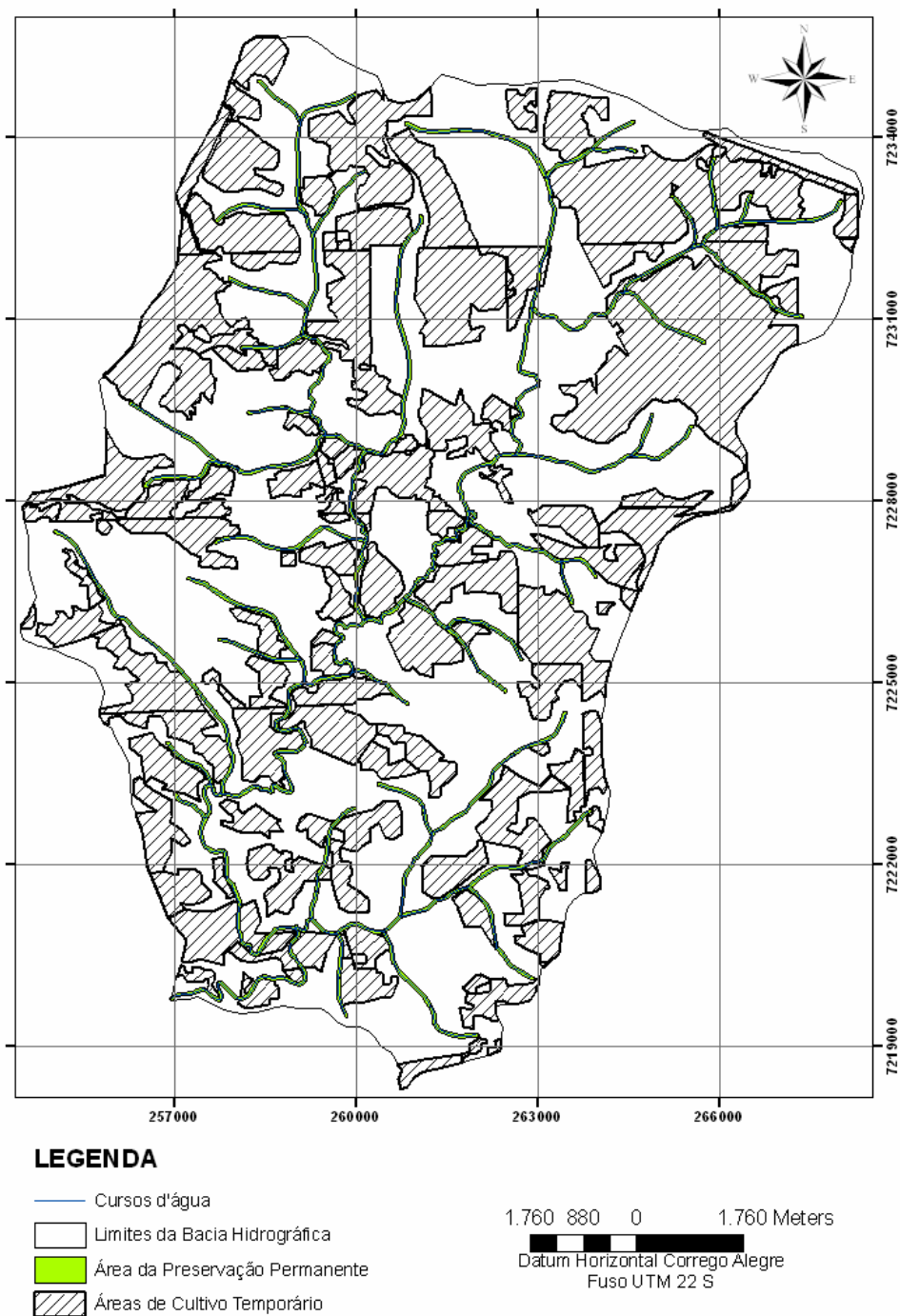
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE x ÁREAS DE ATIVIDADES INTENSAS NA PROPRIEDADE



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 37 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas de atividade intensas e administrativas na propriedade.

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE x ÁREAS DE CULTIVO TEMPORÁRIO



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 38 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas cultivos temporários.

Culturalmente, acostumou-se assimilar áreas de reservas, como trechos inúteis e improdutivos da propriedade e como é comum se aproveitar o máximo de área possível, para aumentar os lucros, as áreas de reservas de mata ciliar acabam sendo transformadas em área de cultivo, o que provoca o aumento da chegada de sedimentos nos leitos dos rios em momentos de plantio e colheita, pela falta de cobertura no solo, quando se tem a menor quantidade de cobertura do solo. Outra alegação que se apresenta, é que os pequenos proprietários irão perder muitas áreas, reduzindo seus ganhos e inviabilizado a sua permanência no campo.

Assim, verificou-se a necessidade de um acompanhamento para que se reconstituem estas áreas, de forma que se retire as áreas de cultivo das áreas de preservação permanente.

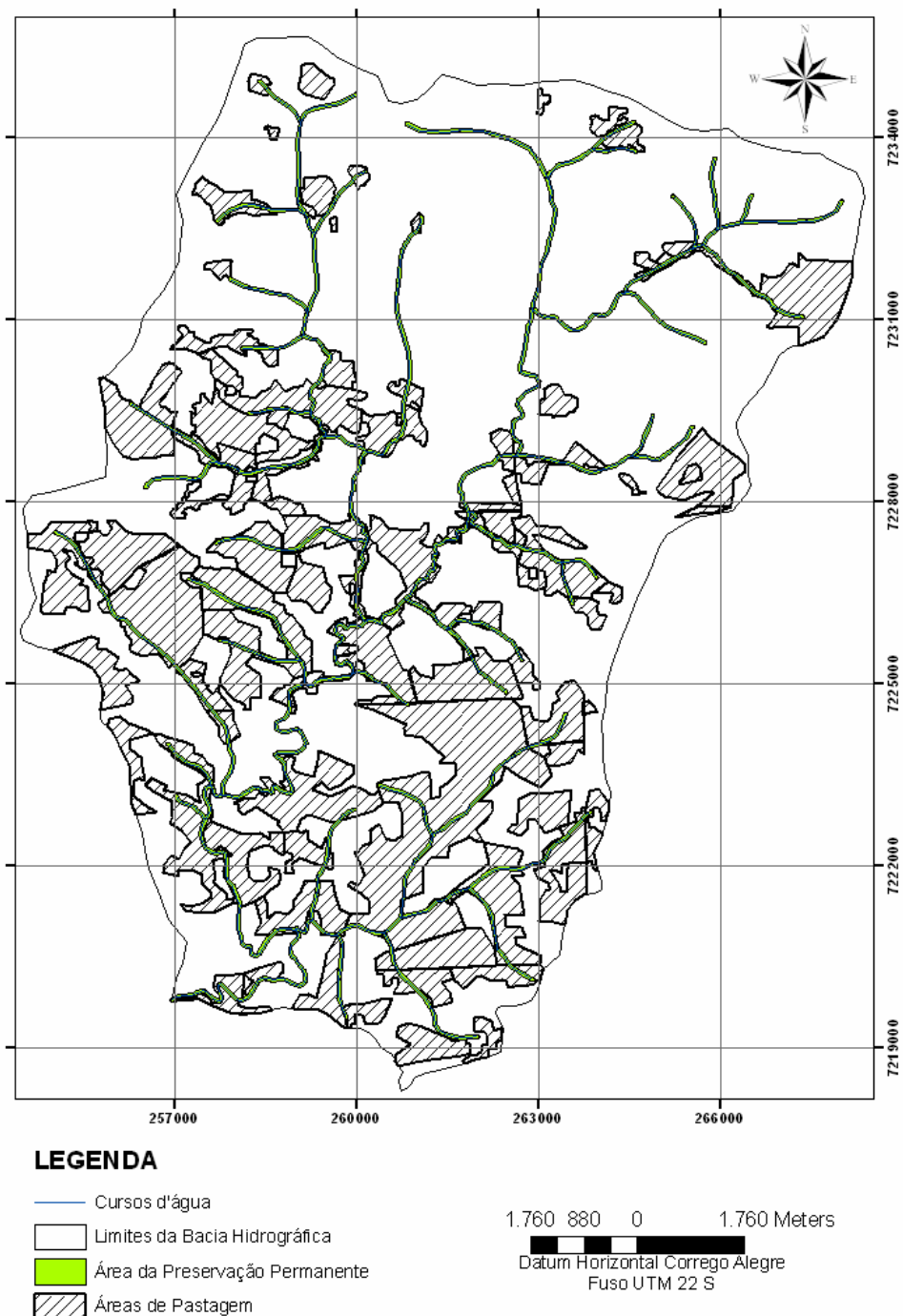
Nas pequenas propriedades, onde se alega que a perda de áreas inviabiliza a permanência de mata ciliar, poderão ser iniciadas as atividades agroecológicas, como a agrofloresta, efetivando a preservação e ao mesmo tempo permitindo que o agricultor possa permanecer na sua propriedade.

Nas áreas de pastagem, visualiza-se ainda mais o impacto sobre as áreas de mata ciliar (Figura 39). Verifica-se que as maiorias das nascentes encontram-se nesta área de uso do solo. Os rios de ordem maior são os que mais têm suas matas ciliares invadidas.

Como já foi citado, as práticas de pecuária tradicionais costumeiramente utilizam os cursos de águas para bebedouros dos animais, prática que se comprova a partir da Figura 39. Desta forma, para se ter uma qualidade da água na bacia, deve-se recuperar estas áreas que estão invadidas pela atividade pecuarista, isolado a mata ciliar com uma cerca, para que os animais não há destruam.

SILVA, ALTIMARE & LIMA (2006) e BARROS *et al.* (2007) relatam que estas áreas muitas vezes degradam mais as matas do que os cultivos temporários, pois o contato dos animais com as plantas da mata ciliar as destrói e a entrada dos animais dentro do leito do rio, provoca o desmoronamento das margens, aumentando a quantidade de sedimentos.

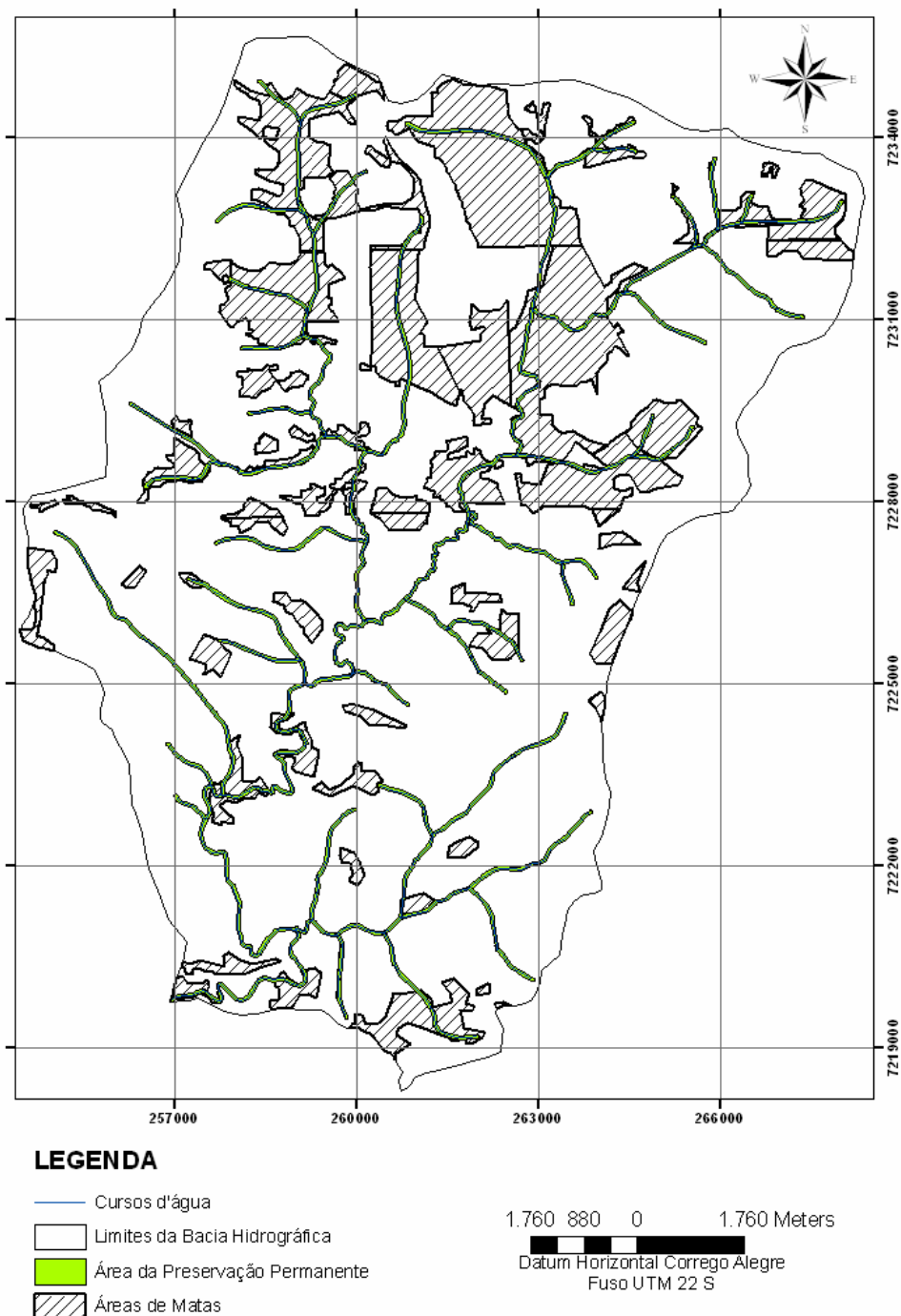
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE x ÁREAS DE PASTAGEM



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 39 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas pastagem.

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE x ÁREAS DE MATAS



FONTE: MINEROPAR (2004), ADAPTADO POR JOSÉ FRANCISCO DE GOIS

Figura 40 - Relação da área legal de mata ciliar com áreas de mata.

A adoção de uma atividade pecuarista que promova a rotatividade dos animais, na área de estudo, irá fazer que o ambiente seja protegido, pois o

próprio manejo dos animais vai facilitar que a proteção da mata ciliar seja efetuada, pois surge o piqueteamento, onde poderão ser delimitadas as áreas de reserva e as isoladas.

A Figura 40 apresenta a relação entre as áreas de cobertura floresta (matas) e a área legal de mata ciliar.

A partir desta figura desenvolve-se a noção exata de como se encontra a mata ciliar na bacia do rio São José. Verifica-se que nas áreas do curso superior da bacia existe mata ciliar, mas, conforme vai se afastando da nascente, diminui a área de preservação da mata ciliar.

MANFRINATO (2005) e GEISLER, LOCH & RAMOS (2006) comentam que a existência de matas ao longo dos recursos hídricos é imprescindível para a preservação de biodiversidade aquática e da qualidade da água e é lei do Código Florestal.

Desta forma, deve-se desenvolver uma ação de recuperação da reserva legal de mata ciliar na bacia, pois como se pode constatar a bacia não atende o que a legislação determina quanto a área de preservação legal.

As áreas que deveriam estar preservadas estão sendo invadidas por atividades, o que para uma bacia, que se pretende retirar água para o consumo humano, é preocupante. Assim, para que se ocorra a exploração de água deve ser recuperada a mata ciliar da bacia, para que se garanta a qualidade da água para o consumo.

4.6 Relação da Declividade com as Classes de Uso do Solo

Pode-se realizar comparações do tipo de uso do solo, de acordo com a declividade. Desta forma, é possível verificar se existe alguma atividade que influencie na qualidade da água, a partir de sua relação com o comportamento do relevo, pois quanto mais inclinado o relevo maior a tendência de aumento da velocidade da água. SHIDA & PIVELLO (2002), SILVA, BRITES & SOUZA (1999) e BORGHETTI (2006) comentam que o estudo do uso do solo de acordo com a declividade (Figura 16) é de grande importância, porquanto é

possível visualizar algumas tendências de carregamento de sedimento para dentro dos cursos hídricos.

Visualiza-se na Figura 41 que as nascentes principais da bacia se encontram em áreas de baixa declividade (até 2%) e a localização das áreas com atividade urbanas.

SHIDA & PIVELLO (2002), SILVA, BRITES & SOUZA (1999) e BORGHETTI (2006) concluíram que as áreas urbanas em grandes declividades provocam o aceleração do escoamento superficial, dada a impermeabilização do solo. Na bacia do rio São José, verifica-se que elas estão ocupando as áreas de maior altitude na bacia em estudo (norte), não aparecendo em outras altitudes, porém são as áreas com menor declividade.

Este fato pode facilitar o controle da preservação da qualidade da água. Como já citado, nas atividades urbanas ocorre um aumento na velocidade da água no escoamento superficial, provocado pela impermeabilização do solo, se elas se apresentam em uma área de declividade menor, esta velocidade acabará sendo menor, sendo mais fácil de se controlar com barreiras artificiais ou naturais.

Na Figura 42 representa-se a relação entre a declividade e as áreas de atividades intensas e administrativas na propriedade rural. Nota-se que este tipo de uso do solo está distribuído ao longo da bacia e encontram-se em maior quantidade próximo a áreas de declividade de 8%, sendo encontrada, também, em áreas abaixo desta inclinação.

SILVA, BRITES & SOUZA (1999) nos relatam que estas áreas potencializam uma maior existência de formação de escoamento superficial se localizadas em áreas de grande declividade e podem representar um foco de passivo ambiental em grande potencial, já que as atividades desenvolvidas nelas abrigam muitos elementos que alteram negativamente a qualidade da água. Como na bacia do rio São José, elas estão, em maioria, nas áreas abaixo de 8% de declividade, com um monitoramento e informação aos agricultores, elas são de fácil controle.

Na Figura 43 apresenta-se a relação entre declividade com as áreas de cultivo temporário.

DECLIVIDADE x ÁREAS DE ATIVIDADES URBANAS

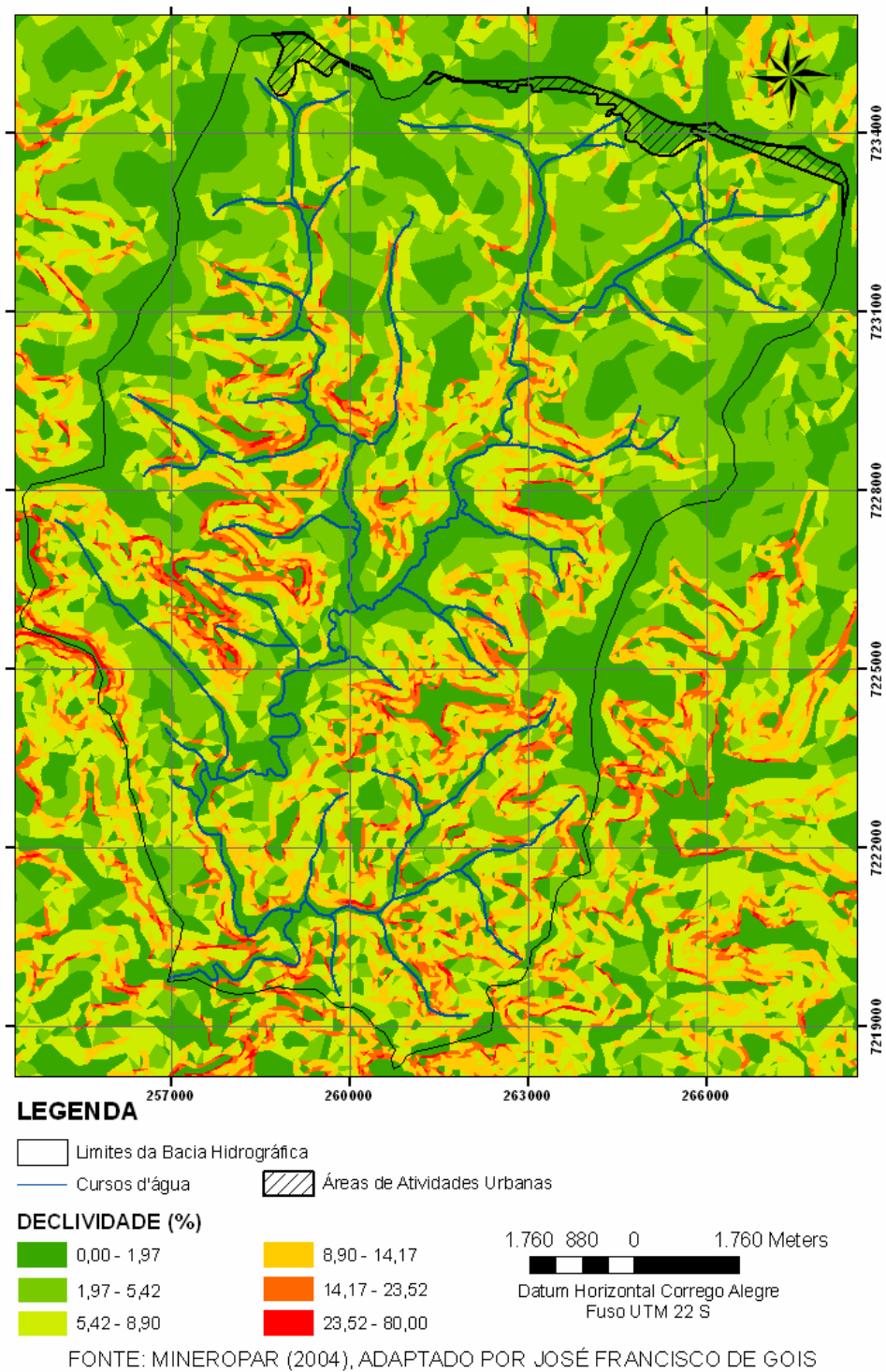


Figura 41 - Relação da declividade com áreas de atividade urbanas.

DECLIVIDADE x ÁREAS DE ATIVIDADES INTENSA NA PROPRIEDADE

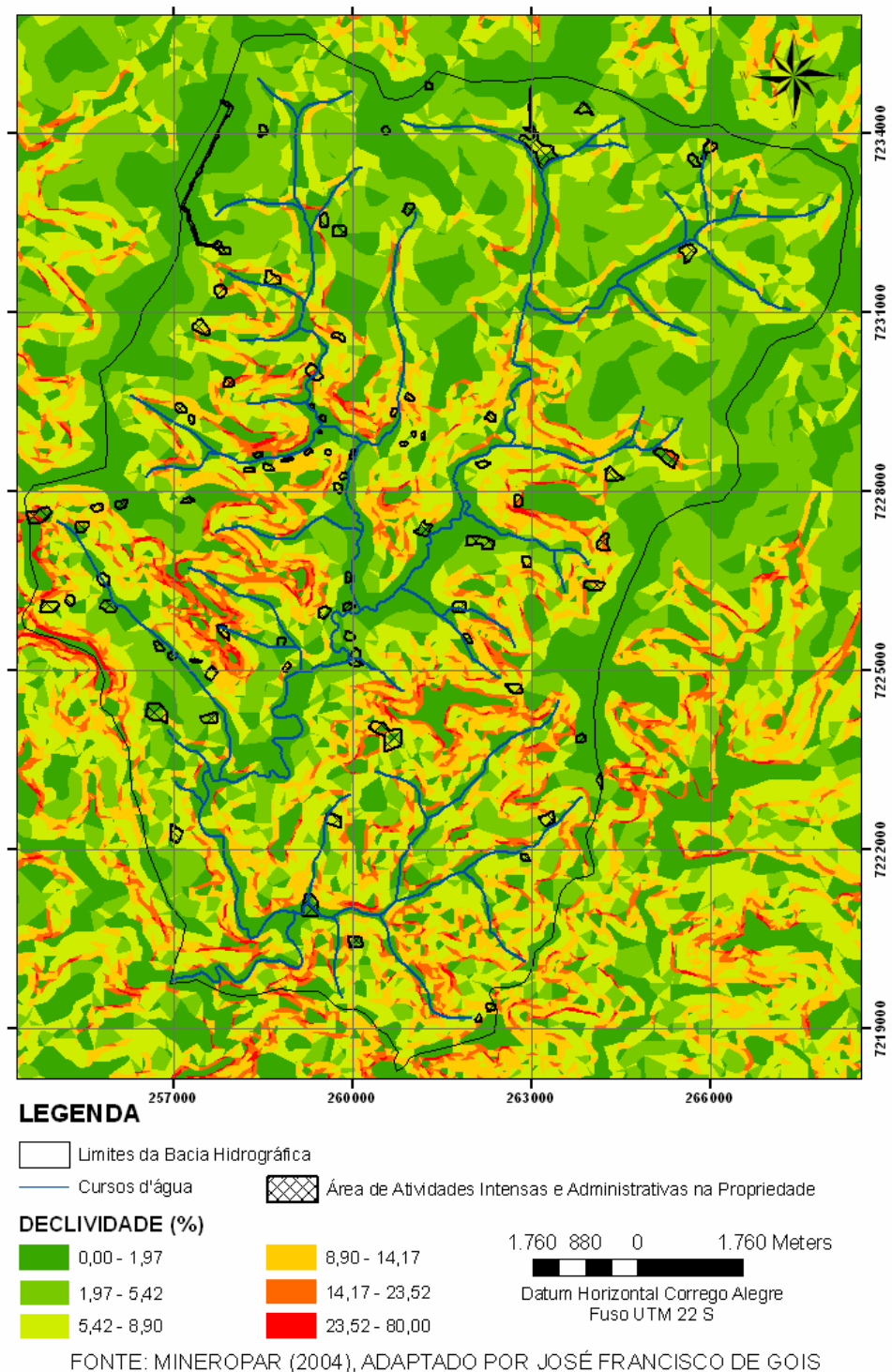


Figura 42 - Relação da declividade com áreas de atividade intensas na propriedade rural.

DECLIVIDADE x ÁREAS DE CULTIVO TEMPORÁRIO

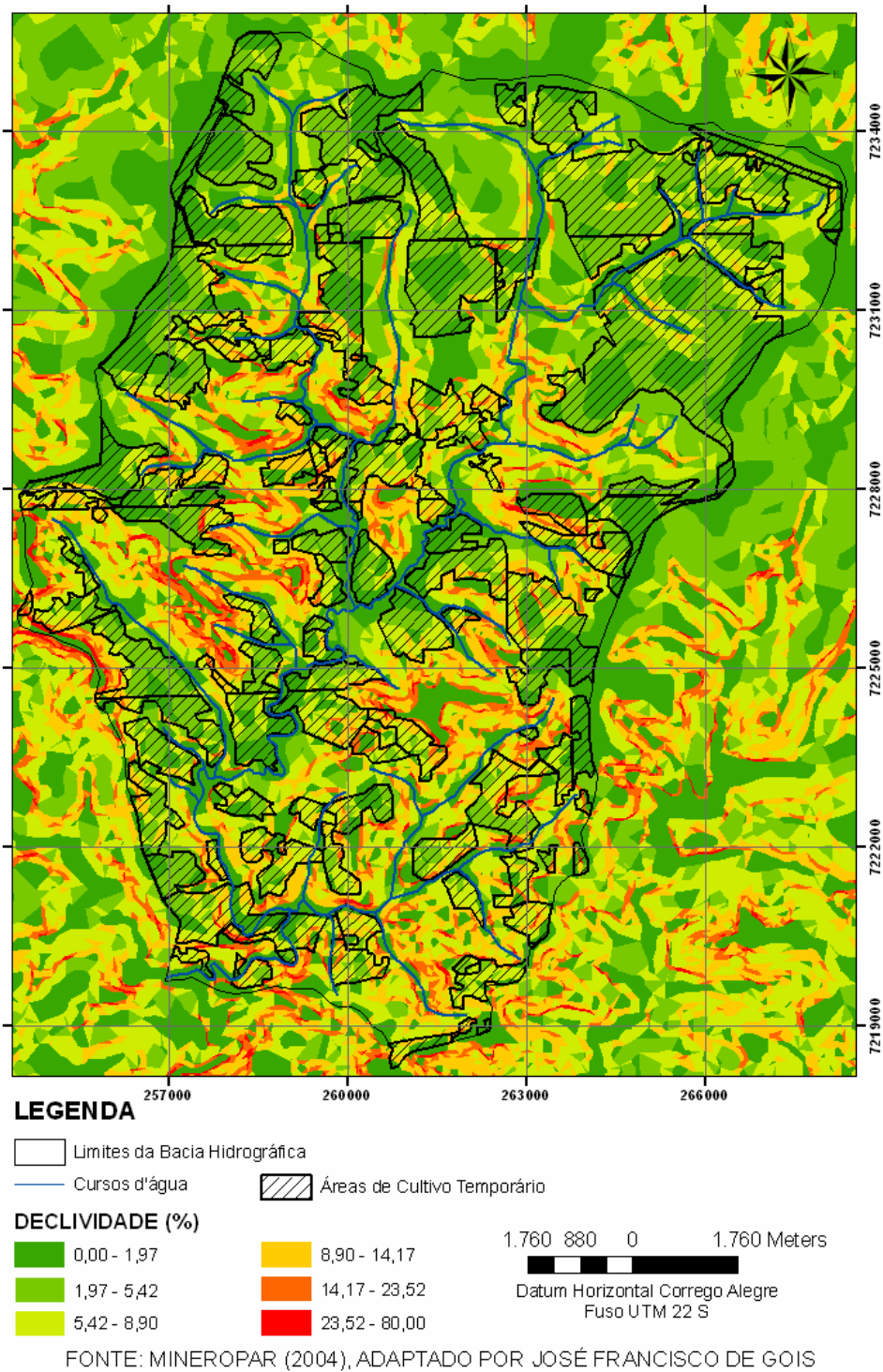


Figura 43 - Relação da declividade com áreas cultivo temporário.

SHIDA & PIVELLO (2002), BORGHETTI (2006) e BARROS *et al.* (2007), analisam que este tipo de uso do solo em grandes declividades pode

ser de extremo impacto dada à retirada da cobertura original e propõem a existência de um adequado planejamento para o uso racional do solo com práticas de conservação.

Na bacia em estudo, nota-se que existe o predomínio nas faixas de declividade abaixo de 5,5%. Praticamente, não existindo em outras declividades. Isso ocorre pelo fato que na área se desenvolve uma agricultura mecanizada e nas faixas de menor declividade a entrada das máquinas é facilitada. Porém, mesmo estando em áreas de menor declividade existe uma necessidade de monitoramento de utilização das práticas de cultivo que promovam a conservação do solo, dado a existência desta atividade em toda a bacia.

Na Figura 44 é demonstrada a relação entre a altitude e as áreas de pastagem. Constata-se que este tipo de uso do solo esta predominantemente aparecendo nas faixas de maior declividade, onde a permeabilidade é menor dada a diminuição do escoamento pela inclinação do terreno.

Com a atividade pecuarista destas áreas ocorre o aumento da velocidade do escoamento da água, dada a retirada da vegetação natural. Como já citado e expresso SILVA, BRITES e SOUZA (1999), comentam que estas atividades ocasionam um aumento da degradação pela retirada da cobertura vegetal. Assim, conforme BARROS *et al.* (2007), deve existir um manejo adequado do gado nestas áreas, para que não ocorra a degradação do solo.

Como já se observou neste trabalho, estas áreas circundam as margens e nascentes de muitos afluentes da bacia, o que potencializa a chegada de sedimentos no leito do rio. A presença da atividade pecuarista acaba por contribuir para isso, porque a presença do gado ocasiona a compactação do solo e contribui para a erosão, pois cria sulcos nos locais onde os animais circulam, facilitando o escoamento da água por eles.

A Figura 45 é demonstra a relação da declividade e a cobertura florestal existente na bacia em estudo. Nesta relação, na bacia do rio São José, encontra-se uma predominância de existência de matas nas faixas de declive abaixo de 5,5%. Já nas áreas com declividade acima de 23% ou mais, poucas áreas estão cobertas por vegetação.

DECLIVIDADE x ÁREAS DE PASTAGEM

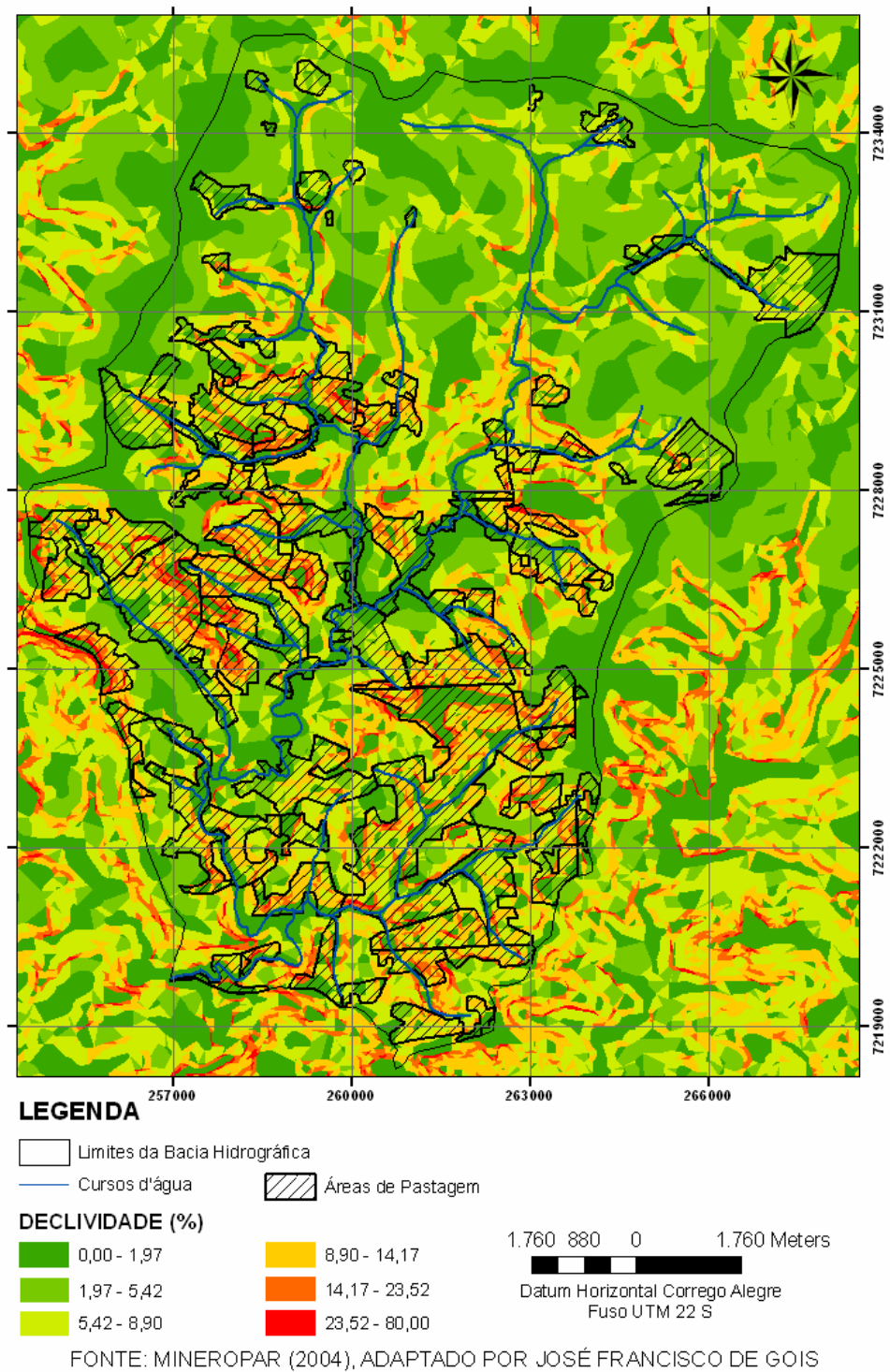


Figura 44 - Relação da declividade com áreas de pastagem.

DECLIVIDADE x ÁREAS DE MATAS

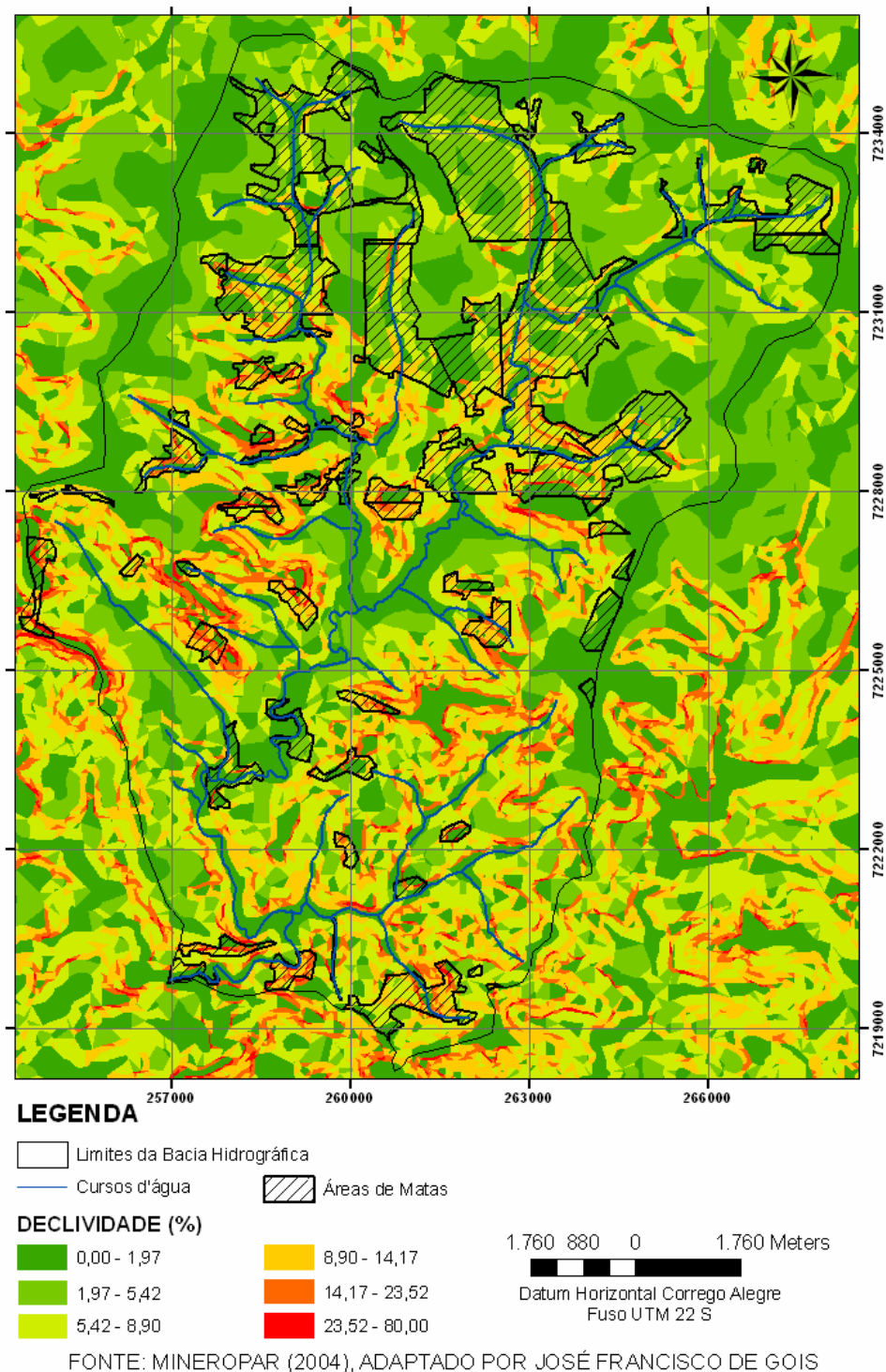


Figura 45 - Relação da declividade com áreas de cobertura florestal.

Conforme BARROS *et al.* (2007) e SILVA, BRITES e SOUZA (1999), a legislação vigente que trata sobre ocupação e uso de áreas declivosas,

estabelece que, acima de 45% de inclinação, não se recomenda a utilização, sendo estas áreas destinadas à preservação permanente, o que na bacia em estudo não está acontecendo.

5 CONCLUSÕES

A partir da utilização de *softwares* de geoprocessamento, foi possível manipular e quantificar as áreas de formação geomorfológica, os usos do solo e a área de reserva legal da mata ciliar da bacia do rio São José, Cascavel, PR.

Com a obtenção das imagens da bacia a partir do *software Google Earth*, e manipulando-as com os *software ArcView* e *Spring*, foram realizadas análises de cada uma das categorias levantadas e a relação entre estas categorias apresentadas. Este procedimento já foi utilizado em outros trabalhos de mapeamento do uso do solo, com um bom grau de confiabilidade, pois a visualização das imagens apresenta uma boa definição do terreno.

A área total da bacia é de 14.382,79 hectares, sendo que quase sua totalidade esta inserida no perímetro rural do município, apenas 1,72% com presença de atividades urbanas. Verificou-se que a bacia tem sua maior interferência pela atividade agropecuária. Os índices físicos levantados para a bacia, demonstram que ela apresenta uma tendência para picos de cheias.

Com relação à geomorfologia do terreno foram definidas seis classes principais: encostas muito suaves e planícies aluvionar (11%), encostas escarpadas (10,9%), encostas muito suaves com vertentes retilíneas e irregulares (34,8%), encostas intermediarias com vertentes irregulares (14,8%), encostas íngremes (28,9%) e áreas de topos de morro (2,1%), para as quais foram definidas as suas localizações, apresentando a sua distribuição ao longo da bacia a partir de mapas específicos.

Verificou-se que as formações de relevo estão constituídas por Latossolo com a presença de basalto, sendo que a maior presença das áreas de encostas muito suaves e com vertentes retilíneas a irregulares.

Quanto aos usos do solo, detectou-se cinco classes: o cultivo temporário (43,5%), áreas de pastagem (31,3), áreas de matas (21,6%), áreas com atividades urbanas (1,7%) e áreas com atividade intensas e

administrativas na propriedade rural (1,7%), sendo as duas primeiras as predominantes.

A cobertura florestal existente na bacia está irregularmente distribuída, concentrando-se mais ao norte da bacia. Isso demonstra que algumas propriedades extrapolam a áreas obrigatórias, enquanto outras desobedecem à legislação.

A partir destes dados, verificou-se que a paisagem da bacia estudada encontra-se bastante alterada, porquanto substituíram-se as áreas de vegetação natural por áreas de cultivo e pastagem. As áreas de preservação permanente estão muito degradadas, principalmente nas áreas de planície, onde encontra-se o uso de pastagens.

Na análise comparativa entre as Classes de Uso do Solo *versus* Geomorfologia, verificou-se que as atividades desenvolvidas podem comprometer a qualidade da água, pois potencializam a degradação geomorfológica. As áreas em que ocorre um afloramento do lençol freático e aquelas em que ele se encontra mais próximo à superfície, onde a infiltração da água é facilitada, não estão protegidas, sendo ocupadas por atividades que provocam passivos ambientais, como agricultura, pecuária e atividades agrícolas de confinamento.

Para a relação Classes de Uso do Solo *versus* Declividade verificou-se que onde existem áreas com maior declividade se desenvolvem atividades não compatíveis com elas, devendo ocorrer um replanejamento. Elas estão descobertas, com a presença da pecuária, o que potencializa a possibilidade de ocorrência de erosão na área.

Na comparação do Uso do Solo com a Lei número 4771 de 1965, do Código Florestal Brasileiro, constatou-se que as áreas de preservação permanente estão muito degradadas, sendo invadidas pelas atividades pecuarista e cultivo temporário, aumentando o assoreamento no leito do rio.

Desta forma, para que se utilize a água da bacia do rio São José para consumo humano, como é a proposta existente, é necessária a execução de projetos de reflorestamentos ao longo da área hídrica, para a recuperação da mata ciliar, e que exista um controle maior das áreas onde se encontram possíveis passivos ambientais.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. K.; COSTA M. V. C. V. Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da bacia do ribeirão Santa Juliana no triângulo mineiro – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. 1 CD-ROM. p. 2267-2274.

ANDREOLI, C. V. (Coord.) **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu.** Curitiba: Sanepar; Finep, 2003.

AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. **Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation.** 5 ed. New Jersey: Prentice Hall. 1992.

BARROS, Z. X.; TORNERO, M. T.; STIPP, N. A. F. CARDOSO, L. G.; POLLO, R. A. Estudo da adequação do uso do solo, no município de Maringá - PR, utilizando-se de geoprocessamento. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162004000200024&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 mai. 2007.

BERTOLDO, M. A.; FILHO, M. V.; BASTOS, R. A. B.; PEDROSA, S. R. Uso do geoprocessamento e modelagem para detalhamento do mapa de solos da bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura no município de Paraibuna - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. 1 CD-ROM, p. 2331-2337.

BORGHETTI, A. **Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do rio das Antas utilizando ferramentas de geoprocessamento.** 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel – PR, 2006.

BURTCH, R. A. **Short History of Photogrammetry.** Ferris State University, The Institute for Digital Mapping, Disponível em: <http://users.netonecom.net/~rburtch/sure340/history.html>. Acesso em 20 abr. 2007.

CANTERAS, J. C. **Introducción al paisaje.** Curitiba: UFPR; Universidad de Cantabria, 1992, 60 p.

COSTA, C. A. G.; COSTA, A. C.; TEIXEIRA, A. S.; ALVES, N. N. L.; ANDRADE, E. M.; SOUSA, B. F. S. *et al.* Comparação do uso de SRTM para delimitação e caracterização fisiográfica de uma microbacia hidrográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. 1 CD-ROM, p. 4833-4840 .

CUNHA, A. M.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; REZENDE, S. B.; & RIBEIRO, L. S. Mosaico digital de aerofotos não-convencionais na avaliação de recursos naturais. Estudo de caso. **Rev. Bras. De Eng. Agrícola e Ambiental – Agriambi**, Campina Grande, v. 10. n. 01, 2006.

DALCUMUNE, M. A. B.; SANTOS, A. R. Mapeamento de índice de risco de incêndio para a Região da Grande Vitória/ES, utilizando imagens do satélite LANDSAT para o ano de 2002. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia - GO. **Anais...** Goiânia – GO: INPE. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.22.54/doc/1485.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2007.

ENVIROMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **ArcView GIS**. v. 3.2. Redlands- USA: ESRI, 1996.

FERREIRA, D. S.; RIBEIRO, C. A. D.; XAVIER, A. C. CECILIO, R. A.; CASTRO, F. da S. Utilização de dados de sensoriamento remoto para obtenção das características físicas da bacia do córrego João Pedro em Linhares Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. 1 CD-ROM, p. 3343-3348.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

GEISSLER, H. J., LOCH, C. e RAMOS, P. R. Proposta Metodológica para Recuperação de Áreas Degradadas - Nascentes e Corpos d'água, em Micro-Bacias do Rio Uruguai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 7, out., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: COBRAC 2006, p. 01-11

GOOGLE EARTH. **Google earth plus**. v. 3.0. Explorar, procurar e descobrir. Disponível em: <http://www.heart.google.com/download-heart.html>. Acesso em 6 abr. 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Mapeamento geomorfológico**. Disponível em: http://www.iapar.br/Sma/Estacoes_IAPAR/Estacoes_Parana.htm. Acesso em: 25 maio 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Manual técnico de uso da Terra**. nº 7. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 02 maio 2006.

KRAUS K. **Photogrammetry**. Fundamentals and Standard Processes. Dümmler, Bonn, Alemanha: Dümmler Verlag, 1992.

LATUF M. O.; BANDEIRA, S. C. Uma proposta de utilização de cartas imagens no ensino médio de geografia para aplicação no monitoramento do uso do solo. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO NO ÂMBITO DO MERCOSUL, 4., São Leopoldo, 2004. **Anais...** São Leopoldo: INPE, 2004. Disponível em: http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/jornada/programa/t-9_trab_29.p df. Acesso em: 21 abr. 2007.

LAURIE, M. **Introducción a la arquitectura del paisaje**. Barcelona: Gustavo Gili, 1976.

LEFEBVRE, H. **A produção do espaço**. Paris: Armand Colin, 1974.

LIMA, S.C.; ROSA, R.; FILHO, A. F. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia- MG, através de Imagens TM/ LANDSAT. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, Ano 1, n. 2, p. 127-145, dez., 1989.

LINDNER, E. A.; GOMIG, K.; KOBIYAMA, M. Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe/SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. 1 CD-ROM, p. 3405-3412.

MANFRINATO, W. **Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal no contexto da mitigação de mudanças climáticas**: mudanças climáticas, o código florestal, o protocolo de Quioto e o mecanismo de desenvolvimento limpo. Curitiba, 2005: Filipel Artes Gráfica.

MARTORANO, L. G.; ANGELOCCI, L. R.; VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. de O. A. Zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto utilizando um sistema de informações geográficas. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 3, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161999000300032&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 abr. 2007.

MENESES, P. R. Fundamentos de radiometria óptica espectral. In: MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M. **Sensoriamento remoto**: reflectância dos alvos naturais. Brasília, DF: UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR. Avaliação geológica, geotécnica para o planejamento territorial e uso urbano do Município de Cascavel. **Relatório final de serviço geológico nos municípios**. Curitiba: Mineropar, 2004.

MOURA, R. S. ; MOLINA, P. M. ; HERNANDEZ, F. B. T. ; VANZELA, L. S. . Caracterização fisiográfica da microbacia do córrego Água da Bomba no Município de Regente Feijó - SP. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2006, Goiânia. Anais do XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. Brasília : Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, ABID, 2006. p. 01-07.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. **Landscape ecology: theory and application**. New York: Springer-Verlag, 1994, 360 p.

PIRES, P. S. **Avaliação da qualidade visual da paisagem na região carbonífera de Criciúma, SC**. 1993, 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S.. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 28, n. 2, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832004000200008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 mai. 2007.

PORTO, M. L. **Ecologia da paisagem**. Porto Alegre: UFRG, 1999, 1 CD ROM.

PORTO, R. L.; FILHO, K. Z.; SILVA, R. M. **Bacias hidrográficas**. Escola Politécnica da USP, 1999. Disponível em: http://200.144.189.36/phd/default.aspx?id=1&link_uc=disciplina. Acesso em: 10 jul. 2008.

ROCHA, C. H. **Ecologia da paisagem e manejo sustentável em bacias hidrográficas: estudo do rio São Jorge nos campos gerais do Paraná**. 1995, 176 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

ROSA, R. A. Utilização de imagens TM/LANDSAT em levantamento de uso do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6., 1990, Manaus. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1990. v. 2, p. 419-425.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. 3. ed. São Paulo. Hucitec, 1991.

SANTOS, R. M. dos; SILVA, E. de S.; BRITO, R. S. de; LIMA, J. E. F. W.; EID, N. J.; KOIDE, S. Uso de imagens CBERS-2/CCD no mapeamento das áreas irrigadas e estimativa da demanda hídrica bruta no projeto de irrigação Vale do Gorutuba, Janaúba-MG. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1095-1101.

SÃO PAULO (Município). **Uso do solo**. Prefeitura Municipal de São Paulo. http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/infraestruturaurbana/convias/uso_solo/0001. Acesso em: 30 jul. 2008.

SHIDA, C. N.; PIVELLO V. R. Caracterização fisiográfica e de uso das terras da região de Luiz Antônio e Santa Rita do Passa Quatro, SP, com o uso de sensoriamento remoto e SIG. In: **Boletim del Instituto de Geografia**, México, n° 49, p. 27-42, dez 2002.

SILVA, A. B; BRITES, R. S.; SOUZA, A. R. Caracterização do meio físico da microbacia Quatro Bocas, em Angelim, PE, e sua quantificação por sistemas de informação geográfica. In: **Rev. Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 109-117, jan. 1999.

SILVA, R. H., ALTIMARE, A. L., LIMA, E. A. C. F. Sensoriamento remoto na identificação de uso e ocupação da terra na área do projeto “Conquista da Água”, Ilha Solteira – SP, Brasil. In: **Rev. de Eng. Agrícola**, Manaus, v. 26, n. 1, p. 328-334, jan/abr 2006.

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual**. Trad. Eduardo A. Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL - SPVS. **Manual para elaboração de plano de manejo e gestão de bacia de mananciais do Estado do Paraná**. Curitiba: Sanepar, 1999.

STEINER, D. Time dimension for crop surveys from space. **Photogrammetric Engineering**. Falls Church, v. 36, n. 2, p. 187-194. 1970.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

VILLOTA, H. **Geomorfologia aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras**. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1991, 211 p.