

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO**

GUSTAVO CONCEIÇÃO BAHR

**IDENTIFICAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO ARROIO UVARANAL, COMO SUBSÍDIO À EXPANSÃO URBANA DE
TELÊMACO BORBA – PR**

PONTA GROSSA

2011

GUSTAVO CONCEIÇÃO BAHR

**IDENTIFICAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO ARROIO UVARANAL, COMO SUBSÍDIO À EXPANSÃO URBANA DE
TELÊMACO BORBA – PR**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado em Gestão do Território.

Orientadora: Prof^a. Dra. Sílvia Méri Carvalho

PONTA GROSSA

2011

B151i Bahr, Gustavo Conceição
 Identificação da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do
 Arroio Uvaranal, como subsídio à expansão urbana de Telêmaco
 Borba –PR / Gustavo Conceição Bahr. Ponta Grossa, 2011.
 102f.

 Dissertação (Mestrado em Geografia - Gestão do Território),
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientadora: Profa. Dra. Silvia Méri Carvalho

 1. Bacia Hidrográfica. 2. Arroio Uvaranal. 3. Fragilidade
 Ambiental. 4. Expansão Urbana. I. Carvalho, Silvia Méri.
 II. T.

CDD :551.48

TERMO DE APROVAÇÃO

GUSTAVO CONCEIÇÃO BAHR

IDENTIFICAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO UVARANAL, COMO SUBSÍDIO À EXPANSÃO URBANA DE TELÊMACO BORBA-PR

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:


Prof. Dra. Sílvia Méri Carvalho
UEPG


Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos
UFPR


Prof. Dr. Nicolas Floriani
UEPG

Ponta Grossa, 21 de Julho de 2011

Dedico à minha família, que deu grande apoio para realização do mestrado,
especialmente a meu pai (*in memorian*).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelo privilégio de estudar em uma instituição pública e de qualidade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Mestrado em Gestão do Território, pela oportunidade da realização do mestrado.

À Professora Dra. Silvia Méri Carvalho, pela dedicação e profissionalismo, fundamentais na concepção desta pesquisa.

Aos professores do Mestrado em Gestão do Território, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos professores Dr. Edivaldo Lopez Thomaz e Dr. Gilson Campos Ferreira da Cruz, pelas importantes contribuições durante à qualificação do trabalho.

Aos diretores dos colégios onde trabalhei durante esses últimos anos, pela colaboração em minhas ausências durante vários momentos, especialmente ao Professor Geraldo do Colégio SESI-TB, e a Professora Janete do Colégio Estadual Custódio Netto.

Aos funcionários da Assessoria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba, pelas discussões que resultaram na busca por respostas, além da disponibilização da base cartográfica e informações utilizadas.

À empresa Klabin Papéis do Paraná, em especial à José Renato Conceição e Darlon Orlamunder de Souza, pelo empréstimo da base cartográfica e dados pedológicos.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização dessa pesquisa.

RESUMO

Os estudos ambientais que tem entre seus parâmetros de análise as características físicas, visam contribuir para avaliar as mudanças feitas pela sociedade na natureza. Um recorte espacial adequado para essa análise, e que contempla essas informações de forma integrada, é a bacia hidrográfica. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi utilizada uma metodologia que identifica a fragilidade ambiental e utiliza entre seus parâmetros as informações referentes às características de solos e declividade para a determinação da fragilidade ambiental potencial. Com o cruzamento dessas informações e as características do uso e ocupação da terra, foi determinada a fragilidade emergente da área. O recorte espacial escolhido para esta pesquisa foi a Bacia do Arroio Uvaranal, localizada no município de Telêmaco Borba – PR, devido ao fato da bacia ser alvo de projeto de expansão urbana do município onde irão ocorrer mudanças significativas no uso da terra, provocando grandes alterações no local. Para a identificação da fragilidade ambiental, fez-se uso de técnicas de geoprocessamento, utilizando-se de imagem de satélite e mapas digitais para elaboração de cartas temáticas. Os resultados obtidos mostraram que a fragilidade potencial mais relevante na Bacia do Arroio Uvaranal está representada pela classe muito fraca, cobrindo 52,84% da área, razão da bacia apresentar sobretudo declividades baixas associadas com Latossolo Vermelho, solo este caracterizado por grande profundidade e bem drenados. Com relação à fragilidade emergente, os valores mais significativos também são referentes à classe muito fraca, ocupando 56,87% da Bacia do Uvaranal, em razão da associação entre a fragilidade potencial, em conjunto com uso da terra que propiciam certa proteção ao solo. Por fim, cabe salientar que esse trabalho pode ser um subsídio em estudos futuros referentes à ocupação da área de expansão urbana na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal.

Palavras chave: Bacia Hidrográfica, Arroio Uvaranal, Fragilidade Ambiental, Expansão Urbana.

ABSTRACT

The environmental researches which use the physical characteristics as parameter of analysis, aim at finding ways to evaluate this society changing on the nature. An appropriate spatial side view for this analysis, which has this information in an integrated method, is the hydrographic basin. For this research to be developed, it was used a methodology that identify an environmental fragility and use as parameter information about the soil's characteristics and declivity to determine environmental potential fragility. With the mixing of this information and the soil usage and occupation, was determined the emergent fragility of its area. A spatial side chosen for this research was Arroio Uvaranal, located in Telêmaco Borba town, PR, due the fact this basin be target of urban sprawl project where will happen significant changes in the local. To identify the environmental fragility it was used geoprocessing techniques, using satellites image and digital maps to elaborate theme chart. The results show that the most relevant potential fragility of Uvaranal Hydrographic Basin is represented by very weak classes, covering 52,84% of its area and it's the reason of the basin show especially low declivity associated with Latossolo Vermelho, a soil characterized by high deep and great drainage. Concerning to the emergent fragility, the most significant values are also about low and medium classes, occupying 56,87% of the Uvaranal Basin, on account of potential fragility, in addition to the land usage which gives it some protection. Therefore, it is recommended the use of work like subsidies to future research considering to soil usage of Uvaranal Hydrographic Basin sprawl urban.

Key words: Hydrographic Basin, Arroio Uvaranal, Environmental Fragility, Urban Expansion

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Principais alterações na biosfera em áreas urbanizadas.....	30
Figura 2.	Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR	35
Figura 3.	Projeto urbano original de Telêmaco Borba – PR	36
Figura 4.	Divisão da cidade de Telêmaco Borba – PR e da Fazenda Monte Alegre pelo Rio Tibagi.....	41
Figura 5.	Bacias hidrográficas urbanas de Telêmaco Borba – PR.....	43
Figura 6.	Cachoeira e abatimentos de blocos – Caverna da Mandaçaia – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR	45
Figura 7.	Lago da Mandaçaia – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	45
Figura 8.	Canalização em trecho do Arroio do SESI – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	46
Figura 9.	Parque Ambiental em área do afloramento do Arroio do SESI – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	46
Figura 10.	Trecho do Arroio Uvaranal encaixado em rocha.....	47
Figura 11.	Presença de lixo e entulho próximos às margens do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	48
Figura 12.	Processo erosivo em estrada localizada na Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	48
Figura 13.	Área prevista para expansão urbana em Telêmaco Borba – PR.....	50
Figura 14.	Uso e ocupação da terra e AIA e APP em área prevista para ocupação urbana de Telêmaco Borba – PR.....	51
Figura 15.	Fluxograma com a proposta metodológica.....	59
Figura 16.	Clinografia da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	63
Figura 17.	Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	64
Figura 18.	Classes de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	66

Figura 19.	Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR (2008).....	69
Figura 20.	Área de solo exposto, com presença de erosão em sulcos, em função da construção do Hospital Regional de Telêmaco Borba – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal.....	70
Figura 21.	Área com solo exposto em razão da construção do Centro da Juventude – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	71
Figura 22.	Solo exposto na área destinada a pista de automobilismo e motocross - Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	71
Figura 23.	Reflorestamento de <i>Pinus spp.</i> pertencente às Indústrias Klabin – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	72
Figura 24.	Madeira de reflorestamentos de <i>Pinus spp.</i> aguardando para ser transportada – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	72
Figura 25.	Uso e ocupação da terra em APP – Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR (2008).....	74
Figura 26.	Área coberta por campos (primeiro plano) na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	76
Figura 27.	Cobertura formada por galhos e folhas para proteção do solo na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	77
Figura 28.	Fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	80
Figura 29.	Fragilidade emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	82
Figura 30.	Fragilidade potencial da área de expansão urbana de Telêmaco Borba – PR.....	85
Figura 31.	Fragilidade emergente da área de expansão urbana de Telêmaco Borba – PR.....	87
Figura 32.	Maquinário pesado utilizado para desbaste de áreas de reflorestamento – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	89

Figura 33.	Movimentação no solo devido à retirada das árvores reflorestadas – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	89
------------	--	----

LISTA DE QUADRO

Quadro 1.	Tipos de clima do município de Telêmaco Borba – PR	38
-----------	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Uso e ocupação na área de expansão urbana, Telêmaco Borba – PR.....	49
Tabela 2.	Fragilidade das classes de declividade – Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	58
Tabela 3.	Fragilidade das classes de solos – Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	58
Tabela 4.	Graus de proteção em relação ao tipo de cobertura vegetal/uso da terra – Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	59
Tabela 5.	Classes de declividades na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	62
Tabela 6.	Classes de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	65
Tabela 7.	Uso e ocupação da terra na Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR (2008).....	68
Tabela 8	Uso e ocupação da terra em APP – Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR (2008).....	73
Tabela 9.	Fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	79
Tabela 10.	Fragilidade emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR.....	81
Tabela 11.	Fragilidade ambiental na área de expansão urbana de Telêmaco Borba – PR.....	84

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 - RELAÇÃO SOCIEDADE – NATUREZA: REFLEXÕES TEÓRICAS E CONCEITUAIS.....	14
1.1 A NATUREZA COMO RECURSO: APROPRIAÇÃO E CONSEQUÊNCIAS.....	14
1.2 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO RECORTE ESPACIAL EM ESTUDOS AMBIENTAIS.....	23
1.3 POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES DO MEIO: APROPRIAÇÃO CONSCIENTE DO ESPAÇO.....	26
1.4 OS ASPECTOS NATURAIS E A ESCOLHA DE ÁREAS PARA EXPANSÃO URBANA.....	29
CAPÍTULO 2 - A BACIA HIDROGRÁFICA DO ARRORIO UVARANAL: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	34
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	34
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	53
CAPÍTULO 3 - FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO UVARANAL – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
3.1 FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	61
3.2 FRAGILIDADE POTENCIAL.....	78
3.3 FRAGILIDADE EMERGENTE.....	81
3.4 FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA.....	83
3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	92
REFERÊNCIAS.....	95

INTRODUÇÃO

A sociedade urbana atual apresenta grande crescimento populacional, seja pelos movimentos que as pessoas realizam, principalmente em busca de melhores condições de vida, ou devido ao crescimento natural. Dentro dessa conjuntura, as áreas urbanas tornam-se palco dos mais diversos problemas, pois muitas dessas cidades apresentam-se inchadas, com problemas no transporte coletivo, na produção de lixo, formação de ilhas de calor, casos de enchentes e escorregamentos de terra, entre outros.

Devido a esse crescimento, ocorre a procura por novas áreas para serem ocupadas pela população. A escolha dessas áreas, se baseada em um conhecimento do meio físico, pode evitar muitos problemas, sobretudo de ordem ambiental, pois muitos desses são de origem geológica/geomorfológica. Esses estudos devem ocorrer levando em conta as tecnologias disponíveis, técnicos qualificados e o Estado, em suas várias instâncias, realmente dispostos e preocupados com a qualidade de vida da sociedade.

A questão ambiental deve ser primordial quando nos referimos a expansão urbana, mas encarada com responsabilidade, pois percebe-se que na atualidade as instituições, sejam privadas ou estatais, possuem muita superficialidade com relação à temática, servindo muitas vezes apenas como uma bandeira, principalmente visando ganhos financeiros.

Essa superficialidade é percebida em Telêmaco Borba, município paranaense que instituiu em seu Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU-TB (TELÊMACO BORBA, 2006b), a escolha de uma área de expansão para a cidade. Para a determinação dessa, foi levado em conta a proximidade com a área central, além de constituir-se em uma possibilidade de acesso alternativo à cidade.

Com o intuito de analisar a fragilidade que a área apresenta e pode vir a apresentar devido a sua expansão, realizou-se essa pesquisa com aplicação de uma metodologia que utiliza como parâmetros de análise, as características do meio físico e as consequências que as interferências antrópicas realizadas nesse local podem ocasionar. Dentro desta perspectiva, uma metodologia que responde a essas expectativas é a sugerida por Ross (2008), que identifica a fragilidade ambiental, e com isto estabelece as categorias de ambientes estáveis e instáveis

A identificação da fragilidade ambiental de uma determinada área, possui grande importância na elaboração de estudos analíticos da composição do espaço geográfico, determinando quais são as opções mais adequadas para o uso e ocupação da terra.

Para isso, Ross (2008) considera em sua análise a interpretação de elementos naturais, bem como os humanos. Com relação aos elementos naturais, fazem parte da análise os solos e a declividade, além dos elementos humanos, caracterizados na maneira como a sociedade usa e ocupa a terra.

Pretende-se com o trabalho, demonstrar a fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, local onde encontra-se prevista a área de expansão urbana de Telêmaco Borba. Para que o trabalho pudesse ser concluído, foi necessário caracterizar a área de estudo, elaborar material cartográfico para dar suporte à pesquisa, delimitar as Áreas de Preservação Permanente (APPs), além de identificar as mudanças recentes no uso e ocupação da terra.

A proposta de identificar a fragilidade ambiental nesta bacia, e posteriormente da área de expansão, se torna importante pelo fato de ser local de futuros projetos urbanísticos, devido principalmente a sua localização estratégica no município. Sendo assim, a área não poderia ser analisada individualmente, pois “a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental” (BOTELHO; SILVA, 2004, p. 153).

Mesmo em se tratando de uma metodologia para aplicação em ambientes não urbanos, a sua utilização na Bacia do Arroio Uvaranal englobará um fragmento da área urbana de Telêmaco Borba, sendo cerca de 16,79%. Essa aplicação, portanto, demandou algumas adaptações na metodologia, baseadas em outros trabalhos que dela fizeram uso, conforme demonstrado no transcorrer do texto.

A Bacia do Uvaranal apresenta ocupação antiga, abrangendo cerca de 1/3 de toda população urbana, e está distribuída por bairros com características variadas, com áreas de um padrão social mais elevado, com melhor infra-estrutura, áreas de padrão médio, mas também áreas com uma série de deficiências.

Essas deficiências abrangem desde a ausência da infra-estrutura, que é responsabilidade do Estado, até a própria estrutura das residências. Muitas ainda estão localizadas em APPs, onde a probabilidade de ocorrência de problemas se torna maior, como é o caso das enchentes.

Portanto, para demonstrar a situação acima, a dissertação ficou estruturada em três capítulos, sendo que o primeiro foi destinado à revisão e discussão da literatura com relação aos aspectos abordados na trajetória da pesquisa. Iniciou-se dentro de uma perspectiva da natureza como recurso, suas diferentes formas de apropriação, bem como as consequências relacionadas a esses usos. Posteriormente, realizou-se revisão teórico-conceitual sobre os estudos que tem como recorte espacial as bacias hidrográficas, sobretudo dentro do viés ambiental, além de um resgate de textos que determinam a fragilidade ambiental, principalmente tendo a metodologia proposta por Ross (2008) como o caminho norteador. Para finalizar o capítulo, levantou-se uma discussão sobre os aspectos relacionados ao espaço urbano, principalmente aqueles que abordam os aspectos naturais relacionados à expansão das cidades.

No segundo capítulo realizou-se uma descrição da área de estudo, o processo de ocupação urbana, os principais aspectos físicos direcionando aos objetivos do trabalho, além da caracterização da área de expansão urbana. Ainda nesse capítulo, foi realizada uma explanação sobre os procedimentos metodológicos, argumentando sobre o cruzamento das informações referentes aos solos e declividades que originou a carta de fragilidade ambiental potencial, e esse resultado associado ao uso e ocupação da terra que determinou a fragilidade ambiental emergente.

No terceiro capítulo buscou-se caracterizar a fragilidade ambiental na bacia hidrográfica, apresentando os resultados e discussões. Para isso foram utilizadas as informações de declividade, solos e uso e ocupação da terra, assim podendo determinar a fragilidade potencial e a fragilidade emergente da bacia. Ainda, foi identificada a fragilidade ambiental da área de expansão urbana de Telêmaco Borba e a discussão sobre a dinâmica do uso e ocupação da terra, referentes à expansão urbana.

Para finalizar o trabalho foram apresentadas as considerações finais e algumas recomendações. Essas considerações foram traçadas com base na metodologia e nos aspectos identificados, podendo delinear caminhos visando uma ocupação que leve em conta as características físicas do local, procurando assim evitar o aparecimento ou ainda o agravamento de problemas decorrentes dessas características, considerando uma relação sociedade – natureza coerente e sustentável.

CAPÍTULO 1

RELAÇÃO SOCIEDADE – NATUREZA: REFLEXÕES TEÓRICAS E CONCEITUAIS

Este capítulo teve a finalidade de contextualizar teoricamente os principais fundamentos referentes à relação sociedade – natureza, relacionando-os aos estudos que enfocam as bacias hidrográficas sob a ótica ambiental. Ainda, realizou-se uma revisão sobre a temática fragilidade ambiental, pontuando trabalhos que dela fizeram uso, sendo que ao final do capítulo foram realizadas algumas explicações sobre o ambiente urbano, principalmente relacionado à sua expansão.

1.1 A NATUREZA COMO RECURSO: APROPRIAÇÃO E CONSEQUÊNCIAS

Na atualidade a sociedade é extremamente dependente dos recursos que se encontram disponíveis na natureza. Esses recursos se manifestam de maneira limitada, sobretudo devido ao atual estágio de desenvolvimento e o modo de apropriação que a humanidade submete o planeta.

Historicamente afirma-se que a sociedade, durante seu processo inicial de organização, mantinha relação com a natureza em uma perspectiva passiva, onde, principalmente enquanto possuía características nômades, sendo baseados sobretudo na coleta e na caça, usufruía daquilo que estava a sua disposição, sem alterações profundas ao ambiente. As principais mudanças começam a se destacar quando a sociedade se estabelece por mais tempo em um determinado local, tornando-se sedentária, e assim efetua mudanças que passam a ser mais significativas.

No que diz respeito a este tema, Santos (2006, p. 235) afirma que:

Esse meio natural generalizado era utilizado pelo homem sem grandes transformações. As técnicas e o trabalho se casavam com as dádivas da natureza, com a qual se relacionavam sem outra mediação.

Bonazina et al (1997, p. 2) destaca que “no início, o Homem posicionava-se como parte do sistema Natureza, numa posição submissa e de respeito aos

fenômenos da mesma que eram cultuados por ele”. Os autores argumentam ainda que em épocas primitivas, do homem selvagem, não existia acumulação, sendo que foi o homem civilizado que assumiu outro papel, pois passou a realizar um banco de reserva, exigindo a retirada de mais recursos da natureza, motivo da geração de impactos negativos ao ambiente.

Para Ross (1993) os ambientes naturais mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos. Percebe-se que as transformações que ocorrem na natureza, variam de acordo com os hábitos, tipos de sociedade, além da concentração populacional.

De acordo com Santos (2006), os sistemas técnicos utilizados, a princípio, pela sociedade não eram agressivos. Sendo assim, a sociedade moderna, e suas técnicas, tornam-se as responsáveis pelos problemas relacionados ao meio, contrário ao caráter não agressivo, característica das sociedades anteriores que mantinham uma relação de equilíbrio com o ambiente.

Esse ambiente, caracterizado pela parcela onde ocorrem as relações sociedade – natureza, que serve de suporte e condição para existência da espécie humana, é tratado hoje de maneira que não se consideram o seu poder de auto-regeneração. A gana de acúmulo, que ocorre em grande escala e por um número cada vez maior de atores sociais envolvidos, conduz, obviamente, a grandes alterações na natureza e se apresentam de forma negativa.

Segundo Bonazina et al (1997) a preocupação com o fim dos recursos naturais é demonstrada quase que exclusivamente pelos estudiosos relacionados à temática, podendo se perceber que, com exceção dessa parcela citada, a maior parte da sociedade, não demonstra uma reflexão mais profunda no que diz respeito às questões ambientais.

Dentro destas questões, a água é um recurso que vem sofrendo pressão por parte da sociedade há muito tempo, pois em uma perspectiva temporal e espacial, pode-se perceber que desde as primeiras grandes ocupações sociais, como visto na Mesopotâmia (Rios Tigre e Eufrates), no Egito (Rio Nilo), entre outros, a água é objeto de extrema importância para a sociedade e, conseqüentemente, de alterações que na maior parte das vezes se apresentam de maneira negativa. Além dos exemplos citados, Pires, Pires e Pinese (2007, p. 91) também destacam outras

ocupações próximas aos recursos hídricos, como “São Paulo à beira do Tietê, Londres do Tâmis, Paris do rio Sena e Rio de Janeiro do Oceano Atlântico”.

A preservação e manutenção da qualidade hídrica merecem atenção, pois é um elemento básico para a sobrevivência e perpetuação de nossa espécie. Embora sendo um recurso renovável, processo desencadeado através do ciclo hidrológico, a parcela potável do recurso está em estágio avançado de escassez.

Na atualidade a população utiliza a água sem consciência, encarando-a como um bem ilimitado. Como exemplo, vários países do mundo padecem com a limitação desse recurso, e vêem-se, em contrapartida, outros que não valorizam a grande disponibilidade que possuem, fazendo uso de maneira inconsciente e degradante.

Apesar da água ser um bem que encontra-se em processo forte de degradação, outros recursos naturais também sofrem pressão antrópica, ocasionada por atividades que provocam efeitos danosos, sendo que alguns desses podem ser irreversíveis. Dentre as atividades destacam-se os desmatamentos, as práticas agropecuárias com técnicas inadequadas, o processo de expansão urbana sem planejamento, a emissão de gases poluentes, entre outros. Esses problemas afetam a qualidade do meio, podendo ocorrer à degradação ambiental, ocasionando danos na própria qualidade de vida da sociedade.

Com a finalidade de mitigar os problemas relacionados ao meio, são criados, sobretudo pelo Estado, instrumentos que auxiliam na preservação e conservação ambiental. Mas muitas vezes esses instrumentos encontram algumas barreiras, pois o Estado não é dotado de neutralidade, podendo ir ao encontro de interesses particulares isolados, sendo que para Santos (2006, p. 152) “as normas de mercado tendem a configurar as normas públicas”.

Sendo assim, percebe-se que os estudos ambientais são adequados para o entendimento da relação sociedade – natureza. Mas para isso, é fundamental inserir a perspectiva humana (social, econômica, política e cultural) nos estudos que tem o caráter ambiental, visto que o ser humano é o foco principal (MENDONÇA, 2005).

Dentro dessa relação, as sociedades possuem percepções diferenciadas ao longo do tempo sobre a compreensão da natureza. Para Gonçalves (1998), o conceito de natureza não é natural, haja visto ser esta uma construção social, ou seja, criada pela sociedade. Ainda segundo o autor, toda sociedade cria sua ideia de cultura, onde institui uma determinada ideia de natureza, sendo que:

A natureza se define, em nossa sociedade, por aquilo que se opõe a cultura. A cultura é tomada como algo superior e que conseguiu controlar e dominar a natureza. Daí se tomar a revolução neolítica, a agricultura, um marco da História, posto que com ela o homem passou da coleta daquilo que a natureza 'naturalmente' dá para a coleta daquilo que se planta, que se cultiva. (GONÇALVES, 1998, p. 26 - 27).

A sociedade é tida à parte da natureza, numa ideia de exterioridade, onde Gonçalves (1998, p. 35) argumenta que "a idéia de uma natureza objetiva e exterior ao homem, o que pressupõe uma idéia de homem não-natural e fora da natureza, cristaliza-se com a civilização industrial inaugurada pelo capitalismo". Esta separação ocorre também com as ciências da natureza e as ciências humanas, sendo que, de acordo com o mesmo autor, isso tudo não é somente uma questão de concepção de mundo.

Para Guerra e Souza (2005, p. 2) a ação desequilibrada com relação a natureza por parte da sociedade é percebida, pois "a dicotomia homem-natureza é, sem dúvida, uma crença que torna difícil nossa inclusão como parte integrante da natureza".

Toda essa conjuntura relacionada a civilização urbano-industrial é cristalizada com a Revolução Industrial, momento onde iniciam-se as mudanças mais significativas no ambiente. Essa apropriação da natureza, sob a égide do sistema capitalista, que amparado na propriedade da terra e dos meios de produção, na venda da força de trabalho e, sobretudo, na maximização de lucros, realiza mudanças profundas na natureza, sem parâmetros na história da humanidade, e em estágio cada vez mais crescente.

A Revolução Industrial é sem dúvida o marco nas questões que levam em conta a relação sociedade – natureza, devido a escala que as mudanças adquirem a partir desse momento. A busca por matérias-primas, a queima de combustíveis fósseis para mover o maquinário fabril e a deposição de resíduos, seja da própria indústria, ou mesmo o descarte de produtos que no julgamento de seu dono não tem mais valor, causam alterações em grande escala ao ambiente.

A apropriação da natureza pela sociedade, ou seja, a relação sociedade – natureza tem nesse momento histórico um divisor. Até então as alterações realizadas eram pequenas, visto que as necessidades da sociedade eram menores. No entanto o processo de invenção e posterior aumento na utilização de máquinas para confecção de produtos efetuaram mudanças nunca vistas na natureza.

Essas mudanças, com a finalidade de satisfazer as necessidades da sociedade, sobretudo da classe dominante, ou seja, dos proprietários dos meios de produção, é realizada de forma a deteriorar o ambiente. Cabe salientar que essas mudanças acontecem unicamente através do trabalho. Caseti (1991) argumenta que a relação sociedade – natureza é um processo, sendo que com o trabalho e a consequente apropriação da natureza, a sociedade produz o espaço geográfico. Essa alteração é um processo de produção de mercadorias, ou segundo o autor citado, uma produção de natureza.

Um fato importante associado à Revolução Industrial, ainda dentro da perspectiva da degradação ambiental, foi a concentração das pessoas nas cidades, e seu consequente aumento. Percebe-se que a vivência de forma mais aglomerada também é responsável pela ocorrência de problemas ambientais, pois desde que a sociedade deixou de ser nômade e passou a ser sedentária, já se notam alterações mais profundas na natureza, como mudanças nas cadeias alimentares, nos processos erosivos, no desmatamento, entre outros. Corroborando com essa perspectiva, Santos (2006) destaca que a presença das cidades detém um papel de aceleração predatória dentro da relação sociedade – natureza.

O processo de urbanização e sua consequente expansão nem sempre ocorre de forma organizada. Essa concentração maciça nos centros urbanos, se não for acompanhada de um planejamento eficiente, tem reflexos ambientais negativos. O depósito de resíduos em locais impróprios, o lançamento de esgotos sem o devido tratamento, a ocupação de áreas impróprias para edificações e o desmatamento de áreas para expansão urbana, configuram uma parcela na lista de agressões, muitas vezes irreversíveis, sobre o meio.

A expansão urbana é um dos exemplos de relação sociedade – natureza com alterações profundas, pois as alterações realizadas modificam completamente o quadro anterior, transformando o espaço rural em urbano. Portanto, é imprescindível que essas alterações levem em conta as características físicas da área de instalação do sítio urbano.

Com o crescimento das cidades, associado ao processo de disseminação das indústrias, os problemas deixam de ser locais para assumirem a escala global. O poder assumido pela indústria, desde a máquina à vapor, e as posteriores descobertas, como a utilização do petróleo como fonte de energia e a utilização do

micro-chip, fizeram da indústria capitalista a responsável direta pelos grandes problemas ambientais.

Segundo Caseti (1991), as transformações na natureza, através do emprego das técnicas no processo produtivo, é um fenômeno social, representado pelo trabalho, e as relações de produção mudam conforme as leis, as quais implicam a formação econômico – social e, por conseguinte, as relações entre sociedade e a natureza. O autor ainda argumenta que a sociedade contemporânea, consubstanciada numa dinâmica complexa e contraditória, possui uma organização interna, a qual representa um conjunto de mediações e relações fundamentadas no trabalho.

De acordo com o autor acima, o capitalismo, o qual se identifica com a reprodução ampliada do capital e que necessita da produção de mercadorias como veículo de produção da mais-valia para possibilitar a sua expansão, a relação sociedade – natureza apresenta-se como contradição capital – trabalho, pois ao pensar do ponto de vista abstrato, os homens se relacionam com a natureza para transformá-la em produtos. Se analisado do ponto de vista real, o trabalho é um processo de produção/reprodução de mercadorias, pois segundo Santos (2006) a busca por mais-valia acarreta o poder destrutivo da sociedade na natureza, sendo portanto, esta a atual realidade ambiental.

A apropriação da natureza segue as regras estabelecidas pelo sistema capitalista, em que a acumulação de capital tem a necessidade de uma maior produção, o que resulta na necessidade de mais matérias primas. Esta busca, conseqüentemente, acontece com alterações cada vez mais profundas na natureza, que pode em muitos casos, comprometer a qualidade de vida da própria sociedade.

O lucro, visado com a venda incessante de produtos industrializados, que encontram no consumismo sua alavanca propulsora, torna o mundo com a qualidade ambiental cada vez mais comprometida. Mas esse cenário exige a busca por estratégias para reverter o quadro instalado, minimizando a problemática atual e mesmo propor novas formas de se realizar essa relação, e por que não, em uma possibilidade de se pensar novas formas de produção.

As análises ambientais empreenderam mudanças em relação ao foco de análises, sendo que no final do século XIX e início do século XX os estudos eram exclusivamente referentes à natureza. Na atualidade a abordagem está relacionada

“aos graves problemas derivados da interação entre sociedade e natureza” (MENDONÇA, 2005, p. 118).

A esse respeito são identificados dois períodos distintos no entendimento do conceito de ambiente: o primeiro estritamente natural, muito presente ainda; e um segundo momento:

passando a abordá-lo na perspectiva da interação sociedade-natureza e propondo, de forma detalhada e consciente, intervenções no sentido da recuperação da degradação e da melhoria da qualidade de vida do homem (MENDONÇA, 2005, p. 119).

A temática ambiental é tema trabalhado por muitos autores, dentro das mais diversas áreas do pensamento. Carvalho (2004, p. 24) argumenta que:

A tendência da nova concepção de meio ambiente é que novos paradigmas de desenvolvimento contemplem equidade social, econômica, política e meio ambiente, com vistas a conciliar as necessidades econômicas à disponibilidade limitada dos recursos naturais e sua proteção.

Com a finalidade de contribuir para a reversão da situação instalada, são elaborados estudos, onde a Geografia, entendida como ciência que tem como objeto de estudo o espaço geográfico, possui uma contribuição importante dentro dessa discussão. Com relação a Geografia socioambiental, corrente que possui suas atenções voltadas para as questões relacionadas ao meio ambiente, Mendonça (2001, p. 124) argumenta que:

um estudo elaborado em conformidade com a *geografia socioambiental* deve emanar de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, explicitem degradação de uma ou de ambas.

A utilização do termo “socioambiental” é uma opção de Mendonça (2001), e utiliza a palavra “sócio” atrelada a “ambiental”, para enfatizar o envolvimento da sociedade nessa relação com a natureza.

Dentro da perspectiva da resolução para os problemas ambientais, uma alternativa bastante difundida foi o desenvolvimento sustentável, sendo este definido pelo uso racional dos recursos disponíveis na natureza, ou seja, suprir as necessidades da geração presente e oportunizar gerações futuras de satisfazer as suas.

A primeira vez que o termo “desenvolvimento sustentável” foi utilizado, ocorreu em 1950 na apresentação de um trabalho pela “*Internacional Union Conservation of Nature*”, sendo que sua difusão ocorre somente na Reunião de Founex, em 1971. As considerações continuam a ser debatidas posteriormente, como na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, em 1972, mas foi em 1987 que o termo foi oficializado, no relatório “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório Brundtland” (SANTOS, 2004).

Todas essas perspectivas acreditam que o desenvolvimento sustentável é uma das formas encontradas para compatibilizar o crescimento econômico e a preservação ambiental. Esses debates continuaram no próximo evento organizado pelas Nações Unidas, a Rio-92, também conhecido como ECO 92.

Com relação a Rio-92, Mendonça (2001, p. 115) destaca que “os debates travados naquele evento, ou por ocasião dele, resultaram, entre outras coisas, em mudanças de concepções relativas ao meio ambiente”. Para o autor, um ponto de destaque foi a discussão de “novos elementos que resultaram em novas maneiras de se conceber os problemas ambientais” (MENDONÇA, 2001, p. 115).

Um importante documento firmado na Rio-92 foi a “Agenda 21”, onde Santos (2004) alerta que no Cap. 7 do documento, as avaliações do uso da terra ocorram dentro dos preceitos do desenvolvimento sustentável. De acordo com essa perspectiva, a nova ordem para planejamento estava fechada, sendo que na prática o cenário é totalmente diferente.

O desenvolvimento sustentável estava baseado, para Bonazina et al (1997), na busca de uma ética da convicção, uma ética ecológica, necessitando de um questionamento dos atuais paradigmas e valores que delineiam as percepções. Para os autores o desenvolvimento sustentável é a criação de uma consciência ecológica.

Algumas críticas são colocadas quanto ao desenvolvimento sustentável, e Arraes apud Santos (2004) argumenta que esse ideário não veio acompanhado de mudanças no cenário econômico dos países desenvolvidos, pois os países subdesenvolvidos não podem assim acompanhar, sendo que então ocorre a preservação das antigas relações de poder. Para Santos (2004) o desenvolvimento sustentável é mais um modismo do que propriamente um conceito utilizado que visa uma mudança no cenário ambiental.

De acordo com Cavalcanti et al (1994) atualmente o mundo caminha concretamente por rumos que desafiam qualquer noção de sustentabilidade, apesar

do reconhecimento da importância do conceito de desenvolvimento sustentável, que levou à Conferência Rio-92. Para Rohde (2005, p. 25):

A possibilidade da construção de uma sustentabilidade deve levar em conta os princípios extraídos dos recentes avanços nos paradigmas e teorias científicas, uma vez que a insustentabilidade atual foi resultante, em grande parte, do conhecimento superado anterior, inadequado, de convivência com o meio ambiente.

Portanto, é necessário conhecer todos os agravos ocorridos e os não ocorridos a fim de que se estabeleçam parâmetros para a auto-sustentação. É sabido que o meio ambiente é um bem coletivo, portanto, a garantia da cidadania ecológica não está somente em reconhecer o valor da preservação e conservação dos recursos naturais, mas também em requerer um desenvolvimento econômico e social capaz de atender ao homem de modo coletivo e igualitário.

Sendo assim, Kraemer (2003, p. 6) destaca que “no mundo sustentável, uma atividade – a econômica, por exemplo – não pode ser pensada ou praticada em separado, porque tudo está inter-relacionado, em permanente diálogo”. Ainda, segundo a mesma autora, a sustentabilidade pode ser dividida em cinco dimensões, sendo:

1. Sustentabilidade social;
2. Sustentabilidade econômica;
3. Sustentabilidade ecológica;
4. Sustentabilidade espacial;
5. Sustentabilidade cultural.

Dentro dessa perspectiva, a autora acima sugere com relação as diferentes dimensões da sustentabilidade, que a social contemple uma melhor distribuição de renda e de bens, com a finalidade de diminuir a disparidade social, a econômica um fluxo mais intenso de investimentos públicos e privados, a ecológica uma melhor utilização dos recursos, sobretudo uma utilização consciente de recursos não renováveis, a espacial uma reordenação na distribuição da população dentro do eixo rural-urbano e a cultural a procura por uma valorização da cultura local, revertendo-as para geração de renda.

1.2 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO RECORTE ESPACIAL EM ESTUDOS AMBIENTAIS

A escolha do recorte espacial para um determinado estudo depende, entre outros fatores, da escala de análise e dos objetivos traçados para a pesquisa. Os estudos ambientais, sobretudo dentro da perspectiva de análise das relações sociedade – natureza, têm na bacia hidrográfica uma grande aceitação por significativo número de pesquisadores envolvidos com a temática.

Nos estudos ambientais existem várias definições para bacia hidrográfica, sendo que o diferencial ocorre na abordagem concedida à pesquisa. Ou seja, as diversas visões empreendidas ao recorte espacial variam de acordo com o estudo, seja em um caráter estritamente físico, ou mesmo em uma visão que contemple todos os aspectos presentes na área da bacia.

De acordo com Shiel et al (2002, p. 27), bacia hidrográfica é considerada como um “conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes”. Para Thomaz (2009), a área da bacia é definida como um conjunto de vertentes que possuem divisores bem definidos, onde escoam para uma saída em comum, a água, solutos, sedimentos e também matéria orgânica.

Dentro da mesma perspectiva de análise, Santos (2004) a caracteriza como uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, que recolhe a precipitação, formada por um curso d’água principal e seus afluentes, levando em conta toda dinâmica dentro da respectiva área. Segundo Pires e Santos apud Siqueira (2001), o fato das bacias hidrográficas terem sido adotadas como unidade de análise é devido as suas características biogeofísicas apresentarem sistemas ecológicos e hidrológicos coesos, formando unidades funcionais.

Outras abordagens integram aspectos mais variados, como Shiel et al (2002), que argumentam que a clara delimitação e a natural interdependência de processos climatológicos, hidrológicos, geológicos e ecológicos permitem o uso de bacias hidrográficas como unidade ecogeofisiográfica, possibilitando assim uma visão sistêmica e integrada, devido às características apresentadas.

Entre 1930 e 1940 iniciou-se no Brasil a ideia de planejamento baseado em bacias hidrográficas, sendo que nesse período as preocupações restringiam-se unicamente ao recurso água, como bem explanado no Código das Águas (BRASIL,

1934). Esse modelo tem fim na década de 1980, onde se torna incompatível com as diretrizes políticas e econômicas da era desenvolvimentista (SANTOS, 2004).

Os trabalhos posteriores englobam os mais diferentes aspectos que se encontram presentes na bacia hidrográfica, possuindo suas abordagens específicas referente aos objetivos traçados. Esses tratam de gestão de recursos, preservação e conservação ambiental e como unidade de planejamento, visando à redução do agravamento de problemas ambientais (STIPP; STIPP; CAMPOS, 2007).

Com relação a trabalhos que seguem nesta perspectiva, Ferreira (2009) estabeleceu o estado ambiental dos recursos naturais da bacia hidrográfica do Rio Sete Saltos, por meio de unidades de risco de erosão. Já Campos (2008) realizou o mapeamento do uso da terra na Bacia do Arroio dos Pereiras, em Irati – PR, onde pode compreender a dinâmica de uso e ocupação e a relação com a qualidade da água.

Freitas (2008), em seu trabalho, realizou uma análise com relação a repercussão da legislação na dinâmica do uso da terra na Bacia do Rio Cara-Cará. Ainda relacionado ao planejamento e gestão de bacias hidrográficas, Coelho (2007) analisou as características geoambientais da Bacia do Ribeirão Maringá, por intermédio da integração de dados físico-químicos da água, de geomorfologia de base e das características de ação antrópica.

As bacias hidrográficas são amplamente utilizadas para fins de planejamento e gerenciamento, sendo que, para Lorandi e Cançado (2002, p. 37), essas devem:

- a) incorporar todos os recursos ambientais da área de drenagem e não apenas o hídrico;
- b) adotar uma abordagem de integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, e;
- c) incluir os objetivos de qualidade ambiental para utilização dos recursos, procurando aumentar a produtividade dos mesmos e, ao mesmo tempo, diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem.

A escolha de bacias hidrográficas como unidade de análise, para trabalhos que levam em conta as relações sociedade – natureza, principalmente dentro de uma visão de preservação ambiental, é extremamente viável. Essa perspectiva busca compatibilizar os interesses econômicos, sociais e políticos com a preservação ambiental.

O presente trabalho tem a perspectiva de análise de apropriação do espaço pela sociedade dentro das relações sociedade – natureza, sendo que na busca por

esse entendimento, o planejamento ambiental tem na análise do uso da terra um tema básico, pois este reflete as atividades humanas sobre o espaço, que em muitas situações pode significar pressão sobre os elementos da natureza (SANTOS, 2004).

Especificamente com relação aos estudos de bacias hidrográficas que levam em conta a relação sociedade – natureza, Santos (2006) indica a bacia como recorte espacial adequado para os estudos ambientais no âmbito geográfico, pois é nesse espaço que se desenrola essa importante relação.

Dentro dessa perspectiva, Carvalho (2009, p. 14) argumenta que:

A bacia hidrográfica seja como unidade de análise ou de gestão tem ganhado espaço tanto na esfera pública quanto nos trabalhos acadêmicos. A facilidade do reconhecimento desse espaço bem delimitado favorece a idéia de estudos integrados, abordando tanto os aspectos físicos, como antrópicos na análise e diagnóstico da situação não só dos recursos hidrológicos, mas de uma maneira mais abrangente, todos os recursos naturais presentes na bacia.

Sendo assim, com relação a utilização de bacias hidrográficas em estudos relacionados ao planejamento ambiental, Thomaz (2000, p. 44) destaca que “o planejamento socioambiental em bacia hidrográfica se constitui em um dos meios para conservar solo e água”. Para Melo e Santos (2010) “a opção de estudar uma bacia hidrográfica se deve ao fato de ser esta, uma unidade territorial de suma importância para estudo, planejamento e gestão dos recursos naturais”.

O planejamento ambiental por bacias hidrográficas visa buscar a participação conjunta das autoridades locais, setores privados e da comunidade, incorporar a variável ambiental na expansão urbana e melhoria da qualidade de vida da população, além de atuar como suporte aos processos de decisão do desenvolvimento. Dessa forma, o principal objetivo de um processo de planejamento ambiental por bacias hidrográficas é tratar de maneira integrada todos os aspectos presentes na área buscando aproveitá-los, protegê-los e recuperá-los a fim de satisfazer as crescentes demandas da população e assegurando seu uso com qualidade.

1.3 POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES DO MEIO: APROPRIAÇÃO CONSCIENTE DO ESPAÇO

O conhecimento das características do ambiente é de extrema importância, pois a identificação de seus aspectos é o início da prevenção de algumas situações e, conseqüentemente evitar alguns problemas futuros. Este conhecimento deve ter a amplitude com relação às potencialidades ou qualidades, bem como as fragilidades presentes em uma determinada área.

Dentro do conceito de fragilidade ambiental, destacam-se dois termos distintos: a fragilidade potencial e a fragilidade emergente. A fragilidade potencial de uma determinada área é conceituada como sendo a vulnerabilidade natural de um ambiente em função de suas características físicas, baseada na declividade e o tipo de solo, enquanto que a fragilidade emergente além de considerar essas características, contempla também o grau de proteção dos diferentes tipos de uso e ocupação da terra (KAWAKUBO et al, 2005).

Dentre os estudos que utilizam a identificação da fragilidade ambiental, Spörl e Ross (2004) e Gonçalves et al (2009) destacam a importância que estes estudos possuem, pois proporcionam melhor definição das diretrizes e ações a serem implantadas, podendo servir de base para o zoneamento ambiental, além de fornecer subsídios à gestão do território.

Segundo Kawakubo et al (2005), o mapa de fragilidade ambiental constitui uma das ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento ambiental. Portanto, esse mapeamento constitui uma importante ferramenta no auxílio de um ordenamento adequado do meio, indicando as áreas mais favoráveis e menos favoráveis a sua ocupação.

Especificamente sobre os trabalhos de fragilidade direcionados a Geografia, Silveira e Oka-Fiori (2007b, p. 1) argumentam que:

Os trabalhos no âmbito da geografia que abordam os estudos de fragilidade ambiental compõem-se, em síntese, da análise empírica dos constituintes da paisagem organizados em níveis de informações que são superpostos e interpretados na tentativa de um estudo integrado dos componentes físico-naturais e sociais de determinada área. Tal análise, sob a perspectiva qualitativa, visa contribuir com o planejamento ambiental e apoio na gestão territorial, apresentando seus resultados na forma de cartas temáticas que são organizadas e apresentadas por classes de fragilidade.

Para Donha, Souza e Sumagosto (2006) é necessário que os planejamentos contemplem todas as instâncias, não só o socioeconômico, mas também a questão ambiental. Dentro dessa perspectiva, não se deve levar em conta apenas as potencialidades, mas principalmente as fragilidades das áreas com intervenções antrópicas. Os autores destacam ainda a importância de estudos na área ambiental, sobretudo aqueles que realizam a identificação da fragilidade ambiental.

Sobre os trabalhos que utilizam a metodologia de determinação da fragilidade ambiental, muitos possuem como recorte espacial as bacias hidrográficas. Por exemplo, Sala (2005) determinou os indicadores de fragilidade da Bacia do Ribeirão, em Maringá – PR, onde realizou a elaboração de cartas temáticas, associadas à análises laboratoriais e ensaios específicos de campo, procurando fornecer resultados quanto as áreas com diferentes classes.

Nessa perspectiva, Santos (2005) realizou o mapeamento da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jirau, município de Dois Vizinhos – PR, identificando as áreas instáveis e estáveis e cruzando-as com informações das cartas de solos, declividade e uso da terra. O autor ainda utilizou outros dados com a finalidade de buscar maior precisão nos resultados obtidos, como de pluviosidade e geologia local.

Silveira e Oka-Fiori (2007b) estudaram a análise empírica da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Rio Cubatãozinho, no município de Guaratuba – PR. Esse trabalho realizado pelos autores foi efetuado a partir do cruzamento de informações, como solos e declividade, determinando a fragilidade potencial, e o resultado desse material foi interpolado com informações de uso da terra, para então determinar a fragilidade emergente.

Gonçalves et al (2009) buscaram a caracterização empírica da fragilidade ambiental na Bacia do Rios Dourados – MS. Esse estudo forneceu subsídios que indicam as possibilidades de uso da terra, permitindo o desenvolvimento adequado das atividades agrícolas, além da identificação de áreas com acentuados níveis de fragilidade potencial e emergente, no qual foi possível buscar ações visando o melhor uso dessas áreas.

As cartas e o cruzamento destas informações são fundamentais na utilização da metodologia, sendo que alguns trabalhos identificados têm como suporte de grande importância a cartografia e as suas tecnologias associadas, como é o caso do geoprocessamento. Nessa perspectiva, constatou-se que Cruz et al

(2009), utilizando cartografia e geoprocessamento, realizaram a análise da fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego Glória, em Uberlândia – MG, realizando um diagnóstico a partir da identificação dos usos menos degradantes, e ainda comprovando que o geoprocessamento é uma técnica útil e eficaz na obtenção dos resultados.

Kawakubo et al (2005) realizaram a caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. Esse trabalho foi desenvolvido na perspectiva da metodologia criada por Ross (2008), baseada na identificação e interpolação das informações de declividade, solos e uso da terra, onde os resultados mostraram a eficácia dos sistemas computacionais dentro da análise proposta.

Donha, Souza e Sumagosto (2006) determinaram a fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e Sistema de Informações Geográficas (SIG). Como resultado do trabalho, os autores identificaram as áreas com maior e menor fragilidade, tanto potencial quanto emergente, em uma área no município de Pinhais – PR.

Já Spörl e Ross (2004) realizaram a análise comparativa da fragilidade ambiental com a aplicação de três modelos. Com a comparação desses modelos, os autores puderam identificar áreas com graus mais baixos e mais frágeis, servindo de subsídio para um planejamento estratégico ambiental.

Um exemplo de trabalho de análise da fragilidade ambiental, agora em áreas de plantio, foi desenvolvido por Stolle, Lingnau e Arce (2007). Esse estudo teve como objetivo a determinação e mapeamento da fragilidade ambiental em uma área de exploração florestal, confirmando a sua aplicabilidade relacionada a esse tipo de uso da terra.

Sendo assim, dentre os trabalhos que utilizaram o conceito de fragilidade ambiental, identificados durante o levantamento e revisão bibliográfica, é praticamente um consenso, o recorte espacial ser a bacia hidrográfica, a utilização de técnicas de geoprocessamento e o uso da metodologia proposta por Ross (2008). Alguns trabalhos realizaram adaptações na metodologia, como Almeida, Santos e Martins (2009), mas sempre tendo como resultado final as cartas de fragilidade potencial e emergente.

Muitos trabalhos são baseados, sobretudo, em análises para identificação de processos relacionados a degradação dos solos. As análises procuram, também,

buscar respostas para um planejamento que considere as características relacionadas à forma como ocorre o uso e ocupação da terra. Portanto, a apropriação consciente do espaço visa evitar alguns problemas que afetam direta ou indiretamente a sociedade.

1.4 OS ASPECTOS NATURAIS E A ESCOLHA DE ÁREAS PARA EXPANSÃO URBANA

Muitos dos problemas enfrentados pela população que reside nas cidades advém das características geológicas e geomorfológicas do sítio urbano. Sendo assim, torna-se fundamental que o planejamento urbano seja baseado em um conhecimento detalhado da área de instalação e sua expansão.

A expansão urbana ocorre, na maior parte das vezes, sem o conhecimento das características físicas da área, informações essas que auxiliam na tomada de decisões da alocação da infra-estrutura do local. Esse conhecimento é a base quando o assunto é a ampliação do sítio urbano, portanto a fase de levantamento é de extrema importância, pois pode minimizar, ou mesmo anular, a existência de problemas futuros.

O ambiente urbano é distinto do rural, sendo que o primeiro é caracterizado pela presença de comércio, serviços e algumas indústrias, já o segundo por atividade agrícola, pecuária, reflorestamentos, ou outros, sobretudo relacionados ao setor primário.

A Figura 1 indica as principais alterações na biosfera em áreas urbanizadas, onde podem ser vistos as alterações referentes ao clima, solo e água, relevo, vegetação e fauna.

Uma indicação de extrema importância, tanto no ambiente rural como no urbano, é a manutenção da vegetação, sendo “a defesa natural de um terreno contra a erosão” (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008, p. 59). A vegetação funciona como proteção do solo, não deixando que a chuva atinja, e posteriormente desagregue as partículas de solo, levando assim à ocorrência ou intensificação dos processos erosivos.

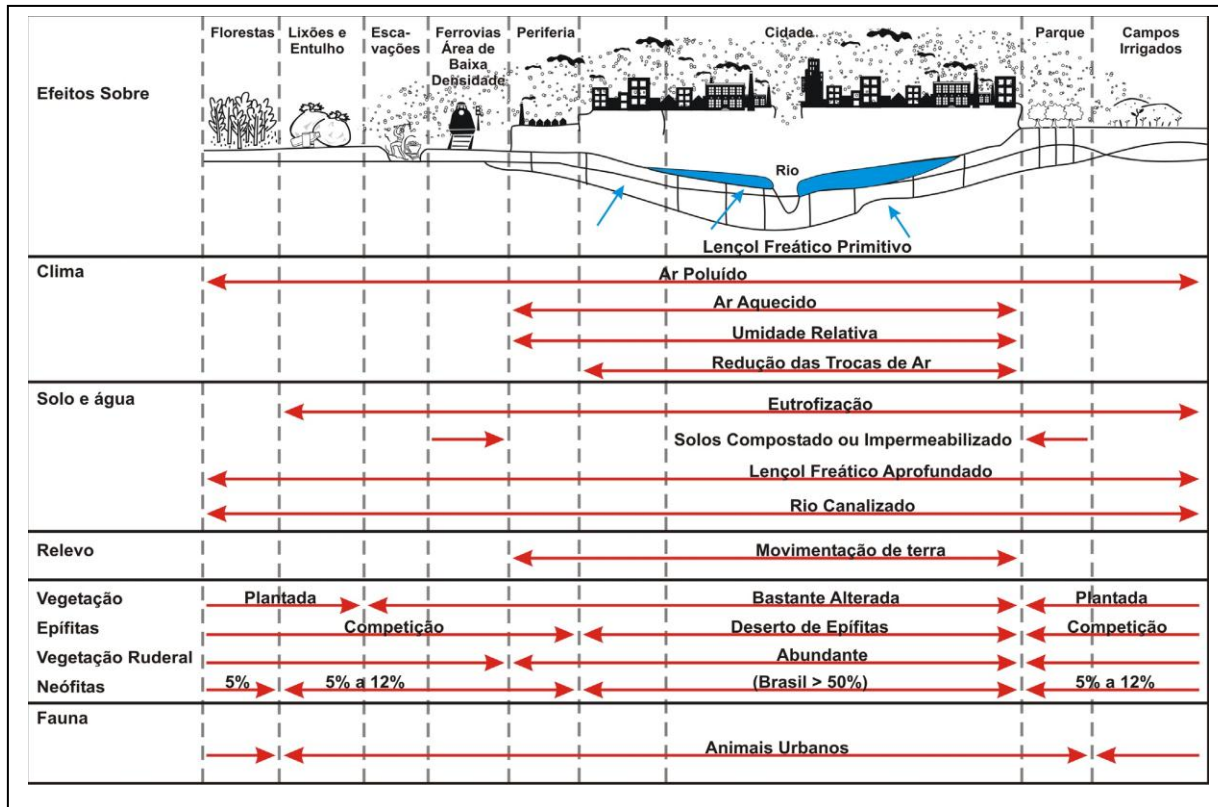


Figura 1. Principais alterações na biosfera em áreas urbanizadas
Fonte: Cavalheiro, 2009

Esta defesa possui papel mais eficiente no caso de vegetação nativa, mas também obtêm êxito em casos como os reflorestamentos. Em se tratando de *Pinus spp.*, que se apresentam de maneira densa, as folhas das árvores exercem papel de bloqueio das gotas de chuva, evitando assim que atinjam diretamente o solo, posteriormente ela cai em menor velocidade e encontra uma proteção formada por folhas secas das árvores que ficam acumuladas em grandes quantidades sobre o solo. Assim sendo, essa água infiltra sem exercer um papel agressivo, ou seja, não atinge com poder para desagregar os grãos de solo.

Engel (2003) defende que as plantações de *Pinus spp.* acabam sendo remediadoras de solos degradados, já que previnem a erosão, colocam carbono orgânico no solo, melhoram a umidade e a biologia dos mesmos, além de regularem melhor os deflúvios de escoamento de águas de chuva. O autor completa ainda que a cultura é pouco exigente, tendo bom crescimento em condições de baixa fertilidade.

Já com um discurso contrário, e bem mais condizente com a realidade observada, Weirich Neto e Rocha (2007) argumentam que os reflorestamentos efetuados com *Pinus spp.* são extremamente agressivos para o ecossistema,

configurando-se como uma monocultura, onde sua implantação afeta negativamente as comunidades existentes. Os autores aumentam ainda que a cultura possui características pouco atrativas para a fauna local, necessita de grande quantidade de agrotóxicos químicos (herbicidas e formicidas), além de se configurar como grande combustível para incêndios.

Cavalheiro (2009) destaca que as principais alterações relacionadas a vegetação em áreas urbanizadas é que essa apresenta-se bastante alterada, além de um deserto de epífitas e uma vegetação ruderal abundante.

Se medidas como a manutenção da vegetação não forem tomadas, podem ocorrer os impactos ambientais negativos. Alguns destes são de ocorrência específica no espaço urbano, como a ocorrência das enchentes ocasionadas pela impermeabilização do solo, a ocupação das encostas com loteamentos e edificações, o que aumenta o risco de deslizamentos, a canalização e retificação dos canais fluviais com percurso nas áreas urbanas, a invasão das áreas periféricas e intra-urbanas não edificáveis, com instalação de favelas, e a proliferação dos depósitos de lixo em locais não apropriados, entre outros (VIEIRA; CUNHA, 2009).

Com relação a impermeabilização do solo, e o consequente aumento do escoamento superficial, Vieira e Cunha (2009, p. 131) destacam que:

A ampliação das áreas impermeabilizadas, devido ao crescimento urbano repercute na capacidade de infiltração das águas no solo, favorecendo o escoamento superficial, a concentração das enxurradas e a ocorrência das ondas de cheia.

Ainda sobre os problemas relacionados ao escoamento superficial, Botelho e Silva (2004, p. 173) afirmam que:

a água que escoar por superfícies lisas (pavimentadas) ganha maior velocidade e, portanto, maior potencial erosivo. Se em sua trajetória em direção à calha fluvial os fluxos d'água encontram uma superfície não pavimentada e desprovida de cobertura vegetal, pode ocorrer o processo de erosão superficial e ainda ser gerado um fluxo em subsuperfície que pode detonar, a jusante, erosões lineares em túneis ou dutos, que, por sua vez, podem desestabilizar o material situado acima, causando movimentos de massa e surgimento de voçorocas, comumente denominadas no meio urbano 'crateras', que 'engolem' casas e ruas.

Para Cavalheiro (2009) o aumento da eutrofização é no sentido das áreas urbanas em direção às áreas periféricas, enquanto que os solos decompostos e

impermeabilizados aumentam em sentido oposto, portanto, das áreas mais periféricas em direção as áreas centrais.

Com a abertura de novas áreas onde serão instaladas as edificações, o primeiro passo é o desmatamento, resultando no fornecimento de materiais que serão erodidos e carregados para os cursos d'água, podendo gerar o assoreamento e riscos de enchentes. Tudo isso com a grande intensidade de movimentação de terra, característico do processo de urbanização (CAVALHEIRO, 2009).

Os índices mais elevados de erosões ocorrem durante o processo de construção da cidade, com grande movimentação de máquinas e escavações, além da exposição dos solos. As taxas erosivas podem ser maiores em um ano de construção da cidade do que em dez se comparada a um ambiente rural (GOUDIE apud GUERRA; MENDONÇA, 2004).

Ainda com relação a grande intensidade das erosões durante o processo de expansão urbana, Santoro (2009, p. 60) destaca que:

Nas áreas urbanas, a erosão avança agressivamente nos setores de expansão das cidades, por meio da abertura de novos loteamentos, os quais exigem para a sua implantação, grande movimentação e exposição de solos. Estes terrenos, sem a proteção da cobertura vegetal e das camadas superficiais do solo, tornam-se vulneráveis à ação das chuvas e do escoamento superficial das águas pluviais, propiciando a instalação da erosão acelerada. Associados aos aspectos da implantação destes empreendimentos, a escolha de locais geotecnicaamente inadequados, falta de infra-estrutura urbana, traçado inadequado do sistema viário e sistemas de drenagem mal concebidos e mal executados aceleram a ocorrência dos processos erosivos.

Dias (2006) destaca que a expansão urbana ocorre com segurança em declividades de até 30%, e uma ocupação imprópria poderá resultar em áreas de instabilidades ambientais, destacando ainda que a infra-estrutura básica já deve estar instalada antes do início das ocupações.

A infra-estrutura é importante na qualidade de vida da população, porque a sua instalação, manutenção e modernização é uma questão de política habitacional, devendo contemplar a sociedade como um todo, ao contrário da satisfação de pequenos grupos ou interesses particulares.

Segundo Cavalheiro (2009) as mudanças referentes ao clima são no sentido de aumento do ar poluído, do ar aquecido, da umidade relativa e redução das trocas de ar. Outras questões destacadas a respeito da expansão urbana, ou seja, a transformação de uma área rural em urbana, é com relação a insolação, albedo,

umidade relativa e nebulosidade do vento que são maiores no campo, enquanto que precipitação e temperaturas são maiores nas cidades. Ainda ocorre perturbação significativa nos fluxos de ar intra-urbano, ocasionado pelo trânsito intenso, concentração de edifícios e pessoas, indústrias, retirada da vegetação, novas formas topográficas e produção artificial de calor (BRANDÃO, 2009). Segundo o mesmo autor:

A urbanização é o processo de conversão do meio físico natural para o assentamento urbano, acompanhada de drásticas e irreversíveis mudanças do uso do solo, gerando uma nova configuração da superfície aerodinâmica e das propriedades radiativas, da umidade e da qualidade do ar (BRANDÃO, 2009, p. 53).

A ampliação da área urbana acarreta mudanças significativas no ambiente, devido as suas construções e pavimentações. Portanto, o conhecimento do meio físico pode minimizar problemas que afetam a população, sendo menos impactante pensar a cidade antes de sua construção do que posteriormente aos problemas já existentes.

Sendo assim, os trabalhos que tem como objeto de análise a relação sociedade – natureza, visam uma melhor conservação dos aspectos naturais, no caso, a bacia hidrográfica. Assim, os estudos de identificação da fragilidade ambiental fornecem respostas quanto a melhor utilização das áreas, podendo encontrar espaços com maior ou menor fragilidade, sejam naturais, ou mesmo com a interferência antrópica.

CAPÍTULO 2

A BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO UVARANAL: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Visando identificar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal procurou-se, inicialmente, caracterizar a área de estudo para uma melhor compreensão do processo de ocupação urbana, bem como a caracterização dos principais aspectos físicos da bacia hidrográfica e posteriormente esclarecer os procedimentos metodológicos inerentes à aplicação da metodologia da fragilidade ambiental.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal está localizada no município de Telêmaco Borba, que por sua vez situa-se na mesorregião 5, nomeada Centro-Oriental (IBGE, 2010), pertencente ainda à Associação dos Municípios dos Campos Gerais, junto a outros 17 municípios (AMCG, 2010) (Figura 2).

O traçado original da cidade de Telêmaco Borba (Figura 3) foi concebido através de um projeto de parcelamento elaborado pelo arquiteto e urbanista Max Staudacher, sendo que a área de 300 alqueires foi dividida em 200 quadras, 5.478 lotes e 73 chácaras. Esse projeto foi caracterizado por eixos ordenadores através de vias estruturais ligando os diversos setores da cidade, utilizando-se da topografia através dos pontos de divisão de águas ou margeando os fundos de vale e arroios (TELÊMACO BORBA, 2006a).

O projeto levou em conta a topografia, a hidrografia e a vegetação da cidade, onde as áreas com altas declividades e próximas as nascentes ficaram reservadas para a implantação de chácaras, locais onde supostamente o adensamento é menor, permitindo assim a preservação dessas áreas com um grande cinturão verde, margeando a cidade, e contendo a expansão urbana, além de servir para áreas de lazer e cultivos de hortifrutigranjeiros, para o abastecimento da cidade.

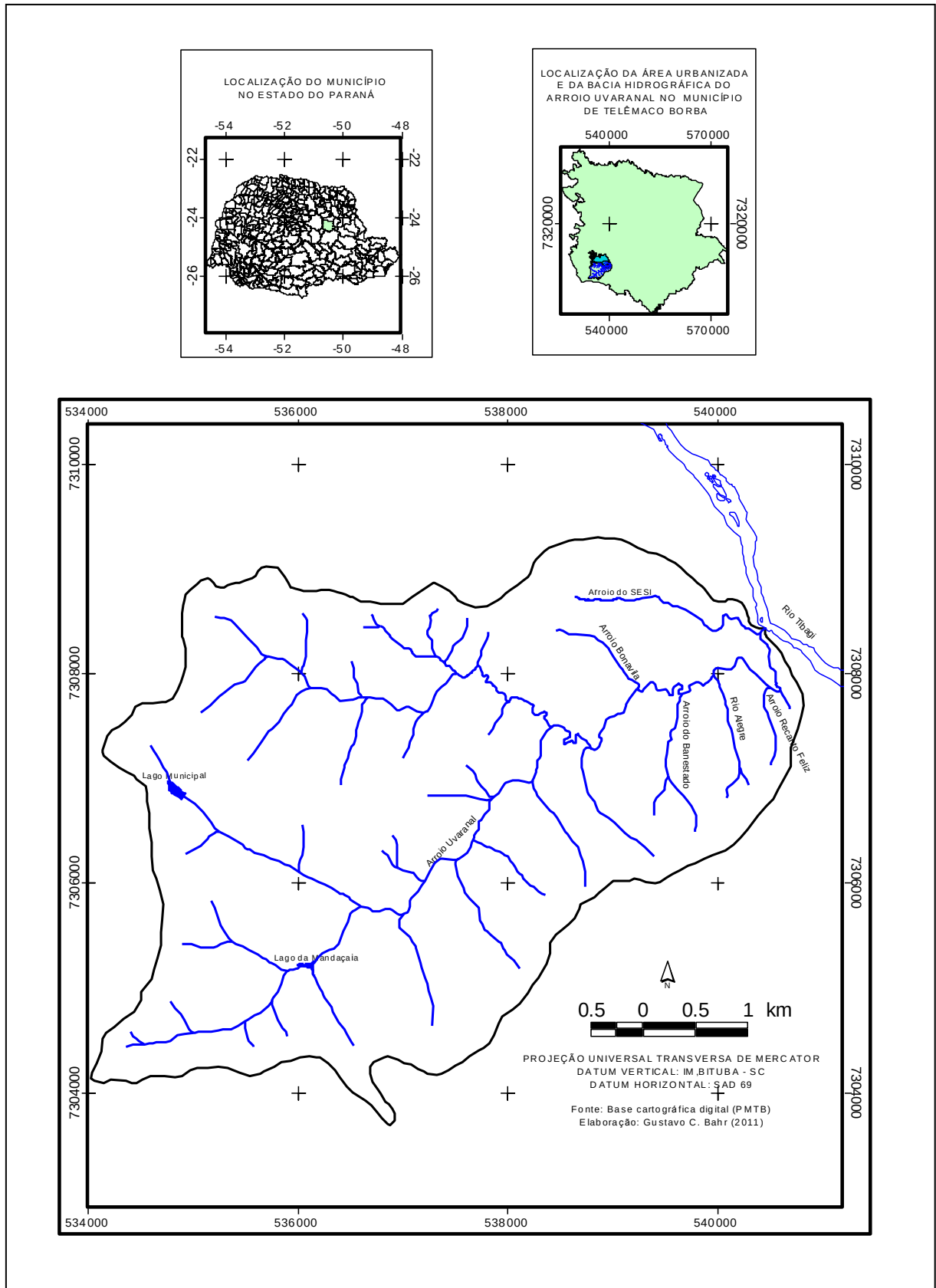


Figura 2. Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR



Figura 3. Projeto urbano original de Telêmaco Borba – PR
 Fonte. Telêmaco Borba (2006a)

Com relação a geologia da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, esta é caracterizada pela presença do Grupo Itararé. Segundo Pinese (2002) o referido grupo é constituído principalmente por diamictitos e arenitos, refletindo influência glacial em seus diferentes ambientes deposicionais, sendo representado pelas Formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul, e apresenta grande complexidade estratigráfica. Os afloramentos das rochas pertencentes ao grupo ocorrem principalmente nos cortes feitos para a construção de vias, ou ainda nos leitos dos arroios que cortam a bacia. Também podem ser notadas em algumas pequenas localidades, onde afloram no solo, demonstrando nesse caso a sua pequena espessura. Um destaque são os abatimentos de blocos, uma feição típica que ocorre nas rochas do grupo.

Ainda com relação à geologia, destaca-se a presença da Formação Serra Geral (Jurássico Superior a Cretáceo Inferior), pertencente ao Grupo São Bento. As rochas pertencentes à formação apresentam-se na forma de diques e soleiras de diabásio, rocha de coloração cinza escura a preta e granulação fina a média, que possuem direção predominante Noroeste-Sudeste, sendo ainda condicionantes na estruturação do relevo atual, formadores das cachoeiras e corredeiras presentes na região (LACTEC, 2009).

Para finalizar os aspectos geológicos presentes na bacia, têm-se os sedimentos recentes inconsolidados (Quaternário). Esses são finamente arenosos e ocorrem de forma descontínua, com dimensões que variam de moderadas a pequenas, junto às principais drenagens. Parte desse material pode ser transportado para os cursos d'água para ser depositado nas planícies de inundação como aluvião, ou para ser depositado em canais espalhados, nos próprios cursos d'água na forma de bancos de areia.

Na litologia do Grupo Itararé, unidade geológica que ocupa a maior área do município, a morfologia típica se traduz por colinas suaves onduladas fortemente entalhadas por cursos d'água, por vezes formando escarpas íngremes, sendo que outras vezes os vales são largos, com extensos depósitos aluvionares.

Ainda ocorrem áreas onde o relevo é caracterizado por uma topografia mais dissecada, com os diques de diabásio longos e estreitos exercendo influência marcante no relevo regional. Em geral formam cristas bem nítidas na topografia, geralmente orientadas na mesma direção (NW – SE). O relevo indica uma evolução essencialmente erosiva, assinalada pela presença de pequenos saltos e numerosas corredeiras, além da inclinação das encostas.

Essas informações referentes à geologia são percebidas na configuração do padrão de drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, assim como em outros cursos d'água do município. Esse padrão é controlado por estruturas, principalmente em sentido NW – SE, pertencentes à Formação Serra Geral. Portanto, o relevo da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal é caracterizado por apresentar formas de dissecção média, com topos alongados apresentando cristas com orientação NW – SE e vales entalhados (LACTEC, 2009).

Com relação aos aspectos climáticos o município está sobre a influência de dois tipos climáticos, conforme descrição no Quadro 1:

CLIMA	CARACTERÍSTICAS
Cfa	Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18° C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22° C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.
Cfb	Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18° C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Quadro 1. Tipos de clima do município de Telêmaco Borba – PR
Fonte. IAPAR (2010)

Os tipos climáticos foram definidos a partir da temperatura e precipitação. Com relação as chuvas, estas são bem distribuídas ao longo do ano, sendo que a média é de 1609 mm/ano. De acordo com análise dos dados, o trimestre mais chuvoso é dezembro, janeiro e fevereiro, e o mês com menos chuva é agosto (IAPAR, 2010).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2002) Telêmaco Borba é um misto dos climas Cfa/Cfb, sendo classificado como subtropical úmido com verões quentes a moderadamente quente, sob a influência das seguintes massas de ar:

- **Mta:** Massa Tropical Atlântica;
- **Mtc:** Massa Tropical Continental;
- **Mec:** Massa Equatorial Continental;
- **Mpa:** Massa Polar Atlântica.

Com relação as atuações das massas de ar no município, Mendonça e Danni-Oliveira (2002, p. 66) argumentam que o clima Cfb está em uma área:

“dominada pelos ventos de NE, que, orientados pelas feições topográficas [...] favorecem a atuação das massas de ar Tropical Atlântica e Polar Atlântica, cujo embate predominante no decorrer do ano, manifestado pelas oscilações da Frente Polar Atlântica, é o maior responsável pelas chuvas que nela ocorrem”.

A precipitação média anual para o município de Telêmaco Borba é de 1609 mm, referentes a mais de 30 anos de coleta (IAPAR, 2010), e “a incidência de chuvas concentradas em 24 horas manifesta-se expressiva [...] no período que se estende do verão ao inverno” (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2002, p. 66).

A umidade relativa do ar possui uma variação entre 70 e 75% e os ventos predominantes possuem direção preferencial de sudeste, sendo que os ventos de sul e leste representam a segunda e a terceira classe com relação à direção de ventos com maior ocorrência (UEPG, 2003).

A vegetação da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal é caracterizada por ser uma transição entre os campos, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semi-Decidual. Nesse ecótono é comum encontrar a *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-do-Paraná) e a *Aspidesperma polyneuron* (Peroba-rosa) (TOREZAN, 2002).

Os campos pertencem à região fitogeográfica conhecida como Campos Gerais do Paraná. Esta vegetação foi descrita inicialmente por Maack e mapeada segundo UEPG (2003), sendo constituída por campos limpos e cerrados, localizados no Segundo Planalto Paranaense.

A Floresta Ombrófila Mista é um ecossistema onde encontra-se, principalmente o Pinheiro-do-Paraná. No que diz respeito à Floresta Estacional Semi-Decidual, esta localiza-se na porção Noroeste do município, e pequenos exemplares dispersos por todo o seu território.

O destaque com relação a vegetação do município, é a propriedade das Indústrias Klabin, que possui um total de 145 mil hectares de florestas plantadas com *Pinus spp.* e *Eucaliptus spp.*, além de 123 mil hectares de mata nativa preservada (KLABIN, 2010a). Dentre essas áreas, encontra-se a Bacia do Uvaranal, onde pode-se encontrar grandes áreas de reflorestamento, bem como Floresta Ombrófila Mista.

Um alerta presente no Plano Diretor é com relação à situação ambiental da bacia do Rio Tibagi, sobretudo com relação à vegetação. O documento explana que a região apresenta planícies aluviais, alternando-se com campos de várzeas e formações florestais, mas que a vegetação sobre as margens dos cursos d'água estão, atualmente, recobertas por culturas, pastagens ou capoeiras baixas (TELÊMACO BORBA, 2006b).

Foram identificados na área da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, quatro tipos de solos: Argissolo Vermelho, Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzênico (KLABIN, 2010b).

Os Argissolos Vermelhos possuem horizonte B textural, são minerais e não-hidromórficos, possuindo profundidades variadas e ampla variabilidade de classes

texturais (EMBRAPA, 2010). Esses solos geralmente estão precedidos nas vertentes pelos Latossolos, que ocupam as regiões mais planas e bem drenadas da paisagem (SÁ, 2007), como ocorre na Bacia do Uvaranal, apresentando ainda textura médio argilosa a muito argilosa e elevado risco de erosão.

Os Cambissolos são formados por material mineral com horizonte B incipiente, sendo que a sub-ordem dos Háplicos apresenta horizonte A mais raso e/ou mais pobre em matéria orgânica, se comparado a sub-ordem dos Húmicos (SÁ, 2007). Na Bacia do Uvaranal esse tipo de solo apresenta textura médio argilosa à muito argilosa, localizando-se em áreas com relevo suave ondulado, nos divisores d'água e também próximos aos cursos d'água, sendo ainda rasos e muito sujeitos a erosão.

Os Latossolos são a ordem de solo que apresentam espessura superior a 2,0 metros e são muito antigos, de boa estabilidade ambiental, por serem profundos, bem estruturados e de elevada permeabilidade (SÁ, 2007). Na área da bacia, os Latossolos Vermelhos estão localizados em relevo suave ondulado.

Com relação aos Neossolos, esses são pouco espessos, constituídos por material mineral ou orgânico e não são hidromórficos, especificamente sobre a sub-ordem dos Quartzarênicos, por esses constituírem-se muito arenosos, apresentam sérias limitações com respeito ao armazenamento de água e nutrientes (SÁ, 2007).

Quanto aos aspectos hidrográficos, o Arroio Uvaranal é um afluente do Rio Tibagi, um dos mais importantes do Estado do Paraná, o qual possui um caráter consequente acompanhando o caimento do relevo regional. As cabeceiras desse rio encontram-se no reverso da Escarpa Denoviana no Segundo Planalto Paranaense, situada no município de Palmeira. É um tributário do Rio Paranapanema, que por sua vez é afluente da margem esquerda do Rio Paraná, importante curso d'água da bacia do Rio da Prata.

O Rio Tibagi proporciona uma divisão entre a cidade de Telêmaco Borba, localizada na margem esquerda do rio, e a Fazenda Monte Alegre, propriedade das Indústrias Klabin, situada à margem direita do Tibagi (Figura 4). Os principais tributários localizados na margem esquerda do Rio Tibagi são o Rio Imbaú, Arroio das Casas, Arroio Uvaranal, Arroio Limeira, Rio do Ouro, Arroio Mandaçaia e Rio Imbauzinho. Os principais cursos d'água da margem direita são o Rio Alegre, Rio Quebra – Perna, Rio Varanal, Rio Harmonia, Arroio do Capitão, Arroio das Pedrinhas, Ribeirão dos Cavalos e Rio das Antas.

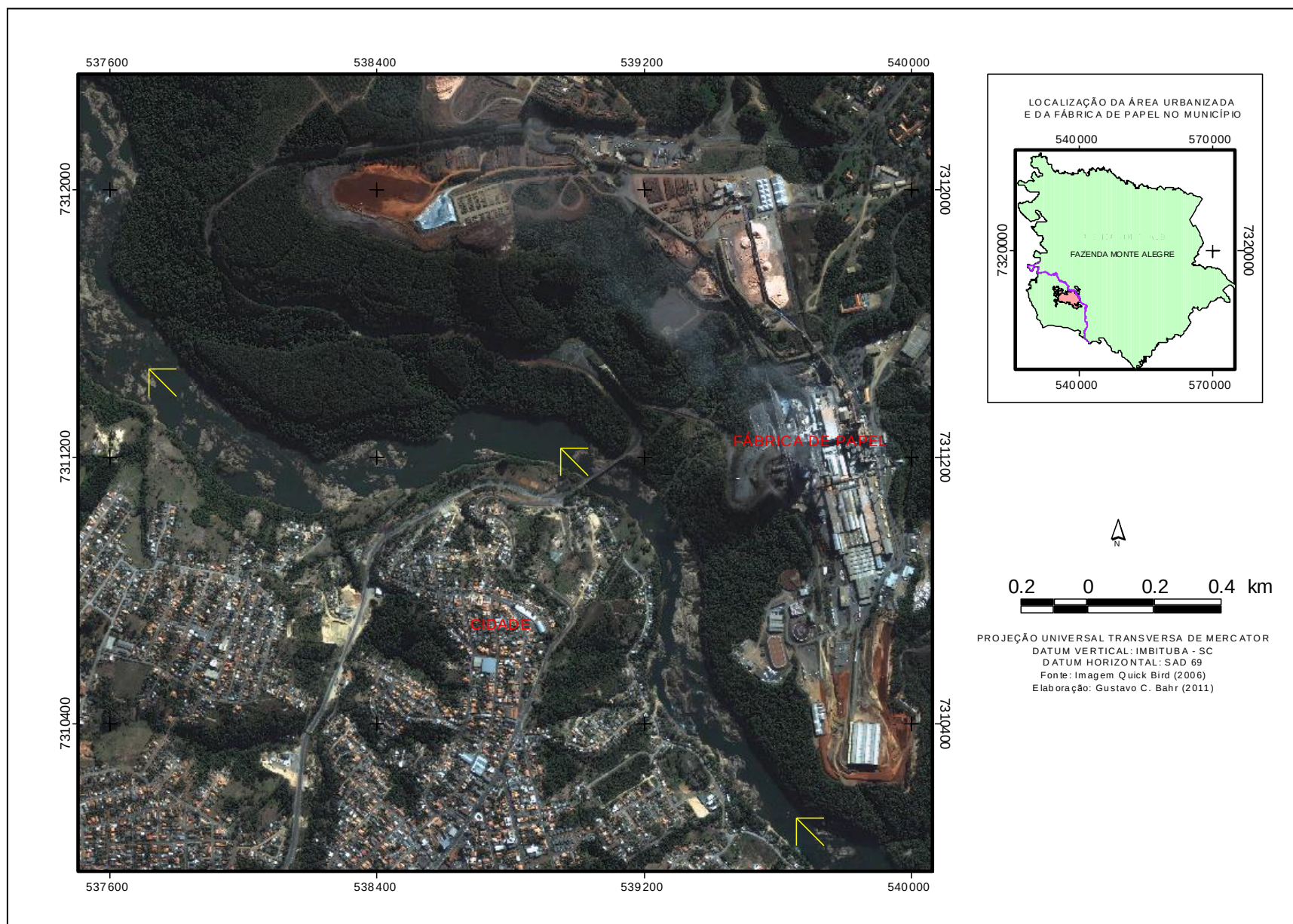


Figura 4. Divisão da cidade de Telêmaco Borba – PR e da Fazenda Monte Alegre pelo Rio Tibagi

No que diz respeito à hidrografia urbana, os principais arroios são o Uvaranal, Limeira, Mandaçaia e Rio do Ouro, tendo ainda a presença de pequenos cursos d'água, de no máximo segunda ordem, que deságuam diretamente no Rio Tibagi. Os cursos d'água exerceram importante papel na topografia da área urbana, sendo que nas proximidades do Jardim Monte Carlo se localizam as nascentes dos arroios que cortam a cidade, apresentando um alto topográfico, o que confere para o sistema de drenagem um padrão radial.

Os arroios urbanos apresentam-se alterados, com diversas modificações no sistema hídrico que ocorrem de longa data, e em muitos casos, resultam em problemas de ordem ambiental. Um destaque de relevância é a impermeabilização do solo, ocasionada por construções ou calçamentos, resultando no aumento do escoamento superficial, pois nesses casos a velocidade e a magnitude das águas são maiores, visto que a infiltração é assim muito reduzida e o sistema, portanto, é alterado. Além dessas questões, ocorrem uma série de ocupações em suas margens.

A área urbanizada de Telêmaco Borba possui sete bacias hidrográficas, sendo elas: bacia do Arroio Uvaranal, bacia do Arroio Limeira, bacia do Rio do Ouro e bacia do Arroio Mandaçaia. Tem-se ainda outras três bacias que são referentes a pequenos cursos d'água que deságuam no Rio Tibagi, nomeadas como bacia Tibagi I, II e III (TÊLEMACO BORBA, 2006a) (Figura 5).

A Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal possui ocupação urbana no seu baixo curso, sendo que o início desta é paralelo ao processo de Telêmaco Borba, com a construção da área central da cidade em 1951. Posteriormente, em 1958, foi construído o Núcleo Residencial JK (Cem Casas), o primeiro conjunto habitacional da cidade. Na década de 1960 a ocupação da bacia acontece com a construção da Vila Santa Rita, em 1962 e Vila São Francisco I, em 1966, sendo que ambos são frutos de loteamentos particulares. No ano de 1967 foram construídas a Vila BNH e Vila Nossa Senhora de Fátima, sendo os dois conjuntos habitacionais. Na década seguinte, de 1970, a ocupação na bacia continua com a construção da segunda fase das Vilas Nossa Senhora de Fátima (1976) e BNH (1977). Já na década de 1980, é construída na bacia o Conjunto Residencial Tibagi, o primeiro conjunto vertical da cidade, em 1986, em um loteamento particular (TELÊMACO BORBA, 2006a).

O processo de ocupação na Bacia do Arroio Uvaranal por meio de loteamentos, encerra-se na década de 1990, quando ocorre a construção da Vila

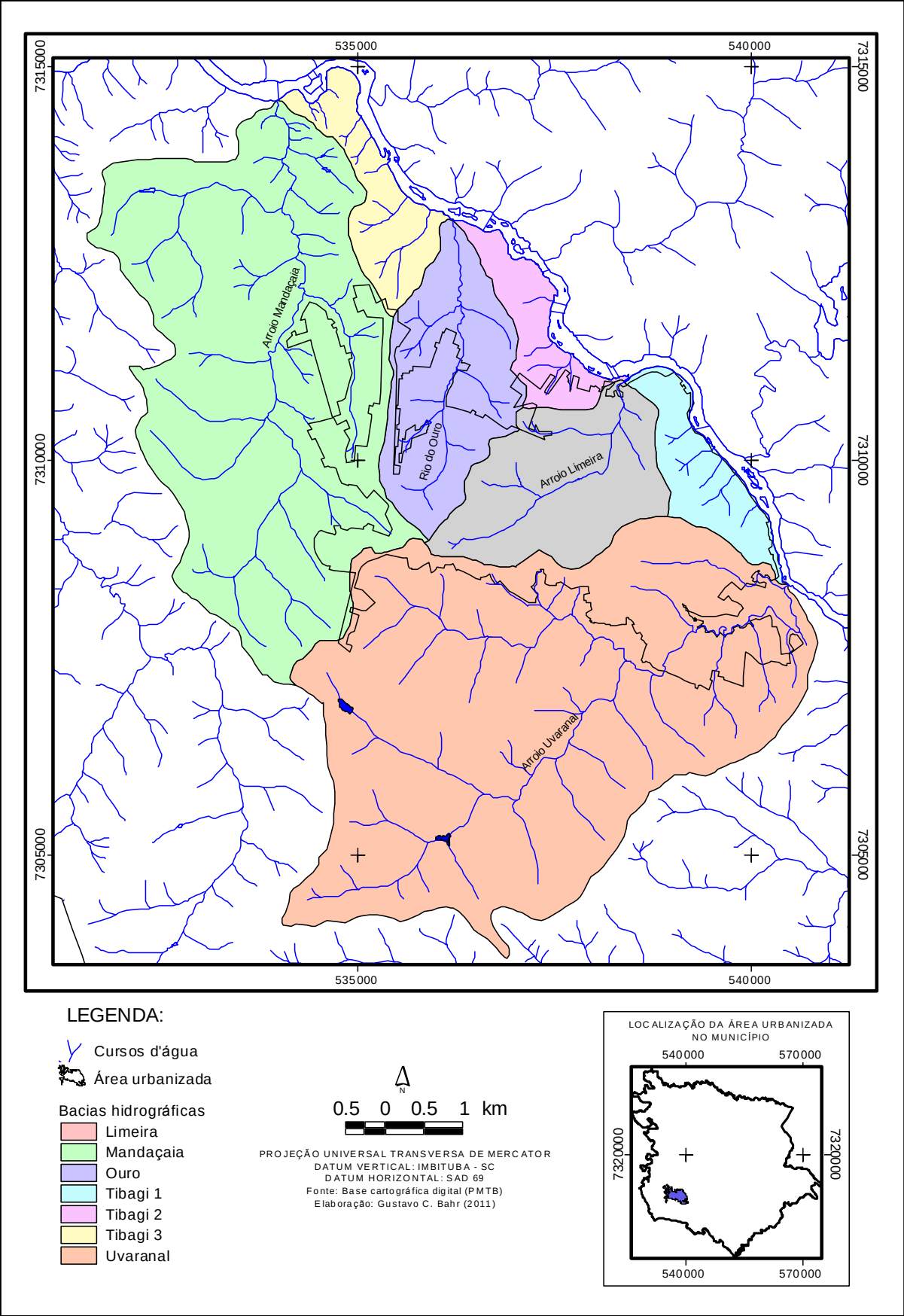


Figura 5. Bacias hidrográficas urbanas de Telêmaco Borba – PR

São Francisco II no ano de 1990, Jardim São Rafael em 1993, e Jardim Kroll em 1998. Os loteamentos realizados nessa década foram edificados sob o plano base de parcelamento em loteamentos particulares.

Vários aspectos relevantes em termos ambientais podem ser encontrados na bacia, como exemplares de vegetação em excelente grau de preservação, abatimentos de blocos e cachoeiras (Caverna da Mandaçaia) e o Lago da Mandaçaia (Figuras 6 e 7).

Alguns arroios da rede hidrográfica da Bacia do Arroio Uvaranal recebem nomenclatura de populares, como é o caso do Arroio do SESI e Bonavila na margem esquerda, e Arroio do Banestado, Rio Alegre e Arroio Recanto Feliz, na margem direita.

Trechos de cursos d'água pertencentes à bacia encontram-se canalizados, como observado em um segmento no Arroio do SESI (Figura 8). Este arroio possui sua nascente próxima ao Sindicato dos Motoristas, que além de não apresentar vegetação ciliar, está visualmente poluído e densamente ocupado. No ano de 2008 foi construído um parque no trecho onde aflora o curso d'água, tendo como uma de suas finalidades a conservação ambiental do curso d'água (Figura 9).

O Arroio Bonavila possui sua nascente próxima à Rua dos Tapuias, no Bairro Bonavila, e tem como característica ser um curso d'água encaixado em seu vale e apresentar vertentes com declividades acentuadas. Há casos de ocupações próximas a esse afluente do Uvaranal, que se encontra visualmente poluído, com esgotos que são lançados *in natura* e grande quantidade de lixo, tanto na água quanto nas margens. Existe a presença de mata ciliar, principalmente em seu médio curso, mas com alteração nessa vegetação.

O Arroio Recanto Feliz, afluente da margem direita do Arroio Uvaranal, localizado entre os bairros Recanto Feliz e Rio Alegre, apresenta visualmente uma boa qualidade hídrica e em sua vegetação ciliar. Outro afluente de destaque na Bacia do Arroio Uvaranal é o Rio Alegre, localizado entre o bairro homônimo e o Jardim Europa. Em seu curso superior, a vegetação e a qualidade visual das águas estão em boas condições, o mesmo não ocorre na área urbanizada, onde o arroio corre entre campos com presença de montículos de cupins e existência de planície aluvial.



Figura 6. Cachoeira e abatimentos de blocos – Caverna da Mandaçaia – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)



Figura 7. Lago da Mandaçaia – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)



Figura 8. Canalização em trecho do Arroio do SESI – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
 Autor: Bahr (2011)



Figura 9. Parque Ambiental em área do afloramento do Arroio do SESI – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
 Autor: Bahr (2011)

O Arroio Uvaranal apresenta controle estrutural, fato que se observa em vários trechos de seu curso, com a ocorrência de um padrão de drenagem paralelo (Figura 10). Na área urbanizada, o arroio é caracterizado pela presença de grande concentração de lixo nas águas e em suas margens, esgotos lançados *in natura* e com inúmeros trechos sem a presença de vegetação ciliar (Figura 11). Em trabalhos de campo constatou-se a existência de processos erosivos, tanto próximo aos cursos d'água, como também em algumas estradas, além de casos de ocupações que estão localizadas na APP do Arroio Uvaranal (Figura 12).

Dentre os aspectos levantados pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU-TB (TELÊMACO BORBA, 2006b), uma das questões discutidas foi à escolha de uma área para expansão urbana. Esta escolha baseou-se na procura de áreas próximas ao centro da cidade, evitando assim que o Estado tivesse gastos mais elevados na alocação de infra-estrutura, além de funcionar como um acesso alternativo à cidade.

A expansão demanda o uso de áreas antes ocupadas por outras atividades, e o estudo destas devem ser efetuados antes da ocupação, pois podem minimizar, ou mesmo evitar a degradação ambiental.



Figura 10. Trecho do Arroio Uvaranal encaixado em rocha
Autor: Bahr (2011)



Figura 11. Presença de lixo e entulho próximos às margens do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)



Figura 12. Processo erosivo em estrada localizada na Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)

Muitos dos problemas encontrados nas cidades são provenientes das ocupações feitas nas chamadas áreas de risco, como por exemplo, vertentes com altas declividades e as margens dos rios. Estes locais possuem essa denominação por apresentarem-se vulneráveis a ocorrências de alguns problemas, colocando em risco, assim, a vida da população ali residente.

As áreas com altas declividades, principalmente associadas a outros fatores como a ausência de vegetação e características do solo, são mais susceptíveis a ocorrência de movimentos de massas. Enquanto que as áreas próximas aos cursos d'água, se considerar períodos com maiores índices pluviométricos, onde os rios ocupam seu leito maior, podem ocasionar as enchentes.

A área apontada pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU-TB (TELÊMACO BORBA, 2006b) para expansão urbana de Telêmaco Borba, possui uma área de 2,65 km² e está localizada a sudoeste da cidade. Pertence em sua maior parte às Indústrias Klabin e é coberta por reflorestamento, mata, solo exposto, campo e uso industrial, conforme Tabela 1 e Figura 13.

Tabela 1. Uso e ocupação na área de expansão urbana, Telêmaco Borba – PR

CLASSES DE USO	ÁREA (km²)	PORCENTAGEM (%)
Reflorestamento	1,77	66,74
Mata	0,58	21,87
Solo exposto	0,16	6,11
Campo	0,10	3,77
Área industrial	0,04	1,51
TOTAL	2,65	100

Com a perspectiva de evitar alguns problemas ambientais, foram criadas pelo Estado áreas com usos restritos. Na área de expansão urbana, existem as Áreas de Interesse Ambiental (AIA) e de Preservação Permanente (APP) (Figura 14).

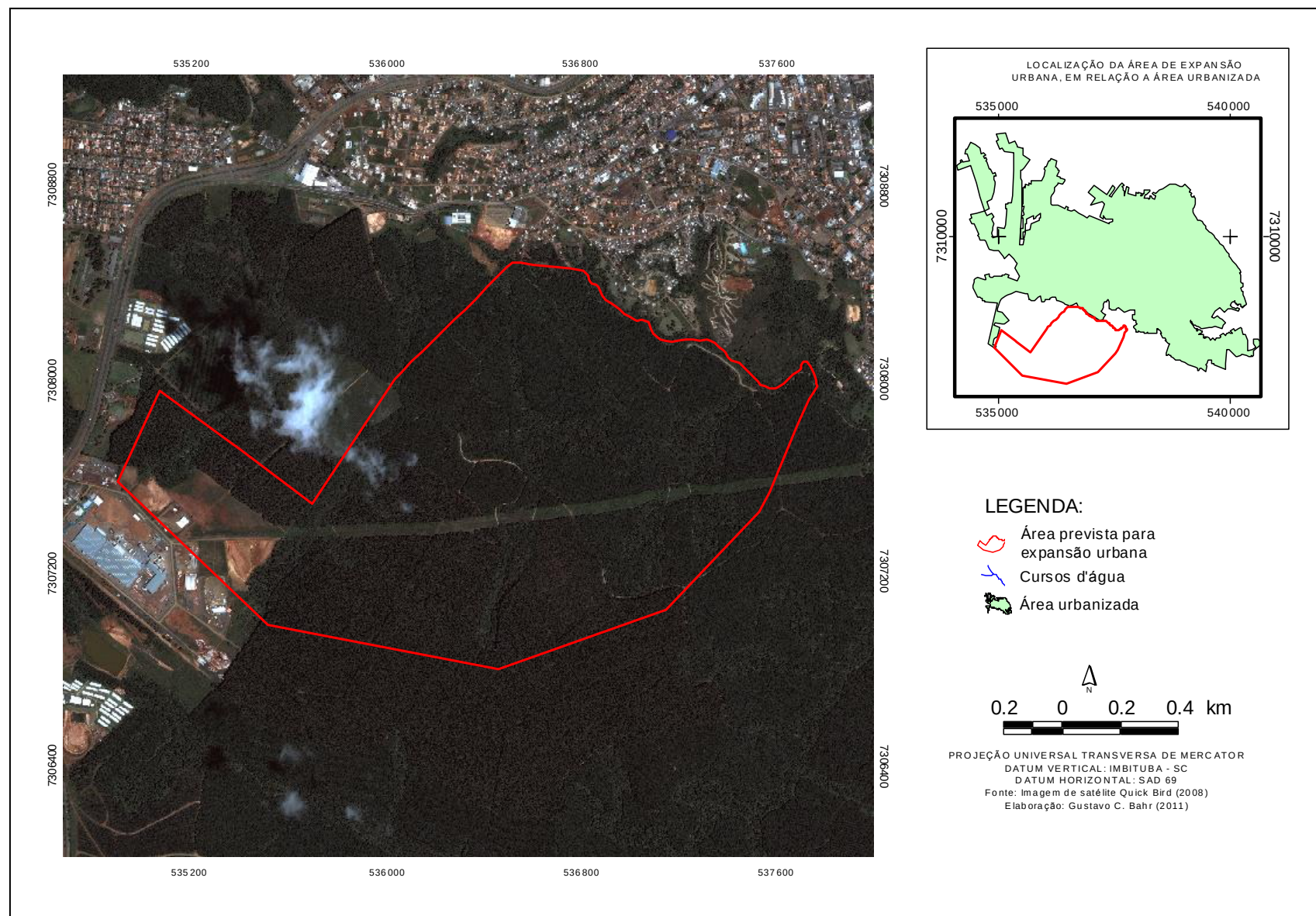


Figura 13. Área prevista para expansão urbana em Telêmaco Borba – PR

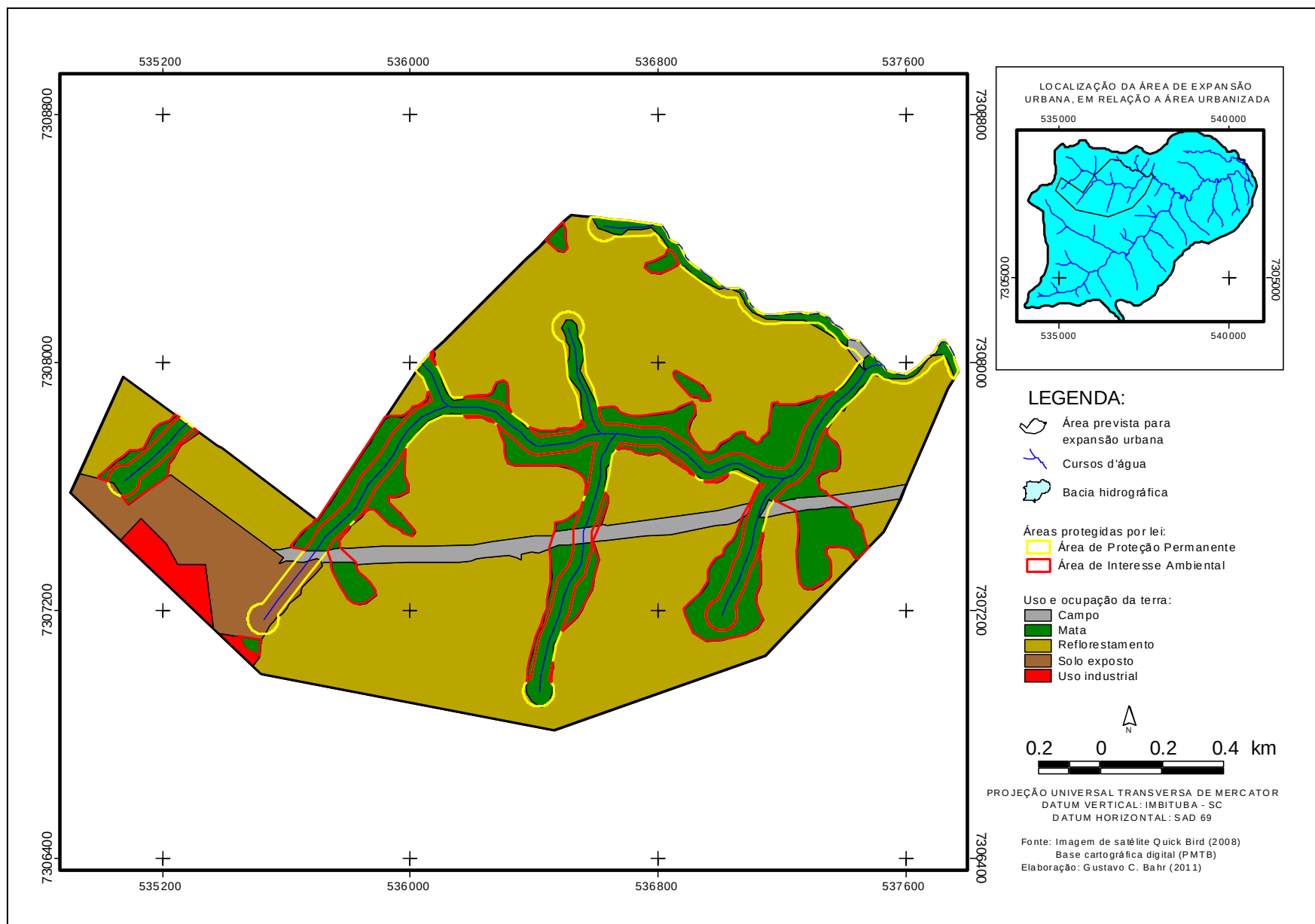


Figura 14. Uso e ocupação da terra e AIA e APP em área prevista para ocupação urbana de Telêmaco Borba – PR

A Área de Interesse Ambiental (AIA) é estabelecida pelo Zoneamento Ambiental de Telêmaco Borba (TELÊMACO BORBA, 2006b), e a Área de Preservação Permanente (APP) pelo Código Florestal (BRASIL, 1965).

No que diz respeito às questões ambientais, à legislação estabelecida no PDDU-TB (TELÊMACO BORBA, 2006b), em seu o Art. 226 consta:

A organização e a expansão urbana no Município deverá ser compatibilizada com as diretrizes do planejamento e zoneamento ambiental, englobando todos os recursos e assegurando o controle dos potenciais riscos e prejuízos ao Meio Ambiente e respectivas populações.

Para a Área de Interesse Ambiental, o PDDU-TB (TELÊMACO BORBA, 2006b) aponta em seu Art. 227 que:

Para fins de defesa, preservação, conservação e recuperação ambiental, o Município será subdividido de acordo com o zoneamento ambiental, considerados os aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, biológicos, de ocupação atual e riscos potenciais, nas [...] áreas denominadas de “Áreas de Interesse Ambiental”.

A Área de Preservação Permanente é estabelecida pelo Código Florestal (BRASIL, 1965), por meio da Lei 4.771/65 e a medida provisória 2.166/01 (BRASIL, 2001), que possui as seguintes características:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:
 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;
 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 500 metros de largura;
- b) ao redor de lagoas, lagos e reservatórios d'águas naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura, e
- d) nos topos de morros, montes, montanhas e serras.

No caso específico da área de expansão urbana de Telêmaco Borba, são consideradas APP as áreas marginais de 30 metros em relação aos cursos d'água e um raio de 50 metros a partir das nascentes.

Essas duas áreas protegidas por lei (APP e AIA), que apresentam relevância ambiental, são compostas por Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, estando em boas condições de conservação. Durante a fase de implementação do loteamento, e a instalação urbana, estas áreas devem ser preservadas e caso utilizadas, devem ter projetos de manutenção da vegetação.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada para elaboração do trabalho foi proposta por Ross (2008), e busca identificar a fragilidade ambiental de uma determinada área visto a grande importância na elaboração de estudos analíticos da composição do estrato geográfico, e as opções mais adequadas para o uso da terra.

Ross (2008) considera em sua análise a interpretação de elementos naturais, bem como elementos humanos, sendo que para determinar a fragilidade ambiental sugere a elaboração de alguns documentos, dentre eles:

- carta de declividade média das vertentes com cinco classes;
- carta de pedologia;
- carta de uso da terra e cobertura vegetal;
- análise dos dados pluviométricos.

A metodologia ainda sugere análises de informações sobre a geologia e o clima. Estas são informações adicionais, utilizados para a análise-síntese, com a finalidade de dar maior precisão aos resultados do trabalho.

Na realização dos mapeamentos e elaboração do banco de dados para o presente trabalho, foi utilizado o *software ArcView GIS[®] 3.2*, sistema gerenciador que auxiliou na entrada, armazenamento, tratamento e saída de dados para realização do trabalho. Atualmente pode-se afirmar que a utilização de técnicas de geoprocessamento são imprescindíveis para análises de diferentes mapas, assim como na elaboração do material cartográfico, devido a facilidade no cruzamento dessas diferentes informações.

Para confecção do material utilizado na determinação da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, fez-se uso dos seguintes materiais:

- imagem de satélite *QuickBird*, multiespectral, resolução espacial 2,44 metros, ano 2008;
- base cartográfica digital georreferenciada com os seguintes temas: hidrografia, curvas de nível e vias de circulação (escala 1:50.000);
- carta de solos, em formato digital (escala 1:20.000);
- máquina fotográfica e aparelho receptor *GPS*, utilizado em trabalhos de campo.

A base cartográfica digital e a imagem de satélite utilizada para realização do trabalho foram cedidas da Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba. A base cartográfica já encontrava-se no formato *shapefile* (.shp), compatível com a operacionalização do *software*. A imagem foi registrada em 03 de fevereiro de 2008, pelo satélite *QuickBird*, série de satélites comerciais controlados pela empresa *DigitalGlobe*, com aplicações diretas na área de mapeamentos urbanos, dinâmicas de uso e ocupação da terra, entre outras, isso devido a alta resolução espacial oferecida pelo satélite (EMBRAPA, 2010).

Para elaboração do mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, utilizou-se mapa cedido pelas Indústrias Klabin. Esse mapa digital encontrava-se em formato *shapefile* (.shp) e já georreferenciado.

Utilizando os referidos materiais, e com auxílio de trabalhos de campo, elaborou-se as seguintes cartas temáticas:

- base cartográfica da bacia;
- carta de declividade;
- carta de solos;
- carta de uso e ocupação da terra;
- carta de uso e ocupação da terra em APP;
- carta de uso e ocupação da terra e APP e AIA em área de expansão urbana;
- carta de hipsometria;
- carta de fragilidade potencial;

- carta de fragilidade emergente;
- carta de fragilidade da área de expansão;

O ponto de partida do trabalho foi a construção da carta base da bacia hidrográfica. Esta carta teve início com a delimitação da bacia, com a utilização de mapa digital de curvas de nível, hidrografia e o *software* citado. O mapa teve correção com relação a alguns detalhes com a construção e análise de um Modelo Digital de Elevação (MDE), que fornece melhor visualização referentes aos divisores d'água.

Posteriormente elaborou-se o mapa clinográfico da bacia hidrográfica, utilizando o aplicativo *3D Analyst*, do *software ArcView GIS® 3.2*. Esta carta foi dividida em 5 classes, conforme Ross (2008), sendo assim classificada: até 6%, de 6 a 12%, de 12 a 20%, de 20 a 30% e mais de 30%.

Tanto para construção do MDE, quanto do mapa clinográfico, é necessário no *software* à criação da carta de hipsometria, que contém informações sobre as altitudes contidas na área de estudo. Esta carta foi utilizada para determinação de algumas altitudes relevantes, como na determinação da altimetria das nascentes e foz dos cursos d'água.

A carta de solos já estava em formato digital compatível com a operacionalização do *software*, e foram identificadas e delimitadas as classes de solo da Bacia do Uvaranal. A área em questão é composta pelas seguintes classes de solos: Argissolo Vermelho, Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênico.

Com relação aos Argissolos Vermelhos esses possuem profundidades variadas e ampla variabilidade de classes texturais, além de horizonte B textural, são minerais e não-hidromórficos (EMBRAPA, 2010). Na Bacia do Uvaranal apresentam textura médio argilosa a muito argilosa e elevado risco de erosão, sendo que geralmente estão precedidos nas vertentes pelos Latossolos, que ocupam as regiões mais planas e bem drenadas da paisagem (SÁ, 2007).

Os Cambissolos apresentam-se na Bacia do Uvaranal com textura médio argilosa à muito argilosa, em relevo suave ondulado onde as vertentes são curtas, aparecendo tanto nos divisores d'água como também próximos aos cursos d'água. São formados por material mineral com horizonte B incipiente, sendo que a sub-

ordem dos Háplícos apresenta horizonte A mais raso e/ou mais pobre em matéria orgânica, se comparado a sub-ordem dos Húmicos (SÁ, 2007).

Os Latossolos estão localizados na área da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal em relevo suave ondulado. São a ordem de solo que apresentam espessura superior a 2,0 metros e são muito antigos, de boa estabilidade ambiental, por serem profundos, bem estruturados e de elevada permeabilidade (SÁ, 2007).

Já os Neossolos esses são pouco espessos, constituídos por material mineral ou orgânico e não são hidromórficos, especificamente sobre a sub-ordem dos Quartzarênicos, por esses constituírem-se muito arenosos, apresentam sérias limitações com respeito ao armazenamento de água e nutrientes (SÁ, 2007).

Para a realização do mapeamento de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, também fez-se uso das técnicas de geoprocessamento, seguindo as seguintes etapas:

- utilização da técnica de digitalização manual em tela (*on screen*), com a imagem servindo de pano de fundo, para obtenção da carta final, utilizando o *software ArcView GIS® 3.2*;
- utilização de receptor *GPS* de navegação, marca *Garmin*, modelo *etrex Venture*, para trabalhos de campo;
- execução da quantificação dos dados segundo as classes de uso estabelecidas.

As classes de usos adotadas foram adaptadas do IBGE (2006), ficando assim estabelecidas: área urbanizada, área industrial, campo, corpos d'água, mata, reflorestamento e solo exposto.

área urbanizada: compreende áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistemas viários, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas;

área industrial: compreende ampla variedade de usos da terra, desde industrial leves até usinas de indústrias pesadas, sendo que eventualmente pode encontrar-se em contato com áreas urbanizadas;

campo: formações não arbóreas, fisionomicamente bem diversa da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente

herbáceo a arbustivo, esparsamente distribuído por um tapete gramíneo-lenhoso. Também se considerou as áreas não aproveitadas, sem cobertura vegetal de maior porte ou sem vestígios de mecanização;

corpos d'água: cursos de água natural, lagos e reservatórios no qual a água residuária, tratada ou não, é lançada;

mata: são as formações arbóreas, na forma de fragmentos ou em forma contínua, que puderam ser identificados durante o processo de digitalização;

reflorestamento: plantio ou formação de maciços com espécies florestais nativas ou exóticas. No estudo de caso o plantio é homogêneo, referindo-se a plantios puros, normalmente feitos com *Pinus spp.* e *Eucaliptus spp.*;

solo exposto: área com ausência de cobertura, onde foi efetuada a sua retirada, ocorrendo assim a sua exposição.

Durante o processo de elaboração da carta de uso e ocupação da terra, realizado através de digitalização em tela, dúvidas surgiram quanto a algumas identificações, necessitando de trabalho de campo para melhor detalhamento. Para auxiliar os trabalhos de campo utilizou-se de receptor *GPS*, para posterior locação dos atributos identificados, na carta temática.

A quantificação do uso e ocupação da bacia foi realizada em meio digital, utilizando o banco de dados presente no próprio *software*. Estes dados são apresentados em forma de quadro com representação em área e a porcentagem correspondente.

Após a elaboração das cartas de solo, declividade e uso da terra, cada uma recebeu identificações referentes aos graus de fragilidades, sendo compostas por cinco classes: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte.

Com relação a carta de declividade do relevo, as classes de fragilidades ficaram assim estabelecidas, conforme Tabela 2:

Tabela 2. Fragilidade das classes de declividade – Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

CLASSES DE FRAGILIDADE	CLASSES DE DECLIVIDADE
Muito fraca (1)	até 6%
Fraca (2)	de 6 a 12%
Média (3)	de 12 a 20%
Forte (4)	de 20 a 30%
Muito forte (5)	acima de 30%

Fonte. Ross (2008)

Da mesma forma, a carta de solos recebeu classes de acordo com sua fragilidade ao processo de erosão, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Fragilidade das classes de solos – Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba - PR

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
Muito fraca (1)	Latossolo Vermelho
Média (3)	Argissolo Vermelho
Forte (4)	Cambissolo Háplico
Muito forte (5)	Neossolo Quartzarênico

Fonte. Adaptado de Santos (2005) e Ross (2008)

As classes de fragilidade ambiental de uso e ocupação da terra foram determinadas de acordo com o grau de proteção que cada uma oferece, conforme Tabela 4:

Tabela 4. Graus de proteção em relação ao tipo de cobertura vegetal/uso da terra – Bacia do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

GRAUS DE PROTEÇÃO	TIPO DE COBERTURA VEGETAL/USO DA TERRA
Muito forte (1)	Mata
Forte (2)	Área urbanizada Reflorestamento Uso industrial
Médio (3)	Campo
Muito Fraca (5)	Solo exposto

Fonte. Adaptado de Santos (2005), Ross (2004) e Ross (2008)

O cruzamento das cartas para determinação da fragilidade ambiental foi realizado utilizando o *software ArcView GIS® 3.2*, em que foram sobrepostas as informações. Inicialmente as informações de solos e declividade para determinação da fragilidade potencial, e posteriormente este resultado com o uso e ocupação da terra, resultando assim na fragilidade emergente, conforme Figura 15.

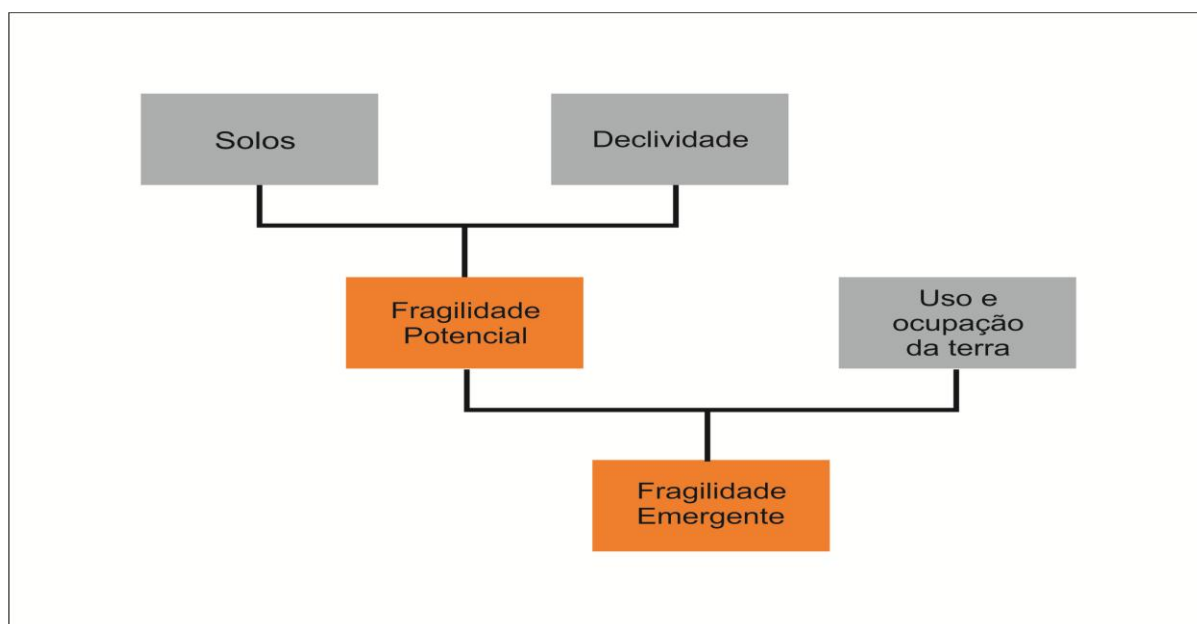


Figura 15. Fluxograma com a proposta metodológica Org. Bahr (2011)

Apesar dos elementos citados serem essenciais para determinação da fragilidade ambiental, outras informações auxiliam na interpretação dos resultados.

Essas são referentes à geologia e o clima, sendo imprescindível as análises geológicas em conjunto com as informações climáticas, sobretudo relacionadas à distribuição e intensidade das chuvas, sendo a pluviosidade um dos “fatores decisivos no processo de intemperismo das rochas e formação dos solos, fundamentais para a análise da vulnerabilidade ambiental” (MELO; SANTOS, 2010, p. 22).

CAPÍTULO 3

FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO UVARANAL: APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados com relação a identificação da fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal. Estes resultados se baseiam na caracterização e análises realizadas, de informações sobre a declividade, tipos de solo e uso e ocupação da terra, bem como no cruzamento dessas informações, resultando na fragilidade potencial e emergente da Bacia do Uvaranal.

3.1 FRAGILIDADE AMBIENTAL

Para determinação da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, realizou-se o cruzamento das informações levantadas, de acordo com as classes de fragilidades, conforme já descrito anteriormente. A seguir serão demonstrados os resultados obtidos para cada variável, determinando, assim, a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica.

Declividade

Um fator de extrema importância para determinação da fragilidade de uma determinada área é a declividade visto que “para o condicionamento da capacidade de uso da terra, a topografia [...] constitui um dos fatores de maior importância” (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008, p. 56). A declividade, sobretudo associada ao uso da terra e características dos solos, está intimamente ligada à ocorrência e magnitude dos processos erosivos.

Na Tabela 5 podem ser observadas as classes de declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, seguindo a proposta de Ross (2008).

Tabela 5. Classes de declividades na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

CLASSES DE DECLIVIDADE	ÁREA km²	PORCENTAGEM %
até 6%	9,60	40,51
de 6 a 12%	9,98	42,10
de 12 a 20%	3,78	15,95
de 20 a 30%	0,31	1,31
acima de 30%	0,03	0,13
TOTAL	23,70	100

Fonte: Adaptado de Ross (2008)
Org.: Bahr (2011)

A classe de declividade com maior área na bacia ocorre no intervalo de 6 a 12%, sendo que sua distribuição ocorre por toda sua extensão, principalmente em áreas de nascentes. Com relação as declividades até 6%, estas ocorrem na média vertente e nos divisores, formando assim topos aplainados, sendo que a associação destas duas classes corresponde a 82,61% da área (Figura 16).

As declividades que se apresentam no intervalo entre 12 e 20% também estão distribuídas por toda a área da bacia, principalmente próximas aos cursos d'água, assim como o intervalo entre 20 e 30%, sendo que esse último encontra-se restrito a alguns pontos. Por fim, a classe com menor área é a que possui declividades superiores a 30%, correspondendo a 0,13%.

Considerando a declividade da Bacia do Uvaranal para classificar o relevo, predominam relevos planos e suave ondulado. A Bacia do Uvaranal apresenta vertentes simétricas, com divisores planos e média vertente suave ondulado.

As nascentes estão localizadas entre as altitudes 815 e 840 metros acima do nível do mar, e a foz encontra-se próximo de 640 metros de altitude. A bacia apresenta amplitude altimétrica de 220 metros (Figura 17).

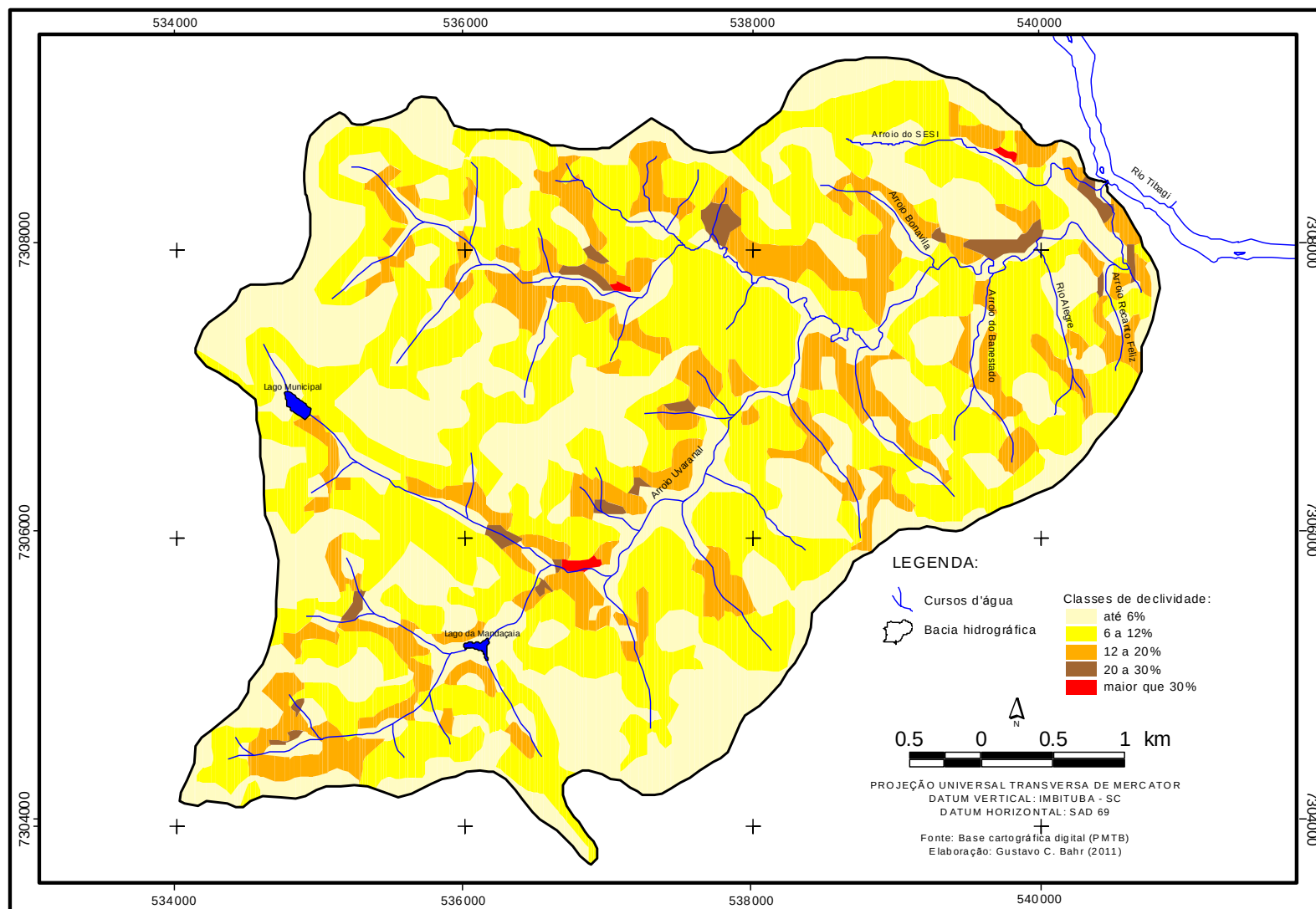


Figura 16. Clinografia da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

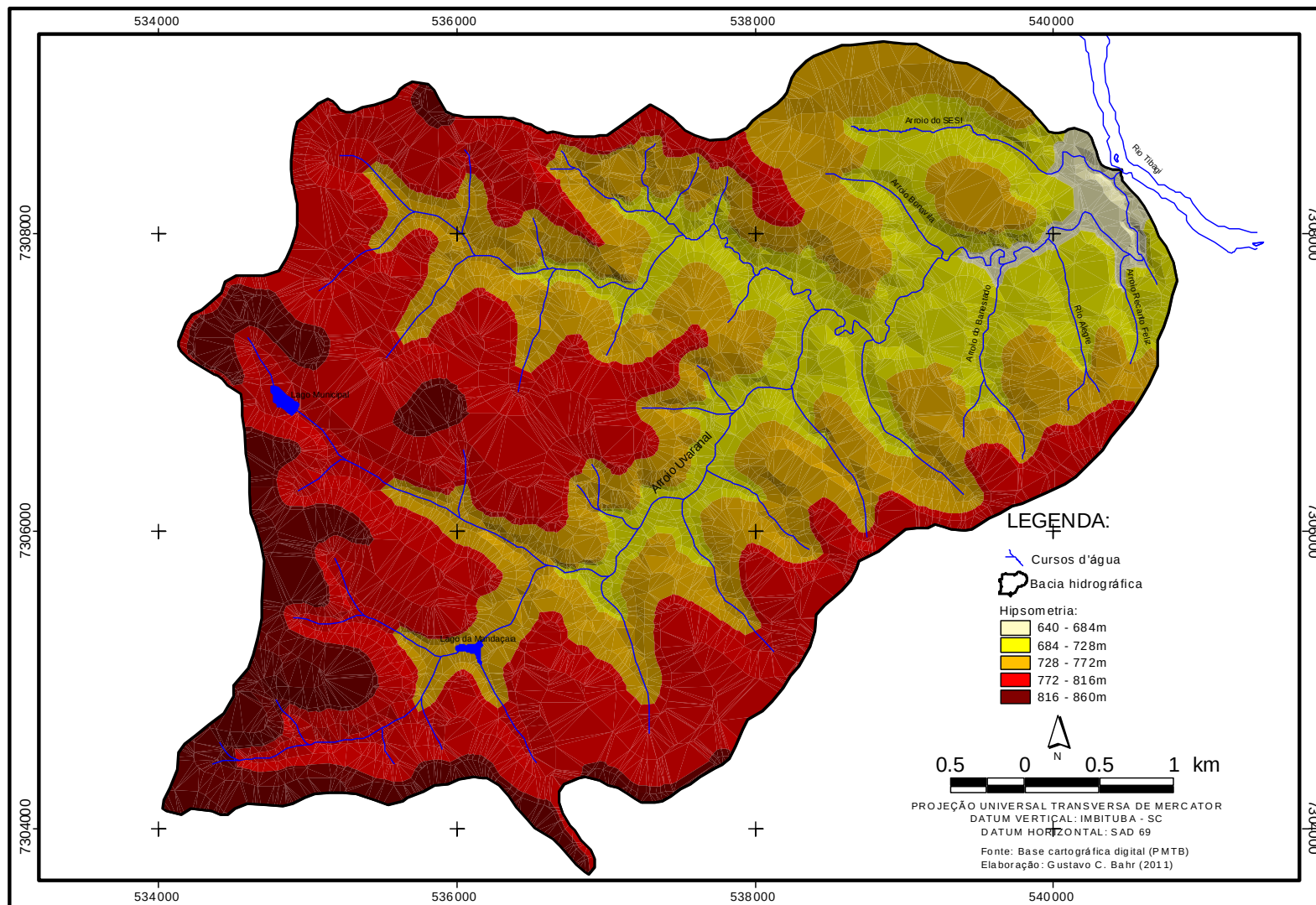


Figura 17. Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

Solos

Os solos são de grande importância para a sobrevivência da espécie humana, pois a manutenção da vida está relacionada aos alimentos, que possuem relação direta com este recurso. Sendo assim, a sua degradação dificulta o bem estar da sociedade, sendo que a erosão e a consequente perda de solo é um grave problema ambiental.

Para Santoro (2009, p. 59) “as variáveis físicas do solo, principalmente textura, estrutura, permeabilidade, profundidade e densidade, e as características químicas, biológicas e mineralógicas, exercem diferentes influências na erosão”. Portanto, é muito importante ter o conhecimento das características do solo, com relação a maior ou menor resistência a ação das águas, que devem ser analisadas associadas a outros fatores, como relevo, grau de cobertura e os índices pluviométricos, sendo que no presente trabalho não foi possível o levantamento de tais características.

A quantificação das classes de solos presentes na Bacia do Uvaranal, pode ser observada na Tabela 6.

Tabela 6. Classes de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

CLASSES DE SOLOS	ÁREA (km²)	PORCENTAGEM (%)
Argissolo Vermelho	0,48	2,03
Cambissolo Háplico	5,70	24,05
Latossolo Vermelho	14,23	60,04
Neossolo Quartzarênico	3,29	13,88
TOTAL	23,70	100

Fonte: Klabin (2010b)
Org.: Bahr (2011)

Dentre os solos identificados na Bacia do Uvaranal, a classe que apresenta a maior cobertura é representada por Latossolo Vermelho, estando distribuídos por toda a área da bacia (Figura 18). Estão localizados em relevo suave ondulado e apresentam textura média a argilosa, sendo de boa estabilidade ambiental, principalmente, por serem profundos, antigos e de elevada permeabilidade.

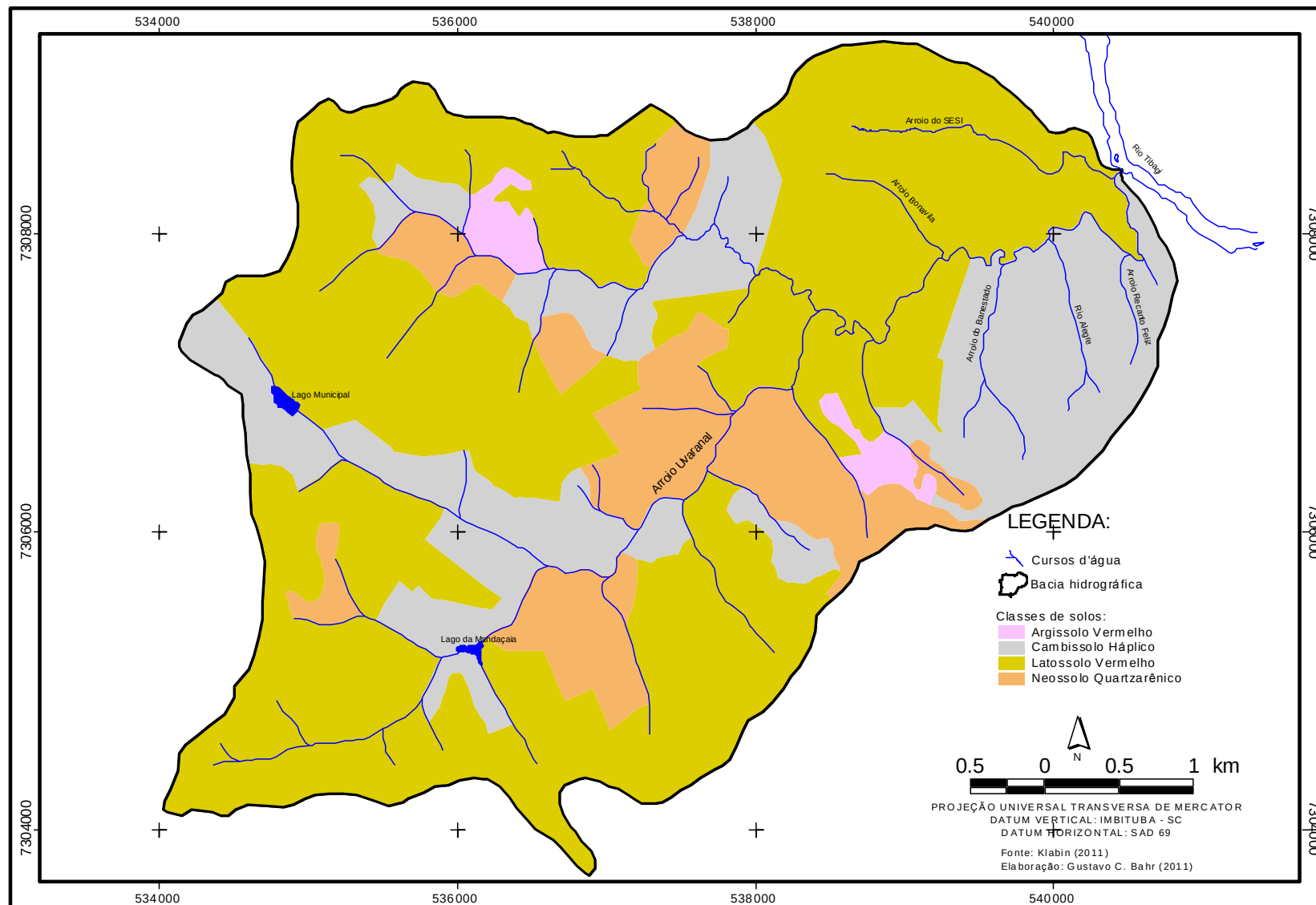


Figura 18. Classes de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

Na sequência aparecem os Cambissolos Háplicos, localizados nos divisores d'água e também próximos aos cursos d'água, em áreas com relevo suave ondulado. Apresentam-se mais rasos, e conseqüentemente, mais sujeitos a ocorrência de processos erosivos.

Os Neossolos Quartzarênicos estão localizados, principalmente, próximos aos cursos d'água. São solos que não apresentam grande espessura e são muito arenosos, devendo ter alguns cuidados com a finalidade de evitar processos erosivos.

Já os Argissolos Vermelhos são os que possuem menor ocorrência na bacia, sendo que esses apresentam-se pontualmente e precedidos nas vertentes pelos Latossolos, e são caracterizados por possuir textura médio argilosa a muito argilosa e elevado risco de erosão, devido a sua descontinuidade textural.

Uso da terra

As análises direcionadas ao uso e ocupação da terra buscam compatibilizar os interesses econômicos, sociais e políticos com a preservação ambiental, sobretudo com a perspectiva de análise de apropriação do espaço, dentro das relações sociedade – natureza. Na busca por esse entendimento, o planejamento ambiental tem na análise do uso da terra um tema básico, pois esta reflete as atividades humanas sobre o espaço, que em muitas vezes pode significar pressão sobre os elementos da natureza (SANTOS, 2004).

No Brasil, o grande referencial de mapeamentos e análises de uso da terra é o Manual de Uso da Terra do IBGE (2006), onde as perspectivas teórico-metodológicas utilizadas visam garantir a sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas. Para Santos (2004) o tema é muito difundido, pois fornece duas respostas básicas: o potencial de uso da terra e a ocorrência de inadequações.

Juntamente com mapeamento de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal pode ser observada a Tabela 7, que indica a quantificação relacionada ao tema.

Tabela 7 Uso e ocupação da terra na Bacia do Arroio Uvaranal,
Telêmaco Borba – PR (2008)

CLASSES DE USO	ÁREA (km ²)	PORCENTAGEM (%)
Reflorestamento	12,87	54,30
Mata	4,69	19,80
Área urbanizada	3,98	16,79
Campo	1,10	4,64
Área industrial	0,60	2,53
Solo exposto	0,44	1,86
Corpos d'água	0,02	0,08
TOTAL	23,70	100

Org.: Bahr (2011)

A maior parte do uso e ocupação da terra na Bacia do Uvaranal é constituída por reflorestamentos (*Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*), sendo responsável pela cobertura de mais da metade da área da bacia hidrográfica (Figura 19). Os reflorestamentos estão distribuídos por toda a área rural da bacia, área esta pertencente às Indústrias Klabin, que fazem uso do reflorestamento como matéria-prima.

Posteriormente aparece a classe de uso mata, representada aqui pela Floresta Estacional Semi-Decidua e a Floresta Ombrófila Mista, estando dispostas por toda bacia, principalmente margeando os cursos d'água.

Na sequência, com relação ao uso na bacia, aparece a área urbanizada, que está localizada a norte e nordeste da bacia, no baixo curso do Arroio Uvaranal.

Telêmaco Borba está localizado no extremo noroeste da Região dos Campos gerais do Paraná (UEPG, 2003) e ainda hoje encontra-se no município alguns “resquícios” desse exemplar de vegetação, e na Bacia do Uvaranal, principalmente entre a área urbanizada e os cursos d'água, sendo que a partir destes já se desencadeia a grande mancha de reflorestamentos. Um destaque é uma mancha em linha reta com sentido Leste-Oeste, referente a uma linha de transmissão.

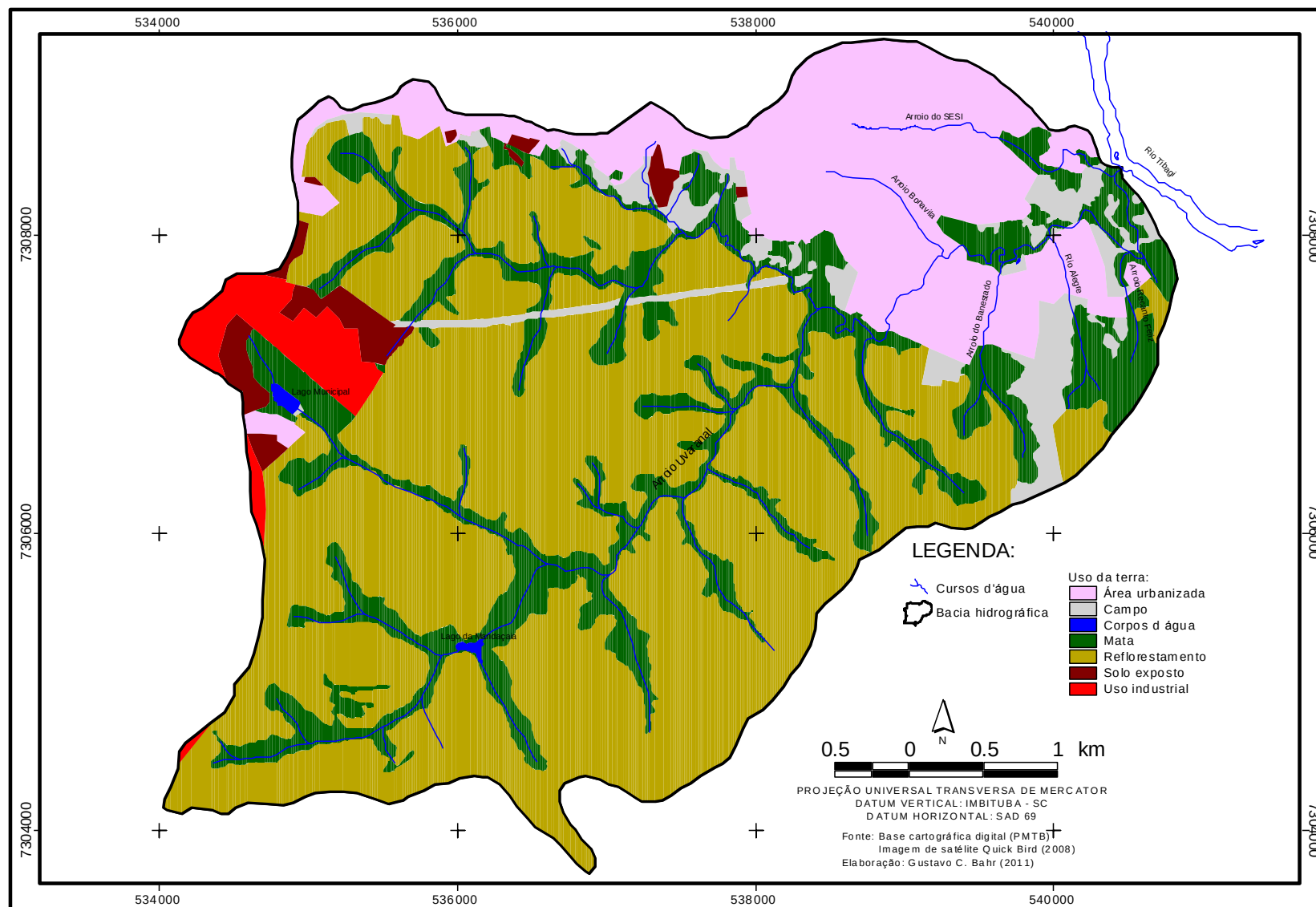


Figura 19. Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR (2008)

O uso industrial está localizado a oeste da bacia, próximo as nascentes. Essas indústrias são, sobretudo, utilitárias da madeira como matéria-prima para confecção de seus produtos, principalmente móveis.

A classe solo exposto corresponde, principalmente em relação as maiores áreas, à expansão industrial, à construção do Hospital Regional de Telêmaco Borba (Figura 20), à construção do Centro da Juventude (Figura 21) e a pista de automobilismo e motocross (Figura 22).

Por fim, a classe de uso com menor área na bacia hidrográfica é referente aos corpos d'água. Este uso refere-se a represa do Lago da Mandaçaia, lago artificial construído na década de 1970, o Lago Municipal, construído na década de 1990 e um tanque destinado a piscicultura.

Como a maior parte da área da bacia é pertencente as Indústrias Klabin, é compreensível o predomínio da classes reflorestamento, que é a matéria-prima utilizada por esta indústria de papel e celulose (Figuras 23 e 24). Um destaque é quanto à presença de mata na bacia hidrográfica, que ocupa áreas além das Áreas de Preservação Permanente (APP).



Figura 20. Área de solo exposto, com presença de erosão em sulcos, em função da construção do Hospital Regional de Telêmaco Borba – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal

Autor: Bahr (2011)

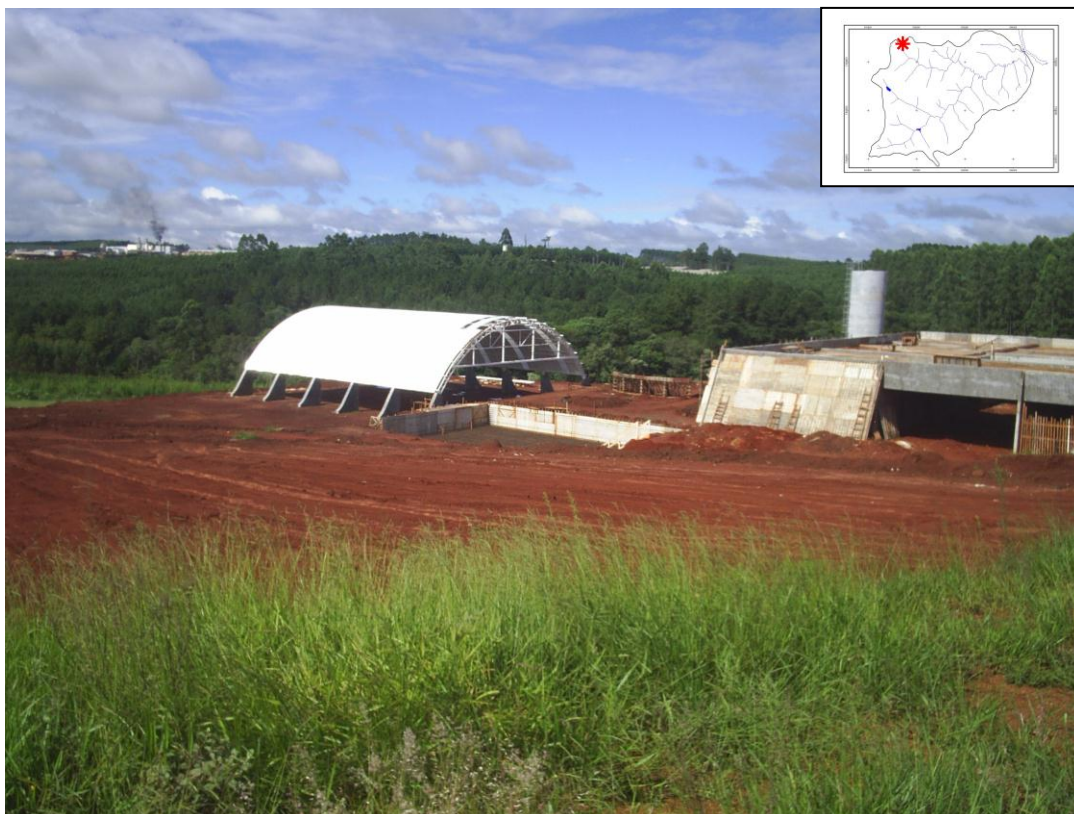


Figura 21. Área com solo exposto em razão da construção do Centro da Juventude –
Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)



Figura 22. Solo exposto na área destinada a pista de automobilismo e motocross, com
sinais de sulcos - Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)



Figura 23. Reflorestamento de *Pinus spp.* pertencente as Indústrias Klabin – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
 Autor: Bahr (2011)



Figura 24. Madeira de reflorestamentos de *Pinus spp.* aguardando para ser transportada – Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
 Autor: Bahr (2011)

As áreas representadas no mapeamento como solo exposto, com exceção da pista de automobilismo e motocross, estão tendo seu uso alterado. Por se constituírem em um canteiro de obras, em breve estarão tomadas por edificações.

Foi realizado mapeamento do uso e ocupação da terra em APP que teve como base o Código Florestal (BRASIL, 1965) e suas atualizações, e refere-se na bacia a áreas de 30 m em ambas as margens dos cursos d'água e um raio de 50m de suas nascentes. Algumas áreas caracterizam-se como conflito ambiental, ou seja, estavam em desacordo com a legislação, pois foi retirada a vegetação nativa e substituída por outro tipo de uso, no caso em questão, pela classe uso urbanizado, reflorestamento e uso industrial.

A área de APP da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal totaliza 2,75 km², e a Tabela 8 expressa os valores referentes ao uso e ocupação na APP no ano de 2008.

Tabela 8. Uso e ocupação da terra em APP – Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR (2008)

CLASSES DE USO	ÁREA (km²)	PORCENTAGEM (%)
Mata	2,06	74,88
Área urbanizada	0,32	11,64
Reflorestamento	0,25	9,09
Campo	0,12	4,36
Área industrial	0,0008	0,03
TOTAL	2,75	100

Org.: Bahr (2011)

Com relação ao uso e ocupação da terra em APP na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, em 2008, o uso correspondente, representado por mata e campo, somam uma área de 2,18 km², ou seja, 79,24% da área total. Com relação às áreas de uso sobreutilizado, que estão em desacordo com a legislação, aparecem o uso urbanizado, reflorestamento e área industrial, resultando em uma área correspondente a 20,76% (Figura 25).

A maior área referente ao uso sobreutilizado é a classe urbanizada, que apresenta uma área de 0,32 km², estando localizada na porção nordeste da bacia do

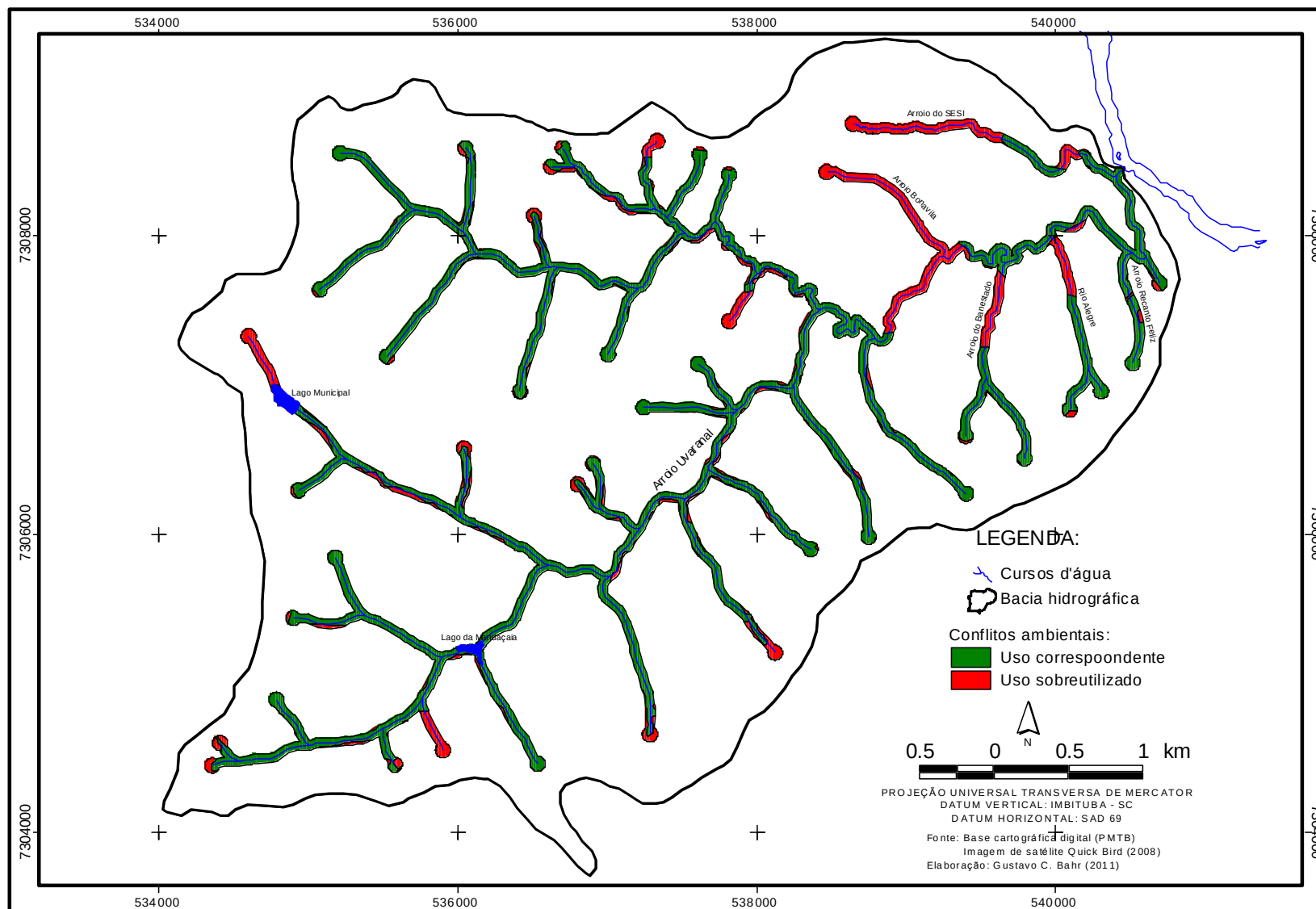


Figura 25. Uso e ocupação da terra em APP – Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR (2008)

Uvaranal. Nessa localidade podem ser vistas ocupações residenciais próximas às margens do arroio, assim como em algumas nascentes, como é o caso no Arroio do Sesi e no Bonavila.

Posteriormente, ainda com relação ao uso sobreutilizado, aparecem os reflorestamentos com 0,25 km² de área em APP, localizados principalmente próximos as nascentes, estando distribuídos por todos os setores da bacia. De acordo com Swank e Douglas *apud* Voigtlaender (2007, p. 10) “é necessário entender que, em termos de consumo de água, as plantações florestais consomem mais que as florestas naturais ou vegetação de menor porte”. Sendo assim, isso torna-se uma problema, pois se pensarmos do ponto de vista que as nascentes são as principais fornecedoras hídricas para todo o sistema, esse consumo em demasia pode assim ser maléfico.

Em menor quantidade, mas não menos importante, tem-se o uso industrial que encontra-se localizado à leste da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal.

Com relação específica a área rural da bacia, os usos diagnosticados são campos, corpos d’água, mata, reflorestamento, solo exposto e uso industrial. As análises, que levam em conta os tipos de cobertura do solo, são de extrema importância quanto à probabilidade de ocorrência relacionada aos processos erosivos, onde a cobertura do solo tem uma influência direta no que se refere a sua proteção, pois “quando cai em um terreno coberto com densa vegetação, a gota de chuva divide em inúmeras gotículas, diminuindo também, sua força de impacto” (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008, p. 59).

As áreas da bacia que são cobertas por mata, sendo caracterizada pela Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, possuem boa qualidade ambiental, e estão localizadas principalmente em áreas com declividade entre 6 e 20%. A mata é um tipo de cobertura que minimiza a força com que a chuva pode atingir o solo, pois é constituída por vários estratos de cobertura vegetal.

Os campos na Bacia do Uvaranal estão localizados em áreas com declividades entre 6 e 20% (Figura 26). Essa cobertura do solo diminui o escamento superficial, não permitindo a perda de solo, sendo ainda responsáveis em não deixar com que as gotas de chuva atinjam diretamente o solo, evitando assim a desagregação de suas partículas.

Os reflorestamentos, que na área da bacia são compostos por *Pinus spp.* e *Eucaliptus spp.*, funcionam como cobertura do solo. Essa atividade econômica



Figura 26. Área coberta por campos (primeiro plano) na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)

possui um ciclo médio, variando de 8 a 12 anos, sendo cortadas para posteriormente serem plantadas novas árvores. Quando estas são retiradas, é deixada uma cobertura formada por galhos e folhas para proteção, sendo que mesmo com a utilização dessa técnica, o solo tende a ficar exposto até que as próximas árvores realizem a sua cobertura (Figura 27). Os reflorestamentos estão localizados na bacia, principalmente, em relevo com declividade de até 6%, podendo ser encontrados, também, em áreas com declividades até 12%, estando presentes em todas as classes de solos.

O uso urbanizado, e por extensão o uso industrial, estão caracterizados pelas construções e calçamentos, com a consequente impermeabilização do solo, o que não permite que as gotas de chuva infiltrem. Não infiltrando, tendem a realizar um escoamento superficial intenso diretamente para os cursos d'água, podendo ocasionar as cheias, fato que não foi observado na Bacia do Uvaranal. A área urbanizada está assentada em todas as classes de declividades do relevo identificadas na bacia, principalmente sobre Latossolo Vermelho, e o uso industrial em áreas com declividades até 6%.



Figura 27. Cobertura formada por galhos e folhas para proteção do solo na Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)

Pluviosidade

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2008, p. 45) “a chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos”. Portanto, em se tratando de estudos relacionados à fragilidade ambiental, as análises dos dados de pluviosidade são de extrema relevância.

Os dados utilizados na pesquisa foram adquiridos junto a Estação Meteorológica do IAPAR, localizada em Telêmaco Borba. Estes dados são referentes a 33 anos de coleta, sendo que o período temporal abordado foi de 1976 a 2009.

A média pluviométrica referente a estes 33 anos foi de 1609 mm, e o mês com maior precipitação média foi janeiro, apresentando média de 200,3 mm. Outros meses apresentaram volumes de precipitação significativos, como dezembro e fevereiro, com 166,9 mm e 160,1 mm, respectivamente.

O mês que apresentou a menor média de volume de precipitação foi agosto, com 70,30 mm médios. Além do referido mês, julho e abril também apresentaram baixos índices médios.

A chuva possui importante papel como agente modelador do relevo na Bacia do Uvaranal, exerce influência predominante nos meses, ou mesmo dias, de maior ocorrência. Com relação às áreas pavimentadas ocorre maior escoamento superficial, e nas áreas não pavimentadas, a perda de solo é agravada em uma relação direta com a intensidade e volume dos eventos.

Um destaque é o caso de janeiro de 2003 que apresentou em 24 horas o índice de 151,8 mm de chuvas. Casos como estes são significativos, visto que mais importante para as análises de processos erosivos, que o próprio volume de chuvas, é a sua intensidade.

Durante o processo de elaboração da pesquisa, foi constatado que janeiro e fevereiro de 2011 apresentaram grande intensidade de chuvas. Associado a essa grande intensidade, ocorreu a realização de grandes cortes de árvores em áreas de reflorestamento, com uso intensivo de maquinários pesados, que trabalham dia e noite, constituindo-se em fatores agravantes para a ocorrência de processos erosivos.

Índices altos de pluviosidade, associados as áreas com fragilidade ambiental muito alta ou alta, conseqüentemente possui uma susceptibilidade diferente das que apresentam graus de fragilidade ambiental muito baixa ou baixa.

3.2 FRAGILIDADE POTENCIAL

A fragilidade potencial considera os aspectos naturais, caracterizando o equilíbrio dinâmico natural, sem considerar as influências da sociedade em uma determinada área. Na Bacia Hidrográfica do Uvaranal ela foi quantificada a partir do cruzamento de informações referentes aos tipos de solos e as declividades do relevo, e foram determinadas quatro classes: muito fraca, fraca, média e forte, conforme Tabela 9.

Tabela 9. Fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

GRAU DE FRAGILIDADE POTENCIAL	ÁREA¹ (km²)	PORCENTAGEM (%)
Muito fraca	12,52	52,83
Fraca	3,85	16,24
Média	6,47	27,30
Forte	0,83	3,50

A classe de fragilidade potencial mais representativa é a muito fraca, estando disposta por todos os setores da bacia hidrográfica (Figura 28). Esta classe corresponde principalmente as áreas que apresentam declividades do relevo de até 12% associadas a Latossolo Vermelho, ou seja, áreas com baixas declividades e solos profundos, com elevada permeabilidade e bem drenados.

Posteriormente, outra classe de fragilidade potencial que apresenta área expressiva é a fragilidade média. A distribuição espacial desta classe de fragilidade ocorre principalmente nas proximidades dos cursos d'água, com concentração maior na porção leste da bacia.

A classe de fragilidade potencial média é resultado, principalmente, da associação entre declividades de 6 a 20% com Cambissolo Háplico, mas também pode ser encontrada em áreas com Neossolo Quartzarêncio e declividades de até 12%. Esta classe é um cruzamento de informações de solos que apresentam horizonte A raso, pobre em matéria orgânica, textura franco-argilosa à muito argilosa, com áreas de relevo ondulado, onde pode-se encontrar uma topografia pouco movimentada, e também solos pouco espessos e declividade muito fraca.

Na sequência encontra-se na Bacia do Uvaranal áreas com grau de fragilidade potencial fraca, o que corresponde a 3,85 km². A referida classe está relacionada preferencialmente com áreas de Latossolo Vermelho e declividades de 12 a 30%, áreas de Argissolo Vermelho e declividades de 6 a 20%, mas também pequena área com Cambissolo Háplico em declividades de até 6%.

¹ A área total da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal é 23,70 km². No total apresentado na Tabela 13, não está contabilizado 0,03 km² (0,13%), correspondente aos corpos d'água.

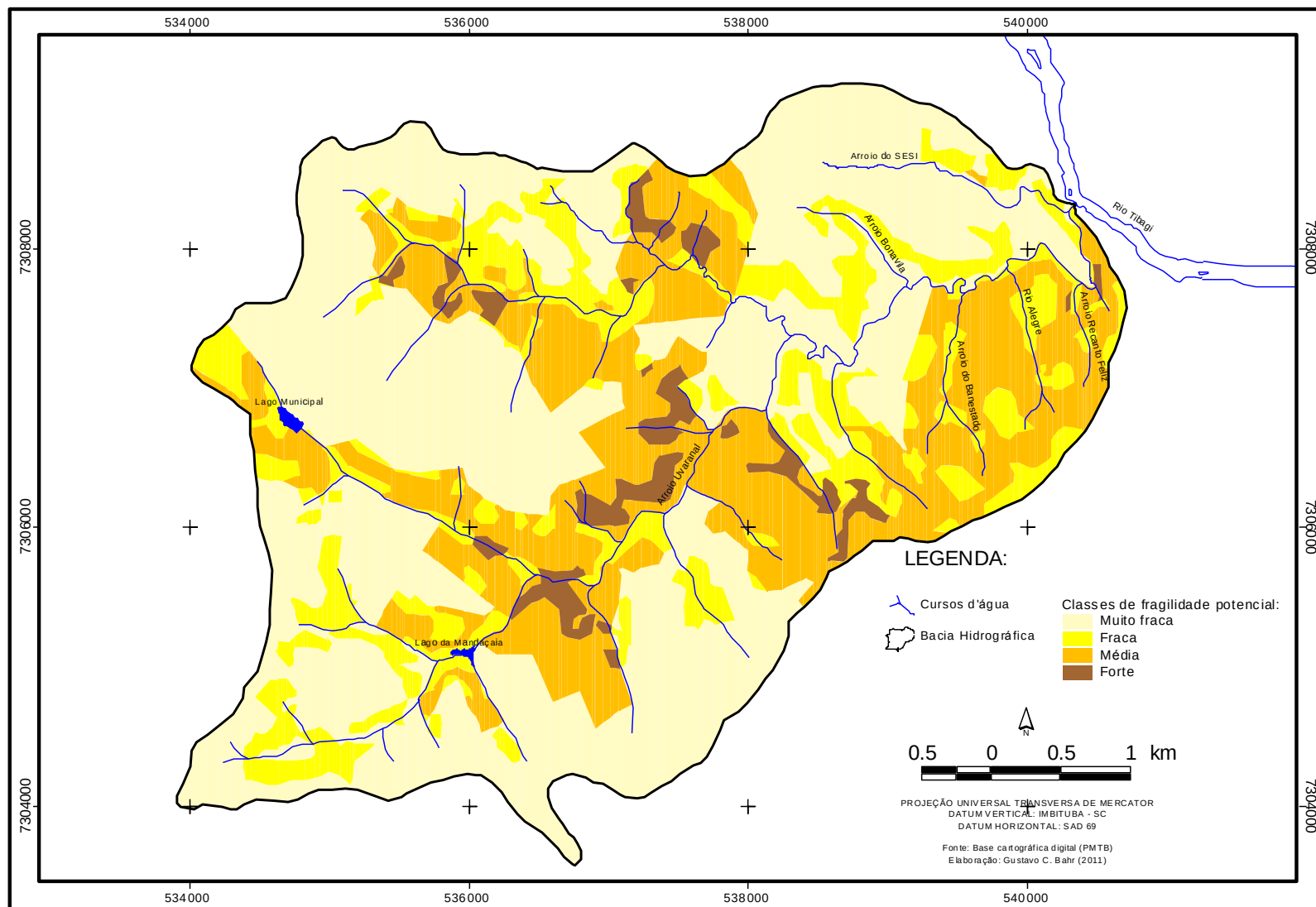


Figura 28. Fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Arroyo Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

A fragilidade potencial classificada como forte é encontrada em 0,83km². Esta classe de fragilidade potencial é encontrada em áreas com declividades maiores que 20% e Cambissolo Háplico, além de áreas com Neossolo Quartzarênico e declividades entre 12 e 20%.

3.3 FRAGILIDADE EMERGENTE

A determinação da fragilidade emergente é a relação entre a fragilidade potencial, identificada a partir da relação de informações de solos e declividade, acrescida da interferência antrópica, ou seja, a forma como a sociedade usa e ocupa a terra.

Conforme a Tabela 10, observa-se que a classe mais representativa da área da Bacia do Uvaranal é a muito fraca. A classe está distribuída por todos os setores da bacia hidrográfica, principalmente próximo aos divisores da mesma.

Tabela 10. Fragilidade emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

GRAU DE FRAGILIDADE EMERGENTE	ÁREA² (km²)	PORCENTAGEM (%)
Muito fraca	13,48	56,87
Fraca	8,88	37,47
Média	1,19	5,02
Forte	0,12	0,51

A classe de fragilidade emergente muito fraca está distribuída por toda a bacia hidrográfica, sendo que ocorre em áreas onde a cobertura vegetal corresponde à mata e a fragilidade potencial é muito fraca e fraca. Pode ainda ocorrer em áreas com fragilidade potencial muito fraca, associadas com o uso industrial, urbanizado, mas especialmente em reflorestamentos (Figura 29).

² A área total da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal é 23,70 km². No total apresentado na Tabela 14, não está contabilizado 0,03 km² (0,13%), correspondente aos corpos d'água.

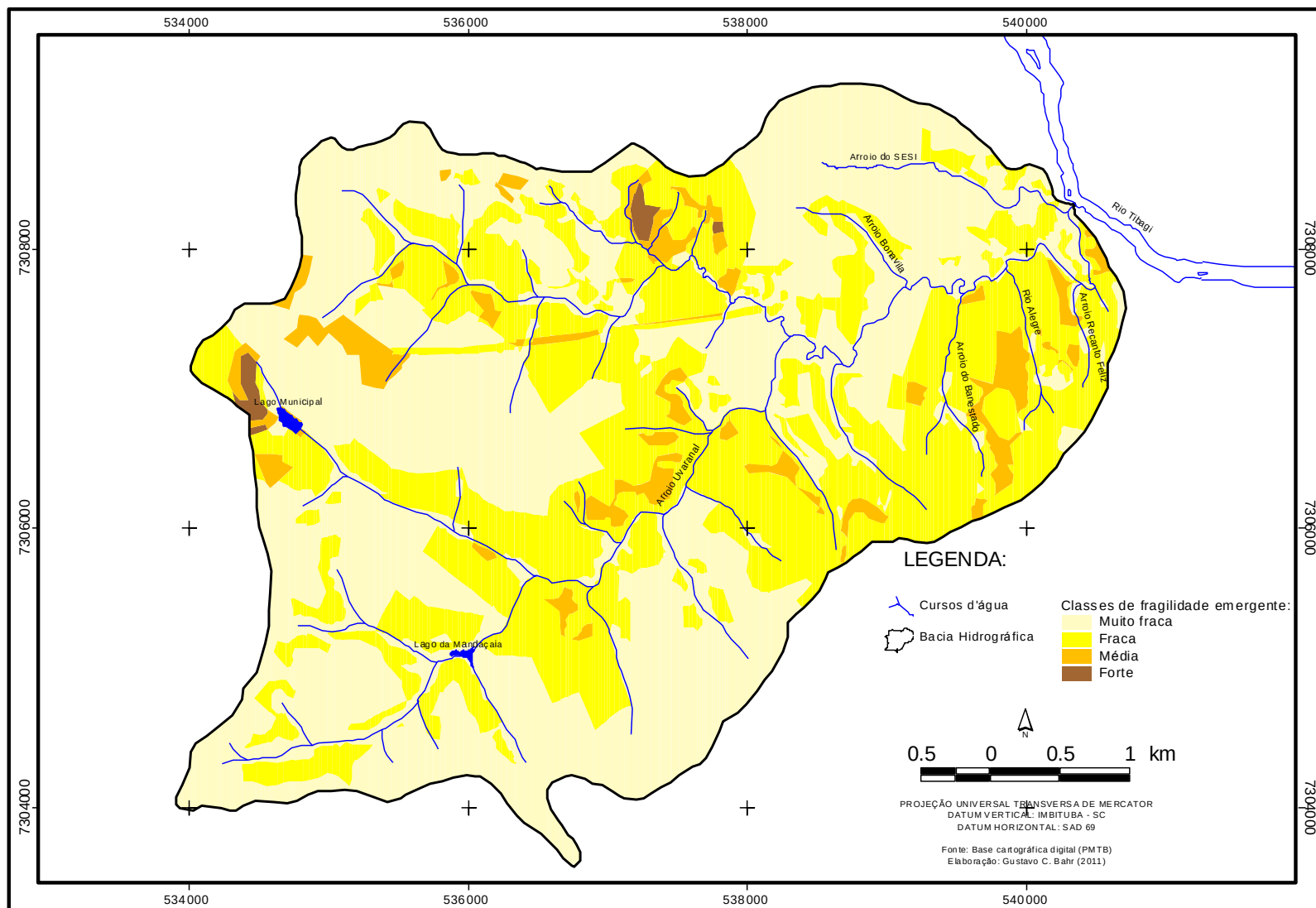


Figura 29. Fragilidade emergente da Bacia Hidrográfica do Arroyo Uvaranal, Telêmaco Borba – PR

Na sequência, aparece a fragilidade emergente fraca, também podendo ser encontrada por toda área da bacia. Esta classe foi identificada em todos os usos da terra, a exceção das áreas com solo exposto. As associações para esta determinação são de mata em fragilidade potencial média e forte, em área urbanizada, industrial e de reflorestamento, associadas a fragilidade potencial fraca e média, e também ocorrem em áreas de campo e fragilidade potencial muito fraca e fraca.

Posteriormente, tem-se a classe de fragilidade emergente média, localizada em todos os setores da Bacia do Uvaranal, estando associada a todos os tipos de uso da terra identificados na área, a exceção das áreas com mata. A referida classe de fragilidade emergente ocorre em áreas com fragilidade potencial forte onde o uso e ocupação é área urbanizada, industrial e reflorestamento, podendo ainda ser encontrada em áreas com campo e fragilidade potencial média ou forte e também onde o solo é exposto, sendo que nesse caso a associação é com fragilidade potencial muito fraca e fraca.

Por fim, tem-se a classe de fragilidade emergente forte, que se encontra na bacia em alguns pequenos pontos isolados, a norte e a oeste. Essa classe de fragilidade emergente é resultado da combinação de áreas com solo exposto e fragilidade potencial média e forte.

3.4 FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA

A concretização de um empreendimento referente à ampliação de área urbana, deve estar amparada em estudos técnicos que caracterizem e analisem o local, indicando as suas potencialidades e fragilidades. No caso da ampliação da área urbana de Telêmaco Borba, as mudanças referentes ao uso, ocorrerão nas áreas ocupadas por reflorestamento para o uso urbanizado.

Com a modificação de uso rural para uso urbanizado, de áreas com reflorestamentos para impermeabilizadas, a paisagem será constituída por vias de asfaltos e poliédricos, telhados e calçamentos das residências, serviços e comércio. Importante salientar que não é toda área urbana que possui pavimentação e a consequente impermeabilização. Áreas como praças, parques e jardins, além de

alguns fragmentos encontrados em quintais de residências, permitem que ocorra a infiltração das águas da chuva e possuem um caráter diferenciado do citado.

De acordo com o Zoneamento Urbano de Telêmaco Borba (TELÊMACO BORBA, 2006b), em toda a cidade a taxa de permeabilidade mínima é 10%. Não existe um zoneamento para a área de expansão, que pode ainda ser criado levando-se em conta esta problemática.

Portanto, visando servir de subsídio para os estudos referentes à ampliação da área urbanizada, foi realizado, também, mapeamento e análise da fragilidade potencial e emergente na área de expansão, sendo que esse foi apenas um recorte da escala, não apresentando dados com maiores detalhes.

A área prevista para expansão urbana de Telêmaco Borba possui 2,65 km², sendo que a APP possui 0,30 km² e a AIA 0,36 km². Sendo assim, de área efetiva para ampliação da área urbana, corresponde a 1,99 km², e os dados apresentados a seguir, referentes à fragilidade potencial e emergente da área de expansão, estão baseados nessa área de uso efetivo. Com relação à fragilidade ambiental da área, pode-se observar a Tabela 11.

Tabela 11. Fragilidade ambiental na área de expansão urbana de Telêmaco Borba – PR

CLASSES DE FRAGILIDADE	GRAU DE FRAGILIDADE POTENCIAL		GRAU DE FRAGILIDADE EMERGENTE	
	km ²	%	km ²	%
Muito fraca	1,15	57,79	0,98	49,25
Fraca	0,30	15,08	0,80	40,20
Média	0,49	24,62	0,21	10,55
Forte	0,05	2,51	0,00	0,00
TOTAL	1,99	100	1,99	100

A respeito da fragilidade ambiental potencial, a maior parte da área de expansão é muito fraca, sendo essa classe determinada a partir do cruzamento de informações entre Latossolos Vermelho e declividade do terreno de até 12%, além de áreas com Argissolo Vermelho e declividade até 6% (Figura 30). Já com relação a fragilidade emergente que possui maior abrangência, esta também é representada pela classe muito fraca, podendo essa ser encontrada em áreas onde o uso da terra é composto por mata e a fragilidade potencial é muito fraca ou fraca, e em áreas

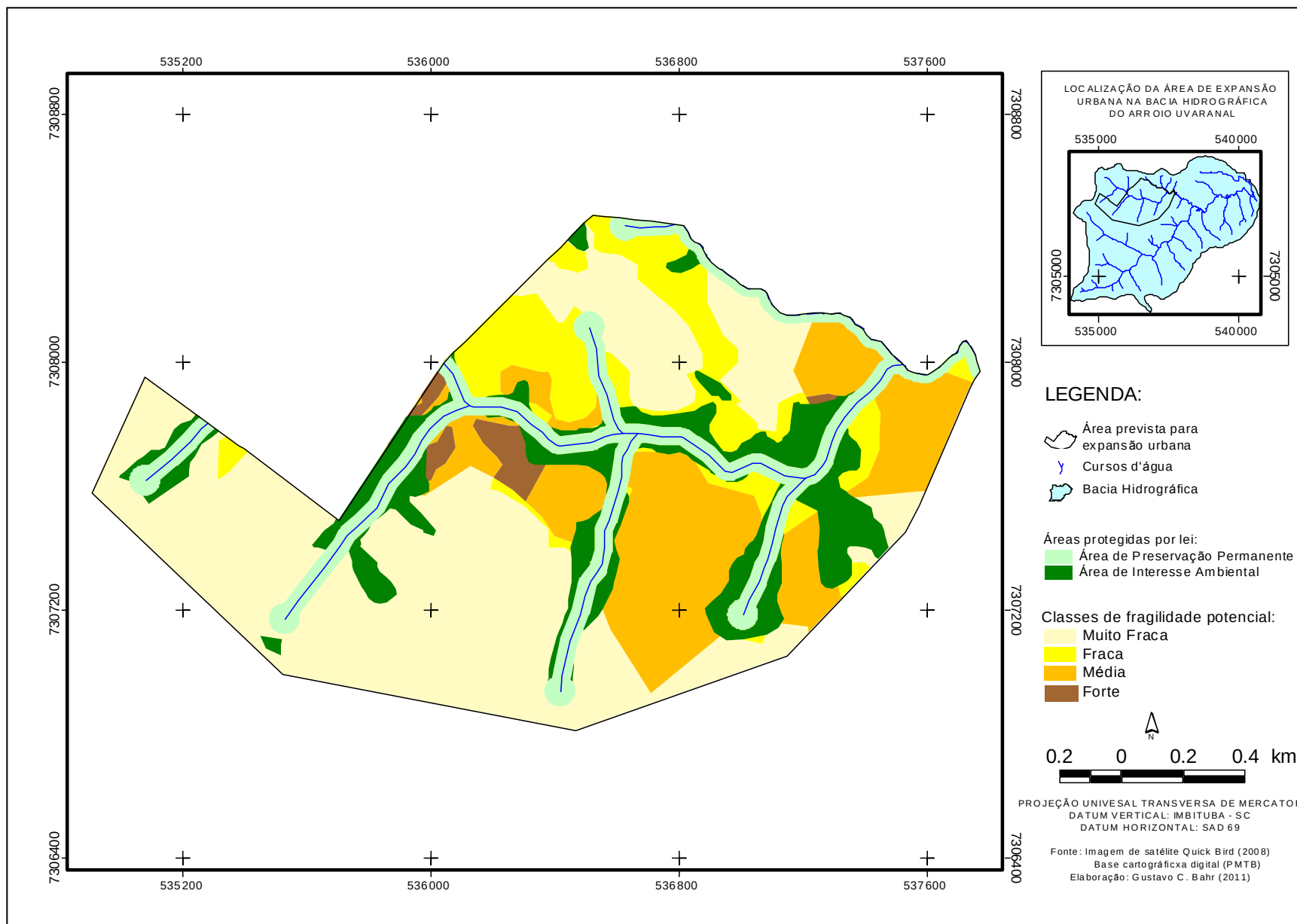


Figura 30. Fragilidade potencial da área de expansão urbana de Telêmaco Borba – PR

onde o uso e ocupação é área urbanizada, industrial e reflorestamento com a classe de fragilidade potencial muito fraca (Figura 31).

Posteriormente aparece a classe de fragilidade potencial média, que corresponde às áreas com Cambissolo Háplico em declividade de 6 a 20%, e áreas com Neossolo Quartzarênico em declividades até 12%. A respeito da classe de fragilidade emergente fraca, esta é resultado da associação entre mata e fragilidade potencial média e forte, área industrial e reflorestamentos e fragilidade potencial fraca e média, e ainda áreas coberta com campos e a fragilidade potencial muito fraca e fraca.

A classe de fragilidade potencial fraca é resultado da associação entre Latossolo Vermelho e declividades entre 12 e 30%, Argissolo Vermelho e declividades entre 6 e 20%, e ainda, Cambissolo Háplico em declividades até 6%.

As classes de fragilidade ambiental com menores áreas referentes ao projeto de expansão urbana, são a forte relacionado à fragilidade potencial e a média, no que diz respeito a emergente. A fragilidade potencial forte é resultado da associação Cambissolo Háplico em declividades maiores que 20%, e Neossolo Quartzarênico em declividades entre 12 e 30%. Com relação a fragilidade emergente média, essa é resultado da combinação entre áreas com uso industrial e reflorestamentos e fragilidade potencial forte, áreas com campo e fragilidade potencial média e forte, e áreas com solo exposto e fragilidade potencial muito fraca e fraca .

Portanto, percebe-se que ocorre redução das áreas de fragilidade emergente muito fraca, se comparadas a potencial, e aumento significativo das áreas de fragilidade emergente fraca. Ainda, a classe de fragilidade ambiental forte aparece com relação a fragilidade potencial, onde o mesmo não ocorre com a fragilidade emergente.

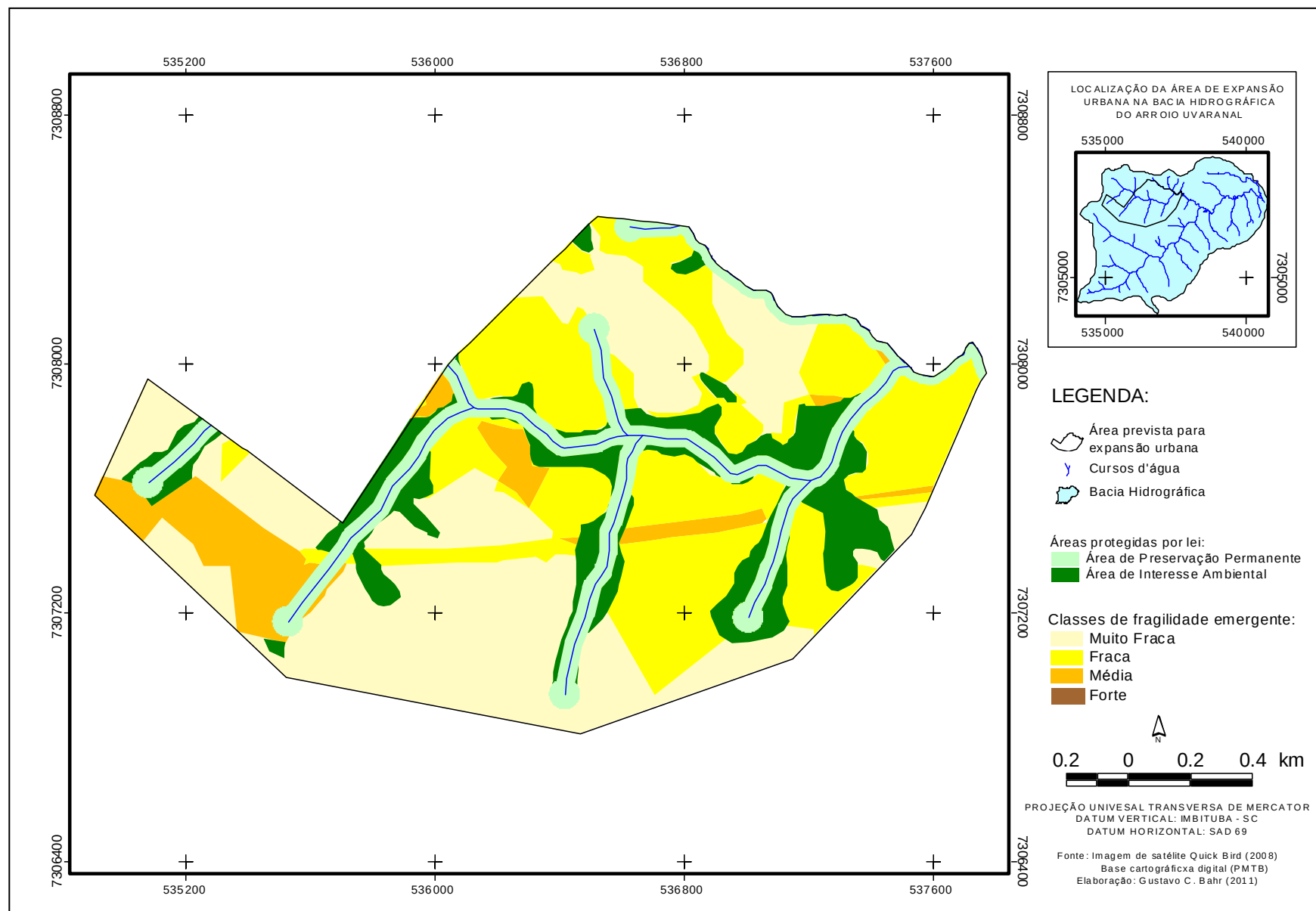


Figura 31. Fragilidade emergente da área de expansão urbana de Telêmaco Borba – PR

3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a realização de trabalhos na área ambiental é de extrema importância o conhecimento das características naturais, o embasamento de suporte para a sociedade. Sendo assim, a dinâmica de ocupação determina o equilíbrio ou desequilíbrio que ocorre em um determinado local.

Se considerarmos a fragilidade potencial da Bacia do Uvaranal, observa-se que 96,37% da área é formada pelas classes muito fraca a média. Isto se deve ao fato da bacia apresentar declividades baixas, com 82,61% da área possuindo declividades de até 12%, estando, sobretudo associadas com Latossolo Vermelho, que cobre 60,04% do total. Esta classe de solo é caracterizada por grande profundidade e se apresentarem bem drenados. Com essas características de solos e declividade, e os valores pluviométricos, a erosividade também será baixa, portanto, apresentando baixa susceptibilidade aos processos erosivos.

Com relação à fragilidade emergente, resultante do cruzamento da fragilidade potencial, acrescida das informações do uso e ocupação da terra, percebe-se que 99,36% da área da Bacia do Uvaranal é representada pelas classes muito baixa a média. Esta identificação é proveniente do valor expressivo da fragilidade potencial muito fraca a média, em conjunto com uso da terra que propiciam certa proteção ao solo.

Apesar da quase totalidade da bacia não ultrapassar a classe de fragilidade média, algumas considerações devem ser feitas. Como a maior parte do uso e ocupação na bacia é referente aos reflorestamentos, o que corresponde a 54,30%, cabe salientar que essa é uma cultura que possui um ciclo que varia em torno de 10 anos. A partir daí são retirados para serem feitos o plantio de novos exemplares, alterando portanto a fragilidade emergente.

Nesse período, entre a retirada e o novo plantio, o solo fica exposto. O processo de desbaste envolve grande movimentação de maquinário pesado que necessita de grande poder de tração para sua locomoção, tendendo a revirar a camada superficial do solo e deixando-a mais susceptível para ser carregada pela chuva (Figuras 32 e 33) .

Esta constatação ocorreu entre os meses de janeiro a março de 2011, sendo ainda meses que apresentaram a ocorrência de grande volume pluviométrico. O que pode-se perceber foi a ocorrência de uma associação de fatores no agravamento na



Figura 32. Maquinário pesado utilizado para desbaste de áreas de reflorestamento –
Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, Telêmaco Borba – PR
Autor: Bahr (2011)



Figura 33. Movimentação no solo devido à retirada das árvores reflorestadas –
Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal
Autor: Bahr (2011)

perda de solo, sendo a retirada da vegetação, grande movimentação no solo e altos valores pluviométricos.

Destaca-se ainda, a existência de outras áreas que apresentam solos expostos, como a construção de duas grandes edificações, o Hospital Regional e o Centro da Juventude, que já ultrapassam seu prazo de conclusão, o que perdura a exposição do solo, ocasionando assim maior perda pelos processos erosivos verificados *in loco*. Ainda, a pista de automobilismo e motocross, que além de ser uma área com solo exposto, são destinadas a práticas esportivas que contribuem para a desagregação do solo.

No que diz respeito à área de expansão urbana, esta apresenta mata nativa em bom estado de conservação, indo além da própria APP, motivo pelo qual foi criada a AIA. A respeito da fragilidade potencial, a classe com maior abrangência é a muito fraca, com uma área que representa 57,79%. Com relação à fragilidade emergente, a classe com maior abrangência é a muito fraca, cobrindo 49,25% da área total.

Com exceção da APP e da AIA, a área de expansão urbana possui uma área de 1,99 km², sendo constituída principalmente por reflorestamento. Durante a atribuição dos graus de fragilidade, foi determinada a mesma para o reflorestamento e para a área urbanizada, mas em realidade essas são diferentes quanto a conjuntura da dinâmica relacionada aos processos naturais, além dos efeitos ocasionados pela sociedade e seus consequentes reflexos ao ambiente.

Um destaque relevante com relação ao processo de ampliação da área urbana é o período entre a retirada da cobertura presente e a finalização da nova. Nesse período o solo tende a ficar exposto, além de ter a sua camada superficial removida, sendo que o processo é agravado em uma relação direta ao tempo de exposição do solo, apresentando assim maior susceptibilidade a erosão.

A associação de declividades baixas e solos profundas são as mais indicadas com relação a manutenção ambiental, e essa associação é a menos susceptível a ocorrência de processos erosivos. Ainda, visando a manutenção dessa qualidade, a cobertura é de extrema importância, principalmente mata, que é classe de uso e ocupação da terra com melhor grau de cobertura, e posteriormente outras que impeçam o impacto da chuva.

Algumas pequenas áreas de reflorestamento foram identificadas em APP, sendo que o maior problema com relação ao não cumprimento da legislação ocorre

na área urbana. Várias ocupações foram identificadas nessas áreas, reflexo de um processo de longa data, necessitando de uma política pública que atenda aos reais interesses e necessidades da sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos com o trabalho mostraram-se satisfatórios, visto que o objetivo de identificar a fragilidade potencial e emergente da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal foi alcançado. Ainda, pode-se identificar a fragilidade da área de expansão urbana de Telêmaco Borba.

As características físico – naturais, identificadas através da fragilidade potencial, mostraram que a maior parte da Bacia do Uvaranal foi classificada como sendo muito fraca. Para isso levou-se em conta dados referentes à declividade e o tipo de solo, e ainda constatou-se que esta classe de fragilidade está distribuída por grande parte da área da bacia, com exceção da porção leste.

No que diz respeito à fragilidade emergente, a classe muito fraca também foi a predominante, encontrando-se distribuída de maneira parecida a fragilidade potencial, mas em maior área.

Algumas considerações devem ser levantadas nesse momento, sobretudo sobre os dados e informações adquiridos através da carta de uso e ocupação da terra.

Com relação a uma abordagem histórica, pois desde o momento em que a imagem foi registrada, em fevereiro de 2008, observou-se, através de trabalhos de campo, que ocorreram algumas mudanças. Esse fato comprova a necessidade de atualizações com relação às imagens, fato dificultado devido ao custo das imagens, principalmente de alta resolução.

Para exemplificar esta situação tem-se o caso dos reflorestamentos, que durante a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra representou 54,30% da área da bacia. No período de janeiro a março de 2011, durante a conclusão do trabalho, foi constatado que grande parte dessa área teve seu uso alterado, sendo que com a retirada do reflorestamento ocorreu mudança na paisagem do local, e consequentemente em seu grau de proteção para determinação da fragilidade.

No que diz respeito à escolha e utilização da bacia hidrográfica como recorte espacial, principalmente como subsídio ao planejamento ambiental, se mostrou satisfatória. Esta área apresentou-se ideal na aplicação da metodologia de Ross (2008), por comportar variáveis de análise do estrato natural, que pode ser contrapostas com informações do uso e ocupação da terra, podendo assim determinar a fragilidade potencial e emergente.

Destaca-se, ainda, que a utilização de técnicas de geoprocessamento foi extremamente eficaz, principalmente no cruzamento de informações. Estas técnicas permitem que as informações sejam facilmente atualizadas, reconstituindo e podendo trabalhar com o mais próximo possível da realidade.

Uma das recomendações do presente trabalho é a conservação do ambiente, e nesse sentido o planejamento ambiental em bacia hidrográfica é extremamente indicado, sobretudo levando-se em conta os recursos solo e água. Esta conservação está diretamente ligada à forma de utilização e ocupação da terra, associada à manutenção das áreas instituídas pela legislação como sendo para conservação, que no caso da Bacia do Uvaranal essas são a APP e a AIA.

Os estudos de planejamento ambiental devem ser feitos e, sobretudo, aperfeiçoados e atualizados, visando um aprofundamento no entendimento do espaço em questão, podendo assim traçar soluções com a finalidade de evitar problemas ambientais que venham a afetar a dinâmica natural, e consequentemente, a qualidade de vida da população.

Mesmo com as questões destacadas, o estudo da fragilidade ambiental na Bacia do Uvaranal mostrou-se de extrema importância, justamente porque essa é uma área que apresenta uma dinâmica em seu uso. As considerações das análises antes da ampliação da área prevista para expansão urbana, podem apresentar resultados mais efetivos, do ponto de vista social, econômico e ambiental.

É fato que uma ocupação desordenada tende a ocasionar ou mesmo agravar os processos erosivos, por isto a necessidade de acompanhamento técnico é imprescindível, com análises criteriosas para aprovação de empreendimentos e sobretudo práticas conservacionistas no processo de implantação dos mesmos.

Cabe aqui uma exemplificação quanto à urbanização de Telêmaco Borba, onde em seu início contava com um planejamento, baseado em projeto que considerava as características físicas do terreno, com os traçados respeitando a topografia, áreas com altas declividades e próximas as nascentes destinadas a chácaras, onde supostamente o adensamento é menor e áreas marginais aos cursos d'água destinadas a preservação. A falta de continuidade ao longo dos tempos dessas orientações, trouxeram vários problemas para a cidade.

Portanto, com relação a futura expansão de ocupação da Bacia Hidrográfica do Arroio Uvaranal, recomenda-se a utilização do trabalho, suas atualizações e maior abrangência quanto as variáveis de análise; o emprego de políticas públicas já

existentes, como o gerenciamento através de bacias hidrográficas e a aplicação do Projeto Uvaranal, sendo este em parceria com a Sanepar, que constam no PDDU-TB; uma fiscalização eficiente e presente; manutenção da APP e AIA, conforme preconiza a lei; evitar meses com médias históricas mais elevadas quando realizarem grande movimentação de terra, principalmente os arruamentos, durante a fase de expansão urbana; elaboração dos arruamentos levando em conta a topografia local; bom sistema de coleta de águas pluviais; revisão nas taxas de permeabilidade.

Assim, pode-se afirmar a importância de uma ocupação ordenada nestas áreas, uma vez que mudanças no cenário atual, tal como a extração da vegetação, acarretaria danos incalculáveis a esse ambiente. Por fim, este trabalho constitui-se em subsídio ao planejamento ambiental através das cartas temáticas apresentadas, e devem ser tomadas as decisões necessárias ao processo de gestão do território.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. de.; SANTOS, L. J. C.; MARTINS, G. G. **Contribuição metodológica para a análise da fragilidade emergente: estudo de caso no município de Colombo/PR.** R. RA'EGA, Curitiba, UFPR, n. 17, p. 113 – 127. 2009.

AMCG – Associação dos Municípios dos Campos Gerais. **Dados e estatísticas.** 2010. Disponível em www.amcg.com.br. Acesso em 22/07/2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 6. ed., 2008.

BONAZINA, M. C. R. et al. 1997. **O repensar da relação homem-natureza, a partir da ecopsicologia: uma contribuição para a ergonomia.** Disponível em www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T2511.PDF. Acesso em 29/04/2010.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 153 – 192.

BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 5. ed., 2009, p. 47 – 110.

BRASIL. **Código das Águas.** Decreto nº 24.643 – de 10 de Julho de 1934.

_____. **Código Florestal.** Lei 4.771 – de 15 de Setembro de 1965.

CAMPOS, V. D. de. **Dinâmica de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereriras em Irati – PR e sua influência na qualidade das águas superficiais.** 2008. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

CARVALHO, S. M. **O diagnóstico físico-conservacionista – DFC – como subsídio a gestão ambiental da bacia hidrográfica do Rio Quebra – Perna, Ponta Grossa – PR.** 2004. 183 f. Tese (Doutoramento em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

_____. A contribuição dos estudos em bacias hidrográficas para a abordagem ambiental na geografia. In: MENDONÇA, F.; LÖWEN SAHR, C. L.; SILVA, M. da. (orgs.). **Espaço e Tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico.** (VIII ANPEGE). Curitiba: ADEMADAN, 2009. p. 201 – 218.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Contexto, 1991.

CAVALCANTI, C. et al. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** 1994. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil. p. 262. Disponível em: <http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rtf>. Acesso em 20/06/2010.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: SANTOS, D. G. dos.; NUCCI, J. C. **Paisagens geográficas: um tributo a Felisberto Cavaleiro.** Campo Mourão: FELILCAM, 2009. p. 65 – 77.

COELHO, A. R. **Dinâmica fluvial e qualidade da água da bacia de drenagem do Ribeirão Maringá: contribuição para o planejamento e gestão ambiental.** 2007. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

CRUZ, L. M.; PINESE JÚNIOR, J. F.; SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. **Análise da fragilidade ambiental da bacia do Córrego Glória em Uberlândia – MG com uso de técnicas de cartografia e geoprocessamento.** Relatório do projeto “Produção de Material Didático como Alternativa para o Ensino da Cartografia da Paisagem”. FAPEMIG, 2009.

DIAS, J. E. et al Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: o caso do município de Volta Redonda – RJ. In: SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. (orgs.).

Geoprocessamento e análise ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 143 – 178.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. de P.; SUMAGOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 175 – 181, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dados de pesquisa.** 2010. Disponível em www.embrapa.br. Acesso em 15/05/2010.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y. et al (orgs.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais.** Editora FEPAF, Botucatu. 340 p. 2003.

FERREIRA, E. S. **A influência do sistema faxinal no estado ambiental da bacia hidrográfica do Rio Sete Saltos – PR.** 2009. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

FREITAS, A. R. de. **A repercussão da legislação na dinâmica do uso da terra na bacia do Rio Cara-Cará, Ponta Grossa – PR, no período de 1980 a 2007.** 2008. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

GONÇALVES. C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 1998.

GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNÉLLO, É.; VITORINO, A. C. T.; PEREIRA, H. H. G.; ARAI, F. K. Caracterização empírica da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas – o caso da bacia do Rio Dourados – MS. **Anais:** 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 422 – 432, 7 – 11 Novembro, 2009.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In:

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 125 – 156.

GUERRA, R. A. T.; SOUZA, A. K. P. de. Percepção e atitudes na relação sociedade-natureza: o caso de uma comunidade do entorno imediato do Jardim Botânico de João Pessoa, Paraíba. In: Encontro Intercontinental sobre a Natureza - O₂, 2005. **Anais**. Fortaleza Instituto Hidroambiental Águas do Brasil - IHAB, 2005.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Dados de pesquisa**. 2010. Disponível em www.iapar.br. Acesso em 15/05/2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Série Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, nº 7, 2. ed., 2006, 91p.

_____. **Dados e Estatísticas**. 2010. Disponível em www.ibge.br. Acesso em 16/05/2010.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. **Anais**: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE, p. 2203-2210, 16 – 21 Abril, 2005.

KLABIN - Indústrias Klabin. **Informações históricas e dados**. 2010a. Disponível em www.klabin.com.br. Acesso em 16/07/2010.

_____. **Mapa de solos**. Formato digital. 2010b.

KRAEMER, M. E. P. 2003. **Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável**. Disponível em: http://www.fadepe.com.br/restrito/conteudo/5_ga_gestao_ambiental_desenv_susten.pdf. Acesso em: 11/09/2010.

LACTEC. **Projeto Básico Ambiental** (Usina Hidrelétrica de Mauá). Curitiba, 2009.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (ed.). **Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

MELO, O. A. G de. SANTOS, M. L. dos. Análise comparativa da vulnerabilidade ambiental potencial ou emergente da bacia hidrográfica do Rio Baiano – Assis Chateaubriand/PR. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 17 – 27, 2010.

MENDONÇA, F. **Aspectos da interação clima-ambiente saúde humana**: da relação sociedade-natureza à (in) sustentabilidade ambiental. R. RA'EGA, Curitiba, UFPR, n. 4, p. 85 – 99. 2000.

_____. **Geografia socioambiental**. Terra Livre, São Paulo, n. 16, p. 139 – 158, 2001.

_____. **Geografia e meio ambiente**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

MENDONÇA, F. de A.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Dinâmica atmosférica e os tipos climáticos predominantes. In: MEDRI, M. E. et al. (ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M. E. Medri, 2002. p. 63 – 68.

PINESE, J. P. P. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. et al. (ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M. E. Medri, 2002. p. 21 – 38.

PIRES, J. D., PIRES, E. de O., PINESE, J. J. P. Legislação ambiental dos recursos hídricos: aplicações e limites no Brasil. In: STIPP, N. A. F. (org.). **Análise ambiental em ciências da terra: recursos hídricos**. Londrina: Humanidades, 2007.

PORTO, M. F. A., PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. São Paulo: Estudos avançados 22 (63), 2008.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica dos ambientes naturais e antropizados**. Laboratório de Geomorfologia – Departamento de Geografia. FFLCH – USP – 1993 (inédito).

_____. **Análise empírica da fragilidade ambiental dos ambientes naturais e atropizados.** In: Revista do departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

_____. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 5. ed. p. 291 – 336. 2004.

_____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto. 8. ed. 2008.

ROHDE, G. M. **Epistemologia Ambiental; uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética.** 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005. v. 1. p. 407.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: UEPG, 2007.

SALA, M. G. **Indicadores de fragilidade ambiental na bacia do ribeirão Maringá-PR.** 2005. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

SANTORO, J. Erosão continental. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. (orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 53 – 70.

SANTOS, E. dos. **Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Jirau, município de Dois Vizinhos, Paraná.** 2005, 141 f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: EDUSP, 2006.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SHIEL, D. et al. **O estudo de bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2002.

SILVEIRA, C. T. da.; OKA-FIORI, C. 2007a. Influências Antrópicas no Remanescente de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba – PR. **Revista Eletrônica Geografar**. 2(1): 60 – 76.

_____. **Análise empírica da fragilidade potencial e emergente da bacia do rio Cubatãozinho, Estado do Paraná**. Caminhos de Geografia. Uberlândia v. 8, n. 22 set/2007b, p. 1 – 17.

SIQUEIRA, A. G. **Avaliação nas alterações na rede de drenagem da sub-bacia hidrográfica do rio Capivari-Mirim – SP**. 2001. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos.

SPÖRL, C., ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p.39 – 49, 2004.

STIPP, M. E. F., STIPP, N. A. F., CAMPOS, R. A. As principais bacias hidrográficas do estado do Paraná e a questão ambiental. In: STIPP, N. A. F. (org.). **Análise ambiental em ciências da terra: recursos hídricos**. Londrina: Humanidades, 2007.

STOLLE, L.; LINGNAU, C.; ARCE, J. E. Mapeamento da fragilidade ambiental em áreas de plantios florestais. p. 1871 – 1873 in: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21 – 26 abril de 2007, INPE.

TELÊMACO BORBA. Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba. Assessoria Técnica de Planejamento Urbano. **Análise Temática Integrada**. 2006a, 205 p.

_____. Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba. Assessoria Técnica de Planejamento Urbano. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. 2006b, 138 p.

THOMAZ, E. L. Geomorfologia ambiental e agricultura familiar na bacia do rio Iratim - Guarapuava – PR. **R. RA'EGA**. Revista do Departamento e Programa de Pós Graduação. Curitiba, n. 4, p. 37-48. 2000. Editora da UFPR.

_____. Processos geomorfológicos e balanço de sedimento em bacia de drenagem. In: VESTENA, L. R. et al (orgs.). **Saberes geográficos: teorias e aplicações**. Guarapuava: UNICENTRO, 2009. p. 17 – 34.

TIBAGI. Prefeitura Municipal de Tibagi. **História do município**. Disponível em www.tibagi.pr.gov.br. Acesso em 02/02/2010.

TOREZAN, J. M. D. Nota sobre a vegetação da bacia do Tibagi. In: MEDRI, M. E. et al (ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M. E. Medri, 2002.

UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2003. **Caracterização do patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG: Relatório de Pesquisa, 239 p.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 5. ed., 2009, p. 111 – 145.

VOIGTLAENDER, M. **Caracterização hidrológica e biogeoquímica de microbacias: uma comparação entre Mata Atlântica e *Pinus taeda* L.** 2007. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura (Luiz de Queiroz), Piracicaba.

WEIRICH NETO, P. H.; ROCHA, C. H. Caracterização da produção agropecuária e implicações ambientais nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: UEPG, 2007. p. 181 – 190.