

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**ZONEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
COTEJADOS AOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA,
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Valéria Quevedo Garcia

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

**ZONEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
COTEJADOS AOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA,
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS**

Valéria Quevedo Garcia

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Geomática
da Universidade Federal de Santa Maria, (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geomática.

Orientador: Prof. Dr. José Américo de Mello Filho

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Garcia, Valéria Quevedo
Zoneamento de impactos ambientais cotejados aos instrumentos jurídicos na bacia hidrográfica do Arroio Cadena, município de Santa Maria - RS / Valéria Quevedo Garcia.-2012.
170 p.; 30cm

Orientador: José Américo de Mello Filho
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Geomática, RS, 2012

1. Impactos Ambientais. 2. Instrumentos Jurídicos. 3. Área de Preservação Permanente. I. Mello Filho, José Américo de II. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Dissertação de Mestrado

**ZONEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
COTEJADOS AOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA,
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS**

elaborada por
Valéria Quevedo Garcia

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geomática

COMISSÃO EXAMINADORA:

José Américo de Mello Filho, Prof. Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Luiz Ernani Bonesso de Araújo, Prof. Dr. (UFSM)

José Luiz de Moura Filho, Prof. Dr. (UFSM)

Santa Maria, 20 de fevereiro de 2012.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças e iluminado meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida;

Ao meu esposo Ismar Carlos, por todo amor e dedicação que sempre teve comigo, meu eterno agradecimento pelos momentos em que estive ao meu lado, apoiando-me e me fazendo acreditar que nada é impossível, pessoa que sigo como exemplo, homem dedicado, amigo, batalhador, que abriu mão de muitas coisas para me proporcionar a realização deste trabalho;

Aos meus filhos, Ramaces e Catherine Vitória, por serem tão dedicados e amigos, pelo apoio e por terem acreditado na minha capacidade. Meu agradecimento pelas horas em que ficaram ao meu lado, não me deixando desistir e me mostrando que sou capaz de chegar onde desejo, sem dúvida foram eles que me deram o maior incentivo para conseguir concluir esse trabalho;

À minha mãe, Elvira, por me dar a vida, e ao meu pai, Walter (*in memoriam*), por terem sido minha estrutura familiar e olharem por mim até hoje; pessoas que mostraram que muitas vezes um gesto marca mais que muitas palavras, coração bondoso, que dedicaram toda sua vida à família. Por todo o amor que ambos me dedicaram, meu eterno amor e agradecimento;

Aos meus irmãos, Vanda Leonor, Valdenir e Cleonice, pelo carinho e atenção que sempre tiveram comigo, por todos os conselhos e pela confiança em mim depositada, meu imenso agradecimento;

Aos amigos que fiz durante o curso, pela verdadeira amizade que construímos, em particular àqueles que estavam sempre ao meu lado, por todos os momentos que passamos durante esses anos meu especial agradecimento. Sem vocês essa trajetória não seria tão prazerosa;

Ao meu orientador e amigo, Professor Dr. José Américo de Mello Filho, pela dedicação dispensada no auxílio à concretização dessa dissertação, pelos conselhos e pela contribuição no meu crescimento pessoal. E à sua esposa Elma, minha amiga, pelo amor, dedicação, compreensão, carinho e ensinamentos;

A todos os professores, em especial aqueles que fazem parte da minha história desde a graduação, como o professor Dr. José Luiz de Moura Filho, pessoa que foi o meu norte na graduação, ao Dr. Luiz Ernani Bonesso de Araújo, meu orientador na especialização, pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nos momentos em que foi solicitado. Cada um de forma especial contribuiu para a conclusão deste trabalho e, conseqüentemente, para minha formação profissional.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de aperfeiçoamento pessoal, científico e profissional.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geomática, pela oportunidade de aperfeiçoamento e conhecimentos transmitidos, fundamentais para a realização e qualificação deste trabalho.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Análise Ambiental por Geoprocessamento (Lageo-CCR), que auxiliaram nos mapeamentos e análises. Agradeço também ao amigo César Bastianello Vaz, pelas inúmeras visitas a campo.

Ao funcionário técnico-administrativo Wanderley Vasconcellos, pela atenção e competência junto à secretaria do Programa de Pós-Graduação em Geomática.

A todos que, mesmo não aqui nominados, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos restringiu o tempo que deveria ser a eles dedicado,

O meu eterno AGRADECIMENTO

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

(Constituição Federativa do Brasil, 1988. Art. 225).

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

ZONEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COTEJADOS AOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA, MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS

AUTORA: VALÉRIA QUEVEDO GARCIA

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ AMÉRICO DE MELLO FILHO

Santa Maria, 20 de fevereiro de 2012.

A falta de observação das legislações ambientais pelas administrações municipais é o principal objetivo desse trabalho, que visa analisar a vulnerabilidade ambiental causada por diferentes modos de vida de uma população que vive em áreas com agravantes físicos do ambiente, comprometendo, assim, todo o sistema de sobrevivência e, principalmente, as áreas de preservação permanente – APP, no município de Santa Maria, RS. Além de uma profunda análise nos recursos legislativos, utilizou-se também o geoprocessamento para esse tipo de análise, o qual é difundido e reconhecido mundialmente por permitir representar diferentes variáveis em um mesmo território e, portanto, facilitar as discussões, comprovando-as cientificamente. Este trabalho desenvolveu uma abordagem a partir de dados considerados imprescindíveis para a qualidade de vida e meio ambiente nas zonas urbanas: escolaridade e renda em três níveis diferentes. A intenção foi desenvolver uma metodologia para auxiliar o poder público na administração e observação e fiscalização da legislação ambiental já existente e também as comunidades onde estão localizados os problemas com maiores impactos negativos, para que sejam priorizadas políticas públicas adequadas nas tomadas de decisão. Pode-se concluir então que grande parte da população que vive em APP tem menor qualidade de vida e é ambientalmente mais vulnerável.

Palavras-chave: Impactos Ambientais. Instrumentos Jurídicos. Área de Preservação Permanente.

ABSTRACT

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

ZONING OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS ANALISED BY LEGAL INSTRUMENTS IN THE CADENA RIVER WATERSHED, AT SANTA MARIA - RS

AUTHOR: VALÉRIA QUEVEDO GARCIA

ADVISOR: PROF. DR. JOSÉ AMÉRICO DE MELLO FILHO

Santa Maria, February 20, 2012.

Failure to comply with environmental legislation by municipal governments is the main objective of this work, which aims to analyze the environmental vulnerability caused by different modes of life of people living in areas with aggravating physical environment, thereby undermining the entire system survival and, especially, the permanent preservation areas – APP, in Santa Maria, RS. In addition to a deep analysis on legislative resources, we also used the geoprocessing for this type of analysis, which is widespread and recognized worldwide by allowing representing different variables in the same territory and, therefore, facilitating discussions, proving them scientifically. This study developed an approach based on data considered essential to the quality of life and environment in urban areas, education and income on three different levels. The intention was to develop a methodology to assist the public in the administration and reflexion of existing environmental legislation and also the communities where the problems are located with greater negative impacts, so that appropriate policies are prioritized in decision making. It can therefore be concluded that much of the population living in APP has reduced quality of life and is environmentally vulnerable.

Keywords: Environmental impacts. Legal Instruments. The Permanent Preservation Areas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cronologia da regulamentação ambiental brasileira	41
Figura 2 – Federação de Associações de Água e Solo na Alemanha	58
Figura 3 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS.	104
Figura 4 – Ocupação urbana da Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS.....	107
Figura 5 – Vistas panorâmicas de parte da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS.....	108
Figura 6 – Mapa geológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS	110
Figura 7 – Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS	112
Figura 8 – Mapa de Microbacias da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS.....	113
Figura 9 – Edição dos setores. 1 - setores antes da edição; 2 - setores após a edição.....	117
Figura 10 – Árvore de Decisões da análise ambiental para situações socioeconômica e cultura da cidade de Santa Maria, RS	125
Figura 11 – Renda Baixa - 0 a 1 salário mínimo	132
Figura 12 – Renda Média - 3 a 5 salários mínimos	134
Figura 13 – Renda Alta - mais de 10 salários mínimos	136
Figura 14 – Instrução Baixa - pessoas com 0 a 3 anos de estudo	141
Figura 15 – Instrução Média - pessoas com nível fundamental de ensino.....	143
Figura 16 – Nível de instrução superior.....	145
Figura 17 – Situação Cultural Crítica na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.....	149
Figura 18 – Situação Cultural Média na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena	152
Figura 19 – Situação Cultural Boa na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.....	155
Figura 20 – Conflito de uso de APP com 5 metros para três situações socioeconômicas.....	158
Figura 21 – Conflito de uso de APP com 15 metros para três situações socioeconômicas.....	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formações geológicas da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS.....	111
Tabela 2 – Microbacias da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS	114
Tabela 3 – Número de responsáveis com renda de 0 a 1 salário mínimo.....	130
Tabela 4 – Número de responsáveis com renda de 3 a 5 salários mínimos	133
Tabela 5 – Número de responsáveis com renda superior a 10 salários mínimos .	135
Tabela 6 – Número de responsáveis por classe de renda	137
Tabela 7 – Número de responsáveis com baixa instrução.....	140
Tabela 8 – Número de responsáveis com instrução média.....	142
Tabela 9 – Número de responsáveis com instrução superior	144
Tabela 10 –Número de responsáveis por nível de instrução	146
Tabela 11 –Número de responsáveis em situação cultural crítica	148
Tabela 12 –Número de responsáveis em situação cultural média	150
Tabela 13 –Número de responsáveis em situação cultural boa.....	153

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de responsáveis por classe de renda	137
Gráfico 2 – Responsáveis por nível de instrução.....	146
Gráfico 3 – Número de responsáveis em situação cultural crítica	148
Gráfico 4 – Número de responsáveis em situação cultural média.....	150
Gráfico 5 – Classes de situação cultural boa na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.....	153

SUMÁRIO

Dissertação de Mestrado	11
Programa de Pós-Graduação em GEOMÁTICA.....	11
Universidade Federal de Santa Maria	11
Dissertação de Mestrado	13
Programa de Pós-Graduação em GEOMÁTICA.....	13
Universidade Federal de Santa Maria	13
1 INTRODUÇÃO	25
1.1 Objetivos.....	31
1.1.1 Geral.....	31
1.1.2 Específicos.....	31
2 MEIO AMBIENTE	33
2.1 A bacia hidrográfica.....	34
2.2 Justificativa técnico-ambiental (função social).....	36
2.3 Desenvolvimento sustentável.....	37
2.4 Classificação do meio ambiente.....	37
2.5 Responsabilidade corporativa.....	38
2.6 Responsabilidade socioambiental.....	38
2.7 Evolução da proteção ambiental	39
2.8 Zoneamento ambiental	41
2.9 Espaços territoriais especialmente protegidos.....	43
2.10 Lei n. 9.985/2000 e as Unidades de Conservação: unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável	45
2.11 Áreas de preservação permanente – APP	47
2.12 Ação antrópica nas áreas de APP	49
2.12.1 Região área rural.....	49
2.12.2 Área urbana.....	49
2.13 Importância das APP	50
2.13.1 Importância física	50
2.13.2 Problemas ambientais por falta de organização das APP	52
2.14 Da canalização de cursos d'água	55
2.15 Práticas abandonadas em países desenvolvidos.....	56
3 DIREITO AMBIENTAL	61

3.1	Princípios do direito ambiental	61
3.1.1	Princípio do desenvolvimento sustentável	62
3.1.2	Princípio do poluidor pagador	63
3.1.3	Princípio da prevenção ou precaução.....	63
3.1.4	Princípio da participação	64
3.1.5	Princípio da função socioambiental da propriedade – controle social da apropriação dos recursos naturais.....	64
3.1.6	Princípio do limite	65
3.1.7	Princípio da cooperação entre povos	65
3.2	Responsabilidade civil no direito ambiental	66
3.3	Responsabilidade penal	69
3.4	Responsabilidade administrativa	71
3.5	Questões de interpretação	72
3.6	Competência em matéria ambiental	74
3.7	Tutela jurisdicional do meio ambiente	77
3.8	Ação civil pública em matéria ambiental	78
3.8.1	Legitimação ativa na ação civil pública.....	79
3.8.2	Legitimação passiva	80
3.8.3	Foro competente	80
3.8.4	Objeto da condenação.....	80
3.8.5	Coisa julgada	80
3.9	Inquérito civil (art. 8, § 1º da Lei n. 7.347/1985)	80
3.10	TAC – Termo de ajustamento de conduta (art. 5, § 6º, da Lei n. 7.347/1985)	81
3.11	Ação popular em matéria ambiental	82
3.11.1	Legitimação ativa	82
3.11.2	Legitimação passiva	83
3.12	Mandado de segurança em matéria ambiental	83
3.13	Mandado de injunção em matéria ambiental	86
3.14	ADIN de lei ou ato normativo em matéria ambiental	87
3.15	O papel dos municípios na questão ambiental	87
3.16	Gestão ambiental	89
4	Geoprocessamento aplicado à análise ambiental nos planos diretores municipais	95
4.1	Geoestatística (análise espacial de dados).....	98
4.2	Cartografia.....	100
5	METODOLOGIA	103
5.1	Localização e caracterização da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena	103
5.1.1	Caracterização específica da área de estudo	105

5.1.2	Formulação de Hipóteses sobre a ocupação urbana de APP.....	108
5.1.3	Caracterização física da área de estudo	109
5.2	Material utilizado.....	114
5.3	Procedimentos metodológicos.....	115
5.4	Procedimentos técnicos	115
5.4.1	Edição dos setores urbanizados.....	116
5.4.2	Classificação do nível de renda.....	117
5.4.3	Classificação do nível de escolaridade	119
5.4.4	Detecção da situação cultural dos setores	120
5.4.5	Observação das APP irregulares.....	126
5.4.6	Confecção do material cartográfico	127
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	129
6.1	Renda.....	129
6.1.1	Níveis analisados.....	129
6.1.2	Renda na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena	137
6.2	Nível de instrução – escolaridade	138
6.2.1	Níveis analisados.....	138
6.2.2	Níveis de escolaridade na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.....	146
6.3	Nível cultural.....	147
6.3.1	Situação cultural crítica.....	147
6.3.2	Situação cultural média.....	150
6.3.3	Situação cultural boa	153
6.4	Ocupações irregulares em APP.....	156
6.4.1	Ocupação irregular em APP de cinco metros	157
6.4.2	Ocupação irregular em APP de 15 metros	159
	CONCLUSÃO	161
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163

1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem merecido amplo destaque quanto ao comportamento e exigências do ser humano no contexto tanto nacional como internacional, aliada à constatação de que o desenvolvimento socioeconômico e tecnológico é imprescindível à civilização moderna. Esse desenvolvimento está sendo alcançado à custa de acelerada e, em alguns casos, irreversível deterioração dos recursos naturais, o que gera a perda da qualidade de vida e coloca em risco a própria sobrevivência da espécie humana. Constata-se que a possibilidade de desenvolvimento deve ser compatível com as capacidades do meio ambiente, pois este é constituído de recursos limitados e finitos.

A apropriação indiscriminada do território e dos recursos naturais gera, atualmente, uma crise ambiental de enormes proporções. A exploração dos recursos naturais causa notórios impactos ambientais, juntando-se a isso a ocupação ilegal em áreas protegidas, gerando, assim, reflexos na economia e na própria sociedade. Nesse sentido, a ocupação irregular das terras é um problema grave e envolve aspectos multidisciplinares, ligados a questões de cunho social, legal, ecológico, urbanístico entre outros.

Situações graves como a contaminação das águas, substâncias tóxicas, a falta de saneamento básico nas áreas urbanas e também nas rurais, a transformação de rios em corredores de esgotos a céu aberto, chuvas ácidas, destruição da vegetação nativa, a falta de aproveitamento e tratamento adequado do lixo, desertificação de grandes regiões desmatadas, a fuga das populações rurais para as cidades, aumentando indiscriminadamente a população urbana, todos esses fatores, associados às dificuldades enfrentadas pelos administradores públicos, têm causado diminuição da qualidade de vida, exclusão social, crescimento da criminalidade, aumentos dos cinturões de miséria, falta de acesso à educação e à saúde, fome, e a conseqüente banalização da vida humana. Tudo isso serve para dimensionar o problema, ao mesmo tempo em que evidencia a quase total ineficácia dos mecanismos jurídicos, principalmente aqueles destinados a evitar a degradação ambiental.

É do embate desses segmentos que se afiguram inúmeros danos ao meio ambiente, colocando em risco o equilíbrio ecológico e a sobrevivência das espécies no planeta, incluindo aí o ser humano, por exemplo, a falta de zoneamento ambiental, o descontrole nas invasões de áreas de conservação e de preservação – fonte principal para o equilíbrio ambiental. Ainda nessa seara, o desrespeito às normas legais que impõem a obrigatoriedade das reservas florestais e das matas ciliares, definidas na Lei n. 12.651, de maio de 2012, a sucedânea da Lei nº 4.771/65, seja por comodidade, seja para ampliar o espectro de produção, tem contribuído significativamente para sérios danos ambientais, como erosão dos solos, assoreamento de rios e reservatórios, desertificação, fatos que colaboram também, em muito, para o desequilíbrio ecológico e diminuição da qualidade de vida.

Os níveis elevados de deterioração ambiental comprometem a sustentabilidade do modelo vigente de desenvolvimento, referente às últimas décadas, que privilegia a apropriação monopolista da terra, e visa fundamentalmente o crescimento econômico, tendo como parâmetro básico o produto interno bruto (PIB), em detrimento do equivalente retorno social e da conservação, pelo uso racional dos recursos naturais.

As ocupações urbanas nas Áreas de Preservação Permanente (APP) no município de Santa Maria, RS, assim como na maioria das cidades brasileiras, aumentam a degradação e o desequilíbrio ambiental do local, causando problemas como aumento de doenças e de riscos de vida, alagamentos, possíveis desmoronamentos, alterações microclimáticas, além do aumento da poluição do ar, sonora e hídrica.

Tais fatos, sempre discutidos nos meios acadêmicos, mas que não atingem a população, especialmente devido ao bloqueio da mídia, despertaram a questão mundial nos anos de 1970, com o Relatório Brudtland, após a Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo, Suécia, em 1972, e a publicação do livro “Nosso Futuro Comum”, para o perigo de desequilíbrios globais. Isso motivou a discussão em nível internacional em busca de estratégias para racionalizar a exploração dos bens naturais, controle e redirecionamento de atividades impactantes, e a restauração de áreas degradadas.

Existem muitos estudos que comprovam as imensas alterações negativas causadas no meio ambiente pela ocupação do homem nas APP e, como ressaltam Costa e Braga (2004), o poder público vive em constante conflito entre preservar o meio ambiente e privilegiar o direito fundamental à ocupação do espaço e à habitação. Mesmo assim, são poucos os estudos que avaliam as condições em que vivem as comunidades nessas regiões.

Analisando o Estatuto da Cidade, percebe-se que há o conhecimento dessas ocupações inadequadas e sabe-se dos problemas que as comunidades enfrentam ao tomarem posse desses locais, como se pode observar no trecho da Cartilha do Estatuto da Cidade, desenvolvida pela Caixa Federal e pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), em 2001:

Os problemas urbanos não são novos. Fazem parte do cotidiano de nossas cidades e cada vez mais se avolumam: periferias longínquas e desprovidas de serviços e equipamentos urbanos essenciais; favelas, invasões, vilas e alagados nascem e se expandem; a retenção especulativa de terrenos é constante; o adensamento e a verticalização sem precedentes podem ser verificados com frequência; a poluição de águas, do solo e do ar assume grandes proporções; dentre outros variados e negativos aspectos.¹

Apesar de poder conceituar-se ambiente de forma simples para a compreensão de qualquer ser humano, como tudo o que está em volta de alguma coisa ou pessoa, a expressão indica tudo o que cerca ou envolve os seres vivos ou as coisas, por todos os lados. Meio, por sua vez, é o lugar onde se vive, com suas características e condicionamentos geofísicos. Observa-se daí a existência de um pleonasma, posto que o termo “ambiente” tem já inserido em seu conceito o sentido de “meio”, e a terminologia está sobejamente consagrada na doutrina, na jurisprudência e na própria consciência da população, razão pela qual é utilizada.

Visto isso, pode-se aduzir que meio ambiente é o conjunto no qual o homem está inserido, dele dependendo para sobreviver biológica, espiritual e socialmente. Assim, foi definida a terminologia e elaborada a Lei n. 6.938, de 1981, a qual dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação.

¹ Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~labinur/Estatuto_comp.html#Introdução>. Acesso em: 15 ago. 2011.

A nova redação da Lei n. 7.804, de 1989, (que altera a Lei n. 6.938/1981), estampa uma definição mais precisa, a saber: “Meio Ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações da ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 2012).

A necessidade de preservação da humanidade, tanto no sentido de proporcionar bem estar, segurança e dignidade de vida à geração presente, como para garantir a continuidade de tais qualidades às gerações vindouras, fez com que fosse visualizado o meio ambiente como uma fonte de valores na qual se move, desenvolve, atua e se expande a vida humana.

A vida é o maior bem que se tem. Por sua vez, segundo o ensinamento de Prado (1998), implica a realização de um valor acerca de determinado objeto ou situação social e de sua relevância para o desenvolvimento do ser humano. É nessa direção que caminha o ordenamento jurídico: à proteção, contra lesões, de um objeto e de toda situação social desejada. Sob o ângulo penalístico, Toledo (1994) leciona que bem jurídico é aquele que esteja a exigir uma proteção especial, no âmbito das normas de direito penal, por se revelarem insuficientes, em relação a ele, as garantias oferecidas pelo ordenamento jurídico, em outras áreas extrapenais.

A Constituição Federal brasileira, de 1988, assegura à coletividade o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, como bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida. Isso quer dizer que o meio ambiente se equilibra na correlação recíproca entre as espécies que nele e por ele se desenvolvem, e o ambiente físico que ocupa. Sendo, pois, direito fundamental, exige-se a vedação de comportamentos lesivos à interação dos seres vivos com os elementos constitutivos do ambiente. Sem alongar-se, obviamente, em outros fatores essenciais a tal equilíbrio, como os climáticos ou biológicos, bem como os alusivos à contenção de ruídos ou à preservação do verde. Visualizados como valores básicos à sobrevivência humana, é dever da coletividade preservá-los, conscientizando-se de sua relevância à essencialidade para a vida humana e, então, incumbindo ao Poder Público a sua defesa, protegendo-os para que não sejam expostos a ataques ou a lesões efetivas.

É preciso construir uma nova percepção ambiental, entender os limites do crescimento. O primeiro passo para a mudança da consciência e visualização de forma sustentável, de apropriação do ambiente, reside no homem traçar os limites do crescimento e, para isso, deve fazer leituras a partir de dados concretos e planejar as suas ações que, inevitavelmente, sofrem pressões do fenômeno da globalização.

Os limites do crescimento estão sustentados na ideia de que a forma de exploração atual dos recursos, o crescimento demográfico e a industrialização atual levarão o mundo a um colapso, o que representaria a frenagem nas economias mundiais. Assim, o conhecimento da apropriação adequada desses pilares pelo homem é responsável pela melhoria da qualidade de vida do Planeta, e melhor, pela longevidade da atual civilização.

Como se pode observar, o reconhecimento de até onde é suportável a forma atual de crescimento do homem faz com que este desenvolva uma nova percepção ambiental que produza desenvolvimento. Aí, sim, estão inseridos os aspectos referentes à melhoria da qualidade de vida, diferentemente da vertente crescimento. A construção de uma nova percepção ambiental encontra, ainda, sustentação em conceitos de grande relevância que aumentam a sensibilidade humana e, por consequência, geram uma tomada de atitudes.

O processo de globalização requer do ser humano um conhecimento de determinados temas, cuja compreensão propiciará efeitos menos danosos ao meio ambiente, como a valorização do meio onde o homem está inserido. Há um sentimento de valorização do lugar geográfico, e tal conceito significa o ser humano manter uma relação afetiva com o local onde habita. Esse sentimento poderia afastar o espírito destrutivo do homem para com o meio ambiente, conduzindo o Planeta a uma situação confortável. A destruição deliberada de lugares corresponde à degradação do meio ambiente (paisagens, construções, monumentos entre outros). Assim, a recuperação ou restauração do meio ambiente torna-se necessária. Talvez, essa medida apareça como compensatória aos prejuízos decorrentes do mau uso do ambiente.

Como se pode verificar, a compreensão dos conceitos referidos acima pressupõe uma visão fundamental que deve estar associada à percepção de

que somente é possível o desenvolvimento, ao invés de crescimento unilateral, quando se evita o comprometimento dos recursos disponíveis do Planeta.

Na cidade de Santa Maria, RS, como em muitas outras cidades brasileiras, a má distribuição de renda e, por consequência, a desregrada concentração fundiária urbana levou a um processo de segregação socioespacial que deu origem a vários loteamentos estabelecidos em áreas geomorfologicamente impróprias. Muitas destas inseridas na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, que drena a maior parte do espaço de concentração urbana da cidade.

Geralmente, aquelas áreas, onde a susceptibilidade natural é maior em desenvolver risco, face ao processo de urbanização desigual, pois são postas em segundo plano pelo mercado imobiliário urbano, atraem parcela da população que não dispõe de recursos para adquirir um pedaço de solo urbanizado. Sabe-se que a população que vive em áreas de preservação permanente é ambientalmente vulnerável, porém acredita-se que pessoas com menor qualidade de vida sofram um maior risco ambiental, e é isso que se pretende comprovar com a realização deste trabalho.

Considerando a ineficácia das políticas públicas que ainda perduram no Brasil em relação à ocupação urbana, há uma nítida tendência de que com a ocupação das áreas de preservação permanente, aliada ao descuido e/ou desconhecimento da população local, os problemas ambientais também tendem a aumentar, com isso, a qualidade de vida da população é afetada, causando, por fim, uma maior vulnerabilidade ambiental nessas regiões.

Sendo assim, o conhecimento detalhado do estabelecimento de áreas de risco na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena é essencial para qualquer atividade de planejamento urbano que, realmente, tenha por objetivo uma democratização dos espaços da cidade e que procure melhorar a qualidade de vida dos que nela habitam. Assim, este trabalho procura desenvolver uma abordagem a partir de dados considerados imprescindíveis para a qualidade de vida ambiental nas zonas urbanas: escolaridade e renda. A intenção é desenvolver uma metodologia para auxiliar o poder público e comunidade onde estão localizados os problemas de maior gravidade, para que sejam priorizadas políticas adequadas nas tomadas de decisão.

Assim, este estudo busca identificar a situação cultural e econômica da população de Santa Maria, RS, verificando, ao mesmo tempo, se há ocupação irregular em áreas de preservação permanente – APP, e se essa situação cultural e econômica colabora para essa ocupação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

O objetivo principal deste trabalho é realizar levantamento e espacialização das infrações ambientais no município de Santa Maria, RS, especificamente quanto às ocupações irregulares das áreas de preservação permanente às margens dos arroios da rede de drenagem, ao analisar a vulnerabilidade ambiental causada por diferentes *status* social da população que vive em áreas com agravantes físicos do ambiente. E, assim, auxiliar a Administração Pública e dar suporte ao Ministério Público, em suas ações de bem gerir o bem público que constitui o espaço urbano.

1.1.2 Específicos

- Selecionar as áreas de maiores danos ambientais do Arroio Cadena, no Município de Santa Maria, RS;
- Produzir base de dados georreferenciada, para sedimentar o zoneamento da área em estudo;
- Demonstrar a eficácia do uso de geoprocessamento em análises ambientais;
- Identificar aspectos socioeconômicos das comunidades que vivem nas áreas de preservação permanente – APP do município;

- Disponibilizar os resultados do estudo aos órgãos ambientais da região, à Prefeitura Municipal de Santa Maria e ao Poder Judiciário local;
- Conscientizar a população dos riscos ambientais a partir da visão do Direito;
- Demonstrar para o Ministério Público a espacialização e tipos de impacto ambiental e fornecer instrumentos para a busca de soluções;
- Analisar, a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, censo 2000, a qualidade de vida da população que vive nessas regiões;
- Identificar áreas da bacia hidrográfica do Arroio Cadena sem infraestrutura básica;
- Identificar áreas do município com diferentes índices socioeconômicos.

2 MEIO AMBIENTE

Atualmente, o meio ambiente sofre constantes e sucessivas alterações, resultantes da ação antrópica, pois o homem age no espaço geográfico alterando-o em demasia, o que, muitas vezes, provoca o desequilíbrio nos ecossistemas e rápidas modificações que geram diversificadas reações em cadeia.

Essa ação antrópica provoca alterações da cobertura vegetal que influencia mudanças das condições ambientais com danos ao meio físico e suas repercussões na economia rural e urbana. As ocupações, sem um devido planejamento, podem causar mudanças negativas à biodiversidade, pois propiciam o surgimento de erosões e assoreamentos de rios, pragas, contaminação, desertificação, poluição e insalubridade ambiental.

De acordo com Hurtado e Acuña (1980), planejamento ambiental é o processo político, tecnológico, constitucional, jurídico e educativo, através do qual o homem e a sociedade deverão tomar as melhores alternativas de transformação; e, além disso, avaliar os níveis de comprometimento das ações antrópicas, com vistas a definir as intervenções e os manejos adequados às especificidades dos ambientes para preservar os ecossistemas e conservar o ambiente sadio, em benefício das gerações futuras. O homem, como ser social, interfere no meio ambiente, criando novas situações ao construir e reordenar os espaços físicos de acordo com seus interesses imediatos.

Todas essas modificações, segundo Ross (1990), inseridas pelo homem no ambiente natural, alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua.

Conforme enfatiza Mello Filho (2003), as questões ambientais envolvem o homem e a natureza sem distingui-los. Entretanto, toda a ação humana, por estar baseada em processo cartesiano de desenvolvimento, emprega algum tipo de recurso natural e tem a propriedade de alterar o ambiente, deixando-o desequilibrado. O homem está intrinsecamente imerso no ambiente, mas não

se sente parte dele. Esta é a grande dicotomia, a qual, no estágio atual da humanidade, tem a possibilidade de começar a ser compreendida. Suas ações e consequências, portanto, não se restringem ao mundo físico e biótico, mas especialmente aos efeitos sociais e políticos.

Na visão de Xavier da Silva e Zaidan (2011, p. 368): “o meio ambiente tem sofrido alterações crescentes registradas nas últimas décadas, o que tem causado males à humanidade”. A partir daí, começa a fortalecer-se a ideia de preservar o meio onde se vive, pois se parte do princípio de que não se está aqui por acaso. Mas não se aprendeu a conviver e a respeitar esse princípio, pois o meio ambiente ainda é visto como uma fonte inesgotável de recursos naturais.

A criação de áreas de preservação é a manifestação da ideia de se tentar conservar as condições naturais das quais o homem necessita para sobreviver. Não se deve esquecer de que se vive em uma sociedade desigual e culturalmente formada para utilizar os recursos naturais ao máximo, fruto do patrimonialismo no processo histórico de formação do País, e que exigirá muitos esforços para que se transforme.

As causas da falta de planejamento territorial podem ser apresentadas de diversas formas, e um exemplo é a expansão urbana desordenada, o que causa sérios riscos ao meio ambiente. De acordo com Xavier da Silva e Zaidan (2011), esse atraso, quanto à abordagem do planejamento territorial municipal, é decorrente da falta de conhecimentos científicos e tecnológicos por muitos administradores públicos, ocorrendo ineficiência no que diz respeito à formulação de um adequado planejamento.

2.1 A bacia hidrográfica

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1998, estabelece, sem seus conceitos básicos, a utilização da Bacia Hidrográfica como unidade de Planejamento e Gestão.

Uma bacia hidrográfica ou bacia de drenagem de um curso de água é o conjunto de terras que faz a drenagem da água das precipitações para esse curso de água. A formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas.

Essa área é limitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes e que pode ser determinado nas cartas topográficas, assim como em fotogramas aéreos e imagens de satélites. As águas superficiais, originárias de qualquer ponto da área delimitada pelo divisor, saem da bacia passando pela seção definida e a água que precipita fora da área da bacia não contribui para o escoamento na seção considerada. Assim, o conceito de Bacia Hidrográfica pode ser entendido através de dois aspectos: Rede Hidrográfica e Relevo.

Em qualquer mapa geográfico as terras podem ser subdivididas em bacias hidrográficas dos vários rios. Catalogações de especialistas em geografia, de acordo com a maneira como fluem as águas, classificam as bacias hidrográficas em (ANA, 2007):

- exorreicas: quando as águas drenam direto para o mar;
- endorreicas: quando as águas caem em um lago ou mar fechado;
- arreicas: quando as águas se escoam alimentando os lençóis freáticos;
- criptorreica: quando o rio se infiltra no solo sem alimentar lençóis freáticos ou evapora.

Para Casseti (1991), as atividades humanas têm-se constituído pela forma de produção que gira em torno dos recursos naturais. Assim, os processos de produção desses recursos se integram e interagem pela ação do meio ambiente e do homem, que se apropria e transforma o meio físico.

O uso do solo é o reflexo da relação homem, sociedade e ambiente natural, de como ele percebe este ambiente e como nele se comporta, influenciado pela complexa estrutura social.

Dessa forma, ressalta-se a importância que o mapeamento cartográfico, via Sistema Geográfico de Informações (SGI), ou Sistema de Informações Geográficas (SIG), assume no fornecimento e na construção de um banco de dados básicos para o conhecimento atual da rede de drenagem, formas de relevo, geologia, uso e ocupação, principalmente nos canais inseridos em áreas urbanas, são indispensáveis para a análise espacial de uma bacia hidrográfica. Pode-se considerar como bacia hidrográfica um sistema aberto com entrada e saída de energia, uma vez que a água se inter-relaciona com outros recursos naturais como solo, vegetação, litologia e estrutura das rochas, não podendo ser separada do meio ambiente e que qualquer mudança nele introduzida poderá afetar sua qualidade e quantidade.

Sendo assim, a tendência de trabalhos que envolvem a questão ambiental tem na bacia hidrográfica um campo de análise onde é possível operacionalizar conceitos de dinâmica natural, seja ela de vertente ou fluvial, com a inserção das atividades humanas, o que implica em uma interligação completa entre ambos os sistemas, o físico com sua dinâmica própria e o socioeconômico com toda sua intensidade de transformação.

2.2 Justificativa técnico-ambiental (função social)

Meio ambiente é tudo o que rodeia o homem em seu habitat, que influencia ou garante o seu estilo de vida. Por significado mais técnico pode-se deduzir tratar-se de um conjunto de elementos e fenômenos da natureza, suas influências e interações de ordem física, química e biológica, as leis naturais e as elaboradas, que permitem, abrigam e regem a vida em todas as suas formas (CMMAD-ONU, 1991).

2.3 Desenvolvimento sustentável

Compreende-se, atualmente, por desenvolvimento sustentável a estratégia de desenvolvimento da atividade econômica em sintonia com as demandas e questões sociais, e a utilização consciente dos recursos disponíveis no meio ambiente. Busca satisfazer as demandas do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades (CMMAD-ONU, 1991).

2.4 Classificação do meio ambiente

Pode-se identificar quatro aspectos ou particularidades do meio ambiente, conforme define a Lei n. 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, cujo conceito leva a sua classificação em: a) meio ambiente natural; b) meio ambiente artificial; c) meio ambiente cultural; e, d) meio ambiente do trabalho. Além desses, já consagrados, pode-se incluir, como inovação, o conceito de meio ambiente espacial (BRASIL, 2012). Assim:

- a) o meio ambiente natural, também denominado físico, é constituído pela litosfera, águas, atmosfera e biota (é com relação a esse aspecto que a Lei n. 6.938/1981 define, no artigo 3º, o que se deve entender por meio ambiente);
- b) o meio ambiente artificial é composto pelo espaço urbano construído (conjunto de edificações) e pelos equipamentos públicos (ruas, praças, áreas verdes) – fruto da interação do homem com o meio ambiente natural;
- c) o meio ambiente cultural é integrado pelo patrimônio histórico, artístico, paisagístico e turístico, é também considerado fruto da interação do homem com o meio ambiente natural, mas difere do anterior pelo valor especial que adquiriu ou que se impregnou;

d) o meio ambiente do trabalho é entendido como o local onde se desenvolvem as atividades do trabalho humano, como o complexo de bens móveis e imóveis de uma empresa. Importante destacar que sua proteção é vital para a saúde e integridade física dos trabalhadores.

Logo, o conceito amplo de meio ambiente, que integra, como seus componentes, o meio ambiente físico, o natural, o cultural e o do trabalho, conforme visto acima, é devido à recente e crescente conscientização das questões ambientais.

E o meio ambiente espacial é limitado ao campo gravitacional da Terra? Pode ser objeto de classificação nesse sentido? A resposta é afirmativa, pois o ambiente espacial e, aparentemente, extraterrestre por situar-se no campo gravitacional da Terra faz parte desse planeta e é afetado pelas ações humanas (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011).

2.5 Responsabilidade corporativa

Responsabilidade corporativa é uma visão mais ampla de estratégia empresarial, pois contempla todos os relacionamentos com a comunidade, onde os administradores devem zelar pela perenidade das organizações (visão de longo prazo, sustentabilidade); portanto, devem incorporar considerações de ordem social e ambiental na definição dos negócios e operações (CMMAD-ONU, 1991).

2.6 Responsabilidade socioambiental

Compreende-se por responsabilidade socioambiental o conjunto de práticas, ações e iniciativas capazes de tornar efetivo o princípio da função socioambiental, seja no âmbito governamental, empresarial ou de entidades não governamentais, mediante a adoção, implementação e gestão de

atividades sociais e ambientais em benefício da comunidade, proporcionando a melhoria da qualidade de vida das pessoas e o desenvolvimento do ser humano por meio de ações preventivas, educativas, culturais, artísticas, esportivas e assistenciais, a defesa dos direitos humanos, do trabalho, do meio ambiente e da justiça social, e o apoio ao combate à corrupção e ao suborno, dentre outras (CMMAD-ONU, 1991).

2.7 Evolução da proteção ambiental

O mundo, a partir da Conferência de Estocolmo – o primeiro grande Congresso Internacional sobre Meio Ambiente realizado pela ONU, em 1972, deparou-se com uma questão: como conciliar dois pontos aparentemente incompatíveis, meio ambiente ecologicamente equilibrado e desenvolvimento.

No Brasil, a legislação ambiental, no nível federal, surgiu com o advento do primeiro Código Florestal Brasileiro, instituído pelo Decreto nº 23.793, de 1934, que tinha por princípios especialmente as recomendações da legislação francesa. Quanto especificamente às questões de APP, esse Código previa áreas de preservação, não apenas ao longo das margens de rios e córregos, mas também ao longo de rodovias. Era uma época que antecedeu a entrada para o interior, e a maioria do espaço territorial brasileiro era coberto por florestas naturais. Infrutiferamente, por falta de cumprimento pela população, e de fiscalização rigorosa, e também por pressão das entidades ligadas à agricultura e pecuária, este aspecto daquele Código foi descartado quando da elaboração do Código Florestal de 1965. O então novo Código foi instituído pela Lei nº 4.771/65, que reafirmava a necessidade e obrigatoriedade de se preservarem as vegetações às margens de rios e córregos.

Quando das discussões para a edição recente de novo Código Florestal para o País, instituído pela Lei nº 12.651/2012, toda a população pode assistir as pressões exercidas pelas instituições da agropecuária, destacadamente a chamada “bancada ruralista”, sobre o governo federal, para a supressão de

itens legais que exijam a preservação de vegetação e de ecossistemas naturais.

No Brasil, a noção da necessidade de proteção ambiental foi ampliada com a instituição da Política Nacional de Meio Ambiente, em 1981, ou seja, com a Lei n. 6.938. Essa Lei é um marco de proteção ambiental no País, pois somente depois dela tem-se uma proteção jurídica integral do meio ambiente, superando a tutela fragmentária dispersa que vigorava até então. A lei estabeleceu princípios, objetivos e instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, trouxe definitivamente para o ordenamento brasileiro a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e instituiu um regime de responsabilização civil objetiva para o dano ambiental, conferindo ao Ministério Público legitimação para agir nessa matéria.

A Lei da Ação Pública, Lei n. 7.307/1985, ampliou ainda mais o rol dos legitimados para agir na proteção do meio ambiente, fortaleceu o instrumental para reparação dos danos prevendo até a possibilidade de instauração de inquérito civil para apurar danos ao meio ambiente. Posteriormente, a Constituição Federal de 1988, Capítulo VI, Título VIII, artigo 225, considerado um dispositivo moderno e um dos mais adiantados em matéria de proteção ambiental, a consolidou no Brasil.

Souza (2000, p. 275) apresenta a evolução cronológica da política ambiental no Brasil, dividindo-a didaticamente em fases, as quais podem ser visualizadas na figura a seguir.

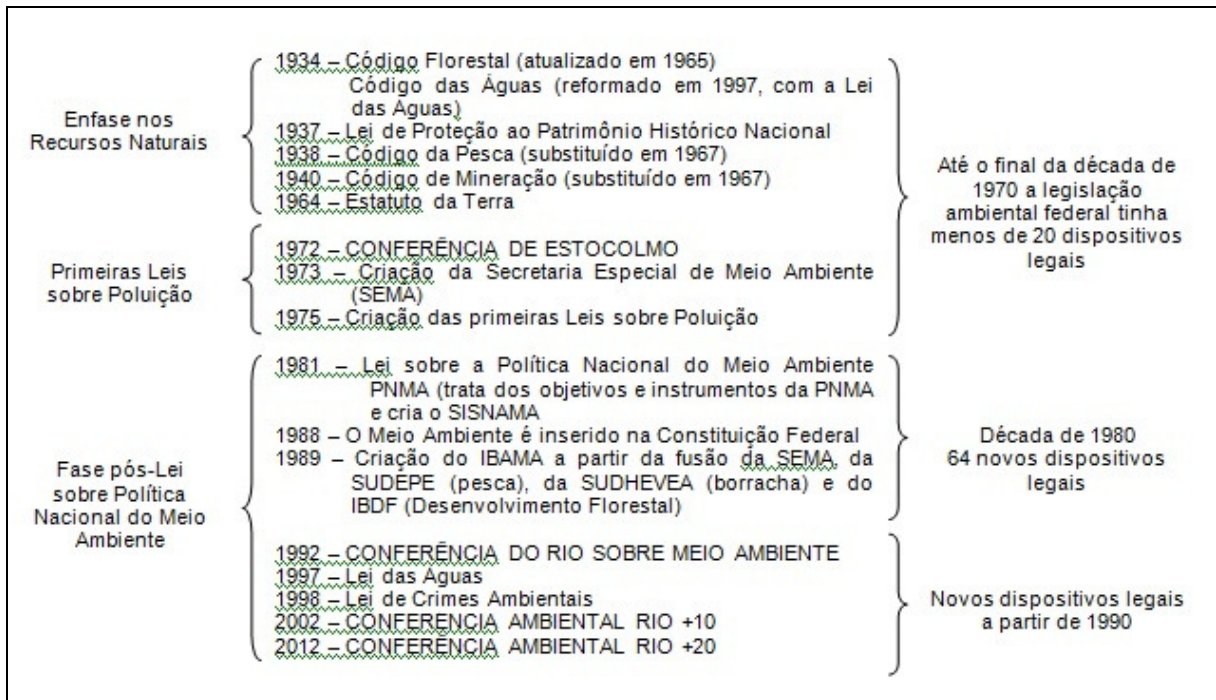


Figura 1 – Cronologia da regulamentação ambiental brasileira

Fonte: Adaptada pela autora.

2.8 Zoneamento ambiental

A “questão ambiental” diz respeito ao intenso processo de degradação generalizada do meio ambiente e dos recursos naturais. Esta é provocada principalmente pelo aumento da população e crescimento econômico que começou a ser notado no século XX (SOUZA, 2000).

Zoneamento é uma medida não jurisdicional, que tem características técnicas próprias e é baseado em levantamentos e análises de dados, oriunda do poder de polícia, com dois fundamentos: a repartição do solo urbano municipal e a designação do seu uso. Atribui-se a essa medida diferentes denominações, como zoneamento urbano, zoneamento industrial ou zoneamento ambiental. Todavia, como bem esclarece Silva (2002), isso é irrelevante, pois o que importa é o fim colimado seja o interesse da coletividade, tendo-se por propósito uma melhoria da qualidade de vida.

Detalhando melhor, pode-se verificar que o zoneamento ambiental possui apenas uma diferença de enfoque do zoneamento urbano, uma vez que o

objeto daquele é a proteção do meio ambiente, de modo que o uso permitido será estritamente limitado. De qualquer modo, tanto o zoneamento ambiental como o industrial constituem limitações de uso do solo particular, incidindo diretamente na limitação da propriedade, com base no preceito constitucional de que a propriedade deve cumprir sua função social, conforme se verifica nos arts. 5, XXIII; 182, § 2º e 170, da Constituição Federal de 1988.

Leff (2003) explica que esse crescimento econômico e populacional está no seu limite, assim como também os desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida e, principalmente, um limite da pobreza e da desigualdade social. A crise ambiental, complementa o autor, é o resultado do desconhecimento da lei, que desencadeou no imaginário economicista uma “mania de crescimento, de uma produção sem limites”. Mas a solução para o problema não está em o homem precisar parar de crescer e de se desenvolver levando à alienação e ao desconhecimento do mundo (LEFF, 2003). Está-se em um caminho sem volta de desenvolvimento, porém o que se precisa é entender e aprender o verdadeiro significado do chamado desenvolvimento sustentável.

Porém, as questões ambientais não devem ser compreendidas pela simples relação homem-natureza, como explica Mello Filho (2003), apesar de toda a ação humana empregar algum tipo de recurso natural e, por isso mesmo, causando algum desequilíbrio no meio, essas questões são de natureza política e geopolítica. Sendo assim, englobam um emaranhado de discussões que abrangem todas as áreas do conhecimento.

O zoneamento ambiental constitui um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, porque a má execução do parcelamento e da ocupação do solo urbano coloca-se como fatores de depreciação da qualidade de vida. Seu fundamento constitucional encontra-se previsto nos art. 21, XX, que preceitua caber à União instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos, art. 30, VIII, que fixa a competência dos Municípios para promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento da ocupação do solo urbano, de que cuida da política urbana. O

fundamento legal do zoneamento é encontrado na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n. 6.938/1981, art. 9).

Vale verificar que a solução dos problemas criados pela urbanização acontece com a intervenção do Poder Público nos diversos setores da sociedade, com a finalidade de transformar o meio urbano e criar novas formas urbanas. A esse fenômeno chama-se urbanização, ou seja, um processo de correção da urbanização então instalada, baseado na renovação urbana, que é a reurbanificação.

As análises ambientais têm um embasamento teórico metodológico estudado em diversas disciplinas, tanto nas mais clássicas, como ressalta Marques (2008), compreendidas nas Geociências, quanto no aporte a outras de fundamental importância. E, ainda, ressalta que essas:

Buscam não só entender o ambiente como um todo, mas também, compreender as inter-relações entre os elementos constituintes. Para tanto, são necessárias tecnologias que permitam o manuseio de uma grande quantidade de dados/informações de diversas naturezas, organizando-os convenientemente, a fim de permitir que diferentes interações possam ser realizadas (MARQUES, 2008, p. 28).

O Geoprocessamento é a disciplina que procura unir dados e informações de maneira digital em sistemas georreferenciados, e constitui um instrumento técnico-científico de fundamental importância para as análises ambientais, uma vez que abrange um enorme volume de informações e dados ambientais, numa perspectiva moderna, deve inter-relacionar diversos campos do conhecimento para de uma maneira mais ampla, rápida e de baixo custo buscar analisar realidades ambientais complexas.

2.9 Espaços territoriais especialmente protegidos

As áreas de preservação permanente (APP) são delimitadas com o intuito de proteger o ambiente natural, sendo que a cobertura vegetal deve estar o mínimo possível alterada, ou seja, essas áreas servem para proteger a mata nativa *in situ*, proteger também a fauna e a flora nativas, e também a boa

qualidade das águas de rios e as subterrâneas. Além disso, as APP atenuam os efeitos de lixiviação dos solos, regularizam o fluxo hídrico, reduzem o assoreamento dos cursos de água e aumentam os benefícios para a fauna.

O art. 225, § 1º, III, da Constituição Federal de 1988, estabelece que compete ao Poder Público o dever de definir, em todas as Unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem a sua proteção.

Tendo em vista aludido preceito, o art. 9, VI, da Lei n. 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente) determina que os espaços territoriais especialmente protegidos sejam instrumentos ordenados nessa Lei, recepcionado pela Constituição Federal de 1988. Os espaços especialmente protegidos podem estar localizados em áreas públicas ou privadas. Por serem dotados de atributos ambientais merecem um tratamento diferenciado e serão sujeitos ao regime jurídico de interesse público.

O aumento da população já é realidade no Brasil, e o que se pensava ser um problema apenas das grandes cidades, hoje já deixa as comunidades pequenas em alerta, pois, com esse aumento, os problemas ambientais são cada vez maiores. Esses problemas são investigados por muitos pesquisadores e, como alternativas para mitigar os efeitos negativos causados pelas atividades humanas, foram criadas as áreas de preservação permanente. Segundo a legislação, as APP são inicialmente impróprias a quaisquer atividades de uso da terra, a não ser quando autorizadas pelo poder público.

À medida que as cidades foram crescendo, e se desenvolvem, não restou alternativa para grande parte da população a não ser ocupar essas áreas, principalmente ao longo dos rios. Talvez por desconhecimento, talvez por falta de opção, as ocupações irregulares foram aumentando e tomaram uma dimensão tão grande que o governo pouco pode fazer para realocar essas comunidades, principalmente por falta de vontade política, de conhecimento técnico do problema e de suas consequências, de cultura e conhecimento ambiental e, às vezes, de recursos financeiros.

O Estatuto da Cidade, que esteve em discussão desde a década de 1990, mas somente em 2001 passou a fazer parte do ordenamento jurídico brasileiro (Lei Federal n. 10.257/2001) prevê a regularização das ocupações urbanas em prol do bem coletivo e da preservação do meio ambiente. No mesmo documento fica clara a preocupação da legislação em preservar as APP e afirma que somente em duas hipóteses excepcionais poderá haver a supressão da vegetação, primeira, em casos de utilidade pública e, segunda, em casos de interesse social.

Dessa maneira, como foi colocado no Estatuto, há um grande risco de que as soluções para as ocupações irregulares se tornem assunto político-eleitoreiro, o que acarretará, em alguns casos, em um grande desrespeito à natureza.

2.10 Lei n. 9.985/2000 e as Unidades de Conservação: unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável

A Lei n. 9.985/2000, ao regulamentar o art. 225, § 1º, I, II, III, VII, da Constituição Federal de 1988, estabeleceu conceito legal ao disciplinar as unidades de conservação como sendo os espaços territoriais e seus recursos ambientais (atmosfera, as águas interiores bem como superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial e o solo). O subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e flora, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com o objetivo de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (art. 2, I).

As unidades de conservação, criadas por ato do Poder Público, fazem parte do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e são constituídas pelo conjunto de unidades de conservação federais, estaduais e municipais de acordo com o disposto na referida Lei n. 9.985/2000. Divididas em dois grupos, a saber, as Unidades de Proteção Integral (cujo objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto

dos seus recursos naturais salvo exceções previstas na própria lei ora mencionada) e as Unidades de Uso Sustentável (cujo objetivo básico é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcelas integrantes do SNUC) passaram, por força de lei, a ter composição bem delimitada com objetivos fixados pela norma.

Destarte, o grupo das Unidades de Proteção Integral (art. 8, da Lei n. 9.985/2000) é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação:

- a) estação ecológica, com objetivo definido no art. 9;
- b) reserva biológica, art. 10;
- c) parque nacional, art. 11;
- d) monumento natural, art. 12;
- e) refúgio de vida silvestre, art. 13.

Por sua vez, o grupo das Unidades de Uso Sustentável (art. 14 da Lei n. 9.985/2000) é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação:

- a) área de proteção ambiental, art. 15;
- b) áreas de relevante interesse ecológico, art. 16;
- c) floresta nacional, art. 17;
- d) reserva extrativista, art. 18;
- e) reserva de fauna, art. 19;
- f) reserva de desenvolvimento sustentável, art. 20;
- g) reserva particular do patrimônio natural, art. 21.

2.11 Áreas de preservação permanente – APP

Área de Preservação Permanente (APP), conforme estabeleceu a lei nº 4.771/65 e legislação substitutiva, de acordo com o inciso II, § 2º, artigo 1º, do Código Florestal Brasileiro, é definida como a “área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. São consideradas APP as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água" (BERGAMIM, 2012).

As áreas de preservação permanente formadas por florestas ciliares, as quais margeiam os cursos d'água, lagos e nascentes, e estão compreendidas no Código Florestal como áreas de cobertura vegetal nativa, isoladas de qualquer perturbação, são de suma importância quanto ao processo de conservação do solo e na atuação nos ciclos hidrológicos.

Importa referir, ainda no tocante às áreas de preservação permanente, a restrição de uso que é:

Limitação pelas normas urbanísticas aos prédios urbanos e suburbanos e também a determinados territórios, com proibição para neles estabelecer determinados usos ou atividades diferentes aos contemplados pelas disposições legais, com base nos planos territoriais ou urbanos correspondentes (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 1992, p. 181).

Nesse sentido, têm-se as Resoluções CONAMA n. 302 e 303, de 20 de março de 2002, que respectivamente se complementam:

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máxima normal de:

- I – trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;
- II – quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental;
- III – quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural (BRASIL, 2002, p. 67 - RESOLUÇÃO CONAMA n. 302).

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I – em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II – ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III – ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

- a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
- b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

[...] (BRASIL, 2002, p. 68 - RESOLUÇÃO CONAMA n. 303).

Para derrubada de vegetação nas áreas de preservação permanente em perímetro urbano, o Código Florestal atual orienta que se siga o previsto no Plano Diretor e as leis de uso e ocupação do solo do Município, desde que observadas as restrições impostas pela lei ambiental (SENADO FEDERAL, 2011).

Após as recentes alterações do Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei nº 12.651/2012, ainda em discussões no Congresso Nacional, as legislações estaduais e as normas municipais necessitarão passar por adequações, para que se cumpram de fato os seus objetivos.

2.12 Ação antrópica nas áreas de APP

2.12.1 Região área rural

No meio rural, as APP assumem importância fundamental no alcance do tão desejável desenvolvimento sustentável. Tomando como exemplos as APP mais comumente encontradas no ambiente rural, como áreas de encostas acentuadas, as matas ciliares em áreas marginais de córregos, rios e reservatórios, bem como áreas próximas às nascentes, é possível apontar uma série de benefícios ambientais decorrentes da manutenção dessas áreas.

Nesses casos, esses benefícios podem ser analisados sob dois aspectos: o primeiro deles com respeito à importância das APP como componentes físicos do agroecossistema; o segundo, com relação aos serviços ecológicos prestados pela flora existente, incluindo todas as associações por ela proporcionadas com os componentes bióticos e abióticos do agroecossistema.

2.12.2 Área urbana

No ambiente urbano, vários tipos de fragmentos naturais correspondem ao cenário cotidiano da população humana. Parques, reservas e margens de córregos são alguns deles, definidos por meio de legislação ambiental (Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012). Dentre as diversas áreas, essa Lei define como de preservação permanente as formas de vegetação situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água em faixa marginal, cuja largura está definida no art. 4º, I, II, III, IV e V da citada Lei, a saber:

Art. 4 Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos §§ 1 e 2;
- IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; (BRASIL, 2012).

Na esfera estadual de Minas Gerais, a Deliberação Normativa (DN) do COPAM (Conselho de Política Ambiental) nº 76, de 2004, estabelece critérios e dispõe sobre a interferência nessas áreas, e no art. 1º define como área de preservação permanente aquelas definidas pela norma federal (Lei n. 12.651/2012), cobertas ou não por vegetação.

2.13 Importância das APP

2.13.1 Importância física

Em encostas acentuadas, a vegetação promove a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos d'água; na área agrícola evita ou estabiliza os processos erosivos. Como quebra-ventos nas áreas de cultivo, nas áreas de nascentes, a vegetação atua

como um amortecedor das chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e a sua paulatina compactação (SKORUPA, 2003).

Nesse sentido, a vegetação permite, juntamente com toda a massa de raízes das plantas, que o solo permaneça poroso e capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os lençóis freáticos; por sua vez, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d'água, poluindo-os e assoreando-os, nas margens de cursos d'água ou reservatórios, garantindo a estabilização de suas margens, evitando que o seu solo seja levado diretamente para o leito dos cursos, atuando como um filtro (SKORUPA, 2003).

Essa interface entre as áreas agrícolas e de pastagens com o ambiente aquático, segundo Skorupa (2003), possibilita sua participação no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carreamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, os quais afetam a qualidade da água, diminuem a vida útil dos reservatórios, das instalações hidroelétricas e dos sistemas de irrigação; auxilia também no controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, regulando o fluxo de água superficial e subsuperficial do lençol freático.

Segundo Kurtz (2004), torna-se de extrema importância a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), pois é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos que leva a uma tomada de decisão a favor da preservação e/ou melhoria da ambiência. AIA é a tradução da expressão *Environmental Impact Assesment*, que surgiu na década de 1970 nos Estados Unidos da América, quando passou a ser usada universalmente para designar todo o processo com vistas à solução de problemas gerados por impactos ambientais diversos, muitas vezes resultantes de projetos multinacionais ou financiados por países do primeiro mundo.

A AIA foi instituída no Brasil mediante a Lei Federal n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e regulamentada através do Decreto n. 88.351, de 1º de junho de 1983. Em 21 de janeiro de 1986, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a Resolução n. 001, que trata dos elementos básicos para

a execução dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e da apresentação do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (KURTZ, 2004).

O RIMA é um resumo do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), elaborado numa linguagem mais acessível e que fica disponível no órgão ambiental para consulta da população interessada. Impacto ambiental é qualquer alteração ou mudança significativa da ambiência (água, ar, vegetação, animais e solo) provocada pelo homem. Segundo definição da Resolução do CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas da ambiência, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias da ambiência, e a qualidade dos recursos ambientais (KURTZ, 2004, p. 46).

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA), um dos instrumentos da Política Nacional da Ambiência, segundo Kurtz (2004), é anterior à autorização da obra ou atividade programada. Ele é exigido pelo órgão ambiental sempre que haja a possibilidade de deterioração significativa da ambiência. Em razão de seu caráter extremamente democrático, a Constituição Federal de 1988 prevê o Estudo de Impacto Ambiental, sendo, portanto, uma conquista notável a favor da preservação e melhoria da ambiência.

2.13.2 Problemas ambientais por falta de organização das APP

2.13.2.1 Enchentes

Segundo Rocha (2009), as enchentes são calamidades naturais ou não que ocorrem quando um leito natural recebe um volume de água superior ao que pode comportar, resultando em transbordamentos. Pode ocorrer em lagos, rios, córregos, mares e oceanos devido a chuvas fortes e contínuas.

Em áreas rurais ocorre com menos frequência, pois o solo, bem como a vegetação, se compromete a fazer a evacuação da água pela sua sucção, provocando menores prejuízos. Normalmente ocorre com menos força não atingindo alturas consideráveis que provocariam a perda de alimentos armazenados, de máquinas e outros objetos. Já nas áreas urbanas, ocorre com maior frequência e força trazendo grandes prejuízos. Acontece pela interferência humana, e por isso deixa de se constituir uma calamidade natural, apenas. A interferência humana ocorre em vários estágios começando pela fundação de cidades em limites de rios, pelas alterações realizadas em bacias hidrográficas, pelas construções mal projetadas de diques, bueiros e outros responsáveis pela evacuação das águas e, ainda, pelo depósito errôneo de lixo em vias públicas que, com a força das águas, são arrastados causando o entupimento dos locais de saída de água (ROCHA, 2009).

Como se percebe, as enchentes, na maioria das vezes, ocorrem como consequência da ação humana. Das dificuldades que uma enchente provoca pode-se destacar: o abandono dos lares inundados, a perda de materiais, objetos e móveis estragados ou arrastados pela água, a contaminação da água por produtos tóxicos, a contaminação da água por agentes patológicos que provocam doenças como amebíase, cólera, febre amarela, hepatite A, malária, poliomielite, salmonelose, teníase entre outras; e a contaminação de alimentos pelos mesmos agentes patológicos anteriormente citados, conforme coloca Rocha (2009).

Além disso, é preciso lembrar que as áreas urbanas são mais propícias a enchentes porque o solo dessas regiões é impedido, pela pavimentação, de absorver a água e, também, pela falta de vegetação ou pouca vegetação que contribui para a sucção da água. Para impedir a continuação das enchentes e, conseqüentemente, perdas patrimoniais para famílias e risco de vidas, Rocha (2009) sugere a construção de barragens e reservatórios em áreas de maior risco, bueiros e diques espalhados pela cidade com sua abertura protegida para impedir a entrada de lixos e a conscientização da população para que não deposite lixo em vias públicas.

2.13.2.2 Desmoronamento

Desmoronamento, segundo Guerra e Cunha (1998), é a movimentação dos solos pela força da gravidade terrestre, ocorrendo frequentemente como um deslizamento de terra, tendo diversas causas possíveis, entre elas:

- a erosão pelas águas das chuvas, de rios, do lençol freático ou do mar;
- os terremotos;
- o intemperismo;
- a ação do homem:
 - diretamente:
 - por meio do desmonte com explosivos, ou;
 - pela perfuração e exploração de túneis, poços (água, petróleo, gás ou sal) ou minas subterrâneas (carvão mineral, ouro, metais diversos, pedras preciosas, sais ou outros minerais);
 - com o uso de tratores, escavadeiras ou máquinas semelhantes, ou;
 - indiretamente:
 - por consequência da ação química de poluentes lançados no meio ambiente;
 - pelo desmatamento de encostas de morros ou das matas ciliares da beira dos rios, córregos, arroios entre outros.

Como a ocupação das encostas é precedida por desmatamento, o solo fica exposto à erosão. Nos períodos em que o índice de chuvas aumenta, o solo torna-se mais pesado, tendendo ao desmoronamento em áreas de declive acentuado. Para impedir que isso aconteça, deve-se evitar o desmatamento e a ocupação das encostas.

2.14 Da canalização de cursos d'água

A recuperação da qualidade ambiental dos cursos d'água urbanos assume, hoje, um caráter emergencial de defesa da saúde pública, afirma o professor adjunto da Universidade Federal do ABC (UFABC), Ricardo de Sousa Moretti. Os reservatórios e cursos d'água utilizados como mananciais recebem grandes contribuições de rios e córregos que cruzam as cidades. Dessa forma, continua o professor, recuperar a qualidade dos cursos d'água urbanos é recuperar a qualidade da água que se bebe e ampliar o controle social é fundamental (CEBRAP, 2007).

A retificação e canalização de um rio é obra realizada para ampliar a vazão e a velocidade de condução das águas. A construção de um piscinão é obra realizada para conter a vazão e a velocidade de escoamento das águas. Depois de décadas de grandes investimentos para ampliar as vazões e velocidades de escoamento de córregos e ribeirões, com relação àquelas que ocorrem em seu estado natural, agora se terá novo ciclo de grandes investimentos de obras civis, dessa vez para se evitar as consequências das obras equivocadas que se fizeram no passado (CEBRAP, 2007).

Posteriormente, seguindo a tendência internacional, ter-se-á grandes investimentos para “desretificar”, ou seja, para “renaturalizar” os cursos d'água. Há que se destacar que as obras de retificação e canalização de cursos d'água, conforme o que está sendo realizado pela Prefeitura Municipal de Santa Maria ao longo das margens do Arroio Cadena, são obras na contramão da história. Necessário também frisar que os “piscinões” não podem ser identificados como a iniciativa que vai resolver sozinha o problema. Se não for ampliada a retenção e infiltração das águas de chuva na fonte, ou seja, nos espaços públicos e nos lotes, dificilmente as estruturas de retenção de água construídas nas calhas dos rios serão suficientes para o equacionamento do problema das enchentes, por maior que sejam os investimentos nesse sentido (CEBRAP, 2007).

2.15 Práticas abandonadas em países desenvolvidos

O sistema da Alemanha de gestão dos recursos água e solo acumula experiência de quase oito séculos, e caracteriza-se pela autogestão. Espinha dorsal desse sistema são as Associações de Água e Solo (*Wasser – und Bodenverbände*), as quais assumem a gestão dos recursos num processo conhecido por “Autogestão” (*Selbstverwaltung*). Um estudo *in loco* objetivou elaborar uma proposta organizacional que se ajustasse às condições brasileiras, aproveitando a experiência alemã tomada como modelo sustentável. É a necessidade da adequação à legislação brasileira de recursos hídricos, de modo a assegurar o acesso justo e um meio ambiente equilibrado, sem detrimento aos demais usos e orientado pelo novo paradigma da gestão e preservação ambiental (KÖNIG, 2001).

A estrutura organizacional, sugerida no estudo do König (2001), para o novo sistema de gerenciamento proposto em sentido amplo para o setor rural subdivide-se em três níveis: 1) Associações de Irrigantes (AI) – ou usuários rurais da água – como organização local; 2) Distrito de Irrigação (DI), como entidade de apoio gerencial e técnico regional, abrangendo várias associações, e, 3) Federação de Agricultores Irrigantes (FAI), como organização “guarda-chuva”, abrangendo vários distritos de irrigação e desempenhando a supervisão geral do sistema, bem como a representação política frente a instâncias governamentais e junto às demais instituições, especialmente no âmbito do gerenciamento dos recursos hídricos (comitês de gerenciamento de bacias hidrográficas e respectivas agências de águas).

Adaptações essas de caráter geral que poderiam ser incorporadas no Brasil com base na experiência alemã, destacando ainda:

- a) âmbito financeiro: a subdivisão das contribuições em duas parcelas, sendo uma com base na área de consumo para cobrir custos fixos ou de sistema de instalações coletivas de irrigação e outra com base no volume de água consumido para cobrir os custos operacionais e de manutenção (O&M) do Sistema,

- b) no âmbito técnico operacional: realização anual, em cada associação local, de uma vistoria geral das instalações coletivas do sistema pelos associados, para constatação e correção de eventuais problemas, e,
- c) no âmbito técnico-administrativo: assunção plena pelos atuais e futuros Distritos de Irrigação do gerenciamento e operação do sistema de suprimento de água aos associados (ALs), notadamente nos casos em que se tratar de sistema coletivo.

O apoio institucional no modelo apresentado integra universidades públicas (federais e estaduais). Elas teriam por função, em caráter temporário na fase inicial de estruturação do sistema, além de disponibilizar seus conhecimentos científicos, oferecer sua contribuição ativa na organização administrativa, no projeto técnico e operacional, no planejamento e manejo da irrigação e no assessoramento, e supervisão jurídica e financeira das novas associações. Outra função importante a ser desempenhada por elas seria referente ao treinamento e aperfeiçoamento dos recursos humanos envolvidos no sistema. Essas atividades seriam desenvolvidas de forma integrada com as tradicionais entidades técnicas e de extensão regionais, e deveriam ser gradualmente assumidas pelas futuras Federações (F), notadamente no que concerne ao apoio e à supervisão jurídica e financeira (auditorias) das associações filiadas, como se pode observar na figura a seguir.

FEDERAÇÃO de ASSOCIAÇÕES de ÁGUA e SOLO – ALEMANHA
Associação Tipo “C”

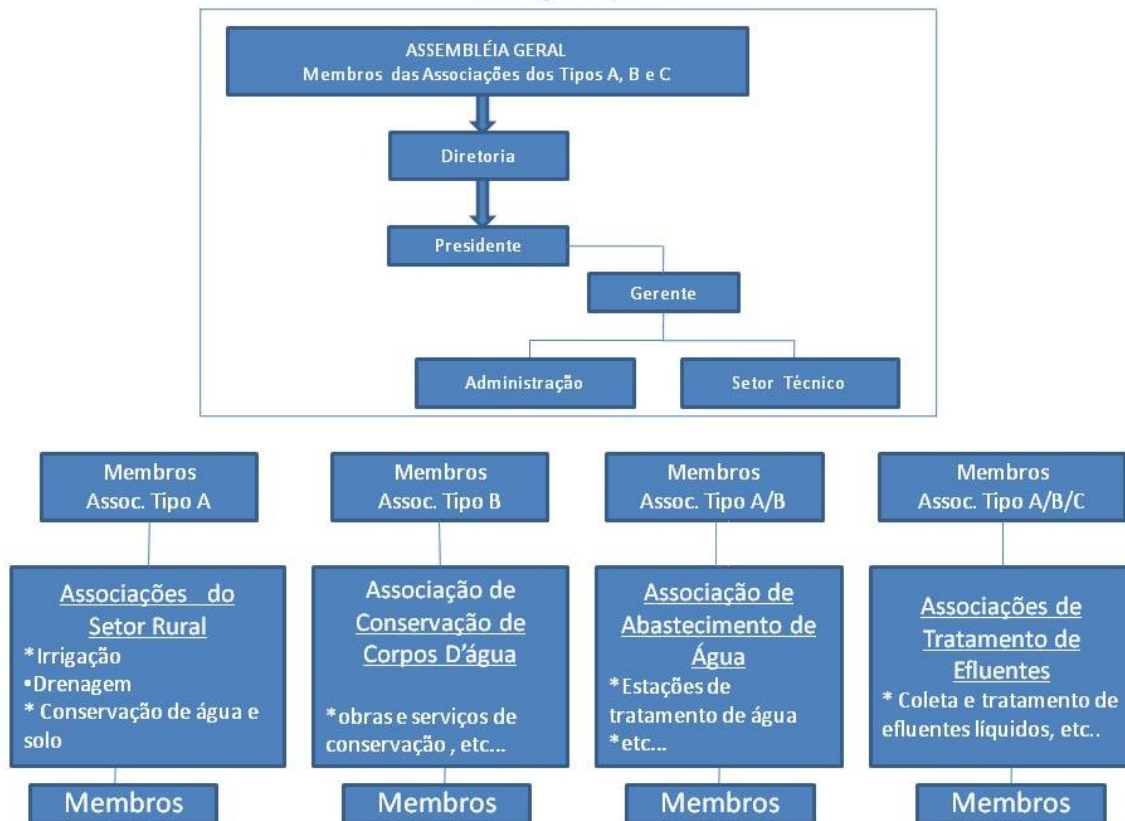


Figura 2 – Federação de Associações de Água e Solo na Alemanha
Fonte: König (2001)

Ainda hoje, no Brasil, e principalmente no Rio Grande do Sul, toda a irrigação do arroz é feita por gravidade e inundação, são verdadeiros rios refletindo em grande perda de água, sem falar no desastre ecológico que vai se formando. Nos Estados Unidos da América, por exemplo, existem rios e poços privados, onde os donos vendem a água para seus vizinhos. Já Israel foi o pioneiro na dessalinização da água, e hoje compra água da Jordânia. Na Mesopotâmia, atual Iraque, região que se encontra entre os rios Eufrates e Tigre, sofre ainda hoje o impasse de guerras tanto pelo petróleo como pela água (OLIVEIRA, 2004).

Assim, o modelo alemão das chamadas Associações de Água e Solo (*Wasser – und Bondenverbände*), sua longa evolução histórica, que remonta ao século XIII, suas bases legais e estrutura organizacional, bem como sua

atuação prática, despertaram o interesse no contexto do tema de autogestão sustentável. Esse modelo é considerado, numa apreciação geral, como bem sucedido e sua operacionalidade é aceita como sustentável. No entanto, relativamente às Associações, muito pouco se conhecia acerca de sua estruturação, atuação prática, gerenciamento administrativo, técnico e financeiro, inter-relacionamentos institucionais, bem como seus respectivos níveis de desempenho.

No Brasil, por incentivo da legislação atualmente em vigor, recomenda-se que a gestão das bacias hidrográficas, reconhecidas como unidades básicas do planejamento ambiental, deva ser dirigida por um comitê central da bacia hidrográfica, e por comitês municipais, criados em cada município abrangido pela bacia ou sub-bacia hidrográfica. Pelo caminho racional, os técnicos são chamados a resolver os problemas atinentes a cada atividade profissional, enquanto os políticos, com os diagnósticos às mãos, procuram obter recursos financeiros junto aos órgãos governamentais superiores, para aplicá-los nas áreas objeto dos projetos.

3 DIREITO AMBIENTAL

O Direito ambiental, também chamado Direito do meio ambiente, surgiu na sociedade com uma finalidade definida, um objetivo claro: tendo em vista que o ambiente encontra-se grave e permanentemente ameaçado, colocando em risco as condições ideais de vida, e para tal, torna-se necessária uma reação, devendo o Direito imaginar e colocar em prática sistemas de prevenção e de reparação adaptados a uma melhor e mais eficaz defesa contra agressões oriundas do desenvolvimento da sociedade moderna (BLANCO, 2006).

Nesse sentido:

As principais tarefas da ciência jurídica, em apoio ao esforço feito consistem, basicamente, em primeiro lugar, em estabelecer normas que prevejam e desencorajem condutas consideradas nocivas aos objetivos colimados de proteção e recuperação do meio ambiente e de sua compatibilização com as atividades cotidianas do homem (SAMPAIO, 1998, p. 7).

A preocupação com a proteção ao meio ambiente atingiu, nos últimos anos, um nível no qual somente com a inclusão, nos ordenamentos jurídicos, de dispositivos destinados a reger a conduta das pessoas quanto as suas ações capazes de afetar de alguma maneira a natureza e, em uma visão mais ampla, o ambiente, incluindo-se tudo aquilo em que o homem participou modificando-o através de suas obras e construções (BLANCO, 2006).

3.1 Princípios do direito ambiental

A Constituição Federal de 1988 e a Lei n. 6.938/1981 contêm em diversos artigos alguns princípios básicos do Direito Ambiental.

3.1.1 Princípio do desenvolvimento sustentável

Constante no art. 170, VI, Código Civil, art. 225, V, da Constituição Federal de 1988, e arts. 4º e 5º da Lei n. 6.938/1981, esse princípio procura compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico e a preservação da qualidade do meio ambiente. Assim, para se alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deve constituir parte integrante do processo de desenvolvimento e não pode ser considerada isoladamente em relação a ele (SODRÉ, 2011).

A Constituição Federal de 1988, no art. 225, inciso V, prevê que o Poder Público, para assegurar o direito a um meio ambiente equilibrado ecologicamente deverá:

[...] controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.

A Lei n. 6.938/1981, quando cuida dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, prevê no art. 4º, que tal política visará:

I – à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

Assim, a produção sustentável pode ser resumida em dois pontos básicos: economia e uso racional de energia e matéria prima, conservando-se os recursos naturais.

O princípio do desenvolvimento sustentável não tem por finalidade impedir o crescimento econômico, mas procura determinar que as atividades sejam desenvolvidas utilizando todos os meios colocados à disposição para a menor degradação possível, como: filtros em chaminés de fábricas, correta disposição dos resíduos sólidos, utilização racional da água entre outros.

3.1.2 Princípio do poluidor pagador

Constante no art. 225, § 3º da Constituição Federal de 1988 e arts. 4º, VII, 14, § 1º da Lei n. 6.938/1981, esse princípio busca consagrar a ideia de que aquele que poluir terá de arcar com os custos da reparação do dano causado. Em outros ordenamentos jurídicos chama-se princípio do causador ou responsável (SODRÉ, 2011).

A previsão constitucional desse princípio encontra-se no art. 225, § 3º da Constituição Federal de 1988, que determina:

As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Assim, é possível identificar três órbitas de reparação do dano ambiental: a civil, a penal e a administrativa.

3.1.3 Princípio da prevenção ou precaução

Previsto no art. 225, IV da Constituição Federal de 1988 e art. 9, I e V da Lei n. 6.938/1981, esse princípio busca prevenir a ocorrência do dano ambiental. Para tal, é fundamental o apoio técnico para se conhecer o processo causa-efeito das ações humanas. Esse é sem dúvida um dos princípios mais importantes do Direito Ambiental, diante da complexidade da reparação do dano ambiental, já que é difícil estabelecer-se o *status quo ante* perante uma área degradada. Sabe-se que muitos danos ambientais são compensáveis, mas sob a visão técnica de difícil ou impossível reparação. Para isso, utilizam-se instrumentos tais como: o EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto no Meio Ambiente), incentivos fiscais e, eventualmente, uma legislação que imponha severas multas e sanções utilizadas como forma de prevenir a ação danosa (SODRÉ, 2011).

Nesse sentido, o art. 225, § 1º, IV, da Constituição Federal de 1988, determina a necessidade de realização de EIA/RIMA para obras ou atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente e o inciso V prevê o controle da produção, comercialização e emprego de técnicas que comportem risco para vida, qualidade de vida e meio ambiente (SODRÉ, 2011).

3.1.4 Princípio da participação

Inserido no art. 225, § 1º, VI, da Constituição Federal de 1988 e art. 13 da Lei n. 6.938/1981, esse princípio já elencado no caput do art. 225 da Constituição Federal prevê uma atuação conjunta do Poder Público e da sociedade na proteção do meio ambiente. Para efetivação dessa ação em conjunto, a informação e a educação ambiental são meios necessários.

Nesse aspecto, ressalta-se a importância da implementação da Educação Ambiental, já consagrada na Lei n. 9.795/1999, devidamente regulamentada pelo Decreto n. 4.285/2002, que estabeleceu a Política Nacional de Educação Ambiental, que buscara preservar o meio ambiente por meio da construção de valores sociais e atitudes voltadas à preservação desse bem (SODRÉ, 2011).

3.1.5 Princípio da função socioambiental da propriedade – controle social da apropriação dos recursos naturais

Previsto no art. 170, III e VI da Constituição Federal de 1988, art. 1.288, § 1º do Código Civil, esse princípio busca afirmar que o direito de propriedade deve ser exercido levando-se em conta noção de sustentabilidade ambiental. A função social da propriedade não se limita à propriedade rural, mas também à propriedade urbana. Engloba também a propriedade dos bens móveis e imóveis (SODRÉ, 2011). E não somente da propriedade privada, mas também da pública, com maior razão.

3.1.6 Princípio do limite

Disposto no art. 225, § 1º, V da Constituição Federal de 1988 e art. 4º, III, art. 8º, VII, art. 9º, I da Lei n. 6.938/1981, por esse princípio a administração tem o dever de estabelecer padrões de emissão de partículas, ruídos e a presença de corpos estranhos no ambiente, tendo em vista a necessidade de proteção da vida e do próprio ambiente (SODRÉ, 2011).

3.1.7 Princípio da cooperação entre povos

Conforme art. 4º da Constituição Federal de 1988 e art. 4º, V da lei 6.938/1981, art. 77 e 78 da Lei n. 9.605/98, na área ambiental destaca-se esse princípio pelo fato de que as agressões ao meio ambiente não ficam restritas ao limite territorial do país em que ocorrem, mas, pelo contrário, podem espalhar-se para os países vizinhos. Exemplos: a poluição do mar ocorrida em certo ponto pode ser levada pelas correntes marinhas e afetar cadeias de vida muito longe. Daí a necessidade de cooperação, por exemplo, na divulgação de dados e informações ambientais (SODRÉ, 2011).

A cooperação internacional para preservação do meio ambiente determina que resguardados a soberania nacional, a ordem pública e os bons costumes, o governo brasileiro prestará, no que concerne ao meio ambiente, a necessária cooperação a outros países, devendo, ainda, manter sistemas de comunicação aptos a facilitar o intercâmbio rápido e seguro de informações com órgãos de outros países (art. 77 e 78 da Lei n. 9.605/1998).

3.2 Responsabilidade civil no direito ambiental

Antes de se passar à análise do problema da responsabilidade pelo passivo ambiental, convém tecer algumas considerações genéricas sobre a questão do dano ambiental e da sua respectiva reparação, o qual, nas palavras de Custódio (2006), constitui, evidentemente, um dos mais inquietantes problemas da realidade, tanto socioeconômica e política, como técnica e jurídica do momento.

A responsabilidade pela reparação do dano ambiental, quer seja em face do que dispõe o art. 14, § 1º da Lei 6.938/1981, quer seja por força de regra contida no art. 225, § 3º, da Constituição Federal de 1988, como preferem outros doutrinadores, é objetiva. Logo, para que surja o dever de reparar o dano ambiental basta demonstrar o nexo causal entre a conduta atribuída ao poluidor e a efetiva lesão ocasionada ao meio ambiente (SAMPAIO 1998).

Ressalte-se, todavia, que o fato de a responsabilidade ser objetiva não implica se possa prescindir da existência do nexo causal entre a ação (ou omissão) do suposto poluidor e o dano causado, cuja prova deveria ficar a cargo do demandante (BENJAMIM, 1993).

Em relação à inversão do ônus da prova, ressalta-se que o Código de Proteção e Defesa do Consumidor não se restringiu à tutela dos interesses consumeristas. O Título III desse importante diploma contém dispositivos de ordem processual que extrapolam o seu âmbito e se aplicam aos demais bens e interesses defensáveis via Ação Civil Pública (ACP). Assim, aplicam-se à defesa dos direitos e interesses difusos, coletivos e individuais, no que for cabível, os dispositivos do Título III, da Lei n. 8.078, de 11 de setembro de 1990, que instituiu o Código de Defesa do Consumidor (CDO).

Dessa forma, na Ação Civil Pública, voltada a proteger o consumidor, demonstrada sua hipossuficiência, haveria a possibilidade de o juiz inverter o *onus probandi*. Se restritiva a interpretação, na mesma ação civil pública, dessa vez defendendo o patrimônio ambiental, ao magistrado não seria lícito tal inversão.

A propósito, Sampaio (1998, p. 232), em monografia a respeito da responsabilidade civil em matéria ambiental, observa que “o princípio que norteia a inversão do ônus da prova no Código do Consumidor é, em tese, aplicável à responsabilidade civil por danos ambientais, pois as razões que justificam a inversão do ônus da prova são comuns em ambos os casos”.

Dessa feita, resulta clara a possibilidade de se agregar ao processo civil ambiental o instituto da inversão do ônus da prova, mesmo ainda não existindo texto expresso de lei em tal sentido. Dita possibilidade, que abarca também a da inversão dos custos da prova, decorre da aplicação analógica do art. 6º, VIII, do CDC; dos princípios da prevenção; da precaução e do poluidor-pagador.

Em outro raciocínio, Pereira (2001) afirma que além do nexu causal, como já exposto, é preciso ficar provada a existência de um dano ambiental certo e atual. Certo é atributo do dano ressarcível, pois não há de conceber a reparação de “dano meramente hipotético, eventual ou conjuntural, isto é, aquele que pode não vir a concretizar-se” (PEREIRA, 2001, p. 46). Atual, por outro lado, é adjetivo destinado a qualificar o momento da consumação dos fatos, e não tanto o dano em si: pois pode ser objeto de reparação um prejuízo futuro, porém certo no sentido de que seja suscetível de avaliação na data do ajuizamento da ação de indenização.

De qualquer sorte, o grande desafio nas ações ambientais continua sendo a demonstração do dano (avaliação do impacto ambiental e sua qualificação), para o que, muitas vezes, se precisa do concurso de especialistas de diversas áreas da ciência. E, ainda assim, não raro, tem-se deixado de condenar os poluidores, por não se conseguir provar a lesão ou não haver consenso científico em torno de sua existência.

De outro lado, parte-se para as causas que poderão excluir os demandados da responsabilidade pela reparação do dano, os quais utilizam as seguintes defesas:

- licitude da atividade: se a atividade desenvolvida é normal ou lícita. Apesar desse tipo de defesa ter merecido o apoio do renomado jurista Hely Lopes Meirelles, essa é uma linha de defesa

ultrapassada, de modo que a licitude de atividade não se presta para afastar o dever de reparar o dano (ADAMEK, 2000);

- deterioração anterior do meio ambiente: precisamente porque um erro não pode servir de justificativa para outro, pois se deve ter em mente que o fato cumulativo dos agentes poluidores pode manifestar seus efeitos danosos, por vezes, muito tempo depois da sua emissão, desdobrando-se em consequências imprevistas (PASQUALOTTO, 1993);
- caso fortuito e força maior: diversamente do que ocorre em relação as duas defesas expostas anteriormente (em torno das quais há um conceito doutrinário sobre sua inoperância) registra-se no particular acentuado debate. Convém, entretanto, citar o posicionamento de Mazzili (1995, p. 235) a respeito do tema:

Entendemos que, em regra, tanto o caso fortuito como a força maior pode excluir a responsabilidade, fundada ou não na culpa, até, porém, podem eliminar o nexo causal, entre a ação ou omissão de quem se pretende responsabilizar e o resultado lesivo independente, porém, certas atividades de risco supõem responsabilidade de quem as explore, mesmo no caso de força maior ou caso fortuito.

Assim sendo, cumpre levantar quem é o sujeito passivo e a sua solidariedade. Ora, a obrigação de reparar o dano compete ao poluidor, isto é, à pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de deterioração ambiental, conforme dispõe a Lei n. 6.938/1981, arts. 3º, IV e 41, § 1º.

O Direito brasileiro adotou o princípio do poluidor-pagador, segundo o qual o causador da deterioração dos recursos naturais deve ser o responsável principal pelas consequências de sua ação (ou omissão) (BENJAMIM, 1993).

Existindo mais de um causador do dano aplica-se, por óbvio, a regra do art. 942, do Código Civil brasileiro, o qual preceitua que os bens do responsável pela ofensa ou violação do direito de outrem ficam sujeitos à reparação do dano causado; e, se houver ofensa de mais de um autor, todos responderão solidariamente pela reparação.

3.3 Responsabilidade penal

A disciplina básica da responsabilidade penal ambiental encontra-se na Lei n. 9.605/1998. Esse diploma tem o mérito de ser a primeira lei que unificou a responsabilidade penal por infrações ambientais, que anteriormente estava dispersa em várias leis. Inicialmente, é de se consignar que a responsabilidade penal por delitos ambientais está calcada na culpabilidade, e, no entanto, há previsão de responsabilidade de pessoa jurídica (MEZZOMO, 2004).

Uma leitura do art. 2º da referida Lei revela que foi adotada a teoria monista² no que concerne ao concurso de agentes, pois estabelece que: “quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade”. Da mesma forma que o Código Penal, mitiga a aplicação da teoria monista estabelecendo a culpabilidade como coeficiente para a aplicação da pena. Mas grande inovação da legislação reside na responsabilização penal da pessoa jurídica por infrações ambientais. Um direito penal baseado na culpabilidade é uma das grandes conquistas modernas (MEZZOMO, 2004).

A culpabilidade, segundo Mezzomo (2004), está fundamentada na presença de elementos psicológicos que um ente abstrato não pode ter. Quem os tem são sempre os seres humanos que estão por trás dos entes abstratos. Assim, a lei pode comportar o conteúdo que se quer, mas o legislador deve sempre estar atento para aspectos dogmáticos, sob pena de criação de um contrassenso lógico-jurídico. Quem tem ciência dos fatos, dos valores e determina sua conduta de acordo com uma potencial consciência da ilicitude é uma pessoa física. A pessoa jurídica é apenas um ente abstrato, um instrumento da vontade de seres humanos.

A esse respeito, Toledo (2000, p. 91) afirma:

Do que dito, conclui-se que o fato-crime consiste sempre e necessariamente em uma atividade humana, positiva ou negativa, pois a contrariedade ao comando da norma, que concretiza a realização de um tipo delitivo, só se estabelece diante da existência de uma ação ou omissão, que seja fruto de uma vontade, capaz de orientar-se pelo dever-ser da norma.

² Teoria monista: proclama que há único crime para autor e partícipe, ou seja, todos respondem pelo mesmo crime. O Código Penal brasileiro adotou, como regra, a teoria monista.

Por sua vez, Bittencourt (2004) cita o art. 173, § 5º, da Constituição Federal de 1988, onde se abordam punições às pessoas jurídicas compatíveis com sua natureza.

Na visão de Mezzomo (2004), o previsto no art. 225, § 3º, da Constituição Federal de 1988, não pode servir de amparo para a defesa da punição penal de entes abstratos. Uma interpretação sistemática e conjugada dos dois dispositivos, atida na premissa de assegurar a ambos a integridade do texto e a eficácia concreta, implica em que as sanções penais referidas no citado artigo sejam aplicadas de acordo com a compatibilidade lógica em relação à espécie de agente.

No que diz respeito à responsabilidade penal por infrações ambientais, um ponto importante que merece atenção, segundo Mezzomo (2004), concerne ao fato de que nas infrações previstas na Lei n. 9.605/98, as penas de até três anos poderão ser objeto de suspensão condicional (art. 16), quando a regra no Código Penal é de penas de até dois anos – divergindo, portanto, da Lei Maior. Devendo a sentença fixar, sempre que possível, os danos causados, poderá ser utilizada para esse fim a perícia levada a cabo no juízo cível ou mesmo no inquérito civil, instaurando-se o contraditório, como ressalva a lei. É pertinente considerar, segundo o autor, que isso nem sempre será viável, pois o réu poderá questionar aspectos da perícia levada a efeito no inquérito civil que demandaria a realização de nova perícia, por exemplo, o que nem sempre é possível.

A ação é sempre pública incondicionada, podendo haver transação penal, condicionada, porém à prévia reparação do dano ambiental, salvo impossibilidade. Igualmente aplicáveis as disposições do art. 89, da Lei n. 9.099/1995, porém a extinção da punibilidade somente será decretada à vista de laudo que comprove a reparação do dano ou a impossibilidade de fazê-lo, devendo, enquanto não efetuada a reparação, ser prorrogado o prazo de suspensão por até duas vezes (art. 28) (MEZZOMO, 2004).

Sendo condição legal de extinção da punibilidade, é desnecessário referir a reparação do dano com a cláusula da proposta de suspensão condicional do processo. Quanto à fixação da pena, a própria lei fornece as penas aplicáveis e os vetores a serem utilizados na sua quantificação. A condenação demandará,

por certo, a formação de um processo de execução criminal, como ocorreria com a pessoa física (MEZZOMO, 2004).

3.4 Responsabilidade administrativa

Quanto à responsabilidade administrativa, essa decorre de regras próprias e implica um procedimento, *in casu* um processo administrativo próprio. Não tem nenhuma relação direta com a responsabilidade civil ou penal, uma vez que o fundamento das obrigações, embora relacionado a um fato comum, pode não ser o mesmo. Assim, as infrações administrativas encontram um amplo espectro de ocorrência, pois nos termos do art. 70 da Lei n. 9.605/1998, “Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente” (MEZZOMO, 2004).

A constatação e apuração das infrações ambientais serão levadas a efeito pelas autoridades referidas no parágrafo primeiro da Lei n. 9.605/1998, que são “os funcionários de órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, designados para as atividades de fiscalização, bem como os agentes das Capitâneas dos Portos, do Ministério da Marinha”. No caso do Estado do Rio Grande do Sul, tem-se como exemplos de órgãos a PATRAN (Patrulha Ambiental da Brigada Militar, da qual, em Santa Maria há o Batalhão Ambiental) e o DEFAP (Departamento Estadual de Florestas e Áreas Protegidas), além da FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) (MEZZOMO, 2004).

Normalmente, a partir da constatação do dano pelos órgãos de fiscalização ambiental, com a respectiva lavratura do Boletim de Ocorrência Ambiental e do Auto de Infração, já se inicia a apuração das responsabilidades civil e penal, pois cópias desses documentos são encaminhadas ao Ministério Público para abertura do competente inquérito civil, e cópias são remetidas, por esse órgão, para a autoridade policial instaurar o procedimento pertinente (MEZZOMO, 2004).

Na seara administrativa, a constatação da infração pode dar oportunidade à tomada de medidas administrativas prévias como a apreensão de coisas e animais. Mas somente após o processamento do feito na esfera administrativa, sob o pálio do contraditório e da ampla defesa, é lícita a imposição de penalidade. Não há previsão específica de que o resultado de eventual processo civil ou criminal venha a interferir na responsabilidade administrativa, que é independente (MEZZOMO, 2004).

A aplicação de sanções administrativas, segundo Mezzomo (2004), também pode encontrar esteio em normas estaduais e municipais, já que é competência comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, a proteção ao meio ambiente, (art. 23, inc. VI e VII, da Constituição Federal de 1988), havendo competência legislativa concorrente para as questões ambientais (art. 24, inc. VI, da Constituição Federal de 1988).

3.5 Questões de interpretação

A legislação ambiental vigente no Brasil é adequada, mas precisa de constante atualização em razão do desenvolvimento tecnológico. Muitas vezes, o próprio Governo Federal é penalizado pela falta de um sistema eficiente. Em meio a um sistema ainda imperfeito, o Ministério Público (MP) posiciona-se como uma espécie de “ombudsman” da sociedade. A definição é da Procuradora da República da 3ª Região (que abrange os Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul) Maria Luíza Grabner, que valoriza a independência da instituição para agir contra os setores público e privado. Ela aponta como a principal causa de atraso nos processos a apresentação de Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA-Rima) mal feitos e que não atendem à legislação. Segundo a Procuradora, “Tudo o que o MP pede é devido processo de licenciamento, e a disposição primordial é sempre a de viabilizar o desenvolvimento” (ALMEIDA e BAUMER, 2004, p. 40).

Alguns especialistas alegam, no entanto, que o Ministério Público extrapola, algumas vezes, sua competência técnica. A Procuradora assegura que o Ministério Público age somente quando detecta resistência das partes à observação da lei ou há conivência entre empreendedor e governos em prejuízo do meio ambiente. “Os piores degradadores são os governos estaduais e federal, que usam de truculência, por ser Estado, e licenciam a si próprios”, afirma Maria Luíza Grabner (ALMEIDA e BAUMER, 2004).

Para fazer com que o licenciamento ambiental realmente contribua para o desenvolvimento sustentável, é vital eliminar a escassez de recursos humanos e tecnológicos por parte dos órgãos licenciadores. O problema é admitido pelo próprio IBAMA, responsável pelo licenciamento de obras com impacto nacional e regional. Segundo Luiz Felipe Kunz Júnior, coordenador da Diretoria de Licenciamento Ambiental, “Em 2002, tínhamos sete técnicos em licenciamento; atualmente, temos mais de 70 servidores, e no próximo concurso, que será realizado até o final do ano, serão preenchidas 155 vagas” (ALMEIDA e BAUMER, 2004, p. 41).

Outra questão importante, segundo Almeida e Baumer (2004), é estabelecer competências claras entre as esferas municipal, estadual e federal. O governo tenta unificar os processos de licenciamento por meio do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), a fim de harmonizar procedimentos e estabelecer critérios comuns. Segundo avaliação do especialista em direito ambiental Antonio Fernando Pinheiro Pedro,

O licenciamento deveria ser uma ferramenta estratégica para o Estado, pois lhe permite planejar e prever investimentos vinculados à sustentabilidade. Mas vemos a questão como alvo de investimentos do governo e o tratamento acaba sendo apenas burocrático (ALMEIDA e BAUMER, 2004, p. 41).

Os caminhos para tornar o sistema eficiente já estão sendo propostos e discutidos. O Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), por exemplo, está firmando um acordo com a Associação Brasileira das Entidades de Meio Ambiente (ABEMA). O objetivo é estimular todas as secretarias estaduais a realizarem parcerias construtivas com o setor privado, assim como acontece na Bahia. Fortalece-se, assim, a

descentralização, pois os Estados têm papel fundamental dentro do sistema, já que recebem a maior demanda de licenciamentos. Cabe ao Governo Federal atuar em projetos de impacto regional e, sobretudo, exercer o papel de formulador. Tanto que se acredita que o Brasil já está maduro para ter um ministério do desenvolvimento sustentável (ALMEIDA e BAUMER, 2004).

3.6 Competência em matéria ambiental

A ideia de Federação pressupõe a cooperação e mútua confiança entre os entes que a compõe. No Brasil, a federalização visou compatibilizar a autonomia local e a dependência do governo central. Novidade mundial em termos de Federação é a inclusão dos Municípios como ente federado, o que ocorreu na República Federativa do Brasil, com a Constituição de 1988. Assim, a Federação está consolidada em três níveis, União, Estados membros, Distrito Federal e Municípios (MORAES, 2010).

São características da Federação, segundo Milaré (2004, p. 347):

[...] a descentralização ou repartição de competências, a participação das ordens jurídicas parciais (entes federados) na ordem jurídica central, materializando a vontade nacional e, finalmente, a possibilidade de autoconstituição, inerente à divisão da soberania.

Assim, predominou a descentralização administrativa: cada ente federado possui sua competência própria, exclusiva, além da que pode ser exercida por todos os entes, cada um em seu nível.

Em matéria ambiental, segundo Moraes (2010), há o que se convencionou chamar de federalismo cooperativo, uma vez que a maioria das matérias relativas à proteção ambiental pode ser disciplinada concomitantemente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

A competência concorrente é a que pode ser exercida por todos os entes federados, independentemente, cada um respeitando a esfera de atuação do outro. Por sua vez, a competência suplementar serve para complementar a

legislação federal, em casos de lacunas ou imperfeições, é exercida pelos Estados e Municípios, e será suplementar em relação às normas gerais, de interesse nacional, que serão elaboradas pela União (MORAES, 2010).

Nesse sentido, Machado (2004, p. 362) assim se posiciona:

A Constituição Federal previu dois tipos de competência para legislar, com referência a cada um dos membros da Federação: a União tem competência privativa e concorrente; os Estados e o Distrito Federal têm competência concorrente e suplementar; e os Municípios têm competência para legislar sobre assuntos de interesse local e para suplementar a legislação federal e estadual.

Ainda, segundo o autor:

Constitui monopólio da União legislar sobre águas, energia, jazidas, minas, outros recursos minerais, atividades nucleares de qualquer natureza (art. 22, CF/88), em relação a estes setores não poderão os Estados e Municípios legislarem de forma suplementar, nem adaptar estas normas às peculiaridades regionais e locais (MACHADO, 2004, p. 362).

A competência dos Estados membros é do tipo residual, ou seja, é competência do Estado o que não lhe for vedado pela Constituição Federal, podendo lei complementar autorizá-los a legislarem sobre matérias privativas da União. Ainda vale mencionar as competências administrativas, que compreendem a execução de tarefas por parte do Poder Público, utilizando para tanto do Poder de Polícia, e as competências legislativas que atribuem a cada ente federado o poder de elaborar leis e atos normativos (MORAES, 2010).

O art. 23, inc. III, VI e VII, da Constituição Federal de 1988, atribuiu competência comum a todos os entes federados, ou seja, União, Estados membros, Distrito Federal e Municípios para administrativamente:

Art. 23. [...]:

III – proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII – preservar as florestas, a fauna e a flora;

A responsabilidade pela proteção do meio ambiente é comum e solidária, cada uma atender às suas necessidades, devendo lei complementar fixar normas de cooperação entre os entes federados, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e bem estar em âmbito nacional, conforme o art. 23, parágrafo único da Constituição Federal de 1988. Dessa forma, enquanto não é editada a lei complementar, cada ente atuará no interesse local, regional ou federal (MORAES, 2010).

Conforme o art. 24, inc. I, VI, VII, da Constituição Federal de 1988, cabe à União, Estados e Distrito Federal legislarem concorrentemente sobre:

Art. 24. [...]:

I – direito [...] urbanístico;

VI – florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

VII – proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagismo;

A competência da União limitar-se-á em elaborar normas de caráter geral, ou seja, que terão aplicabilidade em todo o território nacional. Inobstante a competência sobre normas gerais da União, os Estados poderão legislar de forma suplementar. A competência suplementar dos Estados está adstrita à competência para legislar se adequando à norma geral já existente (MORAES, 2010).

Ainda, inexistindo lei federal, os Estados poderão exercer a competência legislativa plena, por força do art. 24, § 3º, da Constituição Federal de 1988. Na superveniência da lei federal sobre normas gerais, a lei estadual terá suspensa a sua eficácia, no que for contrário àquela. A leitura desavisada do art. 24 da Constituição Federal de 1988 pode levar o intérprete a entender que os Municípios não possuem competência para legislarem sobre a matéria ambiental. Entretanto, não devem ferir a lei federal (MORAES, 2010).

Sobre o assunto, Milaré (2004, p. 349) afirma que: “Se a Constituição conferiu-lhe poder para proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas – competência administrativa –, é óbvio que para cumprir tal missão há que poder legislar sobre a matéria”.

Importante destacar que a Constituição Federal de 1988, em seu art. 30,

inciso I, traz a competência dos Municípios para legislar sobre matéria de interesse local, e isso inclui o meio ambiente local. O inciso II traz a competência para os Municípios legislar supletivamente à legislação federal e estadual sobre proteção ambiental. “Portanto, pode ser objeto de legislação municipal aquilo que seja da conveniência de um quarteirão, de um bairro, de um subdistrito ou de um distrito” (MACHADO, 2004, p. 364). Ainda, segundo o mesmo autor e obra, “A União e os Estados também irão legislar com base em seus interesses – interesse nacional ou federal e interesse estadual –, inobstante a divisão de competência entre esses dois entes não tenha mencionado expressamente o termo interesse”.

Em matéria ambiental, o Município exerce competência administrativa em comum com a União e o Estado, tendo competência legislativa concorrente, ou suplementar, devendo suas normas estar de acordo com as da União e do Estado. Também, a sua competência administrativa não afasta a do Estado e da União. Em suma, a União legislará e atuará em questões de interesse nacional, os Estados em face de interesses regionais e os Municípios estritamente em face dos interesses locais. O modo de atuação de cada ente depende da organização administrativa de cada órgão federal, estadual e municipal.

3.7 Tutela jurisdicional do meio ambiente

Inicialmente, foi a Lei n. 6.938/1981 que conferiu legitimidade ao Ministério Público para atuar, propondo ação de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente. Assim previu o art. 14, § 1º:

Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independente da existência de culpa, indenizar ou reparar danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade.

O Ministério Público da União e dos Estados terá legítima para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

Posteriormente, a Lei de Ação Civil Pública, Lei n. 7.347/1985, reforçou e ampliou a proteção ambiental e o papel do Ministério Público.

Por sua vez, a Constituição Federal de 1988 recepcionou as duas leis anteriores, conferiu ao Ministério Público a defesa de outros interesses difusos e coletivos (art. 129, III), dedicou todo um capítulo ao meio ambiente, ampliando, ainda, a proteção ambiental, conferindo a qualquer cidadão legitimidade para propor ação popular que vise anular ato lesivo ao meio ambiente, dentre outras hipóteses (art. 5, LXXII).

O Código de Defesa do Consumidor, Lei n. 8.078/1990, definiu os interesses metaindividuais e estabeleceu uma aplicação conjunta, em matéria processual, com a Lei da Ação Civil Pública.

Finalmente, em 1998, a Lei n. 9.605/1998, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais, completou o ciclo de proteção integral ao meio ambiente nas esferas administrativa, civil e penal.

3.8 Ação civil pública em matéria ambiental

A ação civil pública pode ser entendida como ação ajuizada pelo Ministério Público e demais co-legitimados para a defesa de interesses difusos, coletivos e individuais homogêneos em juízo. Encontra previsão legal na Constituição Federal de 1988, art. 129, III, na Lei n. 7.347/1985, Lei Orgânica Nacional do Ministério Público, Lei n. 8.625/1993, art. 25, Lei Paulista do Ministério Público, Lei Complementar 734/1993, art. 103, VIII.

A principal diferença entre interesses difusos e coletivos está na titularidade, ou seja:

- interesses difusos – titularidade: pessoas indeterminadas (art. 81, I do Código de Defesa do Consumidor);
- interesses coletivos – titularidade: pessoas integrantes de grupo, categoria ou classe (art. 81, III do Código de Defesa do Consumidor);
- não pode ser usada para amparar direitos individuais puros.

Sobre os fins da ação civil pública, Silva (1998, p. 221) faz as seguintes considerações:

O objeto mediato da ação, portanto, consiste na tutela do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, do direito do consumidor e dos bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (art. 1º da Lei 7.347/85), que, em face da Constituição vigente, não podem mais ser considerados meros interesses difusos, mas formas de direitos humanos fundamentais, ditos de terceira geração. O objeto imediato será a condenação em dinheiro ou o cumprimento de obrigação de não fazer (art. 3º).

Segundo o art. 1º da Lei n. 7.347/1985, a ação civil pública é adequada para a proteção dos direitos ou interesses difusos ou coletivos referentes, dentre outros, ao meio ambiente.

3.8.1 Legitimação ativa na ação civil pública

- a) Ministério Público;
- b) Defensoria Pública;
- c) União, Estados, Distrito Federal e Municípios;
- d) Autarquias;
- e) Empresas públicas;
- f) Fundações;
- g) Sociedade de economia mista;
- h) Associações.

A legitimação ativa na ação civil pública é concorrente e extraordinária. Assim, os legitimados não se excluem e existe a possibilidade de uma terceira pessoa pleitear em juízo o direito ou interesses alheios.

3.8.2 Legitimação passiva

- a) Pessoa física ou jurídica
- b) Pessoa de direito público ou privado

3.8.3 Foro competente

O local do dano (art. 2).

3.8.4 Objeto da condenação

Terá por objeto a condenação em dinheiro ou o cumprimento de obrigação de fazer ou não fazer.

3.8.5 Coisa julgada

A sentença fará coisa julgada *erga omnes* – efeitos serão para todos – art. 16 da Lei n. 7.347/1985. Se, contudo, a ação for julgada improcedente por insuficiência de provas, qualquer legitimado poderá intentar outra ação com idêntico fundamento, mas com novas provas.

3.9 Inquérito civil (art. 8, § 1º da Lei n. 7.347/1985)

O inquérito civil é um procedimento administrativo investigatório com caráter pré-processual que se realiza extrajudicialmente, a cargo do Ministério Público, e se destina a colher elementos para eventual propositura da ação civil

pública ou coletiva. É uma investigação que se destina a colher elementos de convicção para promoção de ação civil pública. Não é obrigatório, podendo ser dispensado se o promotor de Justiça já tiver em mãos os elementos para propor a ação principal.

Na falta de elementos para propositura da ação o Promotor de Justiça pode promover o arquivamento sem intervenção judicial, devendo apenas, no prazo de três dias, encaminhar os autos à apreciação do Conselho Superior do Ministério Público. Nada impede a propositura de ação por parte dos demais legitimados.

3.10 TAC – Termo de ajustamento de conduta (art. 5, § 6º, da Lei n. 7.347/1985)

O TAC é um acordo extrajudicial, geralmente realizado na fase do inquérito civil, que versa sobre a composição do dano ambiental na esfera coletiva de modo que os lesados individualmente continuem com acesso direto à jurisdição. Somente os órgãos públicos estão legitimados a celebrar o acordo (Ministério Público e pessoas políticas de direito público interno).

A lei não exige homologação judicial para o TAC, porém se a transação versar sobre interesses difusos, coletivos ou individuais homogêneos que estejam sendo objeto de discussão em juízo, nesse caso deverá haver a homologação judicial para o ajuste produzir o efeito de extinguir o processo, nada obsta que seja efetivado em juízo no próprio processo.

O produto da condenação em dinheiro não beneficia o autor da ação, mas é recolhido a um fundo destinado à recuperação ou à reconstituição dos bens lesados (art. 13, LACP). Na condenação da obrigação de fazer ou não fazer, o juiz determinará o cumprimento da prestação da atividade devida ou cessação da atividade nociva, sob pena de execução específica, ou de cominação de multa diária.

3.11 Ação popular em matéria ambiental

A ação popular é um remédio que nasce da necessidade de se melhorar a defesa do interesse público e da moral administrativa e encontra amparo no art. 5, LXXIII da Constituição Federal de 1988 e na Lei n. 4.717/1965 (CHIUVITE, 2007), que trata da ação popular em caso de ações lesivas ao patrimônio da União.

A ação popular é o instrumento jurídico por meio do qual o cidadão visa evitar ou anular ato lesivo ao patrimônio público ou de entidade de que o Estado participe, ou ato que atente à moralidade administrativa, ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural. É um meio de participação política extremamente importante (CHIUVITE, 2007).

Instituto previsto pela Lei n. 4.717/1965, recepcionado pela Constituição Federal de 1988, verifica-se que possui sistemática própria, tendo seu objeto de ação alargado, podendo ser utilizada para a proteção ambiental também, a partir de 1988.

3.11.1 Legitimação ativa

O sujeito ativo é o cidadão (art. 1º da Lei n. 4.717/1965), pessoa física titular e no gozo dos direitos políticos que pode ser: brasileiro nato ou naturalizado; português equiparado, no pleno exercício de seus direitos políticos.

3.11.2 Legitimação passiva

O sujeito passivo vem determinado pelo art. 6º da Lei n. 4.717/1965, podendo a ação ser proposta contra: as pessoas públicas ou privadas e as entidades referidas no art. 1º, contra as autoridades, funcionários ou administradores que houverem autorizado, aprovado, ratificado ou praticado o ato impugnado, ou que, por omissas, tiverem dado oportunidade à lesão, e contra os beneficiários diretos do mesmo.

Diz o parágrafo primeiro que, se não houver benefício direto do ato lesivo, ou se for ele indeterminado ou desconhecido, a ação será proposta somente contra as outras pessoas indicadas nesse artigo.

Assim, o Ministério Público acompanhará a ação, cabendo-lhe apressar a produção da prova e promover a responsabilidade, civil ou criminal, dos que nela incidirem, sendo-lhes vedado, em qualquer hipótese, assumir a defesa do ato impugnado ou dos seus autores.

“É facultado a qualquer cidadão habilitar-se como litisconsorte ou assistente do autor da ação popular” (art. 6º, § 5º, da Lei da Ação Popular, Lei n. 4.717/1965).

3.12 Mandado de segurança em matéria ambiental

A Constituição Federal de 1988 dispôs acerca do instituto do mandado de segurança, da seguinte forma:

Art. 5º [...]

[...]

LXIX - conceder-se-á mandado de segurança para proteger direito líquido e certo, não amparado por habeas corpus ou habeas data, quando o responsável pela ilegalidade ou abuso de poder for autoridade pública ou agente de pessoa jurídica no exercício de atribuições do Poder Público³;

³ Art. 1º (Lei n. 12.016, de 7 de agosto de 2009) "Conceder-se-á mandado de segurança para

LXX - o mandado de segurança coletivo pode ser impetrado por:

- a) partido político com representação no Congresso Nacional;
- b) organização sindical, entidade de classe ou associação legalmente constituída e em funcionamento há pelo menos um ano, em defesa dos interesses de seus membros ou associados⁴.

Muitos autores conduzem a existência do mandado de segurança ao surgimento da *class action* norte-americana (GIDI, 2007). De outro lado, a doutrina processualista brasileira atribui a existência do mandado de segurança ao chamado *judicio de amparo* do direito mexicano (BUZAID, 2002).

Por sua vez, Nery Junior (2004, p. 94), ensina que:

Quer com a evolução das “seguranças reais” do direito reinol, ou com o tratamento dado pela doutrina mais antiga à “posse dos direito pessoais”, o fato é que o mandado de segurança tem mesmo origem no antigo direito luso-brasileiro, havendo recebido, contudo, influência do *judicio de amparo* do direito mexicano e dos *writs* do direito anglo-saxão.

O mandado de segurança foi criado, preliminarmente, como o instrumento necessário para tutelar os direitos que não são amparados pelo *habeas corpus*, ou seja, seu caráter é eminentemente subsidiário, destinando-se às causas cíveis. Segundo Arruda Alvim (2004, p. 12):

Pode-se dizer que, na realidade, entre nós constitui-se o Mandado de Segurança num desdobramento operativo e processual da figura do *Habeas Corpus*, criado que foi como instrumento especificamente destinado à proteção de assuntos não respeitantes ao direito penal.

Nesse sentido, o mandado de segurança sobreveio publicado na Constituição Federal de 1934, e assim se deu sucessivamente nas Constituições, até a Constituição Federal de 1988. Acontece que, em todos os textos explicitavam o termo “individual”, ou seja, uma única pessoa em nome

proteger direito líquido e certo, não amparado por *habeas corpus* ou *habeas data*, sempre que, ilegalmente ou com abuso de poder, qualquer pessoa física ou jurídica sofrer violação ou houver justo receio de sofrê-la por parte de autoridade, seja de que categoria for e sejam quais forem as funções que exerça”.

⁴ Art. 21. (Lei n. 12.016, de 7 de agosto de 2009) "O mandado de segurança coletivo pode ser impetrado por partido político com representação no Congresso Nacional, na defesa de seus interesses legítimos relativos a seus integrantes ou à finalidade partidária, ou por organização sindical, entidade de classe ou associação legalmente constituída e em funcionamento há, pelo menos, 1 (um) ano, em defesa de direitos líquidos e certos da totalidade, ou de parte, dos seus membros ou associados, na forma dos seus estatutos e desde que pertinentes às suas finalidades, dispensada, para tanto, autorização especial".

próprio poderia exercer a tutela. Somente a partir do texto constitucional da Emenda 1/69 é que foi abolida essa terminologia, acolhendo então o vocábulo “coletivo” (art. 5º, LXX, CF/88), designando a abertura do sistema processual da legitimidade ativa do *writ*, ou decisão judicial.

Vislumbrou-se que a mudança circunstancial foi no aspecto da legitimidade para ajuizá-lo. Pois, legítimo é aquele que tem o direito líquido e certo, não amparado por *habeas corpus*, em sua individualidade. Já no mandado de segurança coletivo, legítimos são aqueles que a própria lei estabelece como tais, demonstrando que o rol de legitimado não é taxativo, mas sim exemplificativo (*numerus apertus*) (VIEIRA, 2008).

No que condiz à cognição da ação ambiental, Watanabe (1987, p. 85), esclarece que ela é:

[...] prevalentemente um ato de inteligência, consistente em considerar, analisar e valorar as alegações e as provas produzidas pelas partes, vale dizer, as questões de fato e as de direito que são deduzidas no processo e cujo resultado é o alicerce, o fundamento do *judicium*, do julgamento do objeto litigioso do processo.

Portanto, quando se estiver diante de um processo onde se encontra amplo contraditório e instrução de provas, estar-se-á diante da cognição exauriente (delongada, procrastinada). De outro lado, versando a prestação jurisdicional estatal sobre tutelas sem a necessária cognição delongada, ou seja, tutelas de urgência, estar-se-á diante da cognição sumária (mais rápida e célere). Desse modo, o mandado de segurança coletivo ambiental pode encontrar-se diante de uma cognição exauriente (quando a demonstração do direito líquido e certo perfaz necessária para que a fruição do direito se dê), como também é possível se vislumbrar o *writ* em uma cognição sumária (quando a tutela é de urgência, prescindindo de uma medida liminar) (VIEIRA, 2008).

Por se tratar de sentença com efeitos destinados a exaurir ordens de fazer ou não fazer, a decisão em sede de mandado de segurança coletivo ambiental é eminentemente mandamental. Nesse sentido, Arruda Alvim (2008, p. 660) manifesta-se da seguinte maneira:

O comando mandamental, em nosso sentir, é significativo de que se agrega ao efeito da decisão uma ordem, categórica, para o destinatário desta, a esse mandamento submeter-se. De certa forma, se na execução, propriamente dita, praticam-se atos materiais substitutivos da vontade do executado, na mandamentalidade a realização do direito depende dessa vontade; ou talvez, mais comumente de vergar e submeter essa vontade. Nessa medida, ou, diante dessa contingência, é necessário quebrar essa vontade do destinatário do mandamento. Pretender-se que alguma coisa se cumpra ou que uma ordem seja obedecida, sem correspondente sanção, ou sem a correspondente possibilidade de sanção, é manifesta ingenuidade.

Assim, na sentença pode haver todos os outros tipos de efeitos já englobados pela doutrina, quais sejam, declaratória, condenatória, constitutiva, e executiva. Porém, é inerente a sentença o efeito mandamental, posto que a emanção de mandamento do Estado tenha-se por essência um ato de império.

Se procedente o pedido consubstanciado no mandado de segurança coletivo ambiental, ter-se-á coisa julgada material, que de acordo com Liebman (2003, p. 54):

[...] a autoridade da coisa julgada, que se pode definir com precisão, com a imutabilidade do comando emergente de uma sentença. Não se define ela simplesmente com a definitividade e intangibilidade do ato que pronuncia o comando; é, pelo contrário, uma qualidade mais intensa e mais profunda, que reveste o ato também e seu conteúdo e torna assim imutáveis, além do ato em sua existência formal, os efeitos, quaisquer que sejam o próprio ato.

Mais do que a coisa julgada material (art. 469, CPC), reveste-se a sentença de efeitos *erga omnes*, isto é, a destinação de toda a ordem emanada do Poder Judiciário é concedida a todos, indistintamente, porque o objeto atingido pelo efeito da sentença não tem determinado número de pessoas, mas sim a universalidade de seres humanos (VIEIRA, 2008).

3.13 Mandado de injunção em matéria ambiental

Em relação ao mandado de injunção, entende-se ser possível a sua utilização com o intuito de garantir a proteção ambiental. Assim, se se estiver diante de um caso de falta de norma regulamentadora referente à matéria

ambiental e essa omissão normativa estiver tornando inviável o exercício de direito e liberdades constitucionais e prerrogativas inerentes à nacionalidade, soberania ou cidadania, poderia ser impetrado mandado de injunção para pleitear a regulamentação, sob pena de ofensa à Constituição Federal por omissão.

3.14 ADIN de lei ou ato normativo em matéria ambiental

Observada a legitimação prevista pelo art. 103 da Constituição Federal de 1988, será possível a propositura de uma ação direta de inconstitucionalidade contra lei ou ato normativo federal ou estadual que esteja ofendendo a Constituição Federal no tocante às disposições sobre o meio ambiente. Nesse caso, a finalidade é proteger o ordenamento jurídico como um todo, visando retirar do sistema a lei ou ato que contraria a Lei Maior.

3.15 O papel dos municípios na questão ambiental

A introdução dos Municípios como membro da Federação veio acompanhada de várias responsabilidades, por meio de atribuições próprias (art. 30 da Constituição Federal de 1988) e comuns com os Estados e União, elencadas na Constituição Federal (art. 23) (MORAES, 2010).

Dentre as atribuições dos Municípios encontra-se a proteção ambiental, que deverá ser exercida por todos os entes federados, devendo zelar pela conservação e proteção do meio ambiente, combatendo a poluição em qualquer de suas formas (art. 23, VI), e preservando florestas, fauna e flora (art. 23, VII) (MORAES, 2010).

Entendem alguns governos municipais que podem legislar sobre matéria ambiental, mesmo que seja em desacordo com o que estabelece a lei federal, única instância com permissão constitucional para legislar sobre este tema.

O Poder de Polícia ambiental, exercido pelo Município, permite criar mecanismos jurídicos de controle ambiental, fixando sanções, inclusive normas de licenciamento ambiental, mecanismo fundamental para a proteção do ambiente no combate à poluição. Nesse sentido, importantes as palavras de Machado (2004), pertinente ao conceito de poder de polícia ambiental, ou seja:

Poder de polícia ambiental é a atividade da Administração Pública que limita ou disciplina direito, interesse ou liberdade, regula a prática de ato ou a abstenção de fato em razão de interesse público concernente à saúde da população, à conservação dos ecossistemas, à disciplina da produção do mercado, ao exercício de atividades econômicas ou de outras atividades dependentes de concessão, autorização/permissão ou licença do Poder Público, de cujas atividades possam decorrer poluição ou agressão à natureza (MACHADO, 2004, p. 308-309).

Dessa forma, os Municípios podem legislar suplementarmente à legislação federal e estadual em matéria ambiental, garantindo a preservação do interesse local, como também podem exercer a ação repressiva de combate à poluição, não havendo óbice ao exercício do licenciamento ambiental. Deve-se, porém esclarecer à opinião pública quais as limitações de tal suplementação legal.

De acordo com Moraes (2010), compete aos Municípios, nos termos do art. 30, legislar sobre assuntos de interesse local e promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Em alguns casos, mesmo fora do balizamento estabelecido nesse artigo, aos Municípios é permitido constituir guardas municipais destinadas a proteger-lhes os bens (art. 144, § 8º). Se os municípios são proprietários de bens ambientais (parques e praças) podem, por isso mesmo, criar guardas ambientais destinadas a zelar por eles.

Essa iniciativa tenta definir, em termos de política ambiental, o que pode ser considerado de interesse local para os fins do art. 30, inciso I, da Constituição Federal de 1988. Refere-se a vários itens entre os quais a preservação, conservação e recuperação dos rios e matas ciliares, além do cumprimento de normas de segurança referentes à armazenagem, transporte e manipulação de produtos, materiais e rejeitos perigosos e/ou tóxicos (MORAES, 2010).

A Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, também atribuiu aos municípios o poder de polícia ambiental para aplicar sanções previstas nesta lei, para casos de infração aos seus artigos. Os Municípios vêm se adaptando aos novos tempos e à proteção do meio ambiente, especialmente, na elaboração do Plano Diretor (MORAES, 2010).

Segundo Moraes (2010), o Município tem o dever de defender e preservar o meio ambiente e, conforme dispõe o art. 225 da Constituição Federal de 1988, preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente; proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

Nesse sentido, Meirelles (1991, p. 121) assim se manifesta:

Muitas, entretanto, são as atividades que, embora tuteladas ou combatidas pela União e pelos Estados membros deixam remanescer aspectos da competência local, e sobre os quais o Município não só pode como deve intervir, atento a que a ação do Poder Público é sempre um poder-dever. Se o Município tem o poder de agir em determinado setor, para amparar, regulamentar ou impedir uma atividade útil ou nociva à coletividade, tem, corretamente, o dever de agir, como pessoa administrativa que é, armada de autoridade pública e de poderes próprios para a realização de seus fins.

Assim, tanto a União, quanto os Estados e os Municípios são titulares do exercício do poder de polícia, já que todos possuem competência para atuar na sua respectiva área. Sob um critério abstrato e difuso, a competência para a imposição de uma sanção administrativa (exercício do poder de polícia) é da própria Administração (MORAES, 2010).

3.16 Gestão ambiental

Em consonância com a Carta Constitucional de 1988, diversas normas vêm prevendo a atuação dos Municípios na gestão ambiental, a exemplo do

Estatuto da Cidade (Lei Federal n. 10.257, de 10 de julho de 2001) que dispõe que o EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental, valiosa arma usada na tutela preventiva do meio ambiente, é um dos instrumentos da política urbana (MORAES, 2010).

Tratando-se de gestão ambiental,

[...] o Poder Público passa a figurar não como proprietário dos bens ambientais, mas como gestor ou gerente, que administra bens que não são dele, e por isso, deve explicar convincentemente sua gestão. Essa concepção jurídica vai conduzi-lo a ter que prestar contas, sobre a utilização dos bens de uso comum do povo (MILARÉ, 2004, p. 91).

Pode-se mencionar a Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997, que em seu art. 6º, estabeleceu que compete ao órgão municipal o licenciamento de empreendimentos e atividades causadoras de impactos ambientais locais e daquelas que lhes forem delegadas pelo Estado (MORAES, 2010).

Na atuação pública constata-se que a esfera estadual é realmente, na maioria das vezes, a grande atuadora na questão socioambiental, legislando, regulando e controlando as atividades que tenham impacto sobre o ambiente. O âmbito federal resume-se a criar leis que subsidiem a atuação estadual e definir incentivos não muito claros e reservas ecológicas.

Ocorre que, para desempenhar seu papel de gestor do meio ambiente, os Municípios devem estar organizados. O Poder Público municipal deve preocupar-se em instituir o Sistema Municipal do Meio Ambiente – SISMUMA –, relativamente dentro dos mesmos padrões do Sistema Nacional do Meio Ambiente.

O SISMUMA pode ser considerado um conjunto de estrutura organizacional, diretrizes normativas e operacionais, implementação de ações gerenciais, relações institucionais e interação com a comunidade. Tal sistema reclama base legal e mecanismos gerenciais que lhe garantam legitimidade, eficiência e eficácia para que as intervenções feitas sob sua inspiração venham a adequar-se ao tratamento correto da questão ambiental, no que se refere ao município, e ao tratamento do meio ambiente como patrimônio da coletividade (MORAES, 2010).

A Lei n. 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, criou o Licenciamento Ambiental, tendo-o como um de seus instrumentos necessários “à preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (MORAES, 2010).

Ocorre que a referida lei, inobstante a sua evolução jurídica, não incluiu no seu texto a competência dos Municípios para exercerem o licenciamento ambiental, mesmo após sua atualização, pela Lei Federal n. 7.804/1989. Vindo somente a ser legitimada a competência dos Municípios em licenciamento ambiental por meio da Resolução 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, um dos instrumentos mais importantes da política ambiental (MORAES, 2010).

Machado (2004) entende como inconstitucional o art. 6º da resolução do CONAMA, que atribui competência aos Municípios a procederem ao licenciamento ambiental, nesses termos:

Art. 6º. Compete ao órgão de licenciamento ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio (CONAMA, art. 6º).

Segundo Moraes (2010), o doutrinador fundamenta o seu entendimento no fato da Lei n. 6.938/1981, art. 8º, dispor que: compete ao CONAMA “estabelecer mediante proposta ao IBAMA, normas e critérios para o Licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA”. Para ele a competência é apenas e tão somente para estabelecer normas e critérios que serão seguidos pelo Estado e pela União, por meio de seus órgãos, e não atribuir competência.

Dessa forma:

O inciso é solar em sua redação, mostrando que instituir “normas e critérios para o licenciamento” não se confunde com atribuir

competência para os entes federativos licenciarem. [...] Uma resolução federal não pode alterar uma lei federal. Sob todos os ângulos em que se vejam esses quatro artigos (art. 4º, 7º, 8º e 10º da Lei 6.938/81), constata-se a invasão de competência e quebra de hierarquia administrativa, acarretando o vício de inconstitucionalidade e ilegalidade dos arts. 4º e 7º da resolução inquinada (MACHADO, 2004, p. 308-309).

Na verdade, o CONAMA chegou ao entendimento que, se o Município tem competência constitucionalmente estabelecida, especialmente para legislar sobre assuntos de interesse local e complementar a legislação federal e estadual no que couber, os Municípios podem, perfeitamente, criar por lei específica, a figura do licenciamento ambiental. Caso contrário, estaria diante de uma celeuma e insegurança jurídica de caráter nacional, obviamente em detrimento do próprio ambiente a ser protegido, uma vez que a administração local é a que possui mais condições de detectar a degradação ambiental (MORAES, 2010).

Os Municípios são os agentes primários e principais no controle da poluição e da degradação ambiental, sobretudo se for levado em consideração que todo impacto ambiental em princípio é impacto local. Caso a degradação se alastre para além dos Municípios, a competência será federal ou estadual, dependendo do caso. Portanto, é imprescindível a participação de todos os entes federados em prol do meio ambiente ecologicamente equilibrado. A atribuição constitucional para a proteção do meio ambiente não é uma faculdade da administração municipal, mas uma obrigação (MORAES, 2010).

Ao Poder Público, portanto, seja qual for a esfera da Federação, são dados amplos poderes para atuar na defesa do meio ambiente (flora, fauna, poluição etc.). Dessa forma, os assuntos de interesse nacional ficam sujeitos à regulamentação e policiamento da União; as matérias de interesse regional sujeitam-se às normas e à polícia estadual; e os assuntos de interesse local ao policiamento administrativo municipal. Assim também é que, embora a competência legislativa sobre meio ambiente seja expressamente da União e dos Estados, o Município, ao identificar seu interesse local, pode exercer sua competência através do exercício do poder de polícia ambiental e editar normas locais, objetivando garantir a saúde e o bem estar de sua população (MORAES, 2010).

Segundo Moraes (2010), a principal responsabilidade da Administração Municipal é coordenar as ações e desenvolver, em conjunto com a sua comunidade, um pensamento ambiental coerente, visando à implantação de normas que permitam controlar a deterioração ambiental e buscar a necessária reabilitação das áreas mais afetadas. Assim, deve assumir integralmente a sua missão de guiar o desenvolvimento ecologicamente equilibrado de sua comunidade, com base em critérios de equidade social, desenvolvimento econômico e proteção ambiental.

Embora a Constituição Federal de 1988, em seu art. 23, tenha elencado as matérias de competência concorrentes entre a União e Estados membros, para legislarem sobre direito urbanístico, floresta, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, proteção do meio ambiente e controle da poluição, os Municípios também a possuem, em matéria de interesse estritamente local. Mesmo não constando os Municípios como legitimados a legislarem sobre essas matérias, eles não estão impedidos de fazê-lo em se tratando de questões de seu interesse e nem suplementarmente, sobretudo acerca das coisas que acontecem em seu território, bem como de interesse direto de sua população (MORAES, 2010).

O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todos, e sua manutenção é dever de toda a coletividade e do Poder Público, cabendo a este o exercício do poder de polícia para defendê-lo em todas as esferas, bem como cabe ao Município proceder à fiscalização das atividades que forem passíveis de causar impacto ambiental local.

Também, em relação ao licenciamento ambiental restou evidente a possibilidade de os Municípios realizarem-no, em se tratando de questão local, através de lei válida que o inclua em sua competência, utilizando para tanto, da Constituição Federal, que o autoriza a legislar em interesse local e complementar a legislação federal e estadual, como também se valendo da Resolução 237/97 (MORAES, 2010).

Deve-se entender que os Municípios têm competência para legislar supletivamente em termos de normas ambientais, como também o dever legal de proteger o meio ambiente. Devendo eles incluir, cada vez mais, na gestão das coisas públicas, a proteção ao meio ambiente, preservando-o para as

presentes e futuras gerações. No entanto, deve-se esclarecer, tanto à população, quanto aos técnicos que atuam no setor, e também aos agentes dos órgãos executivos, legislativos e judiciários, quais as limitações que deva-se atribuir a essas competências de se legislar supletivamente, posto que pode ocorrer, como se observa, que os municípios assumam a atribuição de legislar, mesmo ao arrepio da legislação federal sobre a matéria ambiental.

4 GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL NOS PLANOS DIRETORES MUNICIPAIS

A análise ambiental é o elo entre as contribuições das diversas disciplinas específicas, e o levantamento e monitoramento ambiental nos mais diversos instrumentos de gestão e planejamento. Um desses instrumentos, que vêm sendo cobrados cada vez mais intensamente do Município, é o Plano Diretor, por exigência e normas regidas pelo Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10.257/2001, prevista no art. 182 da Constituição Federal de 1988, que fixa as diretrizes e dispõe a respeito das competências da União sobre a política urbana, e estabelece também as atribuições aos outros níveis de poder (BERNARDI, 2006).

O Estatuto da Cidade, em várias normas, procura combater a agressão ao meio ambiente, como quando ordena, em seu art. 2º, que a:

[...] política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana [...] tendo como diretrizes gerais: a garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, aos transportes e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações; [...] planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos ao meio ambiente.

Com a criação desse Estatuto, os Planos Diretores, que deixaram de ser apenas urbanos e passaram a entender o Município como um todo e abrangem, portanto, as áreas urbanas e rurais, veem a necessidade crescente do uso de geotecnologias na sua elaboração, como ferramenta necessária de apoio à decisão da sua equipe técnica de elaboração e dos gestores municipais, no real fornecimento das informações imprescindíveis às decisões político-administrativas, responsáveis pelo ordenamento das mais diversas atividades desenvolvidas no município.

Muitos municípios foram planejados sem se levarem em consideração as características naturais onde o município se situa e sem o devido mapeamento,

hoje proporcionado pelas geotecnologias. As geotecnologias constituem-se em um conjunto de ciências e técnicas para a análise espacial dos fenômenos sobre a superfície terrestre, as quais têm sido utilizadas com muita eficiência e eficácia nos mais diversos campos de estudo.

O desenvolvimento vertiginoso da tecnologia computacional, associado à demanda exponencial de dados ambientais, ao mesmo tempo em que se proliferam e se agravam os problemas ambientais, assim como as consequências derivadas da necessidade de se conseguir melhor uso dos recursos naturais, tem impulsionado as atividades e a ciência do geoprocessamento, e o crescente e sólido desenvolvimento de Sistemas Geográficos de Informação (SGI), ou também chamados de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Um Sistema Geográfico de Informação é um conjunto organizado de equipamento, programa computacional e dados georreferenciados, desenvolvido para capturar, integrar, atualizar, manipular, analisar, criar e apresentar todos os tipos de informações geograficamente referenciadas (ANDRADE; SOUZA, 2008, CD-ROM).

De acordo com Burrough e McDonnell (1998), o SGI é mais que um simples automatizador de tarefas existentes, ele propicia ambos, um arquivo de dados espaciais na forma original e uma ferramenta para exploração de interações entre processos e modelos em fenômenos espaciais e temporais. O aspecto mais importante no estabelecimento do SGI, bastante funcional e acessível, é a organização do banco de dados georreferenciados e a capacidade de integração de temas especializados de diversas origens, na busca de informações importantes para as tomadas de decisão. Profissionais de várias áreas do conhecimento, desde que se dediquem a seu aprendizado e exploração de seus potenciais, podem se utilizar desse moderno meio de soluções para questões que se baseiam em eventos espacialmente localizados.

O geoprocessamento focaliza, primordialmente, o levantamento e a análise de situações ambientais representadas por conjuntos de variáveis georreferenciadas e integradas em uma base de dados digitais. Necessita, por definição, contar com uma base cartográfica confiável sobre a qual coligará seus dados, o que demanda conhecimentos sobre cartografia automatizada.

Para realizar geoprocessamento é necessário gerar-se aprimorada base de dados georreferenciada, específica em SIG, processo esse conhecido como cartografia automatizada. Conforme Burrough e McDonnell (1998) há, em geral, muitos dados geográficos disponíveis, em formato analógico ou digital, como mapas, fotografias aéreas, imagens de satélites ou tabelas. Em geral, são três as formas de se criar base de dados espaciais: adquirir dados digitais de uma instituição produtora ou fornecedora, digitalizar dados originais em formato analógico, ou gerar seu próprio banco de dados por meio de levantamentos. Em qualquer um desses, exige-se que os dados sejam georreferenciados para um sistema de coordenadas apropriadas e aceitáveis.

Dessa forma, para possibilitar nos Planos Diretores as atividades de análises ambientais, o zoneamento, o planejamento e a gestão dos recursos ambientais territoriais do meio urbano e rural, e assim estabelecer metodologias para melhor efetuar o uso mais racional e eficiente dos espaços e regiões, é imperioso o incentivo à aplicação de instrumentos de geoprocessamento, por serem esses capazes de fornecer informações completas, precisas (em função da base de dados disponível) e atualizadas, permitir a manipulação eficiente desses dados, e conduzir à tomada de decisão para que se atinjam os objetivos definidos por programas de gerenciamento ambiental. Dessa forma, o geoprocessamento pode orientar o planejador nas mais diversas decisões que irão definir os rumos que o Município deve tomar como, por exemplo, as áreas propícias à expansão urbana, locação de cemitérios, distritos industriais, aterros sanitários, áreas de lazer, construção de casas populares, entre outros, de forma que o impacto ocasionado por essas atividades, assim como o ônus ao dinheiro público, seja o menor possível.

Conforme a ideia de Xavier da Silva e Carvalho Filho (1993), o geoprocessamento não deve ser entendido apenas como uma técnica de produção de mapas temáticos, áreas de *buffers*⁵, medidor de distâncias e outros artifícios específicos de análise topológica. Deve ser entendido também como base metodológica para uma análise ambiental. Refletindo como uma produção de excelentes artifícios para extração de informações ambientais,

⁵ Em Ciências da Computação, áreas de *buffers* são as regiões de proximidades no entorno a pontos significativos, ou às margens de linhas ou polígonos. APP são exemplos, para rios.

como mérito no uso. As técnicas de geoprocessamento não devem ser meros exercícios demonstrativos e sim instrumentos geradores de informações ambientais necessárias de apoio à decisão.

4.1 Geoestatística (análise espacial de dados)

Atualmente, a geoestatística é um nome associado a um conjunto de técnicas utilizadas para analisar e inferir valores de uma variável distribuída no espaço ou tempo (CÂMARA et al., 2004).

Segundo os autores, a geoestatística é um ramo da estatística que une o conceito de variáveis aleatórias com o conceito de variáveis regionalizadas, gerando um novo conceito de funções aleatórias, que são, posteriormente, processadas por aplicativos computacionais. Através dessas técnicas, dentre as quais se destacam a krigagem e a simulação estocástica, é possível calcular um valor de uma dada propriedade (fácies, permeabilidade, porosidade, etc.) para cada centro da célula de uma malha tridimensional, valor esse condicionado aos dados existentes (dados de poços, sísmica, etc.) e a uma função de correlação espacial entre esses dados.

Em várias áreas das Ciências da Terra, as variáveis não apresentam um padrão de distribuição requerido pela estatística clássica como normalidade e independência dos dados. Os modelos da estatística clássica estão geralmente voltados para a verificação da distribuição de frequência dos dados, enquanto a geoestatística incorpora a interpretação da distribuição estatística, assim como a correlação espacial das amostras. Esse aspecto da geoestatística está intimamente associado com a distribuição estatística dos dados no espaço.

Assim os métodos geoestatísticos fornecem um conjunto de ferramentas para entender uma aparente aleatoriedade dos dados, mas com possível estruturação espacial, estabelecendo, desse modo, uma função de correlação espacial. Essa função representa a base da estimativa da variabilidade espacial em geoestatística.

Kriging, também traduzido como Krigagem, é um método de regressão usado em geoestatística para aproximar ou interpolar dados. A teoria de Kriging foi desenvolvida a partir dos trabalhos do seu inventor, Daniel G. Krige, pelo matemático francês Georges Matheron, no começo dos anos 1960. Na comunidade estatística, também é conhecido como “Processo Gaussiano de Regressão”. A estimação com base em apenas um atributo insere-se no âmbito de Krigagem; a estimação de uma Krigagem pode ser entendida como uma predição linear ou uma forma de inferência bayesiana. Parte do princípio que pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais parecidos do que pontos mais afastados. A técnica de Krigagem assume que os dados recolhidos de uma determinada população se encontram correlacionados no espaço. Isto é, se num aterro de resíduos tóxicos e perigosos a concentração de Zinco num ponto p é x , é muito provável que se encontrem resultados muito próximos de x quanto mais próximos se estiver do ponto p (princípio da geoestatística). Porém, a partir de determinada distância de p , certamente não se encontrarão valores aproximados de x porque a correlação espacial pode deixar de existir.

Considera-se que o método de Krigagem do tipo BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator* – Melhor Estimador Linear não-Viciado) é linear porque as suas estimativas são combinações lineares ponderadas dos dados existentes; é não enviesada, pois procura que a média dos erros (desvios entre o valor real e o valor estimado) seja nula; é a melhor porque os erros de estimação apresentam uma variância (variância de estimação) mínima. O método de Krigagem ordinária, em que as médias locais não são necessariamente próximas da média da população é o método mais usado em problemas ambientais.

Para Silva (2003), produzir superfícies contínuas a partir de dados pontuais, determinados tratamentos matemáticos são necessárias para a exportação de suas características não espaciais, além de suas áreas de abrangência. Para implementar tais procedimentos é importante selecionar métodos adequados de interpolação. A escolha de um determinado método de interpolação é uma decorrência da disposição geográfica dos pontos e da utilização de critérios estatísticos. Entre os principais métodos de interpolação têm-se, conforme demonstra o quadro a seguir, o inverso do quadrado da distância, krigagem, curvatura mínima, métodos multiquadráticos e triangulação de Delaunay.

MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Inverso do quadrado da distância	Quando a influência de um determinado dado pontual, em relação a outro, diminui com a distância.
Krigagem	Estima o valor de uma posição pontual conhecida, baseando-se nos dados pontuais vizinhos disponíveis.
Curvatura mínima	Este processo gera uma superfície cuja curvatura é o mais suave possível, nem sempre seus dados são tomados como verdadeira grandeza.
Métodos multiquadráticos	Produzem superfícies bastante suavizadas. São interpolares exatos.
Triangulação de Delaunay	É um método muito eficiente e exato para expressar superfícies com relevos acentuados, baseia-se em um algoritmo que cria triângulos ligando pontos.

Quadro 1 – Principais métodos de interpolação e sua descrição

Fonte: Silva (2003)

4.2 Cartografia

Mesmo considerando todos os avanços tecnológicos produzidos pelo homem através dos tempos, é possível, nos dias de hoje, entender a condição de perplexidade dos ancestrais humanos, no começo dos dias, diante da complexidade do mundo a sua volta. Pode-se, também, intuir de que maneira surgiu no homem a necessidade de conhecer o mundo que ele habitava (IBGE, 1998).

O simples deslocamento de um ponto a outro na superfície do planeta já justifica a necessidade de se visualizar de alguma forma as características

físicas do “mundo”. É fácil imaginar alguns dos questionamentos que surgiram nas mentes dos ancestrais humanos, por exemplo: como orientar os deslocamentos?, qual a forma do planeta?, etc. (IBGE, 1998).

O conceito de cartografia tem suas origens intimamente ligadas às inquietações que sempre se manifestaram no ser humano, no tocante a conhecer o mundo que ele habita. Etimologicamente, o vocábulo cartografia – descrição de cartas – foi introduzido, em 1839, pelo segundo Visconde de Santarém, Manoel Francisco de Barros e Souza de Mesquita de Macedo Leitão (1791-1856). Apesar de seu significado etimológico, a sua concepção inicial continha a ideia do traçado de mapas. No primeiro estágio da evolução o vocábulo passou a significar a arte do traçado de mapas para, em seguida, conter a ciência, a técnica e a arte de representar a superfície terrestre (IBGE, 1998).

Em 1949, a Organização das Nações Unidas já reconhecia a importância da cartografia através da seguinte assertiva, lavrada em Atas e Anais: “Cartografia – no sentido lato da palavra não é apenas uma das ferramentas básicas do desenvolvimento econômico, mas é a primeira ferramenta a ser usada antes que outras ferramentas possam ser postas em trabalho” (ONU, *Department of Social Affairs. Modern Cartography – Base Maps for World Needs. Lake Success*) (IBGE, 1998, p. 9).

A Associação Cartográfica Internacional define cartografia como um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, visando à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, bem como a sua utilização (OLIVEIRA, 1988).

Os estudos de cartografia no Brasil estão ligados ao processo histórico de confecção de mapas descritivos do seu território. Entre as instituições que se destacam nesse segmento de estudo são apontados: o Serviço Geográfico do Exército (DSG); a Diretoria de Hidrografia e Navegação (Marinha do Brasil); o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e o Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC).

5 METODOLOGIA

5.1 Localização e caracterização da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

O Arroio Cadena é considerado um dos cursos d'água mais importantes de Santa Maria, já que banha a maior parte da área urbanizada, sendo grande parte da bacia hidrográfica desse curso ocupado por moradias, e apresenta transformações ambientais significativas. É mister salientar a transformação sofrida pela retificação do canal principal descaracterizando seu curso original (OLIVEIRA, 2004).

A sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena abrange a área central de Santa Maria (figura 3), município que está geograficamente situado na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul e suas coordenadas geográficas são 29º 26' 52'' e 30º 00' 10'' de latitude sul, 54º 19' 32'' e 53º 30' 43'' de longitude oeste, totalizando 3.230Km². Segundo a Prefeitura Municipal de Santa Maria, sua população supera 263.000 habitantes (IBGE, 2007), dos quais cerca de 80% residem na zona urbana.

Os cursos de água mais importantes para a área urbana de Santa Maria são os Arroios Cadena e Arenal, e os Rios Vacacaí Mirim e Ibicuí Mirim. Também se pode ressaltar que o Município tem um divisor de água de duas bacias hidrográficas muito importantes para o Rio Grande do Sul, as Bacias Hidrográficas do Uruguai e do Jacuí.

O município de Santa Maria localiza-se na região central do Estado, limita-se ao Norte com Itaara, em área da sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena; ao Sul com São Sepé e São Gabriel; a Nordeste com Silveira Martins; a Leste com Restinga Seca, Formigueiro e Faxinal do Soturno, e a Oeste com São Pedro do Sul e Cacequi, conforme mostra a figura 3.

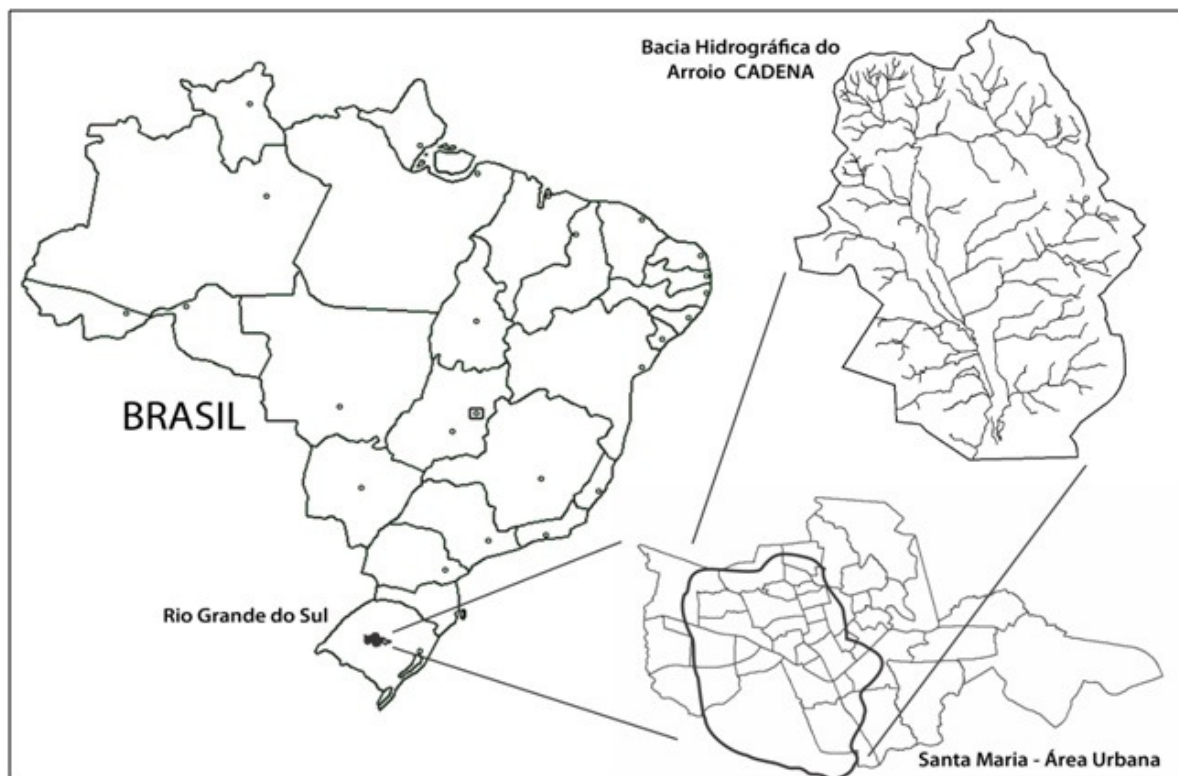


Figura 3 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS.

Conforme Moraes (1997), a região de Santa Maria caracteriza-se geomorfologicamente por elevações da Serra Geral e o Rebordo do Planalto, ao norte, e os Campos da Depressão Central. Existem variações de altitude que vão de 500 metros na Serra até 53 metros na Planície, sendo que a sede municipal propriamente dita encontra-se a 153 metros de altitude acima do nível do mar.

O clima de Santa Maria caracteriza-se como subtropical, “Cfa”, com temperatura média anual que varia entre 17,9° a 19,2°C, com precipitação média anual variável entre 1.404 mm a 1.760 mm, segundo a classificação de Köeppen. As vegetações encontradas na região são: os campos limpos (vegetação rasteira) e as matas nativas das encostas serranas e margens de alguns cursos de água (MORAIS, 1997).

Conforme dados do IBGE (1986), Santa Maria encontra-se na Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha, posicionada nas terminações sul e sudeste do Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares.

Esta Região Geomorfológica apresenta dois seguimentos, um leste-oeste e outro norte-sul. Constitui-se numa área baixa, interplanáltica, onde os processos erosivos esculpam em rochas sedimentares paleozoicas, triássicas e jurássicas da Bacia do Paraná colinas alongadas, conhecidas regionalmente como coxilhas.

Na Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha foram identificadas duas unidades geomorfológicas: Depressão do Rio Ibicuí – Rio Negro e a Depressão do Rio Jacuí, sendo que essa última abrange a cidade de Santa Maria e, praticamente, toda a bacia hidrográfica do Arroio Cadena, objeto deste trabalho. A área drenada pelo Rio Jacuí, fato pelo qual se deu sua denominação, é caracterizada por apresentar um relevo sem grandes variações altimétricas, com domínio de formas alongadas de topo convexo, denominadas regionalmente por coxilhas, tendo a sub-bacia de drenagem do Arroio Cadena os seus limites e leste caracterizados por elevações componentes do Rebordo do Planalto.

5.1.1 Caracterização específica da área de estudo

Baseado nas características do Município de Santa Maria utilizadas por Moraes (1997) pode-se caracterizar a Sub-Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena quanto à geomorfologia por elevações da Serra Geral ao norte, e os Campos da Depressão Central ao sul.

A vegetação ciliar já foi retirada em quase sua totalidade, principalmente no canal principal do Arroio Cadena para dar lugar à grande quantidade de edificações com vias pavimentadas, o que impede infiltrações e aumenta o escoamento superficial com conseqüente aumento do volume de água em seu canal principal.

A Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena possui uma ampla planície de inundação, a qual abrange várias áreas do Município de Santa Maria, tanto no meio rural como no meio urbano, compreendendo bairros, vilas e distritos, situando-se entre as coordenadas geográficas 29° 38' 53" e 29° 45' 55" de

latitude sul, 53° 46' 44'' e 53° 51' 44'' de longitude oeste, totalizando 6.255,47 hectares, e deságua no Arroio Picadinho afluente do Rio Vacacaí (como mostrado na figura 3).

Mello et al. (1996) caracterizam a Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena de forma genérica em duas situações: primeiro, no seu percurso norte da cidade, no sentido leste-oeste, onde ocorre a urbanização excessiva e, na segunda situação, no percurso mais a oeste, com águas correndo no sentido norte-sul, em que se encontra urbanização rarefeita, com parte dela em área pouco densa e externa à zona municipal urbana.

Ainda, conforme o autor acima citado, o Arroio Cadena possui várias nascentes ao norte da cidade de Santa Maria, localizadas nas encostas abruptas do Planalto Basáltico, em região denominada Rebordo do Planalto, com seu fundo de vale no sentido leste-oeste, percorrendo no sentido sul, já em áreas de baixas e menos acidentadas declividades em seu trecho médio, portanto de características alagadiças com Formação Superficial, conforme Maciel Filho (1990), caracterizada pelos depósitos Fluviais de Várzea e, como substrato, as Formações Caturrita no trecho Leste e Santa Maria no trecho Oeste, essas de características desfavoráveis à urbanização, por imporem limites estruturais. Mesmo com os limites citados pelo autor, evidencia-se, conforme a figura 4, a intensa urbanização sobre a Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.

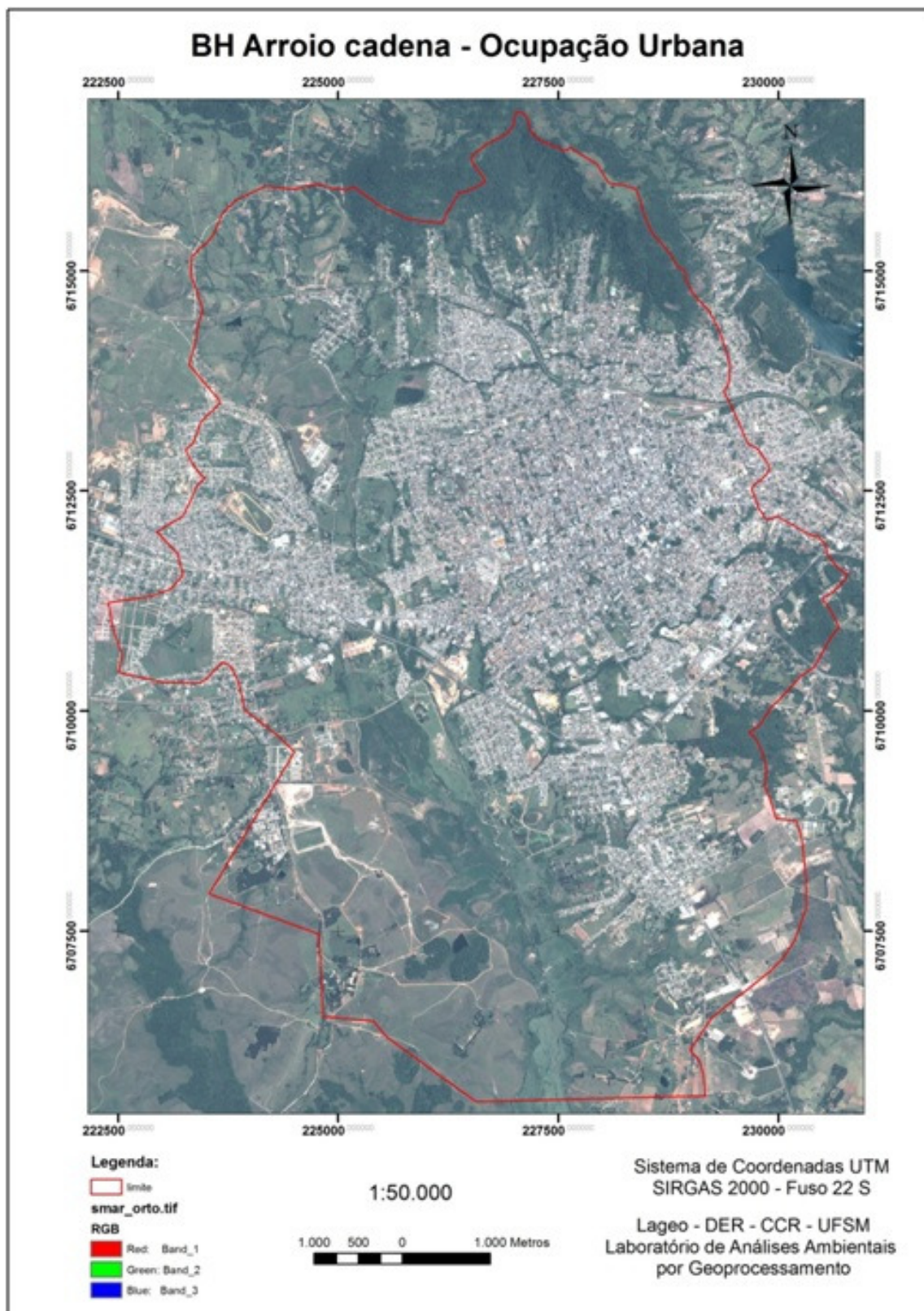


Figura 4 – Ocupação urbana da Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS

Conforme as figuras 4 e 5 (a seguir) que evidenciam detalhes da ocupação urbana, a captação e transporte das águas pluviais de grande parte do perímetro urbano da cidade de Santa Maria são feitos pela Sub-bacia Hidrográfica em estudo, a qual vem sofrendo com esse grande acúmulo de água, tanto em seu tributário principal, como em seus canais afluentes e subafluentes, já que em parte, o canal principal do Arroio Cadena encontra-se retificado e canalizado, conforme verificações em visitas e trabalhos de campo.



Figura 5 - Vistas panorâmicas de parte da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS (Fonte: Google Earth, imagem de satélite GeoEye)

A imagem da esquerda, na figura 5, mostra a ocupação crescente junto às nascentes Norte, que oferecem cada vez mais risco ambiental e infrações à legislação; e a imagem à direita destaca parte das margens do Arroio Cadena em processo de canalização, que, na busca de regularização ocupacional de terras, oferece riscos de inundação das áreas urbanizadas marginais, além de infringir a legislação ambiental.

5.1.2 Formulação de Hipóteses sobre a ocupação urbana de APP

Há evidências de que as Áreas de Preservação Permanente – APP, criadas pelo Código Florestal Brasileiro, são ocupadas por domicílios, empreendimentos comerciais e, mesmo, por construções públicas, na área delimitada pelo perímetro urbano de Santa Maria. Isto pode-se constatar pela análise a aerofotogramas e a imagens de satélites, antigas ou recentes.

Este estudo tem por área de ensaio a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, que abrange a área central da cidade, que constitui grande parte da área urbana, e onde reside a maior parte da população de Santa Maria, com suas múltiplas situações sociais, econômicas e culturais.

Para este estudo, tomam-se como hipóteses:

Hipótese Nula: Não há discriminação entre classes sócio-econômicas-culturais na ocupação irregular das APP, ou seja, o princípio legal de áreas de preservação permanente é desrespeitado igual ou semelhantemente por todos os segmentos sociais.

Hipótese 1: O desrespeito legal às APP é causado por uma classe sócio-econômica-cultural, prioritariamente. Ou seja, as APP são ocupadas com preferência de um determinado segmento social específico e identificável, com a preterição de outros.

5.1.3 Caracterização física da área de estudo

Quanto às características de formação geológicas são encontradas diversas formações (como pode ser visto na figura 6). A distribuição espacial das formações geológicas que compõem a Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, mostra que é predominantemente constituída de arenitos.

Os arenitos são rochas sedimentares oriundas da compactação e litificação de material granular da dimensão das areias. O arenito encontrado nessa região é do tipo eólico e formou-se pela compactação de areias de um vasto deserto arenoso que existiu onde é hoje a América do Sul, no período Triássico (250 a 190 milhões de anos atrás) e que foi coberto pelas lavas basálticas da Formação Serra Geral. Esse arenito foi depositado em ambiente desértico e os grãos sedimentares que o constituem são de uma grande homogeneidade, havendo pouco material fino, o que lhe confere alta porosidade e alta permeabilidade (GUERRA, 1980).

Tendo em vista os arenitos permitirem, com facilidade, a percolação de água e de componentes químicos e físicos, associados ou dissolvidos, essa sua característica contribui fundamentalmente para a poluição dos reservatórios aquíferos subterrâneos.

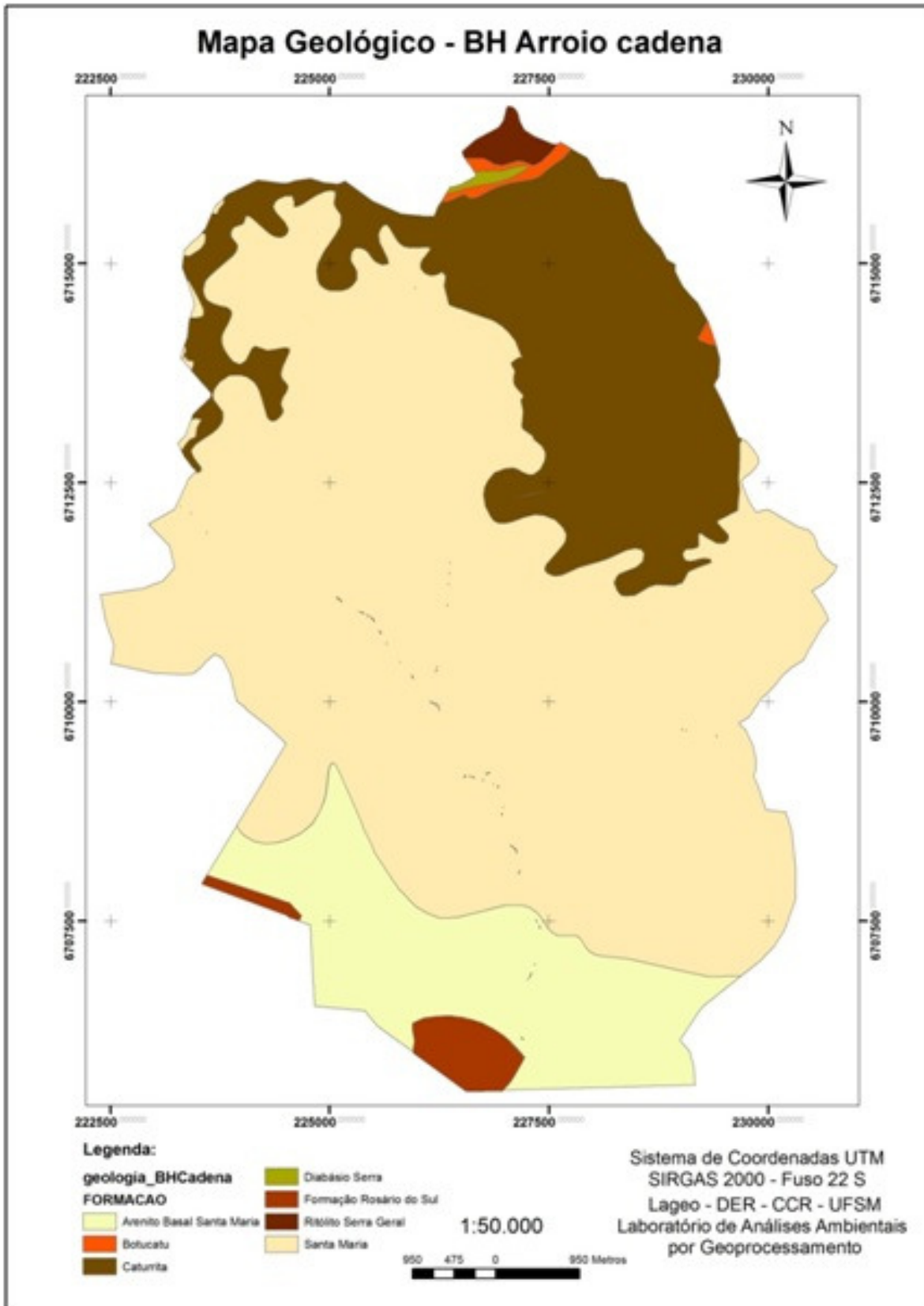


Figura 6 – Mapa geológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS

As formações geológicas e as respectivas áreas de ocupação na Bacia Hidrográfica (BH) do Arroio Cadena podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 – Formações geológicas da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS

Formação	Área (ha)
Arenito Basal Santa Maria	811,96
Botucatu	22,92
Caturrita	1.286,36
Diabásio Serra	9,51
Rosário do Sul	92,91
Ritólito Serra Geral	34,88
Santa Maria	3.887,82
Total	6.146,36

As altitudes encontradas na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena estão no intervalo de 70 a 450 metros de altitude, sendo que as maiores se encontram na parte superior (figura 7).

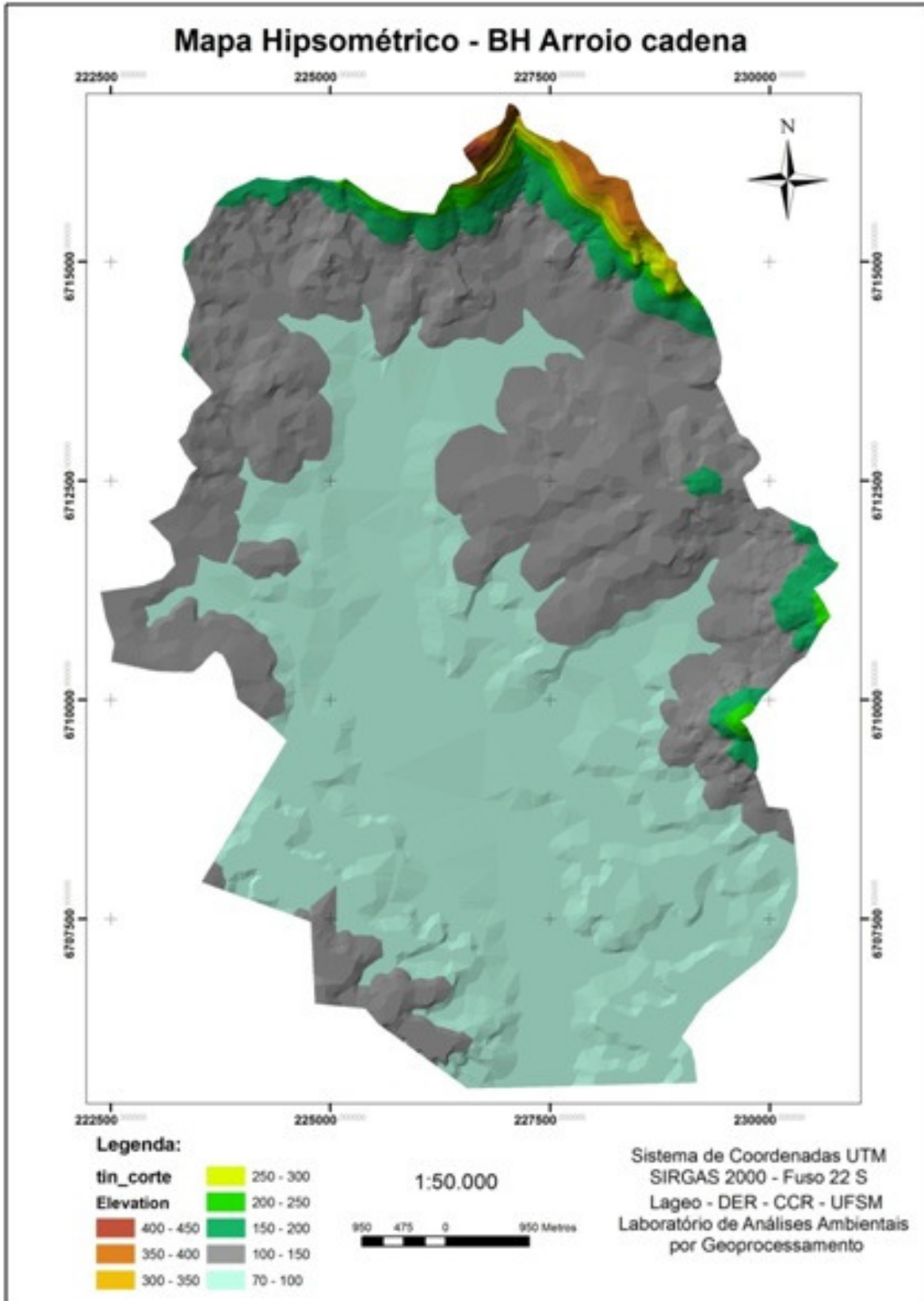


Figura 7 – Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS

Como se constata, a existência de diversos braços de água no interior da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena forma microbacias específicas dentro da sub-bacia. As Microbacias componentes podem ser vistas na figura 8.

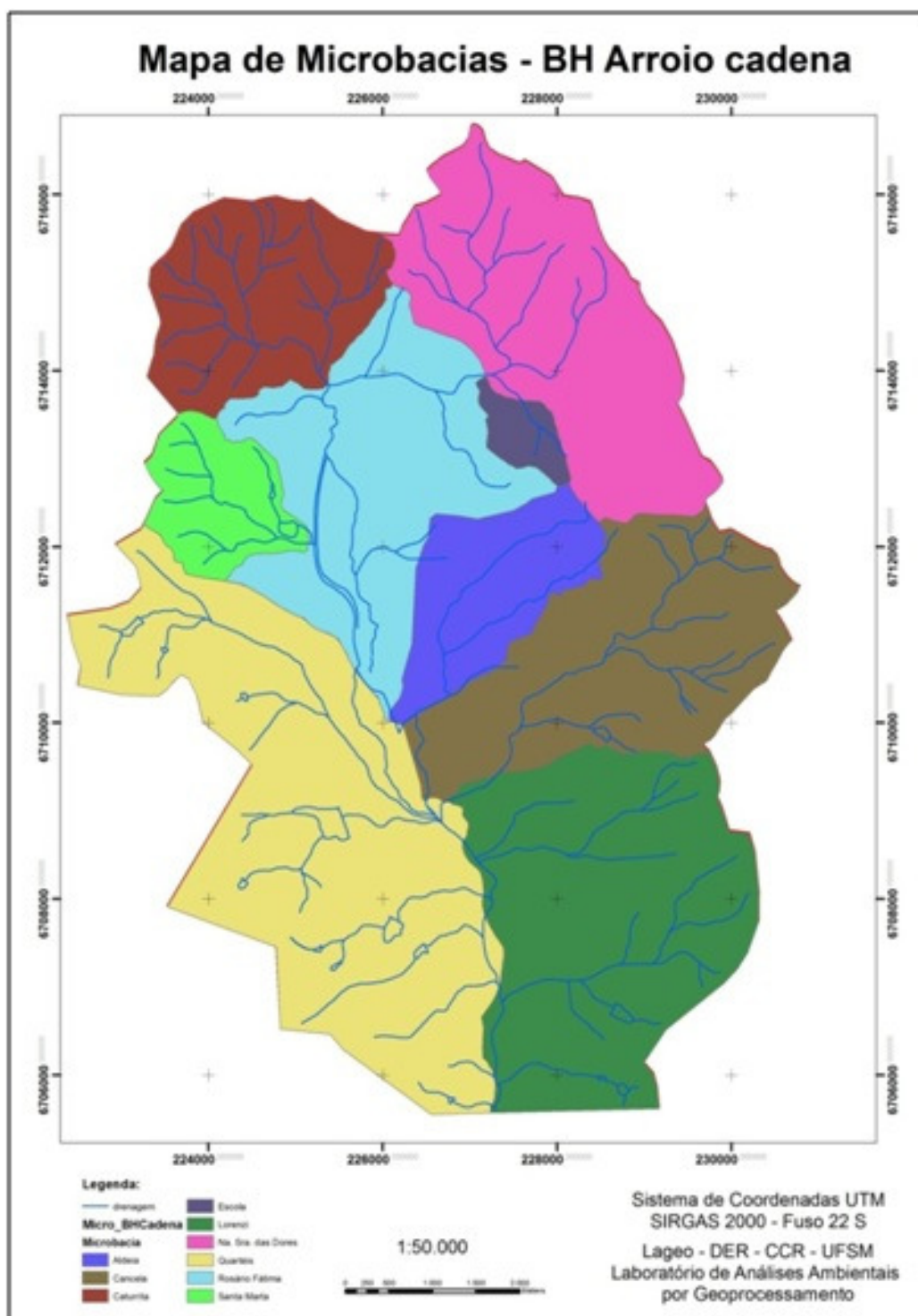


Figura 8 – Mapa de Microbacias da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS

As microbacias hidrográficas e as respectivas áreas de ocupação na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 2 – Microbacias da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Santa Maria, RS

Microbacia	Área (ha)
Aldeia	346,31
Cancela	797,50
Caturrita	510,63
Escola	69,07
Lorenzi	1.067,32
N. Sr ^a . das Dores	834,95
Quartéis	1.491,83
Rosário Fátima	797,27
Santa Marta	231,48
Total	6.146,36

5.2 Material utilizado

Os materiais utilizados para este trabalho foram os seguintes:

- Materiais cartográficos:
 - Imagem *Quickbird* com resolução espacial de 0,60 metros de 2009 (Prefeitura Municipal – Escritório da Cidade);
 - Arquivos digitais no formato *shapefile* e tabelas com os dados dos setores urbanos de Santa Maria, segundo o Censo realizado em 2000 pelo IBGE;
 - Carta de Unidades Geotécnicas de Santa Maria, RS (MACIEL FILHO, 1990);
 - Carta dos Condicionantes à Ocupação de Santa Maria, RS (MACIEL FILHO, 1990);
 - Carta Topográfica de Santa Maria (DSG, 1980);
 - Mapa Digital de Santa Maria, 1:10000 (Prefeitura Municipal – Escritório da Cidade);

- Materiais Eletrônicos:
 - *Software ArcGis* versão 9.3;
 - *Software Microsoft Office*;
 - *Software Adobe Photoshop*.

5.3 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado o método indutivo, o qual partiu de determinado caso particular para obter como resultado final a generalização da decorrência obtida no referido projeto.

Foi, ainda, realizado um estudo particular sobre os danos causados ao meio ambiente em áreas determinadas do município de Santa Maria, RS. Este estudo servirá de base física à Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.

5.4 Procedimentos técnicos

Os procedimentos técnicos foram os seguintes:

- Realização de pesquisas teórico-metodológicas sobre direito jurídico-ambiental;
- Realização de inventário ambiental sobre a área de estudo;
- Aplicação de técnicas de Geoprocessamento;
- Levantamento de material cartográfico sobre o Arroio Cadena;
- Identificação das áreas críticas de ocupações irregulares ou inadequadas;
- Georreferenciamento e registro das edificações a campo;
- Elaboração de mapas das áreas de preservação permanente;
- Mapas das áreas de ocupação;

- Análise da situação ambiental do Arroio Cadena a partir do confronto das situações levantadas;
- Estipulação das áreas de preservação permanente do ponto de vista jurídico.

5.4.1 Edição dos setores urbanizados

Devido à grande quantidade de setores que apresentavam áreas desocupadas, foi necessário fazer a edição dos arquivos digitais de formato *shapefile* de setores, disponibilizados pelo IBGE. Estes foram editados no ambiente do Programa ArcGis de forma a excluir as áreas sem ocupação urbana. Esse procedimento visa à obtenção da correta área urbanizada de cada setor.

Nota-se que se trata de um procedimento metodológico fundamental para esta e para as futuras análises e avaliações do uso do espaço urbano, tendo em vista que foram identificadas, interpretadas a partir de estudo sobre a imagem orbital de alta resolução espacial e, por fim, individualizadas as áreas efetivamente ocupadas pelo traçado urbano, de cada setor censitário, no interior da área de estudo.

Na figura a seguir (figura 9) pode-se observar o resultado da edição dos setores urbanos.

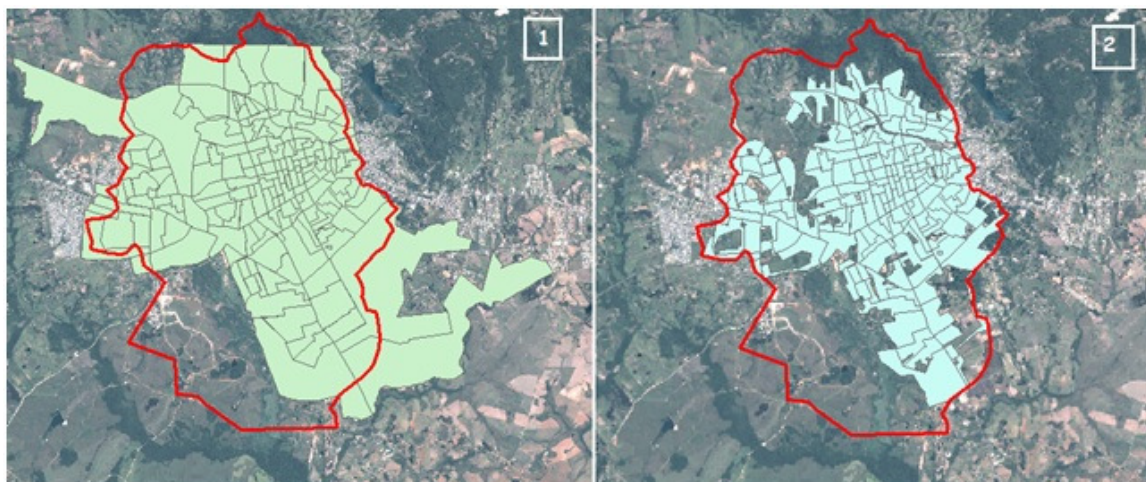


Figura 9 – Edição dos setores. 1 - setores antes da edição; 2 - setores após a edição

5.4.2 Classificação do nível de renda

O parâmetro renda foi trabalhado com os dados de renda mensal por responsável pelo domicílio, disponíveis nas tabelas “Responsável”, do Censo Nacional realizado em 2000, pelo IBGE, e foram anexadas e trabalhadas dentro do *software ArcGis*.

As classes de renda foram divididas em três níveis: classe 1: de zero a um salário mínimo; classe 2: de três a cinco salários mínimos; e classe 3: mais de 10 salários mínimos. Consideram-se as três classes para configurar situações distintas diante da questão social da pobreza.

A classe 1, de zero a um salário mínimo mensal, identifica o nível de pobreza que se refere a situações de carência que não permite aos indivíduos manterem padrão mínimo de vida condizente com as referências socialmente estabelecidas. São as pessoas com mais carências de recursos financeiros de toda a sociedade, condição que reflete negativamente de forma mais aguda no nível de qualidade de vida. Em geral, conforme Neri et al. (2001), esses cidadãos têm empregos informais e menos de 10% têm carteira de trabalho. As pessoas dessa classe terão sempre menos recursos para atender aos requisitos fundamentais para a boa condição residencial, quanto a aspectos

higiênicos e sanitários, assim como para cumprir com os compromissos de obras civis que a administração pública recomenda e exige.

A classe 2, que percebe de três a cinco salários mínimos mensais, configura pessoas com estabilidade social, com estabilidade financeira, com renda que as classificam como de classe média, as quais podem manter padrão de vida com dignidade, usufruir de benefícios produzidos pela sociedade, incorporar a sua residência elementos construtivos que constituam melhores condições de higiene, sanidade, seguridade e conforto.

A classe 3, que percebe renda acima de 10 salários mínimos, constitui os cidadãos que participam dos níveis sociais mais elevados, que usufruem de todos os mais sofisticados bens produzidos pela sociedade.

Essas classes foram espacializadas em mapas, onde é mostrada a distribuição das concentrações de pessoas responsáveis por setor censitário, que correspondem a cada classe em estudo.

Os dados foram também colocados em tabelas, onde se apresenta a quantidade total de responsáveis por cada subclasse, somando todos os setores e o número total de pessoas responsáveis para aquela classe de renda.

Para obter os dados constantes das tabelas, foram feitas operações de seleção nas tabelas originais do banco de dados anexadas aos arquivos oriundos do IBGE. Como exemplo, para a classe de renda de zero a três salários mínimos foi feito o seguinte procedimento: abriu-se a tabela de atributos e pela opção *<Select By Attributes>* foi feita uma busca de quais setores apresentavam os valores entre um e 22, na coluna de renda zero a três salários mínimos. Dessa forma, foram selecionados todos os que apresentavam de uma a 22 pessoas responsáveis com renda de zero a três salários mínimos. O resultado foi exportado em uma tabela em formato Excel (utilizando-se as ferramentas do aplicativo *Xtools Pro*, versão 7.1) e foi somada à coluna a qual contém os números de pessoas responsáveis por domicílio.

Esse procedimento foi elaborado e executado para todas as subclasses do Nível de Renda Baixo e, por fim, foram somadas todas as pessoas responsáveis com renda de zero a três salários mínimos. Assim, por

consequência, foi possível calcular a porcentagem de cada subclasse dentro da classe.

Da mesma forma, segundo o mesmo procedimento técnico, foi feito para cada subclasse das outras duas classes (Nível de Renda Médio e Nível de Renda Alto) e, então, pode-se avaliar e comparar os valores de responsáveis para cada nível.

5.4.3 Classificação do nível de escolaridade

Assim como realizado para a questão da renda, o parâmetro Nível de Escolaridade foi trabalhado com os dados por responsável pelo domicílio, igualmente disponíveis nas tabelas “Responsável” do Censo Nacional de 2000 realizado pelo IBGE, e foram anexadas e trabalhadas dentro do *software ArcGis*.

O nível de escolaridade foi igualmente dividido em três níveis principais: classe 1 (baixa escolaridade): zero a três anos de estudo; classe 2 (média escolaridade): ensino fundamental; e classe 3 (alta escolaridade): nível superior. Para cada classe foi gerado um mapa, no qual foi feita uma nova distribuição de classe, de acordo com a concentração de responsáveis por setor que correspondiam ao nível em estudo.

A classe 1 compreende as pessoas, maiores de quinze anos de idade, de mais rudimentar nível cultural, na qual se inserem as que não tiveram qualquer contato com o ensino formal e, portanto analfabetas, as que não concluíram o primeiro ano de estudo, as que o concluíram, as que concluíram o segundo ano, e aquelas que concluíram até o terceiro ano do nível fundamental, ou do equivalente terceiro ano do antigo curso primário. Essa classe corresponde estatisticamente às pessoas inseridas na condição de Analfabeto Funcional. Essa designação é também atribuída às pessoas que, embora identifiquem letras, algumas frases ou mesmo consigam ler um texto, não desenvolveram habilidade para a compreensão e interpretação desse texto, ou de fazer

operações matemáticas. Para este estudo, são incluídas na classe 1, as pessoas que possuem escolaridade inferior a quatro anos.

A classe 2 de instrução é composta pelas pessoas que concluíram o nível de ensino fundamental, ou os que se diplomaram no antigo curso ginasial. Incluem-se nessa classe as pessoas com mais de oito anos de estudo, mas que não concluíram algum curso de nível superior, ou de graduação.

A classe 3 é composta pelas pessoas que já concluíram curso superior de graduação.

O número de responsáveis para cada nível de escolaridade foi extraído dos dados do Censo Nacional de 2000. Esses números encontram-se em tabelas, anexadas aos arquivos do tipo *shapefile* correspondentes aos setores urbanos de Santa Maria. Com esses dados foi possível fazer uma classificação, dentro do *software ArcGis*, versão 9.3, mostrando as concentrações de cada nível de escolaridade por setor.

Os dados foram igualmente colocados em tabelas, utilizando os métodos de seleção por atributos. Dessa vez foram somados os responsáveis para cada classe e subclasse de escolaridade, da mesma forma como procedido para o parâmetro Renda.

5.4.4 Detecção da situação cultural dos setores

Os Sistemas Geográficos de Informação (SGI) constituem uma ferramenta de extrema importância na busca de soluções a partir de base de dados georreferenciada, entre elas as análises ambientais rurais ou urbanas, e, no caso deste trabalho, no auxílio à classificação da qualidade de vida urbana em parte da cidade de Santa Maria.

A construção das análises urbanas baseou-se na organização e aplicação de Árvores de Decisão, que é um procedimento de avaliação por critérios múltiplos, e permite a escolha adequada das ferramentas disponíveis nos SIG. Hoje aplicado por profissionais de diversas áreas de especialização, é

interessante conhecerem-se os recursos disponíveis nas técnicas de geoprocessamento e suas aplicações mais indicadas.

Por metodologia desenvolvida por Xavier-da-Silva (2001) e descrita ou aplicada por diversos autores, a utilização dos potenciais e técnicas começa com a montagem da base de dados e a espacialização de temas georreferenciados. Preparam-se instrumentos cartográficos temáticos para serem aplicados em procedimentos diagnósticos e procedimentos prognósticos. Os procedimentos diagnósticos caracterizam-se pela análise da situação espacial vigente, enquanto os prognósticos, somando-se aos conhecimentos dos diagnósticos, permitem antever situações e construir propostas de intervenção ambiental. Para este trabalho aplicaram-se técnicas de diagnóstico.

Nos procedimentos diagnósticos, denominados “Levantamentos Ambientais” é possível realizar:

- Planimetrias: procedimentos de identificação e medição de extensões territoriais de ocorrências.
- Monitoria: estudos de alterações espaciais, que podem ser simples ou múltiplas. A monitoria simples informa as alterações ambientais e suas características de extensão e localização, em um período definido. A monitoria múltipla informa o que ocorreu na área onde uma característica deixou de existir, ou a localização de novas características.
- Assinatura: a partir de uma ocorrência de interesse (por exemplo, a situação socioeconômica em um setor censitário, ou as áreas de declividade superior a 30%) é promovida uma varredura dos diferentes planos de informação, de modo a identificar o que ocorre naquela geografia em relação aos temas abordados. Por exemplo, em áreas de declividade superior a 30% ocorrem n hectares de tipo de solo cambissolo e daí por diante. O papel mais importante da Assinatura é o potencial de análise heurística. Conforme explica Xavier-da-Silva (2001, p. 172): “Neste espaço heurístico é possível se informar empiricamente sobre possíveis associações causais entre variáveis

ambientais”. A ocorrência conjunta de fenômenos pode caracterizar certos usos do espaço.

Dos procedimentos citados acima, referentes a “Levantamentos Ambientais”, só não foi utilizado o aplicativo de Monitoria. Isso porque a questão temporal não foi trabalhada na forma de mapas de diferentes épocas que teriam suas ocupações comparadas.

O aplicativo Assinatura foi bem utilizado e teve papel importante na compreensão das conjugações de variáveis que compõem os arranjos urbanos. Na definição dos níveis diversos de Situação Cultural, por exemplo, identificaram-se áreas destinadas legalmente a constituírem áreas de preservação permanente (APP), porém com ocupações urbanas, seja por construções residenciais, seja por canalizações subterrâneas ou aéreas.

- Avaliações ambientais diretas: resultam da combinação de dados básicos, constituindo-se nos primeiros resultados de avaliações obtidas nas análises. Dentre os estudos realizados dessa forma estão as integrações temáticas entre a planimetria cartográfica de classes de renda, dos responsáveis por domicílios, e a de classes de instrução formal por anos de estudos dessas pessoas responsáveis.

Pode-se dizer que foram elaboradas avaliações de naturezas específicas, com o objetivo de geração de subsídios para a integração final com as áreas destinadas à APP, o que configura infrações explícitas às legislações ambientais em vigor no País.

Para que o gerenciamento urbano chegue ao nível de gestão, será necessário promover constante atualização da base de dados, de modo a incorporar a variável tempo no processo, pois gestão acontece em escala temporal mais reduzida, na forma de acompanhamento da dinâmica urbana.

Para concretizar as etapas de análise foi montada uma Árvore de Decisão, que corresponde a uma análise de dados para produção de conhecimento. Essa avaliação incorpora, em seu percurso, os modelos de integração permitidos pelas ferramentas de Geoprocessamento. A partir de mapas básicos foi formada uma sequência de análises, que atende aos objetivos geral e específicos deste trabalho.

Para a preparação da base de dados a atender aos objetivos propostos, foram utilizadas as tabelas Domicílio, Responsável e Instrução, oriundas do Censo Nacional executado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2000. Por ocasião das análises, e ainda hoje, os resultados conclusivos do Censo Nacional de 2010, não estavam disponíveis.

Tendo em vista que as classes de Renda, adotadas na consulta pelo questionário do IBGE, mostram, no nível mais baixo da percepção de recursos financeiros pelos responsáveis por domicílios, pessoas Sem Renda, pessoas Com Renda de zero a meio salário mínimo, e pessoas Com Renda de meio a um salário mínimo, foi necessária a conjugação dessas classes para se obter a classe de Renda de zero a um salário mínimo.

Da mesma forma, para a detecção da classe de Renda Média, na mesma população, assumiram-se as categorias de pessoas que percebem de três a cinco salários mínimos mensais.

Assim também, para se obter a classe de mais Alta Renda, segundo os critérios e parâmetros do IBGE, foram conjugadas as pessoas com renda mensal entre 10 e 15 salários mínimos, as de 15 até 20 salários mínimos e as com renda mensal acima de 20 salários mínimos.

Quanto ao nível de Instrução, consideraram-se como componentes do estrato mais baixo da população, segundo os parâmetros do IBGE, as pessoas com idade acima de 15 anos, Sem Instrução, junto àquelas que participaram do ensino formal por até três anos.

Considerou-se, para este estudo, que a classe de estágio médio de instrução são as pessoas que concluíram o primeiro grau do Ensino Fundamental, ou que concluíram o antigo Curso Ginásial, ou seja, pessoas que tiveram ao menos oito anos de estudos.

Considerou-se, assim, que a classe de maior instrução formal é a constituída pelas pessoas que concluíram curso superior do nível graduação.

Cada individualização proporcionada a partir de cada integração, segundo a Renda, ou segundo o grau de Instrução, gerou uma expressão cartográfica caracterizada por um mapa da área de estudos.

Para formar os três estratos da população e determinar as condições de Situação Cultural Crítica, Situação Cultural Média e Situação Cultural Boa, distribuídos espacialmente, a partir da base de dados georreferenciada, foram feitas as integrações temáticas espacializadas, entre os níveis de Renda e os níveis de Instrução, seguindo-se a hierarquia social.

Assim, conjugaram-se espacialmente os temas Mais Baixa Renda com Menor grau de Instrução para diagnosticar-se a situação mais periclitante socialmente, a qual aqui se denominou Situação Cultural Crítica. Da mesma forma, conjugaram-se os temas de Renda Média com Instrução Média para definir-se a Situação Cultural Média. E, também da mesma forma, integraram-se os temas espacializados de Mais Alta Renda com Grau de Instrução Superior para definir-se a distribuição espacial do que se considerou, neste estudo, como Situação Cultural Boa.

Essas integrações espacializadas podem ser mais bem visualizadas na figura 10.

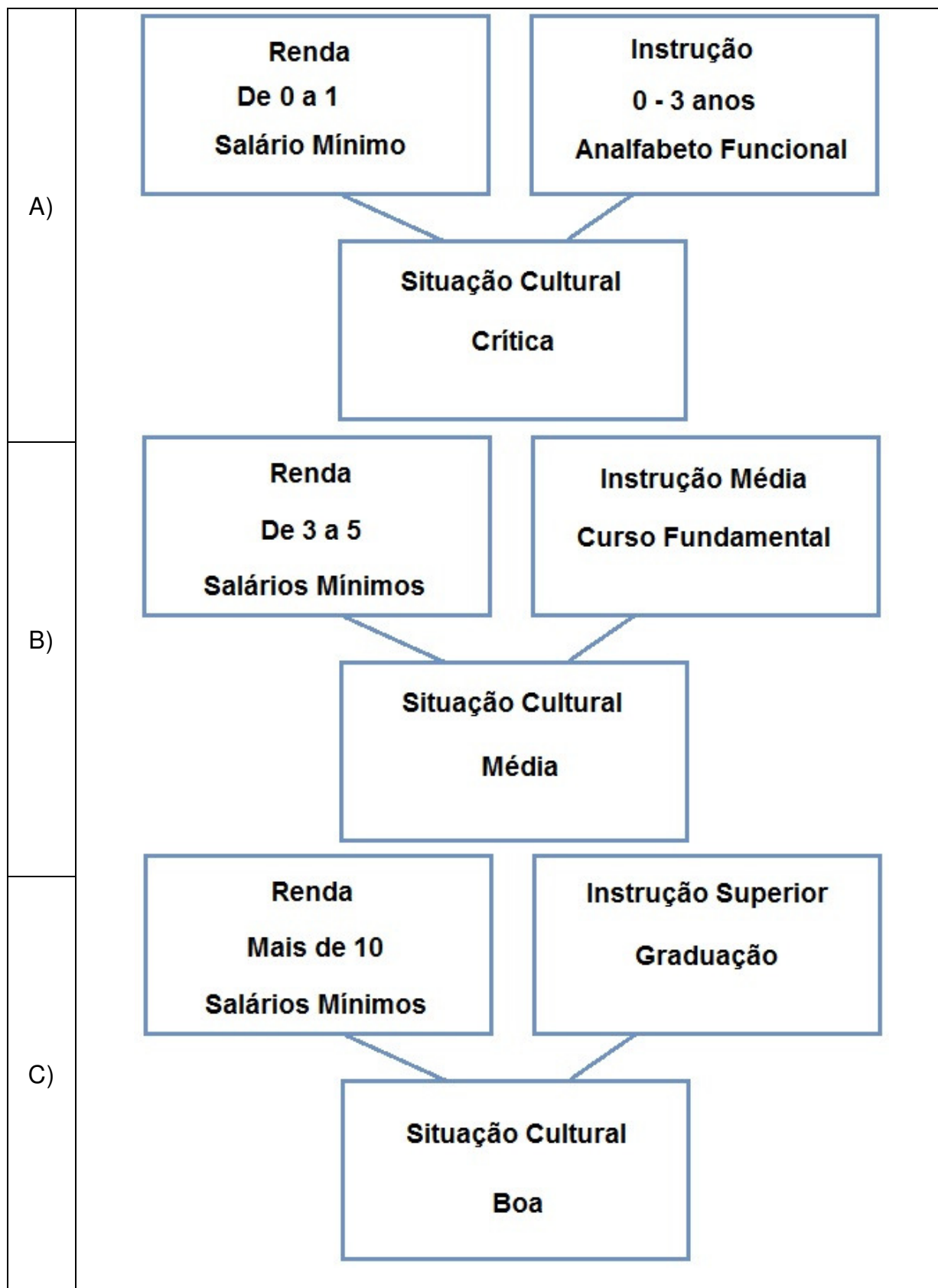


Figura 10 – Árvores de Decisões (A, B e C) da análise ambiental para situações socioeconômica e cultural da cidade de Santa Maria, RS

Na figura 10, Árvores de Decisões, pode-se analisar a distribuição espacial das situações culturais, pela integração temática entre classes, pela qual são distribuídos pesos, para cada mapa ou expressão cartográfica, e notas para cada classe dentro de um mapa. Para as integrações adotou-se o critério de média ponderada.

Por essa caracterização da distribuição espacial das diversas concepções de estratos sociais, pretende-se fazer a análise de cada uma delas, com o uso urbano sobre as áreas de preservação permanente (APP), definidas pelo Código Florestal Brasileiro e Plano Diretor Municipal, e, assim, saber se a Situação Cultural constitui, ou não, padrão de comportamento para o uso do espaço urbano com respeito às legislações ambientais.

5.4.5 Observação das APP irregulares

A delimitação das APP foi feita com a ferramenta *Buffer* do *software ArcGis*, versão 9.3, a qual delimitou duas faixas de proximidades ao longo dos cursos d'água da bacia hidrográfica. A primeira faixa de APP foi elaborada com cinco metros a partir de cada margem de todos os braços de água presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. A segunda faixa foi elaborada com 15 metros a partir de cada margem de todos os cursos de água presentes.

A faixa de cinco metros ao longo de cada margem justifica-se porquanto o Ministério Público autorizou a Prefeitura Municipal de Santa Maria, por meio de um TAC (Termo de Ajustamento de Conduta), a aprovar obras e edificações, respeitando apenas uma faixa de preservação permanente com aquela distância das margens. Embora o TAC tenha sido de validade temporária, muitas foram as investidas e desrespeitos legais, tendo em vista que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente habitualmente autorize o descumprimento do Código Florestal vigente.

A faixa de 15 metros a partir de cada margem dos cursos d'água foi elaborada em função de esse valor estar no Plano Diretor de Santa Maria.

Entende-se que as administrações públicas de muitos municípios compreenderam que, por estarem autorizadas a legislar para estabelecer metas e procedimentos, por meio dos Planos Diretores, sentiram-se no poder de legislar sobre questões ambientais, em discordância com a legislação federal, por não lhes ser atribuído esse direito de legislar em desacordo com a lei maior.

Foram então elaborados os mapas com áreas de proximidades, ou *buffers*, com cinco metros e com 15 metros a partir de cada margem dos cursos d'água que compõem a Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.

Após essa etapa foi feita a análise por rastreamento visual de todas as áreas, ponto a ponto, sobrepondo-se os limites da APP com a imagem Quickbird, a fim de se observar locais com ocupação inadequada.

5.4.6 Confeccção do material cartográfico

A cartografia temática para a caracterização da área de estudo constituiu-se dos seguintes documentos:

- mapa de localização: espacialização da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena dentro do Município de Santa Maria e do Brasil;
- mapa hipsométrico: gerado pela interpolação de curvas de nível dentro do *software ArcGis*, com as ferramentas de análise em 3D;
- mapa geológico: elaborado por meio da edição da Carta de Unidades Geotécnicas de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990);
- mapa de microbacias hidrográficas: confeccionado a partir das curvas de nível de 10 metros de equidistância, da carta topográfica Santa Maria-SE, elaborada pela DSG – Exército Brasileiro, de escala 1:25000, por meio de procedimento computacional, pela análise do escoamento e acumulação de água na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. Foram utilizadas as ferramentas de *Hydrology* dentro do Programa *Arctoolbox* no sistema computacional ArcGis 9.3.

Para realizar a análise dos parâmetros estabelecidos em relação à renda e instrução dos responsáveis pelos domicílios, para toda a área de estudo, foram criadas as seguintes expressões cartográficas, em meio digital:

- Mapa de Renda de 0 a 3 Salários Mínimos;
- Mapa de Renda de 3 a 5 Salários Mínimos;
- Mapa de Renda de mais de 10 Salários Mínimos;
- Mapa de Instrução de 0 a 3 anos de Estudo;
- Mapa de Instrução Fundamental;
- Mapa de Instrução Superior;
- Mapa de Situação Cultural Crítica;
- Mapa de Situação Cultural Média;
- Mapa de Situação Cultural Boa;
- Mapa de Conflito de ocupação em APP (5 metros);
- Mapa de Conflito de ocupação em APP (15 metros).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Renda

Os dados do parâmetro Renda foram determinados a partir da base digital produzida e disponibilizada pelo Censo Nacional realizado pelo IBGE, no ano de 2000. A escolha do parâmetro Renda deu-se devido a esse ser um dos principais indicadores de qualidade de vida de um espaço geográfico. Para se definir como ocorre a distribuição territorial dos níveis de qualidade de vida, que é um dos objetivos deste trabalho, o mapeamento e a quantificação das condições extremas de renda constituem um dos argumentos determinantes na seleção e classificação de área que apresentem níveis de bem estar correspondente.

Segundo Fernandes (2002 apud MELLO FILHO, 2003) é bastante documentado que parte significativa dos diferenciais de salários e de renda pode ser explicada por diferenças nas características observáveis das pessoas, como a educação e a experiência profissional.

Parte-se, pois, do pressuposto de que as áreas que congregam predominantemente população com maiores níveis de educação e de renda constituem núcleos que se caracterizam por oferecer maior bem estar e melhores condições de vida para as pessoas residentes ou frequentadoras desses locais. E que tais condições socioeconômicas imponham às populações dessa classe maior respeito à legislação ambiental.

6.1.1 Níveis analisados

Foram divididas três classes de nível de renda:

- classe 1: pessoas com renda de zero a um salário mínimo;
- classe 2: pessoas com renda de três a cinco salários mínimos; e,
- classe 3: pessoas com renda de mais de 10 salários mínimos.

Cada classe gerou um mapa temático, no qual são localizados os setores urbanos. Os setores foram classificados pela quantidade de responsáveis por domicílio que corresponde à classe de salário estudada, em cada expressão cartográfica.

6.1.1.1 Renda baixa – 0 a 1 salário mínimo

Pela análise do mapa (figura 11) pode-se observar que a maior concentração de renda baixa (cores em tom mais vermelho) se dá nas regiões de periferia. Já na região central a quantidade de responsáveis pelo setor com nível de salário baixo é bem menor. São encontradas algumas exceções, que em geral se dão devido à existência de conjuntos habitacionais de baixa renda na região central.

Os valores totais de responsáveis por cada classe (mesmas classes do mapa – figura 11) são encontrados na tabela 3, onde se pode observar que a maior concentração (23,6%) é na classe de 107 a 151 responsáveis com Renda Baixa. Constata-se, também, que nas classes, 6, 7 e 8, que se situam, prioritariamente, nas zonas urbanas periféricas, concentram-se 58,1% de pessoas responsáveis com Renda Baixa.

Tabela 3 – Número de responsáveis com renda de 0 a 1 salário mínimo

Classe	Nº de Responsáveis	Total de Responsáveis em todos os setores	%
1	0	0	0,0
2	1 a 25	744	7,4
3	26 a 40	964	9,7
4	41 a 57	1.315	13,2
5	58 a 79	1.162	11,6
6	80 a 106	1.908	19,1
7	107 a 151	2.359	23,6
8	152 a 222	1.537	15,4
Total		9.989	100,0

O mapa a seguir, expresso pela figura 11, apresenta a distribuição espacial da Classe de Renda Baixa, que compreende as pessoas responsáveis por domicílio, que percebem de zero a um salário mínimo mensal.

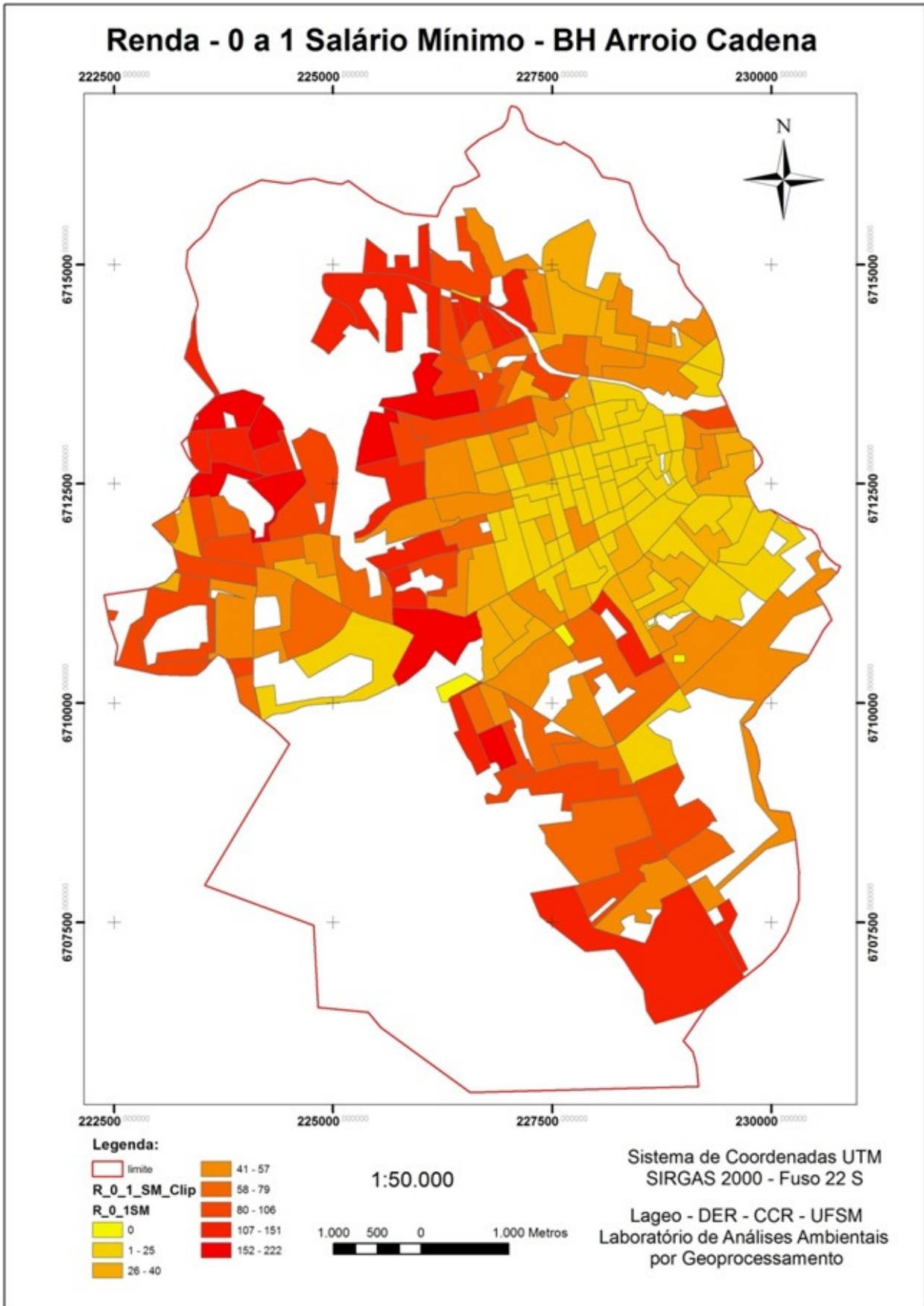


Figura 11 – Renda Baixa - 0 a 1 salário mínimo

6.1.1.2 Renda média – 3 a 5 salários mínimos

Observa-se que a maior concentração de responsáveis com Renda Média não se localiza nem na periferia, nem no centro, e sim nas regiões localizadas em bairros próximos à região central.

Como se pode observar ao se comparar as figuras 11 e 12, constata-se que a região que circunda o centro da cidade possui quase a totalidade de responsáveis por domicílio com renda de três a cinco salários mínimos, quadro este muito diferente da realidade das regiões mais periféricas.

No nível de Renda Média, observa-se pela tabela 4 que a maior concentração de responsáveis (20%) está em setores com 61 a 70 daqueles com Nível de Renda Médio. Constata-se, também, que as classes 5 a 8, distribuídas ao redor da zona central da cidade, concentram 67,8% de domicílios cujos responsáveis auferem de três a cinco salários mínimos mensais. Porém, verifica-se que essa concentração não é muito superior a das outras classes, sendo a distribuição bastante uniforme.

Tabela 4 – Número de responsáveis com renda de 3 a 5 salários mínimos

Classe	Nº de Responsáveis	Total de Responsáveis em todos os setores	%
1	0	0	0,0
2	1 a 25	440	5,4
3	26 a 36	1.035	12,8
4	37 a 44	1.129	13,9
5	45 a 52	1.160	14,3
6	53 a 60	1.462	18,1
7	61 a 70	1.622	20,1
8	71 a 87	1.246	15,4
Total		8.094	100,0

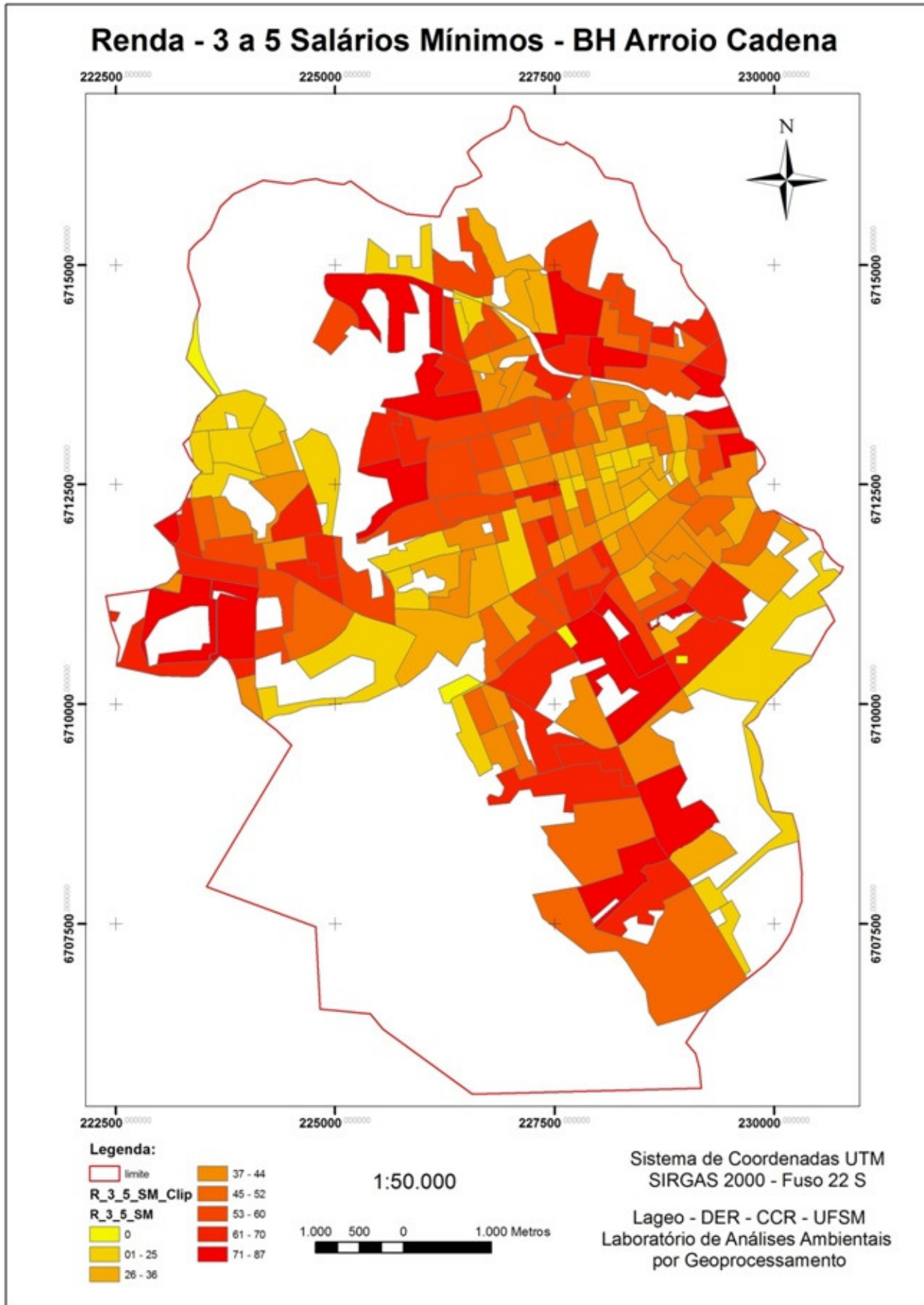


Figura 12 – Renda Média - 3 a 5 salários mínimos

6.1.1.3 Renda alta – mais de 10 salários mínimos

A maior concentração com renda de mais de 10 salários mínimos (tons de verde na figura 13) se dá exclusivamente na região central da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. Isso comprova a hipótese de que as classes mais altas da sociedade habitam locais mais favoráveis, com as melhores condições de saneamento, de coleta de lixo e outras vantagens proporcionadas pelo Poder Público.

A maior concentração de responsáveis com Renda Alta dá-se em setores com 96 a 129 responsáveis nessa classe de renda, apresentando 28,4% do total (tabela 5). Isso demonstra como a classe de Renda Alta é bastante concentrada nos setores.

Constata-se, também, que as classes 6, 7 e 8 (em verde, no mapa), concentradas na zona central da cidade, correspondem a 66,2% de domicílios cujos responsáveis auferem mais de 10 salários mínimos mensais.

Tabela 5 – Número de responsáveis com renda superior a 10 salários mínimos

Classe	Nº de Responsáveis	Total de Responsáveis em todos os setores	%
1	0	0	0,0
2	1 a 22	688	8,0
3	23 a 38	447	5,2
4	39 a 55	740	8,6
5	56 a 72	1.034	12,0
6	73 a 95	1.348	15,7
7	96 a 129	2.444	28,4
8	130 a 198	1.901	22,1
Total		8.602	100,0

Fazendo uma comparação entre os três mapas de Renda, observa-se a disparidade entre as classes e sua distribuição espacial. No mapa da figura 11 observa-se que algumas regiões chegam a ter uma concentração de 150 a 222 responsáveis com renda baixa, já a máxima concentração de renda média (figura 12) é de 71 a 87 responsáveis, enquanto a renda alta (figura 13) apresenta pontos de máxima concentração de 130 a 198 responsáveis. O maior valor da concentração de Renda Alta se dá pelo fato de que as classes altas encontram-se muito concentradas, exclusivamente na região central.

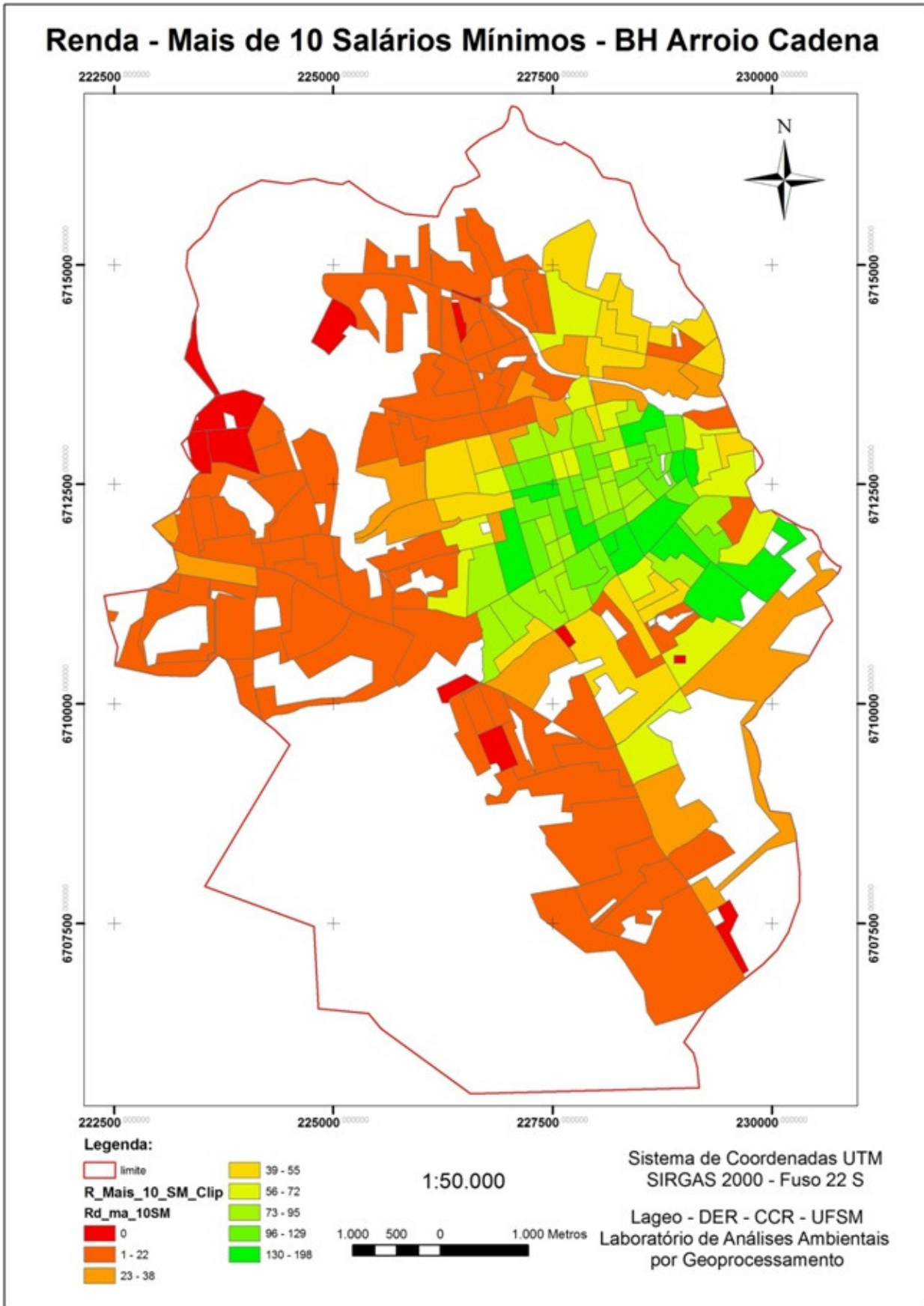


Figura 13 – Renda Alta - mais de 10 salários mínimos

6.1.2 Renda na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

Observando-se as quantidades de responsáveis por cada nível de renda chegou-se aos seguintes valores totais:

Tabela 6 – Número de responsáveis por classe de renda

Nível de Renda	Nº total de responsáveis	%
Baixo	9.989	37,4
Médio	8.094	30,3
Alto	8.602	32,3
Total	26.685	100,0

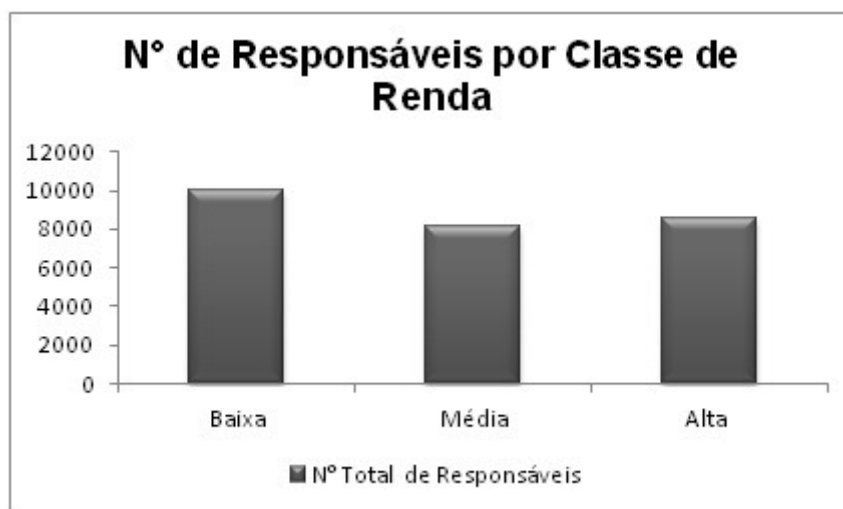


Gráfico 1 – Número de responsáveis por classe de renda

Sendo assim, pode ser observado que as classes dos responsáveis por Nível de Renda apresentam uma distribuição regular e linear, ou seja, a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena tem uma distribuição de renda que privilegia os extremos, isto é, tanto o número de responsáveis de Renda Baixa, como os de Renda Alta são comparativamente maiores que o seu número para Renda Média, pois a distribuição não se dá seguindo a Curva de Gauss, ou Curva

Normal. Há 37,4% de responsáveis por domicílio no nível de Renda Baixa; 30,3% de responsáveis no nível de Renda Média e 32,3% de responsáveis no nível de Renda Alta.

6.2 Nível de instrução – escolaridade

O parâmetro escolaridade foi escolhido pela sua relevância na qualidade de vida, sendo a responsável pela desigualdade salarial. Barros et al. (2000 apud MELLO FILHO, 2003) constataram que o bem estar pessoal e a sustentabilidade do desenvolvimento socioeconômico estão diretamente associados à educação formal, que é matéria de responsabilidade da esfera pública, pois ela promove maior igualdade e mobilidade social, ao interferir favoravelmente para a produtividade do trabalho, aumento da renda pessoal e diminuição entre os estratos sociais.

O número de anos de estudo é um dos diversos indicadores utilizados para definir parâmetros como IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) e IQV (Índice de Qualidade de Vida). O conceito é dado para cada indivíduo e obtido por meio da identificação da última série cursada e do grau escolar concluído com aprovação.

6.2.1 Níveis analisados

O número de anos de estudo foi dividido em três classes para facilitar a análise de sua distribuição. As classes utilizadas foram: classe 1 (Baixa): zero a três anos de estudos; classe 2 (Média): pessoas que completaram o ensino fundamental ou o antigo ginásial; e classe 3 (Alta): pessoas diplomadas no nível superior de graduação.

Cada classe constituiu um elemento do banco de dados e, assim, pode ser expresso cartograficamente, gerando, portanto, um mapa, no qual são

localizados os setores urbanos. Os setores foram classificados pela quantidade de responsáveis por domicílio que correspondiam à classe de escolaridade segundo o nível estudado e registrado espacialmente naquele mapa.

6.2.1.1 Instrução baixa – 0 a 3 anos de escolaridade

Da mesma forma como observado no parâmetro Renda Baixa, as maiores concentrações de responsável por domicílio com escolaridade baixa encontra-se na região periférica da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena (figura 14). Alguns setores apresentam de 138 a 182 responsáveis com nível de Escolaridade Baixa, o que é um valor altíssimo.

A população com menor escolaridade e renda não consegue acesso à moradia nas regiões mais bem localizadas, pois essas exigem um custo de vida muito alto e, portanto, aquela parte significativa da população vai habitar regiões mais pobres, as periféricas, onde há, também, deficiência quanto à coleta de lixo, à rede de esgoto entre outros.

Dessa forma, a disparidade social se acentua, pois as populações desses locais além de menor renda e escolaridade precisam enfrentar diversos problemas de acesso à infraestrutura adequada. Nas regiões centrais quase a totalidade dos setores apresenta nenhum responsável por domicílio com escolaridade baixa.

Os dados de quantidade total de responsáveis de Nível de Escolaridade Baixo podem ser observados na tabela 7, onde estão separados pelas mesmas classes apresentadas no mapa (figura 14).

Tabela 7 – Número de responsáveis com baixa instrução

Classe	Nº de Responsáveis	Total de Responsáveis em todos os setores	%
1	0	0	0,0
2	1 a 27	843	9,0
3	28 a 42	760	8,1
4	43 a 59	1.254	13,4
5	60 a 81	1.832	19,5
6	82 a 108	2.228	23,8
7	109 a 137	1.826	19,4
8	138 a 182	636	6,8
Total		9.379	100,0

Observa-se que não há sequer um setor onde haja zero responsável nessa condição de baixa escolaridade, de pessoas desde zero até três anos de estudo. E, também, que a classe com maior número de responsáveis nessa situação de baixa escolaridade, com 23,8% do total, encontra-se em setores onde a concentração está entre 82 a 108 responsáveis.

A seguir tem-se a comparação com o mapa correspondente (figura 14).

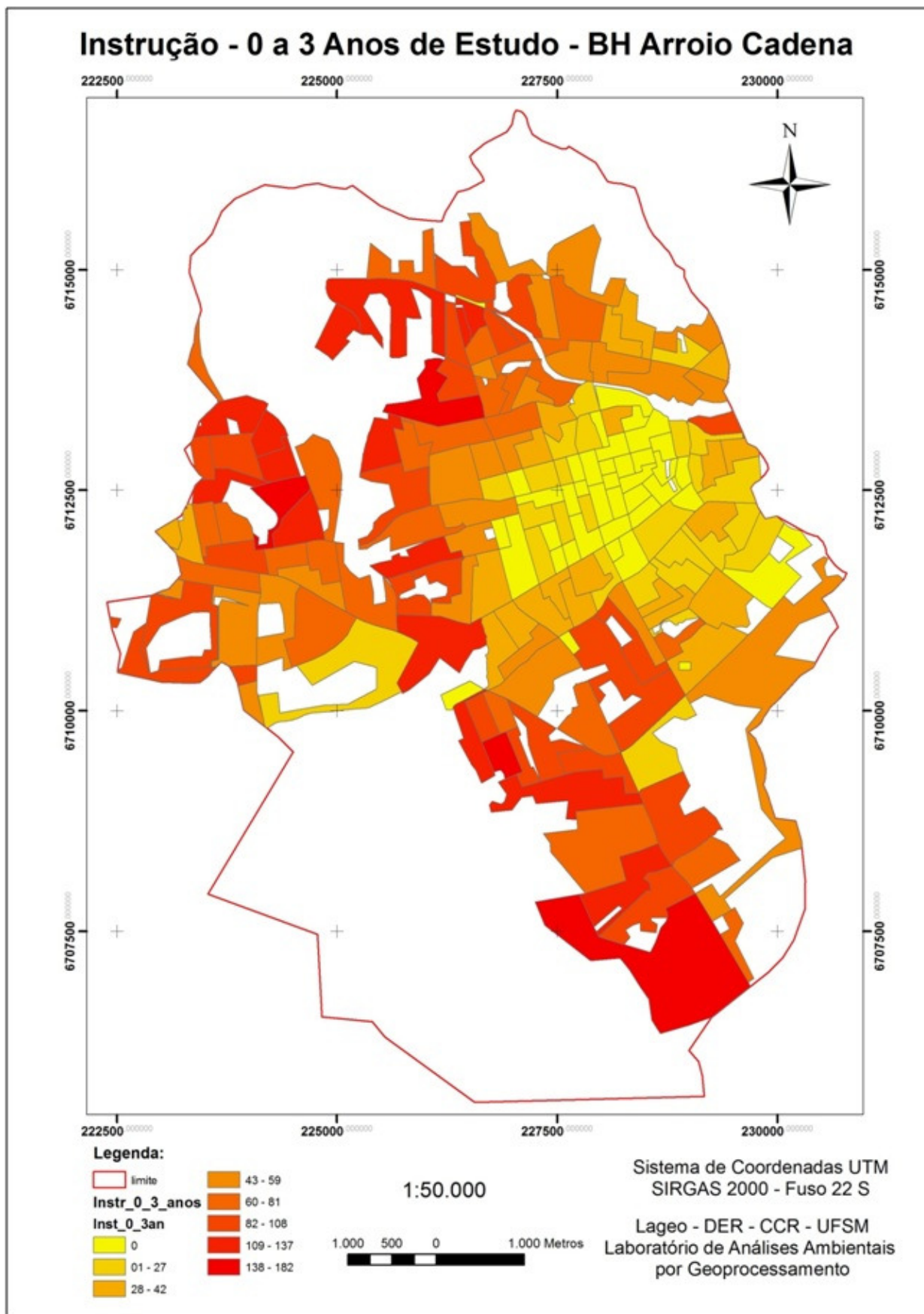


Figura 14 – Instrução Baixa - pessoas com 0 a 3 anos de estudo

6.2.1.2 Instrução média – ensino fundamental

Quanto à situação de escolaridade média, observa-se na figura 15 que as maiores concentrações se dão na porção periférica, assim como ocorrida para a Instrução Baixa. A região central novamente não apresenta concentração significativa. Isso demonstra que as regiões periféricas apresentam tanto responsáveis com Escolaridade Baixa, quanto Média, ficando somente o centro restrito a essa ocupação geográfica do espaço urbano.

A distribuição de responsáveis com Nível de Escolaridade Médio, por classe, pode ser observada na tabela 8, que apresenta as mesmas classes do mapa (figura 15). Verifica-se que a maior parte do número está distribuída entre as classes centrais, somente as menores classes (1 e 2) e a maior (8) apresentam pequena representatividade.

Tabela 8 – Número de responsáveis com instrução média

Classe	Nº de Responsáveis	Total de Responsáveis em todos os setores	%
1	0	0	0,0
2	1 a 60	1.062	4,1
3	61 a 116	3.564	14,0
4	117 a 148	3.590	14,1
5	149 a 179	4.769	18,6
6	180 a 223	5.260	20,6
7	224 a 301	6.848	26,8
8	302 a 453	453	1,8
Total		25.546	100,0

Em comparação com o Nível de Escolaridade Baixo, observa-se que a concentração de responsáveis com Nível de Escolaridade Fundamental, neste estudo classificados como de Instrução Média, chega em alguns setores a ser de 302 a 453, com 453 responsáveis nessa situação, enquanto o nível de Instrução Baixa atinge somente de 138 a 182, com 663 pessoas. Sendo assim, pode-se dizer que existe maior quantidade de responsáveis com nível fundamental de ensino, ou 25.546, quando comparado ao nível baixo, de 9.379, já que essas duas classes ocupam praticamente os mesmos setores.

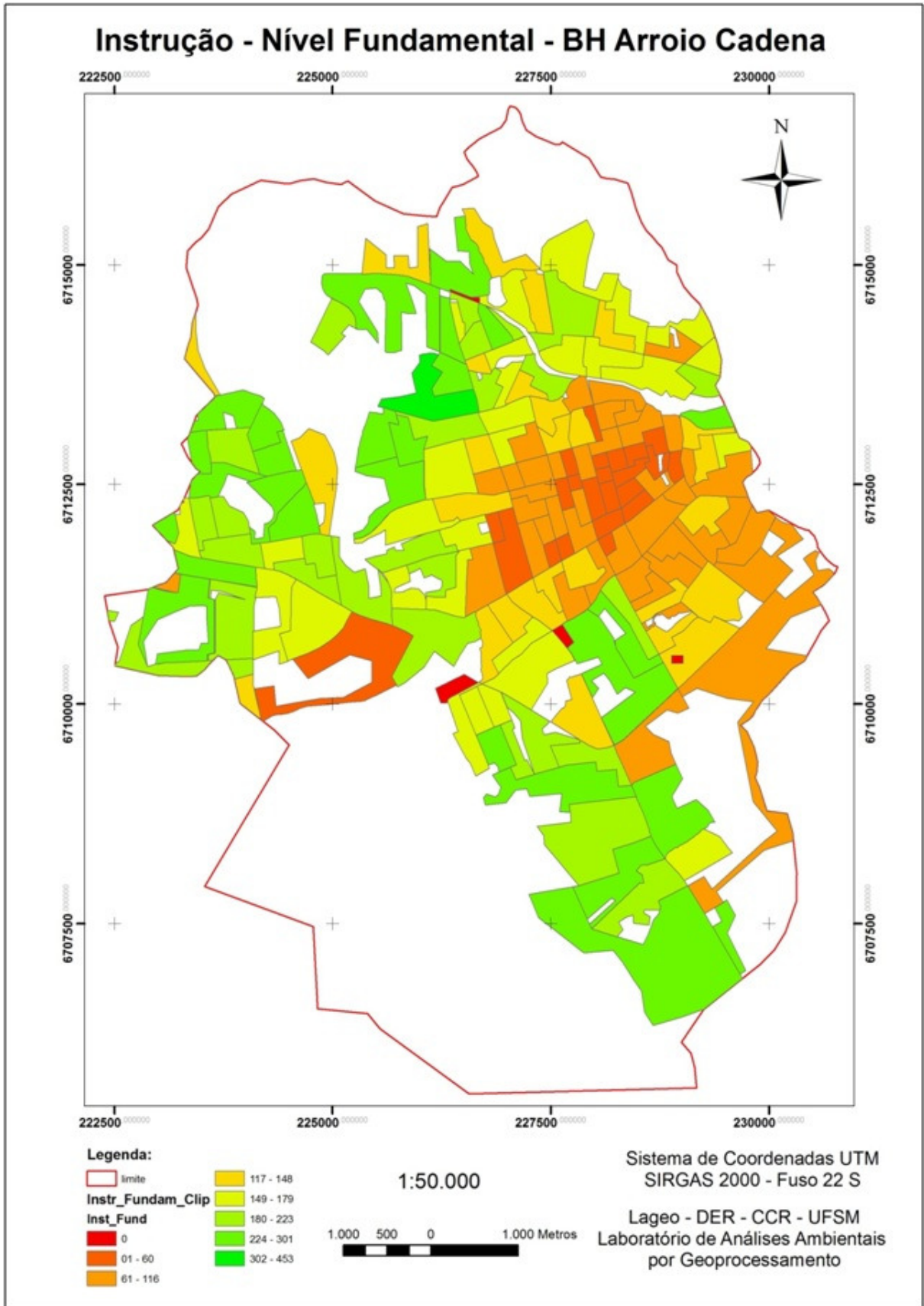


Figura 15 – Instrução Média - pessoas com nível fundamental de ensino

6.2.1.3 Instrução alta – ensino superior

Da mesma forma como ocorrido com a Renda Alta, a Escolaridade Alta concentra-se somente na porção central da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, que constitui a área central da cidade de Santa Maria (figura 16). As porções periféricas praticamente não apresentam responsável com escolaridade de nível superior, enquanto que, conforme verificado nas figuras 14 e 15, a concentração de responsáveis com nível de instrução baixo e médio é bastante acentuada.

Na tabela 9 observa-se a distribuição total dos responsáveis com Nível de Escolaridade Alto, separados por classes. A classe com maior representatividade, com 27,6%, é a classe 8, demonstrando que a classe de escolaridade alta concentra-se bastante nos setores com 153 a 219 responsáveis com Nível de Escolaridade Alto.

Constata-se, também, que na zona central da cidade estão localizados, nas classes 6, 7 e 8, responsáveis com nível de instrução superior que somam 61,7% do total, o que pode ser observado para os setores censitários em tons de verde (figura 16).

Tabela 9 – Número de responsáveis com instrução superior

Classe	Nº de Responsáveis	Total de Responsáveis em todos os setores	%
1	0	0	0,0
2	1 a 22	775	7,5
3	23 a 48	784	7,5
4	49 a 73	1.135	10,9
5	74 a 95	1.278	12,3
6	96 a 119	2.294	22,1
7	120 a 152	1.251	12,0
8	153 a 219	2.868	27,6
Total		10.385	100,0

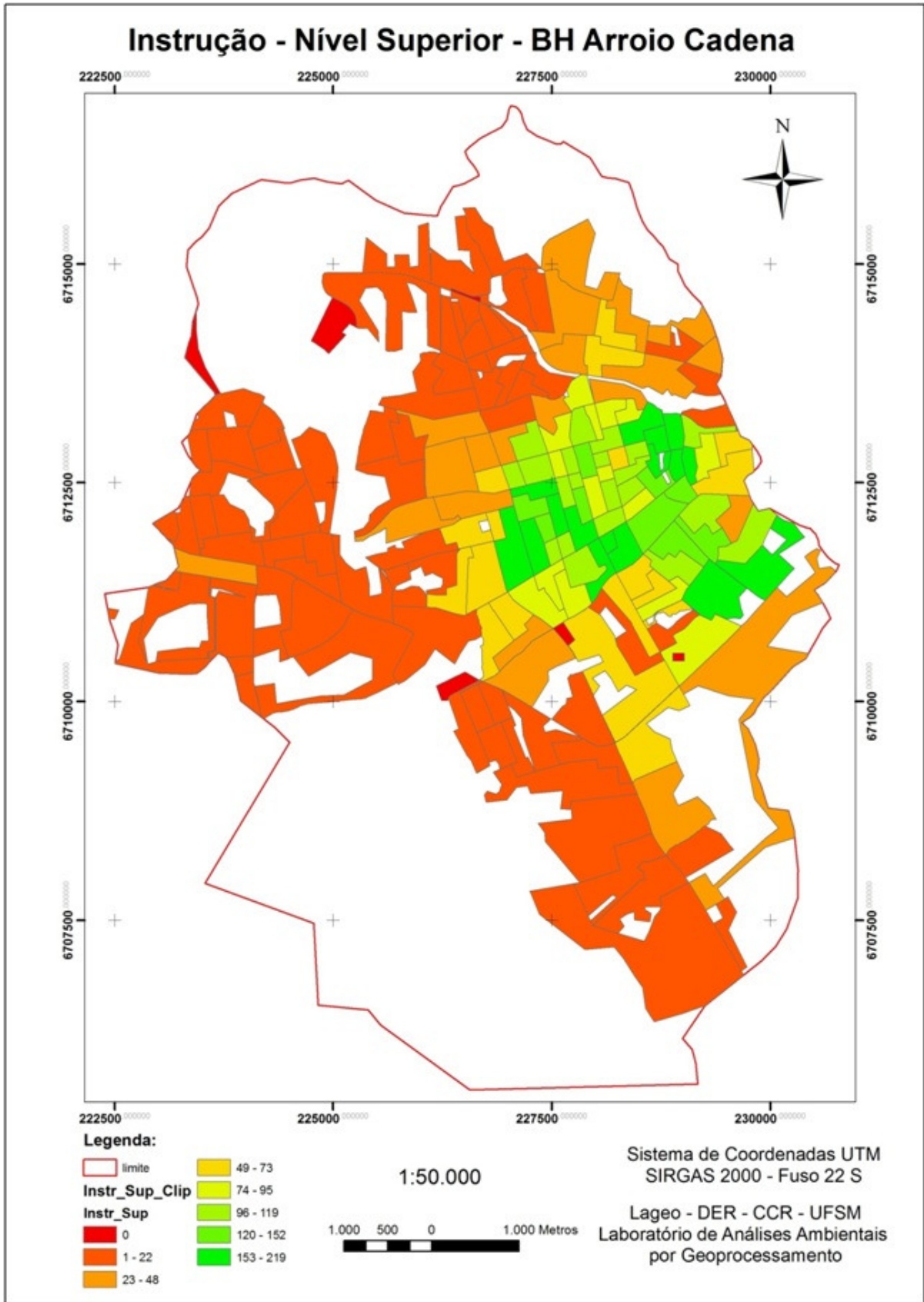


Figura 16 – Nível de instrução superior

6.2.2 Níveis de escolaridade na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

Observando-se as quantidades de responsáveis por cada nível de escolaridade, conforme se determinou neste estudo, chegou-se aos seguintes valores totais:

Tabela 10 – Número de responsáveis por nível de instrução

Nível de Instrução	Nº total de Responsáveis	%
Baixo	9.379	20,7
Médio	25.546	56,4
Alto	10.385	22,9
Total	45.310	100,0



Gráfico 2 – Responsáveis por nível de instrução

Sendo assim, pode ser observado que as classes de responsáveis por Nível de Instrução apresentam-se segundo uma distribuição Normal, ou seja, a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena mostra que a maior parte (56,4%) dos responsáveis por domicílios apresenta Nível de Escolaridade Médio. Constituem 20,7% do total os responsáveis com Nível de Escolaridade Baixo e 22,9% do total são os responsáveis que apresentam Nível de Escolaridade Alto.

6.3 Nível cultural

O nível cultural foi obtido como sendo o resultado da combinação de dois fatores: o fator Renda e o fator Número de Anos de Estudo. Os dois fatores foram combinados e o resultado foi obtido conforme o determinado pela Árvore de Decisão, onde foi efetuada a divisão da população em três classes:

- classe 1: Situação Cultural Crítica – apresenta Renda de zero a um salário mínimo e Escolaridade de zero a três anos de estudo formal;
- classe 2: Situação Cultural Média – apresenta Renda entre três a cinco salários mínimos e Escolaridade de nível Fundamental;
- classe 3: Situação Cultural Boa – apresenta Renda maior que 10 salários mínimos e Escolaridade de nível Superior.

O resultado da integração temática fez gerar três mapas, sendo um para cada classe, em que é distribuída a concentração de responsáveis por domicílio de cada uma.

6.3.1 Situação cultural crítica

O resultado da combinação de renda e escolaridade nos seus níveis mais baixos pode ser visualizado no gráfico 3. A partir dos dados extraídos do mapa (figura 17) foi possível analisar a distribuição das classes de Situação Cultural Crítica, conforme mostrado a seguir.

Tabela 11 – Número de responsáveis em situação cultural crítica

Classe	Nº de Responsáveis	Área (ha)	%
1	0	12,63	0,4
2	1 a 26	185,52	5,7
3	27 a 84	856,92	26,3
4	85 a 119	578,93	17,8
5	120 a 167	500,76	15,4
6	168 a 223	552,21	17,0
7	224 a 297	454,84	14,0
8	298 a 404	112,63	3,5
Total		3.254,45	100,0

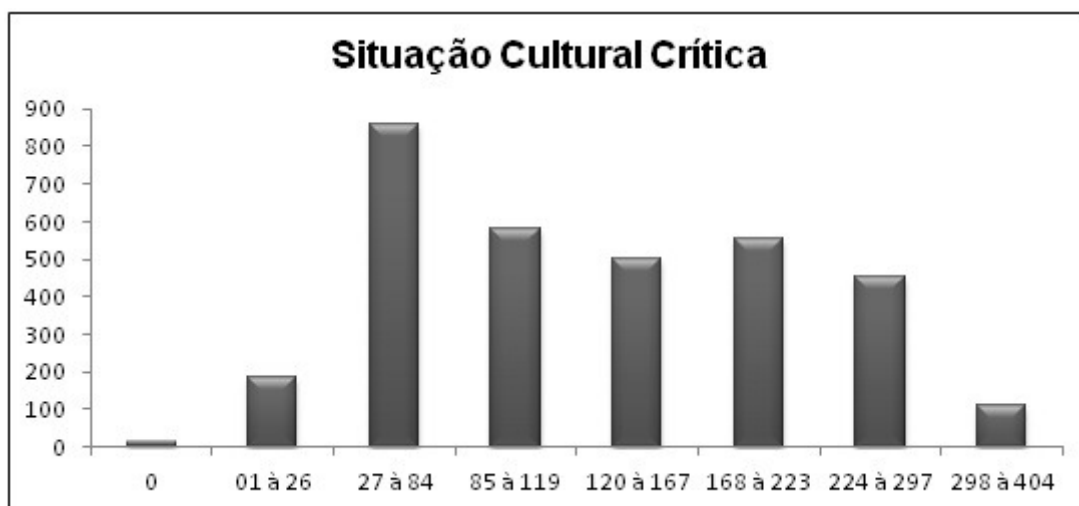


Gráfico 3 – Número de responsáveis em situação cultural crítica

Observa-se, na tabela 11, que a distribuição da Situação Cultural Crítica ocorre principalmente em setores com 27 a 84 responsáveis (23,6% da área) com Situação Cultural Crítica, totalizando 856,92 ha, e que se localizam na zona periférica à central.

Pouquíssimos setores não apresentam responsável com Situação Cultural Crítica (apenas 0,4%), preferencialmente na região do centro, e os setores com a máxima quantidade de Situação Cultural Crítica (298 a 404 responsáveis) ocupam 3,5%.

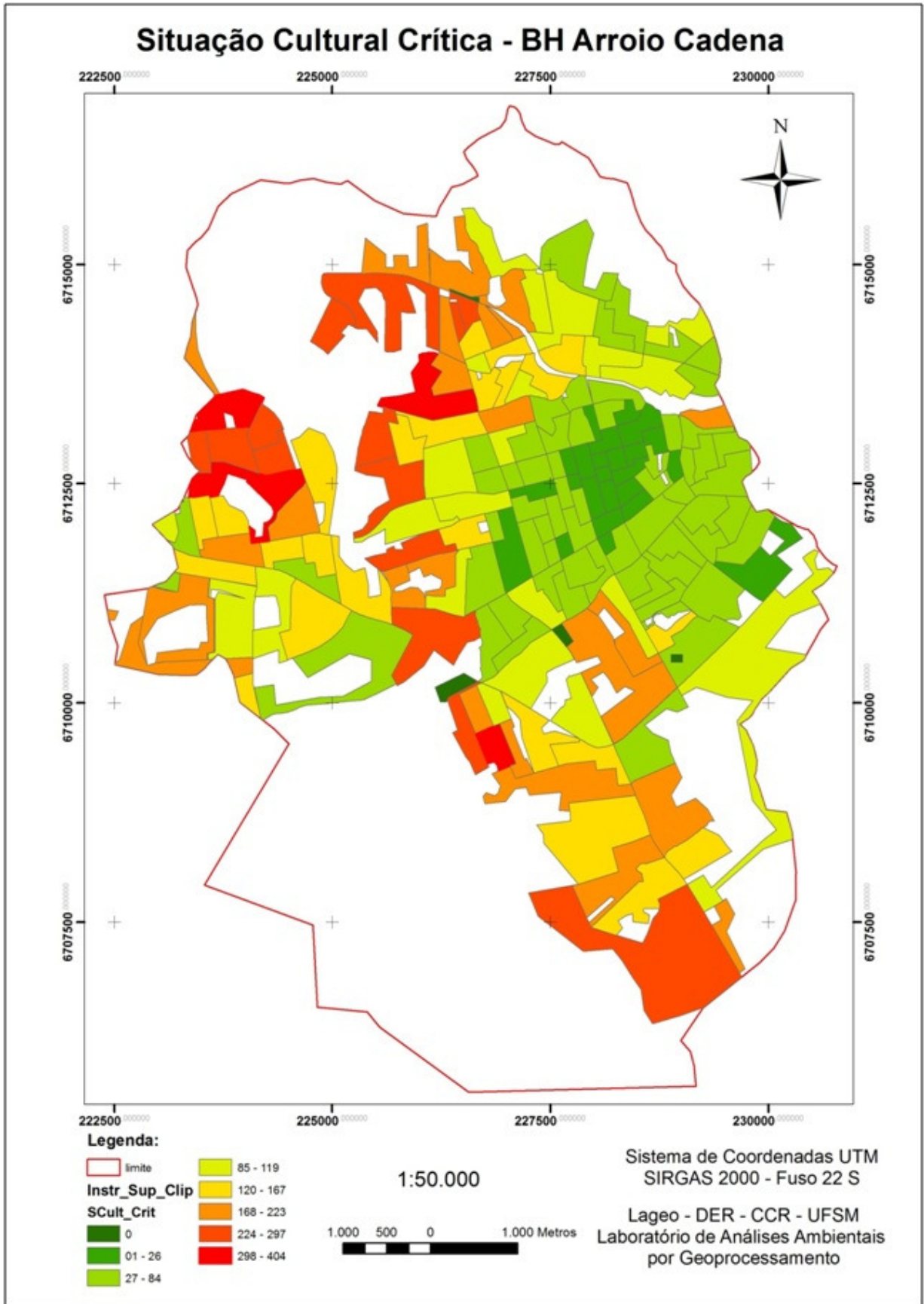


Figura 17 – Situação Cultural Crítica na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

6.3.2 Situação cultural média

O resultado da combinação de renda e de escolaridade nos seus níveis médios pode ser visualizado no gráfico 4. A partir dos dados extraídos do mapa (figura 18), foi possível analisar a distribuição das classes de Situação Cultural Média, conforme mostrado a seguir.

Tabela 12 – Número de responsáveis em situação cultural média

Classe	Nº de Responsáveis	Área (ha)	%
1	0	12,63	0,4
2	1 a 70	140,08	4,3
3	71 a 170	813,20	25,0
4	171 a 209	501,48	15,4
5	210 a 245	632,43	19,4
6	246 a 294	590,26	18,1
7	295 a 376	526,89	16,2
8	377 a 540	37,48	1,2
Total		3.254,45	100,0

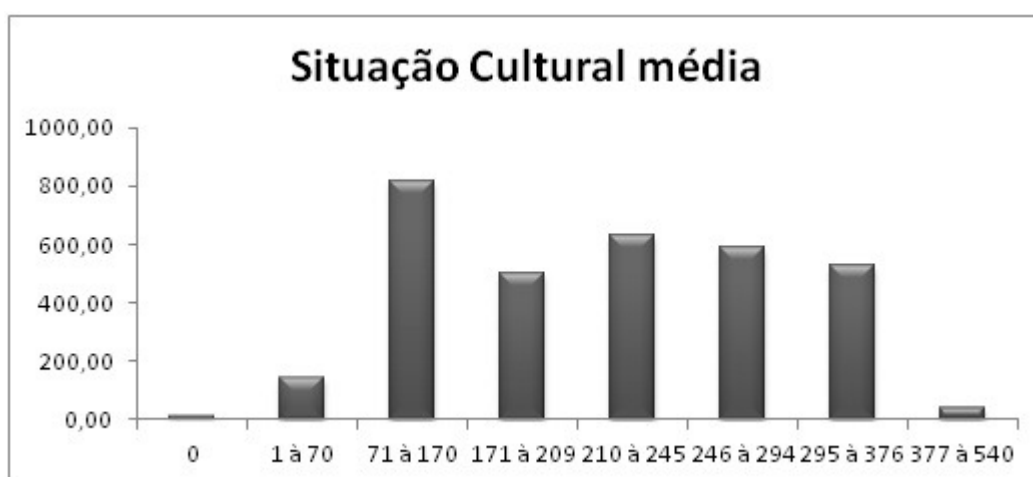


Gráfico 4 – Número de responsáveis em situação cultural média

Neste caso observa-se novamente que a área que apresenta o mínimo (zero) de responsáveis com Situação Cultural Média é de somente 0,4% da área total, pela tabela 12. O máximo de responsáveis com Situação Cultural Média (377 a 540) também representa uma pequena parte, apenas 1,2% da área.

A maior parte dos setores apresenta de 71 a 170 responsáveis com Situação Cultural Média, respondendo a 25% da área. As outras classes se mantêm próximas de 500 a 600 ha cada, também bastante elevadas.

O mapa referente à Situação Cultural Média é apresentado na figura a seguir.

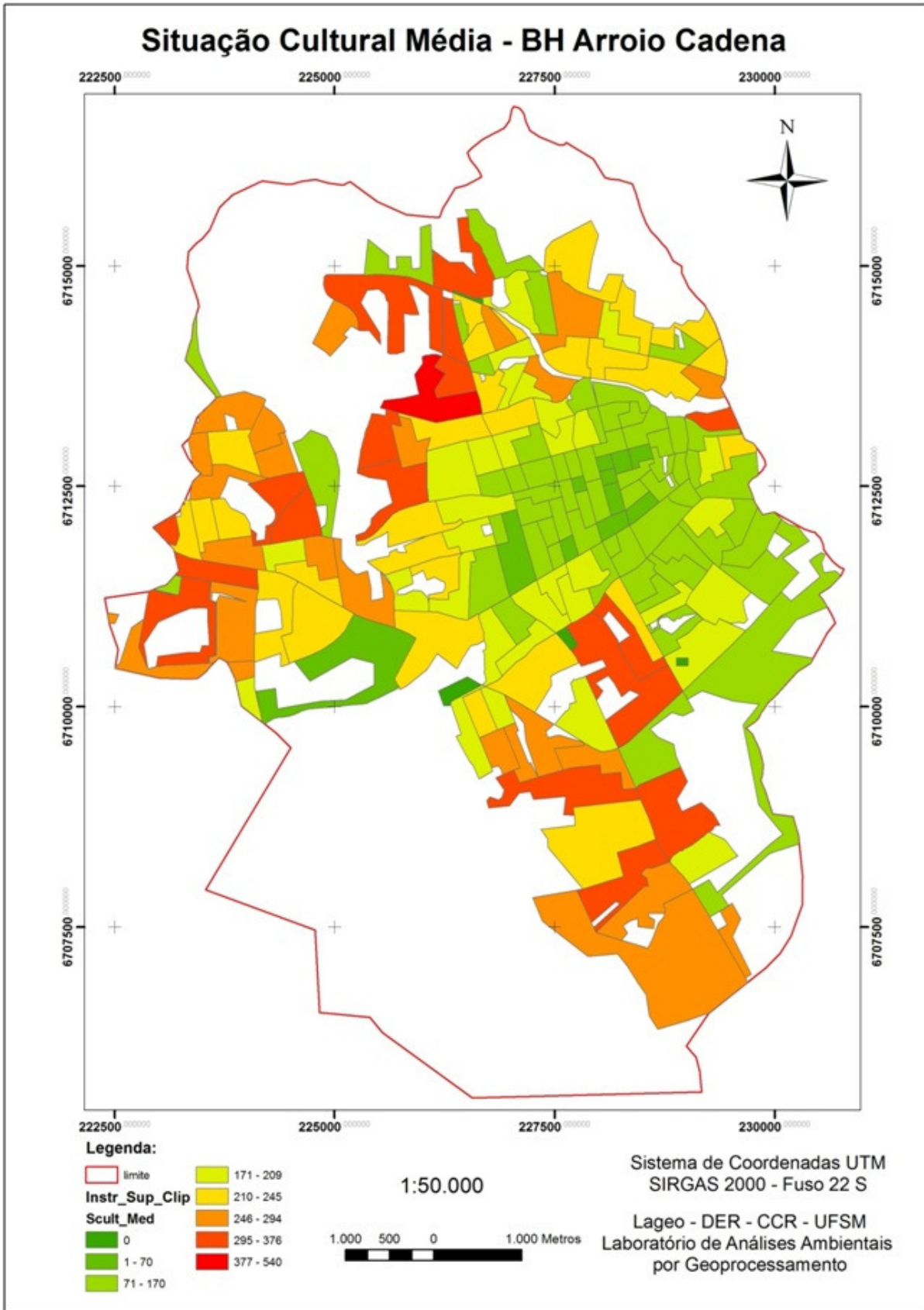


Figura 18 – Situação Cultural Média na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

6.3.3 Situação cultural boa

O resultado da combinação de renda e escolaridade nos seus níveis mais altos pode ser visualizado no gráfico 5. A partir dos dados extraídos do mapa (figura 19) foi possível analisar a distribuição das classes de Situação Cultural Boa, conforme mostrado a seguir.

Tabela 13 - Número de responsáveis em situação cultural boa

Classe	Nº de Responsáveis	Área (ha)	%
1	0	42,82	1,3
2	1 a 22	1.665,80	51,2
3	23 a 38	423,66	13,0
4	39 a 58	332,66	10,2
5	59 a 80	254,19	7,8
6	81 a 108	209,57	6,4
7	109 a 144	130,84	4,0
8	145 a 208	194,90	6,0
Total		3.254,45	100,0



Gráfico 5 – Classes de situação cultural boa na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

Pela tabela 13 percebe-se que, neste caso, a maioria da área dos setores encontra-se em setores com 1 a 22 responsáveis em Situação Cultural Boa, correspondente a 51,2% da área de estudo. Os demais setores mostram-se bastante diversificados, apresentando altas ou baixas concentrações de Situação Cultural Boa.

Observa-se também que, igualmente às situações Crítica e Média, neste caso a ocorrência de setores sem qualquer responsável com Situação Cultural Boa é pouco maior, totalizando 1,3% da área.

O mapa referente à Situação Cultural Boa é apresentado na figura a seguir.

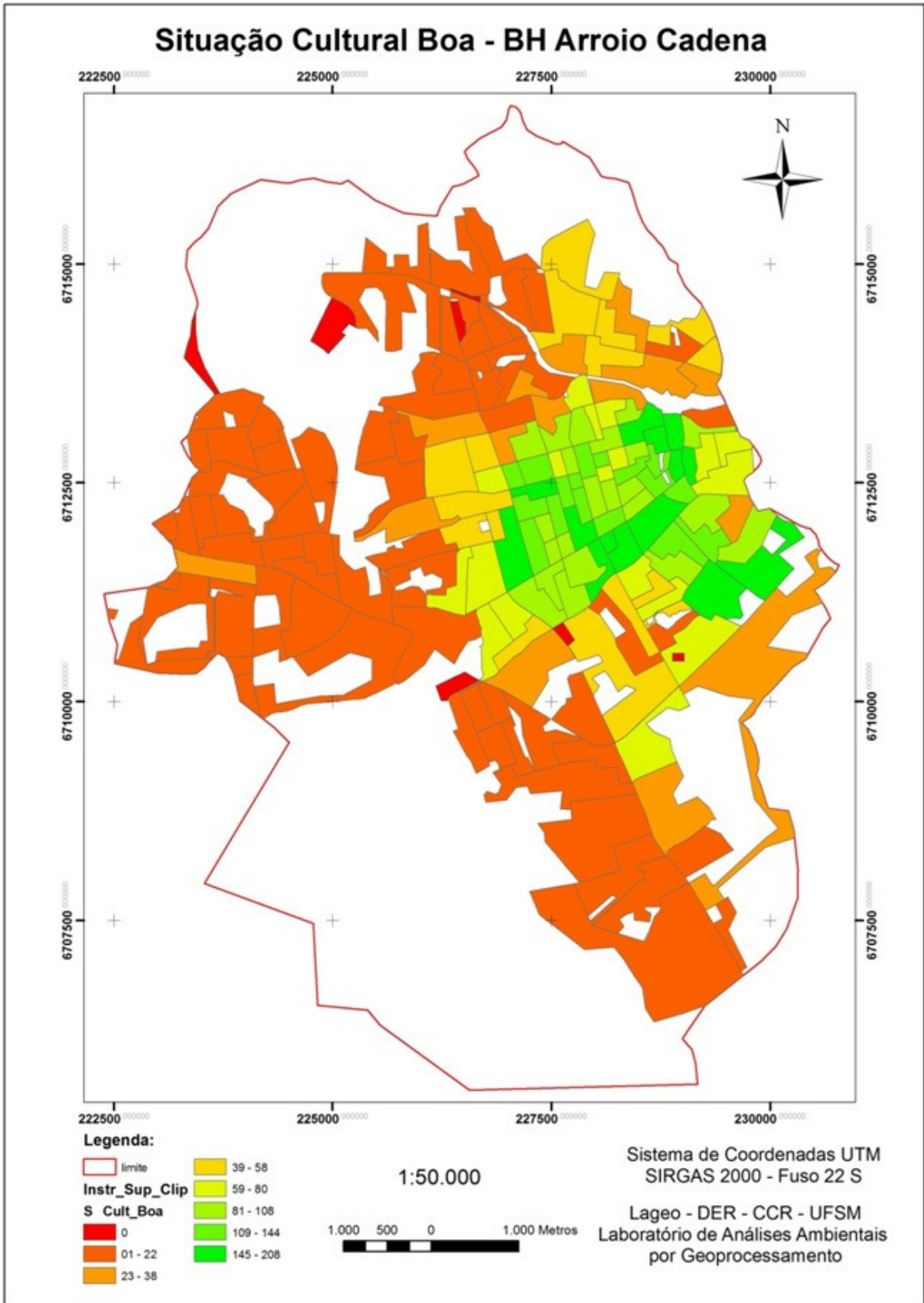


Figura 19 – Situação Cultural Boa na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

6.4 Ocupações irregulares em APP

Ao efetuar a avaliação por rastreamento ponto a ponto das áreas de APP urbanas da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena foram visualizadas diversas infrações quanto a sua ocupação. Ao se propor este trabalho havia duas hipóteses entre os questionamentos principais: a **Hipótese 1**, pela qual as áreas de APP por ocupação irregular de moradias na zona urbana estavam correlacionadas com a situação cultural desses moradores, ou seja, que as infrações ocorreriam nas áreas em que os habitantes têm nível cultural e de renda inferiores; e a **Hipótese Nula**, pela qual as invasões de áreas de APP não se correlacionam com a situação cultural dos habitantes daqueles locais.

Para determinar as áreas de APP foram utilizados dois critérios. O primeiro, estabelecido pelo TAC que determina que nas áreas urbanas de Santa Maria deva-se manter uma faixa de cinco metros ao longo dos cursos d'água. Esse TAC foi derivado de posicionamento técnico proposto pela Secretaria de Proteção Ambiental da Prefeitura Municipal de Santa Maria. No entender daquela Secretaria os cursos d'água de dois a 10 metros de largura deveriam ter uma faixa de APP com 10 metros de largura, e que esta deveria ser demarcada com cinco metros a partir de cada margem. O outro critério utilizado foi a manutenção de 15 metros ao longo dos cursos de água em áreas urbanizadas, que é derivado da Lei n. 7.803/1989, que atualizou o já antigo Código Florestal Brasileiro, Lei n. 4.771, de 1965.

Observou-se, pela avaliação, que existem ocupações irregulares tanto em áreas com Situação Cultural Crítica, como Média e Boa, indistintamente. Assim, foram delimitadas as APP pelos dois métodos e observadas as irregularidades.

6.4.1 Ocupação irregular em APP de cinco metros

Pela figura 20 observa-se a ocorrência de três exemplos de ocupação em área de APP, considerando-se como margem de APP a distância de cinco metros a partir de cada margem de curso d'água.

No exemplo 1 é observada a ocorrência de setores com Situação Cultural Crítica no local que deveria ser destinado para APP. Nesse exemplo, observa-se um setor censitário com concentração 168 a 223 responsáveis com Situação Cultural Crítica.

Já no exemplo 2 é observada a presença de Situação Cultural Média dentro da área reservada para APP. Os setores destacados apresentam de 1 a 70 e de 71 a 170 responsáveis por domicílio em Situação Cultural Média.

Por fim, no exemplo 3 é encontrada a presença de setores com Situação Cultural Boa, dentro da área de APP. O setor destacado apresenta de 145 a 208 responsáveis com Situação Cultural Boa.

Isso vem demonstrar que não são somente as classes socioeconômicas baixas que ocupam áreas irregulares, no caso presente as APP com cinco metros, a partir de cada uma das margens. Portanto, a Hipótese 1 passa a ser rejeitada e compreende-se que está estabelecida, na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, a Hipótese Nula, ou seja, a de que em ambientes urbanos ocorrem ocupações irregulares causados por pessoas de todas as classes socioeconômicas, conforme demonstrado na figura 20.

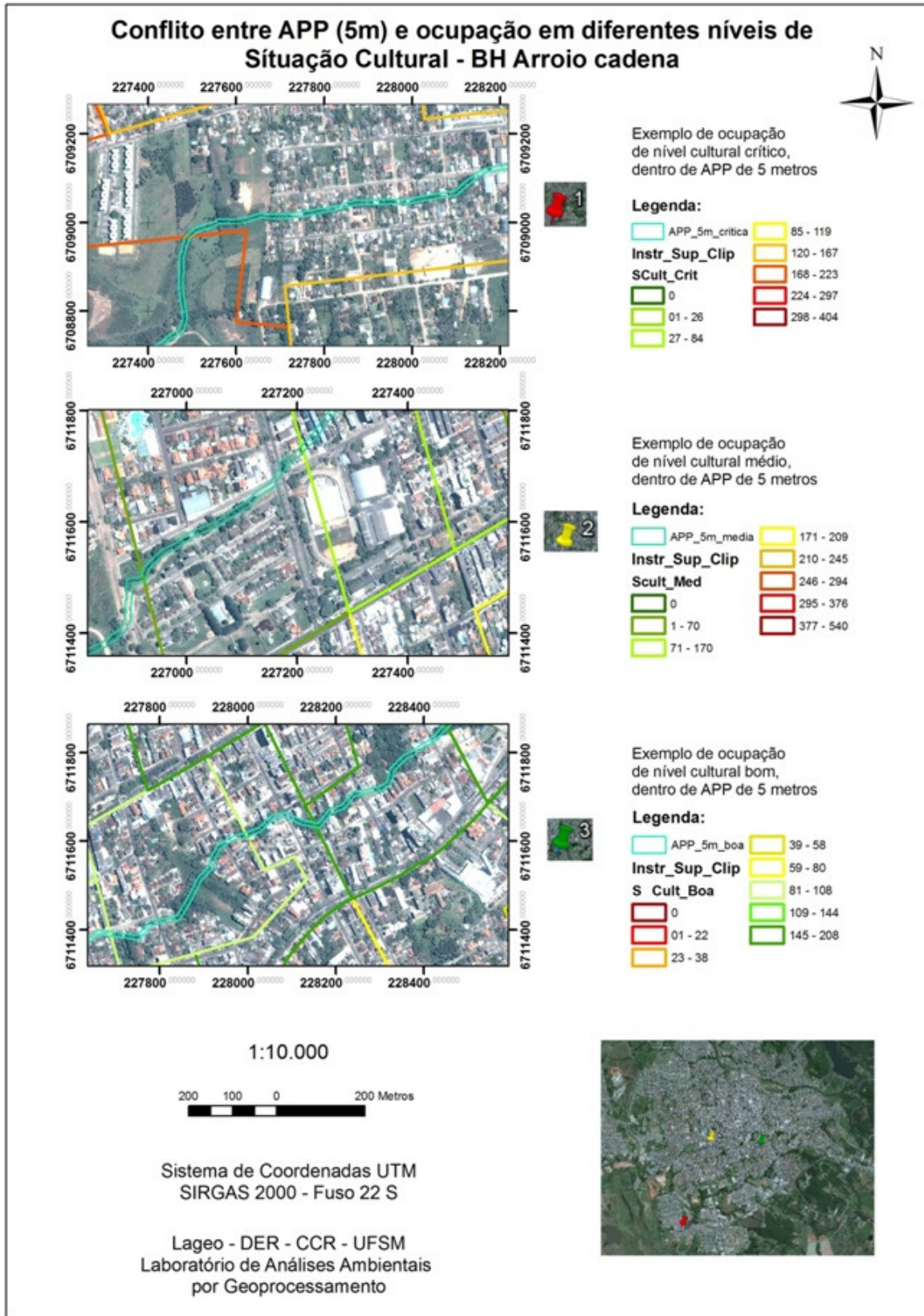


Figura 20 – Conflito de uso de APP com 5 metros para três situações socioeconômicas

6.4.2 Ocupação irregular em APP de 15 metros

Na figura 21, a seguir, observa-se novamente, a presença de três exemplos de ocupação em área de APP, considerando-se, dessa vez, como faixa de APP a distância de 15 metros a partir de cada uma das margens de curso d'água.

No primeiro exemplo é observada a presença de setores com Situação Cultural Crítica no local que deveria ser destinado para APP. Nesse exemplo observa-se um setor com concentração de 224 a 297 responsáveis com Situação Cultural Crítica.

No segundo exemplo é observada a presença de Situação Cultural Média dentro da área reservada para APP. O setor destacado apresenta de 210 a 245 responsáveis por domicílio em Situação Cultural Média.

Por último, no terceiro exemplo, é encontrada a presença de setores com Situação Cultural Boa, dentro da área de APP. Os setores destacados apresentam de 145 a 208 e de 81 a 108 responsáveis com Situação Cultural Boa nos respectivos setores.

Isso vem demonstrar, também para este caso, que não são somente as classes socioeconômicas baixas que ocupam áreas irregulares, no caso presente as APP com 15 metros, a partir de cada uma das margens. Portanto, a Hipótese 1 passa a ser rejeitada, e constata-se que está estabelecida, na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, a Hipótese Nula, ou seja, a de que, em ambientes urbanos ocorrem ocupações irregulares causados por pessoas de todas as classes socioeconômicas, conforme demonstrado na figura 21.

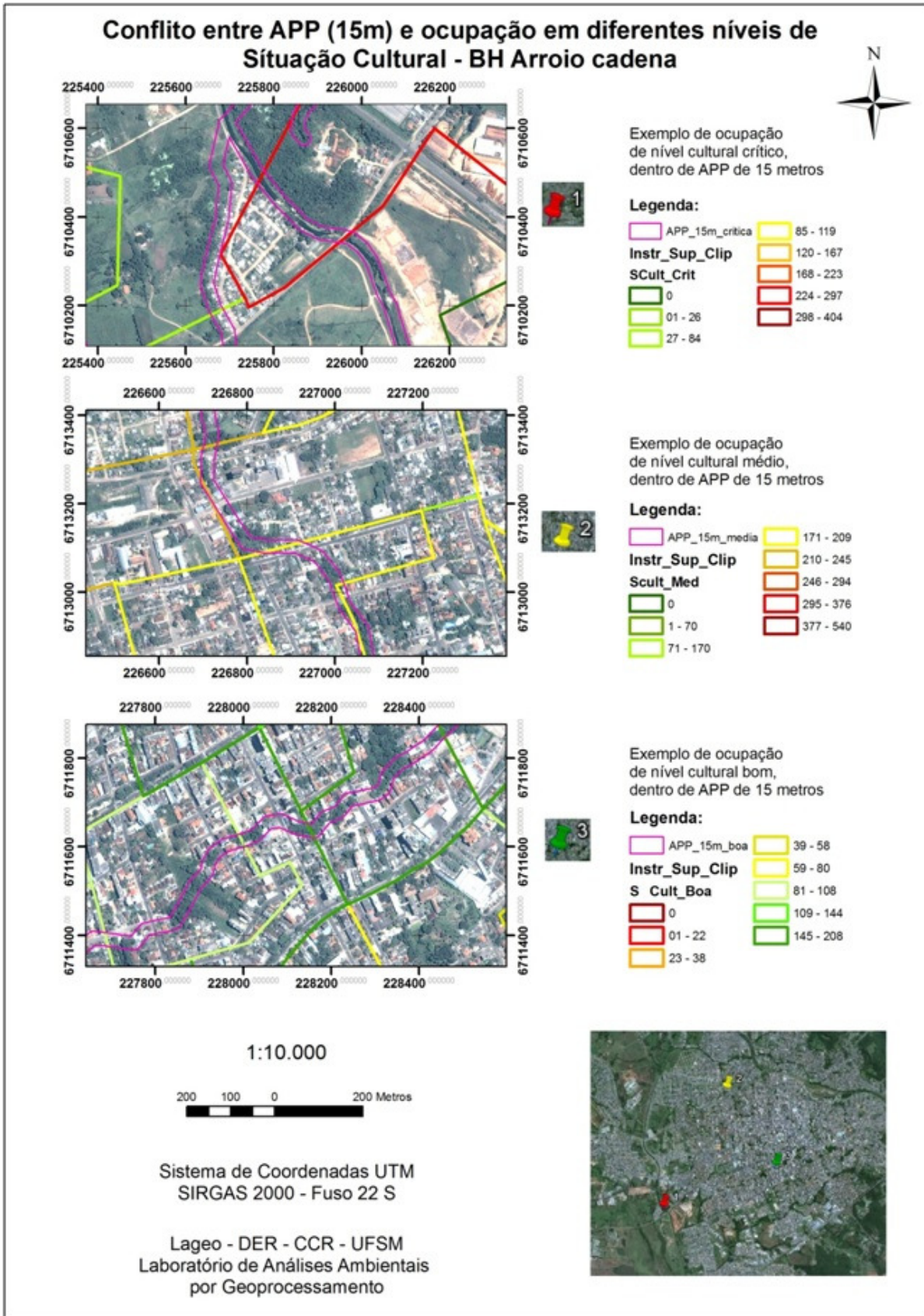


Figura 21 – Conflito de uso de APP com 15 metros para três situações socioeconômicas

CONCLUSÃO

Conforme a tendência internacional, quanto à ocupação de APP nas zonas urbanas e as, aqui, usuais canalizações artificiais dos rios e arroios, necessitar-se-ão grandes investimentos para “desretificar” os cursos d’água. Há que se destacar que as obras de retificação e canalização de cursos d’água, conforme o que está sendo realizado pela Prefeitura Municipal de Santa Maria ao longo das margens do Arroio Cadena, são obras na contramão da história.

Pela análise feita a partir dos dados extraídos do Censo realizado pelo IBGE, no ano de 2000, foi possível observar que as populações com renda mais baixa e escolaridade inferior (Situações Culturais Crítica, sempre, e Média, em quase todos os casos) em geral concentram-se nas regiões periféricas da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. A região central da Bacia, que corresponde ao centro da cidade de Santa Maria é quase exclusivamente ocupada por população com alta renda e escolaridade superior (Situação Cultural Boa).

Isso comprova que as populações com Situação Cultural desfavorável não têm um bom acesso às condições básicas de qualidade de vida, habitando, muitas vezes, locais desprovidos de infraestrutura ideal a possibilitar a esperada dignidade humana, pois nesses lugares constata-se a falta de esgotamento sanitário em rede geral, de coleta de resíduos por serviço municipal de limpeza, de escolas disponíveis para todos, entre outros.

Já quanto às ocupações irregulares de APP, observa-se que elas se dão em todos os níveis de Situações Culturais, como é comum em áreas urbanas, onde o poder público não faz o efetivo controle sobre as ocupações.

Constatou-se, também, que não são somente as classes socioeconômicas baixas que ocupam áreas irregulares, no caso presente as APP com cinco metros ou com 15 metros, a partir de cada uma das margens. Portanto, a Hipótese 1 passou a ser rejeitada, constatando-se que está estabelecida, na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, a Hipótese Nula, ou seja, a de que nos ambientes urbanos ocorrem ocupações irregulares causadas por pessoas de todas as classes socioeconômicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMEK, M. V. V. Passivo ambiental. In: **Direito ambiental em evolução**. Curitiba: Juruá, 2000.

ALMEIDA, A.; BAUMER, J. Licença para crescer. In: **Brasil Sustentável**. CEBDS, Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, n.1, ano 1, p. 38-41, set./out. 2004.

ANA – Agência Nacional de Águas – GEO Brasil - recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. 264 p., Ministério do Meio Ambiente / Agência Nacional de Águas / Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Brasília, Brasil. 2007.

ANDRADE, C. B. C.; SOUZA, F. A. M. O uso de geotecnologias como suporte ao planejamento físico-territorial municipal: algumas técnicas e aplicações. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2008, Recife. **Anais...** Fortaleza: MEAU, MGEO, 2008, 1 CD-ROM.

ARAÚJO, J. R.; PENIDO, M. **Salário**. Horizonte, PUC-MG. Relatório, 2006.

ARRUDA ALVIM, J. M. Revogação de medida liminar em mandado de segurança. **Revista de Processo**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 11:12, 2004.

_____. **Manual de direito processual civil**. V. II. 12. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2008.

BENJAMIM, A. H. O princípio poluidor-pagador e a reparação do dano ambiental. In: BENJAMIM, A. H. (org.). **Dano ambiental: prevenção, reparação e repressão**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1993.

BERGAMIM, J. S. Desenvolvimento dos municípios e sua relação com as legislações ambientais. **Rev. Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 6, n. 6, p. 1015-1024, 2012. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/4853>>. Acesso em: 21 jun. 2012.

BERNARDI, J. L. **Funções sociais da cidade**: conceitos e instrumentos. 137f. 2006. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: PUC, 2006.

BITTENCOURT, C. R. **Teoria geral do delito**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.
BLANCO, G. F. E. S. C. P. **Lixo urbano**: problemas e alternativas. 2006. Monografia (Bacharelado em Direito) – Associação Vilhenense de Educação e Cultura. Vilhena, RO: AVEC, 2006.

BRASIL. **Lei n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, Seção 1. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/95036911/LEI-N-12-651-CODIGO-FLORESTAL-COM-VETOS>>. Acesso em: 23 jun. 2012.

_____. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 03 jun. 2012.

_____. **Resolução CONAMA nº 302**, de 20 de março de 2002. Definições de Áreas de Preservação Permanente em Reservatórios Artificiais. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. DOU nº 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, p. 67. Disponível em: <www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/conama/302_02_areas_preservacao_reservatorio.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2011.

_____. **Resolução CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre Área de Preservação Permanente. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. DOU nº 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, p. 68. Disponível em: <www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/conama/303_02_preservacao_permanente.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2011.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**: spacial information systems and geostatistics. New York: Oxford University, 1998.

BUZAID, A. **Estudos e pareceres de direito processual civil**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004.

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

CEBRAP. Entrevista Ricardo de Sousa Moretti. **En publicacion: Diversidade**, nº. 12. CEBRAP, Centro Brasileiro de Análise e Planejamento, Rio de Janeiro, Brasil: Brasil, jan./mar. 2007. Disponível em: <<http://www.centrodametropole.org.br/diversidade/numero12/7.html>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

CHIUVITE, T. B. S. **Direito ambiental**. São Paulo: Exord, 2007.

CMMAD-ONU. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COSTA, H. S. M.; BRAGA, T. M. Entre a conciliação e o conflito: dilemas para o planejamento e a gestão urbana e ambiental. In: ACSELRAD, H. (Org.). **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

CUSTÓDIO, H. B. **Responsabilidade civil por danos ao meio ambiente**. Campinas, SP: Millennium, 2006.

DSG. Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. **Cartas topográficas**. Porto Alegre: DSG, 1980.

FIORILLO, C. A. P. **Estatuto da cidade comentado**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **Vocabulário básico de meio ambiente**. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1992.

GIDI, A. **A Class Action como instrumento de tutela coletiva dos direitos**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico e geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

HURTADO, A. G.; ACUÑA, E. C. Las variables ambientales en la plantificación del desarrollo. In: **Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina**. México: Fondo de la Cultura Económica, 1980.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

_____. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.

_____. **Noções básicas de cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.

KÖNIG, K. W. **The rainwater technology handbook, rain harvesting in building**. Dortmund, Deutschland: Wilo-Brain, 2001.

KURTZ, F. C. **Valoração econômica e ambiental pelo uso da água como instrumento de gestão de recursos hídricos**. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS: UFSM, 2004.

LEFF, E. **Saber ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

_____. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, E. (org.). **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003.

LIEBMAN, E. T. **Manual de direito processual civil**. Tocantins: Intelectus, 2003.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 12. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: Imprensa Universitária UFSM, 1990.

MARQUES, M. A. **Qualidade de vida no Município de Macaé-RJ: análise por geoprocessamento.** 2008. 299 f. Tese. (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.

MAZZILLI, H. N. **A defesa dos interesses difusos em juízo: meio ambiente, consumidor e outros interesses.** São Paulo: Saraiva, 1995.

MEIRELLES, H. L. **Direito administrativo brasileiro.** 19. ed. São Paulo: Malheiros, 1991.

MELLO FILHO, J.A. de. **Qualidade de Vida na Região da Tijuca por Geoprocessamento.** (Tese de Doutorado.) Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências - Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2003.288p.

MELLO, L. F. S. et al. **Proposições para restauração e reurbanização de áreas limítrofes do Arroio Cadena.** Santa Maria: UFSM, 1996.

MEZZOMO, M. C. Responsabilidade ambiental. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 9, n. 523, 12 dez. 2004. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/5981>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente:** doutrina, jurisprudência, glossário. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MORAES, D. B. O papel dos municípios na competência ambiental. **Derecho y Cambio Social**, 2010. Disponível em: <<http://www.derechoycambiosocial.com/revista010.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

MORAIS, S. M. J. **Diagnósticos quantitativos mínimos de ambiência para o manejo integrado da sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena.** Santa Maria, RS: UFSM, 1997.

NERI, M.; AMADEO, E. J.; CARVALHO, A. P. NASCIMENTO, M. C. **Assets, markets and poverty in Brazil.** Rio de Janeiro: CPS/FGV, 2001.

NERI, M.; GONZAGA, G.; CAMARGO, J.M. **Efeitos informais...** IPEA. Relatório Seminário Anual, 2001.

NERY JR., N. **Princípios do processo civil na Constituição Federal**. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

OLIVEIRA, C. **Curso de cartografia moderna**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1988.

OLIVEIRA, E. L. A. **Áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS**: zoneamento e hierarquização. 147f. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

PASQUALOTTO, A. Responsabilidade civil por dano ambiental: considerações de ordem material e processual. In: BENJAMIM, A. H. (org.). **Dano ambiental**: prevenção, reparação e repressão. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1993.

PEREIRA, C. M. S. **Responsabilidade civil**. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2001.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Lixo espacial**. 2011. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-reciclagem/lixo-espacial-1.php>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

PRADO, L. R. **Crimes contra o meio ambiente**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1998.

ROCHA, J.S.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Edições UFSM, Santa Maria, RS, 1991.

ROCHA, M. S. **O que causa as enchentes**. Portal do Professor. 2009. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>>. Acesso em: 23 set. 2011.

ROSS, J. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

SAMPAIO, F. J. M. **Responsabilidade civil e reparação de danos ao meio ambiente**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 1998.

SENADO FEDERAL. Áreas de preservação permanente: cursos d'água e áreas altas têm que ser preservados. **Em Discussão, Revista de Audiência Pública do Senado Federal**, ano 2, n. 9, p. 55-57 dez. 2011. Disponível em: <www.senado.gov.br/emdiscussao>. Acesso em: 23 mar. 2012.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações georreferenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Unicamp, 2003.

SILVA, J. A. **Direito ambiental constitucional**. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 1998.

_____. 4. ed. São Paulo: Malheiros, 2002.

SKORUPA, L. A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna, SP: Embrapa – Meio Ambiente, 2003.

SODRÉ, A. R. A. **O TAC no contexto do direito ambiental**. IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, 2011. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=0&Cod=333>>. Acesso em: 13 dez. 2011.

SOUZA, A. G. As cidades na cidade: aventuras do capital e do trabalho na produção do espaço de Salvador. In: **Quem faz Salvador**. Salvador: UFBA, 2000.

TOLEDO, F. A. **Princípios básicos de direito penal**. São Paulo: Saraiva, 1994.

_____. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

VIEIRA, L. C. A instrumentalidade do mandado de segurança coletivo ambiental: ensaio sobre a jurisdição ambiental coletiva. **Revista Jus Vigilantibus**, dez. 2008. Disponível em: <<http://jusvi.com/artigos/37675>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

WATANABE, K. **Da cognição no processo civil**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1987.

WIKIPÉDIA. **Desmoronamento**. 2010. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Desmoronamento>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva, 2001. 227 p.

XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. In: IV CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1993. São Paulo. **Anais...** p. 609-747. São Paulo: EDUSP, 1993.

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental**: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.