

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ - PUCPR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA - PPGTU**

**DANIELE COSTACURTA GASPARIN**

**A IMPORTÂNCIA DO AQUÍFERO CÁRSTICO EM ALMIRANTE TAMANDARÉ,  
PARANÁ, COMO RECURSO ESTRATÉGICO NA GESTÃO URBANA E  
REGIONAL**

**CURITIBA**

**2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**DANIELE COSTACURTA GASPARIN**

**A IMPORTÂNCIA DO AQUÍFERO CÁRSTICO EM ALMIRANTE TAMANDARÉ,  
PARANÁ, COMO RECURSO ESTRATÉGICO NA GESTÃO URBANA E  
REGIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Gestão Urbana - PPGTU, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Harry Alberto Bollmann

**CURITIBA**

**2009**

Dados da Catalogação na Publicação  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR  
Biblioteca Central

G249i  
2009

Gasparin, Daniele Costacurta

A importância do aquífero cárstico em Almirante Tamandaré, Paraná, como recurso estratégico na gestão urbana e regional / Daniele Costacurta Gasparin; orientador, Harry Alberto Bollmann. – 2009.

197 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009

Inclui bibliografia: f. 170-174

1. Planejamento urbano – Almirante Tamandaré (PR). 2. Aquíferos – Almirante Tamandaré (PR). 3. Carste. I. Bollmann, Harry Alberto. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. III. Título.

CDD 20. ed. – 711.4098162

**DANIELE COSTACURTA GASPARIN**

**A IMPORTÂNCIA DO AQUÍFERO CÁRSTICO EM ALMIRANTE TAMANDARÉ,  
PARANÁ, COMO RECURSO ESTRATÉGICO NA GESTÃO URBANA E  
REGIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Gestão Urbana – PPGTU, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Harry Alberto Bollmann  
Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Prof. Dr. Carlos Hardt  
Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata de Paula Xavier Moro  
Doutorado em Ciências – Instituto de Geociências, USP, Brasil  
Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM

---

Prof. Dr. Antônio Pereira Magalhães Junior  
Doutorado em Desenvolvimento Sustentável – Universidade de Brasília, UnB, Brasil  
Universidade Federal de Minas Gerais

Curitiba, 27 de fevereiro de 2009.

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, aos meus pais e ao meu grande amor, Fernando.

## AGRADECIMENTOS

Minha eterna gratidão a todos aqueles que contribuíram das mais diversas maneiras para a realização deste trabalho:

- à minha mãe, Vera Gasparin, minha primeira professora, mulher de fé e coragem que sempre esteve ao meu lado com sua ternura e dedicação;
- ao meu pai Dirceu Gasparin, homem humilde e lutador que sempre me ensinou grandes valores, e que nunca mediu esforços para investir em minha formação;
- ao meu querido Fernando Andrade, amor desta vida, companheiro leal, dedicado e sempre presente;
- à minha irmã Juliane e ao meu cunhado Geraldo, pessoas importantes que sempre me acompanharam nesta jornada;
- ao meu mestre, professor e orientador, Harry Alberto Bollmann, por todos os ensinamentos transmitidos, dedicação, orientação e incentivo no desenvolvimento deste trabalho, e também à estagiária de engenharia ambiental Patrícia Knopki pela disposição e ajuda prestada;
- aos meus amigos e colegas de trabalho, pessoas que Deus me presenteou com o dom da amizade; em especial ao Paulo Gobor, pela paciência e apoio logístico durante a execução da pesquisa de campo; Sandra Ramos, pelo afeto e grande auxílio técnico; Elizabeth Godke, pela solidariedade de sempre em situações de problemas e Carolina Bracht, pelo companherismo e amizade sincera;
- aos alunos do curso técnico em Meio Ambiente do Colégio Estadual Vereador Pedro Piekas e aos professores Zeca e Silvana, pela confiança e imensa colaboração na fase de aplicação dos formulários;
- a todos os entrevistados, pela atenção dispensada quando das entrevistas e pela significativa contribuição a este trabalho;
- à Prefeitura Municipal de Almirante Tamandaré, pelo apoio e pelos dados prestados, em especial à Secretaria de Meio ambiente e Turismo, meu local de trabalho e aprendizado de cada dia;
- a todos os professores e funcionários do curso de Pós-graduação em Gestão Urbana da PUCPR, pela contribuição à formação científica e pessoal;

E, finalmente, a Ele que me permitiu mais esta conquista, **Deus**.

A todos o meu muito Obrigada!

*Nós devemos ter consciência planetária, isto é, devemos perceber, nas complexas relações entre cada ser vivo e o meio ambiente, que não há indivíduo isolado e que toda vida depende de múltiplas relações.*

*(Pedro de Oliveira, Consciência Planetária, Ecosocialismo e Cristianismo)*



## RESUMO

O município de Almirante Tamandaré, Paraná, está situado em uma área de grande fragilidade ambiental natural pela presença do Aquífero Carste. A ocupação do solo nessa região, associada à intensa exploração mineral e ao uso da água subterrânea para comercialização e abastecimento público, trouxeram como consequência sérios problemas de ordem ambiental e econômica. Por meio deste trabalho, pretende-se discutir a presença do aquífero cárstico no município, uma vez que, pelos riscos socioambientais associados, este poderia ser encarado como um entrave à gestão urbana e não como potencialidade estratégica de desenvolvimento regional. A metodologia da pesquisa envolveu a aplicação de formulários junto à população, bem como questionários com o poder público local e regional, além do setor produtivo. Nos principais resultados do estudo, observou-se que tanto a população quanto as instituições pesquisadas acreditam que a presença do aquífero é uma potencialidade de desenvolvimento regional por ser uma reserva estratégica de água, principalmente para a Região Metropolitana de Curitiba. Entretanto, a maioria da população pesquisada desconhece a sua presença no município, podendo desencadear comportamentos urbanos nocivos sobre este recurso natural, de maneira não intencional. Desta forma, conclui-se que a problemática do carste em Almirante Tamandaré deverá ser resolvida por meio de uma gestão integrada sob a ótica de várias dimensões de análise, de modo que não se torne um espaço insustentável com entraves ao desenvolvimento da cidade, mas sim uma verdadeira potencialidade para amplas intervenções a favor das atuais e futuras gerações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Almirante Tamandaré. Aquífero Carste. Gestão urbana. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

The borough of Almirante Tamandare, Parana State, is located in an area of great natural environmental fragility due to the presence of the Karst Aquifer. The land occupation in the area, associated to the intense mineral exploration and use of ground-water for commercialization and public supply, have caused, as consequence, serious problems of environmental and economical order. This study discusses the presence of such karst aquifer in the borough, for, due to the social and environmental risks involved, it could be perceived as an obstacle to urban management, whereas not so much as a strategic potentiality for regional development. The methodology for the research involved the use of application forms for the population, as well as questionnaires for the local and regional public authority, and the productive sector. In the main results of this study, it has been observed that, either the population as the institutions researched believe that the presence of the aquifer is a potentiality for the regional development, as it is a strategic water reserve, specially for the Metropolitan Area of Curitiba. However, the majority of the population researched is not aware of the presence of the karst aquifer in the borough, which can mislead urban behaviour towards this natural resource, although not intentionally. This way, the conclusion is that the problem regarding the karst in Almirante Tamandare must be solved by means of a management system integrating several analysis dimensions, so that it does not become a non-sustainable space with obstacles to the borough development, but , instead, a true potentiality for wide interventions in favour of the actual and future generations.

**KEY WORDS:** Almirante Tamandare. Karst Aquifer. Urban management. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1.1	– REPRESENTAÇÃO DA HIDROLOGIA EM TERRENOS CÂRSTICOS .....	23
FIGURA 1.2	– OCORRÊNCIA DO AQUÍFERO CARSTE NO ESTADO DO PARANÁ .....	25
FIGURAS 1.3 E 1.4	– COLAPSO DE SOLO NA REGIÃO CÂRSTICA DE AREIAS – ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	26
FIGURA 1.5	– LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM RELAÇÃO À CAPITAL PARANAENSE .....	27
FIGURA 1.6	– ÁREA DE INFLUÊNCIA DO AQUÍFERO CARSTE NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	28
FIGURA 2.1	– ELEMENTOS TRADICIONAIS DE UM SISTEMA CARSTE TÍPICO .....	32
FIGURA 2.2	– DISSOLUÇÃO E PRECIPITAÇÃO DE CALCITA NUM PERFIL CÂRSTICO .....	34
FIGURA 2.3	– DESENHO ESQUEMÁTICO DO DESENVOLVIMENTO DO RELEVO CÂRSTICO .....	37
FIGURAS 2.4 E 2.5	– DESENVOLVIMENTO DE COLAPSOS DE SOLO EM TERRNOS CÂRSTICOS .....	40
FIGURAS 2.6 E 2.7	– COLAPSO NATURAL DE SOLO (DOLINA) EM ÁREA CÂRSTICA DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	41
FIGURAS 2.8 E 2.9	– COLAPSO NATURAL DE SOLO (DOLINA) EM ÁREA CÂRSTICA COM DIMENSÕES DE 1,9m X 1,5m E 3m DE PROFUNDIDADE .....	41
FIGURAS 2.10 E 2.11	– SUBSIDÊNCIAS EM TERRENOS CÂRSTICOS QUE PROVOCAM RECALQUES EM FUNDAÇÕES .....	42
FIGURAS 2.12 E 2.13	– SUBSIDÊNCIA DE TERRENO CÂRSTICO EM RIO BRANCO DO SUL (PR) COM RECALQUE NA FUNDAÇÃO, TRINCAS E RACHADURAS NA EDIFICAÇÃO .....	42
FIGURAS 2.14 A 2.16	– RESIDÊNCIA INTERDITADA EM ÁREA CÂRSTICA DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	43
FIGURA 2.17	– COLAPSO DE SOLO NA RODOVIA PR 509 (ALMIRANTE TAMANDARÉ-COLOMBO) CAUSADO PELO TRÁFEGO PESADO (VIBRAÇÕES) .....	45
FIGURA 2.18	– ASPECTOS DA OCUPAÇÃO URBANA EM ÁREAS DE CARSTE E A EXPLORAÇÃO DE SEUS RECURSOS NATURAIS .....	46
FIGURA 2.19	– AFUNDAMENTOS ASSOCIADOS A VIBRAÇÕES CAUSADAS PELO USO DE EXPLOSIVOS EM PEDREIRAS ...	47
FIGURAS 2.20 E 2.21	– COLAPSO INDUZIDO PELA EXTRAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA .....	50
FIGURA 2.22	– PLANO INTEGRADO DE DESENVOLVIMENTO DO CARSTE .....	55
FIGURA 3.1	– LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	59
FIGURA 3.2	– PRINCIPAIS VIAS E ACESSOS DO MUNICÍPIO DE	

	ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	60
FIGURA 3.3	– POPULAÇÃO URBANA E RURAL EM ALMIRANTE TAMANDARÉ EM 2007 .....	61
FIGURA 3.4	– EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA NO MUNICÍPIO NO PERÍODO DE 1991 A 2007 .....	61
FIGURA 3.5	– PRODUTO INTERNO BRUTO POR SETOR DE ATIVIDADE ECONÔMICA EM ALMIRANTE TAMANDARÉ, ANO DE REFERÊNCIA 2003 .....	65
FIGURA 3.6	– DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES, POR SITUAÇÃO E TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – ALMIRANTE TAMANDARÉ (2000) .....	67
FIGURA 3.7	– DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES, POR SITUAÇÃO E DESTINO DO LIXO – ALMIRANTE TAMANDARÉ (2000)... ..	68
FIGURA 3.8	– GEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	69
FIGURAS 3.9 E 3.10	– LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS .....	77
FIGURA 3.11	– CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ (2006) .....	78
FIGURA 3.12	– ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO .....	80
FIGURA 3.13	– CÉLULA DO CARSTE .....	81
FIGURA 3.14	– MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO A OESTE DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	82
FIGURA 3.15	– ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DO CARSTE EM ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	86
FIGURA 3.16 A 3.20	– FOTOS DOS CINCO POÇOS DA SANEPAR NA SEDE DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	92
FIGURA 3.21	– MANANCIAIS – RESTRIÇÕES LEGAIS NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	98
FIGURA 3.22	– MAPA DE MACROZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	103
FIGURA 4.1	– DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE PESQUISA APLICADA NA ÁREA RURAL .....	115
FIGURA 4.2	– ALUNOS PARTICIPANTES DE TREINAMENTO EM 29/05/2008 .....	118
FIGURA 4.3	– DETALHE DA LOGOMARCA NA CAMISETA DO PROJETO “DE OLHO NA ÁGUA” .....	119
FIGURA 4.4	– CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO ENTREGUE AOS ALUNOS VOLUNTÁRIOS .....	121
FIGURA 4.5	– SOLENIDADE DE ENTREGA DOS CERTIFICADOS DE PARTICIPAÇÃO EM 01/08/2008 .....	121
FIGURA 5.1	– É RESIDENTE DA REGIÃO? .....	125
FIGURA 5.2	– DISTRIBUIÇÃO POR FAIXA ETÁRIA .....	127
FIGURA 5.3	– DISTRIBUIÇÃO POR GÊNERO .....	127
FIGURA 5.4	– DISTRIBUIÇÃO POR PROFISSÃO .....	128
FIGURA 5.5	– DISTRIBUIÇÃO POR GRAU DE ESCOLARIDADE .....	129
FIGURA 5.6	– QUESTÃO 1 – SE VOCÊ FECHAR OS OLHOS POR	

	ALGUNS INSTANTES E PENSAR EM ALMIRANTE TAMANDARÉ, QUAIS SÃO AS IMAGENS QUE VÊM À SUA CABEÇA? .....	132
FIGURA 5.7	– QUESTÃO 2 – VOCÊ CONHECE OU JÁ OUVIU FALAR NO AQUÍFERO CARSTE? .....	136
FIGURA 5.8	– CATEGORIZAÇÃO DA QUESTÃO 2.1 (A) .....	137
FIGURA 5.9	– QUESTÃO 2.1 (B) – VOCÊ CONSIDERA QUE O AQUÍFERO CARSTE É ALGO BOM OU RUIM PARA O MUNICÍPIO? .....	139
FIGURA 5.10	– CATEGORIZAÇÃO DA QUESTÃO 2.1 (B') .....	140
FIGURA 5.11	– QUESTÃO 2.1 (C) – SOBRE A IMPORTÂNCIA DE PRESERVAR O AQUÍFERO, QUE ESCALA VOCÊ DARIA? .....	142
FIGURA 5.12	– QUESTÃO 2.1 (D) – E A QUEM CABERIA A RESPONSABILIDADE DE PRESERVÁ-LO? .....	143
FIGURA 5.13	– QUESTÃO 2.2 (A) – VOCÊ SABE SE NO SOLO EMBAIXO DE ONDE VOCÊ MORA EXISTE ÁGUA BOA PARA BEBER? .....	144
FIGURA 5.14	– QUESTÃO 2.2 (B) – COMO VOCÊ SOUBE DISTO? .....	145
FIGURA 5.15	– QUESTÃO 2.2 (C) – VOCÊ SABE SE A SUA MORADIA ESTÁ PREJUDICANDO A QUALIDADE DESSA ÁGUA? ..	145
FIGURA 5.16	– QUESTÃO 2.2 (C.1) – QUAIS MEDIDAS VOCÊ ADOTA EM SUA MORADIA PARA NÃO PREJUDICÁ-LA? .....	147
FIGURA 5.17	– QUESTÃO 2.2 (D) – VOCÊ CONHECE OUTRAS ATIVIDADES LOCAIS QUE ESTEJAM PREJUDICANDO ESSA ÁGUA? .....	148
FIGURA 5.18	– QUESTÃO 2.2 (D') – SE SIM, O QUANTO ELAS ESTÃO PREJUDICANDO? .....	149
FIGURA 5.19	– QUESTÃO 2.2 (D.1) – QUAIS ALTERNATIVAS VOCÊ SUGERE PARA QUE TAIS ATIVIDADES NÃO PREJUDIQUEM ESSA ÁGUA? .....	150
FIGURA 5.20	– QUESTÃO 3 – VOCÊ GOSTARIA DE OBTER MAIS INFORMAÇÕES SOBRE O AQUÍFERO CARSTE? .....	151
FIGURA 5.21	– QUESTÃO 3' – SE SIM, DE QUE MANEIRA VOCÊ GOSTARIA DE OBTER MAIS INFORMAÇÕES? .....	152
FIGURA 5.22	– QUESTÃO 4 – SE VOCÊ FOSSE CONVIDADO A PARTICIPAR DE ALGUM TRABALHO QUE VIESSE A CONTRIBUIR PARA A PRESERVAÇÃO DO AQUÍFERO CARSTE EM ALMIRANTE TAMANDARÉ, VOCÊ ACEITARIA? .....	153
FIGURA 5.23	– QUESTÃO 4' – SE SIM, DE QUE FORMA VOCÊ PODERIA CONTRIBUIR? .....	153

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1	– ÁREAS DE SUBSIDÊNCIA CAUSADA PELO BOMBEAMENTO EXCESSIVO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA.	50
TABELA 3.1	– RENDA DO TRABALHADOR - ALMIRANTE TAMANDARÉ (2006) .....	64
TABELA 3.2	– DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES POR SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO E FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ALMIRANTE TAMANDARÉ (2000) .....	67
TABELA 3.3	– RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NO PONTO AMOSTRAL AI57 DO SUBSISTEMA 3 .....	73
TABELA 3.4	– RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NOS PONTOS AMOSTRAIS AI27, AI28 E AI29 DO SUBSISTEMA 5 .....	73
TABELA 3.5	– RESULTADOS DA QUALIDADE REPRESENTATIVA DE CADA SUBSISTEMA .....	73
TABELA 3.6	– ÁREAS DE INTERESSE PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	83
TABELA 3.7	– LOCALIZAÇÃO E DIMENSÃO DOS POLJES E ALUVIÕES NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	85
TABELA 3.8	– DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO DE OUTORGA DOS POÇOS DA SANEPAR NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	91
TABELA 3.9	– PLANEJAMENTO DO SISTEMA PRODUTOR PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	93
TABELA 4.1	– DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR DISTRITO INSERIDA SOBRE A ÁREA DO CARSTE .....	109
TABELA 4.2	– POPULAÇÃO CONSIDERADA PARA A APLICAÇÃO DA PESQUISA .....	110
TABELA 4.3	– DISTRIBUIÇÃO DOS FORMULÁRIOS CONFORME O PERCENTUAL DA POPULAÇÃO POR DISTRITOS .....	112
TABELA 4.4	– DISTRIBUIÇÃO DOS FORMULÁRIOS NA ÁREA RURAL E RESPECTIVOS PONTOS COM COORDENADAS UTM .....	113
TABELA 4.5	– FORMULÁRIOS APLICADOS POR BAIRRO URBANO E NA ÁREA RURAL .....	120
TABELA 5.1	– RELAÇÃO DAS RESPOSTAS OBTIDAS NA QUESTÃO 1 E CLASSIFICADAS EM CADA ASPECTO .....	133
TABELA 5.2	– RELAÇÃO DAS RESPOSTAS OBTIDAS NA QUESTÃO 2.1 (A) CLASSIFICADAS EM CADA GRUPO .....	137
TABELA 5.3	– RESPOSTAS DA QUESTÃO 2.1 (B') CLASSIFICADAS EM CADA GRUPO .....	140
TABELA 5.4	– RESPOSTAS DA QUESTÃO 2.2 (D') QUANTO AO GRAU DE IMPACTO .....	150

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1	– LOCALIZAÇÃO DOS SUBSISTEMAS E ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	71
QUADRO 3.2	– VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS E ECOTOXICOLÓGICA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	72
QUADRO 3.3	– VARIÁVEIS CONSIDERADAS PARA A DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE IPCA .....	74
QUADRO 3.4	– VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI57 (RIO BARIGUI) .....	75
QUADRO 3.5	– DESCRIÇÃO DAS MACROZONAS DEFINIDAS PELO PLANO DIRETOR .....	100
QUADRO 3.6	– MACROZONAS DE INFLUÊNCIA DO CARSTE E SEUS OBJETIVOS .....	101
QUADRO 4.1	– BAIROS RELATIVOS AOS DISTRITOS DE ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	109
QUADRO 4.2	– INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E EMPRESARIAIS SELECIONADAS .....	123

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIQA	Avaliação da Qualidade Integrada das Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
APDC	Associação de Produtores de Derivados de Calcário
APL	Arranjo Produtivo Local
CAOPMA	Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Proteção ao Meio Ambiente
CGM	Conselho Gestor dos Mananciais
Comec	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA/Rima	Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FOM	Floresta Ombrófila Mista
FPA	Fundo de Preservação Ambiental
Geep	Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
Iapar	Instituto Agrônômico do Paraná
IPCA	Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
Ipardes	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
Isae	Instituto Superior de Administração e Economia
MCA	Macrozona de Controle Ambiental
Mineropar	Minerais do Paraná S/A
MPA	Macrozona de Proteção Ambiental
MR	Macrozona Rural
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MUC	Macrozona de Urbanização Controlada
MUP	Macrozona de Urbanização Prioritária
OMS	Organização Mundial da Saúde



ONGs	Organizações Não Governamentais
PIB	Produto Interno Bruto
PMAT	Prefeitura Municipal de Almirante Tamandaré
Pnud	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Ppart	Plano de Proteção Ambiental e Reordenamento Territorial em Áreas de Proteção aos Mananciais
Rais	Relação Anual de Informações Sociais
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
Sanepar	Companhia de Saneamento do Paraná
Sedu	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano
Seim	Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e Assuntos do Mercosul
Sema	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
Sigprom	Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais
Smup	Secretaria Municipal de Urbanismo e Planejamento
Suderhsa	Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
SUS	Sistema Único de Saúde
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
Unesco	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
USHI	Unidade de Serviços e Hidrogeologia
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
UTPs	Unidades Territoriais de Planejamento
ZC	Zona Central
ZCH	Zona de Chácaras
ZCS-K	Zona de Comércio e Serviço Karst
Zeis-K	Zona Especial de Interesse Social Karst
ZEP	Zona Especial de Parques
ZRK	Zona Residencial Karst
ZRK-E	Zona Residencial Karst Especial
ZRM	Zona Rural Mineral
ZRU-A	Zona Rural Agrícola
ZUA	Zona de Uso Agropecuário

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO .....	19
1.2	JUSTIFICATIVA .....	27
1.3	TEMÁTICA .....	29
1.4	HIPÓTESE .....	29
1.5	OBJETIVOS .....	30
1.5.1	Objetivo geral .....	30
1.5.2	Objetivos específicos .....	30
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>31</b>
2.1	AQUÍFERO CARSTE: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS .....	31
2.1.1	Generalidades sobre o carste .....	31
2.1.2	Morfologia cárstica .....	35
2.1.3	Hidrologia cárstica .....	38
2.2	PROBLEMAS AMBIENTAIS E INTERFERÊNCIAS MÚLTIPLAS DA OCORRÊNCIA CÁRSTICA NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	39
2.2.1	Riscos e acidentes geológico-geotécnicos .....	40
2.2.2	Principais fatores de interferência .....	44
2.2.2.1	Uso e ocupação do solo .....	44
2.2.2.2	Mineração .....	47
2.2.2.3	Extração de água subterrânea .....	49
2.3	PROCESSOS DE OCUPAÇÃO EM ÁREAS CÁRSTICAS: PREVENÇÃO E CONTROLE .....	51
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO: O MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ, PARANÁ .....</b>	<b>56</b>
3.1	CONFIGURAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS .....	57
3.2	ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS .....	68
3.3	A OCORRÊNCIA CÁRSTICA EM ALMIRANTE TAMANDARÉ, PARANÁ .....	79

3.4	IMPORTÂNCIA DO AQUÍFERO CARSTE PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO .....	87
3.5	A PRESERVAÇÃO DO AQUÍFERO CARSTE E O USO DO SOLO EM ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	94
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>107</b>
4.1	MÉTODO DA PESQUISA .....	107
4.2	ABRANGÊNCIA DA PESQUISA .....	108
4.3	TÉCNICAS DA PESQUISA .....	111
4.4	FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO ..	115
4.5	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO PODER PÚBLICO E DO SETOR PRODUTIVO .....	122
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>125</b>
5.1	TABULAÇÃO DOS FORMULÁRIOS APLICADOS A POPULAÇÃO EM GERAL .....	125
5.1.1	Perfil dos entrevistados .....	125
5.1.2	Conhecimento das imagens associadas à cidade .....	130
5.1.3	Percepção do Aquífero Cárstico .....	135
5.1.4	Disposição em estar mais informado sobre o assunto .....	151
5.1.5	Disposição em participar de trabalhos voltados ao tema .....	152
5.2	TABULAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS ENVIADOS AOS REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO E DO SETOR PRODUTIVO .....	156
5.2.1	Discussão das entrevistas .....	159
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>162</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>170</b>
	<b>APÊNDICE I .....</b>	<b>175</b>
	<b>APÊNDICE II .....</b>	<b>177</b>

<b>APÊNDICE III .....</b>	<b>178</b>
<b>APÊNDICE IV .....</b>	<b>179</b>
<b>APÊNDICE V .....</b>	<b>184</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>187</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>197</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A fim de que sejam expressos imediatamente os principais impasses relativos ao tema a ser tratado nesta Dissertação de Mestrado, inicia-se esta abordagem com a citação de trechos de duas notícias veiculadas respectivamente em 2005 e 2007 na Gazeta do Povo, jornal de maior circulação no estado do Paraná:

A Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) tem um prazo de cinco anos para desativar os cinco poços de exploração do Aquífero Karst, que ficam no centro de Almirante Tamandaré. [...] A exploração é responsável por prejuízos nas estruturas de pelo menos 20 construções do município. A Sanepar admite que houve erros na retirada da água no início, mas garante que agora usa um sistema seguro. [...] por conta dos equívocos do passado, duas escolas foram fechadas porque apresentavam rachaduras ocasionada pela retirada de água. Pelo mesmo motivo, moradores da cidade foram indenizados ou porque tiveram que deixar suas casas ou porque precisaram reformá-las (ALMEIDA, 2005).

Uma cratera com cerca de 60 metros de comprimento, 50 metros de largura e 70 metros de profundidade foi descoberta em Almirante Tamandaré, na região metropolitana de Curitiba. A profundidade do buraco equivale a altura de um prédio de 20 andares e por isso ele se tornou uma espécie de atração turística no distrito de Tranqueira. A cratera fica na encosta de um morro, formada por rocha calcária e coberta por bracinga. [...] A explicação técnica da Mineropar (empresa que cuida dos recursos minerais do Paraná) para a formação da cratera de Tranqueira é que houve acomodação no solo, possivelmente por causa da estiagem (BERTOTTI, 2007).

O calcário é uma rocha sedimentar bastante sensível à dissolução cárstica, isto é, à dissolução dos seus componentes carbonáticos pelo ácido carbônico (o detalhamento da reação química segue expressa nas páginas 33 e 34), resultado do contato da água da chuva com o gás carbônico presente na atmosfera e ácidos da decomposição da matéria orgânica (húmicos, fúlvicos e tânicos), constituindo um subsolo permeável, com formação de canais subterrâneos cuja circulação de água é irregular (DEMANGEOT, 2000, p. 100). Christofolletti (1980) e Karmann (2000) descrevem que a dissolução da rocha carbonática é mais intensa nas regiões de clima quente e úmido e evolui de forma muito mais acelerada quando comparadas às zonas sob clima frio e seco.

As principais rochas dos terrenos cársticos são as carbonáticas, ou seja, aquelas formadas por minerais do grupo dos carbonatos, como calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolomita [ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ]. Exemplos de rochas carbonáticas: calcários e dolomitos (sedimentares), metacalcários, metadolomitos e mármore (metamórficas). Estas chegam a ocupar aproximadamente 12% das áreas continentais secas (livres de gelo), com vários quilômetros de espessura e quilômetros cúbicos de volume, dos quais, desse total, 7 a 10% representam a extensão dos terrenos carbonáticos que efetivamente desenvolvem paisagens cársticas ou circulação de água subterrânea (BONACIM, 1996, p. 1).

O resultado dos processos contínuos de dissolução da rocha gera conformações típicas nesses terrenos, que se apresentam com características específicas, tais como: dolinas – depressões fechadas na superfície de formato circular, lapiás – pequenos sulcos, sumidouros – pontos de absorção onde as águas superficiais desaparecem, ressurgências – reaparecimento de um curso de água na superfície, cavernas – também denominadas grutas, canais e precipícios profundos. A complexidade e a diversidade dessas feições formadas sob condições geológicas e climáticas favorecem a existência de diferentes tipologias de carstes, encontrados em várias latitudes geográficas.

Os primeiros estudos científicos sobre carste foram iniciados no final do século XIX, os quais abrangeram as formações calcárias ao norte do Adriático, na península de Istria, no Noroeste da antiga Iugoslávia (atual Eslovênia), próximo à fronteira italiana. O termo inicialmente empregado no período romano para se referir a essa região era *Carsus* e *Carso*, tendo sido germanizado para *Karst*, quando da anexação dessa pequena porção dos Alpes Dinários pelo Império Austro-húngaro. Tais expressões se originam do termo indo-europeu *krs* que evoluiu para *kras*, que significa “pedra dura” (BONACIM, 1996, p. 6).

De acordo com Christofolletti (1980, p. 153), além da área Adriática da então Iugoslávia (hoje Eslovênia), a primeira a ser sistematicamente descrita, existem outras importantes regiões de morfologia cárstica. Citam-se, como exemplo, os Causses, no sul da França; a de Kwangsi, no sul da China; a de Porto Rico, a de Cuba, a de Yucatan no México, e a da Jamaica, dentre muitas outras de menor expressão. Nas regiões tropicais das Antilhas e da Ásia, também ocorrem outros

tipos morfológicos designados de mogotes, cones e *cockpits*. Atualmente, estas áreas abrigam 25% da população mundial (ALBRECHT; ZUQUETTE, 1996, p. 455).

No Brasil, há grandes províncias de rochas carbonáticas. Para Karmann (2000, p. 137), estas representam um percentual de 5 a 7% da área nacional. Os exemplos mais extensos e contínuos estão associados às rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, com mais de 350.000 Km<sup>2</sup>, nos estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais (BORGHETTI; BORGHETTI; ROSA FILHO, 2004, p. 119), do Grupo Corumbá no Mato Grosso do Sul e do Grupo Araras no Mato Grosso. Na região sudeste do país, estão presentes nas sequências carbonáticas do Grupo Açungui e correspondentes, porém com uma superfície menos expressiva do que nas outras áreas referidas e a uma profundidade média de 60 metros, de modo que a variação das profundidades do desenvolvimento cárstico é de, em média, 150 metros. Foram assinaladas com menores ocorrências nos estados de São Paulo (Vale do Ribeira, Cajamar), pertencentes ao Grupo Açungui (ou São Roque), Espírito Santo, Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Paraíba e Acre.

Para Auler, Piló e Saadi (2005), as regiões cársticas não carbonáticas são menos conhecidas do ponto de vista exploratório e científico. Feições importantes foram identificadas nas rochas do Grupo Caraça (Pico do Inficionado, MG), Grupo Andrelândia, sul de MG; Grupo Espinhaço, Grupo Chapada Diamantina, além de vários outros.

Os estudos iniciais sobre os terrenos cársticos se detinham aos aspectos de morfologia. Posteriormente, com o avanço das pesquisas no conhecimento de uma série de fenômenos relacionados com acidentes geológico-geotécnicos (subsidiências e colapsos de solo que podem ocorrer de forma natural ou serem influenciados pela ação antrópica), dissolução subterrânea, e da presença da água em subsuperfície, deu-se início às pesquisas sobre a hidrogeologia cárstica.

As áreas cársticas típicas são caracterizadas pela ausência completa de cursos d'água superficiais, de modo que a circulação da água se dá, predominantemente, no sentido vertical e subterrâneo, por meio dos canais, fissuras e cavernas (Figura 1.1). Naquelas regiões em que ocorrem rochas carbonáticas impuras, ou quando estas se apresentam intercaladas por rochas não carbonáticas, os corpos hídricos superficiais são mais frequentes.

Para Christofolletti (1980, p. 157), a circulação interior das águas em uma região cárstica faz-se entre pontos de absorção – fissuras, fontes intermitentes, dolinas, abismos e outros, também denominados de sumidouros, onde as águas subaéreas desaparecem, e as ressurgências. O caminho subterrâneo pelo qual a água vai percolar se efetua por meio de poços e galerias, de maneira que os condutos subterrâneos sempre seguem os pontos de fraqueza da massa rochosa e tendem a se integrar em canais bem desenvolvidos. O retorno das águas à superfície em zonas cársticas é um fenômeno comum, fato que explica a ocorrência de mananciais de tamanhos e volumes diferenciados.

As águas que percolam pelo subsolo cárstico, dão origem ao manancial subterrâneo denominado Aquífero Carste. A recém aprovada Resolução n. 396/2008 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) define aquífero (Art. 2º, III), como um “corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos”. Ainda, no Artigo 2º, inciso I, conceitua águas subterrâneas como sendo aquelas “que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo” (BRASIL, 2008a). A referida Resolução apresenta, no Artigo 3º, a classificação dessas águas em função de padrões de qualidade que possibilitem o seu enquadramento, que divide-se em seis classes distintas, sendo: Classe Especial – destinadas essencialmente à preservação de ecossistemas, Classe 1 – sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes, Classe 2 – sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, Classe 3 – com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, Classe 4 – com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, somente podem ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo, e Classe 5 – podem estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso (BRASIL, 2008a). O Aquífero Carste pode ser caracterizado por águas bastante transparentes, própria para o consumo de água potável. Lisboa (1997) explica que a água, ao atingir a rocha, apresenta um pH ácido, mas que vai



se tornando básico ao percorrer o rio subterrâneo, por aumentar o teor de cálcio pela decomposição da rocha devido ao gotejamento. Este pH básico impede que os sedimentos se mantenham em suspensão, fazendo-os depositarem-se rapidamente. Outras características peculiares desse tipo de aquífero são: a descontinuidade com fluxo em canais, e águas “duras”, isto é, com elevado conteúdo mineral (em especial cálcio - Ca e magnésio – Mg).

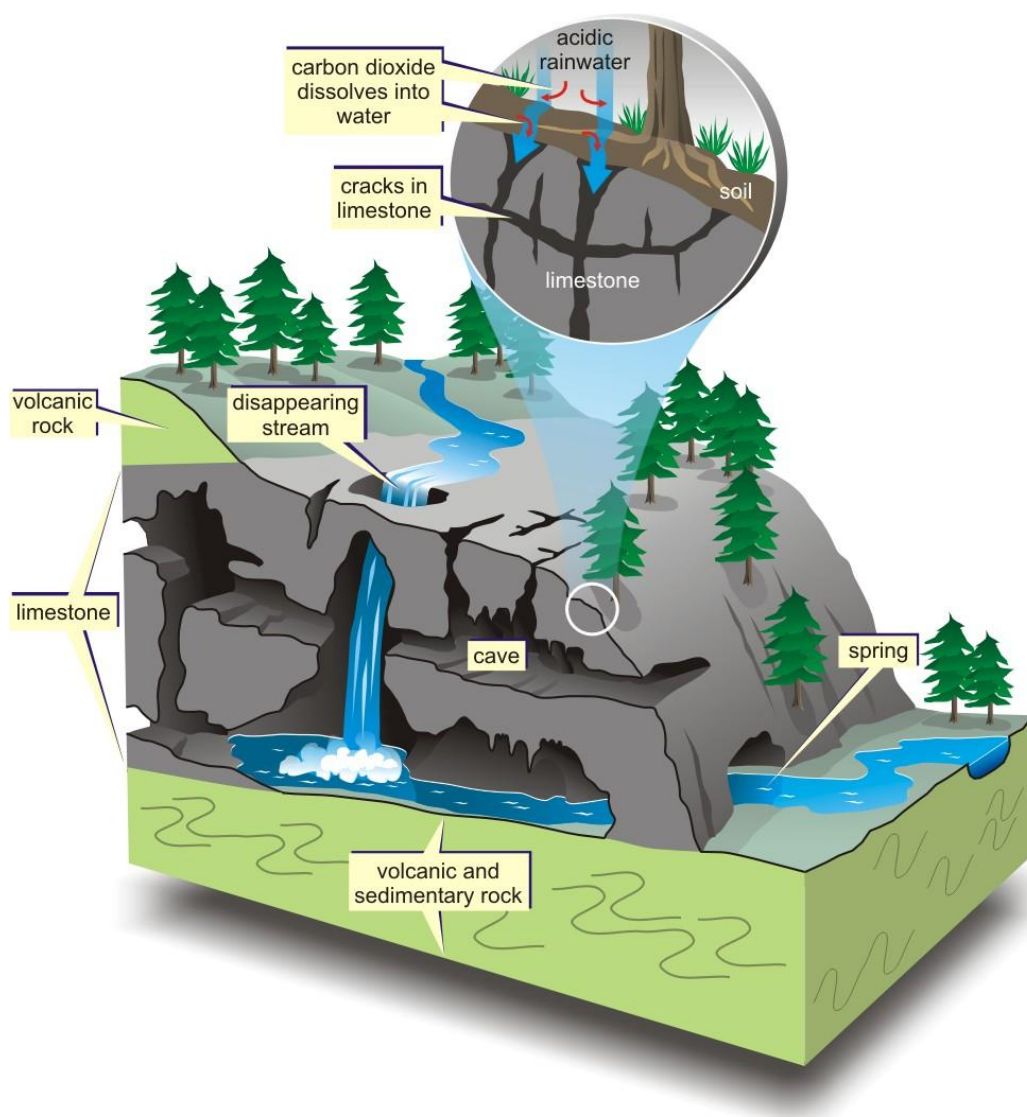


FIGURA 1.1 - REPRESENTAÇÃO DA HIDROLOGIA EM TERRENOS CÁRSTICOS  
FONTE: Geoscape Nanaimo (2007)

Dentre os aquíferos mais importantes do mundo, encontra-se o Slovak-Karst-Aggtelek, o qual faz fronteira entre os países da Eslováquia e Hungria. Em

ambos os países, o aquífero fornece água de boa qualidade, a qual é utilizada no abastecimento público e na prática da agricultura (UNESCO, 2001, p. 56).

Se tratando da importância dos aquíferos podemos destacar a sua grande função estratégica, uma vez que toda a água contida no subsolo foi acumulada durante muitos anos ou até séculos, transformando-se em uma grande reserva futura de água, para ser utilizada em períodos de escassez e em situações de emergência. Além da questão quantitativa, outra grande questão está relacionada ao fato de que as águas superficiais estão com o seu uso cada vez mais comprometido, em função da precariedade dos sistemas de saneamento básico e dos elevados custos necessários para tratá-la, a fim de atender aos critérios de potabilidade preconizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Assim, os recursos hídricos subterrâneos se tornam uma alternativa de abastecimento simples, confiável, de baixo custo e de grande disponibilidade.

No estado do Paraná, o Aquífero Cárstico possui uma área aproximada de 5.740 km<sup>2</sup> (2,87% do território paranaense) e um potencial hidrogeológico de 8,9 L/s/km<sup>2</sup> (SUDERHSA, 2007), que permitem avaliar a grandeza desse manancial subterrâneo de excelente qualidade. Abrange, total ou parcialmente, os seguintes municípios da região ao norte da capital paranaense: Campo Magro, Campo Largo, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Colombo, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Doutor Ulisses e Adrianópolis, além das cidades de Castro e de Ponta Grossa (Figura 1.2).

Atualmente o aquífero apresenta-se como uma fonte abastecedora da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). O abastecimento urbano atinge 766 m<sup>3</sup>/hora em 37 poços perfurados em sete municípios (SUDERHSA, 2007). De acordo com o Banco de Dados Hidrogeológicos da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA, 2007), existem, aproximadamente, 115 poços perfurados na área de ocorrência do Aquífero Cárstico, cuja vazão média é superior a 70 m<sup>3</sup>/hora e profundidade média de 55 metros.

No entanto, a área de ocorrência do carste apresenta, naturalmente, restrições para assentamentos urbanos, em função dos referidos processos de dissolução das rochas carbonáticas e que podem ser acelerados por ações próprias

do uso inadequado do solo, sobretudo aquelas que resultem em alterações na dinâmica de circulação das águas subterrâneas.

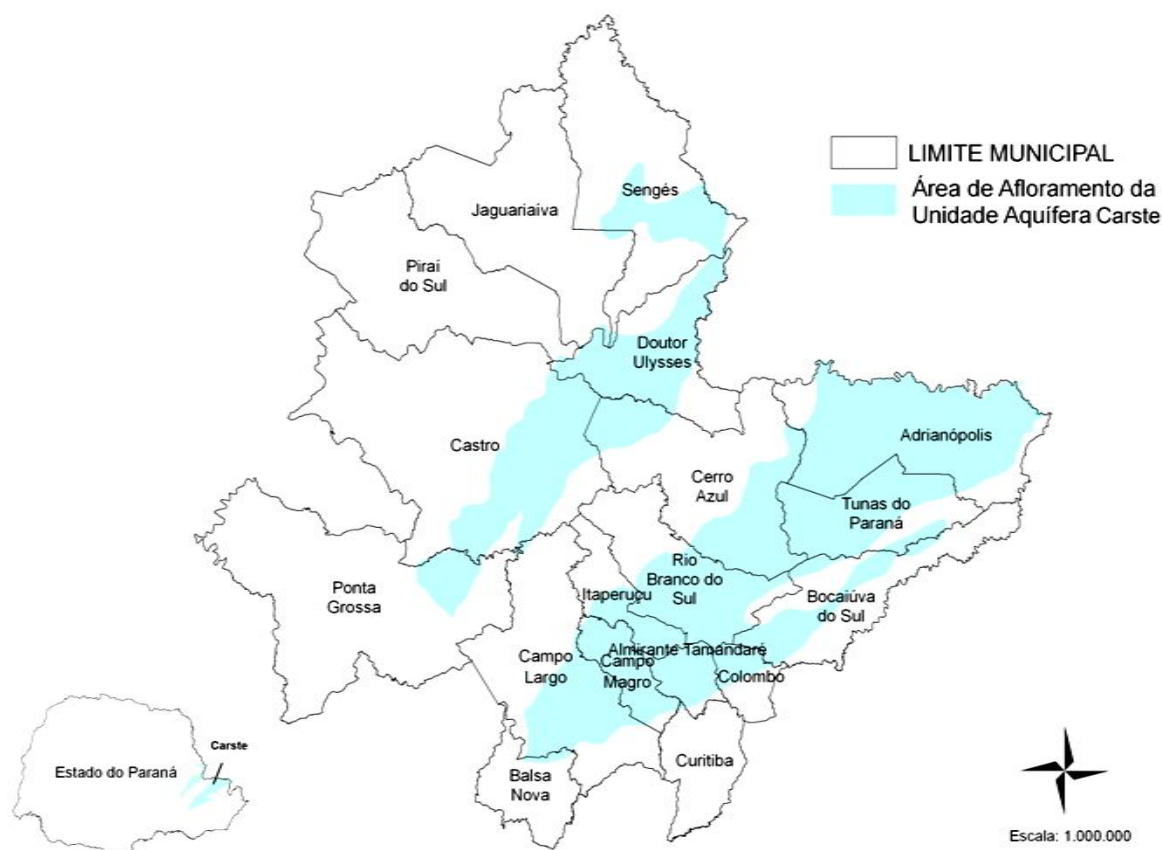


FIGURA 1.2 - OCORRÊNCIA DO AQUIFERO CARSTE NO ESTADO DO PARANÁ  
 FONTE: Suderhsa (2007)

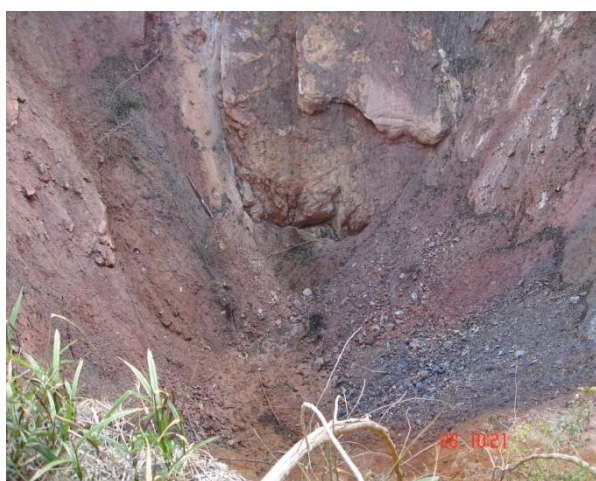
Tendo em vista a fragilidade geotécnica natural dos terrenos cársticos, a ocupação intensa dessas áreas, somada à presença de atividades de mineração e agricultura, bem como à superexploração de água do aquífero subterrâneo, sérios conflitos e impactos podem se desencadear, que vão desde a subsidência e o rebaixamento de terrenos, afetando edificações, até a contaminação de rios e águas subterrâneas, chegando também à redução na disponibilidade hídrica dos cursos d'água.

A contaminação do Aquífero Carste está intimamente relacionada à ocupação e ao uso do solo dessas áreas, que, a depender do grau e tipologia de ocupação, poderá interferir mais ou menos na qualidade hídrica. A vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea decorre da rapidez de absorção pelos canais de dissolução de variados níveis de poluentes urbanos, industriais ou rurais

de superfície. Dentre as principais fontes de contaminação antrópica, citam-se: lançamento de esgotos domésticos e industriais; produtos da percolação de resíduos sólidos (chorume); cemitérios (necro-chorume); resíduos e produtos oriundos da atividade agrícola (fertilizantes e agroquímicos); ferro velho; postos de combustível, dentre outras (MINEROPAR, 2005).

Em relação aos abatimentos cársticos, os principais agentes indutores são: carga urbana (pesadas edificações); tráfego pesado (vibrações); extração mineral intensa (uso de explosivos que provocam vibrações e consequente abatimento do teto de cavernas); e superexploração da água subterrânea (MINEROPAR, 2005). Atenta-se ao fato de que as áreas cársticas são naturalmente marcadas por abatimentos naturais (dolinas), propiciando uma paisagem característica com partes mais arrasadas do relevo.

Vale ressaltar que os colapsos de solo podem ocorrer mesmo sem sinais prévios e são apontados como os principais fatores de risco, causadores de acidentes graves em áreas de carste. De acordo com Oliveira (1998, p.16), o principal acidente relacionado a colapsos de solo no Brasil foi presenciado em 1986 na cidade de Cajamar (SP). Outros de menores proporções foram verificados nas cidades de Sete Lagoas (MG) e Almirante Tamandaré (PR). No entanto, em junho de 2007 foi presenciado um grande colapso de solo na localidade de Areias (Almirante Tamandaré), o qual, conforme parecer técnico realizado por geólogos da Mineropar na área é o maior evento até então registrado no estado do Paraná, com as seguintes dimensões: 50 m x 40 m x 30 m de profundidade (Figuras 1.3 e 1.4).



FIGURAS 1.3 E 1.4 – COLAPSO DE SOLO NA REGIÃO CÁRSTICA DE AREIAS – ALMIRANTE TAMANDARÉ

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Diante do exposto sobre o cenário das formações cársticas no Brasil e no mundo, o presente trabalho dedicará atenção especial ao carste no município de Almirante Tamandaré, Paraná (Figura 1.5).



FIGURA 1.5 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM RELAÇÃO À CAPITAL PARANAENSE  
FONTE: Favetti (2006)

O enfoque sobre o Aquífero Cárstico em Almirante Tamandaré é muito abrangente e oportuno, devido ao interesse desencadeado por esse manancial subterrâneo como reserva estratégica de água, e pelo fato de ocupar uma área aproximada de 150 km<sup>2</sup> do município, ou seja, cerca de 80% do seu território (Figura 1.6). Conforme dados apresentados pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Planejamento (SMUP), essa área concentra 35% da população total do município, que, conforme a última contagem do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, é de aproximadamente 93 mil habitantes (IBGE, 2008).

A maior parte do adensamento urbano na cidade de Almirante Tamandaré (região do Cachoeira, Tanguá e Bonfim) não se situa sob influência do carste. Entretanto, sua sede está inserida diretamente sobre uma planície cárstica, que também é atravessada pelo rio Barigui, formador de vários parques urbanos de Curitiba (COMEC, 2002).

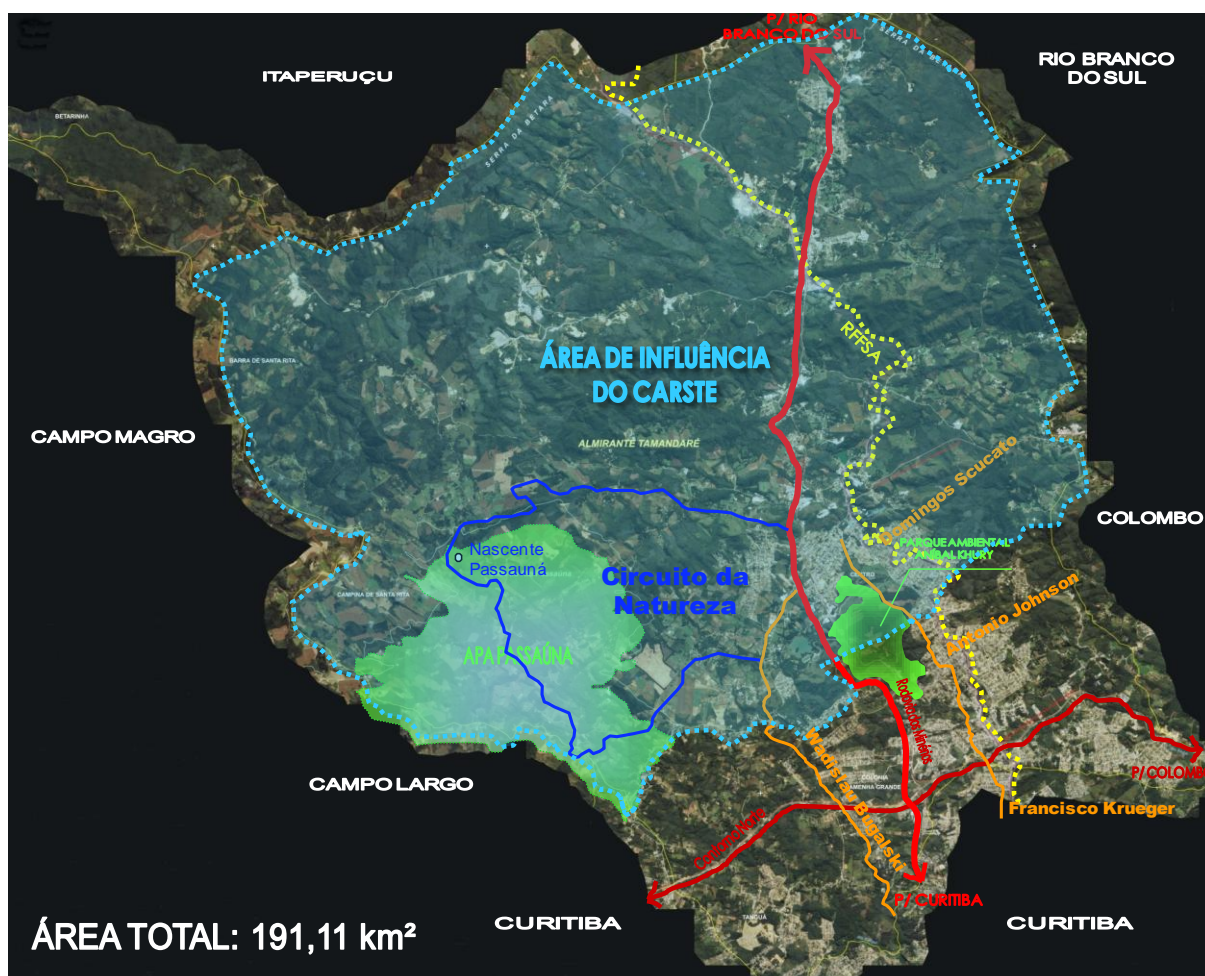


FIGURA 1.6 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DO AQUÍFERO CARSTE NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ

FONTE: Prefeitura Municipal de Almirante Tamandaré (2007)

Outro foco de ocupação importante está situado na localidade de Tranqueira, ao longo da Rodovia dos Minérios, em direção a Rio Branco do Sul. Esta é uma região de características semelhantes às do distrito-sede – planície cárstica com depósito aluvionar e poljes (descrição detalhada na página 36) – de grande fragilidade para o aquífero, que vem sofrendo um adensamento urbano nas últimas décadas.

Há também um outro vetor de expansão em direção a Colombo, ao longo da rodovia PR-509, que liga as sedes de ambos os municípios. Essa rodovia está situada em área crítica do carste, bastante vulnerável à poluição (COMEC, 2002).

Importante para o desenvolvimento econômico e social da região, o uso desse manancial envolve menos recursos financeiros do que em geral ocorre na construção de barragens e causa menos efeitos negativos ao ambiente. Contudo, as reservas armazenadas no Aquífero Cárstico ainda requerem estudos para que sejam aproveitadas de forma sustentável, além de carecerem de planejamento regional e gestão urbana que levem a uma administração sustentável da ocupação do solo e do uso do manancial subterrâneo, capazes de projetar um novo cenário para a estabilidade do meio e a qualidade hídrica da região.

### 1.3 TEMÁTICA

Trata-se da sustentabilidade ambiental urbana sob a ótica da gestão em áreas de fragilidade ambiental, nesse caso, sobre as áreas de ocorrência cárstica.

### 1.4 HIPÓTESE

A pesquisa se fundamenta na hipótese de que a percepção da sociedade local em relação à presença do Aquífero Cárstico no município de Almirante Tamandaré é entendida como entrave ao uso e ocupação do solo e não como potencialidade estratégica de desenvolvimento regional.

De fato, o aquífero constitui um recurso natural com grande potencial de extração, mas, por outro lado, possui grande fragilidade de exploração pelos fatores limitantes de ordem ambiental e geotécnica, que podem ser acelerados consideravelmente por meio de ações antrópicas, tais como: captação das águas subterrâneas, urbanização, mineração e tráfego veicular intenso, elevando o potencial de conflito pela sua preservação, ainda mais por se tratar de uma área que tem sofrido expressiva expansão populacional.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta dissertação é conhecer a percepção da população em geral, das instituições públicas e do setor produtivo, da importância do Aquífero Cárstico em Almirante Tamandaré, Paraná, como um recurso estratégico na gestão urbana e regional.

### 1.5.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) discutir a influência do Aquífero Cárstico na formulação dos instrumentos de planejamento e gestão pública em Almirante Tamandaré;
- b) verificar qual é a percepção da população do município de Almirante Tamandaré em relação ao Aquífero Cárstico, sobretudo se a sua existência é um entrave ao desenvolvimento ou um recurso importante para o município, além de avaliar a disposição em estar mais informado sobre o assunto e em participar de trabalhos voltados ao tema;
- c) verificar qual é a percepção do setor produtivo e do poder público local e regional sobre a gestão da cidade e a proteção ou preservação do Aquífero Cárstico no município de Almirante Tamandaré.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica da pesquisa está dividida em quatro itens, dos quais o último abrange um estudo de caso. No item 2.1, discorre-se sobre os aspectos gerais do Aquífero Carste, englobando definições importantes, bem como conceitos e características peculiares desse tipo de formação geológica. No item 2.2, apresenta-se uma descrição dos problemas de ordem ambiental e geológico-geotécnicas que a ocupação de tais áreas cársticas podem desencadear, seja pelos fatores de interferência da super-exploração da água subterrânea, da extração dos recursos minerais, principalmente da rocha calcária e dolomítica, ou do processo de urbanização, cada um desses com seus impactos e conflitos associados. No item seguinte, o 2.3, aborda-se os processos e mecanismos aplicados no controle e prevenção de ocupação de tais áreas, uma vez que a situação requer instrumentos de planejamento e gestão ambiental adequados que assegurem estabilidade do meio.

Por fim, o estudo de caso se detém na descrição da cidade de Almirante Tamandaré, no que diz respeito aos aspectos gerais e socioeconômicos (localização, demografia, infra-estruturas, saúde, educação, renda, etc) e físico-ambientais (clima, vegetação, geologia, hidrografia, etc), com atenção principal na ocorrência cárstica e sua abrangência na região, por sua importância estratégica para o abastecimento público da cidade e Região Metropolitana de Curitiba (RMC), uma vez que oferece grande potencial de fornecimento, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, sendo considerada importante reserva de água.

### 2.1 AQUÍFERO CARSTE: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS

#### 2.1.1 Generalidades sobre o carste

O termo *Karst* em inglês se origina da língua alemã, cuja grafia é a mesma. No meio técnico-científico brasileiro, foi traduzida por Ferreira (1980), Silva (1984, 1988), Guerra (1987), Kohler (1989), Lino (1989) e Karmann (1994) como “carste”, para designar uma área com elevada concentração de calcários ou dolomitos, com topografia peculiar, resultado da dissolução de tais rochas (apud ALBRECHT e

ZUQUETTE, 1996, p. 456). É uma terminologia aceita nos meios de divulgação, sendo este o termo adotado neste trabalho.

Albrecht e Zuquette (1996, p. 458) definem carste como

[...] um terreno que apresenta unidades geomorfológicas e hidrogeológicas, típicas da dissolução química, que podem desenvolver-se tanto em superfície como em condições subsuperficiais e, sempre, relacionadas às áreas de ocorrência de rochas carbonáticas.

De modo geral, a paisagem cárstica se apresenta com aspectos ruiformes e esburacados (Figura 2.1), sendo uma de suas principais características a drenagem no sentido predominantemente vertical, por meio de fendas, fraturas, condutos e cavernas (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994, p. 242).

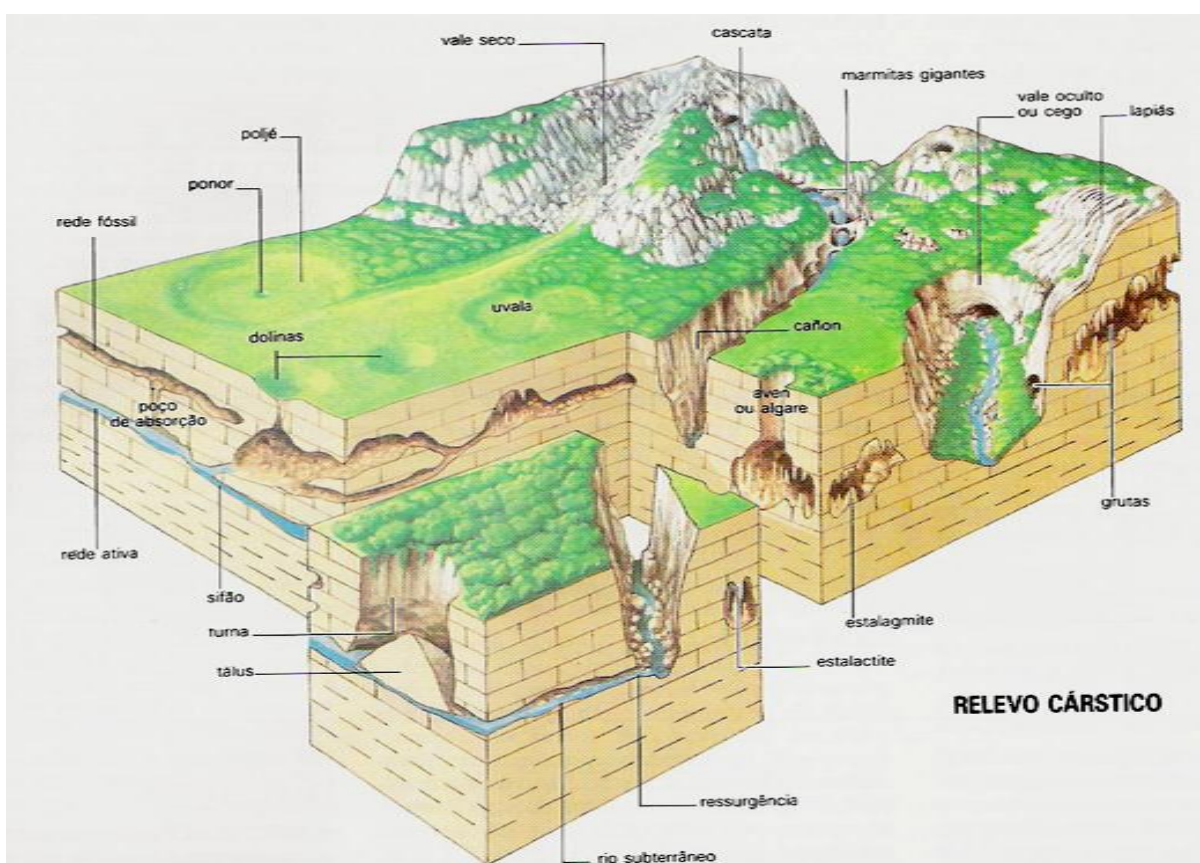


FIGURA 2.1 ELEMENTOS TRADICIONAIS DE UM SISTEMA CARSTE TÍPICO  
 FONTE: Almirante Tamandaré; FGV (2006)

Christofolletti (1980) e Karmann (2000) destacam que, para a ocorrência de um sistema cárstico, fazem-se necessários três componentes essenciais:

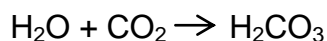
- a) presença de rochas solúveis – principalmente calcários, mármore e dolomitos – com permeabilidade de fraturas, permitindo a livre circulação de água subterrânea e também a sua emergência;
- b) topografia, no mínimo moderadamente acidentada, facilitando o escoamento da água através do calcário, muito embora a percolação subterrânea não obedeça necessariamente à topografia; e
- c) clima com alta disponibilidade de água – pluviosidade no mínimo moderada. As paisagens cársticas são mais desenvolvidas em regiões de clima quente e úmido quando comparadas às regiões de clima frio e seco.

Manoel Filho (2000) complementa que uma zona carstificada pode ser definida quando apresenta determinadas características, tais como: extensas áreas sem fluxos de águas superficiais ou com pequeno escoamento superficial; ocorrências de significativas depressões (dolinas); drenagem subterrânea; existência de cavidades em subsolo por onde circulam correntes subterrâneas; presença de grutas, sumidouros e ressurgências; podendo apresentar o relevo arrasado e aplainado.

O processo de carstificação tem origem na dissolução química da rocha, por meio do intemperismo químico. Karmann (2000, p. 132) e Oliveira (1997, p. 5) explicam que as águas oriundas da superfície, necessariamente acidificadas com o CO<sub>2</sub> atmosférico e os ácidos da decomposição da matéria orgânica, percolam no pacote rochoso, de modo que apenas uma pequena parcela desse ácido consegue atingir as camadas mais profundas do aquífero para dissolver a rocha.

Por sua vez, para Kohler (2001, p. 318), o fator associado à água, de reter mais ou menos CO<sub>2</sub>, está diretamente relacionado com a pressão parcial do gás carbônico no ar e a temperatura da água, ou seja, quanto mais baixa for a temperatura da água, maior será a potencialidade de reter CO<sub>2</sub>; ao contrário, quanto mais alta a temperatura, mais acelerado é o processo de dissolução, porém menor a concentração de CO<sub>2</sub> dissolvido. Esse comportamento variado do CO<sub>2</sub> pode explicar as distintas formas cársticas encontradas nas diversas regiões climáticas do globo.

Oliveira (1997, p. 5) descreve a formação do ácido carbônico a partir da reação da água da chuva em contato com o CO<sub>2</sub>:



A partir daí, acontece o ataque à rocha (Figura 2.2), onde o ácido carbônico reage com o calcário para formar bicarbonato de cálcio (solúvel) causando a dissociação dos compostos em:

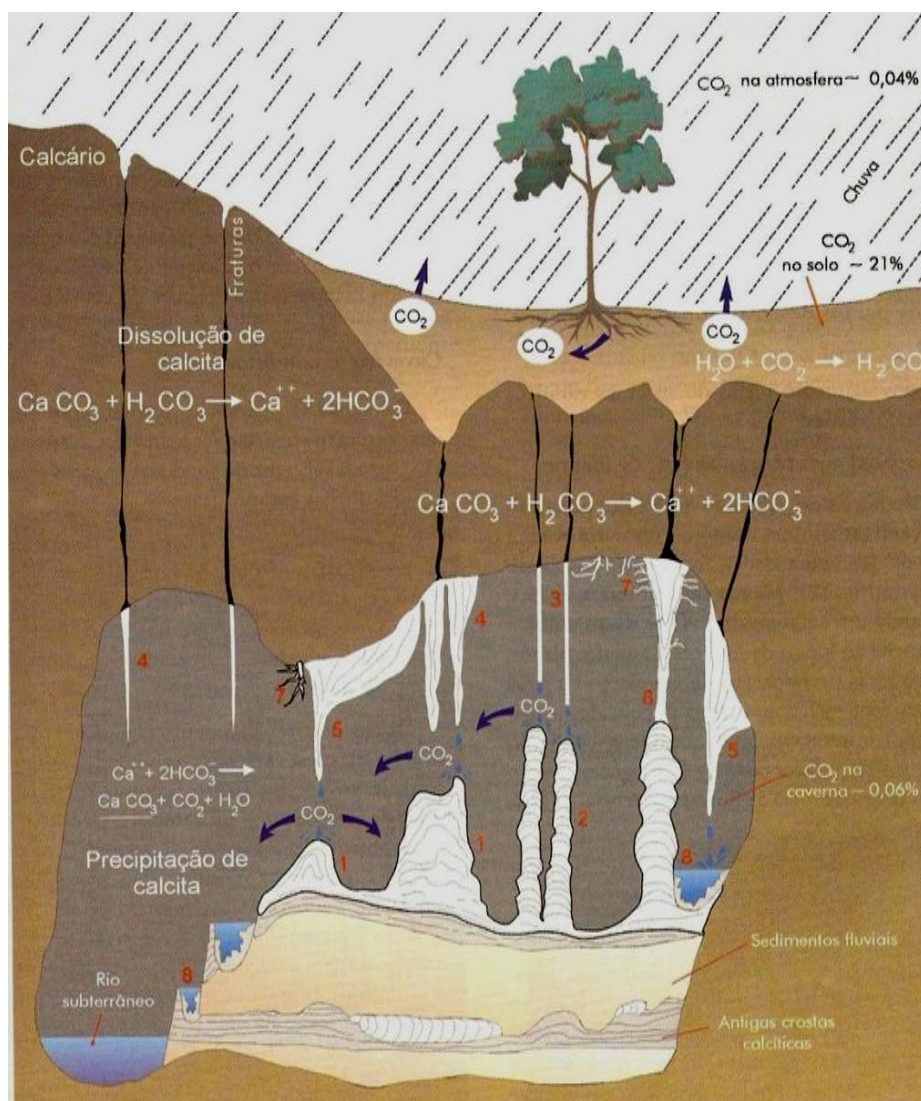
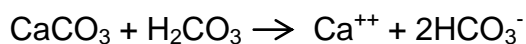


FIGURA 2.2 – DISSOLUÇÃO E PRECIPITAÇÃO DE CALCITA NUM PERFIL CÁRSTICO  
FONTE: Karmann (2000)

O autor ainda destaca que “o material argiloso, produto das impurezas da rocha calcária, pode permanecer no mesmo lugar, formando os solos residuais avermelhados que recobrem os calcários e que podem atingir dezenas de metros de espessura” (OLIVEIRA, 1997, p. 5).

Albrecht e Zuquette (1996, p. 445) e Auler, Piló e Saadi (2005) distinguem os termos exocarste e endocarste. O primeiro, também conhecido como carste descoberto (ou simplesmente carste superficial), é empregado quando é possível visualizar a ocorrência de rochas calcárias na superfície do terreno. Já no endocarste (ou carste coberto ou subterrâneo), as rochas ocorrem em condições subsuperficiais, representado por cavidades subterrâneas, geradas pela dissolução por águas subterrâneas de origem diversa. Há, ainda, um terceiro domínio, o epicarste, que trata-se da zona logo abaixo da superfície (subs superfície), no contato entre o solo e a rocha calcária (AULER; PILÓ E SAADI, 2005).

Há diferença entre as formas exocársticas e endocársticas, conforme define Kohler (2001, p. 311):

No domínio das formas exocársticas prevalecem as feições negativas, como os poljés, uvalas e dolinas, em contraposição às formas positivas dos maciços, mogotes, torres e verrugas. O endocarste é caracterizado pelo mundo subterrâneo, com suas cavernas decoradas por exuberantes espeleotemas (estalactites, estalagmites, véus, cortinas, entre outras).

Felipe (2008, p. 307) complementa que:

[...] A identificação do karst coberto está ligada à urbanização e, conseqüentemente, à exploração do aquífero, por ocupar áreas mais planas. A identificação do karst não coberto está relacionada à exploração mineral, dando subsídio a orientações de impedir o crescimento urbano nessas áreas.

No Brasil, o carste compreende não só carbonatos, podendo se referir também a paisagens similares elaboradas em outras rochas, carbonáticas ou não, onde recebe a denominação de pseudo-carste. Atualmente existe uma tendência para incluir as rochas silicatadas como os arenitos e quartzitos, no grupo das rochas carstificáveis. Porém, tanto no Brasil como em todo mundo, é o carste carbonático (em calcários e dolomitos) que tem recebido maior atenção nos estudos técnico-científicos (PILÓ, 2000; AULER; PILÓ; SAADI, 2005).

### 2.1.2 Morfologia cárstica

A conformação da paisagem cárstica varia de acordo com o grau de dissolução da rocha, da qualidade e quantidade de água, além das características

ambientais da litosfera, biosfera e atmosfera (KOHLE, 2001, p. 311). As formas cársticas são muito variadas, sendo as principais e mais comuns: lapies (ou lapiás), dolinas, poljé, cones cársticos e cavernas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

De acordo com Bigarella, Becker e Santos (1994, p. 260), os lapiás “referem-se ao conjunto de todas as microformas que entalham a superfície de rochas solúveis”. Christofolletti (1980) complementa que tais feições correspondem aos sulcos superficiais esculpidos nas rochas calcárias e podem apresentar-se recobertas por uma camada de solo raso ou aflorando a céu aberto. Podem compor infinitas formas simples ou complexas, e com grandes variações na profundidade, de maneira que são comuns a todos os carstes.

Quanto às dolinas, estas são consideradas como as formas mais frequentes e típicas de paisagens cársticas, com tamanho e morfologia variável. Podem ser definidas como depressões fechadas na superfície de formato circular ou elíptico, com contornos sinuosos. Em algumas o bordo apresenta declividades acentuadas, a rocha aflora e o fundo pode estar recoberto por uma camada argilosa (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 154).

De acordo com Karmmann (2000, p. 135), as dolinas podem ser classificadas em dois tipos: dolinas de dissolução e dolinas de colapso. A primeira está relacionada ao fluxo de águas superficiais que, a partir de um ponto de infiltração, percolam pelas fraturas da rocha, e por ação mecânica e química fazem-nas crescer em profundidade e diâmetro. Já a segunda acontece de maneira mais rápida e está associada ao abatimento de cavidades em profundidade (cavernas, por exemplo), que podem atingir grandes dimensões e dão origem aos sumidouros. As uvalas (Figura 2.3) são conhecidas como “a união de várias dolinas que podem produzir vastas depressões topográficas, com superfícies totalmente irregulares” (ALBRECHT; ZUQUETTE, 1996, p. 476).

Os poljés (Figura 2.3) são os locais preferidos para produção de culturas e assentamentos de núcleos urbanos. Apresentam-se como uma grande planície cárstica, resultado da dissolução extensiva de áreas calcárias pela ação da água. Os fundos dos poljés dão origem a bacias niveladas, preenchida por aluviões, que geralmente são atravessados por um fluxo contínuo de água. Trata-se da área do carste de maior fertilidade (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994, p. 268; KOHLER, 2001, p. 313).

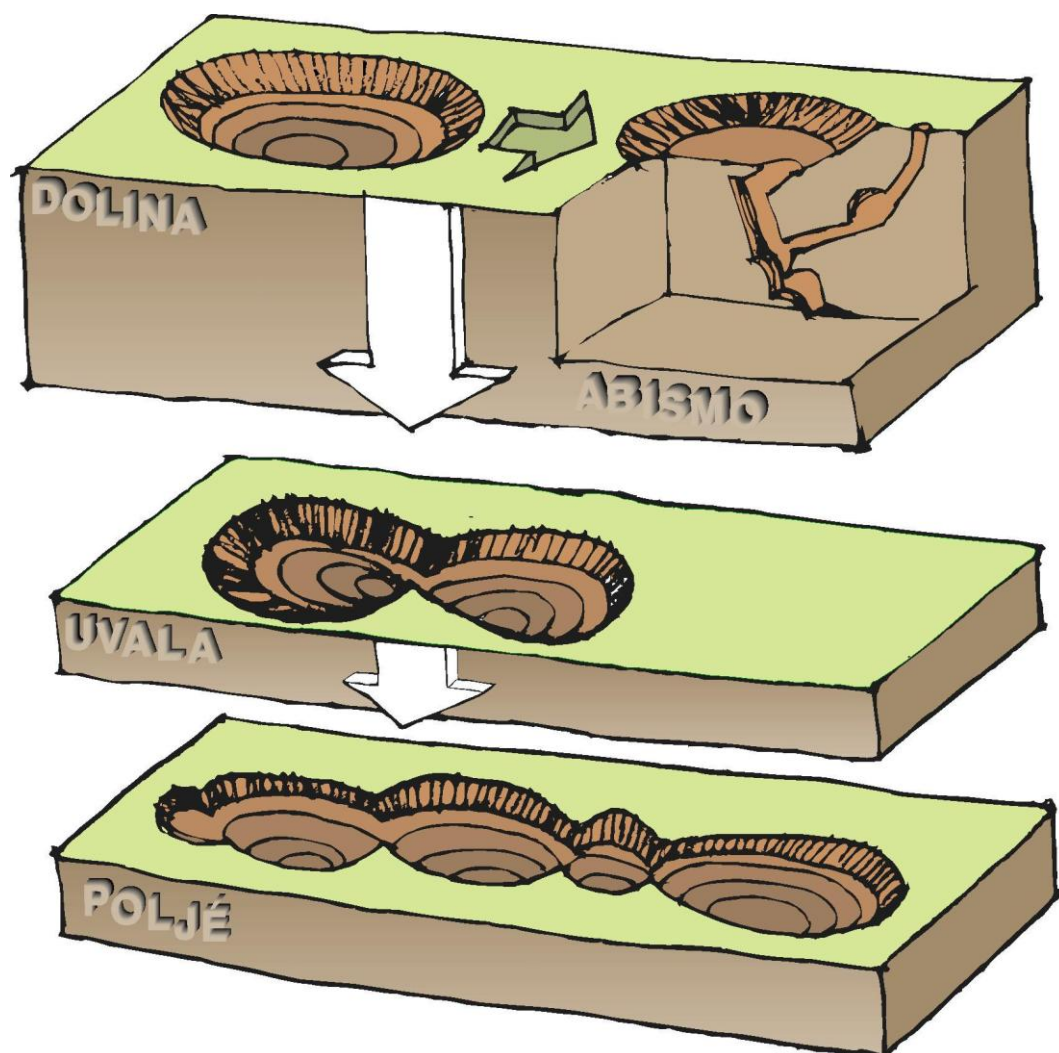


FIGURA 2.3 – DESENHO ESQUEMÁTICO DO DESENVOLVIMENTO DE FORMAS CÁRSTICAS  
 FONTE: Adaptado por Araújo (2005, p. 97)

Entre as formas mais evidentes do relevo cárstico, encontram-se os cones cársticos, que constituem paredes rochosas e elevações alternadas de colinas de formato mais ou menos cônico, e que podem ocorrer tanto isoladamente quanto em conjuntos, representando morros testemunhos que resistiram à dissolução. (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994, p. 277; KARMANN, 2000, p. 136). Na região da Jamaica, esse tipo de formato de terreno também é conhecido como *cockpits*.

Vale destacar que as cavidades naturais subterrâneas (cavernas) constituem uma formação comum em todas as áreas cársticas. O Decreto Federal n. 6.640/2008 (BRASIL, 2008b) no seu Artigo 1º, Parágrafo Único, as definem como:

todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante.

As cavernas permitem acesso ao ser humano, podendo apresentar uma ou mais entradas. Christofolletti (1980) e Karmann (2000, p. 132) citam as formas mais comuns constituídas pelos depósitos químicos que podem ser observados nas cavernas, genericamente denominadas de espeleotemas, quais sejam: estalactites (pendentes ao teto); estalagmites (assentadas no piso); colunas ou pilares (união das duas formas precedentes); e cortinas (chapas de calcita que se desenvolvem a partir do teto, encobrendo a parede).

### 2.1.3 Hidrologia cárstica

Com relação à hidrologia cárstica, embora a bacia hidrográfica seja considerada a unidade de planejamento para os estudos hídricos, para as águas subterrâneas esse modelo não é válido, uma vez que a sua dinâmica difere das águas superficiais. Assim, Lisboa (1997, p. 55) propõe um novo conceito por meio da “compartimentação (células) do meio físico, segundo critérios geológicos, os quais identificam com maior fidelidade situações hídricas próprias e distintas entre si, dentro de uma mesma bacia”.

Devido ao alto grau de absorção de água, a hidrologia cárstica é caracterizada pela quase total ausência de corpos d'água superficiais. Tada (2005, p. 8) explica que a água da chuva, ao infiltrar no solo, chega à rocha com muita rapidez, sendo raro encontrar cursos superficiais de água no carste, a não ser que ocorra intercalação de rochas carbonáticas impuras ou infiltração de águas em áreas não cársticas.

Christofolletti (1980, p. 157) descreve que a circulação interior das águas em uma região cárstica se faz nos pontos de absorção, onde as águas superficiais desaparecem, e nas ressurgências. No primeiro, pode ocorrer a perda parcial ou total do canal por meio dos sumidouros, que podem absorver gradativamente o volume do rio. Já nas ressurgências, ocorre o reaparecimento de um curso de água na superfície. Não é possível estabelecer uma relação entre a rede de drenagem



superficial e subterrânea (pontos de absorção e ressurgência), já que um é independente do outro, entretanto essa afirmativa não se verifica nos terrenos cársticos do Paraná.

Auler, Piló e Saadi (2005) ainda complementam que

drenagens superficiais em regiões cársticas tendem a serem absorvidas através de sumidouros, feições associadas a pontos de absorção de água, como bocas de cavernas ou zonas de infiltração difusa. O sumidouro marca o ponto final da drenagem superficial, pois ela se torna, a partir daí, subterrânea. As nascentes (ou surgências) representam os pontos onde a drenagem subterrânea torna-se superficial.

A água que penetra pelas rochas calcárias por meio dos condutos de dissolução pode formar uma espontânea rede de canais, fornecendo uma quantidade de água considerável aos poços, o que faz do carste um grande reservatório armazenador de água subterrânea (OLIVEIRA, 1997, p. 12).

## 2.2 PROBLEMAS AMBIENTAIS E INTERFERÊNCIAS MÚLTIPLAS DA OCORRÊNCIA CÁRSTICA NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Normalmente, áreas com fatores fisiográficos favoráveis, a exemplo das planícies cársticas, caracterizadas por partes mais arrasadas do relevo, tornam-se convidativas para a ocupação urbana indiscriminada, com grandes e pesadas edificações. Essas áreas encobrem a complexidade do ambiente cárstico, suas estruturas subterrâneas (cavidades, cavernas, aquíferos) e zonas de extrema fragilidade (OLIVEIRA, 1998), respondendo às pressões ambientais de uma maneira mais rápida e mais dramática que outros tipos de terrenos.

Por se tratar de áreas frágeis, as porções mais rebaixadas da paisagem natural do carste, quando ocupadas, podem apresentar comportamentos geotécnicos indesejáveis, a exemplo dos abatimentos de terreno, oferecendo risco às comunidades assentadas na região, bem como suscetibilidade à contaminação da água subterrânea pela rapidez de absorção de variados níveis de poluentes urbanos, industriais ou rurais de superfície.

As áreas cársticas são naturalmente vulneráveis aos impactos de ordem ambiental. No entanto, o desencadeamento desses fenômenos pode ser potencialmente acelerado por algum tipo de interferência humana, dentre elas: captação das águas subterrâneas, especialmente de uma excessiva exploração por

meio de poços profundos; processo de urbanização; e mineração de calcário, inevitavelmente relacionadas ao contexto urbano cárstico.

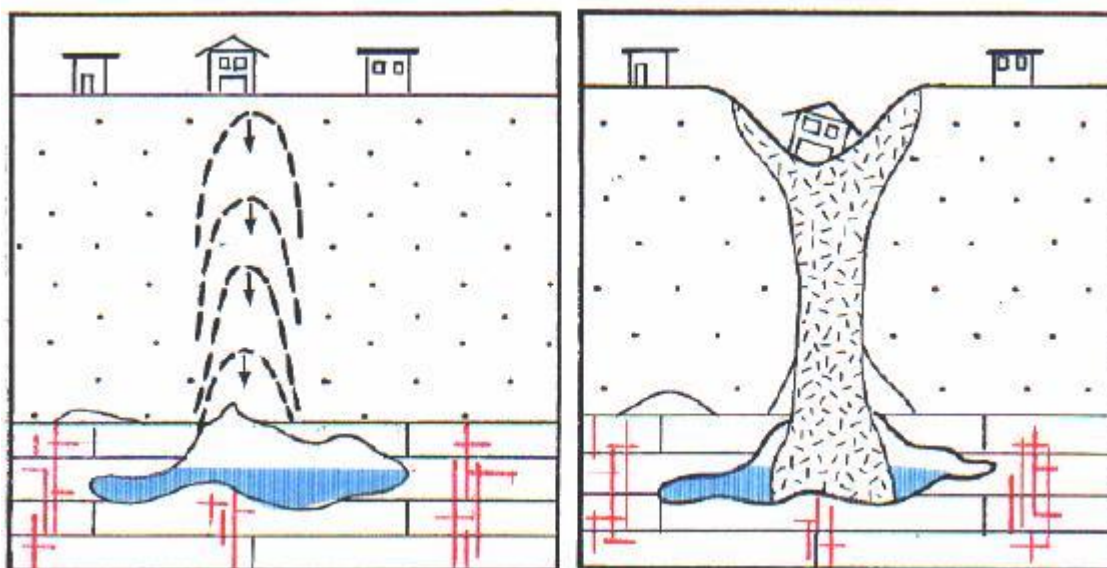
### 2.2.1 Riscos e acidentes geológico-geotécnicos

Defini-se acidente geológico como:

[...] o resultado da deflagração e evolução de processos de alteração do meio físico, induzidos, potencializados ou acelerados pelo uso e ocupação do solo e que trazem como consequência prejuízos sociais, econômicos ou ambientais e até mesmo a perda de vida humanas (OLIVEIRA, 1998, p.10).

Os afundamentos cársticos são acidentes geológicos que ocorrem devido a subsidências e colapsos de solo, que podem ocorrer de forma natural, com o desabamento repentino do teto de uma cavidade subterrânea, ou influenciados pelo uso inadequado do solo da região, como, por exemplo, pelo rebaixamento súbito do nível freático, decorrente de superexploração de água subterrânea, aumento não só a frequência como também a intensidade desses eventos.

De acordo com Oliveira (1998, p. 16), os colapsos de solos podem ser entendidos como aqueles que resultam de movimentos bruscos, com estrutura de tronco invertido e feições circulares, causando desabamentos de alto risco e, muitas vezes, sem sinais prévios denunciadores (Figuras 2.4 a 2.9).



FIGURAS 2.4 E 2.5 – DESENVOLVIMENTO DE COLAPSOS DE SOLO EM TERRENOS CÁRSTICOS  
FONTE: Oliveira (1997, p. 24)

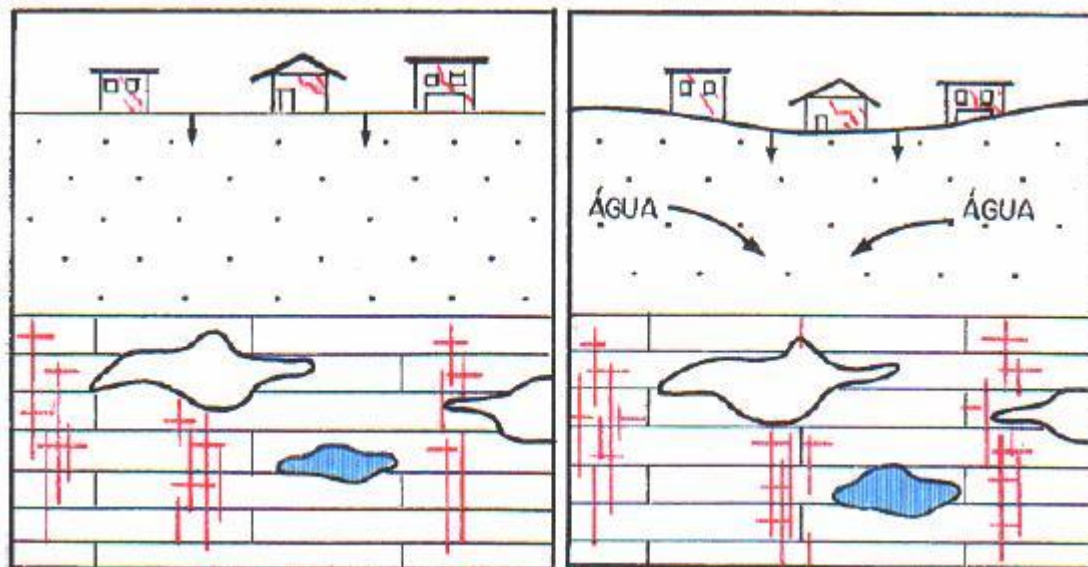


FIGURAS 2.6 E 2.7 – COLAPSO NATURAL DE SOLO (DOLINA) EM ÁREA CÂRSTICA DE ALMIRANTE TAMANDARÉ



FIGURAS 2.8 2.9 – COLAPSO NATURAL DE SOLO (DOLINA) EM ÁREA CÂRSTICA COM DIMENSÕES 1,90 M X 1,50 M X 3,00 DE PROFUNDIDADE  
FONTE: Mineropar (2005)

Já as subsidências de terreno, conforme Karmann (2000), formam-se a partir da dissolução de um ponto de infiltração na superfície da rocha. São movimentos lentos, que ocasionam o adensamento do solo, com recalques em fundações, trincas e rachaduras nas construções (Figuras 2.10 a 2.16).



FIGURAS 2.10 E 2.11 – SUBSIDÊNCIAS EM TERRENOS CÁRSTICOS QUE PROVOCAM RECALQUES EM FUNDAÇÕES  
 FONTE: Oliveira (1997, p. 24)



FIGURAS 2.12 E 2.13 – SUBSIDÊNCIA DE TERRENO CÁRSTICO EM RIO BRANCO DO SUL (PR) COM RECALQUE NA FUNDAÇÃO, TRINCAS E RACHADURAS NA EDIFICAÇÃO



FIGURAS 2.14, 2.15 E 2.16 – RESIDÊNCIA INTERDITADA EM ÁREA CÂRSTICA DE ALMIRANTE TAMANDARÉ  
 FONTE: Favetti (2006)

Santos (2008) destaca alguns dos principais acidentes geológico-geotécnicos registrados em regiões cársticas do território nacional:

- Cidade de Mairinque (SP), 1981: edificações com aparecimento de trincas e rebaixamento de piso;
- Cajamar (Região Metropolitana de São Paulo), bairro Lavrinhas, agosto de 1986: colapsos e subsidências de grandes proporções em área urbana. Aproximadamente 60 dias após os sinais prévios, uma cratera de 30 metros de diâmetro e 15 de profundidade atingiu três residências, enquanto que recalques e trincas afetaram dezenas de outros imóveis até distâncias de 400 metros do local;
- Sete Lagoas (Região Metropolitana de Belo Horizonte), março de 1988: afundamento de 20 metros de diâmetro e 5 de profundidade alcançou as arquibancadas do Estádio Municipal, além de muros e paredes de edificações próximas. Os sinais de movimentação atingiram edificações localizadas em um raio de 40 metros;

- Almirante Tamandaré (PR), 1992: pequenos afundamentos de terrenos acarretaram trincas e inclinações em edificações, rebaixamento do nível d'água em poços, cacimbas e pequenos lagos;
- Região central de Teresina (PI), dezembro de 1999: verificou-se grande afundamento com comprometimento total de várias edificações;
- Cajamar, 1999: parte das edificações da fábrica da Natura (Cosméticos) sofreu danos estruturais advindos de afundamentos em suas fundações;
- Almirante Tamandaré, junho de 2007: um dos maiores afundamentos de que se tem notícia na região, com forma elipsoidal, 50 metros de comprimento, 40 metros de largura e cerca de 30 metros de profundidade;
- Bocaiúva do Sul (PR), região da Campininha do Capivari, agosto de 2007: colapso com uma cratera de 5 metros de diâmetro e 5 metros de profundidade.

Todos esses eventos, além de outros que não obtiveram tanta repercussão na mídia e por isso não foram registrados, aconteceram em terrenos calcários e já foram precedidos de fenômenos similares em suas regiões. No entanto, avalia-se que é extremamente difícil estabelecer previamente o local, as dimensões e período exato de sua ocorrência.

## 2.2.2 Principais fatores de interferência

### 2.2.2.1 Uso e ocupação do solo

Os usos antrópicos do solo, especialmente os padrões de ocupação e infraestrutura urbanas, sobretudo a precariedade das condições de saneamento, a ocorrência de ocupações irregulares e a expansão urbana descontrolada, são itens que afetam diretamente o carste (POLIDORO, 2005, p. 66).

Para Braga et al (2002, p. 73) e Mota (1999, p. 53), a impermeabilização do solo nas áreas urbanas, por meio das edificações e da pavimentação de vias, faz ocorrer o escoamento superficial mais intenso devido à pouca ou nenhuma capacidade de infiltração no solo, prejudicando a realimentação dos aquíferos.

Tais fatores contribuem para a recarga do aquífero em quantidade insuficiente. Como consequência, há o rebaixamento do lençol freático com

acomodação dos solos, levando à subsidência do terreno, além da redução na disponibilidade hídrica de cursos d'água e rachaduras em construções.

Mota (1999, p. 43) descreve as alterações provocadas no ciclo hidrológico pelo processo de urbanização. Dentre outros aspectos, citam-se: diminuição da infiltração da água, devido à impermeabilização e compactação do solo; consumo de água superficial e subterrânea, para abastecimento público, usos industriais e outros; mudanças no nível do lençol freático, podendo ocorrer redução ou esgotamento do mesmo; e poluição de águas superficiais e subterrâneas. Outro conflito relacionado é a quantidade e qualidade das vibrações provocadas pelo tráfego veicular pesado ao longo da rede viária (Figura 2.17), sobretudo em áreas de substrato frágil (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 233).



FIGURA 2.17 – COLAPSO DE SOLO NA RODOVIA PR 509 (ALMIRANTE TAMANDARÉ-COLOMBO) CAUSADO PELO TRÁFEGO PESADO (VIBRAÇÕES)  
FONTE: Mineropar (2005)

Também merecem atenção os impactos causados pela contaminação dos aquíferos, que, pela franca e rápida drenagem, podem propiciar a comunicação entre águas superficiais e águas subterrâneas. São várias as fontes pontuais ou difusas de poluição das águas subterrâneas em um meio urbano. Dentre elas, destacam-se: os depósitos irregulares de lixo; cemitérios; postos de combustíveis,

depósitos de esgotos domésticos ou industriais dispostos diretamente no solo; vazamento de canalizações e armazenamento de produtos químicos, entre outras (Figura 2.18). No Brasil, é comum se fazer uso de dolinas para depósito de lixo, dejetos, lagoas de decantação, dentre outras práticas errôneas.

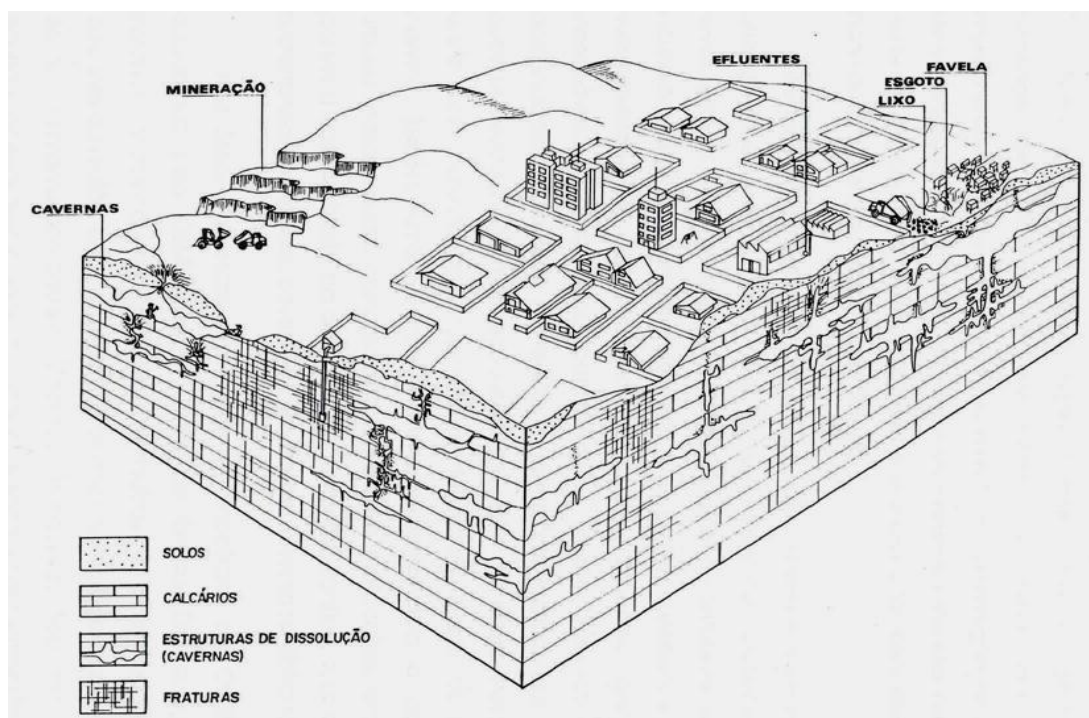


FIGURA 2.18 – ASPECTOS DA OCUPAÇÃO URBANA EM ÁREAS DE CARSTE E A EXPLORAÇÃO DE SEUS RECURSOS NATURAIS  
 FONTE: Oliveira (1997, p. 14)

Além dos fatores apontados, destaca-se, ainda, o avanço da expansão urbana sobre o patrimônio espeleológico, colocando em risco de destruição importantes cavernas que abrigam milhares de espécies endêmicas. Conforme mapeamento realizado pelo Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná (GEEP-Açungui), das cavidades subterrâneas distribuídas ao longo das formações calcárias da região norte da RMC, pelo menos 18 delas estariam ameaçadas (OLIVEIRA, 1997, p. 16), denotando a possibilidade de ruptura e colapso de cavernas.

Quanto ao uso e ocupação do solo rural, as atividades agrícolas podem representar grave ameaça à qualidade das águas subterrâneas, devido ao extenso e inadequado uso de agroquímicos. Outro fator se refere aos dejetos provenientes das atividades agropecuárias, sobretudo a criação de suínos e também granjas, que podem comprometer a água pela percolação de tais resíduos. Além disso, a retirada



excessiva da água do subsolo pela irrigação pode contribuir para secar surgências naturais (fontes) e até causar afundamentos de solo (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 235; POLIDORO, 2005, p. 67-8).

#### 2.2.2.2 Mineração

A extração de recursos minerais não-metálicos como o calcário para a fabricação de cal, cimento e corretivos de solo, gera impactos além daqueles já conhecidos: alteração do perfil topográfico, desconfiguração da paisagem, impacto visual e sonoro, poluição do ar, solo e da água e destruição do patrimônio espeleológico (Figura 2.19). No ambiente cárstico, tais atividades podem comprometer seriamente a estabilidade do meio, conforme descreve Oliveira (1997, p. 17):

As contínuas explosões efetuadas nas frentes de lavra para o desmonte da rocha produzem ondas que tendem a se propagar em subsuperfície. Estas vibrações, quando atingem edificações localizadas nas áreas vizinhas, podem causar danos e avarias às estruturas e fundações. As ondas vibratórias podem provocar trincas e desestabilizar o teto de cavidades subterrâneas, potencializando o risco de abatimento de terrenos, num processo semelhante aquele desenvolvido na formação de dolinas, porém induzido pelas vibrações.

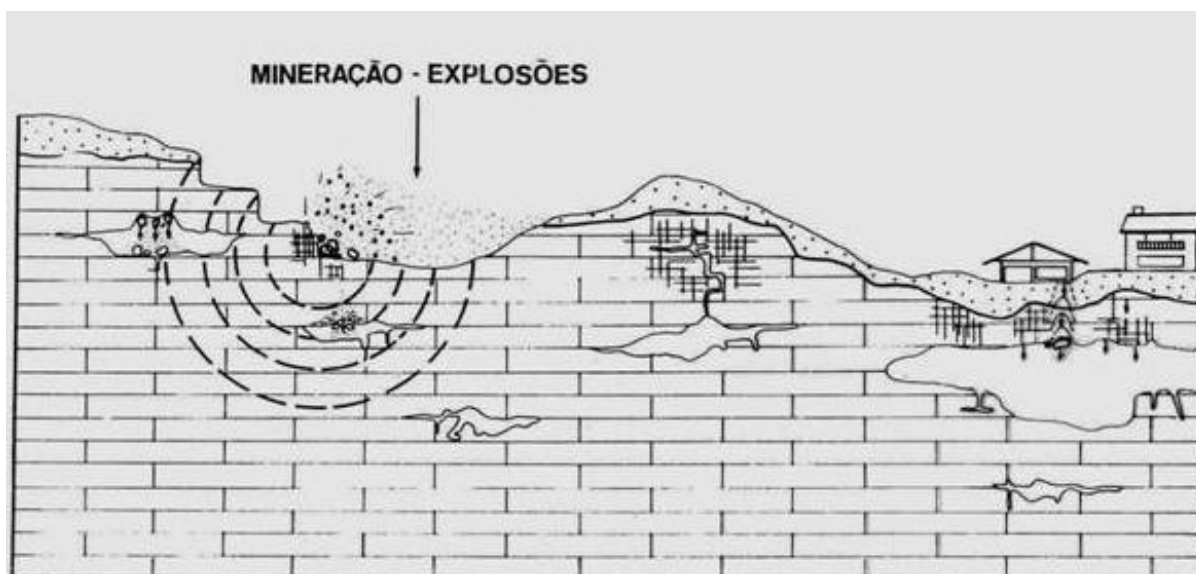


FIGURA 2.19 – AFUNDAMENTOS ASSOCIADOS A VIBRAÇÕES CAUSADAS PELO USO DE EXPLOSIVOS EM PEDREIRAS  
FONTE: Oliveira (1997, p. 18)

Neri e Sánchez (2007, p. 84) apontam as principais alterações causadas pela atividade de mineração em solos cársticos, sendo elas: alteração na movimentação das águas de subsuperfície, que pode estar relacionada à simples abertura de minas ou pelo bombeamento de água subterrânea para instalação e operação de minas; alterações nas propriedades físico-químicas da água subterrânea; e alterações geomorfológicas (alterações da paisagem e das formas do endocarste e exocarste), que podem resultar na destruição total ou parcial de cavernas. Somente no Paraná, na região metropolitana de Curitiba, foram contabilizadas 39 cavidades totalmente destruídas e 15 parcialmente, com suas entradas afetadas (NERI; SÁNCHEZ, 2007, p. 86).

A província cárstica de Arcos-Pains, por exemplo, localizada a SW do estado de Minas Gerais é alvo de exploração por grandes empresas nacionais e multinacionais, além de pequenas e médias, muitas delas ilegais, que ali se instalam devido à grande oferta de rochas calcárias, que é a matéria prima para insumos de diversas aplicações na indústria como a cal hidratada e o pó de calcário. No entanto, a dinamização da produção agrícola e da construção civil, tende a impulsionar a expansão da indústria cimenteira e de corretivos agrícolas nessas regiões, que normalmente propiciam a formação de ambientes naturalmente frágeis, como grutas e cavernas, resultando na sua destruição e de seus depósitos (CHEREM; MAGALHÃES JÚNIOR, 2007, p. 807), impedindo que tais zonas sejam mapeadas e eventualmente melhor estudadas e conhecidas no meio científico.

#### 2.2.2.3 Extração de água subterrânea

O crescente desenvolvimento da mineração de calcário, aliado ao processo de urbanização, gera uma forte demanda pelo uso da água que, como consequência, intensifica a extração da água subterrânea. Para Hirata (2000, p. 430), a superexploração da água – quando a retirada de água do aquífero é superior à sua reposição – acarreta desequilíbrio no balanço hídrico entre as entradas de água (recarga) e as saídas (extração).

De acordo com Comec (2002, p. 20-3/12), os principais problemas relacionados à exploração de água do aquífero são:

[...] ocorrência de subsidências e recalques, que comprometem o uso da área e acarretam em prejuízos materiais e riscos à população. Sob a perspectiva ambiental, passam a ser um ponto vulnerável de erosão com riscos de poluição, podendo alterar o funcionamento do aquífero. Outra consequência do manejo inadequado da exploração de água do aquífero é a possibilidade de escassez de águas superficiais, um problema que atingiu de forma impactante as condições ambientais e de produção de regiões nas quais se verificou a perfuração de poços para a exploração de água. Com a estiagem, esse processo se agrava e reduz a níveis mínimos as outras formas de abastecimento, até mesmo os poços domésticos, o que chega a comprometer a atividade produtiva.

Sempre que o homem tenta extrair água do lençol freático a uma taxa superior à da recarga natural, ocorre a subsidência do terreno, ou seja, o rebaixamento da superfície do solo. Drew (1994, p. 100) compara tal fenômeno ao efeito de esgotar a água de uma bacia ao mesmo tempo em que está sendo cheia com uma torneira. Se há correspondência na saída e na entrada, o nível se mantém constante. Mas, ao inverso, se o esvaziamento é mais rápido, o nível cai. Nesse caso, verifica-se que ocorre um colapso de vazios na rocha calcária, os quais antes eram suportados pela água do seu interior, sustentando as paredes das cavernas. Assim, se ali não há reposição da água, aumenta o grau de risco às pressões das camadas superiores, o que faz reduzir a sustentação, podendo vir a ocorrer um desmoronamento (Figuras 2.20 e 2.21).

Oliveira (1998, p. 19) descreve o que ocorre quando acontece o brusco rebaixamento do nível de água subterrânea, seja por processos naturais ou induzidos:

Em condições de brusco rebaixamento ou oscilações do nível hidrostático, quer por variações sazonais ou por operações de bombeamento de água subterrânea ou por poços tubulares, pode ocorrer a diminuição dessa pressão, aumentando a pressão intergranular dos materiais inconsolidados sobrepostos, o que propicia a instabilização e a migração dos solos para as cavidades do substrato carbonático com conseqüente afundamento do terreno, por colapso ou subsidência.



FIGURAS 2.20 e 2.21 – COLAPSO INDUZIDO PELA EXTRAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA  
 FONTE: Mineropar (2005)

Há relatos na literatura que indicam o rebaixamento do nível subterrâneo de água como o principal agente indutor na deflagração e aceleração de subsidências e colapsos de solo em regiões cársticas. A seguir, são apresentados os casos mais conhecidos de subsidência no mundo:

TABELA 2.1 – ÁREAS DE SUBSIDÊNCIA CAUSADA PELO BOMBEAMENTO EXCESSIVO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

<b>LOCALIDADE</b>	<b>SUBSIDÊNCIA MÁXIMA (m)</b>	<b>ÁREA DE SUBSIDÊNCIA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>PRINCIPAIS PERÍODOS DE OCORRÊNCIA</b>
Japão			
Osaka	3	190	1928 - 68
Tóquio	4	190	1920 - 70
México			
Cidade do México	9	130	1938 - 70
Taiwan			
Taipei	1 - 3	130	1961 - 69
EUA			

**Continua...**

Continuação...			
Arizona Central	2 - 3	650	1948 - 67
Califórnia			
Vale de Sta Clara	4	650	1920 - 70
Vale San Joaquin	3 - 9	1.000	1935 - 70
Lancaster	1	400	1955 - 67
Nevada			
Las Vegas	1	500	1935 - 63
Texas			
Houston-Galveston	1 – 1,5	8.860	1943 - 64
Louisiana			
Baton Rouge	0,3	650	1934 - 65

FONTE: Hirata (2000, p. 433)

### 2.3 PROCESSOS DE OCUPAÇÃO EM ÁREAS CÁRSTICAS: PREVENÇÃO E CONTROLE

As áreas cársticas requerem gerenciamento especial em qualquer programa de desenvolvimento territorial e urbano e devem envolver estudos multidisciplinares, com objetivo de fornecer subsídios mais completos e aprofundados para compreensão da dinâmica cárstica.

De acordo com Oliveira (1997, p. 37), os acidentes geológicos urbanos em áreas cársticas no Brasil são decorrentes da má gestão do uso do solo e da ausência de planejamento nos processos de ocupação e expansão urbana, somadas à exploração dos recursos naturais do carste sem o uso de critérios técnicos.

Dessa forma, Mota (1999, p. 38) reconhece que as características geotécnicas (características dos terrenos, propriedades dos solos e rochas) de uma área urbana são imprescindíveis para orientar o uso e a ocupação do solo. Com isso, é possível identificar áreas de risco, terrenos suscetíveis à erosão e locais com lençol freático elevado, onde a ocupação deve ser feita com muito critério ou mesmo tornar-se evitável.

Kohler (2001, p. 328) explica que “[...] os compartimentos mais elevados funcionam como zona de recarga, enquanto os compartimentos basais constituem a zona de descarga do aquífero. Toda dinâmica se processa entre esses dois extremos”. No planejamento de uso e ocupação do solo, as zonas de recarga do aquífero (por onde é feita a infiltração da água da superfície) devem ser identificadas e protegidas, ou seja, deve-se mantê-las total ou parcialmente livres, com destino a

usos leves de baixa ocupação, como áreas de recreação, trechos de composição paisagística, etc (MOTA, 1999, p. 260). Na região de Lagoa Santa (MG), por exemplo, a sede do município de Matozinhos está em zona de recarga do aquífero, onde se faz necessário implementar completa estrutura de saneamento, desviando-se os deflúvios da cidade para fora do manancial de recarga, de forma a não comprometer os compartimentos mais baixos, situados na zona de descarga (KOHLENER, 2001, p. 328).

Também de acordo com Kohler (2001, p. 328), outras questões a serem consideradas em uma zona de recarga estão relacionadas ao uso de agroquímicos e fertilizantes nas práticas rurais convencionais e à construção de grandes edificações. Na primeira, é preciso que se faça um rigoroso levantamento e posterior acompanhamento de tais produtos utilizados nos cultivos agrícolas situados nos compartimentos de recarga, uma vez que o uso intenso de tais defensivos magnifica o problema da contaminação das águas. Considere-se que, devido à sua baixa degradabilidade (persistência) na natureza, esses produtos podem tornar as águas do subsolo inservíveis para abastecimento humano, já que a descontaminação é de grande dificuldade (poluição difusa). Além disso, devem ser observadas as boas práticas de manejo em relação aos dejetos dos animais. Na segunda, as construções devem ser precedidas de estudos geofísicos, por meio de sondagens, de forma a detectar possíveis vazios subterrâneos (cavernas) que eventualmente possam vir colapsar, causando danos às estruturas das construções. Polidoro (2005, p. 114) acredita que a liberação de alvarás e a licença para construção devam acontecer somente mediante prévia sondagem do subsolo, com a apresentação do respectivo laudo geológico-geotécnico, para aí sim, com segurança, o poder público deliberar sobre a concessão, ou não, para construir.

Oliveira (1998, p. 19) complementa com as seguintes medidas preventivas e corretivas que devem ser levadas em conta na prevenção e no controle das áreas de ocorrência cárstica:

- cartografia geotécnica, com reconhecimento e mapeamento de tais regiões para subsidiar os planos de uso e ocupação do solo;
- procedimentos de campo da hidrogeologia e geotecnia, para minimizar ou cessar o bombeamento da água do subsolo;

- práticas e obras dos campos da engenharia de fundação e geologia de engenharia, ou seja, obras e medidas que favoreçam suporte duradouro às cargas das estruturas;
- disciplinamento das atividades de mineração;
- lançamento de campanhas de educação e acesso à informação para a população, de tal forma que esta venha a comunicar a prefeitura local sobre a ocorrência de fatos que denunciem a evolução de mecanismos de afundamentos;
- criação de programas integrados de desenvolvimento da área do carste, equilibrando a ocupação urbana com a exploração de seus recursos naturais.

Em relação ao gerenciamento da quantidade das águas subterrâneas, Hirata (2000, p. 442) ressalta que

A estratégia mais comum é controlar a perfuração de novos poços e o regime de extração em áreas mais críticas, sempre baseada na recarga do aquífero, no rebaixamento causado pela nova obra de captação, nos outros poços existentes, no uso previsto para água e outros impactos secundários. Em áreas de baixo uso, as restrições poderão ser menores. O procedimento de aprovação de licenças de perfuração e outorga do recurso poderá favorecer o planejamento racional de ocupação territorial.

A fim de assegurar a qualidade do aquífero, alguns países têm revelado sobretudo duas linhas de ação, baseadas no controle do uso da terra: limitar a ocupação do terreno a partir de cartas de vulnerabilidade à contaminação, com a definição de áreas mais ou menos suscetíveis à poluição do aquífero, e estabelecer zonas ao redor de poços ou fontes de abastecimento, para oficializar o perímetro de proteção. Contudo, o estabelecimento de mapas de vulnerabilidade é aconselhado em áreas maiores, onde há atividades potencialmente poluidoras em áreas de grande complexidade hidrogeológica sobre as quais tenha-se pouca informação a respeito. Esta técnica se apoia na ideia de reconhecer as áreas ou atividades de maior risco de degradação de aquíferos, auxiliando no planejamento do uso e ocupação do solo e estabelecendo prioridades de ação (HIRATA, 2000, p. 443).

O autor descreve ainda que nas áreas novas, onde se pretende planejar a ocupação do solo, “a implementação de atividades de reconhecido potencial poluente deverá ser precedida por estudos de impactos ao meio ambiente específicos, para definir as restrições que deverão ser impostas à atividade”. Além

do mais, Polidoro (2005) ressalta que a infraestrutura em saneamento básico, primordialmente a coleta e o tratamento de esgotos, é fundamental para as regiões já urbanizadas. Tratando-se do meio rural, as habitações devem adotar projetos especiais de fossas sépticas, que não estejam inseridas em poljes ou dolinas. Nesse contexto, um instrumento eficaz de gestão do planejamento é o ordenamento territorial e do uso da água por meio do zoneamento.

Em seu estudo para a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Pacotuba, com área de 1.329,78 hectares na margem direita da Bacia Hidrográfica do Rio Barigui em Almirante Tamandaré, onde quantificou 39% de áreas consideradas de alta fragilidade ou muito alta fragilidade, Polidoro (2005, p. 107) propõe o que define como “Zoneamento da Ocupação do Solo e de Uso da Água Subterrânea”. Sob tal perspectiva, estabelece quatro níveis de ocupação, quais sejam: proibitiva, restritiva, orientada e permitida, assim como de uso proibido e controlado da água.

As zonas classificadas como restritivas se referem àquelas onde os critérios de densidade de ocupação prevalecem em conjunto com os limites mínimos dos módulos fundiários. As zonas de ocupação orientada devem ter infraestruturas de saneamento. Quanto às zonas de uso controlado da água, devem ser aquelas em que o poder público defina as vazões possíveis e permitidas de exploração.

O autor complementa que, para a preservação do aquífero, além das restrições em termos de ocupação, também se faz necessária uma campanha de conscientização e sensibilização da sociedade, visando ao reconhecimento da fragilidade desse meio e sua importância funcional. Deve-se, ainda, concentrar esforços na definição de normas para as atividades antrópicas e padrões de controle e de fiscalização, e apoiar a manutenção da cobertura vegetal, especialmente em áreas de grande declividade e nas faixas de drenagem.

Para Oliveira (1997, p. 38), dentre as principais medidas para subsidiar ações de gestão do uso e ocupação urbana de áreas cársticas, destacam-se: aprofundar o conhecimento do sistema cárstico (origem, evolução, estruturas, mapeamento de áreas vulneráveis); determinar ações preventivas e corretivas, visando a minimizar os riscos de acidentes geotécnicos; e integrar os planos de uso e ocupação do solo cárstico, com os planos de aproveitamento de seus recursos naturais e os planos de desenvolvimento turístico (patrimônio espeleológico).



Para Oliveira, (1997, p. 43), conforme proposto no esquema da Figura 2.22,

[...] os instrumentos legais para viabilizar estas ações materializam na forma de planos diretores e planos de uso e ocupação do solo, nos mais diversos setores de abrangência, compondo o Plano Integrado de Desenvolvimento do Carste.

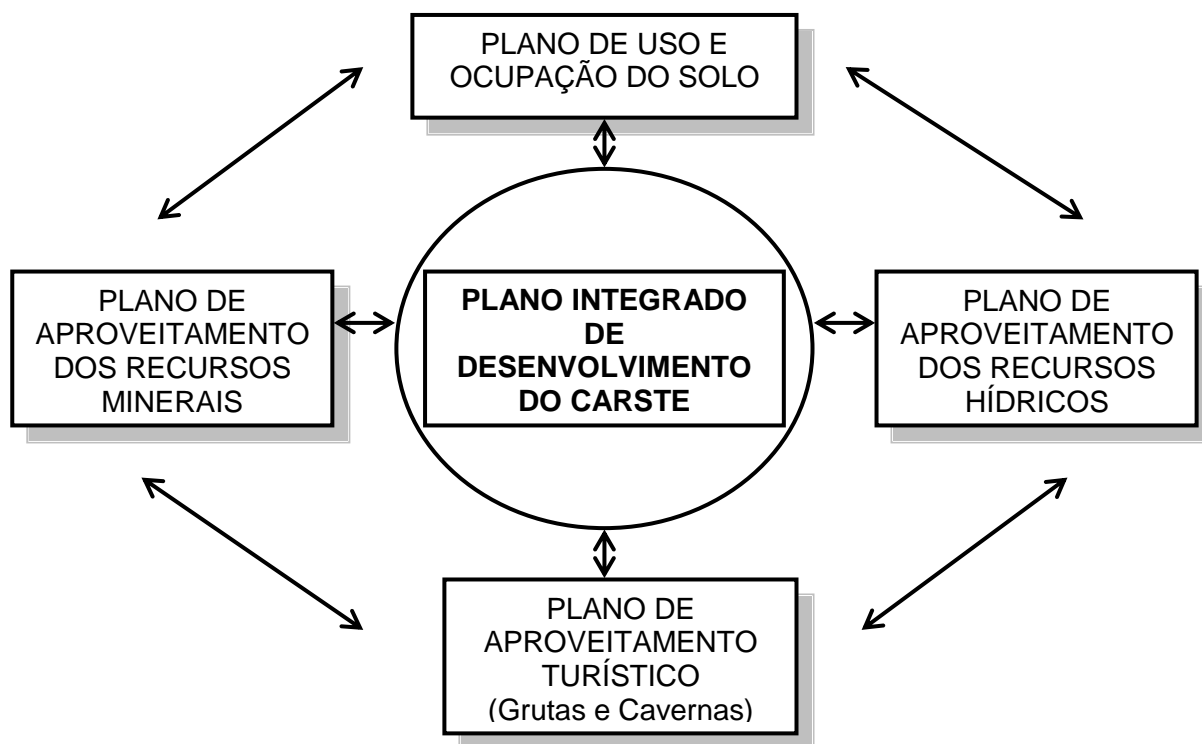


FIGURA 2.22 – PLANO INTEGRADO DE DESENVOLVIMENTO DO CARSTE  
 FONTE: Oliveira (1997)

A premissa básica deste plano está centrada no “estado de equilíbrio” do sistema, em que se configuram as relações antrópicas no meio e os níveis qualitativos, quantitativos e de usos potenciais desse manancial hídrico.

### 3 ESTUDO DE CASO: O MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ, PARANÁ

Dentre os municípios da região metropolitana norte de Curitiba, contemplados pela presença de áreas cársticas, Almirante Tamandaré foi o escolhido para este trabalho, em função do melhor acesso às instituições locais e à existência de registros de acidentes geotécnicos em prédios públicos e privados provocados pela acomodação de terrenos.

Além disso, o município se destaca perante os demais pela grande disponibilidade hídrica de seus compartimentos cársticos, motivo pelo qual houve, em termos geológicos e hidrogeológicos, maior aprofundamento dos estudos de prospecção de áreas favoráveis à captação, que promoveram diversos trabalhos científicos sobre a região cárstica do município, podendo estes ser facilmente consultados. Há de se considerar, ainda, a alta taxa de crescimento populacional desse município nos últimos anos, que impulsionou a ocupação de áreas que, dada sua fragilidade ambiental e considerando o aquífero como reserva estratégica na região metropolitana, deveriam estar preservadas ou sob severas restrições de uso. Isso porque tais condições de expansão urbana podem agravar os riscos socioambientais associados à presença deste manancial subterrâneo, além de comprometer seriamente a sua qualidade.

Destaca-se que o território do município de Almirante Tamandaré contempla uma topografia desfavorável (geomorfologia acidentada) para a ocupação, além da presença de hidrografia tanto subterrânea quanto superficial, destinada ao abastecimento público, que acaba restringindo o crescimento e a expansão da cidade pelas novas imposições legais que visam à proteção das áreas de mananciais.

Com o crescimento acelerado das últimas décadas, principalmente a partir de 1970, o município de Almirante Tamandaré passou a sofrer sérios problemas e conflitos que expõem uma contradição entre as atividades humanas e a imposição de limites dessas atividades, e que hoje constituem os principais desafios para gestão do espaço em ambientes cársticos, sendo eles:

- ocupações em áreas de extrema sensibilidade e fragilidade ambiental;
- risco de contaminação das águas subterrâneas, que atualmente são a principal fonte de abastecimento da cidade;

- risco de colapsos e subsidências dos terrenos, com problemas de rachaduras e trincas nas edificações;
- forte potencial econômico voltado às atividades extrativo-minerais e exploração da água subterrânea, que comprometem a estabilidade e capacidade de suporte do meio físico.

Com o objetivo de desenvolver uma análise mais aprofundada sobre as configurações socioeconômicas e físico-ambientais que caracterizam o município de Almirante Tamandaré, neste item serão abordados aspectos importantes sobre a dinâmica de ocupação do solo urbano, o perfil econômico e social e de infraestrutura urbana, além daqueles relacionados ao meio ambiente físico do município.

Far-se-á uma descrição da ocorrência cárstica, com uma análise acerca da importância do aquífero para o abastecimento público da cidade, e dos conflitos existentes relativos à legislação, entre a premência da preservação do Aquífero Carste e o interesse pelo uso do solo.

### 3.1 CONFIGURAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O desenvolvimento histórico de Almirante Tamandaré está fortemente ligado à exploração aurífera, quando da descoberta da lavra de ouro em 1680 no distrito de Campo Magro pelo Capitão Salvador Jorge Velho. Após esse período, com o esgotamento das jazidas, o município passou a ser ocupado por colonos que buscavam cultivar suas terras férteis, o que fez surgirem novas povoações, tais como: Pacotuba, Botiatuba, Cercado, Mato Dentro, muitas delas frutos da colonização alemã, italiana e polonesa, como Antônio Prado, Boixininga, Tranqueira, Lamenha Pequena, Lamenha Grande, Santa Gabriela e São Miguel, entre outras.

Em outubro de 1947, Almirante Tamandaré foi desmembrado do município de Colombo, por meio da Lei Estadual n. 2, de 28 de outubro de 1947, com o nome de Timoneira. Entretanto, em 24 de março de 1956, houve a reintegração de seu antigo e tradicional nome, Almirante Tamandaré, pela Lei Estadual n. 2.644, em homenagem ao patrono da Marinha do Brasil, o Almirante Marquês de Tamandaré (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 28-30).

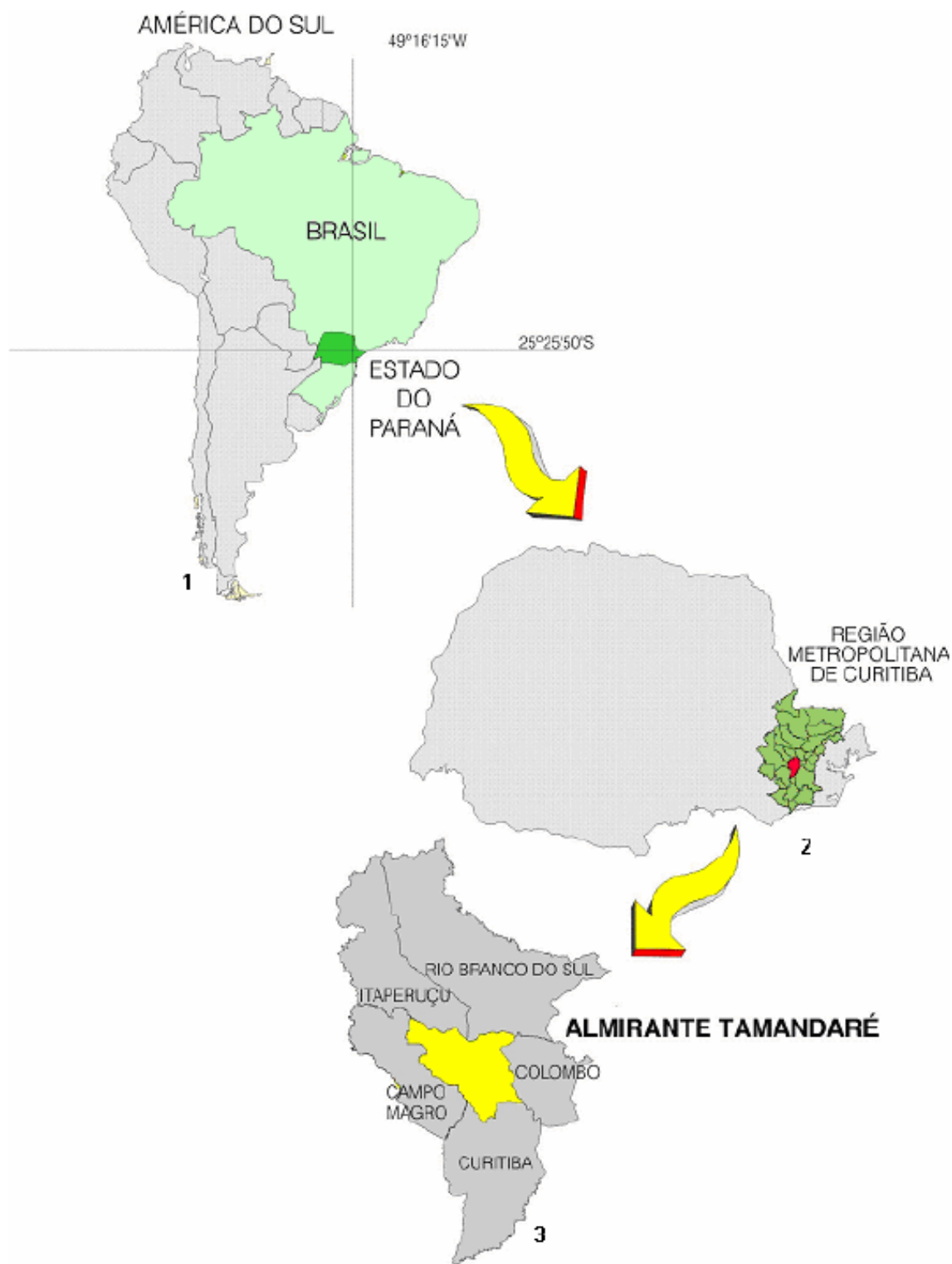
Mais recentemente, o território municipal sofreu nova alteração com o desmembramento do distrito de Campo Magro, sendo este elevado à categoria de município, por meio da Lei Estadual n. 11.221, de 11 de dezembro de 1995.

O município de Almirante Tamandaré se situa na porção sudeste do estado do Paraná, ao norte da capital, inserido na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), na latitude 25°19'29"S e longitude 49°18'36"W (Figura 3.1). Limita-se a sul com o município de Curitiba por vias municipais e pelo Rio Barigui; a leste com o município de Colombo pelo Rio Atuba; a oeste com o município de Campo Magro pelos rios Juruqui e Passaúna; e a norte com os municípios de Itaperuçu e Rio Branco do Sul, pela Serra da Betara (ARAÚJO, 2005, p. 113-4).

O principal acesso à sede do município é feito pela rodovia estadual PR-092, mais conhecida como Rodovia dos Minérios, que atravessa o município no sentido norte-sul, e liga o município às cidades de Rio Branco do Sul e Curitiba. Outros importantes acessos são: rodovia PR-418 (Contorno Norte), via importante de escoamento do tráfego regional, e rodovia PR-509, que a liga ao município de Colombo (Figura 3.2). Além disso, apresenta malhas rodoviária e ferroviária de porte razoável, proporcionando condições logísticas favoráveis ao escoamento dos produtos oriundos de atividades industriais (produção mineral) e comerciais de seus vizinhos (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 39).

Almirante Tamandaré se relaciona intensamente com a capital paranaense, tanto no aspecto de atendimento em educação e saúde quanto, sobretudo, na área econômica. De acordo com pesquisa realizada pela FGV/ISAE, em 2006, estima-se que 53% dos entrevistados trabalham em Curitiba, o que configura o município como cidade-dormitório (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 162).

Já com Colombo, a relação maior é em comércio e serviços, devido à extensa atividade industrial da cal e do calcário desenvolvida na região, que faz Almirante Tamandaré se interligar a diversos outros municípios que compõem o Arranjo Produtivo Local (APL) da cal e do calcário da RMC.



LEGENDA: 1: visão geral da localização federal.  
2: inserção regional.  
3: localização do Município de Almirante Tamandaré na RMC

FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ  
FONTE: Almirante Tamandaré; FGV (2006, p. 32)

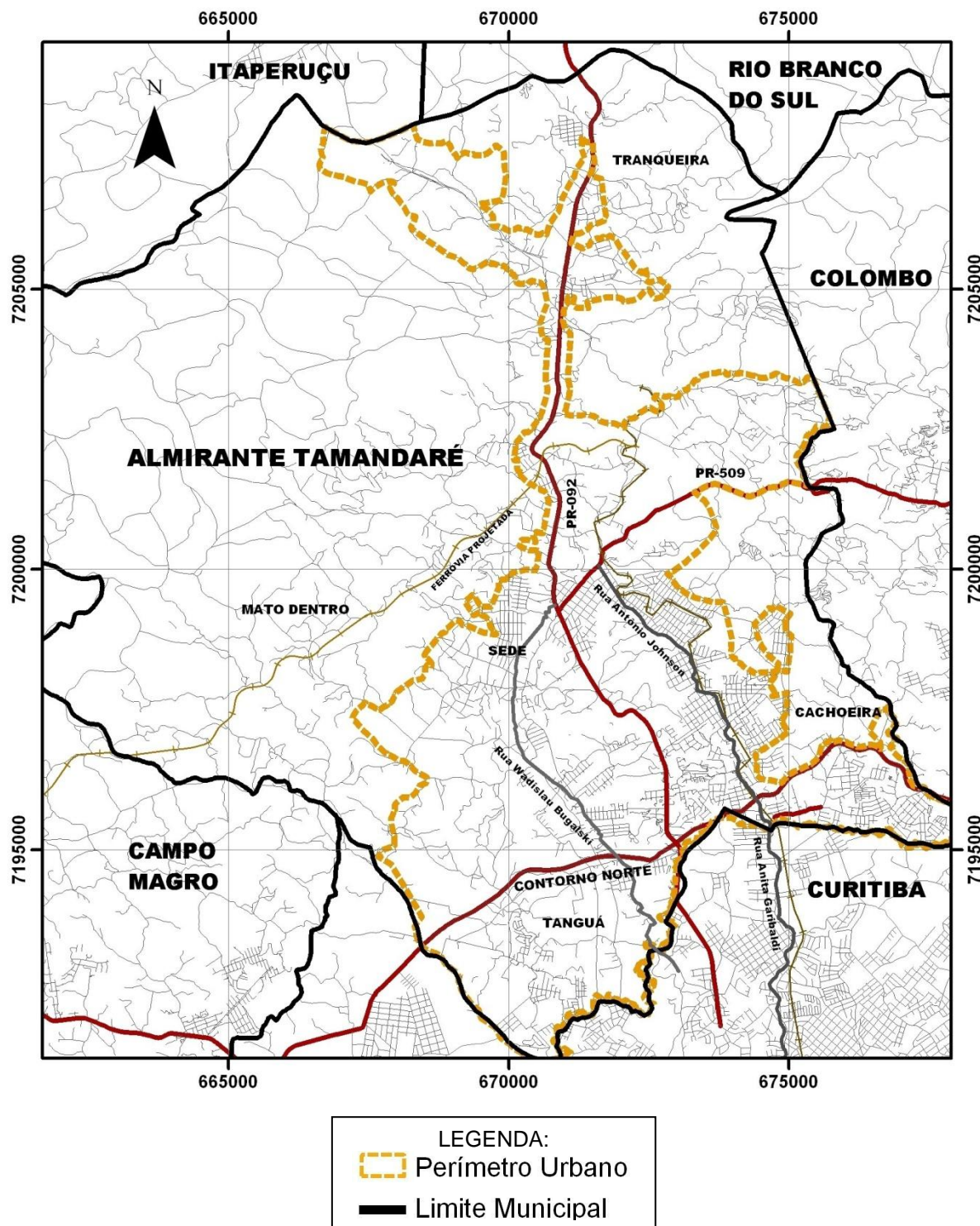


FIGURA 3.2 – PRINCIPAIS VIAS E ACESSOS DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ  
 FONTE: Adaptado por Araújo (2005, p. 115)

A população atual do município é da ordem de 93.055 habitantes (IBGE, 2008). Deste total, 96% correspondem à população urbana e apenas 4% à população rural (Figura 3.3). Em relação à taxa de crescimento municipal, esta pode

ser considerada elevada. A população de Almirante Tamandaré passou de 66.159 para 93.055 habitantes no período de 1991 a 2007 (Figura 3.4).

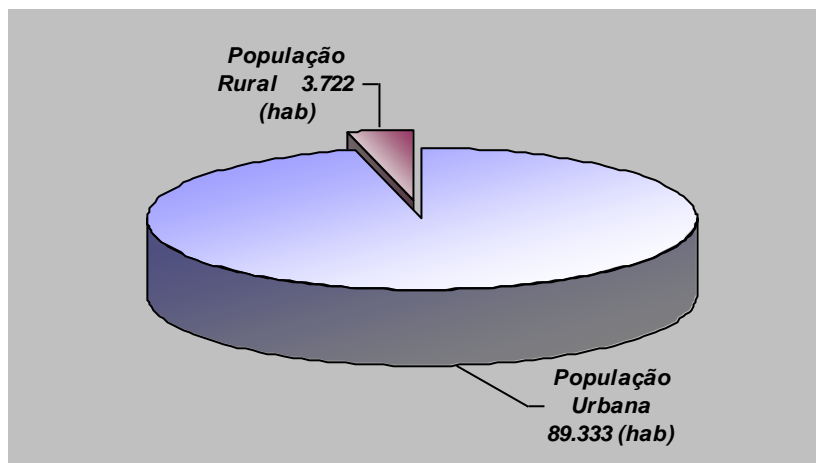


FIGURA 3.3 – POPULAÇÃO URBANA E RURAL EM ALMIRANTE TAMANDARÉ EM 2007  
FONTE: IBGE (2008)

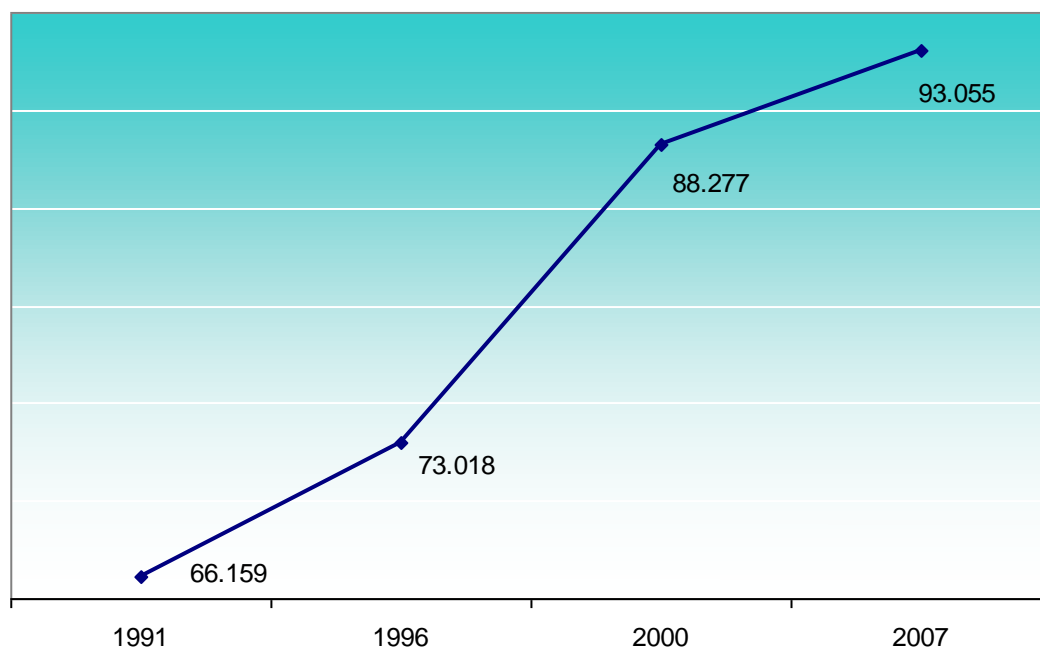


FIGURA 3.4 - EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA DO MUNICÍPIO NO PERÍODO DE 1991 A 2007  
FONTE: IBGE (2008)

Se observados os dados relativos ao período de 1996 a 2000, verifica-se um crescimento populacional correspondente a 4,9% ao ano, enquanto que a região metropolitana cresceu à taxa média de 2,9% ao ano (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 96), o que caracteriza uma participação significativa do município na

mancha urbana de Curitiba, cuja ocupação está fortemente concentrada na localidade de Cachoeira, no eixo formado pela Avenida Anita Garibaldi, onde não há restrições quanto à proteção dos mananciais.

O diagnóstico do Plano Diretor Municipal faz menção às estatísticas do IBGE e as projeções populacionais do Iparde para 2010, as quais apontam a crescente expansão urbana na porção norte da RMC, em particular no município de Almirante Tamandaré:

A expansão demográfica no município ocorre principalmente ao longo da divisa municipal com Curitiba, formando aglomerações que podem ser consideradas como bairros periféricos da cidade-pólo, e a referida crescente conurbação com os limites de Curitiba, em que bairros do município limítrofes com a capital superam a população da sede municipal. Esta situação configura uma posição, para Almirante Tamandaré, de município dormitório, com a população trabalhando em cidades vizinhas da RMC, sobretudo Curitiba, vindo apenas a residir nestes bairros. Tal questão, além de reduzir a identidade regional de bairros, cuja vida econômica e social está desatrelada às questões tradicionais do município, ainda agrava as demandas sociais e o desequilíbrio urbano, refletindo uma elevada dependência de serviços básicos (educação e saúde) em relação à Curitiba (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 54).

Essa dependência também está fortemente ligada à grande oferta de serviços e empregos, que acarreta prejuízos tanto para o município periférico, que perde receita e dificulta a atração de investimentos, não permitindo um crescimento da economia local, quanto para o município polo, que ganha sobrecarga em equipamentos e serviços.

De acordo com o Plano Diretor Municipal, os principais fatores relacionados à ocupação do solo de Almirante Tamandaré são: proximidade com o município de Curitiba; grande oferta de lotes; baixo custo da terra; abrangência do transporte metropolitano; falta de controle referente ao uso e ocupação do solo municipal até a década de 1980, assim como no parcelamento do solo; e ausência de restrições ambientais no município até a década de 1980 (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 106).

Considerando a população estimada para o ano de 2007 e a extensão territorial de 191,11 km<sup>2</sup>, conforme a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), chega-se a uma densidade demográfica total de 486,91 hab/km<sup>2</sup>. No entanto, ao relacionar o perímetro urbano, que equivale a



aproximadamente 37% da área total do município, com a taxa de urbanização, que é de 96%, tem-se uma densidade demográfica urbana de 1.263,55 hab/km<sup>2</sup>.

De acordo com Araújo (2005, p. 119), a densidade média urbana pode ser classificada como baixa, uma vez que corresponde à ocupação de uma moradia a cada 2.900,00 m<sup>2</sup>. No entanto a autora faz uma ressalva:

[...] considerando-se as altas declividades e a presença de outras áreas impróprias à ocupação, como áreas com cobertura vegetal, áreas sujeitas à inundação e com exploração mineral, constata-se que essa ocupação está extremamente concentrada na porção mais próxima ao município de Curitiba.

Com renda per capita de R\$ 197,65 e expectativa de vida ao nascer de 66,1 anos, índice que está abaixo de Curitiba (71,57) e do estado do Paraná (69,83), o município apresenta taxa de alfabetização de adultos de 89,94% e taxa bruta de frequência escolar de 73,51% (IPARDES, 2008, p. 24). Esta realidade faz o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) ser de 0,728, colocando-o na 274<sup>a</sup> posição entre os 399 municípios paranaenses, e na 2.743<sup>a</sup> posição dentre os 5.561 municípios do *ranking* nacional, conforme o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD; IPEA; FJP, 2008).

Almirante Tamandaré apresenta o menor índice se comparado a Curitiba (0,856), bem como aos índices do Paraná (0,787) e Brasil (0,764). É considerado um município de médio desenvolvimento humano por estar na faixa de IDH entre 0,5 e 0,8. O IDH-M de Almirante Tamandaré cresceu 9,15%, em relação a 1991 que era de 0,667. Informações do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – (PNUD) atestam que o que mais contribuiu para tal crescimento foi a educação, com 53,6%, seguida pela renda, com 24,0% e pela longevidade, com 22,4% (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 166).

Conforme dados do IBGE, Almirante Tamandaré possuía uma renda média de 3,43 salários mínimos em 2000. Comparado aos demais municípios da RMC, está em 14º lugar. Esse valor está consideravelmente abaixo da média de salários mínimos da RMC, que é de 7,07 e inferior à média estadual (4,4). De acordo com pesquisa realizada em 2006, pela FGV/ISAE, 76% dos trabalhadores entrevistados afirmaram receber salário de até R\$ 600,00, ou seja, cerca de dois salários mínimos (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 162).

A Tabela 3.1, a seguir, apresenta os resultados:

TABELA 3.1 – RENDA DO TRABALHADOR – ALMIRANTE TAMANDARÉ (2006)

<b>INDICADOR (EM R\$)</b>	<b>%</b>
De 1 a 150	8,00
De 150 a 300	27,20
De 300 a 600	40,80
De 600 a 900	11,60
De 900 a 1200	3,80
De 1200 a 1500	1,50
De 1500 a 3000	0,70
Acima de 3000	0,10
Não informou	6,30
Total	100,00

FONTE: Almirante Tamandaré; FGV (2006, p. 162)

O reflexo da situação financeira desfavorável do município limita o acesso de sua população ao direito de moradia. O censo de 2000 do IBGE registrou 1.081 domicílios em aglomerados subnormais em Almirante Tamandaré; ou seja, 4,61% do total dos domicílios. Conforme dados da Secretaria Municipal de Habitação, 21 áreas do município (propriedades públicas e particulares) são ocupações irregulares, com o total de 1.483 casas e 691 lotes (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 133 e 134).

Um estudo do IparDES sobre famílias pobres no Paraná indica que Almirante Tamandaré possui uma taxa de pobreza de 22,17%, ou seja, 5.420 famílias pobres, de um total de 24.446 famílias. Esse percentual é maior, porém próximo ao percentual de pobreza do Paraná que é de 20,87%. Se comparado ao percentual de Curitiba, este indicador fica distante, já que a capital do Estado possui uma taxa de pobreza de 8,61% (IPARDES, 2003 apud ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 162).

A desigualdade com relação à concentração de renda aumentou no município no período de 1991 a 2000. Segundo o Índice de Gini, passou de 0,41 para 0,48 (quanto mais próximo a 1, maior a concentração da renda ou a desigualdade) (IPARDES, 2008).

Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), de acordo com o IBGE, o município obteve um aumento expressivo, que passou de R\$ 257 milhões para R\$ 453 milhões no período de 1999 a 2003, com um aumento de 76%, alcançando em 2003 a sétima maior participação do PIB da RMC (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 66).

No mesmo período, o PIB *per capita* teve um aumento de 41%. No entanto, mesmo com este acréscimo, Almirante Tamandaré apresentou o quinto valor mais baixo do PIB *per capita* entre os municípios da RMC, em 2003. O setor terciário, que inclui comércio e serviços, foi o que deteve a maior representatividade na composição do PIB de 2003 (Figura 3.5).

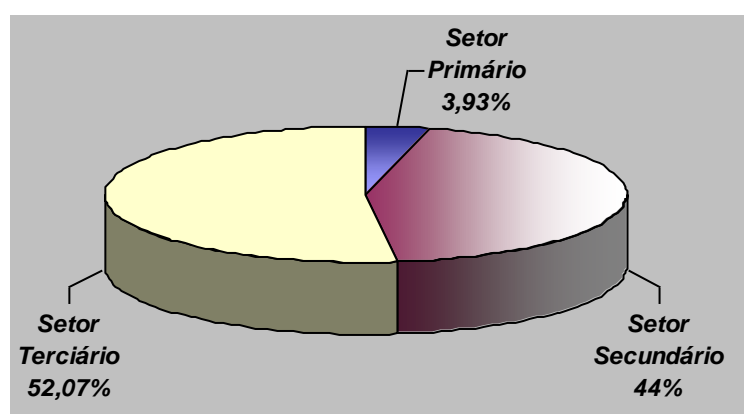


FIGURA 3.5 – PRODUTO INTERNO BRUTO POR SETOR DE ATIVIDADE ECONÔMICA, ALMIRANTE TAMANDARÉ, ANO DE REFERÊNCIA 2003  
FONTE: Almirante Tamandaré; FGV (2006, p. 68)

Araújo (2005, p. 121) considera que o setor primário tem baixa expressão por estar atrelado “às condições topográficas, que desfavorecem o desenvolvimento da agropecuária, assim como à existência de inúmeras jazidas minerais, que tornam a atividade agrícola menos rentável, se comparada à exploração mineral”.

Entre seus potenciais econômicos, está a atividade extrativa mineradora, com cerca de vinte indústrias de cal e calcário situadas nos raios adjacentes à Rodovia dos Minérios. Possui, também, quatro fontes produtoras de água mineral, que são engarrafadas e comercializadas.

A região rural é caracterizada por pequenos aglomerados dispersos no território, subsistindo economicamente de produtos agrosilvopastoris. Destacam-se: a produção de olericulturas, de morango, milho, feijão, batata inglesa, bem como

pecuária leiteira e de corte. É na zona rural que se concentra o maior número de empresas relacionadas à extração de minérios, especialmente no bairro Morro Azul (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 107).

Outra atividade econômica compatível com a fragilidade da região cárstica é o turismo, que faz Almirante Tamandaré se interligar de maneira significativa aos demais municípios da RMC por meio da implantação do Circuito da Natureza de Turismo Rural em 2001. Tendo em vista um dos programas turísticos do Paraná, denominado “Rotas do Pinhão”, Almirante Tamandaré se insere num roteiro com mais 13 municípios: Colombo, Campina Grande do Sul, Quatro Barras, Piraquara, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul, Fazenda Rio Grande, Quitandinha, Lapa, Araucária, Balsa Nova, Campo Largo e Campo Magro.

A prefeitura de Almirante Tamandaré divulga, do município, os seguintes atrativos turísticos: Morro Dalledone, Morro do Garcez, Reserva Ambiental da Nascente do Rio Passaúna, Garganta (Canyon) Sumidouro, Casa Família Siqueira, Antiga Sede da Prefeitura, Casarão Trevisan, Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição, Igreja Nossa Senhora da Luz (Igreja do Marmeleiro), Igreja Santo Antônio e Santa Luzia (Igreja do Prado), Igreja de São Miguel, Seminário Santo Antônio de Pádua, Biblioteca Pública Municipal Santos Dumont. Vale observar que dos atrativos citados, apenas o Canyon no Sumidouro apresenta uma relação mais próxima com o carste, dos demais, a maioria está relacionada com espaços construídos - edificações antigas e prédios públicos.

Conforme o Plano Diretor Municipal, no tocante à infraestrutura sanitária,

[...] a distribuição de água está concentrada nas áreas ocupadas do município e possui um atendimento satisfatório. A rede de esgoto é extremamente deficitária em relação à grande ocupação na área urbana, evidenciando uma situação preocupante quando se verifica a existência de captação de água para consumo nos mesmos locais não atendidos (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 140).

Além disso, o município de Almirante Tamandaré mantém um contrato de operação e manutenção do sistema de abastecimento de água tratada com a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Conforme dados de tal companhia, o município apresenta um total de 24.058 ligações, de modo que 23.053 (96%) correspondem a ligações residenciais, 586 comerciais, 97 industriais, 195 de utilidade pública e 127 do poder público (IPARDES, 2008, p. 20).

Segundo dados do IBGE do censo de 2000, 95,7% e 31,4% da população urbana e rural, respectivamente, possuem ligação de água da rede de abastecimento, conforme detalhamento da Tabela 3.2 a seguir:

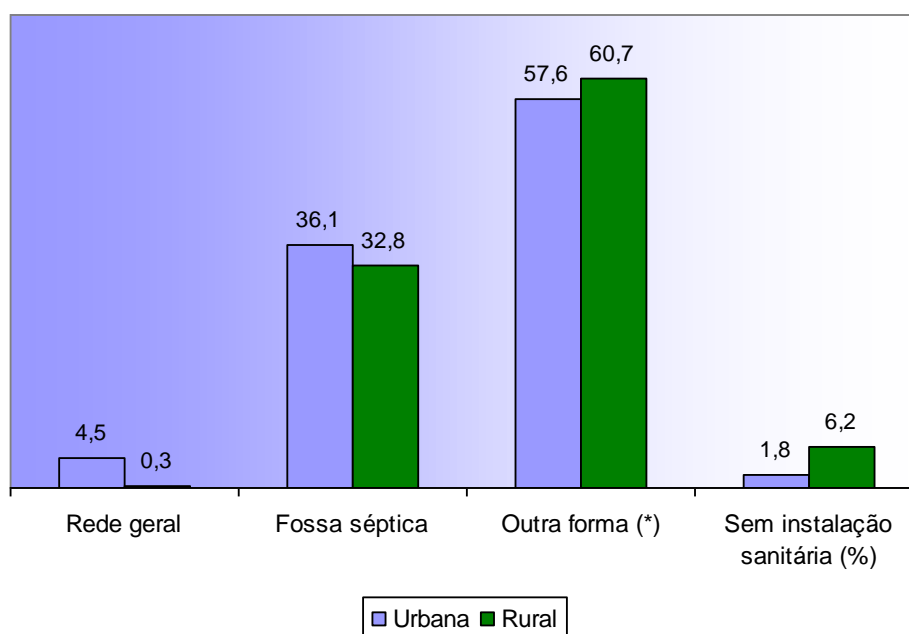
TABELA 3.2 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES POR SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO E FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2000

<b>DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (%)</b>								
<b>SITUAÇÃO DE DOMICÍLIO</b>	Rede geral			Poço ou Nascente			Outra forma (*)	
	Total	Canalizada em pelo menos um cômodo	Canalizada só na propriedade ou terreno	Total	Canalizada em pelo menos um cômodo	Canalizada só na propriedade ou terreno		Não canalizada
URBANA	95,7	94,3	1,4	3,6	2,3	0,2	1,0	0,7
RURAL	31,4	29,5	1,9	66,2	56,5	2,4	7,3	2,4

(\*) Domicílios servidos de água de reservatório (ou caixa), abastecido com água das chuvas, por carro-pipa ou, ainda, por poço ou nascente localizado fora do terreno ou da propriedade onde estava construído.

FONTE: ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV (2006, p. 142)

Em relação à rede coletora dos efluentes domésticos, dados do IBGE apontam 4,5% interligados do total de moradores da área urbana e 36,1% que utilizam fossa séptica (Figura 3.6).

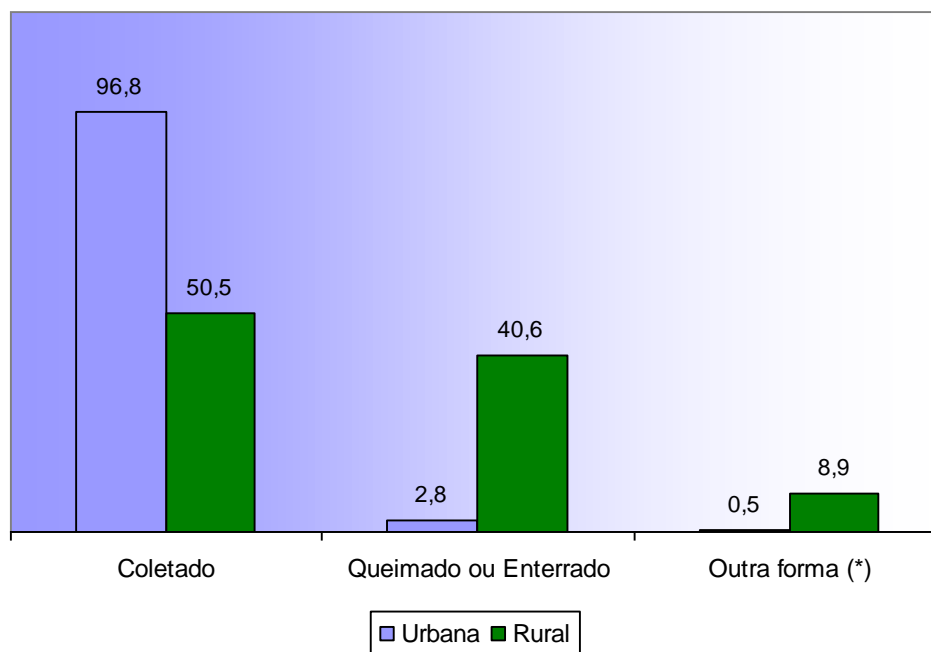


(\*) Fossa rudimentar, vala, rio, lago, ou outro escoadouro

FIGURA 3.6 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES, POR SITUAÇÃO E TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – ALMIRANTE TAMANDARÉ – 2000

FONTE: Almirante Tamandaré; FGV (2006, p. 142)

Conforme o Plano Diretor Municipal, 96,8% dos domicílios urbanos possuem coleta de lixo, enquanto apenas 50,5% dos domicílios rurais contam com tal serviço (Figura 3.7).



(\*) Jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado em rio, lago ou outro destino  
 FIGURA 3.7 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES, POR SITUAÇÃO E DESTINO DO LIXO – ALMIRANTE TAMANDARÉ - 2000  
 FONTE: Almirante Tamandaré; FGV (2006, p. 147)

### 3.2 ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS

As principais unidades geológicas da região estudada são: Complexo Gnáissico-Migmatítico (Arqueano, mais antigo que 2.600 milhões de anos); Complexo Pré-Setuva (Proterozóico Inferior a Médio, de 2.600 a 570 milhões de anos); Grupo Setuva (Proterozóico Inferior a Médio), Grupo Açungui (Proterozóico Superior), bem como por uma série de intrusões granitóides (Proterozóico-Eopaleozóico), por numerosos diques mesozóicos de diabásio (de 235 a 65 milhões de anos) e por coberturas cenozóicas (mais jovem que 65 milhões de anos), como solos e aluviões (MINEROPAR, 2008; ALMIRANTE TAMANDARÉ; FVG, 2006). O Grupo Açungui, em especial a Formação Capiru, é a unidade geológica de maior interesse deste estudo (Figura 3.8). Distribui-se no sentido SW-NE numa faixa de largura variável a norte de Curitiba e é composta por rochas de baixo grau metamórfico, constituídas, predominantemente, por metadolomitos e metacalcários,

popularmente conhecidas como “calcários” e assim referidas, além de filitos e quartzitos e, de modo secundário, por filitos grafitosos, metassiltitos e metamargas. As litologias predominantes nos subcompartimentos são caracterizadas como metadolomitos e metadolomitos calcíticos, rochas de granulação fina a média, coloração variando de branca, cinza e rosada. São constituídos, sobretudo, por dolomita e, secundariamente, por quartzo. Neste lipotipo, de acordo com Polidoro (2005, p. 32), “é que ocorrem as estruturas de dissolução ao longo das fraturas, onde a presença de dolinas, grutas, sumidouros e surgências são frequentes, além do relevo se apresentar arrasado e aplainado”.

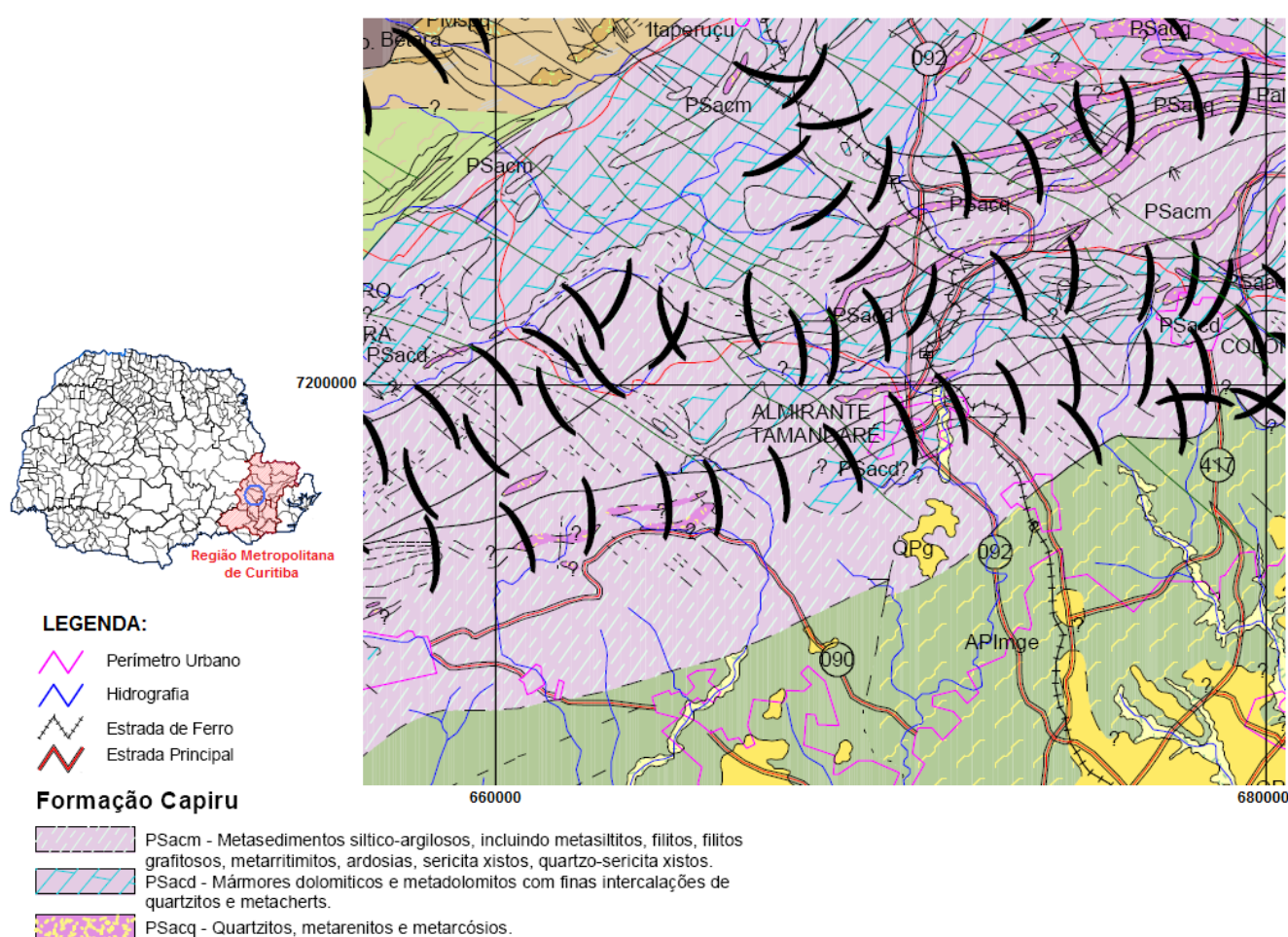


FIGURA 3.8 – GEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ  
 FONTE: ITCG (2008)

Por sua vez, os filitos ocorrem como camadas intercaladas nas rochas carbonáticas e apresentam tonalidades avermelhadas e amareladas, quando alterados. Os diques de diabásio apresentam coloração que variam de cinza escuro a preto, estrutura maciça e espessuras entre trinta e cem metros. Os quartzitos,

intercalados nos filitos, apresentam coloração branca a cinza e, quando alterados, coloração amarelada. Os aluviões se formam principalmente ao longo do Rio Barigui, constituídos de sedimentos siltico-arenosos e siltico-argilosos inconsolidados, com espessuras de até 10 metros, coloração cinza escuro, e teores variáveis de constituintes orgânicos.

O município de Almirante Tamandaré está inserido no compartimento paisagístico regional do Primeiro Planalto Paranaense, o qual tem como sub-regiões, baseadas no substrato, nos divisores de água e no posicionamento de escarpas (serras) que delimitam as bordas dos planaltos, a Zona Montanhosa do Açungui, onde está inserido Almirante Tamandaré, e o Planalto do Maracanã (MAACK, 1981, p. 298).

De acordo com Favetti (2006, p. 27 e 31), as grandes diferenças altimétricas e a rugosidade do terreno se associam ao processo erosivo diferencial decorrente na região, onde as baixas declividades se caracterizam pela presença de aluviões, ou seja, sedimentos inconsolidados depositados pelos rios em suas planícies de inundação, formando relevo plano, porém geotecnicamente frágil devido a pouca coesão, presença de umidade e de matéria orgânica; e terrenos cársticos, geotecnicamente frágeis devido à suscetibilidade das rochas carbonáticas à dissolução, formando espaços vazios. Em tais zonas, ocorrem mais intensamente a ocupação do solo. Nas regiões de altas declividades, onde se encontram rochas mais resistentes à dissolução química por água (impermeáveis), como os filitos, rochas de composição argilosa, micácea e quartzosa fina; os quartzitos, de composição quartzosa e também micácea; e os diabásios, de composição por outros minerais do grupo dos silicatos, caracterizam-se riscos, quando da ocupação das encostas, de escorregamentos e deslizamentos (caso dos filitos e quartzitos, formados por camadas), e de rolamentos de blocos rochosos (caso dos diabásios), além de erosão do solo raso formado nas zonas de declive.

Outro aspecto geomorfológico a ser considerado na área de estudo é a presença de dolinas, oriundas da infiltração das águas superficiais pelas fissuras de uma zona de alta dissolução rochosa, produzindo ali uma maior decomposição do calcário. “As dolinas (formadas através da dissolução de rochas carbonáticas) são uma das principais representações da geomorfologia cárstica da Região Metropolitana norte de Curitiba” (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FVG, 2006, p 197).



A hidrografia de Almirante Tamandaré é constituída por duas grandes Bacias Hidrográficas: Bacia do Rio Iguaçu e Bacia do Rio Ribeira, além do sistema subterrâneo carste. Conforme o Plano Diretor Municipal,

[...] estão nelas localizadas as nascentes de cursos de água que alimentam ambos os rios. No lado do Iguaçu nascem, entre outros, os rios Palmital, Atuba, Barigüi, Passaúna, Verde e Itaqui. Todos estes rios e os da vertente do Ribeira resultam de surgências do aquífero Carste. (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006 p.205).

O Instituto Ambiental do Paraná (IAP), dentre outras atividades, desenvolve o monitoramento da qualidade da água dos rios da RMC. Os resultados foram divulgados por meio de um relatório denominado “Monitoramento da Qualidade das Águas dos Rios da Região Metropolitana de Curitiba, no período de 1992 a 2005” (IAP, 2005), disponível no site oficial da instituição para consulta.

Almirante Tamandaré apresenta em seu território dois subsistemas de abastecimento da RMC: Bacia do Rio Passaúna e Bacia do Rio Barigui, respectivamente, com três e um pontos amostrais, conforme detalhamento abaixo (Quadro 3.1):

SUBSISTEMA	ESTAÇÃO AMOSTRAL	RIO	LOCALIZAÇÃO	CLASSE SUREHMA
3 - Afluentes da Margem Direita do Rio Iguaçu	AI57	Barigui	Boichininga	2
5 – Rios Verde e Passaúna	AI27	Passaúna	Nascente	2
	AI28	Passaúna	Montante Aterro Sanitário	2
	AI29	Passaúna	Jusante Aterro Sanitário	2

QUADRO 3.1 – LOCALIZAÇÃO DOS SUBSISTEMAS E ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ  
FONTE: IAP (2005)

As variáveis monitoradas pelo IAP para a determinação da Avaliação da Qualidade Integrada das Águas (AIQA) são apresentadas no Quadro 3.2:

<b>QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA</b>
Turbidez
Temperatura
Oxigênio Dissolvido
Saturação de Oxigênio
pH
Condutividade
DBO 5 dias a 20° C
DQO
Nitrogênio Amoniacal
Nitritos
Nitratos
Nitrogênio Kjeldhal
Fosfato Total
Resíduos Suspensos a 103 C
<b>QUALIDADE BACTERIOLÓGICA</b>
<i>Escherichia coli</i>
Coliformes Totais
Coliformes Fecais
<b>QUALIDADE ECOTOXICOLÓGICA</b>
Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i>

QUADRO 3.2 – VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS E ECOTOXICOLÓGICA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS  
 FONTE: IAP (2005, p. 19)

Os dados referentes às avaliações físico-químicas, bacteriológica e ecotoxicológica foram agregados em 4 períodos de tempo, descritos a seguir:

- \_ junho de 1992 a fevereiro de 1995;
- \_ março de 1995 a fevereiro de 1997;
- \_ março de 1997 a fevereiro de 1999;
- \_ março de 1999 a fevereiro de 2001;
- \_ março de 2001 a fevereiro de 2005.

A seguir, estão os resultados obtidos na AIQA, nos pontos amostrais em cada período analisado indicados por subsistema (Tabelas 3.3 e 3.4):

TABELA 3.3 – RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NO PONTO AMOSTRAL AI57 DO SUBSISTEMA 3

<b>SUBSISTEMA 3</b>		<b>AIQA</b>									
Código	Rio	Jun92-Fev95		Mar95-Fev97		Mar97-Fev99		Mar99-Fev01		Mar01-Fev05	
AI57	Barigui	0,76	<b>Med. Pol</b>	0,76	<b>Med. Pol</b>	0,75	<b>Med. Pol</b>	0,77	<b>Med. Pol</b>	0,76	<b>Med. Pol</b>

FONTE: IAP (2005, p. 32)

TABELA 3.4 – RESULTADOS DO AIQA, POR PERÍODO AMOSTRAL, NOS PONTOS AMOSTRAIS AI27, AI28 E AI29 DO SUBSISTEMA 5

<b>SUBSISTEMA 5</b>		<b>AIQA</b>									
Código	Rio	Jun92-Fev95		Mar95-Fev97		Mar97-Fev99		Mar99-Fev01		Mar01-Fev05	
AI27	Passaúna	0,63	<b>Med. Pol</b>	0,27	<b>Boa</b>	0,14	<b>Muito boa</b>	0,76	<b>Med. Pol</b>	0,56	<b>Pouco pol</b>
AI28	Passaúna	0,85	<b>Poluída</b>	0,75	<b>Med. Pol</b>	0,82	<b>Poluída</b>	0,76	<b>Med. Pol</b>	0,75	<b>Med. Pol</b>
AI29	Passaúna	0,87	<b>Poluída</b>	0,76	<b>Med. Pol</b>	0,50	<b>Pouco pol</b>	0,71	<b>Med. Pol</b>	0,77	<b>Med. Pol</b>

FONTE: IAP (2005, p. 33)

Nota-se que a qualidade do ponto amostral AI57 do subsistema 3 não apresentou condições de melhora ou piora, mantendo-se medianamente poluído em todo o período analisado. Já os pontos correspondentes ao subsistema 5, o AI27, AI28 e AI29, obtiveram índices de melhor qualidade quando comparados ao período inicial e final de monitoramento.

A qualidade representativa de cada subsistema foi obtida pela mediana dos resultados observados nos respectivos pontos amostrais (Tabela 3.5), de modo que:

TABELA 3.5 – RESULTADOS DA QUALIDADE REPRESENTATIVA DE CADA SUBSISTEMA

<b>SUBSISTEMA</b>	<b>ESTAÇÃO AMOSTRAL</b>	<b>RESULTADO (MÉDIA)</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO (*)</b>
3 – Rio Barigui	AI57	0,76	Medianamente poluída
	AI27	0,47	Pouco poluída
5 – Rio Passaúna	AI28	0,78	Medianamente poluída
	AI29	0,72	Medianamente poluída

(\*) *Muito Boa* - > 0,20; *Boa* - 0,20 e 0,40; *Pouco Poluída* - 0,40 e 0,60;

*Medianamente Poluída* - 0,60 e 0,80; *Poluída* - 0,60 e 0,80;

*Muito Poluída* - 1,00 e 1,20; *Extremamente Poluída* - < 1,20

FONTE: IAP (2005)

Relativo aos resultados obtidos no subsistema 5 – Rio Passaúna, vale ressaltar que o ponto AI27, que apresentou o melhor índice de qualidade, corresponde à nascente do rio, o que se justifica devido ao nível de conservação natural do meio e a menor contribuição de fontes de poluição. Em relação aos pontos AI28 e AI29, esses correspondem, respectivamente, à montante e a jusante do aterro sanitário, onde se verifica a não alteração da qualidade das águas por influência desse passivo ambiental.

A partir de 2002, o IAP vem aplicando o IPCA – Índice de Preservação das Comunidades Aquáticas (ZAGATTO et al, 1995 apud IAP, 2005). A metodologia deste índice “incorpora a idéia da ponderação entre variáveis consideradas tóxicas às comunidades aquáticas presentes em um corpo d’água, e um grupo de parâmetros essenciais à sua permanência”.

Em Almirante Tamandaré, um ponto amostral para a aplicação da metodologia foi selecionado no subsistema 3 da Bacia do Rio Barigui, o AI57. No Quadro 3.3 abaixo estão listadas as variáveis monitoradas para o cálculo do IPCA:

<b>QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA</b>
Oxigênio Dissolvido
pH
Fenóis
Surfactantes
Cádmio
Chumbo
Cromo
Mercúrio
Níquel
Zinco
<b>QUALIDADE ECOTOXICOLÓGICA</b>
Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i>

QUADRO 3.3 – VARIÁVEIS CONSIDERADAS PARA A DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE IPCA  
 FONTE: IAP (2005, p. 27)

O dados obtidos do método IPCA foram agrupados em um único período de monitoramento: de abril de 2002 a fevereiro de 2005. O Quadro 3.4 apresenta os resultados obtidos da aplicação do IPCA no ponto amostral AI57, que se classifica

como adequado durante o período analisado, com a única exceção da coleta realizada no dia 24/05/2000, onde se mostrou inadequado.

PONTO	COLETA	IPCA	CLASSIFICAÇÃO (*)
AI57	22/03/2000	1	Adequada
	28/03/2000	1	Adequada
	12/04/2000	1	Adequada
	25/04/2000	1	Adequada
	09/05/2000	1	Adequada
	24/05/2000	3	Inadequada
	14/06/2000	1	Adequada
	13/07/2000	1	Adequada
	09/08/2000	1	Adequada
	24/08/2000	1	Adequada
	12/09/2002	1	Adequada
	13/11/2002	1	Adequada
	11/03/2003	1	Adequada
	05/06/2003	1	Adequada
	16/09/2003	1	Adequada
	13/05/2004	1	Adequada
	14/07/2004	1	Adequada
21/10/2004	1	Adequada	

(\*) Adequada: IPCA igual a 1,00;  
Regular: IPCA igual a 2,00;  
Inadequada IPCA igual ou superior a 3,00

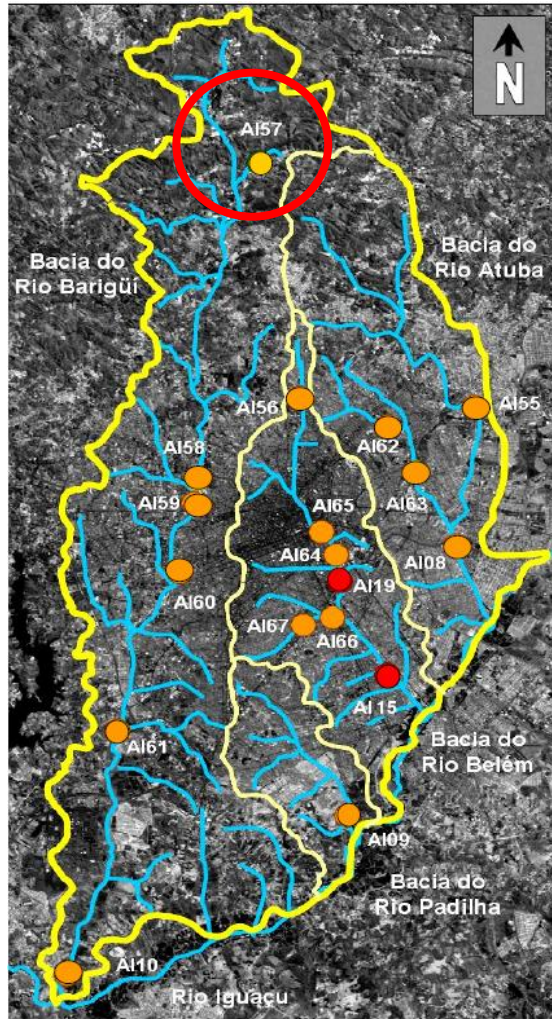
QUADRO 3.4 – VALORES DO IPCA OBTIDOS PARA O PONTO AI57 (RIO BARIGUI)  
FONTE: IAP (2005, p. 67)

As Figuras 3.8 e 3.9 ilustram a localização dos pontos amostrais considerados para os Subsistemas 3 e 5. Os pontos amostrais foram localizados através de suas coordenadas geográficas, determinadas em campo, e representadas sobre uma imagem de satélite LANDSAT 5 (30 x 30 metros) georreferenciada (IAP, 2005, p. 15 e 17).

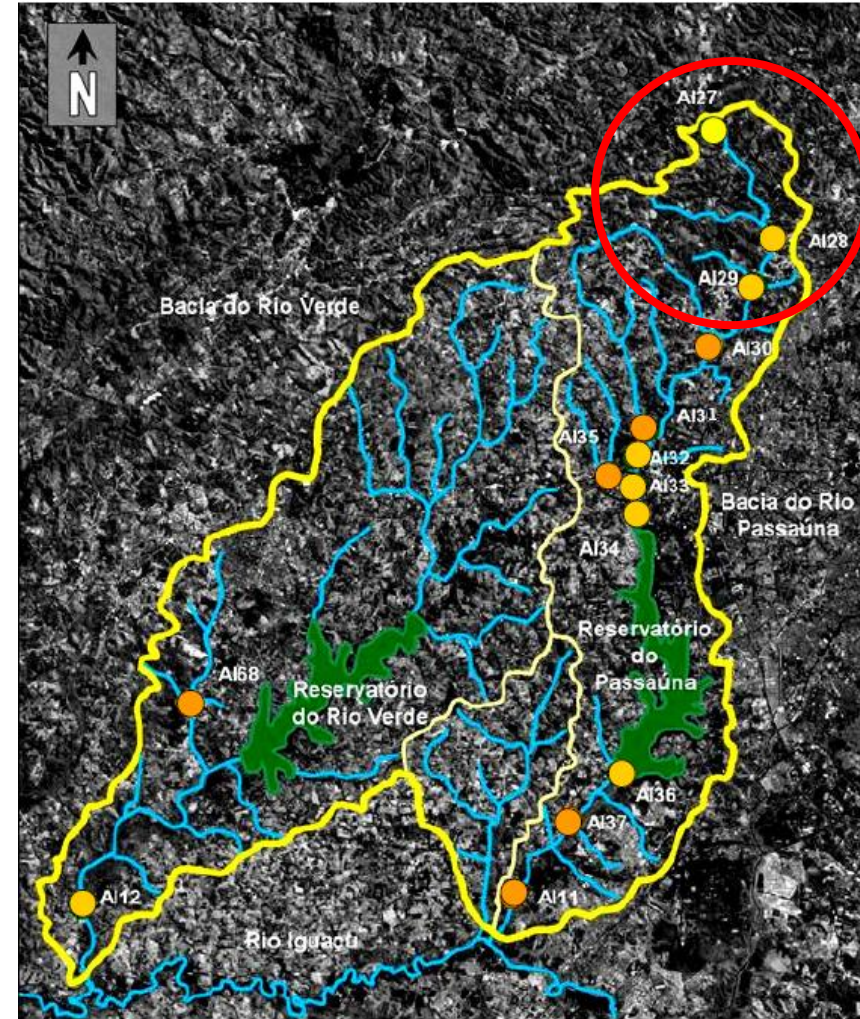
A vegetação que ocorre na região é a Floresta Ombrófila Mista (FOM), que originalmente era coberta por matas de Pinheiros (*Araucária angustifolia*), Imbuia (*Ocotea porosa*), Canela (*Ocotea catharinensis*), entre outras. Atualmente, a fitogeografia apresenta áreas de matas secundárias com formações de capoeiras,

pastagens, e, sobretudo, reflorestamentos com Bracatinga (*Mimosa scabrella*), que devido ao número de estabelecimentos de mineração de calcário ocasionou um grande aumento no consumo de lenha.

Conforme dados do Plano Diretor Municipal (ALMIRANTE TAMANDARÉ, FGV, 2006, p. 224), a cobertura vegetal existente corresponde a 18,25% de capoeira; 16,99% de culturas anuais; 15,83% de áreas de uso misto ou de transição entre as classes; 12,36% de capoeirão; 11,57% de reflorestamento com bracatinga e 10,87% de vegetação arbustiva nas fases iniciais do processo sucessional, as quais, somadas, representam 85,86% da área do município (Figura 3.10).



SUBSISTEMA 3 - BACIA RIO BARIGUI



SUBSISTEMA 5 – BACIA RIO PASSAÚNA

FIGURAS 3.9 E 3.10 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS  
 FONTE: IAP (2005)

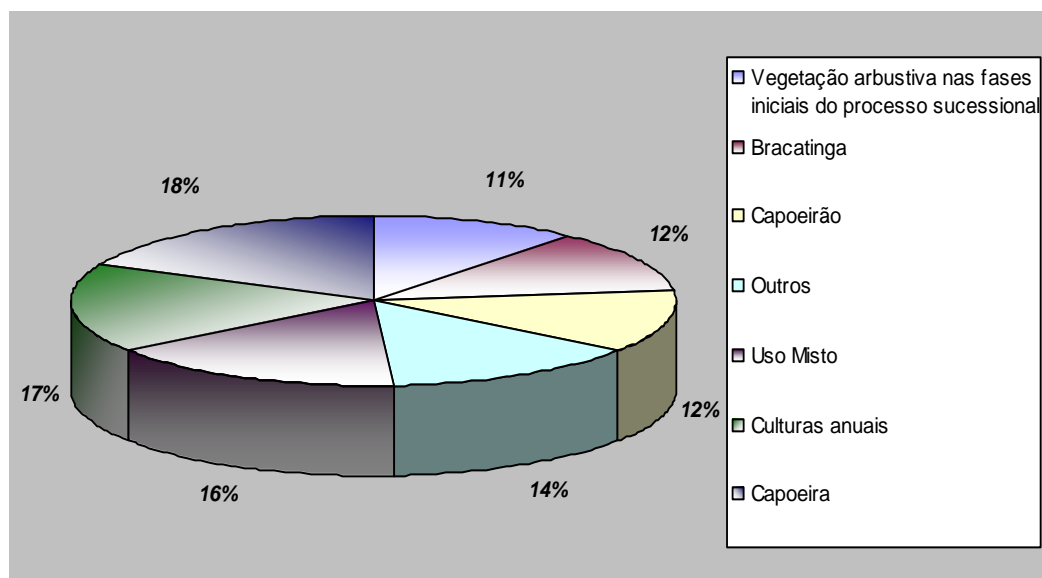


FIGURA 3.11 - CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ EM 2006

FONTE: ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV (2006, p. 224)

Observa-se que aproximadamente 50% da área do município é coberta por vegetação natural em diferentes estágios de sucessão natural (vegetação nas fases iniciais do processo sucessional, bracatinga, capoeirão e capoeira), que ocorre de forma dispersa, sendo as porções menos elevadas do terreno, com fases menos evoluídas da sucessão natural, substituídas pelas culturas agrícolas e nas áreas mais altas, nos espigões e nos relevos mais ondulados, com maior ocorrência de florestas, com elevado potencial para serem consideradas no caso da implantação de corredores ecológicos (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 224).

O clima da região é classificado, como Cfb (classificação de Köppen), definido como: sempre úmido, pluvial quente-temperado sendo o mês mais quente com médias inferiores a 22° C e 11 meses do ano com temperaturas médias maiores de 10° C. As precipitações são regulares todos os meses do ano, e há geadas severas sendo que ocorrência deste fenômeno está associada a uma situação de domínio das massas de ar polar frias e secas, ocasionando acentuadas quedas de temperaturas. Ainda de acordo com a referida classificação, define como média anual, precipitações na ordem de 1.400 mm, apresentando uma umidade relativa do ar variando de 76 a 82%.



### 3.3 A OCORRÊNCIA CÁRSTICA EM ALMIRANTE TAMANDARÉ, PARANÁ

Diante do entendimento que a área do carste inserida na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) se constitui em um importante manancial de abastecimento, e que, por isso, trata-se de uma área especial onde a principal prioridade é o fornecimento de água de boa qualidade, a Comec, por meio da contratação do Consórcio *Procesl Earth-Tech*, elaborou o “Plano de Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst da Região Metropolitana de Curitiba”, cujo principal objetivo foi

[...] elaborar um zoneamento disciplinador do uso e da ocupação do solo da região do carste, considerando as formas de ocupação, os diplomas legais existentes, o uso da água para fins de abastecimento público, bem como estabelecer os instrumentos de gestão ambiental aplicáveis” (COMEC, 2002, p. 1-1/6).

A área de estudo contemplou parte dos municípios da região norte da RMC (Curitiba, Campo Magro, Campo Largo, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Colombo e Bocaiúva do Sul), em um polígono com cerca de 1.000 km<sup>2</sup>, entre as coordenadas 49°40'30"W e 49°00'00"W, 25°05'00"S e 25°25'00"S. A Figura 3.11 ilustra a abrangência do projeto, onde se observa a grande parcela correspondente ao município de Almirante Tamandaré.

A população diretamente beneficiada pelo fornecimento de água do Aquífero Carste corresponde àquela compreendida na região dos municípios supracitados. A faixa de rochas carbonáticas que dão origem ao sistema carste se situa ao longo do limite norte da Bacia do Rio Iguaçu, que caracteriza um grande manancial subterrâneo responsável por alimentar as nascentes dos diversos afluentes do Rio Iguaçu e também do Rio Ribeira (COMEC 2002, p. 2-1/5).

Na área do projeto, o Aquífero Carste incide sobre os metacalcários dolomíticos que se distribuem em duas faixas orientadas, aproximadamente, no sentido WSW-ENE, conforme se lê:

[...] uma a sul, progredindo de Campo Magro, passando por Colombo e Fervida, terminando em Bocaiúva do Sul, exibindo larguras entre 2 e 5 quilômetros; outra a norte, paralela à primeira, com a largura aumentando no sentido nordeste de 3 para 7 quilômetros, cujo limite norte passa em Itaperuçu e Rio Branco do Sul (COMEC, 2002, 9-6/32).

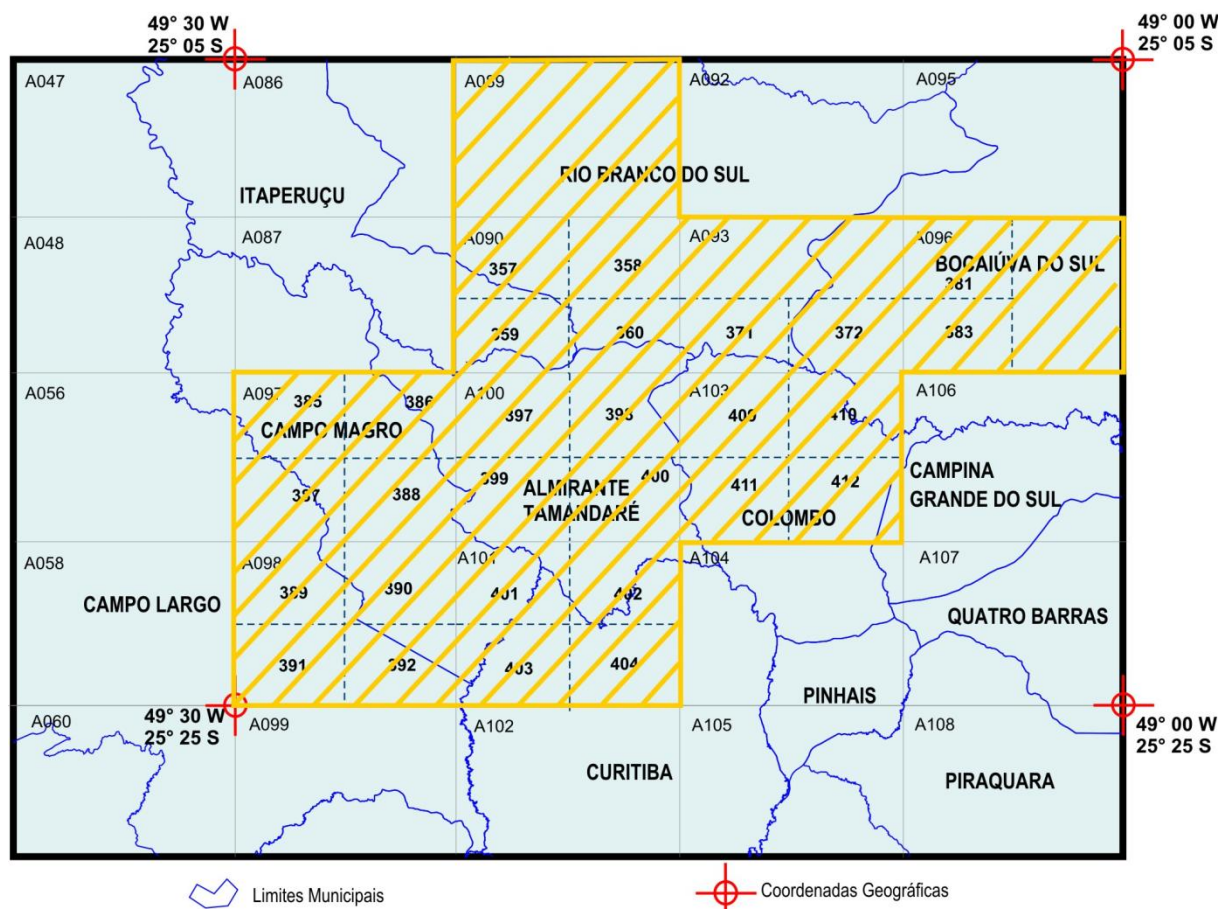


FIGURA 3.12 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO  
 FONTE: Comec (2002 p. 1-3/6)

Segundo estudo realizado, as duas faixas diferem entre si, geologicamente. Na faixa norte, o dolomito é quase aflorante, com cobertura pouco espessa de solo residual e apresenta um relevo ondulado. Já na faixa sul, as rochas carbonáticas são frequentemente recobertas por sedimentos e solos, que podem atingir 50 metros de profundidade; o relevo é aplainado. Tais rochas, constituídas por elevados teores de cálcio e magnésio, são altamente susceptíveis a dissolução pela ação da água, originando um armazenamento e fluxo subterrâneo.

O estudo da compartimentação geomorfológica da região do carste condiciona a uma estrutura de unidades geoambientais, que resulta em células losangulares de rochas carbonáticas – metacalcários, calcíticos e dolomíticos – com condições favoráveis de permeabilidade, limitadas por fronteiras impermeáveis de diabásios, filitos e quartzitos (Figura 3.12). Cada losango constitui uma unidade com características similares às demais, porém com comportamento hidráulico independente (LISBOA; BONACIM, 1995 apud ARAÚJO, 2005, p. 102-3).

A particularidade que envolve o carste da RMC, comparativamente aos demais aquíferos dessa tipologia, reside no fato de tal compartimentação estar agregada a uma geologia onde se verificam limites de rochas praticamente impermeáveis (SANEPAR; CISM, 2006, p. 37).

Em sua pesquisa, a Comec confirmou o modelo hidrogeológico compartimentado para o Aquífero Carste. No total, foram mapeadas 483 células que correspondem a uma área de 153,87 km<sup>2</sup>, com valor médio de 0,319 km<sup>2</sup>. Verificou-se que 84% das células têm áreas inferiores a 0,5 km<sup>2</sup> e apenas cerca de 2,3% possuem áreas superiores a 2 km<sup>2</sup>, indicando que as grandes células localizadas no município de Almirante Tamandaré, como Haras, São Miguel e Marmeleiro (Figura 3.13), são raras e que, nas demais, com pequenas dimensões, é pouco provável que se obtenham grandes vazões (COMEC, 2002, p. 9-11/32).

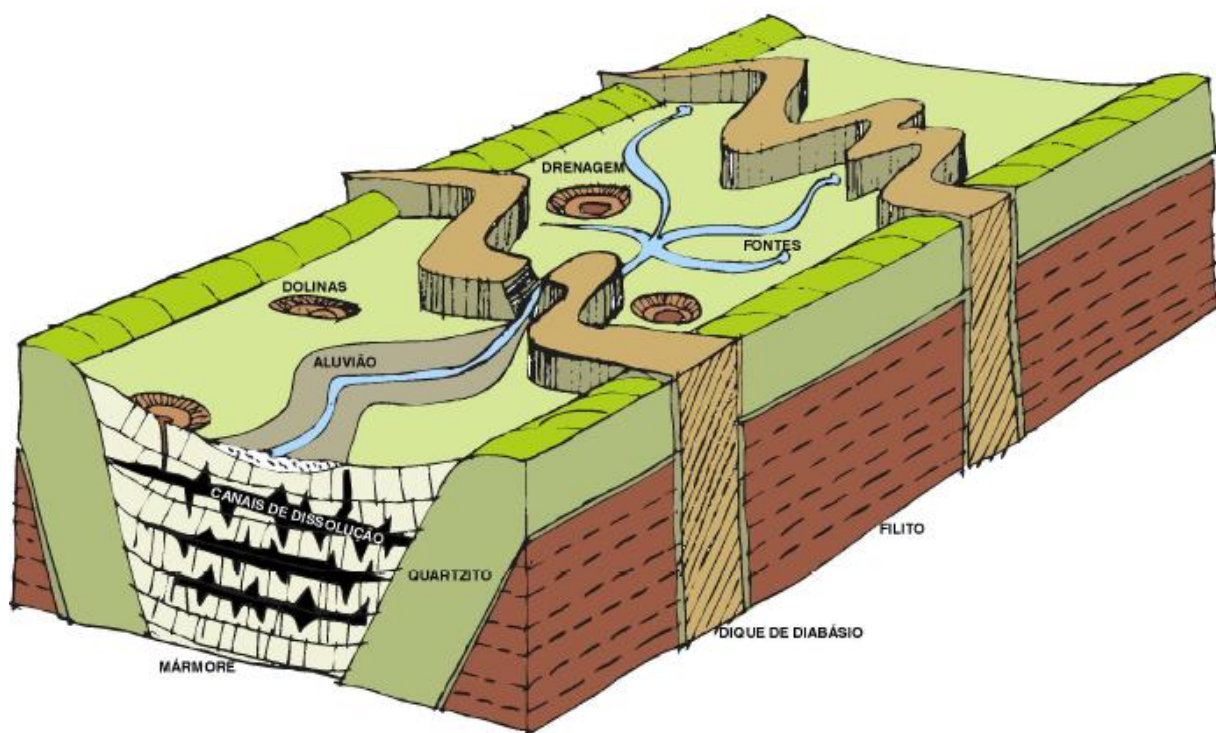
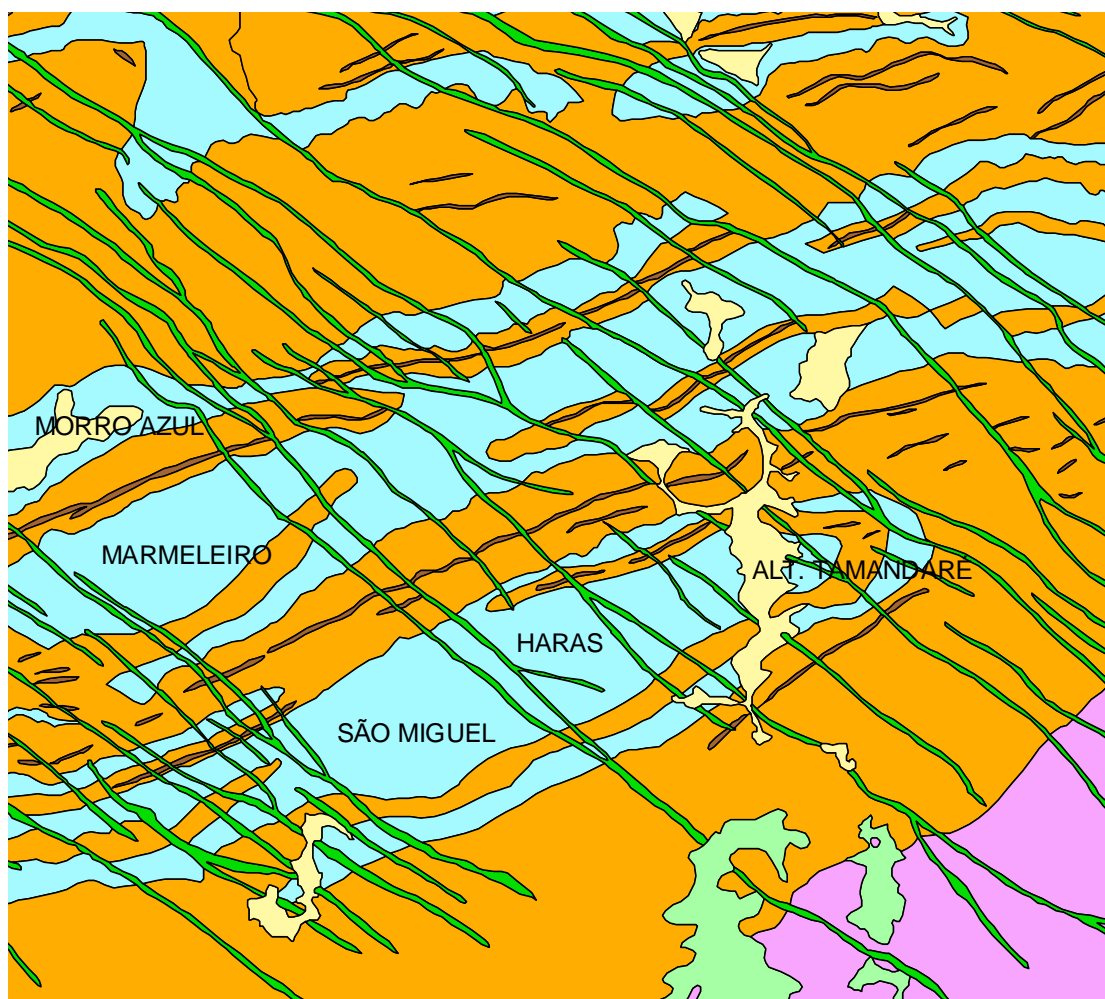


FIGURA 3.13 – CÉLULA DO CARSTE  
FONTE: Adaptado por ARAÚJO (2005, p. 102)



*Na figura, observa-se a compartimentação dos Metacalcários do Aquífero do Carste (em azul), limitados no sentido WSW-ENE pelos Filitos e Quartzitos da Formação Capiru (em castanho claro), e no sentido SE-NW pelos diques de Diabásio (em verde)*

FIGURA 3.14 – MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO A OESTE DE ALMIRANTE TAMANDARÉ  
 FONTE: Comec (2002, p. 9-8/32)

Para Felipe (2008, p.307), demonstrar a compartimentação do carste em células se torna de extrema importância, uma vez que estas passam a configurar um elemento de planejamento, de modo que a comunicação entre as células decorre unicamente na superfície, por meio das drenagens. Entretanto, verifica-se que pode haver a comunicação em subsuperfície por meio de fraturas nas rochas, o que pode tornar os compartimentos não estanques. Desta forma, o mais adequado é realizar um estudo geológico-geofísico detalhado de cada célula.

Muito apesar desta compartimentação configurar pequenas unidades aquíferas independentes e, algumas, de baixa vazão, há de considerar que o controle da poluição torna-se mais efetivo pela dificuldade (barreiras físicas) de dispersão dos poluentes entre as células cársticas.

Na seleção de áreas de interesse para a captação de água subterrânea para o abastecimento público, os estudos evidenciaram que a potencialidade de se obter grandes vazões encontra-se nas áreas do carste encoberto (endocarste), cujo grau de carstificação é maior. No entanto, se a exploração for muito intensa e próxima à superfície, onde houver mais interação com o nível freático é que a cobertura de solo poderá sofrer mais subsidência. Para a exploração dos poços, é necessário levar em conta dois critérios: a dimensão das células e a proximidade de áreas de recarga eficiente. Com base nisso, foram definidas as seguintes áreas de interesse para o abastecimento de água em Almirante Tamandaré (Tabela 3.6) (COMEC, 2002, p. 2-5-6/7):

TABELA 3.6 – ÁREAS DE INTERESSE PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

<b>ÁREA DE INTERESSE</b>	<b>ÁREA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>ÁREA URBANIZADA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>TIPO</b>
Morro Azul	4,05	não tem	potencial
Marmeleiro	4,18	não tem	potencial
São Miguel	7,05	0,07	potencial
Haras	5,46	1,1	potencial
Almirante Tamandaré	3,02	---	Exploração em área urbanizada
Tranqueira	18,12	1,25	potencial
Área Total	41,88		

FONTE: Comec (2002)

Ressalta-se que a área total do município (41,88 Km<sup>2</sup>), definida no projeto como de interesse para captação da água subterrânea para abastecimento, corresponde a 37,2% do total das áreas selecionadas no estudo, que contempla os municípios de: Campo Magro (22,1%); Colombo (23%); Itaperuçu (10,7%); e Bocaiúva do Sul (7%).

De acordo com Comec (2002), as áreas urbanizadas situadas nos locais com potencial de exploração, a exemplo de Almirante Tamandaré, deverão ser matéria de estudos específicos, uma vez que será necessário disciplinar a ocupação do solo e definir condições de proteção à área dos poços, reduzindo a vazão bombeada gradativamente. O município deverá impor restrições ao adensamento urbano e impor diretrizes construtivas para evitar agravar os riscos geotécnicos e

prevenir a contaminação do aquífero. Na localidade de Tranqueira, por exemplo, uma das principais fontes de abastecimento futuro de água, há influência das ocupações urbanas que se estabelecem nas adjacências da PR-092 (Rodovia dos Minérios) devido ao contexto geológico da região, que atrai diversas indústrias de extração e beneficiamento mineral (ARAÚJO, 2005, p. 106).

Relativamente à área cárstica, o estudo realizado indica uma disponibilidade hídrica total de 4,25 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>, admitindo a taxa de infiltração de 20% proposta pelo JICA (Japan Internacional Cooperation Agency), apresentado no relatório final “*The Master Plan Study on the utilization of water resources in Paraná State*” sobre as drenagens desenvolvidas na área de abrangência do Aquífero Carste (1995 apud SANEPAR; CISM, 2006, p. 38), resultante da aplicação do índice de 8,9 L/s/Km<sup>2</sup> sobre a área de metacalcários dolomíticos, que foi calculada em 217 km<sup>2</sup>, incluindo diques e aluviões (COMEC, 2002, p. 2-4/7).

A área da Formação Capiru, na região estudada, foi dividida em duas zonas, assim designadas: zona de influência direta do carste e zona de influência indireta do carste (Figura 3.14). A primeira, com área de 217 km<sup>2</sup>, está “situada diretamente sobre os metacalcários dolomíticos, caracterizada, por um lado, por maior vulnerabilidade ambiental e geotécnica e, por outro, por estar diretamente relacionada às características de recarga e produção do aquífero”. Já a segunda, com área de 262 km<sup>2</sup>, é

[...] compreendida pelas áreas de quartzitos e filitos intercalados nos metacalcários dolomíticos e pelas áreas das rochas do entorno, cuja drenagem corre para os calcários. Com exceções insignificantes, a zona de influência indireta é constituída por filitos e quartzitos (COMEC, 2002, p. 2-3/7).

Uma informação preponderante para a análise de uso e ocupação do solo diz respeito às declividades do terreno, onde a consolidação urbana se processa preferencialmente em áreas planas ou suavemente onduladas. As áreas de influência direta do carste são regiões muito favoráveis à ocupação, devido às características de topografia (planícies cársticas), encobrindo, porém, a complexidade desse sistema frágil (ARAÚJO, 2005, p. 105).

As zonas de maior vulnerabilidade e restrição do carste dizem respeito aos pontos de recarga do aquífero, que, de acordo com Comec (2002, p. 10-1/19), são

[...] áreas onde os escoamentos superficiais se infiltram no solo, reabastecendo o aquífero. Qualquer elemento poluente existente na superfície, ou arrastado pelos cursos de água, tem nesses locais fáceis acessos aos condutos subterrâneos do aquífero.

Assim, a ocupação das áreas cársticas precisa ser rigorosamente disciplinada para minimizar o risco da contaminação do aquífero com poluentes superficiais.

Dentre as principais estruturas superficiais visíveis que atuam como eficientes zonas de recarga cárstica, tem-se: praticamente todos os poljes, planícies aluvionares e algumas dolinas. No entanto, ainda que com menor eficiência, a recarga também ocorre em toda a célula, de modo que nas grandes, como Haras, Tranqueira e Marmeleiro – áreas planas, a recarga se processa em praticamente todos os seus pontos. A variação de permeabilidade dessas regiões está associada, na sua maioria, às suas características estruturais, litológicas e geomorfológicas, com diferentes graus de eficiência. Para Comec (2002, p. 10-1/19),

[...] a localização desses pontos possui implicações importantes no zoneamento, tanto sob ponto de vista de resguardar o aquífero de contaminação, como para orientar ações destinadas a proteger os pontos de recarga de ações antrópicas que possam afetar a taxa de infiltração da água.

Na Tabela 3.7, estão a indicação e a localização dos principais poljes e aluviões em Almirante Tamandaré e área em quilômetros quadrados. Conforme já visto, quase toda a área de calcários dolomíticos pode desempenhar a função de local de recarga do aquífero. As aqui listadas, contudo, são aquelas consideradas mais eficientes.

TABELA 3.7 – LOCALIZAÇÃO E DIMENSÃO DOS POLJES E ALUVIÕES NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ

<i>LOCAL</i>	<i>ÁREA (km<sup>2</sup>)</i>
Almirante Tamandaré	0,719
Haras	0,201
São Miguel	0,656
Marmeleiro	0,506
Morro Azul	0,603
Tranqueira	1,492
Cercadinho	0,541
Boichininga	0,261

FONTE: Comec (2002, p. 10-19/19)

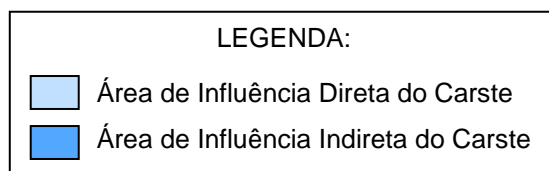
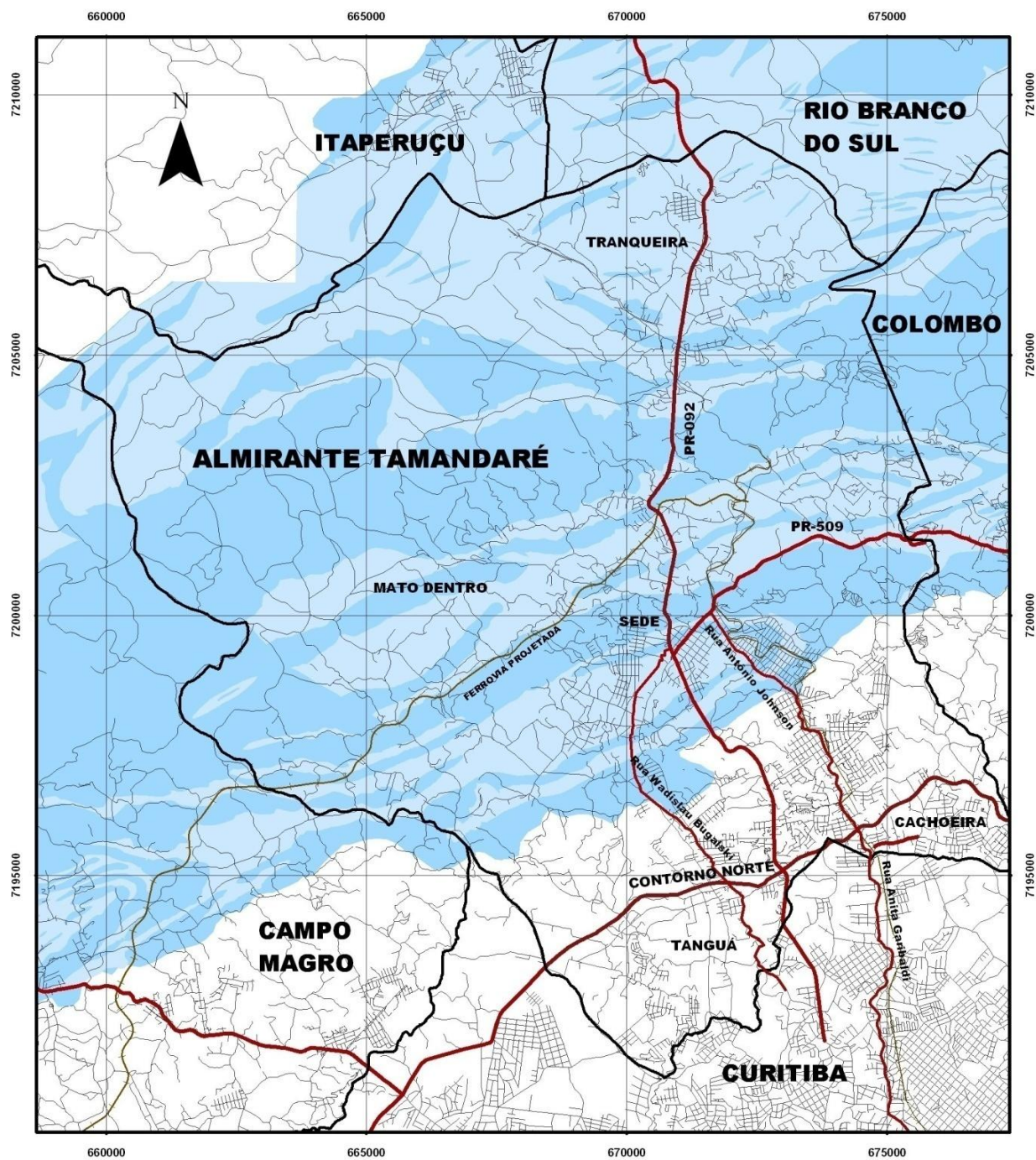


FIGURA 3.15 – ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DO CARSTE EM ALMIRANTE TAMANDARÉ

FONTE: Adaptado por Araújo (2005, p. 104)



O município de Almirante Tamandaré apresenta uma área cárstica de aproximadamente 148 km<sup>2</sup>, ou seja, cerca de 77% do território municipal. Deste total, 71,2 km<sup>2</sup> (ou 37,3%) integram a zona de influência direta do carste, enquanto 76,7 km<sup>2</sup> (ou 40,1%) se refere a zona indireta (ARAÚJO, 2005, p. 109).

A área cárstica que ocupa o município de Almirante Tamandaré é de relevância, porque abrange um espaço considerável, com alguns núcleos urbanos já consolidados, e reconhecidas como de alta fragilidade ambiental, pois há riscos de afundamentos e contaminação do aquífero. Além disso, a área do carste se revela uma importante fonte de abastecimento futuro decorrentes das grandes reservas de água armazenadas nas células subterrâneas da região.

### 3.4 IMPORTÂNCIA DO AQUÍFERO CARSTE PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

O abastecimento público de água consiste em distribuir água tratada em condições de potabilidade para suprir as demandas da população. Normalmente, o acesso à água é feito por fontes superficiais (rios, lagoas). Entretanto, as fontes subterrâneas têm sido uma alternativa cada mais viável, caracterizada pela presença de aquíferos com elevado potencial de extração, conforme descreve Pinto (2003 apud BOTELHO; VALADÃO, 2007, p. 123):

Uma vez esgotada a fonte superficial, por razões de insuficiência devido à escassez natural ou pela exploração demasiada, ou até mesmo pela poluição, a alternativa é a busca por fontes subterrâneas. As águas subterrâneas possuem várias vantagens em relação à superficial, a começar pela maior disponibilidade, maior proteção à poluição, custos mais baixos para a captação e distribuição, além de quase não necessitar de tratamento, e, são de um modo geral, de melhor qualidade, dentre outros fatores.

De acordo com a Unesco, cerca de 300 milhões de poços foram perfurados no mundo para o abastecimento de mais de 50% da população do planeta e para a irrigação de 90 milhões de hectares. Somente nos Estados Unidos, são perfurados em média 400 mil poços/ano que suprem a necessidade hídrica de 39% dos serviços municipais e 75% da população rural. Na União Europeia, esse percentual atinge 75% dos sistemas públicos de abastecimento de água, de modo que alguns países, como Dinamarca, Suécia e Bélgica, Alemanha e Áustria, esse valor pode superar os 90% (MANOEL FILHO, 2000, p. 7).

No Brasil, há falta de controle sobre o uso de água subterrânea. No entanto, dados do IBGE de 1991 apontam que 61% da população são abastecidos por água proveniente de mananciais subterrâneos. Nas regiões sul e sudeste, 90% das cidades do Paraná e Rio Grande do Sul e 76% das cidades de São Paulo são abastecidas por poços (MANOEL FILHO, 2000, p. 7).

Albrecht e Zuquette (1996, p. 455) descrevem que as áreas carbonáticas no mundo já eram ocupadas desde a idade pré-paleolítica para desenvolvimento de atividades agrícolas, devido à grande disponibilidade hídrica ocorrente nessas regiões.

De acordo com Botelho, Valadão (2007, p. 123), a disponibilidade de água varia de acordo com as condicionantes naturais da região, quais sejam: estrutura geológica, compartimentação do relevo e variação climática, os quais podem favorecer ou desfavorecer a presença de água em maior ou menor quantidade.

No Plano Diretor de abastecimento da RMC de 1992, constava como premissa o estudo de todos os mananciais superficiais em um raio de 50 km a partir de Curitiba. Por meio deste, também foi levantada a ocorrência de três sistemas de aquíferos e respectivas características geológicas e hidrogeológicas, com referência à região de Almirante Tamandaré como a de maior potencial de produção de água subterrânea, com vazões superiores a 20L/s por poço (SANEPAR; CISM, 2006, p. 11).

A partir do Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana (PDI), de 1978, criaram-se quatro subsistemas estratégicos, incluindo aí o pólo de produção do Aquífero Carste, fornecendo água para:

O município de Colombo na sede municipal e na localidade de Fervida e Várzea; o município de Almirante Tamandaré na sede municipal e na localidade de Tranqueira, além dos poços de extração nos municípios de Itaperuçu, Campo Largo, Campo Magro e Bocaiúva do Sul, totalizando uma vazão extraída de aproximadamente 0,50 m<sup>3</sup>/s (SANEPAR; CISM, 2006, p. 22).

A exploração do Aquífero Carste no município de Almirante Tamandaré teve início em 1972, com a perfuração do primeiro poço profundo na sede da cidade pela Sanepar. Até esse período, a sua população se servia de pequenos poços rasos individuais. Em 1982, o sistema foi ampliado com a perfuração de mais dois poços, também localizados na região da sede do município. No entanto, com o aumento

significativo da demanda e com o comprometimento da qualidade das águas dos poços SP-03 e SP-04 em operação, em 1992, foi planejada uma nova ampliação do sistema da sede municipal. Como resultado, houve desativação dos dois poços e a implantação de novos, os quais atenderam satisfatoriamente a substituição e o crescimento de demanda projetado e por esta razão continuam operando atualmente (SANEPAR; CISM, 2006, p. 11).

Passados alguns anos, novamente foi preciso atender à demanda do município. Assim, em 1998, a Sanepar investiu na implantação de um novo sistema produtor na região de Tranqueira. De acordo com a Sanepar; Cism (2006, p. 12) “a localização dos novos poços foi selecionada em função da elevada disponibilidade hídrica verificada em pesquisas e do baixo grau de ocupação das áreas cársticas nessa localidade”.

Em 2002, houve solicitação do licenciamento ambiental para exploração do aquífero, por meio de poços tubulares na sede do município e na região da Tranqueira. Tendo em vista a instauração de impactos negativos (rachaduras em edificações e subsidências de terrenos) verificados em tal operação, com inúmeros processos indenizatórios junto à Sanepar, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) requereu o Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) específico para a região cárstica do município de Almirante Tamandaré.

Com a conclusão do estudo, ficou confirmada a viabilidade do empreendimento para a continuidade de abastecimento das regiões atualmente atendidas pelos poços da Sanepar, como também a possibilidade de atendimento de novas áreas do carste, aliviando a pressão sobre os mananciais superficiais. Contudo, o documento apresenta uma ressalva quanto à sensibilidade do sistema carste, dada as suas características geológicas de estruturas internas delicadas, que podem facilmente comprometer a qualidade de suas águas e interferir negativamente nos diversos ecossistemas a ele relacionados.

Conforme o banco de dados da Sanepar e Suderhsa, a água do Aquífero Carste se caracteriza como bicarbonatada cálcio magnesiana, sendo os valores de dureza correspondentes a uma água medianamente dura (COMEC, 2002, p. 9-22/32).

Por apresentar valores médios de nitratos relativamente baixos (2,5 mg/L), mostra-se uma água isenta de efeitos de poluição ou contaminação antrópica por fontes difusas. No entanto, a vulnerabilidade à contaminação pode se tornar muito elevada, quando do contato direto com as águas superficiais pelos canais de dissolução e pela presença do nível do lençol freático muito superficial.

De acordo com Comec (2002), as águas dos poços do carste apresentam uma composição uniforme, atendendo às especificações da Organização Mundial da Saúde (OMS) para consumo de água potável. No entanto, a sua dureza pode torná-la contra-indicada para pessoas que apresentam sensibilidade a águas duras, além de torná-la mais restritiva ao uso em alguns processos industriais e domésticos que impedem o uso de água mineralizadas. As concentrações verificadas permitem enquadrá-las como água mineral potável, razão pela qual muitas nascentes são exploradas para fins comerciais.

De seus estudos, Comec (2002, p. 9-26/32) divulga que a exploração de água subterrânea na RMC para abastecimento urbano atinge 0,766 m<sup>3</sup>/s em 37 poços perfurados em sete municípios. A Sanepar opera em seis municípios, com uma produção total de 0,503 m<sup>3</sup>/s, excluindo da lista Rio Branco do Sul, que, embora esteja inserido nos limites do manancial subterrâneo, possui departamento municipal autônomo de água e esgoto (SANEPAR; CISM, 2006, p. 47).

No município de Almirante Tamandaré, existem onze poços em operação, sendo cinco localizados na sede municipal e os demais na localidade de Tranqueira. Juntos, perfazem uma vazão atual de captação de 0,16 m<sup>3</sup>/s. Na Tabela 3.8, está o resumo dos dados de cada poço operante em Almirante Tamandaré – sede e Tranqueira, com as respectivas condições estabelecidas nas outorgas vigentes.

Exceto o poço P01, em Tranqueira, destinado ao abastecimento local, os demais abastecem a sede e outros bairros urbanos do município (FAVETTI, 2006, p. 36-40). Conforme relatório de monitoramento do Aquífero Carste, realizado pela Sanepar em julho/2006, a população atendida pelo carste em Almirante Tamandaré é de 67.522 habitantes, com um volume mensal médio captado de 407.709 m<sup>3</sup> (SANEPAR; CISM, 2006, p. 51). O poço P17, localizado na sede, e os poços P05, P12 e P20, em Tranqueira, possuem monitoramento automático de vazão e nível dinâmico, a cada 15 minutos. Os demais são medidos manualmente com frequência que varia de uma a três vezes semanais. Medir continuamente os poços, segundo a

Sanepar; Cism (2006, p. 45-46), não serve apenas para mensurar a capacidade produtiva do sistema, mas “propiciar a correlação das condições de exploração com a ocorrência (ou não) de impactos geotécnicos e secamento de nascentes na área de influência direta de cada poço”.

TABELA 3.8 – DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO DE OUTORGA DOS POÇOS DA SANEPAR NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ

POÇO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	VAZÃO	CÓDIGO	VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	OUTORGA	
		ATUAL (L/s)	DO POÇO		REGIME (h/dia)	NDPM (*) (m)
<i>Sede</i>						
<i>Municipal</i>	0,34	40				
P01			161	32	24	29,0
P07			620	80	24	12,5
P09			637	76	24	12,5
P17			723	170	24	12,7
P20			724	153	24	12,7
<i>Tranqueira</i>		19,58	120			
P01			952	55	24	5,0
P05			586	150	24	5,0
P12			858	100	24	18,0
P17			859	78	24	28,0
P18			1210	90	24	38,0
P20			860	100	24	15,0

(\*) NDPM – *Nível Dinâmico Máximo Permissível*

FONTE: Sanepar; Cism (2006, p. 46-47)

Para Favetti (2006, p. 36-40), os poços P07, P09, P17 e P20 da sede estão no mesmo compartimento, de maneira que este último tem sido operado com vazão significativamente menor que a vazão outorgada, por sofrer interferência dos demais poços situados no mesmo compartimento, sobretudo o poço P17, que apresenta a maior vazão média em relação aos demais.

Em Tranqueira, os poços P01 e P05 estão no mesmo compartimento. Nos meses de estiagem, alguns tiveram suas vazões de bombeamento ligeiramente reduzidas, visando à estabilidade do sistema para evitar possíveis impactos na superfície. O período de estiagem de outubro/2005 e julho/2006, por exemplo, resultou na queda de vazão de apenas 9,5% em Tranqueira, enquanto na sede tal

percentual atingiu 46,6% (SANEPAR; CISM, 200, p. 52). As Figuras 3.15 a 3.19 ilustram os poços localizados na sede do município.



FIGURAS 3.16 A 3.20 – FOTOS DOS CINCO POÇOS DA SANEPAR SITUADOS NA SEDE DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ

Atualmente, a operação dos poços obedece a critérios técnicos. A instauração de impactos ambientais, porém, não chega a ser nula, conforme explica Comec (2002, p. 9-26/32):

A atual operação desses poços tem-se revelado competente e cuidadosa. Em particular, na maior parte dos poços tem sido mantido o nível dinâmico em valores de segurança, não se observando a necessidade de baixar o nível para manter produção. No entanto é evidente que na medida em que se aumente a produção com a perfuração de mais poços, há a possibilidade de secarem algumas fontes. O sistema aquífero do Karst possui uma determinada descarga natural que diminuirá na medida em que a extração de águas em poços seja incrementada. A escolha será entre as alternativas de extrair água para o abastecimento urbano ou manter todas as fontes.

Considere-se, ainda, que “a estrutura calcária subterrânea das células que compõe os compartimentos hidrogeológicos é bastante frágil geotecnicamente e podem vir a colapsar com a aplicação de um diferencial abrupto de pressões” (SANEPAR; CISM, 2006, p. 38).

Ao levar em conta a restrita disponibilidade futura de água na RMC, a Sanepar vem desenvolvendo um novo planejamento do uso de seus mananciais, por meio da operação de novos polos de produção, a fim de atender a demanda até, aproximadamente, o ano de 2060. O Aquífero Carste integraria o sistema “à medida

que seus poços fossem perfurados e sua produção fosse sendo viabilizada, sempre voltado ao abastecimento local, das regiões próximas aos locais de extração” (SANEPAR; CISM, 2006, p. 24).

Estudos hidrogeológicos desenvolvidos por Comec (2002, p. 9-27/32) apontam as áreas de maior potencial para captação de água subterrânea, ou seja, as células com maior dimensão. As regiões de Almirante Tamandaré recomendadas para o abastecimento público são: Morro Azul, Marmeleiro, São Miguel, Haras, Almirante Tamandaré (sede) e Tranqueira. No entanto, em blocos situados em áreas com expressiva ocupação urbana, como é caso de Almirante Tamandaré (sede), recomenda-se a desativação gradual das captações ali existentes. As demais áreas devem ser objetos de estudo específico e apontar rigorosas restrições em relação à expansão urbana, em direção a estas células. No meio rural, deve ocorrer a proibição absoluta de uso de agroquímicos, com incentivo de meios alternativos à produção orgânica.

De acordo com a previsão da Sanepar, o planejamento do sistema produtor para o abastecimento de água na região de Almirante Tamandaré prevê a operação de novos poços de captação, desativação de alguns poços existentes e captação de água em manancial superficial. A Tabela 3.9, a seguir, detalha as projeções efetuadas pela Sanepar e identifica o horizonte de implantação.

TABELA 3.9 – PLANEJAMENTO DO SISTEMA PRODUTOR PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM ALMIRANTE TAMANDARÉ

<b>MANANCIAL</b>	<b>VAZÃO REGULARIZADA (L/s)</b>	<b>BACIA INCREMENTAL (L/s)</b>	<b>ANO DE IMPLANTAÇÃO</b>
Poços operantes	+ 206	---	---
Rio Barigui	---	160	2009
Desativar poços sede Almirante Tamandaré (*)	- 70	---	---
Carste – São Miguel e Botiatuba	+ 72	---	2013
Carste – Boichininga, Marmeleiro, Tranqueira (São João Batista) e Morro Azul	+ 226	---	2018 a 2022 (40 L/s Boichininga e 50 L/s Marmeleiro)

(\*) *Compromisso constante no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) celebrado entre Ministério Público e a Sanepar*

FONTE: Sanepar; Cism (2006)

De acordo com a Tabela 3.9, as áreas do carste em Almirante Tamandaré, com possibilidade de utilização a médio prazo, estão localizadas na região do São

Miguel e Botiatuba, onde já foram perfurados ou estão em fase de perfuração poços piezométricos para avaliação. Ao tratar-se das áreas com possibilidade de uso a longo prazo, em que foram realizados apenas estudos hidrogeológicos, têm-se as localidades do Boichininga, Marmeleiro, Tranqueira (São João Batista) e Morro Azul.

Analisando o plano do sistema de abastecimento da Sanepar, em termos localizados, o Aquífero Carste se torna opção de importante valor estratégico, em razão do seu potencial hidrogeológico, bem como pelas excelentes condições qualitativas de suas águas, ainda mais se levar em conta o distanciamento no transporte de água para o atendimento da porção norte da RMC. Entretanto, a implantação e operação dos poços devem ser feitas de maneira muito criteriosa, levando em consideração fatores técnicos, econômicos e, sobretudo, ambientais, para evitar que os impactos negativos observados no início do projeto se repitam.

### 3.5 A PRESERVAÇÃO DO AQUÍFERO CÁRSTICO E O USO DO SOLO EM ALMIRANTE TAMANDARÉ

Tendo em vista a crescente demanda de abastecimento de água para atender a parcelas da população metropolitana de Curitiba, associada às pressões existentes e à deterioração progressiva da qualidade dos rios superficiais, novas áreas de mananciais foram declaradas de interesse e proteção especial. Com isso, a importância do Aquífero Carste foi reconhecida pela Lei 12.248, de 31 de julho de 1998 (PARANÁ, 1998), que criou o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC (SIGPROM-RMC). Um de seus princípios objetivos é tornar compatível a proteção dos mananciais de abastecimento público com a política de uso e ocupação do solo e com o desenvolvimento socioeconômico (Art. 1º, III), ou seja, conciliar necessidades de áreas de crescimento urbano com as de proteção aos mananciais.

De acordo com Comec (1998 apud ARAUJO, 2005, p. 82), a iniciativa de conceber uma lei específica para as áreas de mananciais da RMC, trouxe uma nova visão na gestão destes espaços:

Com a concepção dessa Lei, foram adotados novos conceitos de gestão do uso e ocupação do solo dos mananciais da RMC, a partir de necessidades identificadas como: tratamento diferenciado de áreas de manancial sob pressão por ocupação, compartilhamento do processo de decisão, entre



Estado e Municípios, e a necessidade de um efetivo monitoramento e fiscalização do uso e ocupação do solo.

Quanto aos instrumentos que integram a Lei de Proteção aos Mananciais da RMC (Art. 2º), têm-se:

- I) Conselho Gestor dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba – CGM;
- II) Unidades Territoriais de Planejamento – UTPs;
- III) Plano de Proteção Ambiental e Reordenamento Territorial em Áreas de Proteção aos Mananciais – PPART;
- IV) Fundo de Preservação Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba - FPA-RMC.

O Conselho Gestor dos Mananciais (CGM), órgão colegiado, com poderes consultivo, deliberativo e normativo, dentre as suas competências, tem a finalidade de delimitar e aprovar as áreas de mananciais superficiais e subterrâneos da RMC. Ao tratar da área de abrangência do Aquífero Carste, o CGM aprovou, por meio da Resolução n. 03/2005, em 13 de dezembro de 2005, a delimitação da área do referido manancial subterrâneo na RMC. No ano seguinte, porém, com a aprovação do Decreto Estadual n. 6390/06 (PARANÁ, 2006), que declarou as áreas de mananciais de abastecimento público da RMC, nova delimitação foi apresentada, diferentemente da primeira aprovada pelo CGM, em que foram excluídas áreas situadas no centro de Almirante Tamandaré, por serem considerados mananciais apenas áreas onde estão os poços de abastecimento da Sanepar (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 47-8). De acordo com este Decreto, a nova delimitação da área do Aquífero Carste como manancial de abastecimento público corresponde a 541 km<sup>2</sup> em territórios pertencentes a sete municípios da RMC, quais sejam: Almirante Tamandaré, Bocaiúva do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Itaperuçu e Rio Branco do Sul (SANEPAR; CISM, 2006, p. 6-8).

O município de Almirante Tamandaré representa a maior área do manancial cárstico em relação aos demais municípios, compreendendo 128,16 Km<sup>2</sup>, ou seja, 67% da área total do município. Além disso, compreende mais três bacias hidrográficas superficiais de interesse para abastecimento público: Ribeira, Passaúna e Barigui, estas duas últimas pertencentes à grande Bacia do Iguaçu.

O referido Decreto n. 6390/06 (PARANÁ, 2006), define o Aquífero Carste como de importância estratégica para a RMC. No entanto para uso em situações de emergência (Art. 4º, V), afirma:

Este manancial é importante como reserva estratégica, com uma produção potencial suficiente para substituir o principal manancial superficial – o reservatório do Iraí, em situações emergenciais. Este último é vulnerável a acidentes com cargas tóxicas nas duas rodovias que cruzam sua bacia e à floração excessiva de algas, que podem tornar suas águas inadequadas para consumo humano.

Ainda, no Artigo 13, quanto à extração da água do aquífero, ressalva:

A extração de água subterrânea na Área de Abrangência do Aquífero Subterrâneo Karst deverá ser precedida de análise técnica que considere os riscos geológicos e a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas, em especial em relação às ocupações pré-existentes.

Para Araújo (2005, p. 85), com o advento da Lei n. 12.248/98 (PARANÁ, 1998), a política adotada para uso e ocupação do solo nas áreas declaradas de mananciais de abastecimento, configura-se por meio das chamadas Unidades Territoriais de Planejamento (UTPs) e Áreas de Proteção Ambiental (APAs). A primeira, situada em áreas urbanas dos municípios pertencentes às áreas de proteção aos mananciais, tem a função de “efetuar a transição entre áreas urbanas já consolidadas e as áreas de maior restrição ambiental como as APAs ou áreas rurais” (ARAÚJO, 2005, p. 85). Já a segunda “são unidades de conservação previstas pela Lei Federal n. 9985/00, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e possuem como objetivo conciliar o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente”.

Almirante Tamandaré é atingida por uma parcela da APA Estadual do Passaúna (aproximadamente 16,94 km<sup>2</sup>, ou seja, 8,86% do território municipal), que teve seu perímetro aprovado por meio da Lei Estadual n. 13.027, de 22 de dezembro de 2000 (PARANÁ, 2000), atingindo, além deste, os municípios de Araucária, Campo Largo, Campo Magro e Curitiba. O Zoneamento Econômico da APA sofreu atualização e alteração e, por isso, foi regulamentado por meio do Decreto Estadual n. 5063, de 20 de novembro de 2001 (PARANÁ, 2001).

De acordo com Comec (2000, p. 24 apud ARAUJO, 2005, p. 90) a APA do Passaúna

[...] abriga dois significativos mananciais para abastecimento público de água: o manancial subterrâneo do Carste e o manancial superficial do Rio Passaúna. Ambos são objeto de profunda preocupação e devem ser protegidos e conservados, tendo em vista a necessidade de garantir a quantidade e qualidade dessas águas.

A APA que ocupa o município de Almirante Tamandaré nas regiões do Marmeleirinho, Chopin e Juruqui é classificada como Zona de Uso Agropecuário (ZUA), apta ao manejo florestal, agrícola e pecuário, em que o lote mínimo previsto é de 20.000 m<sup>2</sup>, com usos agropecuários, residenciais de baixíssima densidade, além de admitir atividades de transformação vegetal e mineral e das voltadas ao turismo, conforme o capítulo III do Zoneamento Ecológico Econômico da APA (Art. 8º, IV).

Araújo (2005, p. 94) caracteriza a região da APA de Almirante Tamandaré da seguinte maneira:

Esta parcela do município de Almirante Tamandaré, que contém algumas das nascentes do Rio Passaúna, pela sua localização em área rural, não apresenta indícios de pressão a ocupações mais intensivas, e possui tendência ao desenvolvimento de atividades voltadas ao turismo ecológico e rural, o que é justificado pela precariedade de acessos, pelas altas declividades, presença de vegetação de grande porte e pela ausência de loteamentos aprovados na região.

Assim, verifica-se que a ocupação predominante é de pequenos proprietários rurais, com poucas vilas e comércio, cujas atividades econômicas predominantes são as inerentes ao meio rural. Considera-se ainda que o interesse de proteção dessa área é ainda maior, visto que há uma justaposição de mananciais - subterrâneo e superficial (Figura 3.20), com vistas ao abastecimento público, que devem seguir de acompanhamento e controle constantes.

Ao se tratar de áreas destinadas à proteção, recentemente foi inaugurado o Parque Estadual Aníbal Khury, o antigo “Haras” de Tamandaré, com área de 220 hectares. A sua criação foi motivada pelos critérios de fragilidade ambiental que norteiam a ocupação da área, por situar-se às margens do rio Barigui, junto ao principal eixo de ligação de Curitiba a Almirante Tamandaré – Rodovia dos Minérios – e por apresentar extensa mata nativa, áreas de contenção de cheias e grandes compartimentos do Aquífero Cárstico, de interesse ao abastecimento público. Além disso, o Parque proporciona fortalecimento da Segurança Pública do Estado, ante uma adequação de infraestrutura para treinamento da polícia montada.

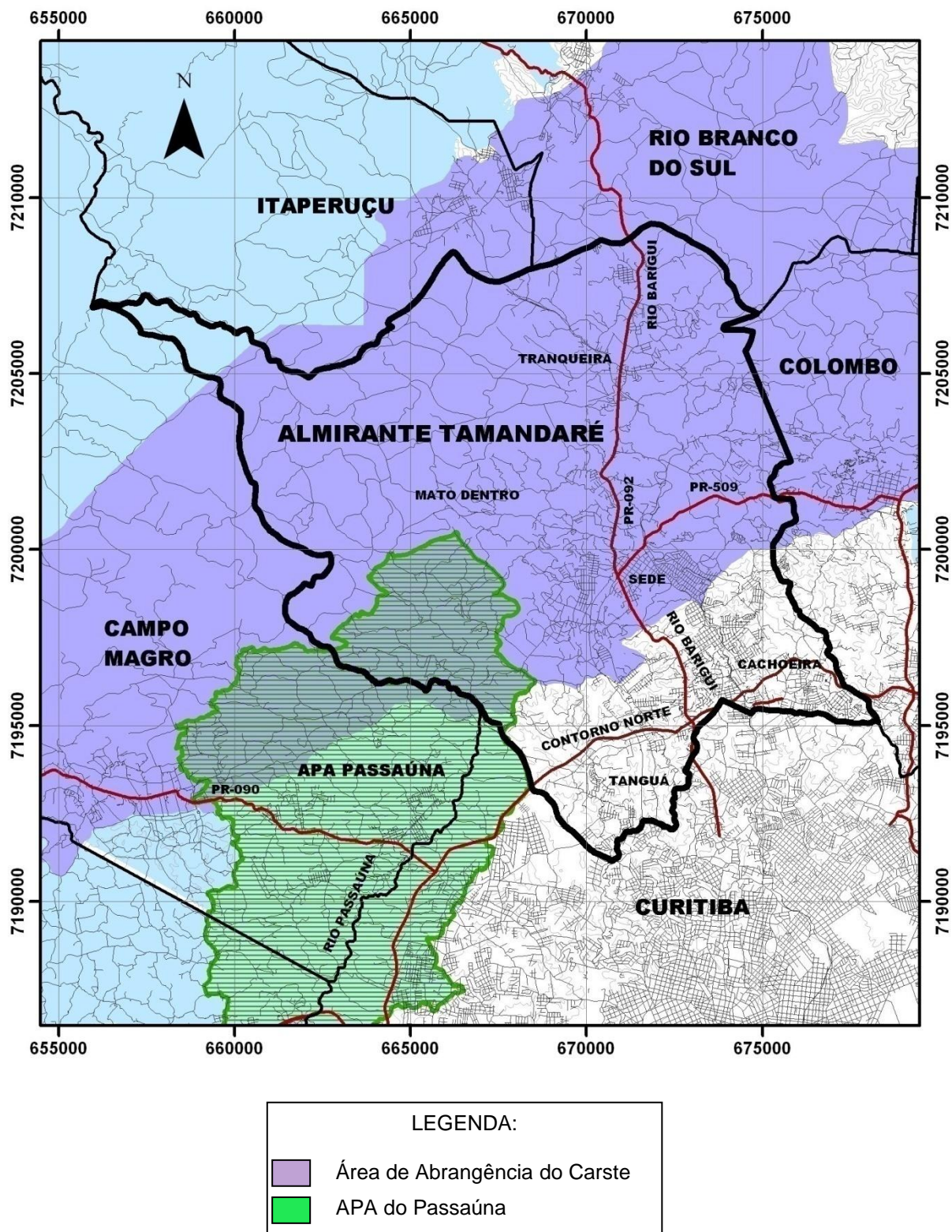


FIGURA 3.21 – MANANCIAIS – RESTRIÇÕES LEGAIS NO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ

FONTE: Adaptado por ARAÚJO (2005, p. 161)

Conforme o zoneamento municipal, o Parque está localizado na Zona Especial de Parques (ZEP), a ser analisada na sequência desta dissertação. Por se tratar de um parque urbano, sofre a interferência das ocupações do entorno, algumas inclusive irregulares. A iniciativa de transformar a área em parque foi assegurada de possíveis invasões que pudessem comprometer a qualidade do meio, tendo em vista as fragilidades associadas à área e garantir os padrões atuais de baixa ocupação e uso, respeitando as suas condicionantes ambientais.

Conforme previsto no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), os municípios em áreas de mananciais teriam de discutir a elaboração de seus planos diretores junto ao Conselho Gestor dos Mananciais, obrigatoriamente até outubro de 2006. Após ampla discussão, Almirante Tamandaré teve seu Plano Diretor aprovado e sancionado em 3 de outubro de 2006, pela Lei Complementar n. 01/2006, que passou ordenar juridicamente questões de parcelamento, uso e ocupação do solo; Lei n. 02/2006, que dispõe sobre o Código de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo; Lei n. 03/2006, que trata do Código de Parcelamento do Solo Urbano, sobre remembramento e Condomínios Horizontais; Lei n. 1203/2006, que define o perímetro urbano do município e, ainda, Lei n. 1204/2006 que trata do sistema viário do município.

A Lei Complementar n. 01/2006 (ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006a) “Institui o Plano Diretor Municipal, e estabelece Objetivos, Instrumentos e Diretrizes para as ações de planejamento no município de Almirante Tamandaré”. Seu Capítulo VI – Da estratégia de desenvolvimento físico territorial, Seção II – Do macrozoneamento, estabelece o objetivo de “definir diretrizes para a integração harmônica entre a proteção e conservação do meio ambiente e as atividades antrópicas”. As macrozonas definidas pelo Plano Diretor estão apresentados no Quadro 3.5 e Figura 3.21.

Desse modo, as macrozonas correspondentes à área de influência do carste no município são a MCA (Macrozona de Controle Ambiental), MPA (Macrozona de Proteção Ambiental) e MR (Macrozona Rural). Os objetivos de cada uma destas macrozonas estão apresentados no Quadro 3.6.

MACROZONA	DESCRIÇÃO
Macrozona de Urbanização Prioritária 1 – MUP 1	Corresponde à área do município cuja urbanização encontra-se consolidada e com forte influência dos municípios de Curitiba e Colombo, apresentando vocação para um maior adensamento urbano. Está localizada ao sul da Rodovia do Contorno Norte, na porção leste do município, limitando-se pelas divisas com os municípios de Curitiba e Colombo, compreendendo as regiões do Jardim Apucarana, Jardim Graziela e Campina do Arruda.
Macrozona de Urbanização Prioritária 2 – MUP 2	Corresponde à área do município cujo desenvolvimento urbano encontra-se em fase de consolidação. A MUP 2 compreende a região localizada ao sul do Contorno Norte, na porção oeste, limitando-se pelas divisas com o município de Curitiba. Compreende as regiões do Tanguá, Colônia Santa Gabriela, Lamenha Pequena e parte da Lamenha Grande.
Macrozona de Urbanização Controlada – MUC	Corresponde à grande área situada entre a linha de influência entre do Aquífero Karst, a APA do Passaúna e as Macrozonas de Urbanização Prioritária 1 e de Urbanização Prioritária 2, onde se encontra a maior concentração da ocupação urbana do município. Compreende as regiões da grande Cachoeira, Colônia São Venâncio, Colônia Antônio Prado, Bonfim, parte da Lamenha Grande e São Miguel. Porém, devido à presença de áreas suscetíveis a escorregamentos e com altas declividades, deverá ter o seu crescimento controlado.
Macrozona de Controle Ambiental – MCA	Corresponde à área inserida no perímetro urbano abrangida pela influência do Aquífero Karst, compreendendo a região central, Sumidouro, Botiatuba, Boichininga, Tranqueira e Areias.
Macrozona de Proteção Ambiental - MPA	Corresponde à Área de Proteção Ambiental (APA) do Passaúna, que possui o zoneamento ecológico econômico definido pelo Decreto Estadual 5063/2001.
Macrozona Rural – MR	Corresponde às áreas rurais existentes no município e àquelas áreas onde estão as maiores reservas minerais do município.

QUADRO 3.5 – DESCRIÇÃO DAS MACROZONAS DEFINIDAS PELO PLANO DIRETOR  
 FONTE: Almirante Tamandaré (2006a) – Lei Complementar n. 001/06

MACROZONA	OBJETIVOS
Macrozona de Controle Ambiental – MCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Qualificar os assentamentos existentes, minimizando os impactos ambientais, promovendo sua regularização urbanística e fundiária.</li> <li>– Priorizar as ocupações que valorizem o meio ambiente e sejam compatíveis com as diversas restrições existentes.</li> <li>– Valorizar e proteger o patrimônio cultural.</li> </ul>
Macrozona de Proteção Ambiental – MPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Compatibilizar o zoneamento da APA com os objetivos do Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC.</li> <li>– Assegurar as condições essenciais à recuperação e conservação do manancial destinado ao abastecimento público.</li> <li>– Promover a recomposição florestal.</li> <li>– Incentivar e compatibilizar os instrumentos que propiciem o uso e ocupação do solo de forma adequada a conservação do manancial.</li> <li>– Promover o controle ambiental da área.</li> </ul>
Macrozona Rural – MR	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Garantir a produção de água e a proteção dos recursos naturais.</li> <li>– Contribuir com o desenvolvimento econômico sustentável, principalmente das atividades relacionadas à mineração.</li> <li>– Incentivar as atividades econômicas compatíveis com a preservação e conservação do Aquífero Karst, principalmente na área do turismo.</li> <li>– Melhorar a infraestrutura básica para as comunidades rurais.</li> </ul>

QUADRO 3.6 – MACROZONAS DE INFLUÊNCIA DO CARSTE E SEUS OBJETIVOS  
 FONTE: Almirante Tamandaré (2006), Lei Complementar n. 001/06

Durante a execução do Plano Diretor, vários trabalhos foram realizados com ênfase aos determinantes ambientais do município, sendo que o carste foi o grande norteador desses estudos, conforme segue descrito:

Para fins de uso e ocupação do solo, este Plano Diretor desenvolveu extensos estudos de campo, com o apoio da interpretação sobre produtos de sensores óticos, realizando mapeamento de áreas de risco e reconhecendo zonas de “carste encoberto” onde determinados níveis de oscilação do lençol freático podem vir a colocar em risco edificações diversas, bem como favorecer infiltração de poluentes diretamente no

aquífero. Este estudo concluiu que nestas áreas não poderá ser permitida a extração água subterrânea por poços tubulares em larga escala, nem para abastecimento público, nem por iniciativa particular. Quando se fizer necessário, o aproveitamento de águas subterrâneas poderá ser feito desde que realizados estudos específicos para aproveitamento de águas do carste em profundidade, dirigindo as perfurações em áreas onde não estejam mapeadas e reconhecidas como 'carste encoberto ou epicarste'. Embora a autorização para a perfuração de poços, bem como o aproveitamento seja de competência da SUDERHSA, através da expedição de outorga, sugere-se que seja promovido um estreitamento entre o município e aquele órgão estadual, para que haja um maior controle sobre a exploração das águas subterrâneas nas áreas referidas (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 48).

De acordo com a Lei Complementar n. 002/2006 (ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006b), que dispõe sobre o Código de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Almirante Tamandaré, entende-se por zoneamento de uso e ocupação do solo (Art. 7º)

[...] a divisão das áreas urbanas e rurais do município em zonas ou setores de usos e ocupações distintos, segundo os critérios de usos predominantes e de aglutinação de usos afins e separação de usos conflitantes, objetivando a ordenação do território e o desenvolvimento urbano, seguindo critérios urbanísticos e ambientais desejáveis estabelecidos pelo Plano Diretor Municipal.

O zoneamento municipal é dividido em seis zonas, conforme a seguinte classificação (Art. 8º):

- I) Zonas em áreas sem influência do Aquífero Karst;
- II) Zonas em áreas com influência do Aquífero Karst;
- III) Zona Especial de Parques;
- IV) Setores Especiais;
- V) Zonas Rurais;
- VI) Área de Proteção Ambiental do Passaúna.

As zonas em áreas com influência do carste compreendem a área urbana, situada na Macrozona de Controle Ambiental (MCA), conforme descrita no Plano Diretor Municipal, e são classificadas em (Art. 10):

- I) Zona Residencial Karst – ZRK;
- II) Zona Residencial Karst Especial – ZRK-E;
- III) Zona de Chácaras – ZCH;
- IV) Zona Especial de Interesse Social Karst – ZEIS-K;



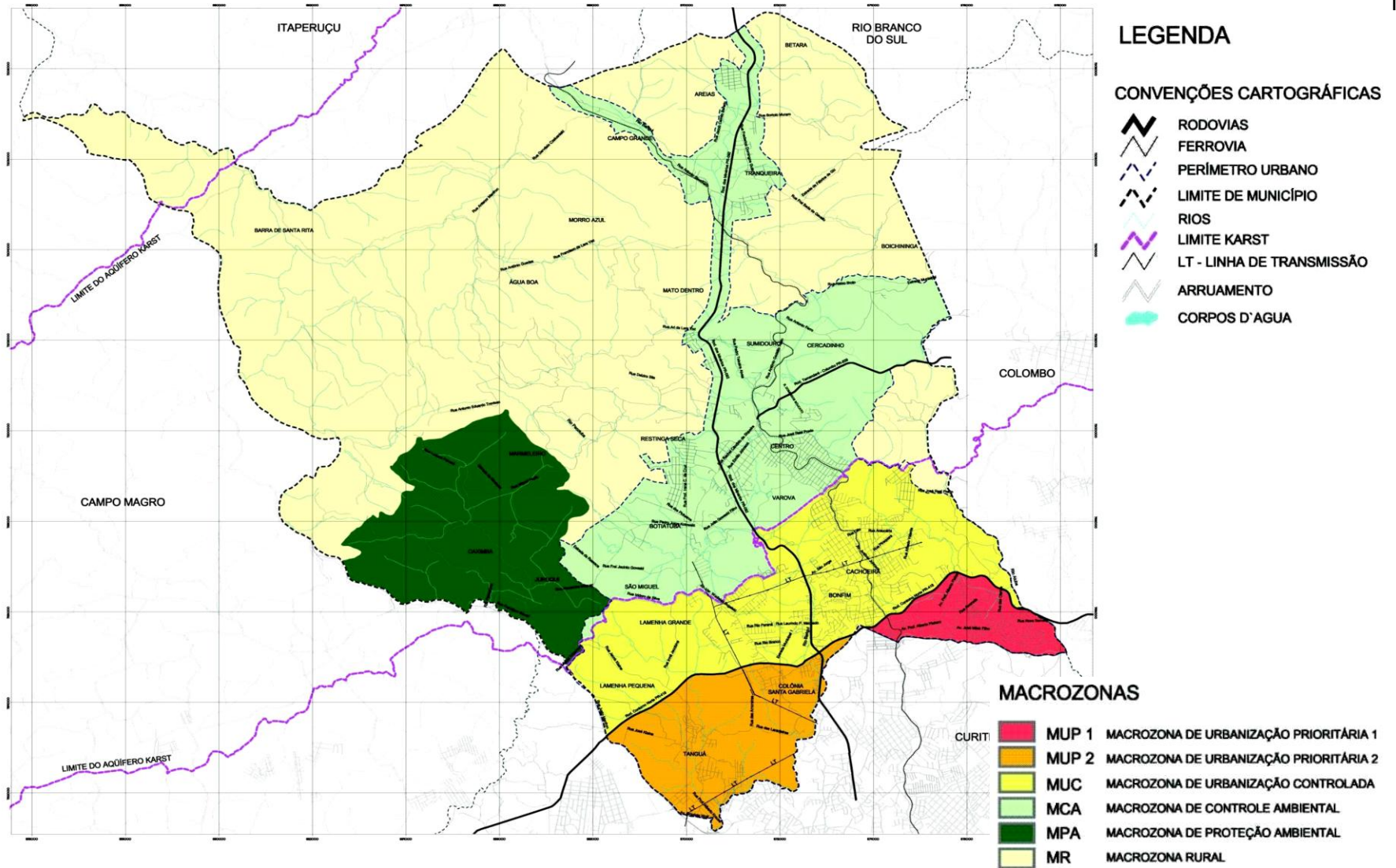


FIGURA 3.22 - MAPA DE MACROZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE ALMIRANTE TAMANDARÉ  
 FONTE: Almirante Tamandaré (2006a), Lei Complementar n. 001/06 – Anexo I

- V) Zona de Comércio e Serviço Karst – ZCS-K;
- VI) Zona Central – ZC.

Por sua vez, a Zona Especial de Parques (ZEP),

Art. 11. Corresponde às áreas preferencialmente destinadas à implantação de parques, áreas de lazer e atividades de turismo, sendo permissível o uso habitacional de baixa densidade, tendo em vista as restrições à ocupação tais como altas declividades e áreas de fragilidade ambiental (ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006b).

Nesta última, podem ser entendidas aquelas que formam o sistema carste e as faixas de preservação permanente definidas pela lei federal que institui o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965).

Considere-se que há, pelo menos, duas propostas do governo municipal para a criação de áreas de conservação com fins de preservação, sendo elas: Parque das Dolinas, na sede do município, e Morro Dalledone, na região do Sumidouro/Mato Dentro, ambas inseridas em Zona Especial de Parques (ZEP).

A primeira vem a ser uma planície cárstica interceptada pelo Rio Pacotuba, afluente do Rio Barigui, cuja área sofreu inúmeros eventos geológicos e geotécnicos, com o surgimento de dolinas de colapsos, que danificaram casas assentadas pelo aparecimento de trincas e rachaduras. Estas casas foram, então, desocupadas e interditadas. Portanto, trata-se de uma zona com sérias restrições quanto à ocupação. Na segunda, o Morro com declividades acentuadas possui uma espécie de cânion formado pelo Rio Barigui, de grande valor paisagístico e natural, onde é possível alcançar uma vista panorâmica da cidade.

Com relação às zonas rurais, observa-se o estabelecido no Artigo 18:

Compreendem as áreas destinadas ao aproveitamento sustentável pelo desenvolvimento de atividades agropecuárias, turísticas, de pesca artesanal e de extração mineral, visando o melhor aproveitamento das reservas minerais, bem como a melhoria nas condições de vida da população residente nas comunidades rurais (ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006b).

As zonas rurais estão divididas da seguinte maneira:

- Zona Rural Mineral (ZRM), na porção norte do município, formada pelas localidades de Morro Azul, Barra de Santa Rita, Areias e Araras. Ali se concentram as reservas destinadas preferencialmente à extração mineral,

sendo permissível o uso habitacional unifamiliar. Trata-se de área que já era voltada à produção mineral pela lei anterior de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo Urbano (Lei n. 430/96), no entanto em um perímetro mais reduzido, e

- Zona Rural Agrícola (ZRU-A), correspondente à faixa central (Marmeleiro, Campina de Santa Rita, Boichininga dos França, entre outras), onde se desenvolvem atividades agropecuárias, culturas anuais e atividades turísticas.

Vale ressaltar que o Anexo IV, da Lei Complementar 002/06 (ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006b), faz referência às restrições e exigências mínimas para elaboração de projetos de edificações e parcelamento do solo, de modo que em ambos os casos, previamente à apreciação e aprovação pelos órgãos competentes municipais e estaduais (neste último, quando for o caso), deverá ser realizado estudo geológico-geotécnico do terreno. A finalidade é determinar precisamente a localização das fragilidades geológicas existentes – dolinas, sumidouros, poljes, entre outras, de maneira a orientar, inclusive, demais estudos que devam ser elaborados, como sondagens a percussão ou rotativas.

Além disso, a fim de evitar colapsos de solo induzidos por carga urbana nas áreas de carste, foi limitado o número máximo de pavimentos em dois, com exceção da Zona Central (ZC), onde é permitida altura máxima de três pavimentos. Assim mesmo, há uma ressalva: para construção de terceiro pavimento, é obrigatória a apresentação de sondagens rotativas do terreno, além dos estudos exigidos no Anexo IV. Também se observa que, na Zona Especial de Parques (ZEP) e na Zona Rural Agrícola (ZRU-A), o laudo geológico-geotécnico se faz necessário no caso de áreas onde incidam alguma restrição à ocupação, conforme o Mapa de Restrições, anexo à Lei.

Salienta-se, ainda, que foram criados setores especiais de monitoramento contínuo em áreas onde se deve categoricamente evitar a contaminação do solo, devido a atividades incompatíveis com o ambiente, em especial do Aquífero Carste, como por exemplo: atividades industriais, cemitérios e postos de combustível. Estas devem (Art. 14) “adotar medidas mitigadoras a serem estabelecidas pelo órgão ambiental competente, quando da renovação de seus respectivos licenciamentos ambientais” (ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006b).

O planejamento urbano territorial deve sempre ter em vista a sustentabilidade ambiental. Deve restringir a ocupação das áreas mais frágeis e incentivar a expansão urbana para aquelas de menores restrições ambientais. Verifica-se que o novo Plano Diretor municipal de Almirante Tamandaré foi construído com base em estudos e discussões acerca do suporte físico do meio, sobretudo levando em conta a abrangência do carste e a particular complexidade que envolve esse sistema. Desde então, o resultado desse trabalho passou a orientar a ocupação da cidade de maneira tecnicamente adequada, de maneira que mais de 80% da área do município não comporta maiores densidades em assentamentos urbanos.

No entanto, diante da imposição legal da proteção aos mananciais superficiais e subterrâneos, a limitação do crescimento da cidade poderá acarretar situações de conflitos, sobretudo por apresentar cenários consolidados de ocupação e uso do solo urbano de difícil reversão, que se agrava pela forte influência do crescimento da metrópole e das novas diretrizes ambientais, conforme bem observa Araújo (2005, p. 173):

[...] o processo de ocupação urbana no município de Almirante Tamandaré, face à necessidade de proteção dos mananciais, a presença da formação cárstica e devido a sua inserção na dinâmica metropolitana, é considerado como um desafio à sustentabilidade.

## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A estrutura metodológica da pesquisa contempla três fases: exploratória, descritiva e analítica. Para Gil (1999, p. 43), a fase exploratória objetiva proporcionar uma “visão geral” de aproximação de determinado fato, constituindo a “primeira etapa de uma investigação mais ampla”. Os recursos utilizados foram de levantamento bibliográfico, principalmente por meio de livros e artigos científicos, e pesquisa documental, tais como documentos de órgãos oficiais, reportagens de jornais, relatórios técnicos e fotografias, tudo com o intuito de compilar informações e conhecimentos prévios acerca do assunto abordado. Ainda nessa fase, foi contemplado um estudo de caso que se detém sobre a descrição da ocorrência cárstica em Almirante Tamandaré, município integrante da Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná.

Na fase seguinte, a descritiva, que apresenta como característica mais significativa a “utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados” (GIL, 1999, p. 44), os instrumentos adotados foram o formulário e o questionário, para reconhecer a percepção da população, do poder público (local e regional) e do setor produtivo em relação ao carste em Almirante Tamandaré.

Por fim, na terceira fase, por meio da análise dos resultados obtidos com a aplicação dos formulários e questionários, foi possível identificar os fatores que determinaram ou contribuíram para o posicionamento da população, do poder público e do setor produtivo frente à gestão da cidade e a proteção ou preservação do Aquífero Carste.

### 4.1 MÉTODO DA PESQUISA

Para a investigação sobre a percepção da população, foi elaborado um formulário semi-estruturado (com questões abertas, fechadas e dependentes) para a realização de entrevistas como instrumento investigativo junto aos moradores que residem sobre a área de influência do carste. Essa técnica possibilitou o tratamento quantitativo dos dados, pelo qual as respostas obtidas foram padronizadas, posteriormente sofrendo análise estatística dos dados (GIL, 1999, p. 121; LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 197).

Em relação à percepção do poder público local e regional, bem como do setor produtivo, optou-se como técnica de investigação pelo questionário sem entrevista, com questões abertas, no qual “apresenta-se a pergunta e deixa-se um espaço em branco para que a pessoa escreva a sua resposta sem qualquer restrição” (GIL, 1999, p. 131). Tal método teve o intuito de avaliar o grau de entendimento do entrevistado em relação ao carste e da capacidade de propor medidas de prevenção e controle sobre os riscos associados.

Uma vez geradas tais informações, estas foram analisadas e conflitadas, com o objetivo de estabelecer as diferentes percepções e relações de cada segmento da sociedade (civil, pública e empresarial) em relação ao Aquífero Carste em Almirante Tamandaré.

#### 4.2 ABRANGÊNCIA DA PESQUISA

A aplicação das entrevistas com o uso de formulários limitou-se a levantar a percepção da população que reside sobre a área de influência direta do Aquífero Carste no município de Almirante Tamandaré, a qual corresponde, aproximadamente, a 80% da área total do município.

Conforme dados repassados pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Planejamento (SMUP), Almirante Tamandaré está dividido em quatro distritos (distritos 1, 2, 3 e 5), que, por sua vez, subdividem-se em bairros e loteamentos, além das áreas rurais. É importante esclarecer que o distrito 4 foi desmembrado do município de Almirante Tamandaré e hoje pertence ao município de Campo Magro.

A população inserida na área do carste está distribuída da seguinte forma: praticamente em todo o distrito 1; parcialmente no distrito 2, englobando uma pequena parcela dos bairros Humaitá, Colônia Antonio Prado e Bonfim; parcialmente no distrito 3, nas localidades de Restinga Seca e Botiatuba e uma pequena parte da Lamenha Grande; todo o distrito 5 e as áreas rurais, com exceção dos bairros Betarinha, Colônia Santa Gabriela e boa parte do São Miguel. No Quadro 4.1, são apresentadas as localidades correspondentes a cada um dos distritos.

DISTRITO	LOCALIDADE
1	Centro, São Felipe, Varova
2	Humaitá, Cachoeira, Campina do Arruda, Colônia São Venâncio, Colônia Antonio Prado, São Jorge e Bonfim
3	Restinga Seca, Botiatuba, Tanguá, Lamenha Grande, Lamenha Pequena e Taboão
5	Tranqueira, Mato Dentro, Areias e Sumidouro
Áreas Rurais	Betarinha, Córrego Fundo, Capivara dos Manfron, Barra de Santa Rita, Marianã, Água Boa, Tijuco Preto, Morro Azul, Campo Grande, Campina de Santa Rita, Marmeleiro, Alto São Sebastião, Caximba, Juruqui, Ressaca, Pacotuba, Betara, Araras, Venda Velha, Cercadinho, Boixininga, Boixininga dos França, Colônia Santa Gabriela e São Miguel

QUADRO 4.1 – BAIRROS RELATIVOS AOS DISTRITOS DE ALMIRANTE TAMANDARÉ

Tomando como base os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal, a população residente sobre a área de influência direta do carste representa, aproximadamente, 37% da população geral, ou seja, cerca de 34.260 habitantes, conforme demonstra a Tabela 4.1.

TABELA 4.1 – DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR DISTRITO INSERIDA SOBRE A ÁREA DO CARSTE

DISTRITO	POPULAÇÃO (*) (habitantes)	%
1	7.631	8,2
2	6.898	7,4
3	9.034	9,7
5	6.251	6,7
Áreas Rurais	4.446	4,8
Total	34.260	36,8

(\*) População urbana calculada com base no Cadastro do IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

Para a aplicação dos formulários, buscou-se como limite físico o perímetro dos bairros, visando a facilitar a demarcação dos pontos e o trabalho de campo, com as únicas exceções dos bairros Varova (distrito 1) e Humaitá (distrito 2). Na primeira, o bairro foi desconsiderado pelo fato de não apresentar loteamentos. Cerca da metade de seu território está situado na área do Parque Estadual Aníbal Khury, o que impossibilita a aplicação da pesquisa. Na segunda, pelo fato de nenhum bairro

do distrito estar inserido completamente na área de influência do carste, adotou-se como limite físico o loteamento Jardim Monte Santo do Humaitá, por concentrar uma quantidade expressiva de população sobre o aquífero, aproximadamente 6,3%.

Desta forma, na Tabela 4.2 a seguir, é demonstrado o universo da população (total e por distrito) considerado para a aplicação da pesquisa, onde nota-se a redução de 1.003 habitantes no distrito 2 em relação à Tabela 4.1.

TABELA 4.2 – POPULAÇÃO CONSIDERADA PARA A APLICAÇÃO DA PESQUISA

<i>DISTRITO</i>	<i>POPULAÇÃO (habitantes)</i>	<i>%</i>
1	7.631	8,2
2	5.895	6,3
3	9.034	9,7
5	6.251	6,7
Áreas Rurais	4.446	4,8
Total	33.257	35,7

Em relação ao questionário de percepção do poder público e do setor produtivo, o critério para seleção dos órgãos e entidades foi baseado no envolvimento direto ou indireto das instituições que têm por dever de ofício atuar com a exploração, pesquisa, licenciamento, fiscalização, ordenamento territorial, elaboração de projetos e propulsão de políticas públicas em relação ao carste. Desse modo, as instituições do poder público local selecionadas foram a Prefeitura Municipal de Almirante Tamandaré, a Câmara Municipal de Vereadores e a Defesa Civil. Do poder público regional, os órgãos ligados ao governo do estado do Paraná: Minerais do Paraná S/A (MINEROPAR), Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e Ministério Público do Paraná. Foram selecionados do setor produtivo: Associação de Produtores de Derivados de Calcário (APDC), Água Mineral Timbu, Água Mineral Frescale, Mineração Cavassin, Argafácil do Brasil, Cal Gulin e a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).



### 4.3 TÉCNICAS DA PESQUISA

Para a coleta quantitativa dos dados, optou-se pelo modelo de cálculo proposto por Gil (1999, p. 107) que considera a margem de erro associada aos moradores que residem sobre o aquífero. Em relação à seleção da amostra, o tipo de amostragem é aleatória simples, em que se faz a escolha de alguns elementos do universo pesquisado de maneira casual (GIL, 2002, p. 121).

A seguir, apresenta-se a fórmula para o cálculo de amostras para populações finitas, ou seja, quando a população pesquisada não supera 100.000 elementos: (equação 4.1)

$$n = \frac{\sigma^2 \times p \times q \times N}{e^2 \times (N - 1) + \sigma^2 \times p \times q}$$

Onde:

n= Tamanho da amostra (hab);

$\sigma^2$ = Nível de confiança escolhido (expresso em número de desvios-padrão);

p= Porcentagem com o qual o fenômeno se verifica (%);

q= Porcentagem complementar (%);

N= Tamanho da população (habitantes);

$e^2$ = Erro máximo permitido (%).

Substituindo os valores na fórmula, temos o seguinte:

$$n = \frac{2^2 \times 50 \times 50 \times 33257}{5^2 \times (33256) + 2^2 \times 50 \times 50} = \frac{332570000}{831400 + 10000} = \frac{332570000}{841400} = 395,2 \cong 400$$

Desta forma, obteve-se um total de 400 formulários a serem aplicados proporcionalmente de acordo com o número de habitantes de cada bairro ou loteamento (Tabela 4.3).

A demarcação dos pontos para aplicação dos formulários foi realizada com base no mapa de arruamento do município de Almirante Tamandaré de escala 1:25.000, com a delimitação da área dos bairros, conforme Lei Municipal n. 1342/2008, dos loteamentos e da abrangência do carste. Em cada bairro urbano

com o perímetro traçado, foram lançadas quadrículas sobre uma malha de coordenadas UTM com afastamento adequado. Cada interseção de quadrículas foi numerada, de tal forma que o número de pontos fosse igual ou superior ao número de formulários determinado para aplicação naquela região. Para a escolha da marcação dos pontos, levou-se em consideração a proximidade com ruas existentes para facilitar a aplicação dos formulários e, desta forma, a residência ou morador disposto a colaborar para a pesquisa, mais próximo ao ponto estabelecido. Chegou-se ao número de 353 pontos distribuídos proporcionalmente, em nove bairros urbanos do município. No Anexo I estão expressos os mapas com a subdivisão, demarcação e o número de pontos em cada bairro selecionado.

TABELA 4.3 - DISTRIBUIÇÃO DOS FORMULÁRIOS CONFORME O PERCENTUAL DA POPULAÇÃO POR DISTRITOS

<i>DISTRITO</i>	<i>BAIRRO</i>	<i>POPULAÇÃO (habitantes)</i>	<i>%</i>	<i>NÚMERO DE FORMULÁRIOS</i>
1	Centro	4904	5,3	59
	São Felipe	2727	2,9	33
2	Humaitá (Jd. Monte Santo)	5895	6,3	71
	Botiatuba	2666	2,9	32
3	Restinga Seca	6368	6,8	77
	Areias	2124	2,3	25
5	Mato Dentro	1598	1,7	19
	Sumidouro	712	0,8	9
	Tranqueira	1817	1,9	22
Áreas Rurais	---	4446	4,8	53
Total		33257	35,7	400

Na área rural, pela dificuldade de se estabelecer os pontos pelo mapa, optou-se pelo critério de distribuir o número de 53 formulários, de maneira mais uniforme possível, média de dois a três em cada bairro, procurando os vilarejos mais próximos para sua aplicação. Por meio de GPS, ferramenta do Sistema de Posicionamento Global, de marca Garmim e modelo eTrex Vista, os pontos foram georreferenciados com coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator),

chegando a uma precisão máxima de oito metros. Posteriormente, foram lançados no mapa de arruamento do município, antes já utilizado, constante no Anexo II.

Somando-se os pontos demarcados nos bairros urbanos e os pontos georeferenciados na área rural, obteve-se um total de 406 pontos a serem aplicados os formulários de pesquisa.

Os formulários foram distribuídos nos bairros pertencentes à área rural de acordo com ocupações e vilas existentes, levando em consideração a proximidade e o melhor acesso disponível. A seguir (Tabela 4.4), confere-se a distribuição dos 53 formulários, bem como o ponto registrado pelo GPS e a respectiva coordenada UTM.

TABELA 4.4 – DISTRIBUIÇÃO DOS FORMULÁRIOS NA ÁREA RURAL E RESPECTIVOS PONTOS COM COORDENADAS UTM

<b>BAIRRO</b>	<b>NÚMERO DE FORMULÁRIOS</b>	<b>NÚMERO DO FORMULÁRIO</b>	<b>NÚMERO GPS</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>
Córrego Fundo	2	47	166	662804 / 7203741
		48	167	661357 / 7205110
Capivara dos Manfron	3	11	130	666439 / 7206243
		14	133	666131 / 7205846
		15	134	665959 / 7205253
Barra Santa Rita	3	41	161	660532 / 7201232
		44	162	660132 / 7200953
		40	163	660149 / 7200524
Mariana	2	33	152	664017 / 7202363
		34	153	664079 / 7201862
Água Boa	2	49	168	665682 / 7202065
		50	169	665808 / 7201819
Tijuco Preto	2	12	131	666596 / 7207576
		13	132	666516 / 7206650
Morro Azul	2	29	148	667695 / 7203959
		30	149	668770 / 7204087
		8	127	669538 / 7206173
Campo Grande	3	9	129	667875 / 7207259
		10	128	668637 / 7206933
Campina Santa Rita	2	37	156	661366 / 7198338
		38	157	661952 / 7199241
Marmeleiro	3			664695 / 7200392
		32	151	

**Continua...**

<b>Continuação...</b>		35	154	665256 / 7199332
		39	158	666839 / 7201331
		36	155	662595 / 7199275
Alto São Sebastião	3	42	159	662928 / 7199833
		43	160	661751 / 7200350
Caximba	2	23	142	667477 / 7197535
		46	165	666656 / 7197954
		51	170	666132 / 7196368
Juruqui	3	52	171	666947 / 7195585
		53	172	667680 / 7196403
		21	140	667095 / 7199043
Ressaca	3	22	141	667107 / 7197814
		45	164	666703 / 7198933
		3	121	670377 / 7200295
Pacotuba	4	4	122	669152 / 7200265
		5	123	668300 / 7200933
		31	150	668163 / 7199721
Betara	0	---	---	---
		6	125	674331 / 7207158
Araras	3	7	126	672862 / 7206794
		28	147	671618 / 7208119
		1	118	673101 / 7204835
Venda Velha	3	26	145	674181 / 7204271
		27	146	672526 / 7205019
Cercadinho	2	2	119	672833 / 7202838
		16	135	673066 / 7202971
		17	136	674289 / 7202615
Boixininga	3	24	143	673002 / 7202369
		25	144	673905 / 7202338
Boixininga dos França	3	18	137	675401 / 7200516
		19	138	674834 / 7200258
		20	139	674453 / 7201295

É importante destacar que antes da atividade em campo foram estabelecidos dois formulários para aplicação no bairro Betara. Nessa região, porém, há predomínio de minas de extração calcária e quase não há residências nas proximidades, o que dificultou a aplicação dos formulários. Então, optou-se por

substituí-los pelos bairros Araras e Pacotuba, que passaram a somar três e quatro formulários respectivamente.

Com o uso do software GPS TrackMaker versão 13.2, foi possível transferir os pontos registrados no GPS para um mapa digital do Brasil com as coordenadas UTM disponíveis no programa, de forma que, posteriormente, observou-se no Google Earth (Figura 4.14) uma imagem com a distribuição geral dos pontos, que, de certa forma, apresentaram-se uniformemente distribuídos. No anexo desta dissertação, apresenta-se o mapa do município, com a identificação dos pontos na área rural onde os formulários foram aplicados.

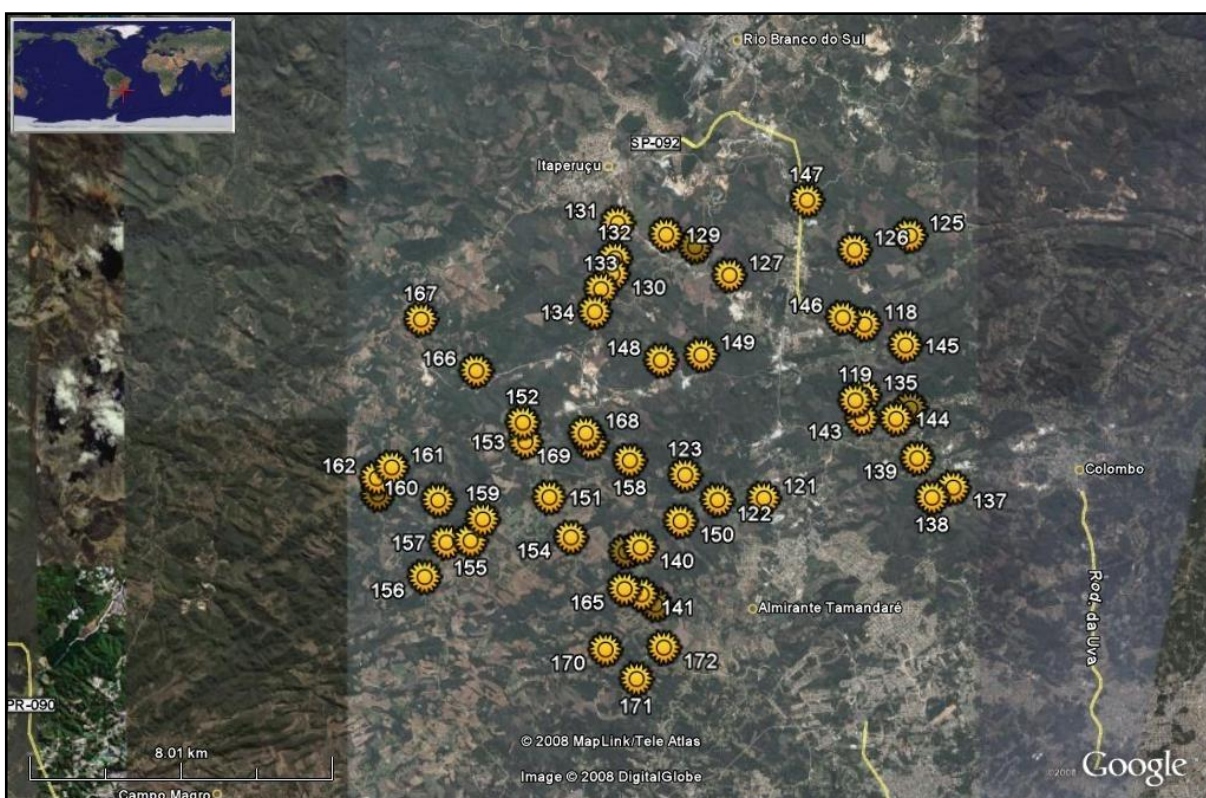


FIGURA 4.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE PESQUISA APLICADA NA ÁREA RURAL

#### 4.4 FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO

No Apêndice I, apresenta-se o formulário de pesquisa aplicado à população, elaborado com questões fechadas e respostas estimuladas, com questões abertas e respostas espontâneas e questões dependentes, quando uma depende da resposta dada a uma outra (GIL, 1999, p. 129-131). As questões fechadas conduziam às

respostas para expectativas positivas e negativas – sim e não – dentre outras opções em relação àquilo que se buscava conhecer.

A proposta era que o referido instrumento fosse aplicado aos indivíduos com domicílio inserido na área de abrangência do carste, considerando caráter eliminatório aquele que não fosse morador da região compreendida pela pesquisa e possuísse idade inferior a 16 anos.

O formulário foi estruturado da seguinte forma:

- perfil dos entrevistados;
- conhecimento das imagens associadas à cidade;
- percepção do Aquífero Carste, sobretudo se a sua existência é um entrave ao desenvolvimento ou um recurso importante para o município;
- disposição em estar mais informado sobre o assunto;
- disposição em participar de trabalhos voltados ao tema.

No perfil dos entrevistados, procurou-se identificar:

- a faixa etária, variando dos 16 até acima dos 51 anos para efeitos deste estudo, por entender que nesta faixa etária o cidadão é politicamente ativo, capaz de influenciar em questões decisivas da cidade;
- o gênero (masculino ou feminino);
- a profissão;
- o grau de escolaridade, que oscila de analfabeto a pós-graduação completa, uma vez que esses dois últimos quesitos caracterizam o perfil socioeconômico do respondente, capazes de trazer padrões diferentes de respostas.

Na categoria seguinte, “conhecimento das imagens associadas à cidade”, o objetivo foi conhecer se o carste é ou não uma imagem que a população identifica à cidade de Almirante Tamandaré. Em relação à “percepção do Aquífero Carste”, buscou-se conhecer se a população sabe o que é o Aquífero Carste, bem como se o percebe como entrave ao planejamento e gestão da cidade ou como uma potencialidade estratégica de desenvolvimento. Também se buscou saber quanto a população reconhece a importância de preservar o aquífero e em que escala; se a população reconhece quais os atores responsáveis pela preservação do aquífero. Pesquisou-se, ainda, o quanto a população reconhece os impactos gerados sobre o

aquífero, quanto os entende como significativos e quais seriam as medidas adotadas.

No item “disposição em estar mais informado sobre o assunto” procurou-se conhecer se essa população gostaria de receber mais conhecimento sobre o Aquífero Carste e por meio de quais recursos gostaria de se informar (jornal, TV, palestra, filmes, internet, etc).

Por fim, pela “disposição de participar em trabalhos voltados ao tema”, buscou-se conhecer se a população estaria disposta a contribuir com algum trabalho que viesse a contribuir com a preservação do Aquífero Carste em Almirante Tamandaré e de que forma poderia participar (mão-de-obra, atuação voluntária, apoio moral, etc).

A fim de validar e tornar preciso o formulário, foi realizado um pré-teste, sem usar critérios de distribuição, com a aplicação de 41 formulários por meio de entrevista semi-estruturada, conduzida por um único pesquisador. A finalidade foi de evidenciar possíveis falhas, tais como: complexidade, imprecisão, desnecessidade, constrangimento, entre outras (GIL, 1999, p. 137). Foram aplicados onze formulários no Distrito 3, um no Distrito 1, onze no Distrito 5 e dezoito na área rural. O resultado não alcançou o desejado, pois evidenciou várias falhas, principalmente em relação à imprecisão das respostas, dúvidas quanto à escolha das alternativas, incompreensão das perguntas e respostas sem opções de alternativas. Tal reconhecimento provocou a revisão do formulário, com alguns ajustes que implicaram inclusão de novas questões e novo pré-teste com outros 41 formulários apresentados a novos entrevistados, o que proporcionou um resultado bastante satisfatório.

Os dados adquiridos com a aplicação dos formulários foram tabulados e discutidos, o que permitiu uma pré-avaliação da percepção da população, razão pela qual foram apresentados à banca de qualificação do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU), que fez novas contribuições ao instrumento de pesquisa.

Depois desta segunda revisão, o formulário foi finalizado, e o próximo passo foi aplicá-lo à população, de acordo com a distribuição por bairros anteriormente definida. Para tanto, contou-se com a participação de alunos voluntários do ensino médio, com idade entre 14 e 19 anos, do curso técnico em Meio Ambiente do

Colégio Estadual Vereador Pedro Piekas, localizado no bairro Humaitá, de Almirante Tamandaré. Justifica-se a escolha da escola, pelo fato da mesma se inserir na zona cárstica do município, já desenvolver ações voltadas à questão ambiental, inclusive em parceria com secretaria de meio ambiente, e pela afinidade dos alunos em relação ao tema.

O trabalho de aplicação dos formulários ficou denominado *Projeto De Olho na Água*, de modo que todos os alunos do primeiro, segundo, terceiro e quarto anos foram convidados a participar. Foram preparados dois treinamentos nas dependências do próprio Colégio; o primeiro foi realizado dia 16 de maio de 2008, no contraturno, do qual apenas quatro alunos participaram. O segundo foi realizado duas semanas após, dia 29 de maio, no período da manhã, e contou com a inscrição de 38 alunos, perfazendo um total de 42 inscritos (Figura 4.11).



FIGURA 4.2 – ALUNOS PARTICIPANTES DE TREINAMENTO EM 29/05/08

Além dos alunos, também houve incentivo e apoio de alguns professores e funcionários da escola, como também do diretor do colégio e do coordenador do



curso técnico em meio ambiente. Os alunos foram divididos em equipes de dois a três alunos, as quais foram distribuídas nos bairros urbanos de acordo com a quantidade de pontos, chegando ao número máximo de quatro equipes por bairro. Durante o treinamento, os alunos conheceram a proposta da pesquisa e puderam aplicar o questionário entre si para tirar todas as dúvidas. Além de receberem as orientações para a realização das entrevistas, receberam a camiseta com a logomarca do projeto (Figura 4.12), crachás de identificação e os formulários.



FIGURA 4.3 – DETALHE DA LOGOMARCA NA CAMISETA DO PROJETO “DE OLHO NA ÁGUA”

O prazo estipulado para a entrega dos formulários foi de 15 dias após a data do segundo treinamento. Nesse período, contudo, houve a desistência de alguns alunos, de maneira que algumas equipes não conseguiram aplicar todos os formulários e outras precisaram de um prazo maior para concluir a pesquisa. A entrega de todos os formulários levou aproximadamente 45 dias. Ao final, 35 alunos estiveram envolvidos na aplicação de 356 formulários nos bairros urbanos.

A Tabela 4.5, detalha-se o quantitativo de formulários aplicados em cada bairro selecionado. Outros 53 deles foram aplicados na área rural pela própria autora, com apoio logístico da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo, o que resultou um total de 409 formulários respondidos.

TABELA 4.5 – FORMULÁRIOS APLICADOS POR BAIRRO URBANO E NA ÁREA RURAL

<i>DISTRITO</i>	<i>BAIRRO</i>	<i>NÚMERO DE FORMULÁRIOS</i>	<i>TOTAL APLICADO</i>
1	Centro	59	61
	São Felipe	33	31
2	Humaitá (Jardim Monte Santo)	71	71
	Botiatuba	32	34
3	Restinga Seca	77	80
	Areias	25	26
5	Mato Dentro	19	15
	Sumidouro	9	15
	Tranqueira	22	23
Áreas Rurais	---	53	53
Total		400	409

O tempo de aplicação dos formulários pôde ser contabilizado como carga horária para o estágio obrigatório dos alunos do 3º e 4º anos do curso técnico, e para os demais do 1º e 2º anos, como hora-atividade.

A solenidade de entrega dos certificados de participação com a respectiva carga horária e os certificados de agradecimento aos apoiadores do projeto aconteceu no dia 01/08/08, no Centro de Convenções Edson Dalke, centro do município de Almirante Tamandaré (Figuras 4.13 e 4.14). A relação dos nomes dos alunos voluntários encontra-se no Apêndice II.

O evento contou com a presença de representante da Prefeitura Municipal (Secretária Municipal de Meio Ambiente e Turismo), do Instituto Ambiental do Paraná, do coordenador do curso, da coordenadora de estágio e de professores do Colégio Vereador Pedro Piekas e do orientador da pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU/PUCPR).



FIGURA 4.4 – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO ENTREGUE AOS ALUNOS VOLUNTÁRIOS



FIGURA 4.5 – SOLENIDADE DE ENTREGA DOS CERTIFICADOS DE PARTICIPAÇÃO (01/08/08)

#### 4.5 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO PODER PÚBLICO E DO SETOR PRODUTIVO

No Apêndice III, apresenta-se o questionário aplicado ao poder público (local e regional) e ao setor produtivo.

O questionário contempla tanto questões abertas, nas quais se apresenta a pergunta e o respondente discorre sobre ela, quanto questões fechadas com padrões de respostas, tornando-as, assim, mais limitadas. A proposta da aplicação do questionário possui seis objetivos definidos:

- a) se o entrevistado reconhece as áreas de ocorrência cárstica como um risco à população, e qual é a escala desse risco;
- b) se a instituição adota alguma medida que visa à minimização do risco e se considera que estas são suficientes;
- c) conhecer qual é a visão da instituição sobre a estratégia ideal para eliminar os problemas das áreas de ocorrência cársticas;
- d) saber se o entrevistado considera a população de Almirante Tamandaré devidamente informada sobre os riscos associados ao carste;
- e) saber se o entrevistado reconhece quais são os desafios do município na gestão das áreas de ocorrência cárstica;
- f) conhecer se o entrevistado percebe o Aquífero Carste como um entrave ao planejamento e gestão da cidade ou como uma potencialidade estratégica de desenvolvimento.

O instrumento buscou atender a um número reduzido de indivíduos, os quais poderiam trazer importantes contribuições à investigação. Destaca-se a participação de técnicos, coordenadores, gestores, gerentes, diretores, além de representantes do Poder Executivo, Legislativo e Judiciário. Observe-se que o recurso utilizado para o envio da pesquisa foi, principalmente, via e-mail, além de fax, entrega em mãos e, em alguns casos, entrevista pessoal.

No total, 27 questionários foram enviados para um ou mais representantes das instituições identificadas. No entanto, apenas 20 questionários retornaram, sendo 11 do poder público e 9 do setor produtivo. No Quadro 4.2 a seguir, está a relação das entidades selecionadas para responder ao questionário de pesquisa:

<b>SETOR PÚBLICO</b>	<b>SETOR PRODUTIVO</b>
Prefeitura Municipal	Água mineral Frescale
Câmara Municipal	Água Mineral Timbu
Defesa Civil	Cal Gulin
Mineropar	Argafácil
Suderhsa	APDC
Iap	Mineração Cavassin
Comec	Sanepar
Ministério Público	---

QUADRO 4.2 - INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E EMPRESARIAIS SELECIONADAS

No poder público, a Prefeitura Municipal tem importante papel na aplicação do Plano Diretor, aprovação de novos loteamentos urbanos, liberação de alvarás de construção e de funcionamento, além da fiscalização e orientação aos munícipes. Por sua vez, a Câmara Municipal atua para aprovar e criar leis municipais que contribuam de forma direta ou indireta para a sustentabilidade do aquífero. A Defesa Civil, também conhecida como Corpo de Bombeiros Comunitário, tem participação pós-evento, com a sinalização e a segurança do local. A Mineropar se ocupa das obrigações do Estado no setor geológico e mineral, e executa, entre outras atividades, mapeamentos geológicos e geotécnicos necessários ao planejamento urbano, assessoramento a órgãos públicos na gestão territorial e ambiental. Em 2004 elaborou o Plano Diretor de Mineração para a RMC. Presta também, apoio técnico na elaboração dos Planos Diretores Municipais, faz o acompanhamento e o registro de eventos ocorridos com emissão de laudo e divulgação do assunto por meio de palestras. Atualmente, colabora com o IAP por meio de um convênio para fornecer subsídios técnicos ao licenciamento ambiental para atividades de mineração. Já a Suderhsa, que gerencia os recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado, tem por competência licenciar, controlar e monitorar a perfuração dos poços nas zonas de aquífero. A outorga prévia deve ser requerida pelos novos empreendimentos que necessitam de licenciamento ambiental e para a perfuração de poço tubular. O IAP possui atuação importante no licenciamento ambiental das atividades potencialmente poluidoras, além de fiscalizar aquelas que possam trazer danos ao aquífero. A Comec atua nas questões de uso e ocupação do solo regional. Elaborou o “Plano de Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst

da Região Metropolitana de Curitiba”, que passou a orientar os Planos Diretores Municipais. A Comec também é um órgão consultivo em projetos de grande porte e emite anuência prévia para projetos de loteamento em áreas urbanas. O Ministério Público realiza audiências públicas para discussão sobre o tema, além de fiscalizar as políticas públicas, acompanhar a elaboração e estabelecimento dos Planos Diretores Municipais e coibir a instalação de empreendimentos com potencial poluidor, ocupações irregulares e a superextração de água do aquífero.

Já no setor produtivo, as empresas selecionadas foram as que operam na exploração dos recursos minerais presentes nas áreas de carste, ou seja, extração e beneficiamento de cal e calcário, e captação, envase ou distribuição de água mineral. Neste último, destaca-se a participação da Sanepar, a qual explora comercialmente a água extraída dos poços que opera.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O formulário aplicado junto à população que reside sobre área de influência do Aquífero Carste, bem como o questionário aplicado ao poder público local e regional e ao setor produtivo, permitiu que os dados coletados fossem passíveis de análise e interpretação. No presente capítulo apresenta-se a tabulação e os resultados obtidos com a aplicação dos referidos instrumentos de pesquisa.

### 5.1 TABULAÇÃO DOS FORMULÁRIOS APLICADOS À POPULAÇÃO EM GERAL

#### 5.1.1 Perfil dos entrevistados

Apesar de ser considerado de caráter eliminatório ao cidadão que não fosse morador da região compreendida pela pesquisa, 22 dos entrevistados que afirmaram não ser residentes no local e 11 que não o informaram, correspondendo a 8% da amostra, participaram da pesquisa respondendo ao formulário (Figura 5.1). Tal fato ocorreu, muito provavelmente, por falha na condução do processo.

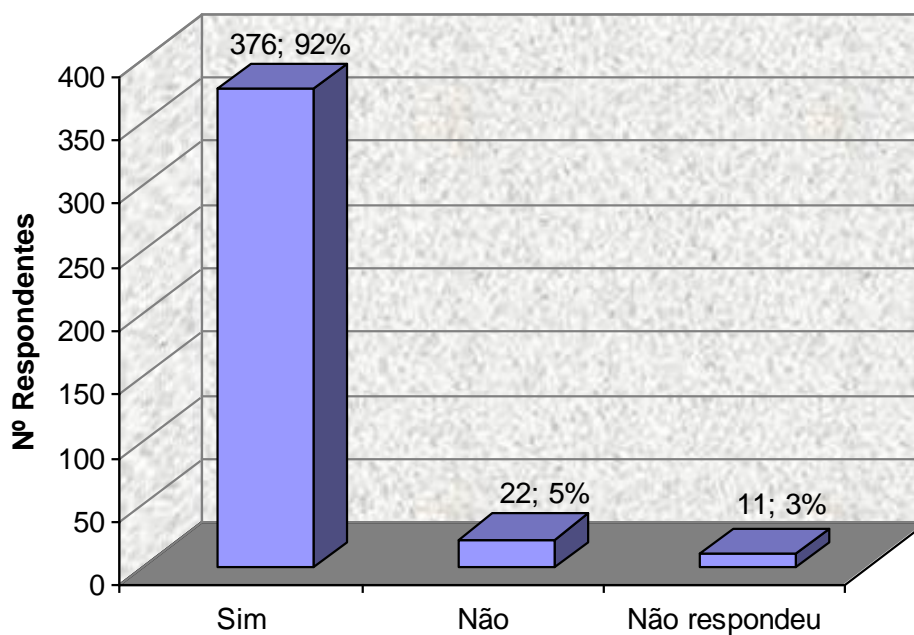


FIGURA 5.1 – É RESIDENTE DA REGIÃO?

Contudo, para a tabulação dos resultados, foram acatados os 409 respondentes, por se tratar de uma margem pequena e aceitável de não-moradores e porque os que não responderam – portanto não sendo classificados em nenhum grupo – estão sujeitos a morar na região. Além disso, a pergunta era direcionada aos moradores da região e não do município, o que torna plausível considerar que incluísse os que não moram especificadamente na região onde a pesquisa estava sendo aplicada, porém residentes em outra pertencente ao município. Outra localidade, porém, também pode estar inserida sobre a área de influência do aquífero. Também houve algumas situações em que o entrevistado disse não viver no lugar, mas possui chácara na região e, por isso, frequenta o município durante todos os finais de semana. Outros, ainda, vêm ao município apenas para trabalhar.

Os dados adquiridos sofreram uma estratificação da amostra, permitindo, assim, algum nível de comparação das informações, envolvendo as seguintes categorias de distribuição: por faixa etária; por gênero; por profissão; e por grau de escolaridade. A amplitude das idades entre os respondentes do formulário variou de 16 a acima de 51 anos. Há um nítido predomínio na faixa de 33 a 50 anos (40%), ou seja, pessoas adultas com família constituída e, em sequência, de 16 a 32 anos (34%), que juntos perfazem 74% dos entrevistados.

Para uma melhor visão do perfil etário, elaboraram-se grupos de faixas etárias com três classes de idade, sendo elas: 16 a 32, 33 a 50 e acima de 51 anos. Nota-se que 3% não responderam a esta questão, o que pode estar associado ao fato do entrevistado não se sentir à vontade em expor a idade ou por falha do entrevistador em não perguntar (Figura 5.2).

O perfil da distribuição por gênero entre os respondentes da pesquisa apresentou predomínio feminino: 54% são mulheres (Figura 5.3). Torna-se evidente que o percentual dos que não responderam (8%), por tratar-se de mera observação, decorreu de falha do entrevistador que não assinalou o gênero ao qual pertencem.



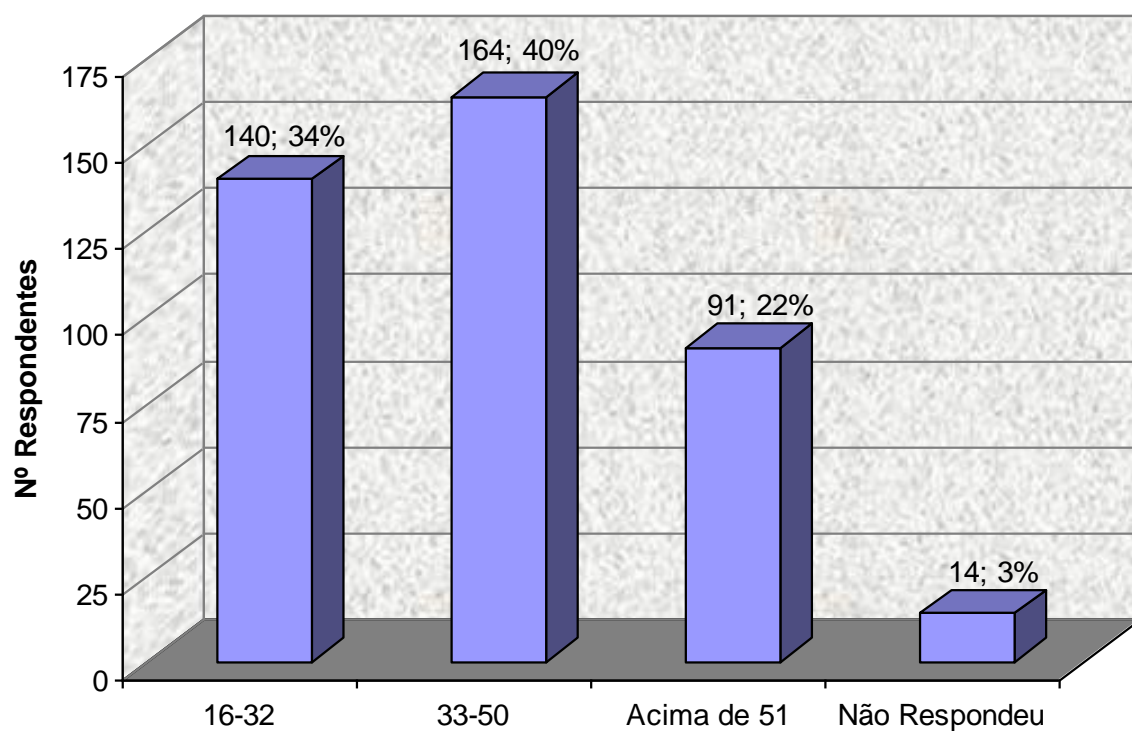


FIGURA 5.2 – DISTRIBUIÇÃO POR FAIXA ETÁRIA

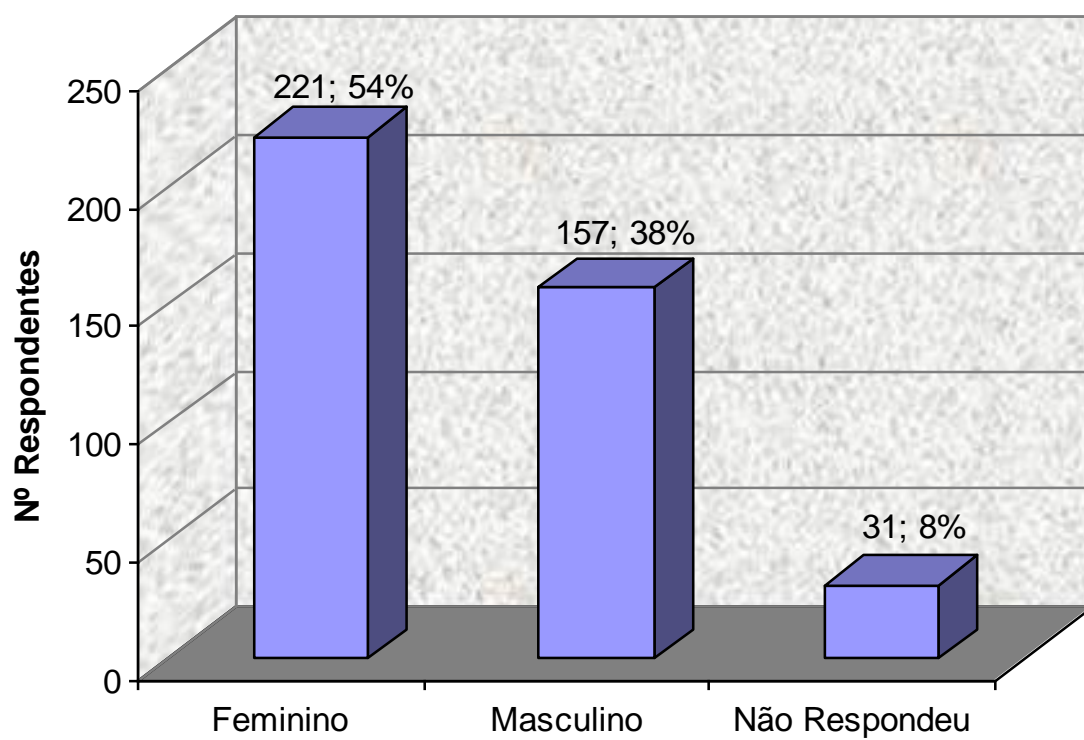


FIGURA 5.3 – DISTRIBUIÇÃO POR GÊNERO

Em relação à profissão, verifica-se que 18% dos entrevistados são do lar, e, em segundo lugar, aposentado ou pensionista com 8%. Tal resultado pode estar associado ao fato de um grande número de formulários ter sido aplicado em residências durante os dias úteis da semana, período em que a maioria da população economicamente ativa encontra-se nos locais de trabalho exercendo suas atividades profissionais (Figura 5.4).

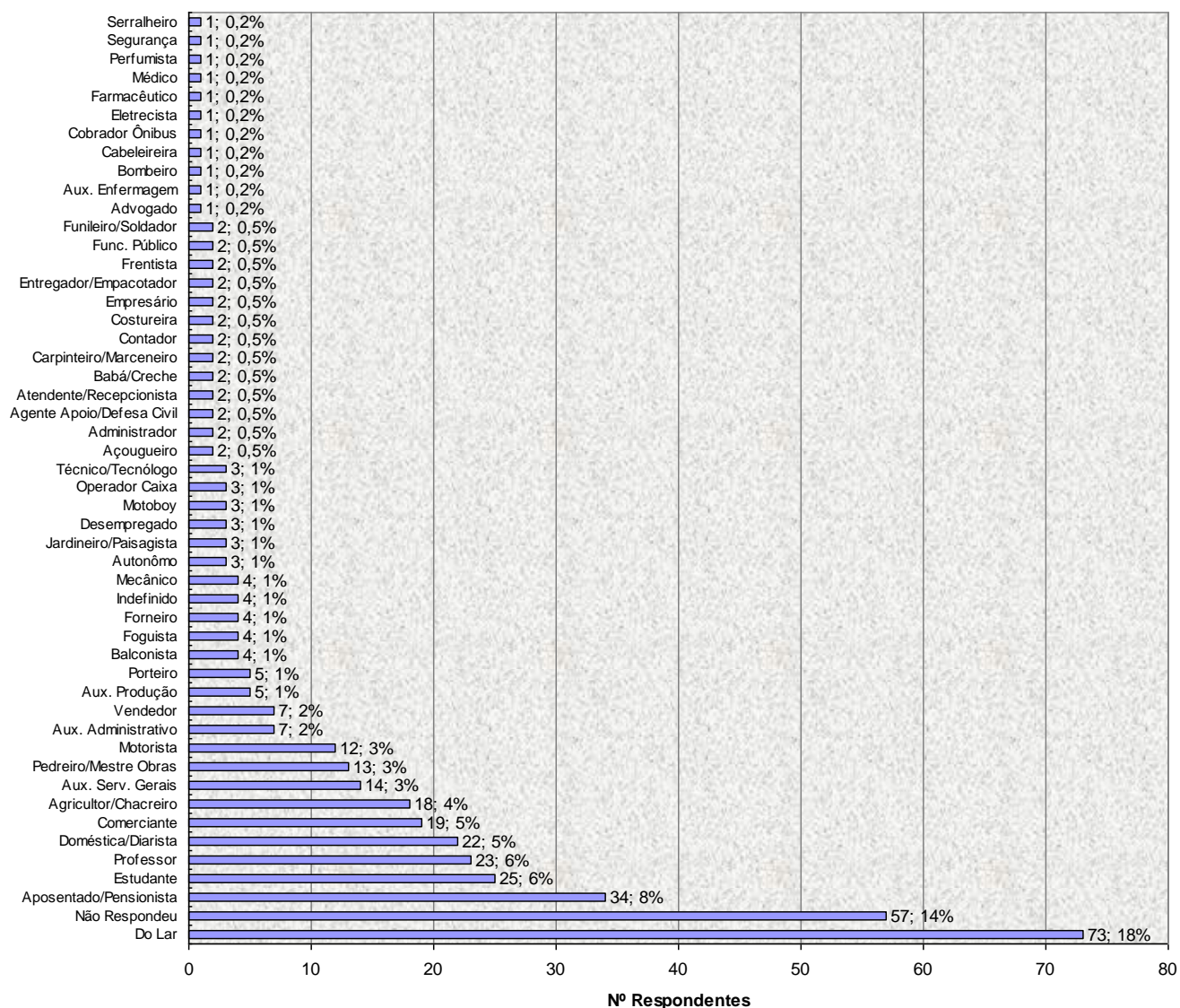


FIGURA 5.4 – DISTRIBUIÇÃO POR PROFISSÃO

Com menores percentuais, porém de grande significância, há os empregos no setor de serviços (professor, diarista, auxiliar de serviços gerais, motorista, auxiliar administrativo, auxiliar produção, porteiro, entre outros), que juntos correspondem a pelo menos 35% dos respondentes. De acordo com a Relação

Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o setor de serviços foi o principal responsável pelo aumento de empregos no período de 2000 a 2004 em Almirante Tamandaré, gerando um crescimento de 30,6% de novas ofertas de trabalho nesse setor (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006).

Atente-se que aqueles que não responderam essa questão correspondem a 14% dos entrevistados, ou seja, é muito provável que houve uma desatenção por parte do dirigente da entrevista que descartou a pergunta deixando o espaço em branco.

O perfil da escolaridade dos entrevistados se mostrou com grande predomínio em baixa instrução, de maneira que 31% possuem o primeiro grau até a quarta série completa e 11% são analfabetos, o que totaliza quase a metade dos entrevistados, 42% (Figura 5.5). Em seguida, com média instrução e em igual percentual (22%), tem-se: primeiro grau até a oitava série completa e segundo grau completo, totalizando 44% do total dos pesquisados. Apenas 11% apresentam alto grau de instrução, ou seja, com terceiro grau ou pós-graduação completa.

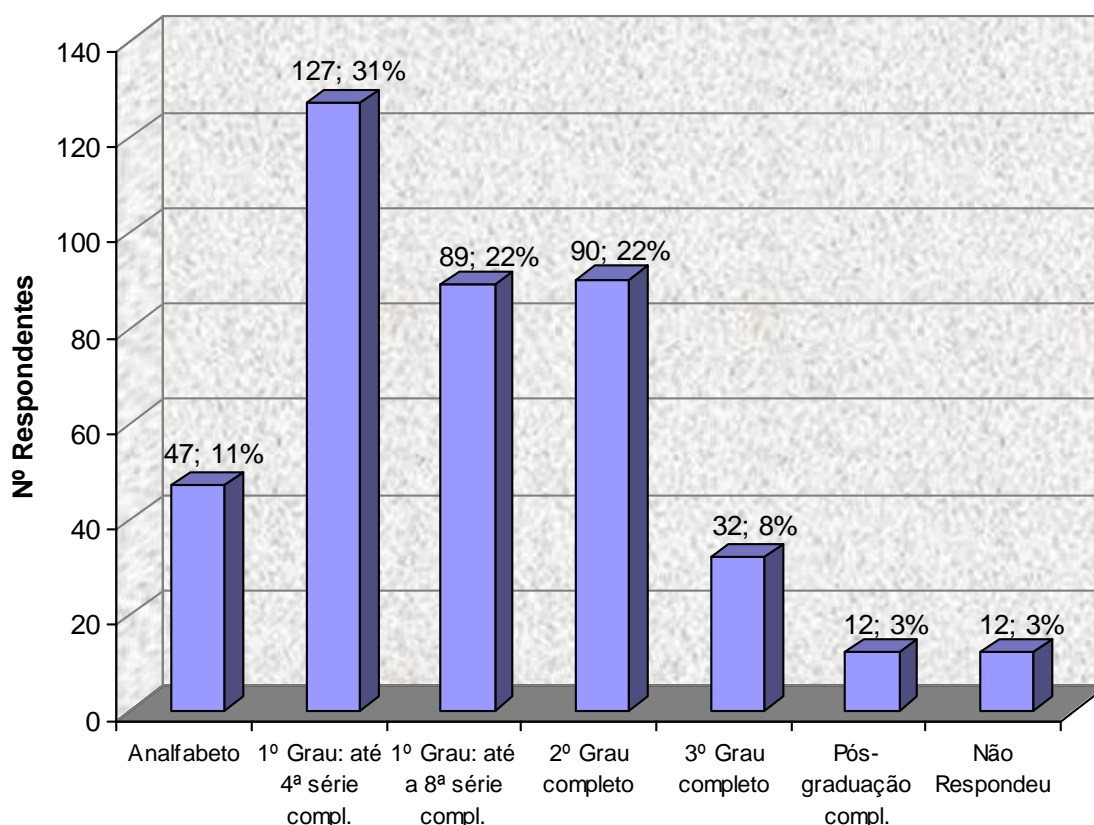


FIGURA 5.5 – DISTRIBUIÇÃO POR GRAU DE ESCOLARIDADE

Esses resultados demonstram que a população inserida sobre a área de influência do aquífero, conforme amostragem de 409 indivíduos, apresenta na sua maioria baixo grau de instrução e por essa razão desempenham atividades que exigem menor qualificação profissional. Esta baixa escolaridade pode intervir na capacidade de compreensão das questões relacionadas ao Aquífero Carste.

### 5.1.2 Conhecimento das imagens associadas à cidade

O objetivo principal da *questão 1* era o de conhecer se o carste é ou não uma imagem que a população identifica à cidade. Questionados, então, se fechassem os olhos por alguns instantes e pensassem em Almirante Tamandaré, quais seriam as imagens que viriam à sua cabeça, 7,2% responderam violência, mortes, roubos, mulheres mortas ou brigas. Fazendo um comparativo com os dados do Sistema de Informação Municipal em Saúde, evidencia-se que em relação ao coeficiente de mortalidade, as agressões têm se mostrado a principal causa de óbito em 2002, com 48,2 mortes para cada 100 mil habitantes, um aumento de quase 100% comparado ao ano de 1996 que registrou 25,1 óbitos. Seguindo a mesma linha de comparação, na pesquisa realizada pela FGV/ISAE, 80% dos entrevistados afirmaram não estarem satisfeitos com a segurança do município, o que pode ser considerado reflexo dos altos índices de violência e criminalidade (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 160 e 161).

Em contrapartida, estiveram presentes em 5,5% das respostas, natureza, mata, verde, árvores ou vegetação. Cal, calcário, minérios, pedreiras e mineração apareceram em quarto lugar com 4,8% das respostas e água ou água boa para o consumo em décimo-segundo lugar com 2,4%. Apenas uma resposta (0,2%) apontou o aquífero. Com isso, observa-se que o Aquífero Carste ainda não permeia o imaginário coletivo de grande parte dos habitantes entrevistados, os quais podem agir como se não existisse e inconscientemente desencadear um comportamento urbano nocivo a esse manancial subterrâneo.

É importante compreender que o entrevistado não foi informado sobre o objeto específico da pesquisa, ou seja, que o estudo envolvia o Aquífero Carste, e por esta razão as respostas não sofreram influências externas, podendo identificar

exatamente aquilo que o entrevistado percebe como imagens representativas da cidade.

Desta forma, torna-se relevante observar que os resultados obtidos apontam dois principais contrapontos existentes na cidade: de um lado, o grande patrimônio natural e paisagístico e, de outro, o crescimento desordenado com conseqüente aumento nos índices de violência e criminalidade. Neste último, corrobora-se o posicionamento de Araújo (2005) que, ao estudar o processo de expansão urbana em Almirante Tamandaré frente às restrições ambientais, considerando a sustentabilidade urbana um desafio a ser vencido, esclarece que no cenário metropolitano as questões sociais e ambientais se apresentam mais conflitantes:

No período entre 1970 e 2000, Almirante Tamandaré apresentou um expressivo crescimento, passando de uma população de 15.299 para 88.277 habitantes. Este crescimento foi devido à grande oferta de áreas com preços acessíveis e um sistema de transporte coletivo que possibilitou a seus moradores trabalhar em outros municípios, em especial Curitiba. Além disso, na década de 1990, o município recebeu um grande número de pessoas que passaram a ocupar áreas irregularmente, provocando um agravamento das questões sociais e ambientais (ARAÚJO, 2005, p. 153).

Pelo fato de a questão gerar inúmeras respostas e para facilitar a identificação daquelas que apresentavam maior relação com as dimensões natural, social, cultural, econômica, psicológica, institucional e referência a espaços construídos, elaborou-se uma categorização dos resultados.

Assim, verificou-se que 20,1% das respostas estão associadas a aspectos subjetivos; ou seja, a forma como o indivíduo se sente ou percebe o espaço no qual está inserido. Do restante, 19,8% associaram a cidade a seus aspectos naturais, isto é, relacionados aos compartimentos ambientais – hidrosfera, atmosfera, litosfera e biosfera; 19% a aspectos institucionais, com as boas e más práticas da gestão pública; 18,3% a aspectos sociais relacionados à moradia, educação, segurança, entre outros, ou quando não havia um objeto claramente definido. Além disso, em 8% das respostas, houve menção a aspectos econômicos associados às atividades de geração de renda no município; 7,7% se referiram a espaços construídos, com identificação de bens ou patrimônio imobiliário da cidade; 0,2% a aspectos culturais relativos à produção artística; 0,5% outros, quando a resposta não apresentava um objeto claro passível de classificação; e 6,4% não responderam a questão (Figura 5.6).

Por um momento, acreditou-se que a maioria das respostas relacionadas ao aspecto natural tivesse origem nos formulários aplicados na área rural, pela relação mais próxima com o campo, a mata e os animais. No entanto, esta constatação não foi verificada, o que leva a concluir que embora as pessoas não morem no campo, sentem-se como pertencentes desse espaço, uma vez que passam a conhecer as outras extensões do município por meio dos canais de comunicação, a exemplo do Circuito da Natureza de turismo rural, roteiro amplamente divulgado na região e visitado por muitos turistas, por suas riquezas paisagísticas e ambientais. Outra idéia estaria relacionada a uma nostalgia daquilo que não vivem, uma visão romântica da “vida no campo”, por ser diferente do que os respondentes vivenciam na cidade.

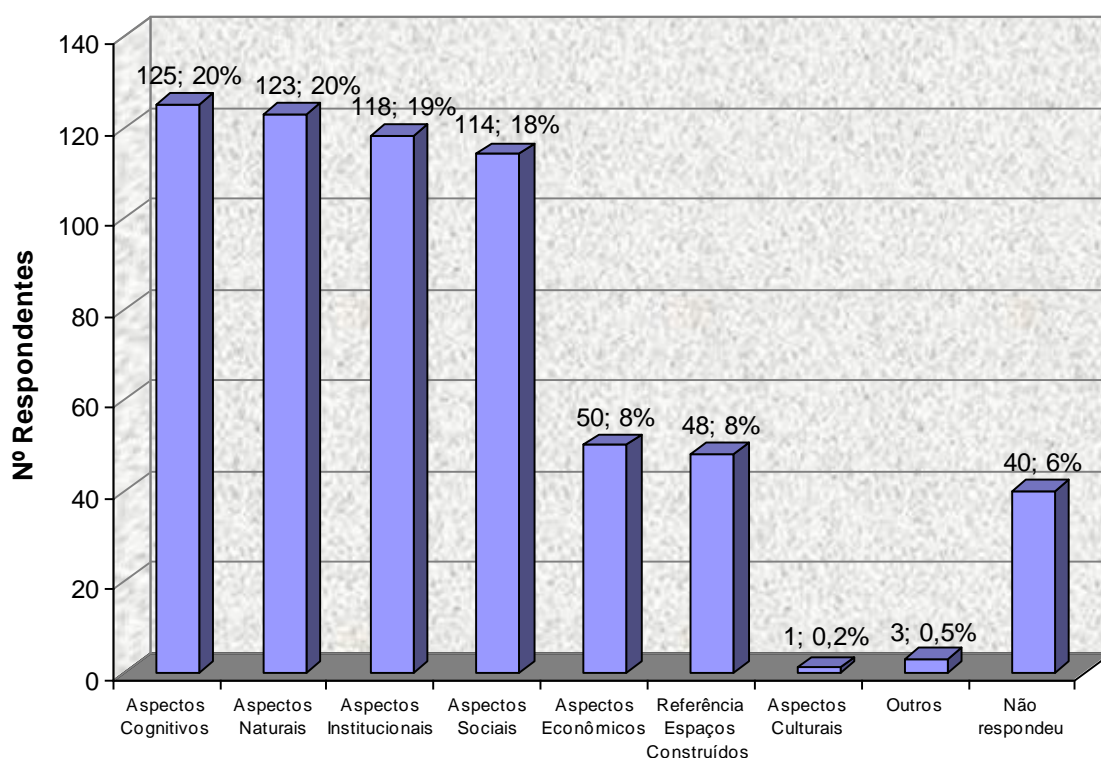


FIGURA 5.6 – QUESTÃO 1: SE VOCÊ FECHAR OS OLHOS POR ALGUNS INSTANTES E PENSAR EM ALMIRANTE TAMANDARÉ, QUAIS SÃO AS IMAGENS QUE VÊM À SUA CABEÇA?

Uma avaliação geral das respostas evidencia que elas foram expressadas de forma muito genérica; ou seja, não houve aprofundamento, discussão ou explicação das respostas dadas, o que pode estar associado ao baixo envolvimento do cidadão com as questões relativas à cidade. E ainda, mais da metade delas apontaram elementos positivos do município (52,2%), enquanto 47,8% associaram

aspectos negativos; contudo nessa avaliação, tais percentuais se mostraram quantitativamente equilibrados (Tabela 5.1).

A Tabela 5.1 detalha respostas classificadas em cada um dos aspectos apresentados na figura anterior, bem como o número de respostas e o grau qualitativo; ou seja, se estão associadas à percepção positiva ou negativa da cidade.

TABELA 5.1 - RELAÇÃO DAS RESPOSTAS OBTIDAS NA QUESTÃO 1 E CLASSIFICADAS EM CADA ASPECTO

<b>ASPECTOS</b>	<b>Nº DE RESPOSTAS</b>	<b>GRAU QUALITATIVO</b>
<i>Cognitivos</i>		
Ótimo/Imagens boas/Gosto daqui/Cidade boa/bela	21	Positivo
Poluição/Destruições	20	Negativo
Cidade medíocre/Falida/Declínio/Pobreza	15	Negativo
Buraco	11	Negativo
Insegurança/Medo das pessoas	10	Negativo
Lugar tranquilo/Sossego/Bom de morar	8	Positivo
Cidade mal acabada/Feia/Ruim de morar	7	Negativo
Nada de bom/Falta muita coisa/Não vai melhorar	5	Negativo
Bagunça/Desorganização/Abandono	5	Negativo
Paisagem/Lugares bonitos	5	Positivo
Natureza acabando/Mau trato/Desmatamento	4	Negativo
Coisa ruim	4	Negativo
Pessoas tristes/Gente feia	2	Negativo
Benefício	1	Positivo
Malefício	1	Negativo
Passado trágico	1	Negativo
Só Merda	1	Negativo
Bomba explodindo	1	Negativo
Ainda dá para morar	1	Negativo
Cidade Natal	1	Positivo
Queria uma coisa boa	1	Negativo
<b>Total</b>	<b>125</b>	
<i>Naturais</i>		
Natureza/Mata/Verde/Árvores/Vegetação	34	Positivo
Morros/Barranco	29	Positivo
Mato	16	Positivo
Água/Água boa para consumo	15	Positivo
Pinheiros/Araucárias/Pinhão	7	Positivo
Rios/Nascentes	7	Positivo
Rica em Meio Ambiente/Muitos recursos ambientais	4	Positivo
Barro/Lama	2	Negativo
Animais/Pássaros	2	Positivo
Cavalo	1	Negativo
Cachorro	1	Negativo
Ar melhor que Curitiba	1	Positivo
Morro Daledone	1	Positivo
Rio Barigui	1	Positivo
		<b>Continua...</b>

<b>Continuação...</b>		
Alagamento do rio	1	Negativo
Aquífero	1	Positivo
<b>Total</b>	<b>123</b>	
<i>Institucionais</i>		
Esgoto/Valeta a céu aberto/Falta de saneamento	25	Negativo
Melhorias/Mudanças/Evolução/Progresso	17	Positivo
Melhoria das ruas/Asfalto bom/Estradas	8	Positivo
Saúde precária/Mau atendimento no hospital	8	Negativo
Creche/escolas/Ônibus escolar	7	Positivo
Mais cuidado/Melhorar mais	4	Negativo
Ensino precário/Sem professor/Falta creche	4	Negativo
Melhorar policiamento/Segurança	3	Negativo
Má distribuição das verbas/Má administrada	3	Negativo
Mal atendimento público/Descaso	3	Negativo
Falta de água/Coleta de lixo	3	Negativo
Falta de lazer/Infra-estrutura	2	Negativo
Iluminação Pública	2	Positivo
Prefeito nos abandonou/Políticos esqueceram	2	Negativo
Prefeito é bom	2	Positivo
Escuridão/Falta de luz	2	Negativo
Mato nas calçadas	1	Negativo
Parque Ambiental não é para todos	1	Negativo
Toco que não arrancaram	1	Negativo
Assistência social que não atende pobres	1	Negativo
Rede de esgoto em boas condições	1	Positivo
Correio que antes não tinha	1	Positivo
Prefeito Atílio Bini	1	Positivo
Falta de ônibus/acessos	1	Negativo
Falta de orelhão	1	Negativo
Ruas esburacadas/Sem asfalto/Sem arrumar	14	Negativo
<b>Total</b>	<b>118</b>	
<i>Sociais</i>		
Violência/Mortes/Roubos/Mulheres mortas/Brigas	45	Negativo
Lixo/Lixão/Sujeira	20	Negativo
Pó/Poeira	12	Negativo
Favela (s)/Barracos/Periferia	11	Negativo
Casas/Muitas casas amontoadas	4	Negativo
Droga/Vícios	3	Negativo
População não ajuda/Sem interesse em melhorar	3	Negativo
Desigualdade Social/Dificuldade de viver	2	Negativo
Vizinhos	2	Positivo
Minha casa	2	Positivo
Muito boteco	1	Negativo
Gente sem comunicação	1	Negativo
Mulheres	1	Positivo
Povo tamandareense	1	Positivo
Facilidade de acesso a capital	1	Positivo
Segurança	1	Positivo
Caminhão do lixo	1	Positivo
Abastecedouro de água	1	Positivo
Crescimento populacional	1	Positivo
		<b>Continua...</b>



**Continuação...**

Tráfego caminhões	1	Negativo
<b>Total</b>	<b>114</b>	
<i>Econômicos</i>		
Cal/Calcário/Minérios/Pedreiras/Mineração	30	Positivo
Terra fértil/Plantações/Lavoura/Agricultores	7	Positivo
Fornos de cal/Fábricas cal	6	Positivo
Área rural/Chácaras	3	Positivo
Circuito da Natureza	2	Positivo
Comércio	1	Positivo
Banco	1	Positivo
<b>Total</b>	<b>50</b>	
<i>Referência Espaços Construídos</i>		
Portal da Cidade	9	Positivo
Parque Anibal Khury/Ambiental/Haras	8	Positivo
Hospital/hospital antigo/Posto Saúde Tranqueira	5	Positivo
Prefeitura	4	Positivo
Igrejas/Igreja Matriz/Igreja do meu bairro	3	Positivo
Praça/Banco da praça Central/Praça Skate	3	Positivo
Centro de Tamandaré/Vila	3	Positivo
Estrada de ferro/Trem	3	Positivo
Terminal	2	Positivo
Parque Tanguá	2	Positivo
Fórum	1	Positivo
Minha casa rachando por causa do Aquífero	1	Negativo
Parques	1	Positivo
Estádio Futebol	1	Positivo
Mercadinho	1	Positivo
Parque Águas Valverde	1	Positivo
<b>Total</b>	<b>48</b>	
<i>Culturais</i>		
Festa da Quirera	1	Positivo
<i>Outros</i>		
Vai virar em água	1	Negativo
Toda Almirante Tamandaré	1	Positivo
Região Tranqueira	1	Positivo
<b>Total</b>	<b>3</b>	
<i>Não sabe/Não respondeu</i>		
Não sei/Não lembro/Nada/Pouca coisa	31	---
Não respondeu	9	---
<b>Total</b>	<b>40</b>	

**5.1.3 Percepção do Aquífero Cárstico**

Os resultados alcançados na *questão 2*, ante a qual apenas 32,3% dos respondentes manifestaram conhecer ou já ouvir falar no Aquífero Carste, evidenciaram, em maioria, que se trata de um reservatório ou depósito de água subterrânea (15,2%), seguido de lençol subterrâneo ou lençol de água (13,6%) e

água debaixo da terra ou subsolo (11,4%). É curioso observar que mesmo afirmando não conhecer o Aquífero Carste, um respondente da área rural comentou sobre as casas com problemas de rachaduras que ouviu falar, ou seja, mesmo não sabendo explicar consegue estabelecer uma relação indireta com o problema (Figura 5.7)

Em relação aos percentuais alcançados nesta questão, tal semelhança nos resultados também foi observada por Silva e Mantovani (2006). Ao realizarem uma pesquisa com 425 professores da rede estadual e municipal de ensino dos municípios inseridos na região cárstica curitibana (porção norte da RMC), revelaram que 93% destes desconhecem o que é o Carste. Inclusive relativamente àqueles municípios que já registraram eventos geológico-geotécnicos, como é o caso de Rio Branco do Sul, Colombo e Almirante Tamandaré, denotaram baixo conhecimento frente à realidade ambiental local. Torna-se pertinente destacar que a resposta afirmativa ou negativa na *questão 2* condicionava a continuidade de responder (ou não) o bloco das *questões 2.1 (a, b, c e d)*. Em caso de resposta negativa, a questão subsequente seria a 2.2 (a) (ver Apêndice I).

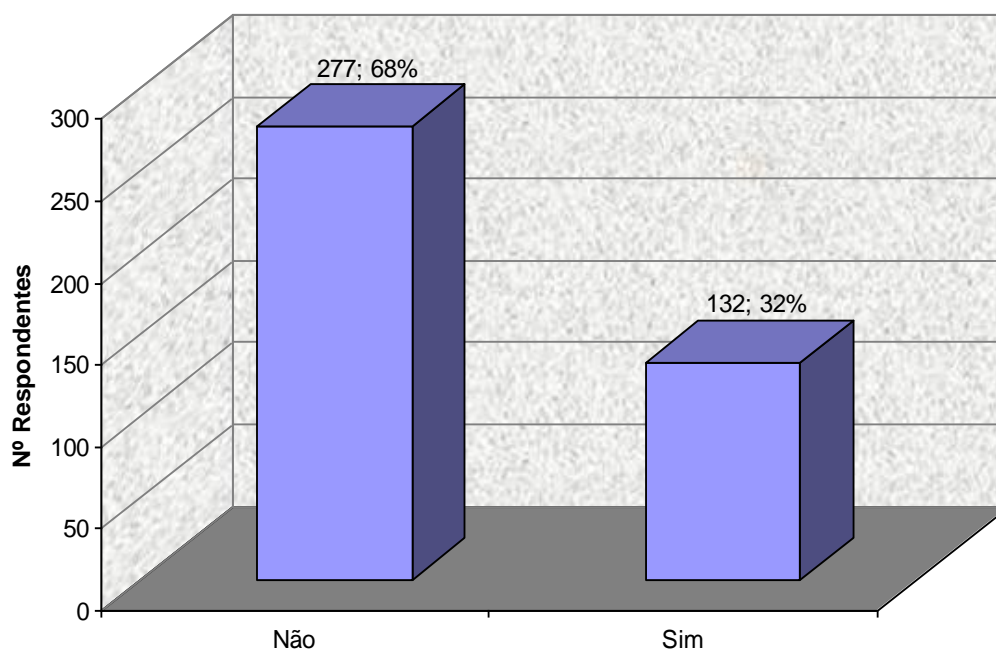


FIGURA 5.7 – QUESTÃO 2: VOCÊ CONHECE OU JÁ OUVIU FALAR NO AQUÍFERO CARSTE?

Para os 32,3% que afirmaram conhecer ou ter ouvido falar no Aquífero Carste, do somatório das respostas obtidas na *questão 2.1 (a)*, grande parcela (74,2%) expressiu relação direta com o carste. Do restante, 13,6% estavam

indiretamente relacionadas e 12,1% incorretas, não souberam explicar ou não responderam (Figura 5.8). Nota-se que o total das respostas que estabeleceram alguma relação com o carste é significativo (87,8%), demonstrando que a população está informada ou busca conhecer o assunto.

A Tabela 5.2 descreve as respostas classificadas em cada um dos grupos apresentados no gráfico da Figura 5.8.

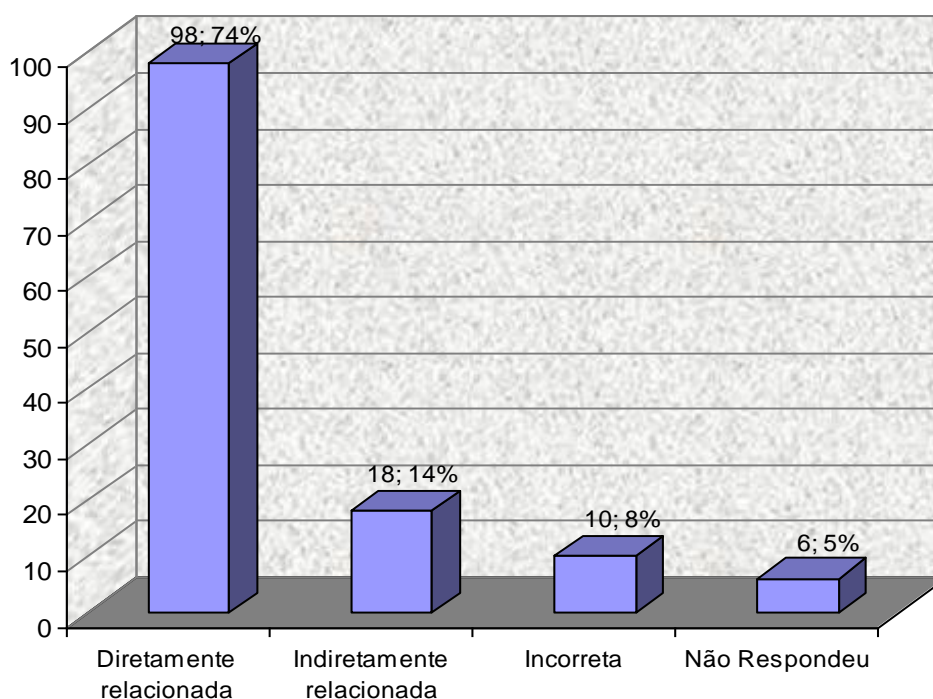


FIGURA 5.8 – CATEGORIZAÇÃO DA QUESTÃO 2.1 (A)

TABELA 5.2 - RELAÇÃO DAS RESPOSTAS OBTIDAS NA QUESTÃO 2.1 (A) CLASSIFICADAS EM CADA GRUPO

<b>RELAÇÃO</b>	<b>N.º DE RESPOSTAS</b>
<i>Diretamente relacionadas</i>	
Reservatório/ Depósito de Água subterrânea	20
Lençol Subterrâneo/Lençol de Água	18
Água debaixo da terra/ subsolo	15
Água Subterrânea	5
Reserva/ Concentração/ Acúmulo de Água	5
Lençol freático de água	4
Água	4
Bolsa/Bolsão de água em baixo do solo	3
Água que tem embaixo da nossa cidade	2
Maior reservatório de água de Tamandaré	2
Fartura de água natural	2
	<b>Continua...</b>

<b>Continuação...</b>	
Colchão de água que tem embaixo da cidade	1
De origem Servo-croata, campos de pedra calcária	1
Tanque subterrâneo	1
Reserva de Água nos municípios vizinhos	1
Muita água debaixo da terra em Tamandaré	1
Água que armazena a chuva debaixo da terra	1
Bacia de água embaixo da terra	1
Lençóis freáticos com água potável	1
Região de pedra rochosa com grande acúmulo de água	1
Nação de água	1
Água potável que há abaixo de nossos pés	1
Águas que somos privilegiados a receber	1
Grande camada de água embaixo da terra	1
Capirus (Rochas) que passam água mineral	1
Uma parte de Almirante que tem esse aquífero	1
90% do município está sobre aquífero	1
Sistema hidrogeológico com potencial de exploração	1
Estrutura em região carbonática com capacidade armazenamento de água pela dissolução da rocha	1
<b>Total</b>	<b>98</b>
<i>Indiretamente relacionadas</i>	
Cavernas embaixo do solo	2
Local onde tem água	2
Coisa que passa por debaixo da terra	2
Nascentes subterrâneas/ Minas d'água por baixo	2
Preocupação	1
Poço de Água Subterrânea	1
Buracos produzidos pela água	1
Água do solo que eles tiram	1
Rocha e poços artesianos que filtram água e acumula	1
Algo que está afundando o nosso colégio	1
Está por baixo	1
Um pouco de água a mais que nós temos	1
Água estável	1
Buracos que infiltram água	1
<b>Total</b>	<b>18</b>
<i>Não associadas ou com baixo grau de associação</i>	
Canal/Rio de água que passa por Tamandaré	3
Lugar de corrida	1
Assalto à Natureza	1
Solução do Mundo	1
Bacia debaixo da água	1
Como cuidar da água	1
Área de areia que a água se infiltra	1
Continuidade do Aquífero Guarani	1
<b>Total</b>	<b>10</b>
<i>Não sabe/Não respondeu</i>	
Não sei/ Não sei explicar	5
Não respondeu	1
<b>Total</b>	<b>6</b>

Quanto à *questão 2.1 (b)*, o resultado identificou que 67,4% dos entrevistados ponderam o Aquífero Carste como algo bom para o município, contra 17,4% que o consideram como algo ruim e 3,1% que não souberam dizer ou não responderam. Entretanto, 12,1% acreditam que é algo bom e ruim simultaneamente, o que se pode valer do argumento da dualidade existente sobre o assunto (Figura 5.9). De um lado, tem-se uma importante reserva de água que abastece a cidade e, de outro, os conflitos associados a sua exploração e ocupação que impõem limites para o crescimento e expansão urbana.

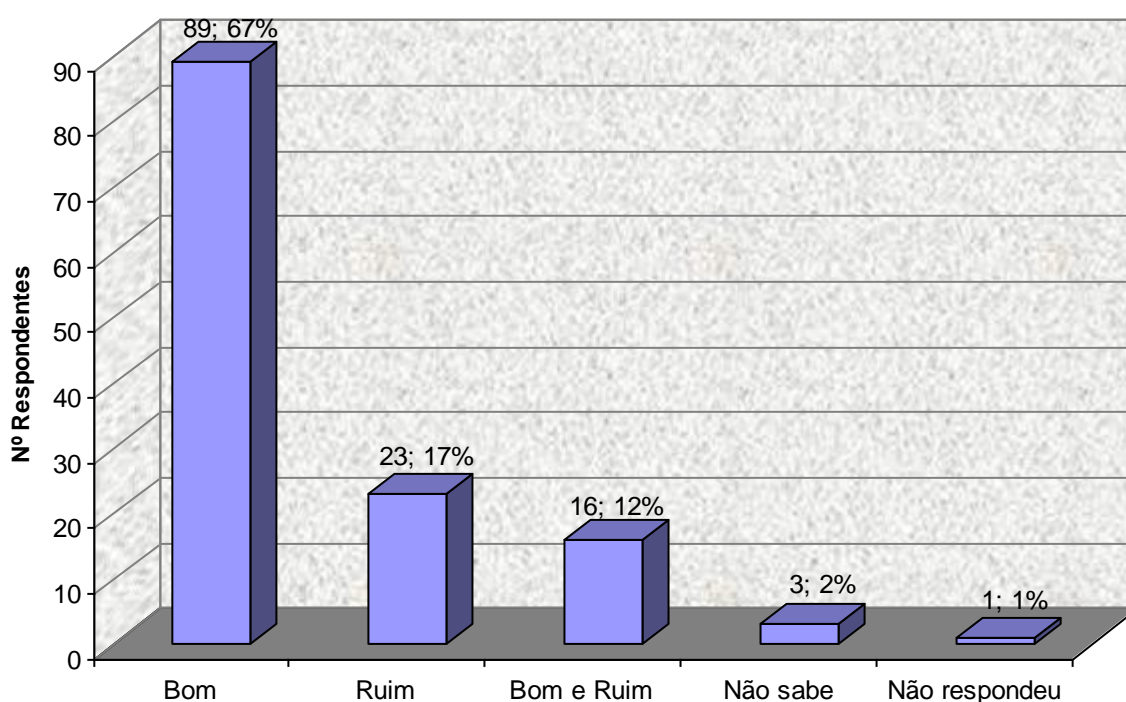


FIGURA 5.9 – QUESTÃO 2.1 (B): VOCÊ CONSIDERA QUE O AQUÍFERO CARSTE É ALGO BOM OU RUIM PARA O MUNICÍPIO?

Feita a categorização das respostas relacionadas ao porquê ser algo bom ou ruim, observa-se que 38% estão associadas à importância de uma reserva estratégica de água, 35,4% a aspectos de vulnerabilidade e riscos, 16,5% não responderam, muito provavelmente por não conseguirem argumentar ou por falha do entrevistador, e 10,1% apresentaram outras respostas (Figura 5.10). A Tabela 5.3 apresenta as respostas classificadas nos grupos citados acima.

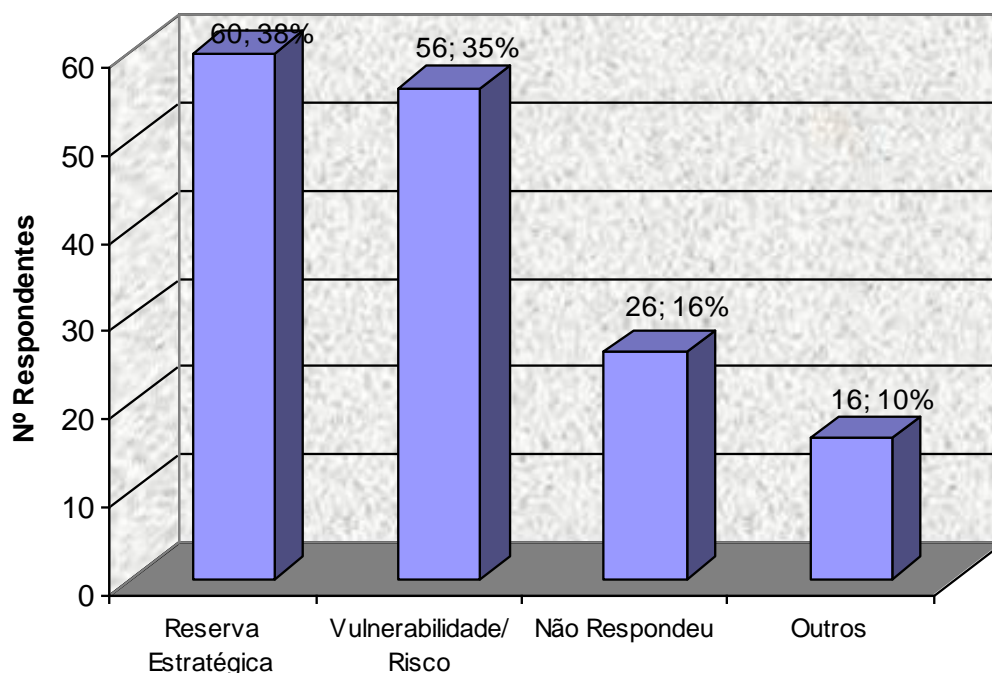


FIGURA 5.10 – CATEGORIZAÇÃO DA QUESTÃO 2.1 (B')

TABELA 5.3 - RESPOSTAS DA QUESTÃO 2.1 (B') CLASSIFICADAS EM CADA GRUPO

<b>GRUPO</b>	<b>Nº DE RESPOSTAS</b>
<i>Reserva Estratégica</i>	
Qualidade da água/Própria para consumo	21
Água em excesso/à vontade	9
Água/Água mineral	8
Fornecimento/Disponibilidade de água	7
É uma coisa boa/muito importante	4
Reserva de água	3
Escassez de água no futuro	3
Riqueza que pode ser explorada	2
É algo/riqueza natural	2
Se não tiver vamos ficar sem água	1
<b>Total</b>	<b>60</b>
<i>Vulnerabilidade/Risco</i>	
Não sei dizer/Depende/Porque sim	11
Problemas rachaduras/trincas	10
Construções podem desabar/cair	6
Pode causar problemas/transtornos	5
Prejuízos pessoas/município	3
Rebaixamento do solo/afundamentos	3
Buracos/Dolinas	3
Perigo que existe	2
É preocupante/Inseguro	2
É necessário saber explorá-lo	2
Colégio interdito/Prejudica as casas	2
Casas destruídas/danos causados	2
	<b>Continua...</b>

<b>Continuação...</b>	
Não pode construir prédios/altos	2
Sanepar prejudicou muitas residências	1
Riqueza que não pode ser utilizada	1
Cidade pode afundar	1
<b>Total</b>	<b>56</b>
<i>Outros</i>	
É bom se bem aproveitado/utilizado	3
Preservar a vida	3
Sustentabilidade da natureza	2
Falta de infra-estrutura	1
Deve-se manter limpo	1
Não fornecem água	1
Tem que se pagar pela água	1
É bom e ruim ao mesmo tempo	1
Sanepar vem assaltando os moradores	1
Uso está sendo ruim	1
Coisas que trarão benefícios	1
<b>Total</b>	<b>16</b>
<i>Não Respondeu</i>	<b>26</b>

Na *questão 2.1 (c)*, questionados sobre a importância de preservar o Aquífero Carste, 56,8% dos respondentes afirmaram ser muito importante preservá-lo, 34,8% importante, 4,5% pouco importante, 3% não sabem ou não responderam e apenas uma resposta (0,8%) apontou não ser importante (Figura 5.11). Ou seja, a população em geral reconhece a importância do aquífero, e por isso acredita ser importante preservá-lo, tanto pelo fato de se manter a estabilidade do meio com água em quantidade e qualidade quanto para garantir a seguridade da população que reside sobre a área de sua influência direta ou indireta.

Há de se considerar também, neste caso, a discussão entre a definição dos termos *preservação* e *conservação*. Para Franco (2001, p. 36), o primeiro, também conhecido como “princípio da não-ação”, estaria ligado à intocabilidade dos ecossistemas pela ação humana, enquanto o segundo pressupõe o uso dos recursos naturais pelo homem, prevendo o menor impacto possível, ou seja, sem destruir ou depredar.

Caso se considerasse que o Aquífero Carste deveria ser mantido preservado, como na opinião da maioria da população entrevistada, de acordo com a definição da autora (FRANCO, 2001), essa ação implicaria interrupção da sua exploração, o que poderia acarretar um verdadeiro caos no abastecimento público

da cidade. Talvez essa ideia justifique a opinião daqueles que não acreditam estar na maior escala de importância preservá-lo, ou seja, muito importante.

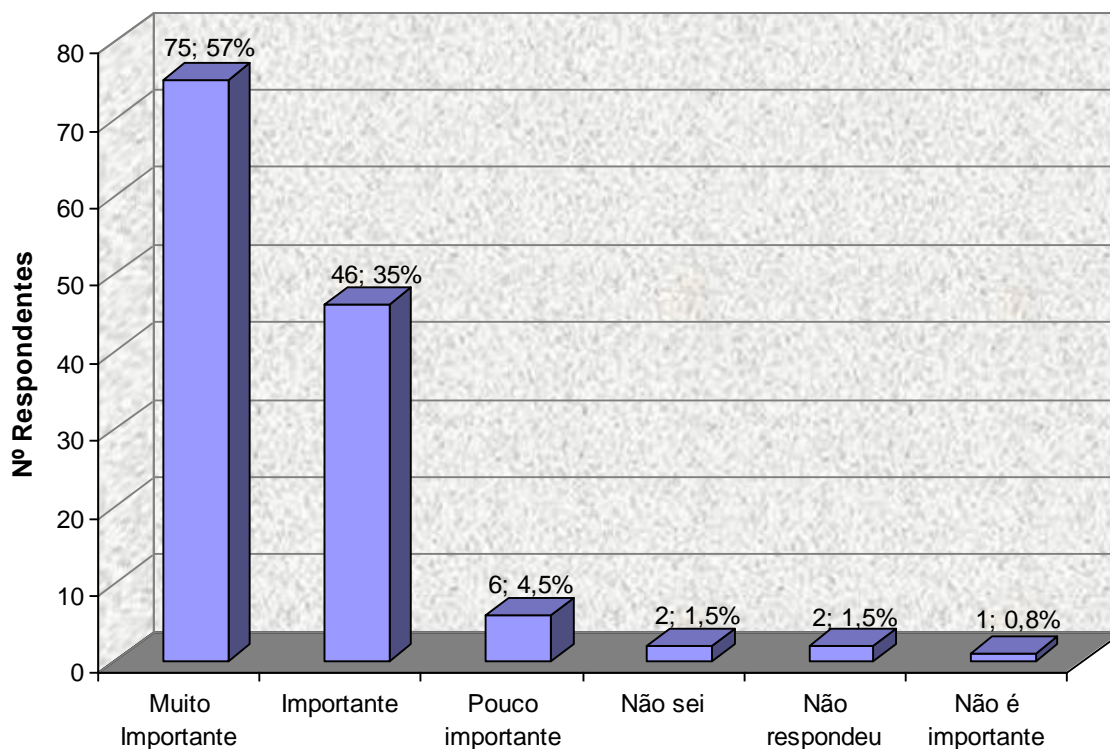


FIGURA 5.11 – QUESTÃO 2.1 (C): SOBRE A IMPORTÂNCIA DE PRESERVAR O AQUÍFERO, QUE ESCALA VOCÊ DARIA?

Na opinião dos entrevistados, quanto à responsabilidade de preservar o aquífero, *questão 2.1 (d)*, 33,5% acreditam que todos temos uma parcela de contribuição, 22,6% consideram a população em geral, 13,7% a Prefeitura Municipal, 11,8% Governo Federal, 8,5% Governo Estadual, 3,8% Organizações Não Governamentais (ONGs) e 2,4% comércio e indústria. Dentre aqueles que não sabem, não responderam, acreditam não precisar e apontaram outros, somam-se 3,8% (Figura 5.12). Um respondente da área rural observou, ainda, que a responsabilidade deveria ser principalmente por meio de leis para não explorar.

Desta forma, os dados revelam que a população reconhece que a preservação do aquífero é uma tarefa que envolve a responsabilidade de todas as esferas e deve ser compartilhada entre todos os atores da sociedade.



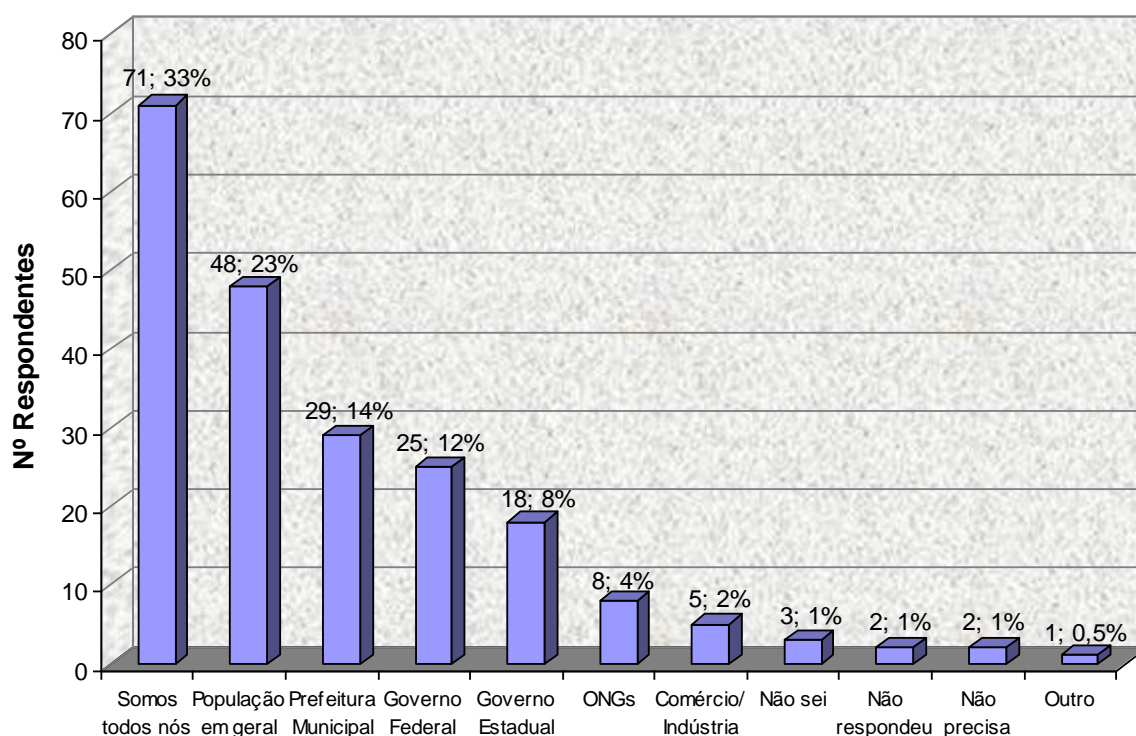


FIGURA 5.12 – QUESTÃO 2.1 (D): E A QUEM CABERIA A RESPONSABILIDADE DE PRESERVÁ-LO?

Para aqueles 67,7% que manifestaram não conhecer ou nunca terem ouvido falar no Aquífero Carste (*questão 2*), 61,4% responderam ter conhecimento de que abaixo do solo de onde moram existe água própria para o consumo (*questão 2.2 a*), ou seja, mesmo desconhecendo a denominação que recebe o aquífero, o indivíduo percebe que a sua residência está sobre um manancial subterrâneo e que a água dele proveniente é de boa qualidade, sendo passível de utilização para usos potáveis. Do restante, 37,5% declarou não ter conhecimento e 1,1% não respondeu (Figura 5.13). Vale observar que para as respostas negativas, a questão subsequente seria a de número 3 (ver Apêndice I).

Esta questão gerou dúvidas na resposta do entrevistado, porque proporciona duas formas de interpretação. Ele tanto poderia responder sob o ponto de vista se sabe ou não se existe água boa no subsolo própria para o consumo, quanto pode haver, a hipótese de saber que não existe ou existe, ou dizer que há ou não água abaixo do subsolo. De qualquer forma, optou-se por considerar todas as respostas, pois não é possível traduzir a interpretação desencadeada por cada respondente.

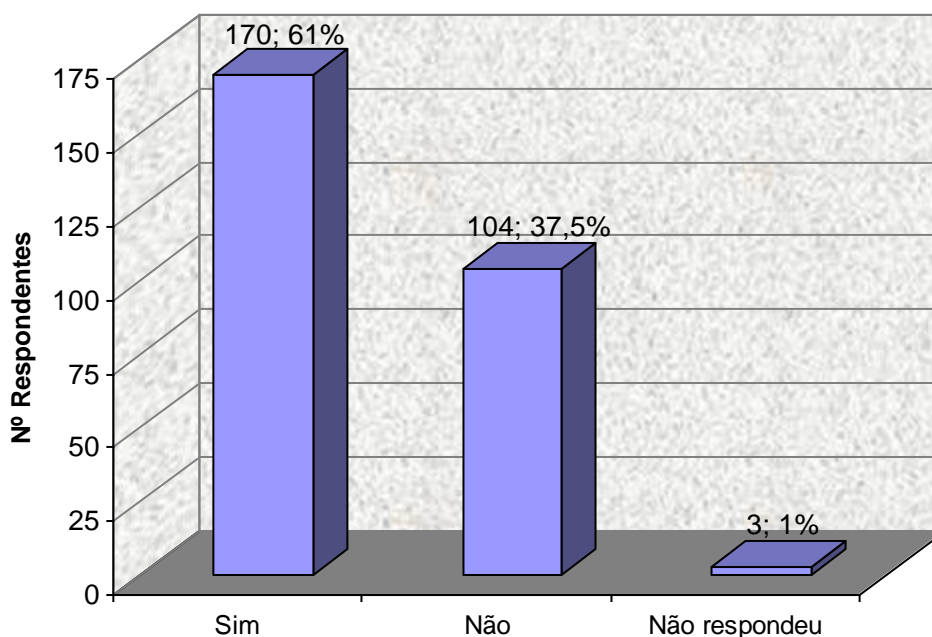
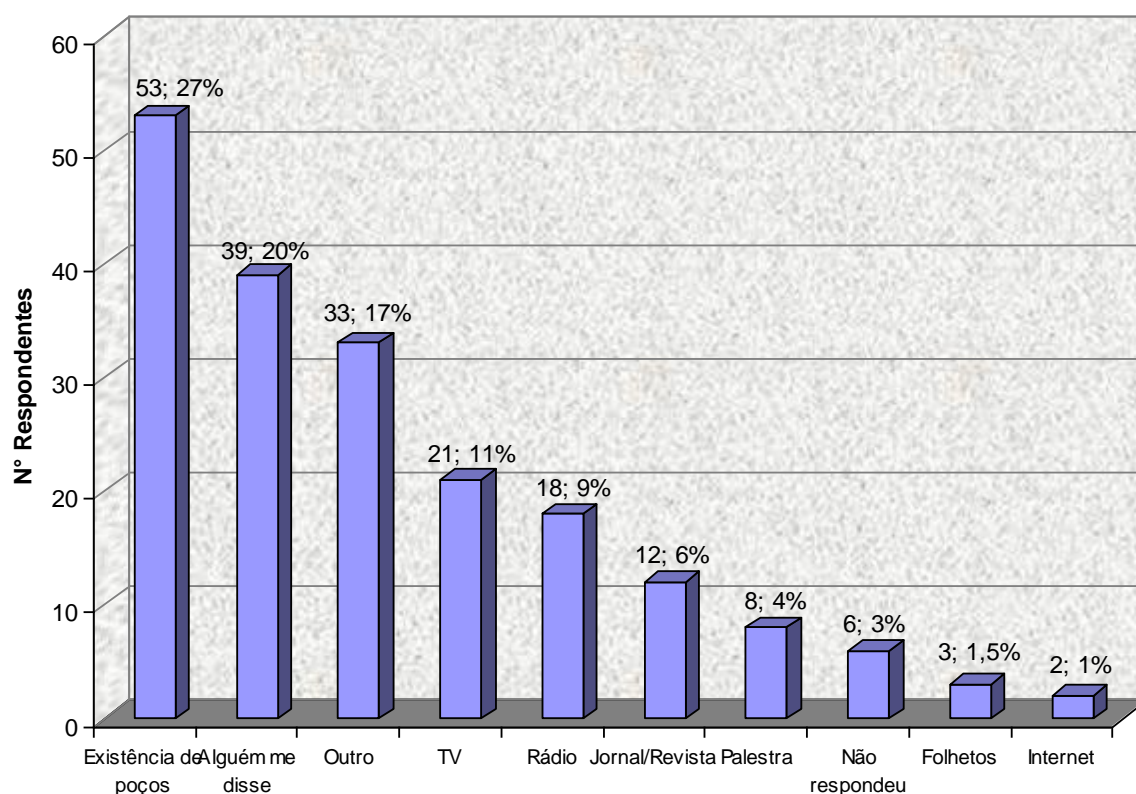


FIGURA 5.13 – QUESTÃO 2.2 (A): VOCÊ SABE SE NO SOLO EMBAIXO DE ONDE VOCÊ MORA EXISTE ÁGUA BOA PARA BEBER?

Na *questão 2.2 (b)*, questionados de como souberam dessa informação, dos 61,4% que disseram saber que existe água própria para o consumo, 27,2% responderam que é por meio da existência de poços perfurados (devido à grande quantidade na região), 20% alguém disse, 16,9% outras fontes (principalmente por meio de nascentes), 10,8% TV, 9,2% rádio, 6,2% jornal ou revista, 4,1% palestra, 3,1% não responderam, 1,5% folhetos e 1% internet (Figura 5.14).

Quando interrogados sobre a possibilidade da sua moradia estar comprometendo a qualidade da água do aquífero (*questão 2.2 c*), 50% dos respondentes declararam não prejudicar, 29,7% não sabem, 11,6% afirmaram prejudicar de alguma forma, 5,2% prejudicar pouco, 2,3% não responderam e, apenas 1,2%, acreditam prejudicar muito (Figura 5.15). Uma moradora do bairro Areias observou que a sua moradia é prejudicada pela falta de rede coletora de esgoto, o que acaba resultando no lançamento direto em rios e córregos.



\*Outro: Nascentes (15); Escola (4); Casas que caíram (2); Tem mesmo; Trabalho; Informação com os pais; Empresas água mineral; Pesquisa Sanepar.

FIGURA 5.14 – QUESTÃO 2.2 (B): COMO VOCÊ SOUBE DISTO?

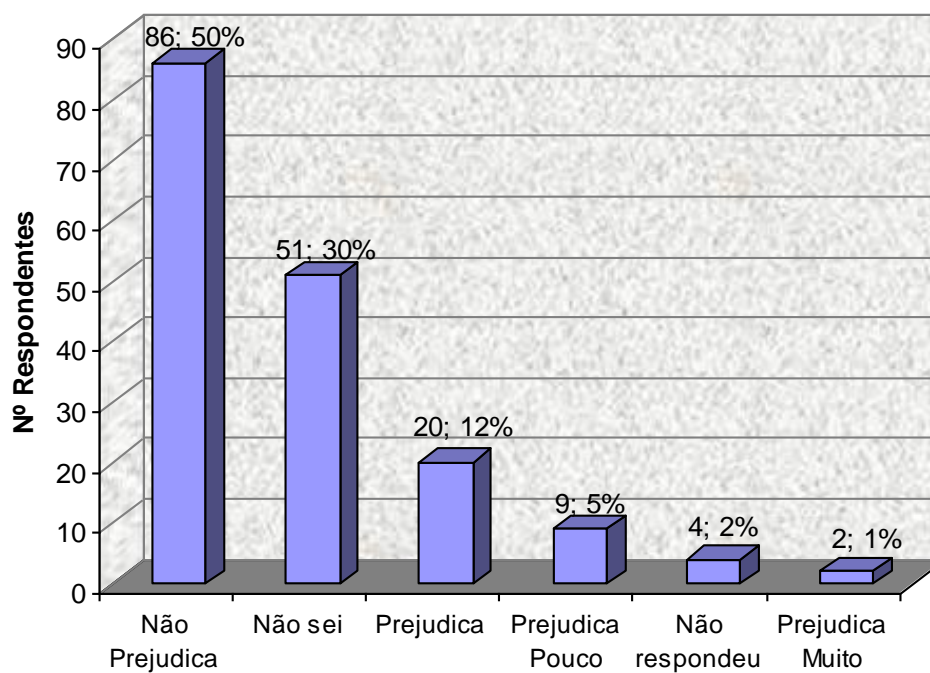


FIGURA 5.15 – QUESTÃO 2.2. (C): VOCÊ SABE SE A SUA MORADIA ESTÁ PREJUDICANDO A QUALIDADE DESSA ÁGUA?

Em relação às medidas adotadas para não prejudicar a qualidade dessa água, *questão 2.2 (c.1)*, 38,1% não responderam, não sabem, não tomam nenhuma medida ou acreditam que a sua moradia não prejudica, muito provavelmente por entender que a suas práticas diárias não comprometem a qualidade do aquífero. Para aqueles que tomam alguma medida, evidencia-se que 19,8% e 19,3% das respostas tratam-se, respectivamente, de ações relacionadas aos esgotos sanitários e aos resíduos sólidos. Na primeira, cita-se como exemplo: o uso de fossa séptica rudimentar; rede de esgoto; manter a fossa limpa; não ter fossa; jogar esgoto na rua; não ter banheiro, etc. Na segunda, estão as práticas de compostagem, recolhimento de embalagens de agrotóxicos, solicitação de caçamba de lixo, separação do lixo, queimar o lixo, entre outras (Figura 5.16).

Torna-se curioso perceber que, dentre as medidas adotadas, algumas práticas são errôneas por falta de informação e esclarecimento. Muitas vezes são cometidas por acreditar que seja a forma ao alcance para contribuir em termos ambientais. Exemplos de tal raciocínio são a queima do lixo por alegar que o caminhão não passa para recolhê-lo; lançar o esgoto para a rua por não ter banheiro e fazer o uso de privadas, ou mesmo não ter fossa. Outras ações associadas aos cuidados gerais com o meio ambiente também foram apontadas, dentre elas: não fazer queimadas, preservar o meio ambiente, economizar água, não poluir, plantar árvores etc, as quais, juntas, perfizeram 16,8% das respostas.

Desta forma, verifica-se que, mesmo tendo conhecimento de que a sua residência está sobre área de influência do aquífero, a metade dos entrevistados acredita que esta não interfere na qualidade da água subterrânea e, por esta razão, não toma nenhuma medida efetiva de prevenção contra a poluição desse recurso natural. As razões se relacionam ao pretexto de desconhecer a relação causa-efeito, ou por receio de sofrer algum tipo de advertência ou penalidade.

As medidas adotadas estão associadas às práticas comuns da realidade cotidiana de cada indivíduo, não apontando nenhuma ação específica de preservação do aquífero; ou seja, são medidas esperadas e que mesmo fora da área do carste devem ser praticadas para se garantir o equilíbrio do ecossistema.

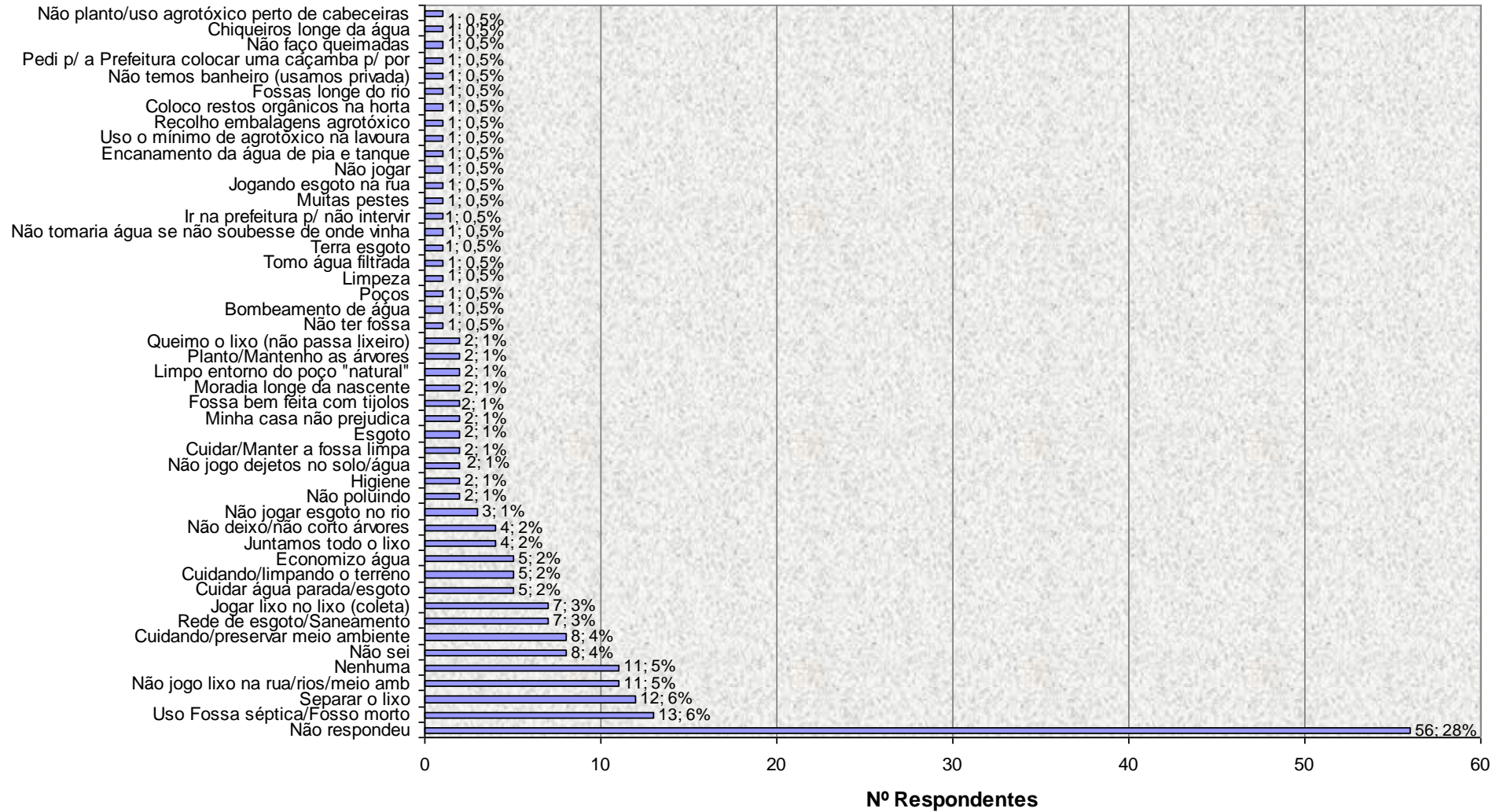


FIGURA 5.16 – QUESTÃO 2.2 (C.1): QUAIS MEDIDAS VOCÊ ADOTA EM SUA MORADIA PARA NÃO PREJUDICÁ-LA?

Como os pesquisados não conseguem perceber que as ações agressivas ou pró-ativas na superfície refletem positiva ou negativamente nas águas subterrâneas, quiçá pudessem apontar atividades circunvizinhas potencialmente prejudiciais à qualidade dessa água. A *questão 2.2 (d)* que verifica se conhece outras atividades locais que de algum modo comprometem o recurso hídrico subterrâneo, revela que 59% não conhecem, contra 31,2% que afirmam conhecer (Figura 5.17). Torna-se curioso perceber como não há consciência mínima do problema, de modo que se constata descomprometimento e descaso com o dever de zelar pela integridade do aquífero.

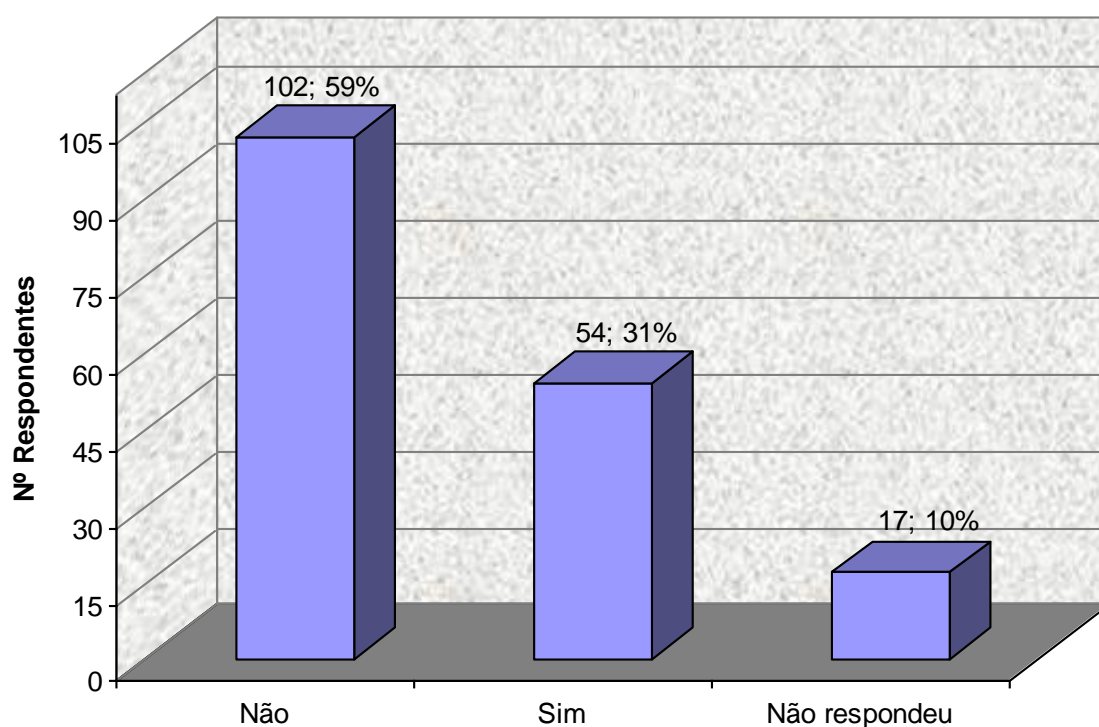


FIGURA 5.17 – QUESTÃO 2.2 (D): VOCÊ CONHECE OUTRAS ATIVIDADES LOCAIS QUE ESTEJAM PREJUDICANDO ESSA ÁGUA?

Para os que manifestaram conhecer alguma atividade prejudicial (31%), quando interrogados sobre o quanto elas são danosas, 22,8% não souberam responder (Figura 5.18). Dentre as respostas válidas, 50,6% acentuaram a prática indiscriminada de lançamento de resíduos – esgoto, lixo, agrotóxico, ausência de fossa séptica, valeta a céu aberto, poluição, sujeira, 20,2% com atividades produtivas e comerciais – pedreiras, fornos de cal, indústrias, comércio, lavanderia,

Sanepar, britador – e 6,3% com outras: micróbios, desmatamento, escola, vizinhos (Tabela 5.4).

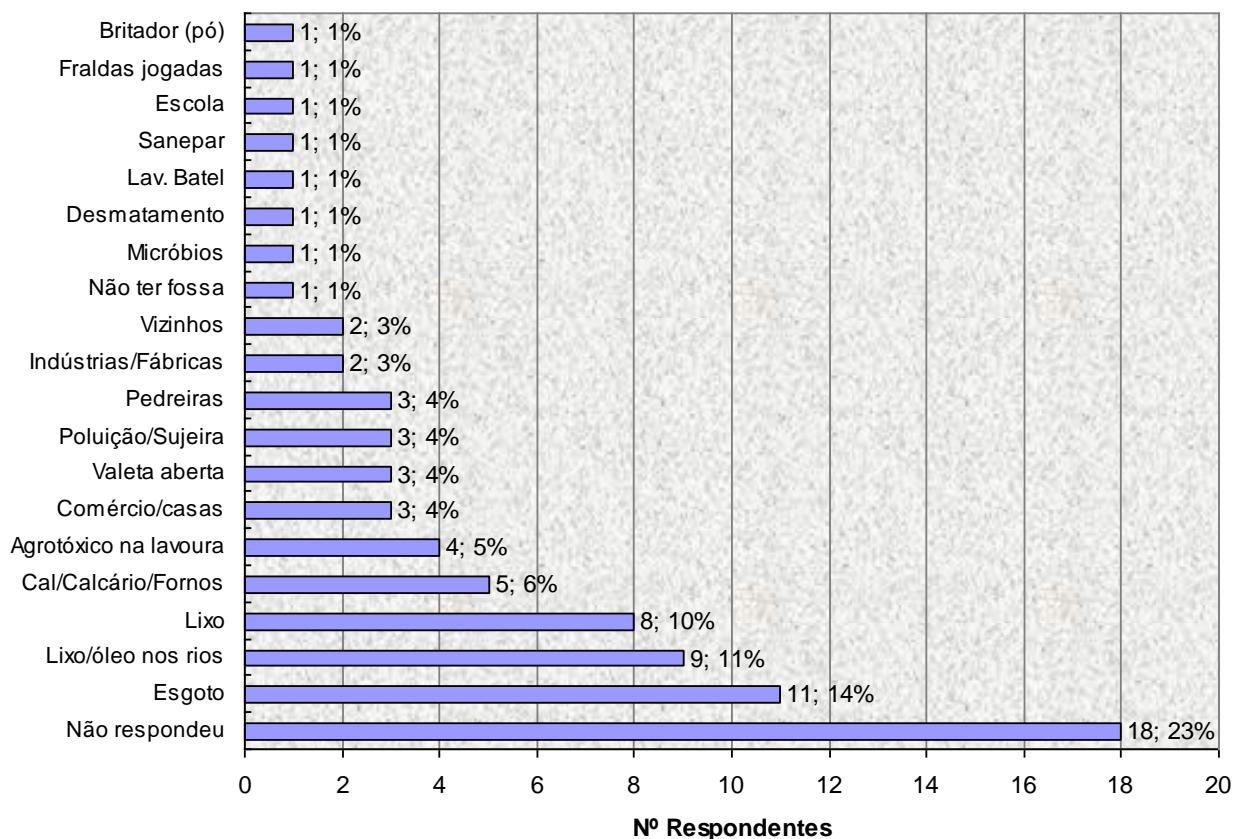


FIGURA 5.18 – QUESTÃO 2.2 (D'): SE SIM, O QUANTO ELAS ESTÃO PREJUDICANDO?

Questionados, ainda, sobre sugestões para minimizar ou erradicar impactos causados pelas atividades que comprometem a qualidade da água do aquífero (*questão 2.2 d.1*), 33,8% não responderam ou não souberam dizer, muito provavelmente por desconhecerem como sanar os problemas apontados. Das sugestões, 22,1% demandaram melhoria na gestão dos resíduos sólidos, 15,6% remetem à coleta e destinação do esgoto, 10,4% a alternativas para amenizar impactos causados pelas indústrias, 7,8% citaram formas gerais – cuidar mais, não poluir, cuidar da água e limpar a caixa d'água, 6,5% envolvimento com os atores sociais e 3,9% impactos já minimizados ou não passíveis de resolução (Figura 5.19).

TABELA 5.4 - RESPOSTAS DA QUESTÃO 2.2 (D') CLASSIFICADAS QUANTO AO GRAU DE IMPACTO

ATIVIDADES	PREJUDICA MUITO	PREJUDICA	PREJUDICA POUCO	NÃO PREJUDICA	NÃO RESPONDEU	TOTAL
Não respondeu	0	0	0	0	18	18
Esgoto	8	1	1	0	1	11
Lixo/óleo nos rios	7	2	0	0	0	9
Lixo	4	1	0	1	2	8
Cal/Calcário/Fornos	2	2	1	0	0	5
Agrotóxico na lavoura	2	1	0	1	0	4
Comércio/casas	3	0	0	0	0	3
Valeta aberta	3	0	0	0	0	3
Poluição/Sujeira	2	0	0	0	1	3
Pedreiras*	2	0	1	0	0	3
Indústrias/Fábricas	1	1	0	0	0	2
Vizinhos	0	2	0	0	0	2
Não ter fossa	1	0	0	0	0	1
Micróbios	0	1	0	0	0	1
Desmatamento	0	0	0	0	1	1
Lavanderia Batel	0	0	0	0	1	1
Sanepar**	1	0	0	0	0	1
Escola	0	1	0	0	0	1
Fraldas jogadas	1	0	0	0	0	1
Britador (pó)	1	0	0	0	0	1

(\*) Pedreiras: óleo, explosivo; (\*\*) Sanepar: exploração dos poços, risco de faltar água e rebaixar.

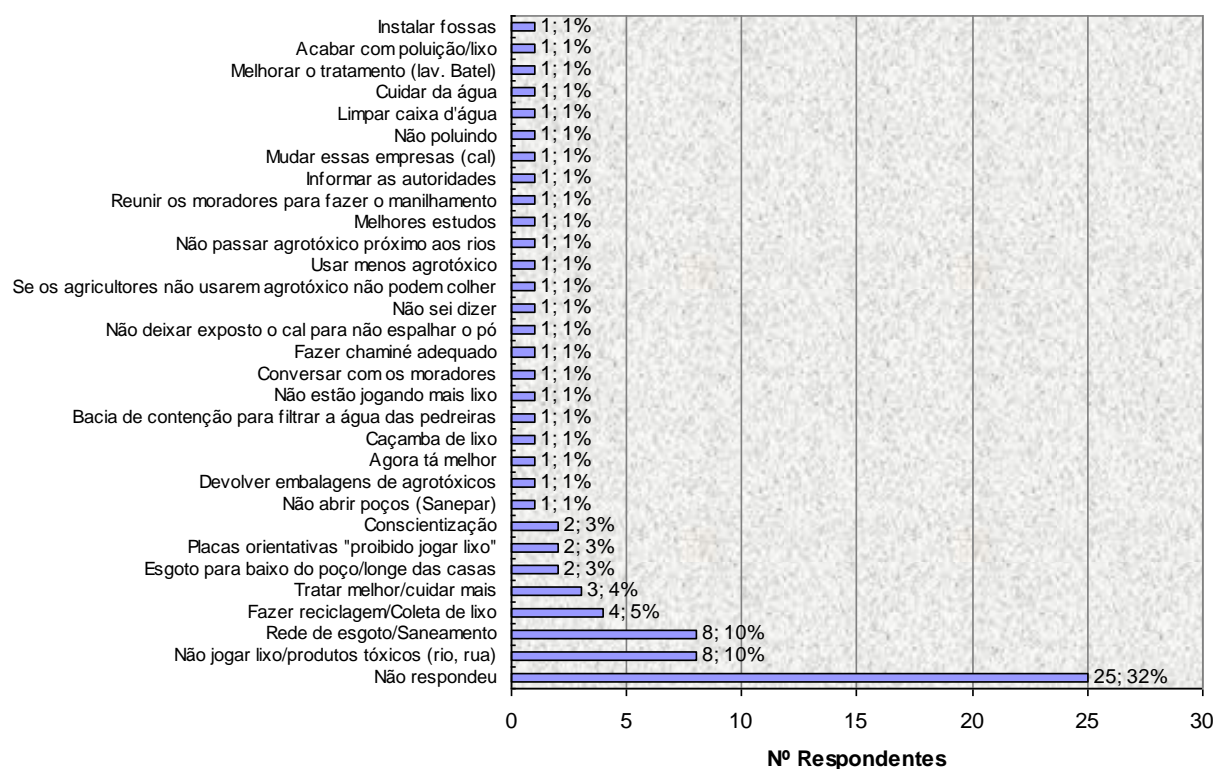


FIGURA 5.19 – QUESTÃO 2.2 (D.1): QUAIS ALTERNATIVAS VOCÊ SUGERE PARA QUE TAIS ATIVIDADES NÃO PREJUDIQUEM ESSA ÁGUA



#### 5.1.4 Disposição em estar mais informado sobre o assunto

Os dados revelam que há um forte desejo dessa população em conhecer mais sobre o Aquífero Carste. Para confirmar a proposição, a *questão 3* procurou medir o nível de interesse que os cidadãos entrevistados têm quando o assunto é o aquífero. Desse modo, questionados sobre a disposição de receber mais informações a respeito do assunto, 76,3% manifestaram interesse, apontando para as palestras (22,9%) e cartilhas (21,9%) como as principais formas de divulgação (Figuras 5.20 e 5.21).

Na pesquisa realizada por Silva e Mantovani (2006), 7% de professores que responderam saber o que é o carste afirmaram não adquirir conhecimentos técnico-científicos que lhes dê respaldo para discutir a temática em sala de aula. Desta forma os autores acreditam que os estudos geológicos desenvolvidos na área do carste da RMC e os vastos conhecimentos já produzidos

[...] poderão, se difundidos de forma adequada na educação formal e não-formal, melhorar as condições socioambientais da região e criar novos sistemas educativos que incorporem efetivamente as questões do local" (SILVA; MANTOVANI, 2006, p. 16).

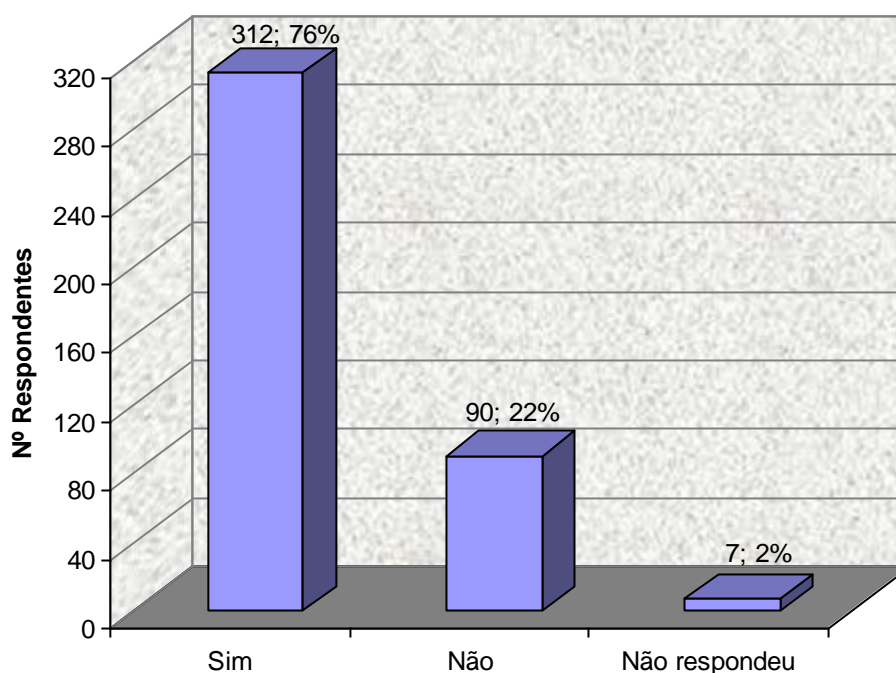
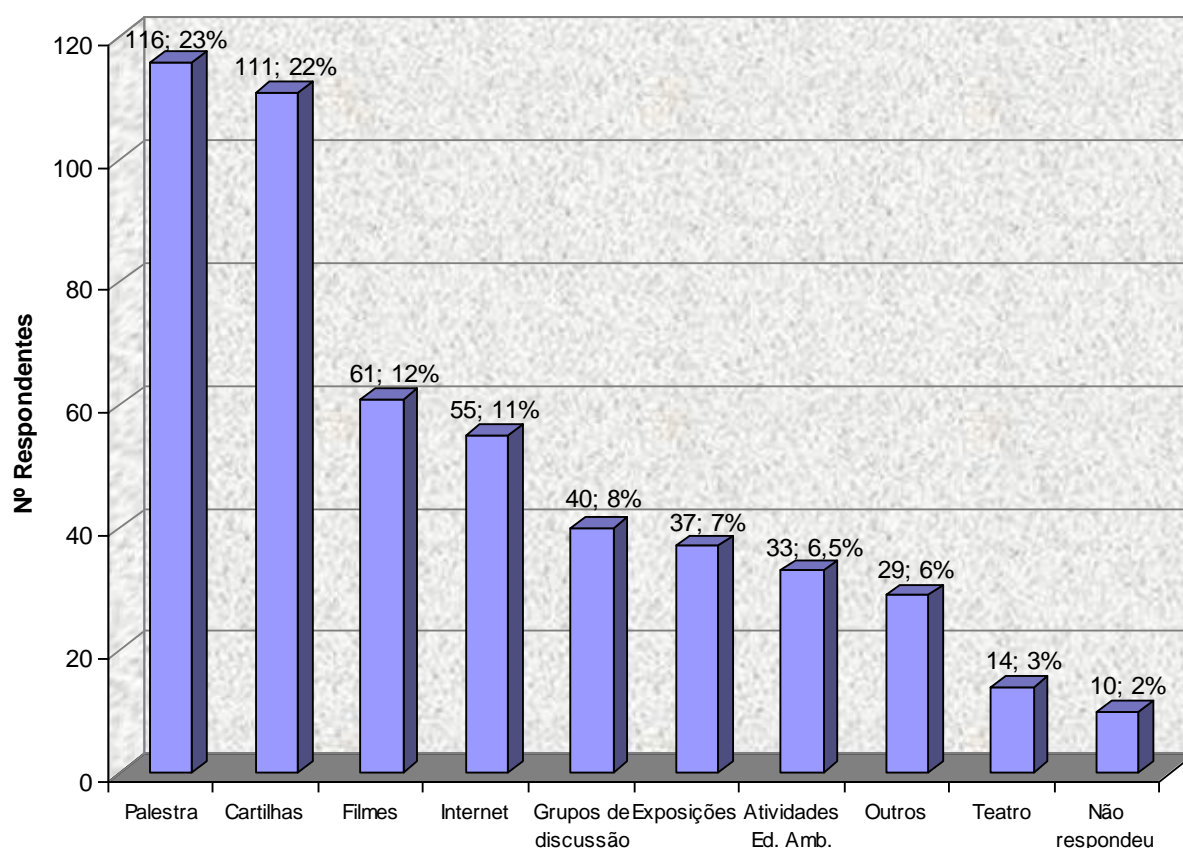


FIGURA 5.20 – QUESTÃO 3: VOCÊ GOSTARIA DE OBTER MAIS INFORMAÇÕES SOBRE O AQUÍFERO CARSTE?



\*Outros: TV (7); Não sei (4); Banne's e outdoors; Rádio; Várias pessoas; Em geral; O que for possível

FIGURA 5.21 – QUESTÃO 3: SE SIM, DE QUE MANEIRA VOCÊ GOSTARIA DE OBTER MAIS INFORMAÇÕES?

### 5.1.5 Disposição em participar de trabalhos voltados ao tema

A *questão 4* procurou conhecer o interesse do indivíduo em engajar-se, caso fosse convidado, em iniciativas destinadas a contribuir para a preservação do aquífero. Como resultado, 46,2% disseram aceitar, 28,9% talvez, 17,6% não aceitariam e 7,3% não responderam (Figura 5.22). O resultado geral demonstra que esta população apresenta um perfil participativo, revelando algum interesse em envolver-se nos assuntos relativos ao Aquífero Carste.

A forma de contribuição mais apontada foi a atuação voluntária (40,8%), seguida de apoio moral (25,8%), mão-de-obra (14,4%), outros (4,3%) e 1,6% financeiramente, além de 13% que não responderam a questão (Figura 5.23). Isso denota que a população está realmente disposta a participar de trabalhos que venham a contribuir pró-ativamente em relação ao carste, podendo consolidar um importante canal de troca entre a gestão pública e a sociedade.

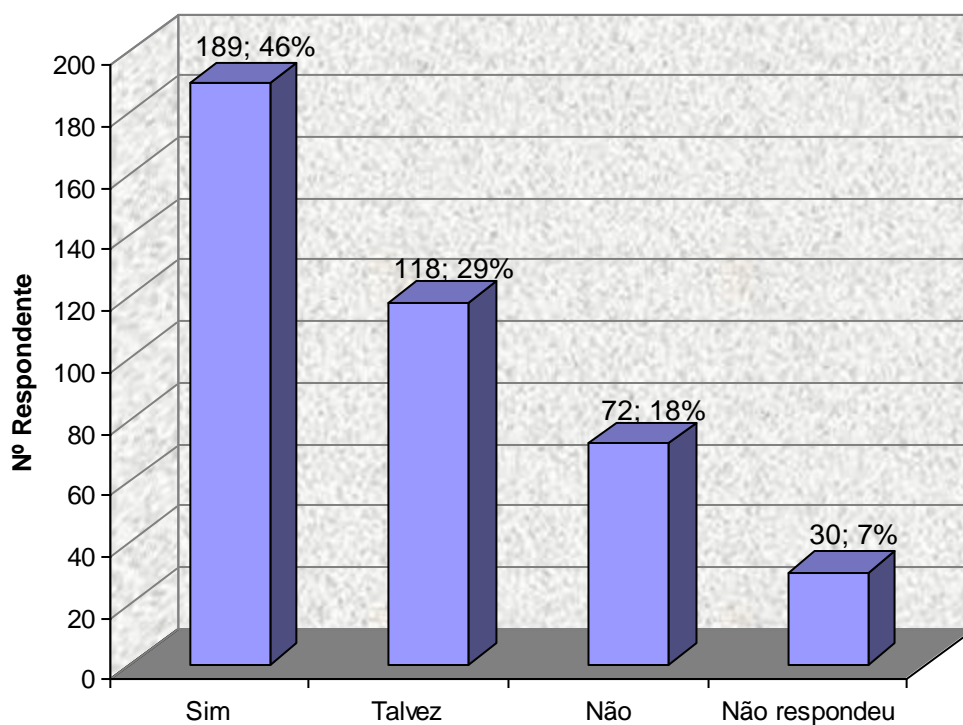
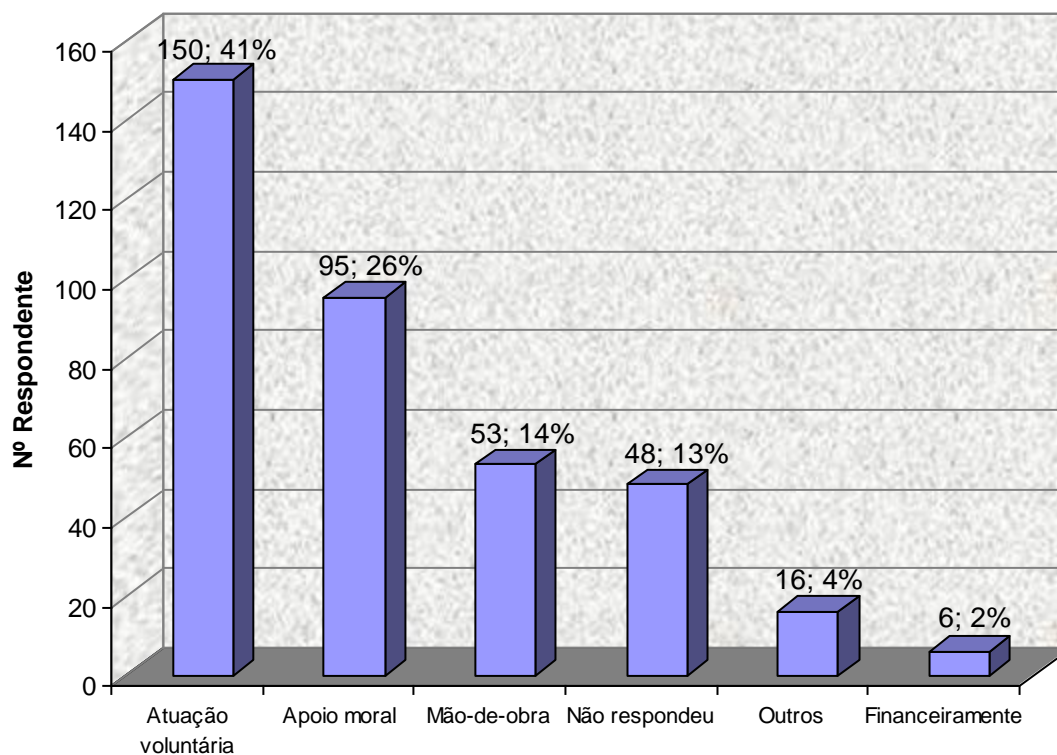


FIGURA 5.22 – QUESTÃO 4: SE VOCÊ FOSSE CONVIDADO A PARTICIPAR DE ALGUM TRABALHO QUE VIESSE A CONTRIBUIR PARA A PRESERVAÇÃO DO AQUÍFERO CARSTE EM ALMIRANTE TAMANDARÉ, VOCÊ ACEITARIA?



\*Outros: Não sei (5); Remunerado; No que puder; Estou decepcionada com essas coisas; Participaria dependendo do tempo; Conscientização.

FIGURA 5.23 – QUESTÃO 4': SE SIM, DE QUE FORMA VOCÊ PODERIA CONTRIBUIR?

Na análise geral do formulário foi identificado o perfil do respondente representativo da pesquisa, ou seja, aquele que obteve o maior número de respostas para cada uma das questões. Desta forma, constata-se que o respondente médio reside na região, possui faixa etária que oscila dos 33 até 50 anos, é do gênero feminino, com o grau de instrução de primeiro grau até a quarta série completa e é do lar. Ao fechar os olhos e pensar na cidade de Almirante Tamandaré, as primeiras imagens que vêm à sua cabeça são: violência, mortes, roubos, mulheres mortas e brigas. Não conhece e nunca ouviu falar no Aquífero Carste, mas sabe que no solo embaixo de onde vive existe água boa para beber, pela existência de poços. Acredita que sua moradia não esteja prejudicando a qualidade dessa água e, por esta razão, não respondeu quais são as medidas adotadas para não prejudicá-la. Afirma não conhecer outras atividades locais que estejam danificando essa água e por isso não respondeu o quanto elas estão prejudicando e nem mesmo quais são as alternativas que sugere para que tais atividades não a danifiquem. O respondente médio demonstrou estar interessado em receber outras informações sobre o aquífero, principalmente por meio de palestras, e também disse aceitar, caso fosse convidado, a participar voluntariamente de algum trabalho que viesse a contribuir para a preservação do Aquífero Carste, em Almirante Tamandaré.

Tais constatações podem ser facilmente comparadas ao perfil das estatísticas do IBGE (2008), que estimou, com base no censo de 2000, a população de Almirante Tamandaré em 88.277 habitantes, dos quais 50,03% e 49,97% correspondem ao sexo feminino e masculino respectivamente. A faixa etária mais expressiva é a que oscila de 20 a 29 anos (18,4%), seguida de 30 a 39 anos (15,8%), sendo a faixa de 40 a 49 anos a que ocupa o quinto lugar com 9,5%. Em relação ao grau de escolaridade, Almirante Tamandaré possui uma taxa de alfabetização de pessoas de 10 anos ou mais, de 91,2%. Esse índice está próximo à taxa de alfabetização do Estado do Paraná, de 91,9% (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 153).

No entanto, no diagnóstico social e econômico apurado em julho de 2006, durante a execução do Plano Diretor Municipal, em pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV/ISAE) junto aos pais de alunos da rede municipal de ensino, verificou-se que a maior incidência do grau de escolaridade dos pesquisados é o fundamental

– primeira a oitava série – incompleto com 59,2%, seguido do analfabeto com 7,2% (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 153 e 154). No que se refere à taxa de ocupação e desemprego, segundo o IBGE, esta corresponde, respectivamente, a um percentual de 82,65% e 17,35%. Ao compararmos as taxas de ocupação e desemprego as do Estado do Paraná, de 87,18% e 12,82%, respectivamente, Almirante Tamandaré apresenta um índice de população não ocupada que pode ser considerado de grau elevado (ALMIRANTE TAMANDARÉ; FGV, 2006, p. 163).

Com isso, verifica-se que as estatísticas apresentadas confirmam os resultados obtidos com a aplicação da pesquisa, majorando, dessa forma, o grau de confiabilidade e credibilidade da investigação.

De um modo geral, por meio dos resultados obtidos com a aplicação do formulário, torna-se possível afirmar que este se revelou uma técnica bastante eficiente para coleta de dados, uma vez que atinge com profundidade o comportamento humano. Oferece maior flexibilidade no esclarecimento de dúvidas, elucida os significados das perguntas e adapta as pessoas às circunstâncias como garantia de ser compreendido. Permite, inclusive, que atitudes e condutas do entrevistado naquilo que diz e como diz possam ser avaliadas. Além disso, pôde ser aplicado a todos os segmentos da população, independentemente do grau de escolaridade, idade, sexo, raça e profissão (GIL, 1999, p. 118-119; LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 198).

No entanto, tratando-se das limitações e dificuldades que poderiam comprometer o resultado da pesquisa, os mesmos autores destacam: falta de motivação do entrevistado; incompreensão das perguntas, que pode levar a uma falsa interpretação; influência do entrevistador sobre o entrevistado, trazendo risco de distorções; e não-divulgação de alguns dados com receio de que a sua identidade possa ser revelada.

Na tabulação dos resultados, algumas falhas de aplicação foram verificadas, as quais levaram a resultados não esperados. Dentre as dificuldades mais comuns, citam-se as seguintes:

- a) não observância ao critério de eliminação do entrevistado quando não fosse residente na região;
- b) falta de preenchimento do perfil do entrevistado, pois algumas opções foram simplesmente ignoradas e o espaço deixado em branco;

- c) não-obediência à sequência da estrutura do formulário; isto é, em algumas situações o formulário foi preenchido na íntegra; mas, a depender da resposta dada, havia o condicionamento a um ou outro bloco de perguntas. Por exemplo: mesmo que o indivíduo afirmasse não conhecer o Aquífero Carste, continuou-se fazendo perguntas sobre sua definição, importância de preservá-lo etc. Se a resposta fosse negativa, deveria ser conduzido a outro conjunto de perguntas que reportava o carste de forma indireta;
- d) muitas perguntas sem resposta e sem justificativa. Algumas delas tiveram respostas incompletas, ilegíveis e sem sentido, o que talvez fosse reflexo da falta de interação e argumentação com os respondentes;
- e) em alguns bairros, número superior de formulários aplicados, relativamente à quantidade pré-estabelecida, enquanto em outros foi inferior;
- f) perda relativa de confiabilidade, uma vez que a pesquisa foi conduzida por vários entrevistadores, assumindo cada um uma atitude e em condição diferenciada, o que aumentou a heterogeneidade das respostas.

Se a aplicação fosse conduzida por um único entrevistador, talvez houvesse mais riqueza dos detalhes, o que poderia justificar melhor algumas respostas. Além disso, não foi possível monitorar se o critério para a aplicação nos pontos determinados foi obedecido e se todos os formulários foram realmente aplicados ou se algumas respostas foram criadas pelo próprio aplicador.

Em relação aos benefícios proporcionados pelo método aplicado, destaca-se o trabalho participativo dos alunos do ensino médio, que puderam ter um contato mais próximo com a academia, tendo a oportunidade de contribuir e conhecer um pouco sobre pesquisa científica, além de aprenderem e compartilharem de um assunto que faz parte da realidade deles. Com isso, também se otimizou o tempo, pois os alunos tiveram maior conhecimento dos logradouros e bairros do município.

## 5.2 TABULAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS ENVIADOS AOS REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO E DO SETOR PRODUTIVO

Com o objetivo de obter dados mais qualitativos sobre os aspectos inerentes à gestão em áreas de ocorrências cársticas, optou-se como instrumento de pesquisa o questionário (Apêndice III), que envolveu o contato com representantes do poder

público local, regional e do setor produtivo que, de alguma maneira, mantêm relação com o problema estudado. Entre os meses de julho e agosto de 2008, foram encaminhados às instituições selecionadas os questionários de pesquisa, principalmente via e-mail ou na forma impressa entregue em mãos, para que os entrevistados respondessem por escrito e, posteriormente, fossem devolvidos. Justifica-se essa conduta na oferta de maior liberdade ao entrevistado, de modo a não expô-los à influência das opiniões do entrevistador, o que proporciona menos risco de distorção, além de permitir que as pessoas respondam no momento que julgarem mais conveniente e se sentirem mais preparadas para a tarefa (GIL, 1999, p. 129; LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 202).

Em contrapartida, os mesmos autores também alertam que a impossibilidade de ajuda ao respondente na incompreensão de alguma questão poderia acarretar resultados críticos em relação à objetividade da pesquisa, com interpretações diferentes de cada sujeito pesquisado. Outra desvantagem é que esta técnica não permite conhecer as circunstâncias em que o questionário foi preenchido, fator importante na avaliação da qualidade das respostas. Há também que se considerar que a leitura antecipada de todas as questões pode influenciar nas respostas umas das outras, além de que, nem sempre o sujeito selecionado é aquele que responde ao questionário.

No total, 27 questionários foram enviados para um ou mais representantes das instituições selecionadas, sendo 16 ao poder público e 11 ao setor produtivo. No entanto, deste total, houve retorno de 20 questionários, 11 do poder público e 9 do setor produtivo. Mesmo que 7 questionários não tenham sido respondidos, as instituições encaminharam respostas justificando-se, alegando, principalmente, a falta de conhecimento técnico suficiente para responder as questões ou não ter envolvimento direto com o assunto. Além disso, houve duas instituições que, além de não responderem, também não manifestaram retorno.

A pesquisa foi aplicada com pessoas que ocupam diferentes níveis hierárquicos dentro da instituição como diretores, secretários, coordenadores, técnicos, além de representantes do poder executivo, legislativo e judiciário. Esta conduta possibilitou uma grande amplitude dos respondentes traduzindo visões diferentes sobre o mesmo problema estudado, em relação à experiência de cada um sobre o tema.

Das instituições públicas selecionadas, foi realizada entrevista com a Coordenadora de Planejamento da Comec, entidade autárquica ligada à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano (SEDU); com o Diretor Técnico da Mineropar, empresa de economia mista, vinculada à Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e Assuntos do Mercosul (SEIM); também com o Diretor de Recursos Hídricos da Suderhsa; e com um Agente Fiscal do Meio Ambiente do IAP, órgãos técnicos vinculados à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Ainda no âmbito regional, destaca-se a participação de dois representantes do poder judiciário, um Promotor de Justiça do Ministério Público do Estado do Paraná, que anteriormente já havia atuado na Região Metropolitana de Curitiba, e do Procurador de Justiça e coordenador do Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Proteção ao Meio Ambiente (CAOPMA).

Em termos locais, foi feita entrevista com um representante do Legislativo, o presidente da Câmara Municipal; com o sargento supervisor de Defesa Civil e com três representantes do Executivo Municipal: o próprio prefeito, a secretária de Urbanismo e Planejamento e a secretária de Meio Ambiente e Turismo. Cabe ressaltar que, na época da entrevista, a gestão municipal estava no quarto e último ano de mandato.

Além de representantes do poder público, foram entrevistadas lideranças de instituições empresariais inseridas na área do carste e que desempenham alguma atividade relacionada à exploração de recursos minerais. No município estudado, os serviços de saneamento – abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto doméstico – são concedidos à Sanepar, que faz o abastecimento público de água por meio de poços perfurados na área do carste. Assim, foram entrevistados: o gerente da Unidade de Serviços e Hidrogeologia (USHI), um gestor socioambiental e um técnico da companhia que desempenham atividades relativas ao tema na região.

Também foi realizada entrevista com o membro presidente da APDC, cuja instituição conta com 25 empresas associadas e representa a cadeia produtiva do setor. Além disso, foram entrevistados: o engenheiro ambiental da empresa Mineração Cavassin & Cia; o gerente administrativo da Argafácil do Brasil e o diretor da empresa Cal Gulin. Em relação às empresas de água mineral, foram dirigidas duas entrevistas: à diretora da Água Mineral Timbu e à responsável técnica da Água Mineral Frescale.



### 5.2.1 Discussão das entrevistas

Nos apêndices IV e V, encontram-se as respostas obtidas do questionário com a percepção do poder público e do setor produtivo, respectivamente. Ao tratar-se das entrevistas com os representantes do poder público local e regional, evidencia-se que é unânime o reconhecimento de que os eventos geológico-geotécnicos associados às áreas de ocorrência cársticas são um risco à população. Na opinião da maioria, trata-se de um grau significativo de risco.

Das medidas adotadas pelas instituições para minimizar tais problemas ou riscos, destacam-se:

- consulta e anuência prévia aos projetos de loteamento e instalação de indústrias;
- identificação de áreas de risco;
- monitoramento do aquífero;
- fiscalização;
- elaboração do Plano Diretor Municipal e da lei de uso e ocupação do solo;
- educação ambiental;
- licenciamento ambiental.

Ressalta-se que uma parcela dos entrevistados considera que tais medidas são suficientes; outra opina que elas não são suficientes para assegurar a solução dos problemas existentes. Daqueles que consideram as medidas satisfatórias, um deles destaca que estas são parcialmente suficientes e outro que somente são suficientes se de fato forem adotadas.

Quando questionados sobre as estratégias ideais para solucionar o problema, foram apontadas como as maiores:

- orientação da expansão urbana e restrição quanto à ocupação nas áreas mais fragilizadas, aliadas ao esclarecimento da população;
- desenvolvimento de práticas de educação ambiental, no sentido de conhecer e intervir melhor no assunto;
- treinamento aos técnicos envolvidos na problemática, a fim de ampliar a discussão sobre o tema;
- melhor integração entre os órgãos públicos para colocar em prática os mecanismos existentes.

Dentre outras táticas apontadas, citam-se: mapeamento e histórico documental; política de exploração do aquífero; dotação de infra-estrutura adequada aos espaços habitáveis do carste; mecanismos de controle da exploração mineral; interrupção da retirada de água do aquífero; criação de um Conselho Gestor Intermunicipal com tríplice composição paritária: sociedade, estado, municípios e usuários; e fiscalização ostensiva.

Conforme opinião da maioria dos entrevistados, a população geral de Almirante Tamandaré não está devidamente informada sobre os riscos associados ao carste e, quando indagados sobre os desafios do Município na gestão das áreas de ocorrência cárstica, foram apontados os seguintes objetivos:

- conciliar o crescimento urbano com a necessidade de proteção de mananciais;
- fazer a aplicação do zoneamento de uso e ocupação do solo, direcionando o desenvolvimento para áreas de menor fragilidade;
- estabelecer bases para aprimorar estudos técnicos;
- coibir a contaminação do aquífero pelas atividades antrópicas;
- coibir as ocupações irregulares,
- fazer o controle da expansão urbana;
- promover parcerias com instituições locais e regionais para fortalecer o conhecimento técnico;
- promover orientação, conhecimento e divulgação junto aos diversos atores da sociedade sobre as potencialidades e riscos, tornando-os aliados nas discussões e nas decisões.

A maioria dos respondentes opinou que a presença do Aquífero Carste no município de Almirante Tamandaré é encarada como uma potencialidade a ser aproveitada, tornando-se um diferencial positivo para o desenvolvimento regional. No entanto, requer formas e critérios especiais quanto à exploração desse recurso e controle quanto ao uso e ocupação do espaço, para garantir a capacidade de suporte do meio.

Com relação à pesquisa com o setor produtivo – empresas de água mineral e extração de minérios, observa-se que na opinião da maioria dos entrevistados, a presença de áreas cársticas no município representa uma ameaça à população, porém não sabem identificar o grau deste risco. Das medidas adotadas pela

instituição para diminuir tais problemas ou riscos, algumas empresas revelaram não adotar nenhuma, ou por entender que os problemas estão associados à exploração que se faz da água do aquífero ou que a atividade não exerce influência na ocorrência destes eventos.

Outras situações foram apontadas: trabalho de conscientização com os funcionários; acompanhamento das atividades da empresa por profissional habilitado; regulação da vazão dos poços por meio do controle do nível dinâmico máximo da água; não-perfuração de poços, envase da água feito de surgências naturais; e medidas preventivas para não-contaminação do aquífero e garantir a estabilidade do entorno. A maioria, entretanto, acredita que tais medidas não são suficientes para resolver o problema e assegurar a população. No tocante à estratégia ideal para solucionar o problema, foram citadas as seguintes: Estudo de Impacto Ambiental que defina claramente o potencial de exploração e aprofunde os conhecimentos; desocupação das áreas de manancial, aplicação das orientações do Plano Diretor, contendo a ocupação; informação e conscientização da população sobre as formas corretas de uso do espaço; criação de um programa de monitoramento da água e do solo, envolvendo a população local.

Os entrevistados reconhecem que a população geral de Almirante Tamandaré não está informada sobre os riscos associados ao carste. Acerca dos principais desafios a serem enfrentados pelo município na gestão das áreas de ocorrência cárstica estão: conciliar a exploração e conservação do Aquífero Carste; informar e conscientizar a população; controlar a ocupação do solo; realizar melhores estudos e elaborar mapas relativos à situação do sistema cárstico; desenvolver atividades econômicas lucrativas em áreas frágeis como esta.

Por fim, a opinião dos entrevistados ficou dividida em relação à presença do carste. Alguns avaliam a sua existência como potencialidade, por tratar-se de um recurso essencial para o desenvolvimento de qualquer território. Outros acreditam que seja um percalço dada a fragilidade e suscetibilidade de fenômenos indesejáveis a que tais áreas estão sujeitas, tornando-se um entrave ao crescimento do município. Ainda, há aqueles que apontam as duas situações, dependendo da área e da atividade em questão, pois há ações que podem potencializar o uso dessas áreas, como a exploração turística, por exemplo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados alcançados, verifica-se que as questões aplicadas nas entrevistas e questionário se apresentaram pertinentes e aceitáveis. Isso porque tanto atenderam satisfatoriamente ao objetivo da pesquisa – levantar a percepção da população, do setor produtivo e do poder público local e regional em relação ao Aquífero Carste em Almirante Tamandaré, sobretudo se a sua existência é um entrave ao desenvolvimento ou um recurso importante para o município – quanto pela revelação dos dados obtidos, que se mostraram de grande valia e conteúdo, passíveis de análise e interpretação.

De acordo com o perfil representativo do morador inserido na área cárstica de Almirante Tamandaré e dos índices anteriormente apontados no Capítulo 3, tem-se um retrato da situação atual do município: população de baixa renda e com baixo grau de instrução; elevado crescimento populacional; carência de infra-estruturas, principalmente as sanitárias; forte dependência da cidade polo, caracterizando-a como uma cidade-dormitório submetida à pressão urbana procedente da dinâmica metropolitana; restrições ambientais pela necessidade de proteção aos mananciais de abastecimento e ausência de um planejamento territorial adequado, que não esteja limitado à simples ordenação do espaço, mas que considere as fragilidades naturais da área como orientação para sua ocupação. Nesse contexto, observa-se que a maioria da população pesquisada desconhece a presença do Aquífero Cárstico no município, ou seja, este assunto não permeia o imaginário coletivo de parte dos habitantes entrevistados, o que pode desencadear comportamentos urbanos nocivos sobre esse recurso natural de forma não intencional.

De um modo geral, a população que afirmou conhecê-lo pondera o aquífero como algo bom para a cidade, principalmente por tratar-se de uma reserva estratégica de água; ou seja, é visto como uma grande potencialidade de desenvolvimento. Além disso, reconhecem a importância de preservá-lo, envolvendo tal responsabilidade a uma maior dimensão de atores da sociedade, e não somente a uma elite técnica ou política. Os dados também indicam haver um forte desejo em se conhecer mais a respeito do Aquífero Cárstico, e que a população está disposta a contribuir em trabalhos específicos que promovam sua preservação, mesmo ao

julgarem que as atividades individuais de cada morador não contribuam para degradação desse patrimônio.

Assim, faz-se necessário colocar esta discussão efetivamente ao alcance dos cidadãos que, por ora, dispõem de conhecimento superficial sobre a grande área de fragilidade ambiental que os circunda. Também é preciso proporcionar melhor interação na busca de alternativas para equacionar a necessidade de crescimento à nova condição de município integrante de área de manancial com interesse à proteção. Ainda, faz-se premente ampliar a fiscalização e garantir o cumprimento das restrições legais impostas para o controle do uso e ocupação desse ambiente frágil.

Sob a perspectiva dos gestores públicos e do setor empresarial, fica evidente a preocupação de ambos quanto ao risco associado às províncias cársticas no município. No entanto, quanto ao grau desse risco, as respostas se mostraram divergentes, talvez pela diferença de percepção técnica, política, econômica ou social de cada um sobre o que se entende como risco. Considere-se que os fenômenos indesejáveis ocorrentes nas áreas cársticas – dolinas, colapsos de solo, rachaduras e trincas em edificações, onde se concentram 30% da população, são registrados com baixa frequência e muitas vezes ocorrem em áreas isoladas (zonas rurais), não sendo levados ao conhecimento dos órgãos competentes, passando a não ser divulgados.

Embora a maioria das instituições afirme adotar alguma medida visando à minimização dos riscos, verifica-se que aquelas apontadas pelo poder público estão mais consolidadas, uma vez que tais órgãos selecionados têm como dever de ofício trabalhar com as questões que envolvem o carste na RMC. Em relação àquelas medidas apontadas pelo setor produtivo, estas apresentaram em sua maioria um caráter mais genérico e superficial. No entanto, percebe-se que nenhuma delas é suficientemente capaz de resolver o problema e dar segurança à população, mesmo porque as ações não acontecem de forma integrada e muitas vezes estão relacionadas de forma apenas indireta com o problema. Tanto as instituições do poder público quanto o setor produtivo reconhecem que a população geral de Almirante Tamandaré não está devidamente informada sobre os riscos associados ao carste e, ao que parece, há ausência de um canal efetivo de comunicação entre os órgãos envolvidos e com a população que está exposta a tais riscos.

Dado o sistema de administração pública vigente, fica claro o interesse por parte dos municípios de efetuar o parcelamento do solo urbano para fins de geração de receita pela aplicação dos impostos, ignorando muitas vezes as condicionantes ambientais do meio. Desta forma, é crescente, sobretudo nos grandes centros urbanos, a ocupação indiscriminada de áreas a serem preservadas ou de grande fragilidade ambiental.

Destaca-se, ainda, o persistente entendimento de que os recursos naturais podem ser utilizados de forma ilimitada, desde que atendidas as necessidades básicas dos moradores das cidades – habitação, trabalho, lazer, etc. Tal fato sinaliza que, apesar de que as questões ambientais assumam papel cada vez mais importante nas discussões da cidade, ainda não são efetivamente reconhecidas e muito menos internalizadas politicamente.

Por outro lado, têm havido ações para o controle do uso e ocupação do solo por meio de leis municipais ou através do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano ditado pelo Estatuto da Cidade de 2001, cujos elementos do planejamento urbano devem contemplar as diretrizes e padrões de organização do espaço urbano, do desenvolvimento socioeconômico e do sistema político-administrativo, sempre a fim de melhorar as condições de vida da população nas cidades.

Todavia, percebe-se que os municípios contemplados pela presença do Aquífero Cárstico não sabem como lidar com os problemas e benefícios proporcionados por esse tão importante recurso natural. Na maioria das vezes, acabam por não saber explorá-lo de forma adequada nem estabelecem medidas preventivas pelo fato de desconhecerem a realidade que os cerca, bem como as fragilidades associadas a este sistema. De fato, gestores, técnicos e a população muitas vezes são surpreendidos pelos eventos praticamente imprevisíveis, tornando-se este o real problema de fazer a gestão desses espaços.

A realidade do município de Almirante Tamandaré demanda modelos adaptados ou desenvolvidos de acordo com as especificidades locais, com o objetivo de antecipar-se aos problemas com ações de planejamento, por exemplo, considerando as fragilidades naturais da área como orientação para a sua ocupação. A inclusão dos aspectos ambientais no planejamento territorial no município é bem mais ampla, constituindo planejamentos integrados em termos ecológicos, físico-territoriais, econômicos, sociais e administrativos, com base na

concepção do desenvolvimento sustentável. É preciso evoluir e encontrar mecanismos e instrumentos que permitam a convivência entre a cidade e o manancial subterrâneo carste!

Ante a falta de informação desses atores sociais sobre os impasses relacionados ao carste na região, há o reconhecimento de que uma das estratégias para resolvê-los em longo prazo seria investir em conhecimento técnico específico. Seria importante ampliar e aprofundar a visão dos envolvidos para se colocar em prática os mecanismos já existentes. Também seria preciso criar uma conjunção de esforços para promover a ocupação sustentável da região, orientando a expansão urbana e esclarecendo a população sobre as restrições à ocupação do território. Ou seja, a sustentabilidade do sistema carste está ligada à adoção de uma política de proteção, às práticas socioeconômicas de uso, ao acesso e à exposição dos aspectos técnicos, à aplicação da legislação e à normatização, além de estar relacionada à necessária infraestrutura em saneamento básico. Sem dúvida, o maior desafio da gestão urbana nessas áreas de grande fragilidade e suscetibilidade à contaminação é a busca do equilíbrio, por meio do planejamento integrado dos aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Em síntese, a ocupação do solo, o uso da água e a extração mineral devem ser precedidos de um planejamento urbano territorial em que se considerem condicionantes técnicos, políticos e institucionais. Nesse sentido, destaca-se o trabalho de algumas instituições na execução de Planos específicos, a exemplo do Plano Diretor de Mineração para a RMC, elaborado em 2004 pela Mineropar. Em tais estudos é relevante e necessário apontar as medidas preventivas, os mecanismos de gestão entre a oferta de água e a demanda e de monitoramento, mais adequados para a estabilidade do meio e para proteger as áreas de produção e de recarga de água, garantindo a qualidade hídrica da região.

Por fim, ao responder à hipótese formulada, conclui-se que, conforme dados obtidos na pesquisa de campo, tanto a população quanto as instituições pesquisadas acreditam, de um modo geral, que a presença do Aquífero Cárstico no município de Almirante Tamandaré é uma potencialidade de desenvolvimento regional. O aquífero é uma reserva estratégica de água principalmente para o município polo da Região Metropolitana de Curitiba, que enfrenta problemas com abastecimento de água nos últimos anos, e por demandar menores custos de

investimentos em tratamento em relação aos recursos hídricos superficiais, que se apresentam cada vez mais com a qualidade comprometida.

É indiscutível o significado econômico e social que o Aquífero Cárstico representa para os municípios da região norte da RMC. Todavia, verifica-se que a exploração desse manancial deve ser feita em condições controladas e limitadas, com rigorosos critérios de exploração, inclusive com a possibilidade do incremento do setor hidromineral, lazer e turismo, visando a manter o delicado equilíbrio já ameaçado. Além disso, diante da atual realidade da ocupação e uso que se faz desses espaços, a gestão ambientalmente sustentável desse manancial demandará a definição de uma efetiva política para o setor de abastecimento de água da RMC.

Desse modo, pode-se concluir que as áreas cársticas representam uma responsabilidade em defesa de sua conservação, bem como um potencial futuro que ainda carece de melhores estudos para ser adequadamente explorado. Vale também considerar os fatores de riscos associados que podem comprometer a segurança da população que reside sobre a área de sua influência: os colapsos de solo, afundamentos, rachaduras em edificações e formação de dolinas, que implicam em um grande desafio para a sustentabilidade socioambiental. Diante destas duas vertentes de análise e considerando os resultados alcançados com a fase experimental da pesquisa, fica claro que não há uma unanimidade de opinião sobre esta problemática, tanto no âmbito da população em geral, quanto nas esferas da gestão pública e do setor produtivo. Desta forma, o que seria possível e desejável é a instauração de fóruns de discussão sobre o tema, na busca da resolução dos conflitos na compatibilização entre desenvolvimento da cidade e proteção do aquífero.

No que se refere às possíveis contribuições da pesquisa, acredita-se que esta poderá ajudar a orientar a gestão pública, tanto local quanto regional, no que se refere à tomada de decisões, na aplicação de recursos e no planejamento futuro da cidade, com a participação efetiva da sociedade civil, além de complementar o referencial bibliográfico correlato ao tema. Destaca-se, ainda, o trabalho participativo dos alunos do ensino médio, que se tornaram multiplicadores de um assunto que retrata a realidade presenciada por eles, além de vivenciarem um contato mais próximo com a academia. Nesse sentido, algumas limitações de ordem prática e teórica puderam ser observadas, tais como: falha na aplicação dos formulários que



levaram a resultados não esperados; alguma perda de confiabilidade pela diversidade de entrevistadores; dificuldade em monitorar o desenvolvimento da pesquisa de campo e de abranger o universo de variáveis relativas ao tema abordado nos questionamentos do formulário, porém são problemas sanáveis com a continuidade da prática.

Outro aspecto em destaque foi a obtenção da maior fidelidade possível nas respostas apresentadas nas entrevistas, sobretudo dos representantes do poder público, tendo em vista a impossibilidade de ajuda ao respondente ante a incompreensão de alguma questão que poderia acarretar interpretações diferentes a cada sujeito pesquisado. Há também de se considerar a dificuldade de averiguar se o sujeito selecionado foi o mesmo que respondeu ao questionário.

Sem o anseio de ter esgotado o assunto e diante dos resultados obtidos, torna-se possível apresentar algumas recomendações, relativamente à região cárstica no município de Almirante Tamandaré:

- criar mecanismos de comando e controle, por meio de ordenamento jurídico, principalmente no que se refere à normatização da ocupação das áreas cársticas e a proteção de dolinas, uvalas, poljes e sumidouros, por se tratar de áreas de recarga do aquífero e, portanto, suscetíveis à contaminação;
- aprimorar o conhecimento técnico sobre o assunto, com a contratação de técnicos especializados, de forma a orientar os munícipes e as ações de planejamento da prefeitura tornando um modelo de gestão técnica e não por conveniência política;
- ampliar os canais de comunicação sobre o tema por meio de uma linguagem fácil e acessível, de modo que seja internalizada pela comunidade leiga, com campanhas de conscientização (rádio, TV, outdoors, etc);
- na esfera da Educação Ambiental, o foco deverá ser na sensibilização de toda a sociedade sobre a fragilidade do ambiente, por meio da continuidade e aperfeiçoamento da prática adotada neste trabalho, envolvendo as escolas;
- inserir o papel da Universidade na pesquisa e produção científica, com a promoção de encontros, seminários, congressos e *workshops* correlatos ao tema, principalmente na esfera da gestão sustentável desses ambientes frágeis, reduzindo os riscos de vulnerabilidade, inclusive abertos ao público leigo em geral;

- adequar o planejamento do uso e ocupação do solo sob a ótica da sustentabilidade ambiental, revisando e adaptando as leis do Plano Diretor sobre as novas condições e exigências de proteção aos mananciais superficiais e subterrâneos;
- exigir para as novas construções o prévio laudo geológico-geotécnico, de modo a prevenir possíveis eventos geotécnicos futuros e minimizar o risco associado;
- ter sempre em vista a capacidade de suporte do meio físico para qualquer ação de planejamento dentro das áreas de formação cárstica, lembrando as zonas de extrema fragilidade que representam, especificadamente as dolinas, poljes e planícies aluvionares, onde se desaconselha a ocupação;
- na área de exploração mineral, integrar o planejamento com o Plano Diretor e Mineração para a RMC desenvolvido pela Mineropar (2004);
- priorizar a construção de infraestruturas sanitárias de esgotamento sanitário, drenagem e coleta e tratamento de resíduos sólidos, principalmente nas áreas de influência direta do aquífero;
- restringir a ocupação com altas densidades demográficas, direcionar a expansão para as áreas de influência indireta do carste e proibir a instalação de atividades potencialmente poluidoras, tais como: indústrias químicas, postos de combustível, lavanderias industriais, depósitos de resíduos, cemitérios, aterros sanitários, usinas de compostagem, etc, além de monitorar constantemente as já instaladas, a fim de evitar a expansão e cobrar medidas de controle ambiental;
- exercer rigoroso acompanhamento da extração da água por meio dos poços operantes, desativando aqueles localizados muito próximos às ocupações urbanas e muito próximos uns dos outros, de forma a evitar a aceleração dos acidentes geológicos;
- estruturar estudos geofísicos no intuito de identificar possíveis riscos geotécnicos nas zonas de influência direta com presença de ocupação, de modo a estabelecer medidas de desapropriação;
- intensificar as ações de fiscalização de uso e ocupação do solo, em especial as de caráter potencialmente poluidoras e restringir a urbanização intensiva nas áreas de proteção;

- promover a participação popular nos processos de tomada de decisão quanto ao planejamento futuro da cidade, de modo que esta torne-se mais esclarecida sobre as ocupações e restrições do território;
- promover a criação de conselhos municipais e câmaras técnicas especializadas, incluindo a gestão participativa;
- concentrar esforços governamentais para promover o uso dos recursos provenientes do carste de forma racional, de modo a gerar compensação financeira ao município e impulsionar ainda mais a atividade turística e de lazer na região.

A problemática do carste em Almirante Tamandaré não será resolvida de forma simplista, mas por meio de uma gestão integrada sob a ótica de várias dimensões de análise – histórica, econômica, cultural, socioambiental, de modo que o Aquífero Carste não se torne espaço insustentável com entraves ao desenvolvimento da cidade, mas sim uma verdadeira potencialidade para amplas intervenções a favor da vida das atuais e futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, K. J.; ZUQUETTE, L. V. Carste: terminologia, feições e formas de relevo – base para o mapeamento geotécnico. In: **Revista Geociências**. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, v. 15, n. 2, p. 455-83, jul./dez. 1996;

ALMEIDA, A. Poços de exploração do Aquífero Karst serão desativados em cinco anos. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 18 nov. 2005;

ALMIRANTE TAMANDARÉ – PREFEITURA MUNICIPAL; FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Diagnóstico do Plano Diretor Municipal de Almirante Tamandaré**. Almirante Tamandaré, 2006, 268 p;

ALMIRANTE TAMANDARÉ. Lei Complementar n. 001, de 03 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor Municipal e estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no município de Almirante Tamandaré. **Diário Oficial do Município de Almirante Tamandaré**. Almirante Tamandaré, 2006a;

ALMIRANTE TAMANDARÉ. Lei Complementar n. 002, de 03 de outubro de 2006. Dispõe sobre o Código de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do município de Almirante Tamandaré. **Diário Oficial do Município de Almirante Tamandaré**. Almirante Tamandaré, 2006b;

ALMIRANTE TAMANDARÉ - PREFEITURA MUNICIPAL. **Área de influência do Aquífero Karst**. Disponível em: <[www.tamandare.pr.gov.br](http://www.tamandare.pr.gov.br)>. Acesso em: 28 jul. 2007;

ARAÚJO, M. L. M. **A ocupação urbana em Almirante Tamandaré: um desafio à sustentabilidade**. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Geografia) – Setor de Ciência da Terra, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2005;

AULER, A.; PILÓ, L. B.; SAADI, A. **Ambientes Cársticos**. In: SOUZA et al (org.). O Quaternário do Brasil. 1. ed. São Paulo: Holos, 2005, v. 15, 321-337 p;

CHEREM, L. F. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. O uso de imagens CBERS no monitoramento da expansão de atividades extrativas de rochas carbonáticas em Minas Gerais: o caso da província cárstica de Arcos-Pains. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 2007, Florianópolis. **Anais**: Florianópolis: INPE. 807-814 p;

BERTOTTI, J. N. Descoberta cratera de 70 metros de profundidade em Almirante Tamandaré. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 22 ago. 2007;

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 1994. v.1. 150 p;

BONACIM, E. A. **Dinâmica do sistema hidrogeológico cárstico na área de Tranqueira – Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 1996. 162 f. Dissertação

de Mestrado (Pós-Graduação em Geologia) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 1996;

BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. da. **Aqüífero Guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul**. Curitiba, 2004. 214 p;

BOTELHO, L. A.; VALADÃO, R. C. Abastecimento público de água em ambiente cárstico: o caso do município de Sete Lagoas/MG. In: II ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO CARSTE. 2007, São Paulo. **Resumos expandidos e simples**: São Paulo: USP/Instituto Geociências. 123-125 p;

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p;

BRASIL. Resolução Conama n. 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 07 abr. 2008a;

BRASIL. Decreto n. 6.640, de 07 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 nov. 2008b;

BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 jul. 2001;

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código F. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 set. 1965;

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Blücher, 1980. 188 p;

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Plano de zoneamento do uso e ocupação do solo da região do Karst na Região Metropolitana de Curitiba**. Relatório Final 1 – Leitura do espaço. Curitiba, 2002;

DEMANGEOT, J. **Os meios “naturais” do globo**. Tradução de F. Ribeiro Martins e H. Nogueira Santo. 7 ed. revisada. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000. 478 p. (título original: Lês Millieux “Naturels” du Globe);

DREW, D. **Processos interativos homem - meio ambiente**. Tradução de J. Alves dos Santos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 224 p;

FAVETTI, A. C. J. **Crescimento populacional e expansão territorial: o Plano Diretor, o desenvolvimento sustentável e o Aqüífero Karst em Almirante Tamandaré**.

2006. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, 2006;

FELIPE, R. da S. **Compartimentação do Karst como suporte para o planejamento urbano da região metropolitana de Curitiba (RMC)**. In: 44º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA: o Planeta Terra em nossas mãos. 2008. Curitiba. Anais. 307 p;

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2. ed. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001. 296 p;

GEOSCAPE NANAIMO. **Karst: What is it?**. Disponível em: <<http://web.mala.bc.ca/geoscape/>>. Acesso em: 17 nov. 2007;

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p;

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 206 p;

HIRATA, R. **Recursos Hídricos**. In: TEIXEIRA, Wilson et al (org.). Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 422-444 p;

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da qualidade das águas dos rios da Região Metropolitana de Curitiba, no período de 1992 a 2005**. Curitiba, 2005. 79 p;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Cidades. **Informações estatísticas – Almirante Tamandaré - PR**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 2 mar. 2008;

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Cadernos Municipais: Caderno estatístico do Município de Almirante Tamandaré**. Curitiba, 2008;

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Mapa Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2008. Disponível em < <http://www.itcg.pr.gov.br>>. Acesso em: 02 nov. 2008;

KARMANN, I. **Água subterrânea e sua ação geológica**. In: TEIXEIRA, Wilson, et al (org.). Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 114-138 p;

KOHLER, H. C. **Geomorfologia cárstica**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 472 p;

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 288 p;

LISBOA, Á. A. **Proposta de metodologia para avaliação hidrogeológica do aquífero cárstico, compartimento de São Miguel**. 1997. 137 f. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Geologia) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 1997;

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2 ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 450 p;

MANOEL FILHO, J. **Água subterrânea: histórico e importância**. In: FEITOSA, F. A. C.; FILHO, J. M. (coord.). Hidrologia: conceitos e aplicações. 2 ed. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000. 391 p;

MINEROPAR - Minerais do Paraná S.A. **Idades geológicas**. Curitiba, 2008. Disponível em < <http://www.mineropar.pr.gov.br>>. Acesso em: 11 mar. 2008;

MINEROPAR - Minerais do Paraná S.A. **O sistema carste**. In: WORKSHOP SOBRE O AQUÍFERO KARST EM ALMIRANTE TAMANDARÉ. Almirante Tamandaré, 2005. 1 CD-ROM;

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Abes, 1999. 352 p;

NERI, A. C.; SANCHEZ, L. E. **Práticas de recuperação ambiental relacionadas às alterações morfológicas e de processos no sistema cárstico por mineração de calcário**. In: II ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO CARSTE. 2007, São Paulo. Resumos expandidos e simples: São Paulo: USP/Instituto Geociências. 84-89 p;

OLIVEIRA, L. M. de. **A gestão de riscos geológicos urbanos em áreas de carste**. 1997. 46 f. Monografia de Especialização (Pós-Graduação em Gestão Técnica do Meio Urbano – GTU). Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, 1997;

OLIVEIRA, L. M. de. **Guia de prevenção de acidentes geológicos urbanos**. Curitiba: MINEROPAR, 1998, 52 p;

PARANÁ. Lei Estadual n. 12.248, de 31 de julho de 1998. Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC. **Diário Oficial do Estado do Paraná**. Curitiba, 03 ago. 1998;

PARANÁ. Lei Estadual n. 13.027, de 22 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a delimitação do perímetro da Área de Proteção Ambiental – APA do Passaúna, definida no art. 3º, do Decreto Estadual n. 458/91. **Diário Oficial do Estado do Paraná**. Curitiba, 26 dez. 2000;

PARANÁ. Decreto Estadual n. 5.063, de 20 de novembro de 2001. Altera e atualiza o Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental denominada APA Estadual do Passaúna. **Diário Oficial do Estado do Paraná**. Curitiba, 21 nov. 2001;

PARANÁ. Decreto Estadual n. 6.390, de 5 de abril de 2006. Declara as áreas de interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). **Diário Oficial do Estado do Paraná**. Curitiba, 05 abr. 2006;

PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2000, 88-102 p;

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: IDH-M de 1991 a 2000**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Acesso em: 26 de nov. 2008;

POLIDORO, G. F. B. **Karst na bacia do alto Iguaçu, Região Metropolitana de Curitiba**: aspectos geológicos para a gestão da ocupação do solo e uso do aquífero na sub-bacia hidrográfica do rio Pacotuba em Almirante Tamandaré – PR. 2005. 121 f. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Geologia) – Setor de Ciência da Terra, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2005;

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALMIRANTE TAMANDARÉ. **Área de influência do Aquífero Karst**. Disponível em: <[www.tamandare.pr.gov.br](http://www.tamandare.pr.gov.br)>. Acesso em: 28 jul. 2007;

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná; CISM – Eng. Consultores. **Estudo ambiental complementar da área de abrangência do Aquífero Karst – Norte da Região Metropolitana de Curitiba**. 1º e 2º Relatórios. Curitiba, 2006;

SANTOS, A. R. dos. **Terrenos Calcários: Áreas de risco geológico para a Engenharia e para o Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/>>. Acesso em 5 mai. 2008;

SILVA, M. C. B.; MANTOVANI, L. E. **Análise dos potenciais educativos, fragilidade de uso, reordenamento territorial e desenvolvimento local da região cárstica curitibana**. In: VI CONGRESSO OIUDSMA - Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente: desafios da ciência em ação. Curitiba, 2006. 1 CD-ROM;

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Principais unidades aquíferas do estado do Paraná - Karst**. Disponível em: <[www.suderhsa.pr.gov.br](http://www.suderhsa.pr.gov.br)>. Acesso em 27 jun. 2007;

TADA, F. M. de S. D. **Ocorrência de acidentes geológico-geotécnicos nos terrenos cársticos do bairro de Águas Fervidas (município de Colombo-Pr) e a possível influência antrópica sobre os mesmos**. 2005. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, 2006;

UNESCO - *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. **Internationally shared (transboundary) aquifer resources management (ISARM): their significance and sustainable management**, 2001. Disponível em: <<http://www.iah.org/News/2001/isarm.pdf>>. Acesso em 30 mar. 2007.



## APÊNDICE I



Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR  
Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana – PPGTU

## FORMULÁRIO DE PESQUISA DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO

É residente na região?  S  N

Possui idade entre:  16 – 32  33 – 50  acima de 51

Sexo:  F  M Profissão: \_\_\_\_\_

Grau de escolaridade:  Analfabeto  1.º Grau: até 4.ª série completa  1.º Grau: até 8.ª série completa  2.º grau completo  3.º Grau completo  Pós-graduação completa

1) Se você fechar os olhos por alguns instantes e pensar em Almirante Tamandaré, quais são as imagens que vêm a sua cabeça?

---



---

2) Você conhece ou já ouviu falar no Aquífero Carste?  Sim  Não

2.1) Se sim:

a) Explique com as suas palavras o que é o Aquífero Carste: \_\_\_\_\_

---

b) Você considera que o Aquífero Carste é algo bom ou ruim para o município?

Bom  Ruim Por quê? \_\_\_\_\_

---

c) Sobre a importância de preservar o Aquífero, que escala você daria?

Muito Importante <input type="checkbox"/>	Importante <input type="checkbox"/>	Pouco Importante <input type="checkbox"/>	Não é importante <input type="checkbox"/>	Não Sei <input type="checkbox"/>
---	-------------------------------------	---	---	----------------------------------

d) E a quem caberia a responsabilidade de preservá-lo?

<input type="checkbox"/> Governo Federal	<input type="checkbox"/> Prefeitura Municipal	<input type="checkbox"/> População em geral	<input type="checkbox"/> Somos todos nós	<input type="checkbox"/> Não precisa
<input type="checkbox"/> Governo Estadual	<input type="checkbox"/> ONGs	<input type="checkbox"/> Comércio /Indústria	<input type="checkbox"/> Não sei	<input type="checkbox"/> Outro _____

2.2) Se não:

a) Você sabe se no solo embaixo de onde você mora existe água boa para beber?

Sim  Não

(Se a resposta for Não, ir direto para a questão 3)

b) Como você soube disto?

<input type="checkbox"/> Jornal/Revista	<input type="checkbox"/> Rádio	<input type="checkbox"/> Folhetos	<input type="checkbox"/> Palestra	<input type="checkbox"/> Existência de poços
<input type="checkbox"/> Livro	<input type="checkbox"/> TV	<input type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Alguém me disse	<input type="checkbox"/> Outro _____

c) Você sabe se a sua moradia está prejudicando a qualidade dessa água?

Prejudica Muito ( )	Prejudica ( )	Prejudica Pouco ( )	Não Prejudica ( )	Não Sei ( )
------------------------	---------------	------------------------	----------------------	-------------

c.1) Quais medidas você adota em sua moradia para não prejudicá-la?

---

d) Você conhece outras atividades locais que estejam prejudicando essa água?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, o quanto elas estão prejudicando?

Atividade(s)	Prejudica Muito	Prejudica	Prejudica Pouco	Não Prejudica	Não Sei

d.1) Quais alternativas você sugere para que tais atividades não prejudiquem essa água: \_\_\_\_\_

**3) Você gostaria de ter maiores informações sobre o Aquífero Carste?**

( ) Sim ( ) Não

Se sim, de que maneira você gostaria de ter maiores informações?

( ) Palestra	( ) Cartilhas	( ) Internet	( ) Atividades educação ambiental	( ) Teatro
( ) Filmes	( ) Exposições	( ) Grupos de discussão	( ) Outros _____	

**4) Se você fosse convidado a participar de algum trabalho que viesse a contribuir para a sua preservação do Aquífero Carste em Almirante Tamandaré, você aceitaria?**

( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

Se sim, de que forma você poderia contribuir?

( ) Apoio Moral	( ) Financeiramente	( ) Mão- de-obra	( ) Atuação Voluntária	( ) Outros _____
--------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	------------------

\*\*\*\*

## APÊNDICE II

### ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM MEIO AMBIENTE QUE ATUARAM COMO VOLUNTÁRIOS NA APLICAÇÃO DOS FORMULÁRIOS DE PESQUISA

<b>Nº</b>	<b>NOME</b>	<b>BAIRRO DE ATUAÇÃO</b>	<b>CARGA HORÁRIA</b>
1	Anine Alves Doria	Centro	20
2	Aline Cristina de Lima	Restinga Seca	40
3	Aline Daiana Camargo	Restinga Seca	40
4	Ana Cláudia Xavier Rodrigues	São Felipe	30
5	Ana Paula Correia	Restinga Seca	40
6	Andressa Correia	São Felipe	40
7	Angélica dos Santos Monteiro	Jd. Monte Santo	40
8	Anna Carla Souza Siqueira	Restinga Seca	40
9	Bruna Carolina P. dos Santos	Jd. Monte Santo	28
10	Bruna Manoela Nogueira	Sumidouro/Mato Dentro	80
11	Celso Soares Braznik	Tranqueira	40
12	Cleverson Júnior Gonçalves	Jd. Monte Santo	40
13	Cristiane de Paula Cândido	São Felipe	30
14	Dayse de Cássia de Souza Vaz	Centro	40
15	Débora Caroline da Silva Souza	Areias/Centro	80
16	Débora da Silva Moacir	Restinga Seca	40
17	Elis Daiane Bueno	Centro	40
18	Elis Elaine de Souza Vaz	Botiatuba	40
19	Fernanda Kottwitz Pereira	Botiatuba	40
20	Gabriella Bueno Alves	Botiatuba	40
21	Gislayne Gonçalves	Tranqueira/Jd. Monte Santo	80
22	Grace Kelly Garcia Aparecido	Jd. Monte Santo	15
23	Jéssica dos Santos Machado	Botiatuba	40
24	Josué Rodrigues de Mello	Restinga Seca	40
25	Leandro Sloninka Pepe	Restinga Seca	40
26	Letícia Pimentel dos Santos	Centro	20
27	Lilian Nunes dos Santos	Sumidouro/Mato Dentro/Jd. Monte Santo	120
28	Maicon David Machado de Lima	Restinga Seca	40
29	Maria Cordeiro	São Felipe	30
30	Priscila Ap <sup>a</sup> de Almeida Marques	Centro	40
31	Simone Timotio Bomfim	São Felipe	40
32	Soeni Maria Götz	Centro	40
33	Stephany Rosanne Freitas	Restinga Seca	40
34	Vanessa dos Santos de Oliveira	Jd. Monte Santo	28
35	Willer Ribeiro Santos	Jd. Monte Santo	20

**APÊNDICE III**

**Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR**  
**Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana – PPGTU**

**QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DA PERCEPÇÃO DO PODER PÚBLICO E DO  
SETOR PRODUTIVO**

Entrevistado(a): \_\_\_\_\_

Órgão/Empresa em que atua: \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa: \_\_\_\_\_

- 1) Os colapsos de solo, afundamentos, rachaduras em edificações e formação de dolinas ocorridos nas áreas de ocorrência cárstica são um risco à população?  
Qual é o grau desse risco?  
 Sim     Não     Não sei dizer  
Grau do risco:  Alto     Médio     Baixo     Não sei dizer     Não é um risco
- 2) Quais são as medidas adotadas por sua instituição para minimizar tais problemas ou riscos?
- 3) Considera que tais medidas adotadas são suficientes para a resolução do problema e assegurar a população?  
 Sim     Não     Não sei dizer
- 4) Na visão da instituição/empresa qual seria a estratégia ideal para solucionar este problema?
- 5) Considera que a população em geral de Almirante Tamandaré está devidamente informada sobre os riscos associados ao carste?  
 Sim     Não     Não sei dizer
- 6) Quais são os desafios do Município na gestão das áreas de ocorrência cárstica?
- 7) Considera que o Aquífero Carste é um entrave ao uso e ocupação do solo do município ou uma potencialidade estratégica de desenvolvimento regional? Por quê?

## APÊNDICE IV

### RESPOSTAS OBTIDAS DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DA PERCEPÇÃO DO PODER PÚBLICO

<b>1) Os colapsos de solo, afundamentos, rachaduras em edificações e formação de dolinas ocorridos nas áreas de ocorrência cárstica são um risco à população? Qual é o grau desse risco?</b>
<b>Comec:</b> Sim. Alto.
<b>Mineropar:</b> Sim. Alto.
<b>Suderhsa:</b> Sim. Baixo.
<b>DC:</b> Sim. Alto.
<b>Prefeitura 1:</b> Sim. Alto.
<b>Prefeitura 2:</b> Sim. Alto.
<b>Prefeitura 3:</b> Sim. Alto.
<b>Câmara Municipal:</b> Sim. Alto.
<b>MP:</b> Sim. Médio.
<b>IAP:</b> Sim. Alto.
<b>CAOPMA:</b> Sim. Médio.
<b>2) Quais são as medidas adotadas por sua instituição para minimizar tais problemas ou riscos?</b>
<p><b>Comec:</b> A COMEC possui uma atuação importante no que respeita a questões de uso e ocupação do solo regional. Nesse sentido destaca-se, a elaboração do Plano de Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst da Região Metropolitana de Curitiba. Este Plano foi utilizado para orientação dos planos diretores municipais da região do carste, o que permitiu um maior conhecimento da fragilidade do território e a incorporação das áreas com maior fragilidade nos zoneamentos.</p> <p>Outra atividade da COMEC é a anuência prévia aos projetos de loteamentos em áreas urbanas. Isto garante que nenhum novo loteamento será implantado em desacordo com as determinações do plano do carste.</p> <p>E ainda, a COMEC é consultada quando da implantação de indústrias, condomínios e projetos governamentais, o que também garante que não sejam autorizadas construções em áreas de risco por parte do governo estadual.</p>
<p><b>Mineropar:</b> Primeiro é identificar as áreas de risco, o que parcialmente já esta identificada através de mapa específico. Segundo, repassamos essas informações as prefeituras quando da elaboração do Plano Diretor. Terceiro acompanhamos quando solicitados o desenvolvimento de tais planos diretores dando sugestões para a ocupação das áreas de risco. Quarto, dando palestras a Universidades para os cursos de geografia, arquitetura etc.</p>
<p><b>Suderhsa:</b> Monitoramento do aquífero através de medição do nível piezométrico, com frequência adequada.</p>
<p><b>DC:</b> Relativamente nenhuma, pois atuamos após o evento acontecer de forma a sinalizar o local, com fitas zebreadas, placas de advertências, as quais geralmente são danificadas por populares que desconhecem o risco que os cercam.</p>
<p><b>Prefeitura 1:</b> Com elaboração do Plano Diretor houve uma grande discussão sobre o assunto a equipe técnica do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente, orientam, também fiscalizam e acompanham o trabalho voltado aos problemas do carste.</p>
<p><b>Prefeitura 2:</b> Para orientação dos projetos de parcelamento do solo e para o alvará de construção solicitamos o estudo geológico-geotécnico acompanhado de laudo ou gleba.</p>
<p><b>Prefeitura 3:</b> O grande avanço seria a elaboração do Plano Diretor Municipal e a mudança da lei de uso e ocupação do solo que ordena a ocupação nessas áreas. Além da educação ambiental e fiscalização em relação às construções (que anteriormente eram ações que não existiam).</p>
<p><b>Câmara Municipal:</b> A Câmara Municipal fez um contrato com a Sanepar por 30 anos a qual esta empresa se compromete no final deste período tratar 90% da rede de esgoto, protegendo assim o Aquífero. Captação da água do Rio Barigüí, evitando assim a retirada da água do Aquífero Kaester.</p>

<p><b>MP:</b> São diversas no decorrer da última década e até antes. Para exemplificar foi suscitada a competência do IBAMA para licenciamento ambiental da extração de água do aquífero Karst, o que foi acolhido de pronto no ano de 1996 e imediatamente foi avocado o processo e suspenso todo e qualquer bombeamento na região de Colombo, onde os colapsos eram maiores naquela ocasião. O Ministério Público convidou professores universitários e técnicos de diversas instituições para debater o assunto com a população e órgãos ambientais, o que resultou na criação e instalação de uma Câmara Técnica para discutir e deliberar a respeito dos diversos aspectos envolvidos na questão.</p> <p>Foram divesas audiências públicas convocadas ou com a participação do Ministério Público do Paraná, que continua acompanhando a situação através de diversas iniciativas, inclusive Conselho de Usuários e outros.</p> <p>Também provocamos o envolvimento do Ministério Público Federal, que atuou com firmeza na época.</p>
<p><b>Iap:</b> Recomendações com relação as edificações (prospecção, levantamento geológico-geotécnico) para verificar a presença de eventuais células cársticas e cavernas, não se autorizando de forma nenhuma indústrias poluentes que possam afetar o aquífero.</p>
<p><b>CAOPMA:</b> O Ministério Público do Paraná através de seu poder de fiscalização tenta impedir que as políticas públicas sejam descumpridas, nas mais variadas esferas. O mecanismo mais eficiente para minimizar tais problemas é acompanhar os municípios quando da elaboração dos planos diretores para evitar que estas áreas, dotadas de fragilidade ambiental e geotécnica, sejam habilitadas para usos incompatíveis. Bem como, através de parcerias com outros órgãos IAP, SUDERHSA e instituições afins coibir a instalação de empreendimentos de grande porte, com potencial poluidor, as ocupações irregulares e principalmente a extração de água do aquífero, em volumes maiores do que a capacidade de recarga.</p>
<p><b>3) Considera que tais medidas adotadas são suficientes para a resolução do problema e assegurar a população?</b></p>
<p><b>Comec:</b> Não.</p>
<p><b>Mineropar:</b> Não sei dizer.</p>
<p><b>Suderhsa:</b> Não respondeu.</p>
<p><b>DC:</b> Não.</p>
<p><b>Prefeitura 1:</b> Sim.</p>
<p><b>Prefeitura 2:</b> Não sei dizer.</p>
<p><b>Prefeitura 3:</b> Não.</p>
<p><b>Câmara Municipal:</b> Sim.</p>
<p><b>MP:</b> Não. Obs.: foram importantes e eficazes na época, mas é necessário acompanhar de forma permanente a situação, inclusive com monitoramento ambiental e estrito zoneamento ecológico-econômico, em razão da sensibilidade ambiental da região.</p>
<p><b>Iap:</b> Sim. Porém em parte.</p>
<p><b>CAOPMA:</b> Sim, se realmente forem adotadas</p>
<p><b>4) Na visão da instituição/empresa qual seria a estratégia ideal para solucionar este problema?</b></p>
<p><b>Comec:</b> É complexo pensar em uma estratégia ideal, haja vista as limitações existentes tanto do ponto de vista da população local quanto do poder público. O que pretende-se é uma conjugação de esforços para promoção de uma ocupação “sustentável” da região. Isso envolve diversas ações como: a conscientização da população; a internalização pelo poder público das restrições existentes; uma fiscalização e monitoramento constante; um plano de habitação para as famílias de baixa renda, aliada ao planejamento regional; uma política de exploração do aquífero que considere que a captação de água deva ser efetuada em regiões distantes de áreas urbanas consolidadas; desapropriação das áreas de influência direta das captações; os espaços habitáveis no carste deverão ser dotados de infra-estrutura adequada, compatível com a fragilidade do meio; nas áreas de proteção, onde o processo de ocupação urbana não está presente, sugere-se a adoção de parâmetros mais restritivos e um efetivo controle público, de forma a não permitir a urbanização intensiva; a expansão urbana deverá ser desestimulada na direção das áreas de exploração mineral, a fim de evitar conflitos sócioespaciais; deverão ser implantados mecanismos de controle de forma que a exploração mineral seja efetuada de maneira adequada, evitando a dispersão de efluentes que prejudiquem a população; o planejamento municipal deverá ser participativo visando o esclarecimento da população sobre as restrições à ocupação do território; desenvolvimento de práticas de educação ambiental a fim de evitar a contaminação do aquífero e a potencialização de acidentes; a extração de água subterrânea deverá ser direcionada para as células que não possuem ocupação urbana,</p>

evitando-se a aceleração dos acidentes geológicos, etc.
<b>Mineropar:</b> É dar trinamento e palestras aos técnicos das prefeituras e órgãos estaduais para que além de aplicarem seus conhecimentos para evitar problemas geológicos decorrentes, sejam também agentes divulgadores de informações sobre o caso.
<b>Suderhsa:</b> Aplicação por parte do município do Zoneamento de Uso e Ocupação do solo, o qual define as áreas próprias e impróprias para construção, bem como áreas de preservação nos pontos de recarga do aquífero, com a finalidade de manter a pressão hidráulica que dá sustentação ao sistema e a qualidade da água.
<b>DC:</b> Este problema está muito longe de ser solucionado, pois este tipo de ocorrência no Brasil são pouco divulgados e até o momento não fez grandes estragos onde a mídia possa auxiliar. Pois geralmente aparece logo passa despercebido pelas autoridades, quais se respaldam para não divulgarem pois qual o governante que irá dizer que uma área fica imprópria para qualquer tipo de utilização após o aparecimento de um fenômeno destes, ao passo que deveria ser motivado a realizar um mapeamento, ter um histórico documentado sobre estas situações.
<b>Prefeitura 1:</b> Ampliar a discussão e conscientização e envolver além dos órgãos públicos a sociedade principalmente organizada e também ampliar a fiscalização.
<b>Prefeitura 2:</b> Restringir a ocupação em áreas mais fragilizadas, delimitando através de estudos específicos, diminuir ou cessar com as ações que atuam diretamente nas alterações do solo e causam os afundamentos – retirada de água, trânsito pesado, etc.
<b>Prefeitura 3:</b> Fiscalização ostensiva (aplicação de multa, maior rigorosidade); ampliação da educação ambiental; divulgar/informar a população sobre o que é o Aquífero Karst e o que acontece de fato.
<b>Câmara Municipal:</b> Estes já mencionados. A interrupção da retirada da água do Aquífero vai evitar com certeza as dolinas, pois as galerias subterrâneas permanecerão cheias.
<b>MP:</b> acompanhamento de forma permanente da situação, inclusive com monitoramento ambiental e estricto zoneamento ecológico-econômico, em razão da sensibilidade ambiental da região. Também participação da comunidade em todas as decisões que interfiram. Sugiro um Conselho Gestor Intermunicipal com tríplice composição paritária: sociedade, Estado e Municípios e Usuários.
<b>Iap:</b> Não recomendar a expansão urbana na região norte da RMC. Faixa bem reduzida no noroeste do município de atividades não poluentes e uma faixa restrita onde pode-se controlar a implantação das atividades industriais por meio de monitoramento constante, assim como para atividades comerciais.
<b>CAOPMA:</b> Que houvesse maior integração entre os órgãos públicos no sentido de colocar em prática os mecanismos existentes.
<b>5) Considera que a população em geral de Almirante Tamandaré está devidamente informada sobre os riscos associados ao Carste?</b>
<b>Comec:</b> Não.
<b>Mineropar:</b> Não sei dizer.
<b>Suderhsa:</b> Não sei dizer.
<b>DC:</b> Não.
<b>Prefeitura 1:</b> Não.
<b>Prefeitura 2:</b> Não.
<b>Prefeitura 3:</b> Não.
<b>Câmara Municipal:</b> Não.
<b>MP:</b> Não.
<b>Iap:</b> Sim. As pessoas se informam pelos meios de comunicação (jornal, TV)
<b>CAOPMA:</b> Não.
<b>6) Quais são os desafios do Município na gestão das áreas de ocorrência cárstica?</b>
<b>Comec:</b> O maior de todos é controlar o crescimento urbano que é reflexo de uma demanda que extrapola os limites do Município. Conciliar o crescimento urbano com a necessidade de proteção de mananciais é um desafio dos municípios que integram a dinâmica metropolitana.
<b>Mineropar:</b> É o crescimento da cidade (em função de problemas geotécnicos) x meio ambiente (não poluir o lençol freático).
<b>Suderhsa:</b> O desafio está em aplicar o Zoneamento de Uso e Ocupação do solo por parte do município, visando a proteção de áreas de produção de água e de recarga, direcionando o desenvolvimento para áreas de menor fragilidade.
<b>DC:</b> Primeiramente realizar um estudo buscando dados concretos de outras situações que tenham acontecido anteriormente, estabelecer bases para aprimorar estudos e estabelecer dados estatísticos

<p>em parcerias com Municípios vizinhos buscando o conhecimento técnico comparativo com outros lugares, Estados, órgãos e entidades interessados neste tipo de evento, quais seriam os responsáveis por realizar neste local um estudo no sentido de recuperação para que se possa dar continuidade ao crescimento do local, seja crescimento econômico ou turístico, quando que por uma situação indique realmente não apresentar condições satisfatórias e seguras de crescimento ou habitação ou permanência humana.</p>
<p><b>Prefeitura 1:</b> Divulgar e estruturar as ações, divulgando os trabalhos já elaborados no P. Diretor e também continuar os trabalhos de pesquisa (Mineropar e Sanepar).</p>
<p><b>Prefeitura 2:</b> Controlar o crescimento urbano nestas áreas, desenvolver junto a órgãos específicos estudos para as áreas ocupadas e mais frágeis para orientação da população, divulgar conhecimentos e conscientizar a população dos riscos. Compatibilizar ações com órgãos específicos do estado e desenvolver estudos com definição das áreas mais frágeis.</p>
<p><b>Prefeitura 3:</b> Efetivar e colocar em prática as ações levantadas na questão 4. Apesar de muitos avanços já terem acontecido. Incluir na matriz curricular das escolas (municipais e estaduais) os assuntos que envolvem o Karst, englobando todos os municípios que estão sobre a sua influência, pois os limites do aquífero não são políticos e sim limites naturais.</p>
<p><b>Câmara Municipal:</b> Preservar este Aquífero evitando este que seja poluído, foi por este motivo que a Câmara Municipal aprovou o contrato com a Sanepar.</p>
<p><b>MP:</b> Diversos. O primeiro é educar a respeito para formar consciência pública a respeito das potencialidades e dos riscos.</p>
<p><b>Iap:</b> Da não expansão da área urbana, assim como a não contaminação do aquífero pelas atividades antrópicas, aquelas voltadas ao comércio e indústrias poluentes que inevitavelmente ocasionam a contaminação do aquífero.</p>
<p><b>CAOPMA:</b> Esclarecer a população sobre os riscos associados a ocupação destas áreas, coibir as ocupações irregulares e contemplar as áreas no zoneamento do município, como áreas de proteção ambiental.</p>
<p><b>7) Considera que o Aquífero Carste é um entrave ao uso e ocupação do solo do município ou uma potencialidade estratégica de desenvolvimento regional? Por quê?</b></p>
<p><b>Comec:</b> A presença do aquífero traz sim muitas restrições ao uso e ocupação do solo, apesar de existirem áreas onde a ocupação é permitida nas áreas de influência indireta do carste (nas áreas onde não há presença de calcário). O aquífero é um grande potencial a ser utilizado, mas que requer cuidados especiais na sua exploração e para a manutenção da qualidade da água.</p>
<p><b>Mineropar:</b> Digamos que é uma área que merece um pouco mais de cuidado para determinados tipos de uso e ocupação do solo. De modo que em cidades já instaladas sobre esse tipo de terreno como é o caso de Almirante Tamandaré deve existir ações de monitoramento permanente e de cuidados preventivos (por exemplo, a não exploração da água subterrânea, ou ao menos sua exploração em condições controladas e limitadas), assim como planos de contingências de Defesa Civil e um Código de Obras limitante, por exemplo, da construção de edificações com mais de dois pavimentos na região afetada.</p>
<p><b>Suderhsa:</b> O uso e proteção do Aquífero Carste deve nortear o uso e ocupação do município. Os estudos que geraram o Zoneamento, e que auxiliaram na confecção do Plano Diretor do município devem ter respeitado a fragilidade do meio. Com a preservação da qualidade da água do aquífero, ele se torna um diferencial positivo para o desenvolvimento regional, com a possibilidade do incremento do setor hidromineral, lazer e turismo.</p>
<p><b>DC:</b> Ele certamente é um entrave ao crescimento regional do ponto de vista de quem sugere um crescimento baseado grandes centros urbanos de ocupação em massa e desenvolvimento tecnológico. Porém aos que veem em que no futuro terá um problema sério que será a qualidade da água os Municípios quais possuem suas áreas geográficas abrangidas pelo Aquífero Carste, deveriam ter um programa de proteção destas águas, recebendo repasse do Governo como os "Royalties" por exemplo, para manter estas áreas e a preservação restringindo, delimitando, fiscalizando as ocupações, construções, explorações principalmente as subterrâneas e reflorestamentos, delimitando áreas, onde não impede sua ocupação ou crescimento apenas delimita e incentiva programas de conservação principalmente pelas empresas que após explorarem o local abandonam sem qualquer ressarcimento financeiro para o Município, Estado ou para o próprio ecossistema em forma de manter, preservar e restaurar as áreas de "APP" ou "APA" que a circundam e que foram degradados por fins explorativos ou por ocupações urbanas irregulares, incentivando pequenas proprietários rurais a se manter em suas propriedades por suas produções artesanais, agrícolas, pecuárias e turismo agroecológico supervisionados por escolas técnicas e faculdades que devidamente instaladas nestes locais dariam suporte técnico aos produtores que seriam propriedades modelos na área</p>



agrotecnológica de preservação ambiental.
<b>Prefeitura 1:</b> Potencial estratégico de desenvolvimento regional, mas precisa articulação técnica e política a nível regional regional, com compensação financeira como manancial, mas também aproveitar este potencial para viabilização econômica, social e ambiental da região.
<b>Prefeitura 2:</b> Considerando que nas áreas de influência do aquífero carste as exigências para a elaboração de laudo geológico-geotécnico, a qualidade das construções vem dar novo aspecto visual para a cidade. Num primeiro momento criou-se um entrave com a diminuição do potencial construtivo nestas áreas, mas ao longo do tempo irá se configurar uma nova forma de ocupação, com soluções técnicas adequada e melhor qualidade das construções.
<b>Prefeitura 3:</b> Na minha opinião é uma potencialidade. Porém na prática hoje ele é visto como um entrave, pois o município não pode receber determinadas indústrias que poderiam gerar emprego, economia para a cidade, e não recebe nenhuma compensação financeira por isso, ou seja, ficamos só com o ônus. Porém é possível explorá-lo de outras maneiras, incentivo ao turismo, ao Circuito da Natureza, e outras formas que não impactem sobre o aquífero. Por oito anos o município perdeu por ter ficado estagnado nessa questão, faltando incentivo, política pública, fortalecimento aos agricultores orgânicos que estão sobre a área de influência do aquífero. E hoje, estamos na tentativa de correr atrás deste prejuízo.
<b>Câmara Municipal:</b> É um entrave ao desenvolvimento do Município porque o Município tem sérias restrições de loteamentos e instalações de indústrias que devem ser 100% não poluentes. Como a legislação federal regula e tributa os minerais só traria benefícios econômicos ao Município caso tivessemos uma companhia para comercialização destas águas, uma vez que temos esta grande quantidade de água armazenada no Aquífero. Hoje a Sanepar comercializa sem lucros ao Município.
<b>MP:</b> A presença deste importante aquífero na R.M.C. é uma riqueza natural extraordinária, capaz de garantir abastecimento público por muitas décadas. Porém exige de todos (Poder Público e Sociedade, bem como da Iniciativa privada) cuidados especiais para não se ultrapassar a capacidade de suporte, o que implica, evidentemente, no controle estatal dos usos e ocupação da superfície mediante especial Zoneamento ecológico-econômico e outros instrumentos capazes de manter o delicado equilíbrio já ameaçado do ecossistema raro.
<b>Iap:</b> Depende do ponto de vista. É entrave quando limita-se a expansão urbana. E potencialidade, o município pode procurar atividades alternativas que não ocasionam danos ambientais, colapsos e desagregação do compartimento cárstico. Comentário adicional: a área cárstica é de alta fragilidade ambiental, e as medidas adotadas são paliativas, o ideal é orientar a expansão para outros lugares.
<b>CAOPMA:</b> É uma potencialidade, pois o aquífero deve ser visto como reserva de um bem estratégico e vital, que é a água, que se protegido e utilizado de forma racional só tem benefícios a trazer ao município.

## LEGENDA:

Comec – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba;

Mineropar – Minerais do Paraná S/A;

Suderhsa – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental;

DC – Defesa Civil de Almirante Tamandaré;

Prefeitura – Prefeitura Municipal de Almirante Tamandaré;

Câmara Municipal – Câmara Municipal de Almirante Tamandaré;

MP – Ministério Público do Estado do Paraná;

Iap – Instituto Ambiental do Paraná;

CAOPMA – Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Proteção ao Meio Ambiente.

## APÊNDICE V

### RESPOSTAS OBTIDAS DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DA PERCEPÇÃO DO SETOR PRODUTIVO

<b>1) Os colapsos de solo, afundamentos, rachaduras em edificações e formação de dolinas ocorridos nas áreas de ocorrência cárstica são um risco à população? Qual é o grau desse risco?</b>
<b>APDC:</b> Sim. Alto.
<b>Sanepar 1:</b> Sim. Baixo.
<b>Sanepar 2:</b> Sim. Não sei dizer.
<b>Sanepar 3:</b> Não sei dizer. Não sei dizer.
<b>Cavassin:</b> Sim. Não sei dizer.
<b>Timbu:</b> Sim. Alto.
<b>Frescale:</b> Sim. Não sei dizer.
<b>Argafácil:</b> Sim. Médio.
<b>Gulin:</b> Sim. Médio.
<b>2) Quais são as medidas adotadas por sua instituição para minimizar tais problemas ou riscos?</b>
<b>APDC:</b> Nossa instituição não tem medidas específicas por entender que nosso segmento não tem relação com os problemas citados, uma vez que as ocorrências são bem localizadas e dizem respeito à exploração do aquífero pela Sanepar.
<b>Sanepar 1:</b> A Sanepar explora o aquífero Karst através de critérios técnicos bem definidos. O que regula a vazão dos poços é o nível dinâmico máximo de água permitido para cada unidade. Com essa medida, o volume explorado em épocas de chuvas ou estiagem é controlado para que não ocorram problemas na superfície.
<b>Sanepar 2:</b> Implantação de sistema para controle do nível de água disponível no aquífero.
<b>Sanepar 3:</b> Implantação de sistema de monitoramento do nível do aquífero e sistemas de coleta e tratamento de esgoto.
<b>Cavassin:</b> Dentro dos domínios da empresa, são executadas ações de recalque de águas pluviais, as quais, ficam acumuladas na base da mina, de modo que não venha ocorrer percolação. Atividades geradoras de vibrações intensas e contínuas que, de algum modo, venham contribuir para o comprometimento da estabilidade da jazida e sua área de influência. Avanço desnecessário da frente de lavra, manutenção da cobertura superficial e recuperação de área degradada.
<b>Timbu:</b> Não permitimos poços artesianos; nossa água é de uma surgência natural.
<b>Frescale:</b> Na empresa Água Mineral Frescale, antes de ser perfurado o poço, foi realizado um estudo do solo por um Geólogo capacitado para este tipo de atividade, relacionada a perfuração de poços. Além disso este Geólogo ainda presta serviços para empresa, de maneira que, qualquer mudança de comportamento do solo poderá ser identificada rapidamente por este profissional.
<b>Argafácil:</b> Conscientização dos seus funcionários.
<b>Gulin:</b> Nenhuma, nossa área de exploração encontra-se na zona rural, baixo adensamento populacional, não existem estudos que apontem o grau de influência de nossa atividade na ocorrência de colapsos, no entorno, por sinal desconhecemos a ocorrência destes eventos na redondeza de nossa jazida.
<b>3) Considera que tais medidas adotadas são suficientes para a resolução do problema e assegurar a população?</b>
<b>APDC:</b> Não.
<b>Sanepar 1:</b> Sim.
<b>Sanepar 2:</b> Não sei dizer.
<b>Sanepar 3:</b> Não.
<b>Cavassin:</b> Não.
<b>Timbu:</b> Sim. Não sei dizer.
<b>Frescale:</b> Sim.

<b>Argafácil:</b> Não.
<b>Gulin:</b> Não respondeu.
<b>4) Na visão da instituição/empresa qual seria a estratégia ideal para solucionar este problema?</b>
<b>APDC:</b> Um estudo adequado de Impacto Ambiental definindo claramente o potencial da exploração sem que haja riscos e nem prejuízos a comunidade local.
<b>Sanepar 1:</b> Além das medidas técnicas exploratórias, a aplicação das orientações do Plano de Diretor do Município, referente as áreas de mananciais de abastecimento, devem ser rigorosamente desocupadas.
<b>Sanepar 2:</b> Não sei responder.
<b>Sanepar 3:</b> Conter a ocupação do solo cárstico.
<b>Cavassin:</b> Por ser um processo absolutamente natural, as ações da empresa tem caráter único de minimizar os efeitos dos processos.
<b>Timbu:</b> Não sei.
<b>Frescale:</b> O município deveria informar a população sobre quais os agravantes da presença do Aquífero Carste no subsolo e também conscientizar a população para que esta não utilize de maneira indevida o solo, evitando assim o surgimento de riscos para a própria população. Deve também criar um programa de monitoramento do aquífero e do solo de toda região, envolvendo a população local, de maneira que, se alguma mudança no relevo surgir poderá rapidamente ser avaliada, e se necessário sanada. O município deve também orientar os moradores locais, exemplificando atividades nas quais estes possam atuar sem prejudicar o aquífero e/ou causar danos ao solo.
<b>Argafácil:</b> Exploração de água ser realizada em local desabitado, e não no centro da cidade, como ocorre em Almirante Tamandaré. No entanto, seria necessário que a empresa (Sanepar) a qual explora o aquífero, seja responsável, para reparar os danos causados e desenvolver projeto de exploração, que não afete de modo negativo a coletividade e o meio ambiente.
<b>Gulin:</b> Aprofundar os estudos sobre o sistemas carstico, o que atualmente transparece é a falta destes estudos, então proibisse quase tudo em relação ao karst por ignorância.
<b>5) Considera que a população em geral de Almirante Tamandaré está devidamente informada sobre os riscos associados ao Carste?</b>
<b>APDC:</b> Não.
<b>Sanepar 1:</b> Não.
<b>Sanepar 2:</b> Não.
<b>Sanepar 3:</b> Não.
<b>Cavassin:</b> Não.
<b>Timbu:</b> Não.
<b>Frescale:</b> Não sei dizer.
<b>Argafácil:</b> Não. Principalmente porque almém dos risco de colapsos de solo, afundamentos, rachaduras em edificações e formação de dolinas, ainda existe o risco de poluição das águas subterrâneas do Karst.
<b>Gulin:</b> Não.
<b>6) Quais são os desafios do Município na gestão das áreas de ocorrência cárstica?</b>
<b>APDC:</b> Proteger o aquífero no que diz respeito às contaminações , proteger a comunidade do entorno da exploração, fiscalizar à Sanepar quanto à sua exploração e principalmente consiliar exploração com preservação.
<b>Sanepar 1:</b> É necessário “educar” os Munícipes sobre esta excelente reserva de água. Um plano de Educação Ambiental em parceria com os diversos órgãos públicos e privados pode alavancar o desenvolvimento destas áreas.
<b>Sanepar 2:</b> Informar a população do município para que se concientizem sobre a fragilidade e/ou características do solo sobre o qual elas vivem e transitam.
<b>Sanepar 3:</b> Conter a ocupação do solo.
<b>Cavassin:</b> Controle da urbanização e crescimento populacional, controle da atividade mineradora, controle da atividade industrial, controle da supressão da cobertura florestal e controle da poluição e atividades, as quais, podem provocar aceleração do processo.
<b>Timbu:</b> Planejamento a longo prazo para o uso do solo daqui para a frente.
<b>Frescale:</b> Os grandes desafios do Município são conseguir monitorar estas áreas, fazer um trabalho de prevenção para evitar possíveis riscos para a população e trabalhar na conscientização dos moradores locais para que estes colaborem e sejam aliados dos administradores locais. Além disso,

desenvolver atividades econômicas lucrativas, numa área delicada como esta, também se mostra um desafio para o Município.
<b>Argafácil:</b> Fazer zoneamento e ser o agente cobrador dos beneficiários economicamente pela exploração do Karst.
<b>Gulin:</b> Estudar melhor a questão e elaborar mapas relativos a situação do sistema cárstico.
<b>7) Considera que o Aquífero Carste é um entrave ao uso e ocupação do solo do município ou uma potencialidade estratégica de desenvolvimento regional? Por quê?</b>
<b>APDC:</b> É uma potencialidade que temos e devemos explorá-la de forma adequada beneficiando sempre a comunidade local pois também é um entrave ao nosso desenvolvimento por isso acho que o município produtor de água deveria ter tratamento especial do governo estadual com políticas públicas de desenvolvimento que contemplem a preservação ambiental.
<b>Sanepar 1:</b> Sem dúvidas é uma grande potencialidade para o desenvolvimento regional. Água é qualidade de vida, produção, oportunidades. É essencial para a expansão de qualquer território urbano ou rural, principalmente de manancial subterrâneo que apresenta excelente qualidade.
<b>Sanepar 2:</b> Depende do entendimento sobre uso e ocupação do solo do município que a Prefeitura tem.
<b>Sanepar 3:</b> Porque o solo é extremamente frágil e bastante suscetível à poluição.
<b>Cavassin:</b> Depende da vocação de cada região mas, acredito que a expectativa de desenvolvimento é sempre soberana diante ao crescimento populacional, o aumento vertiginoso do consumo de recursos naturais. O antropismo supera os entraves.
<b>Timbu:</b> Os dois! É entrave para determinadas atividades; e ações que podem potencializar o turismo, cavernas, etc, água mineral.
<b>Frescale:</b> Não. Com toda certeza um aquífero limita a utilização do solo para certos tipos de atividades. No entanto, existem diversas atividades que podem ser desenvolvidas, mesmo com a presença do aquífero. Como exemplo, pode-se citar a perfuração de poços para extração de água mineral. Outras atividades como esta necessitam de um estudo aprofundado do solo, mas mesmo assim podem ser realizadas. O município deve investir em atividades econômicas que possam ser desenvolvidas em regiões como esta. O turismo ecológico também se mostra como uma boa alternativa para o desenvolvimento regional, além de demonstrar o interesse da administração local pelo meio ambiente, assunto tão atual.
<b>Argafácil:</b> é um entrave porque o município tem o ônus de ver seu espaço de ocupação limitado pela fragilidade de solo em áreas mais sensíveis do aquífero, impedindo assim, a instalação de certos empreendimentos, sejam empresas potencialmente poluidoras ou ainda construções que ultrapassem os parâmetros seguros de engenharia. E ainda, os recursos retirados do aquífero, não revertem-se em benefícios à coletividade de nossa cidade, mas sim, abastecem o interesse de poucos (Ex: Empresa Sanepar) que usufruem dos benefícios economicamente falando, da venda de água, na sua maioria fora do município
<b>Gulin:</b> Atualmente sim pela falta de estudos.

LEGENDA:

APDC – Associação de Produtores de Derivados de Calcário;

Sanepar – Companhia de Saneamento do Paraná;

Cavassin – Mineração Cavassin & Cia Ltda;

Timbu – Água Mineral Timbu;

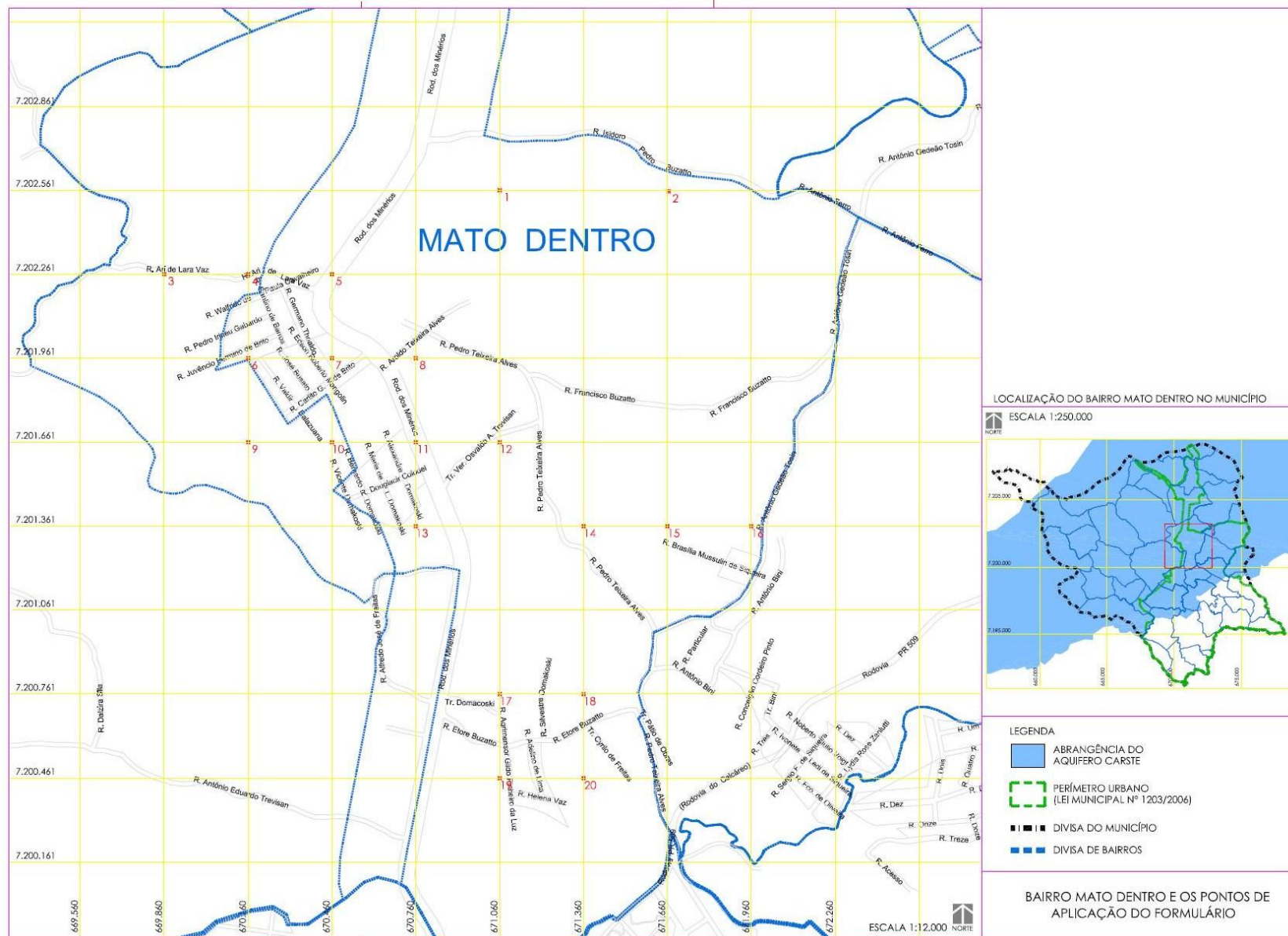
Frescale – Água Mineral Frescale Ltda;

Argafácil – Argafácil do Brasil;

Gulin – Cal Gulin.

**ANEXO I**

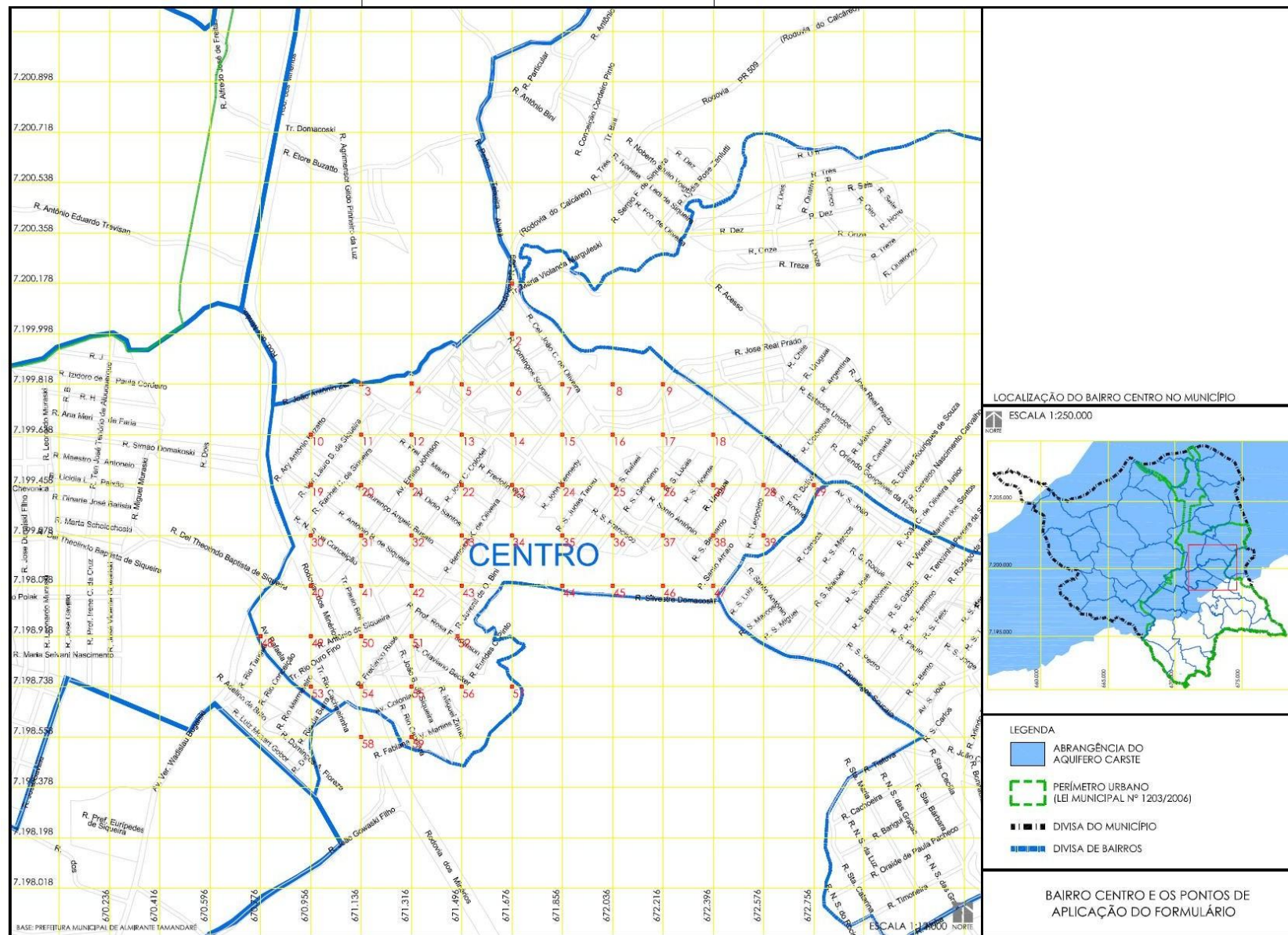
MAPAS DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE APLICAÇÃO DOS FORMULÁRIOS  
NOS BAIRROS URBANOS



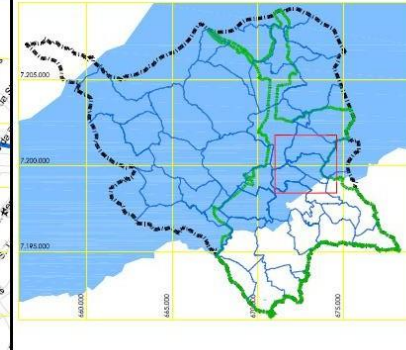








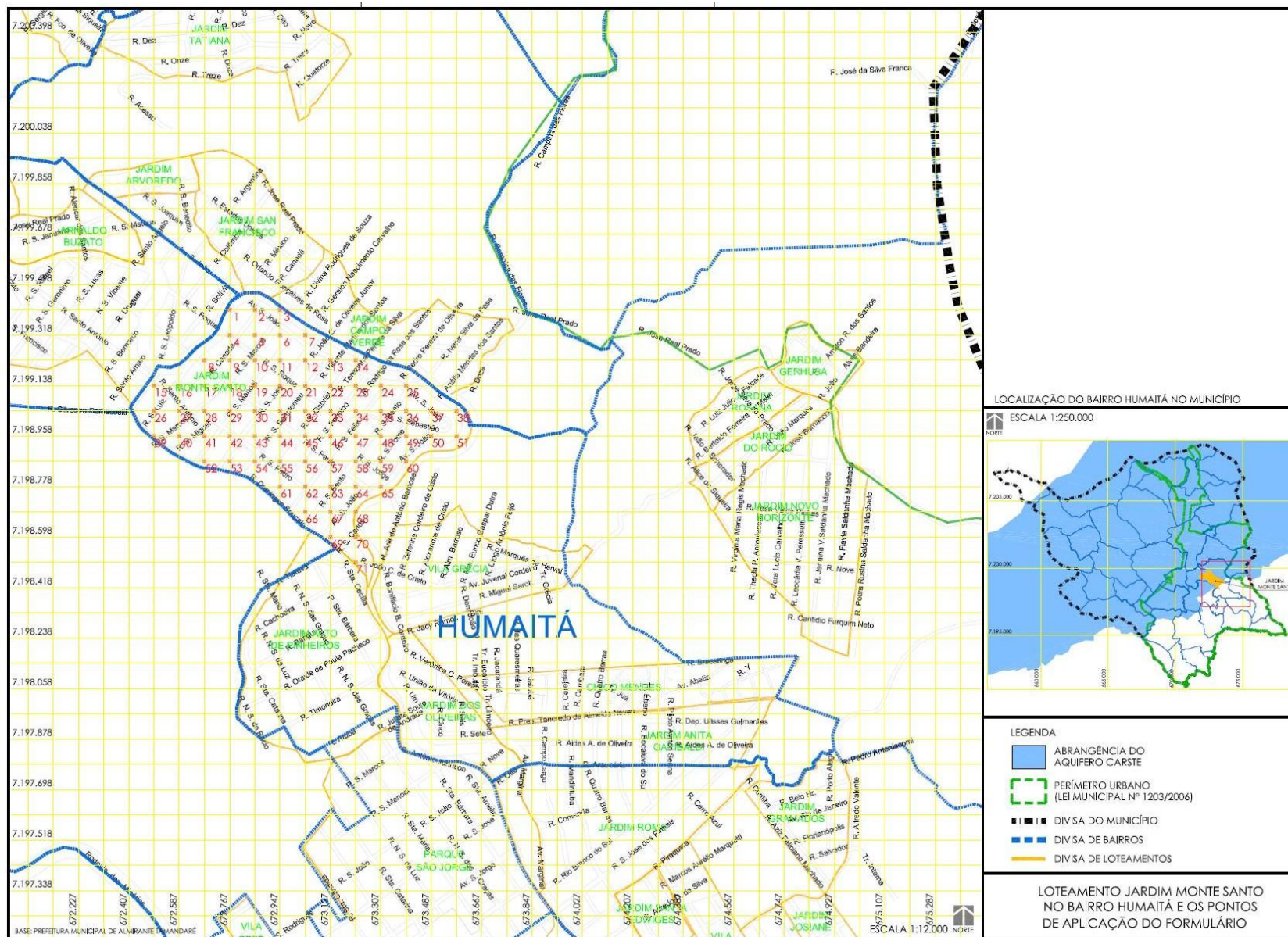
LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO CENTRO NO MUNICÍPIO  
 ESCALA 1:250.000



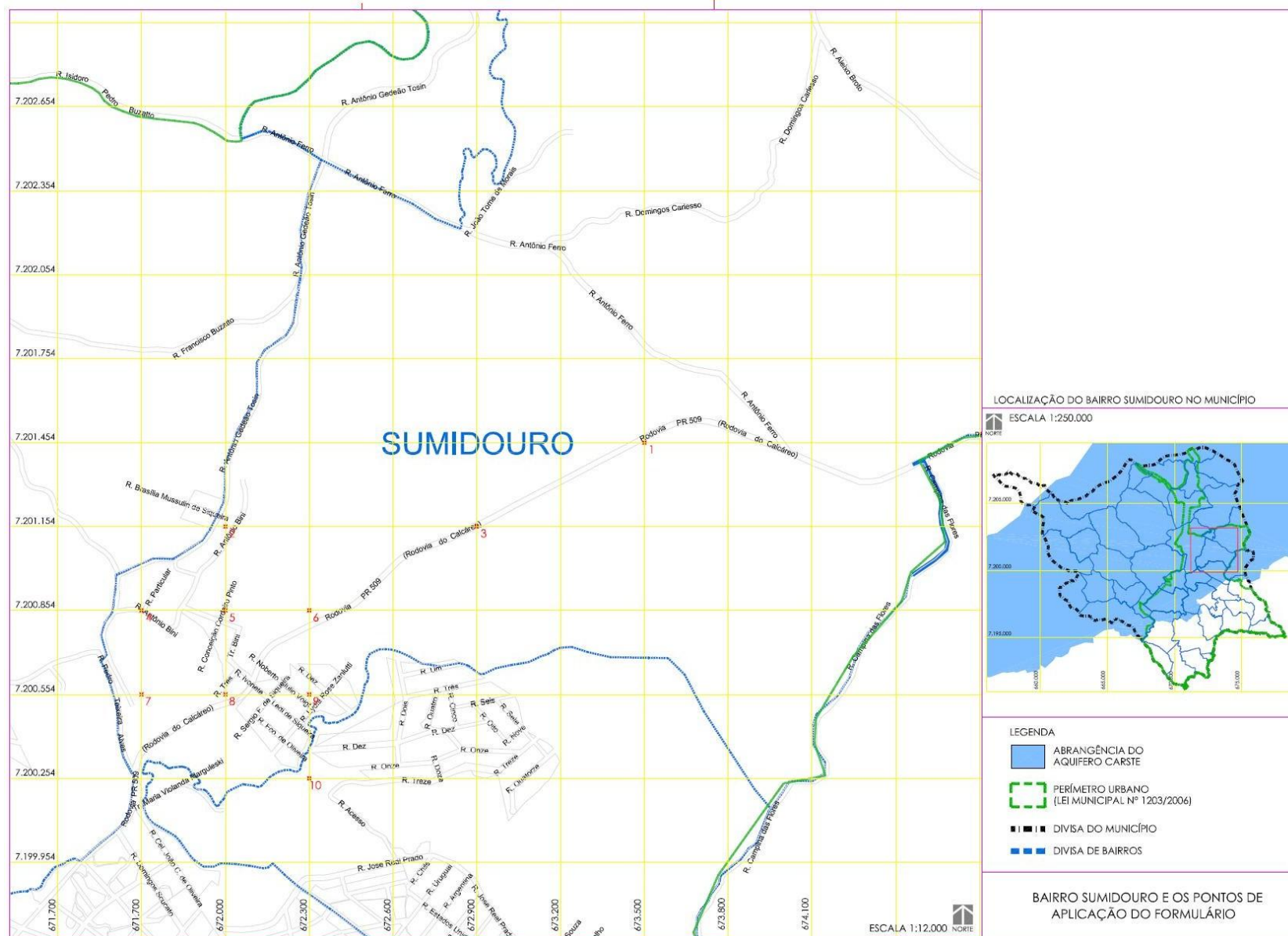
LEGENDA

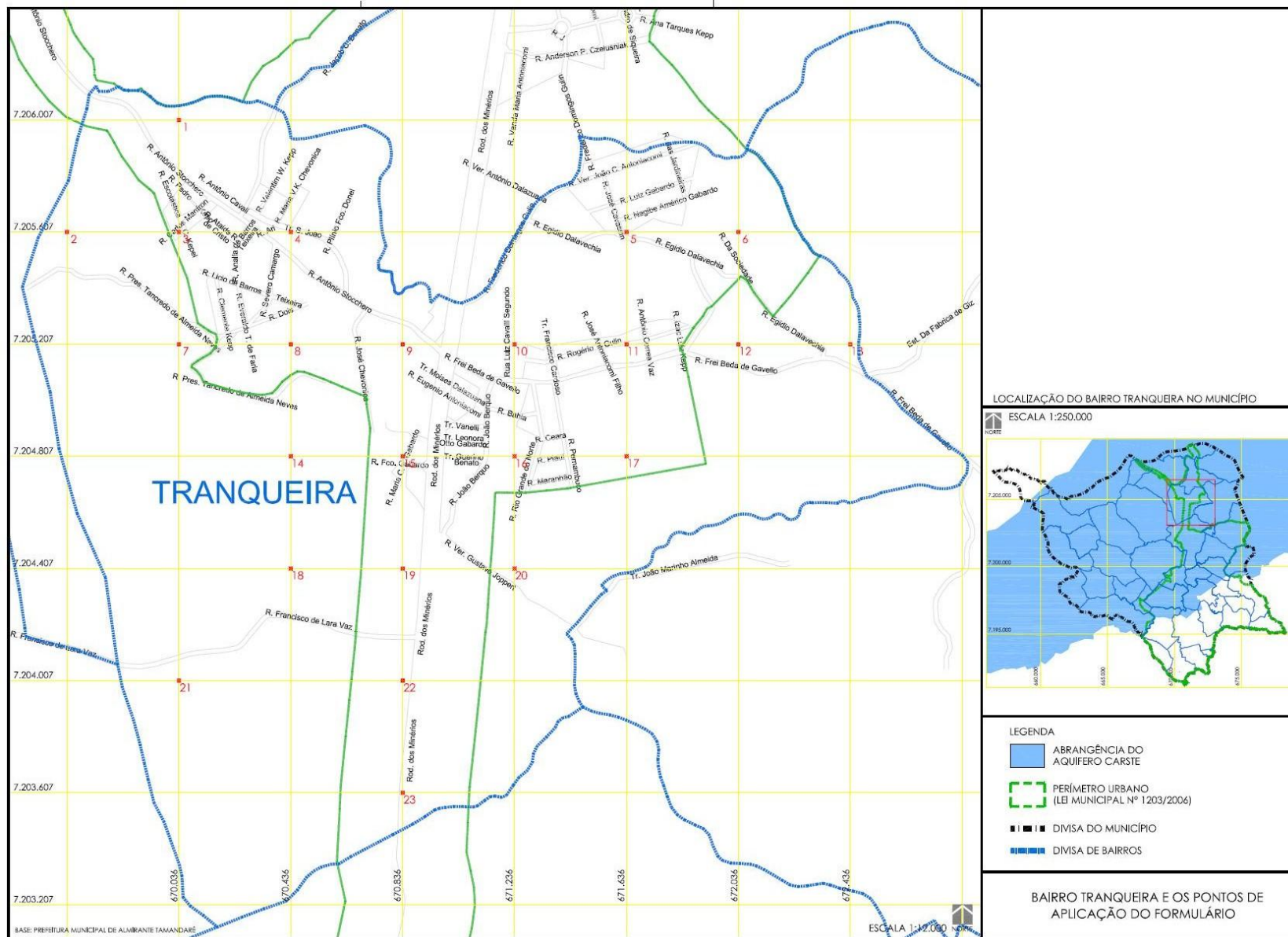
- ABRANGÊNCIA DO AQUIFERO CARSTÉ
- PERÍMETRO URBANO (LEI MUNICIPAL Nº 1203/2006)
- DIVISA DO MUNICÍPIO
- DIVISA DE BAIRROS

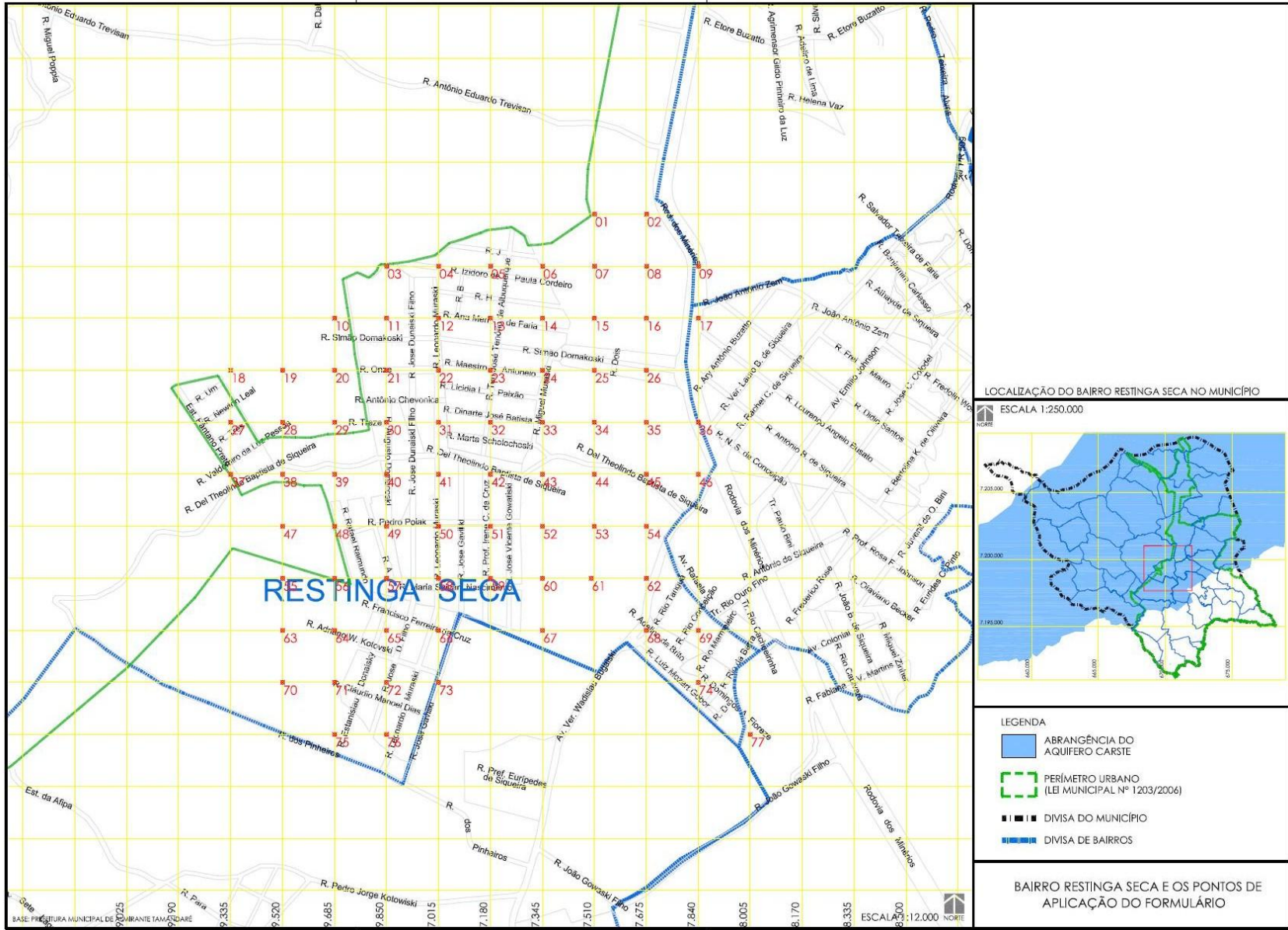
BAIRRO CENTRO E OS PONTOS DE APLICAÇÃO DO FORMULÁRIO





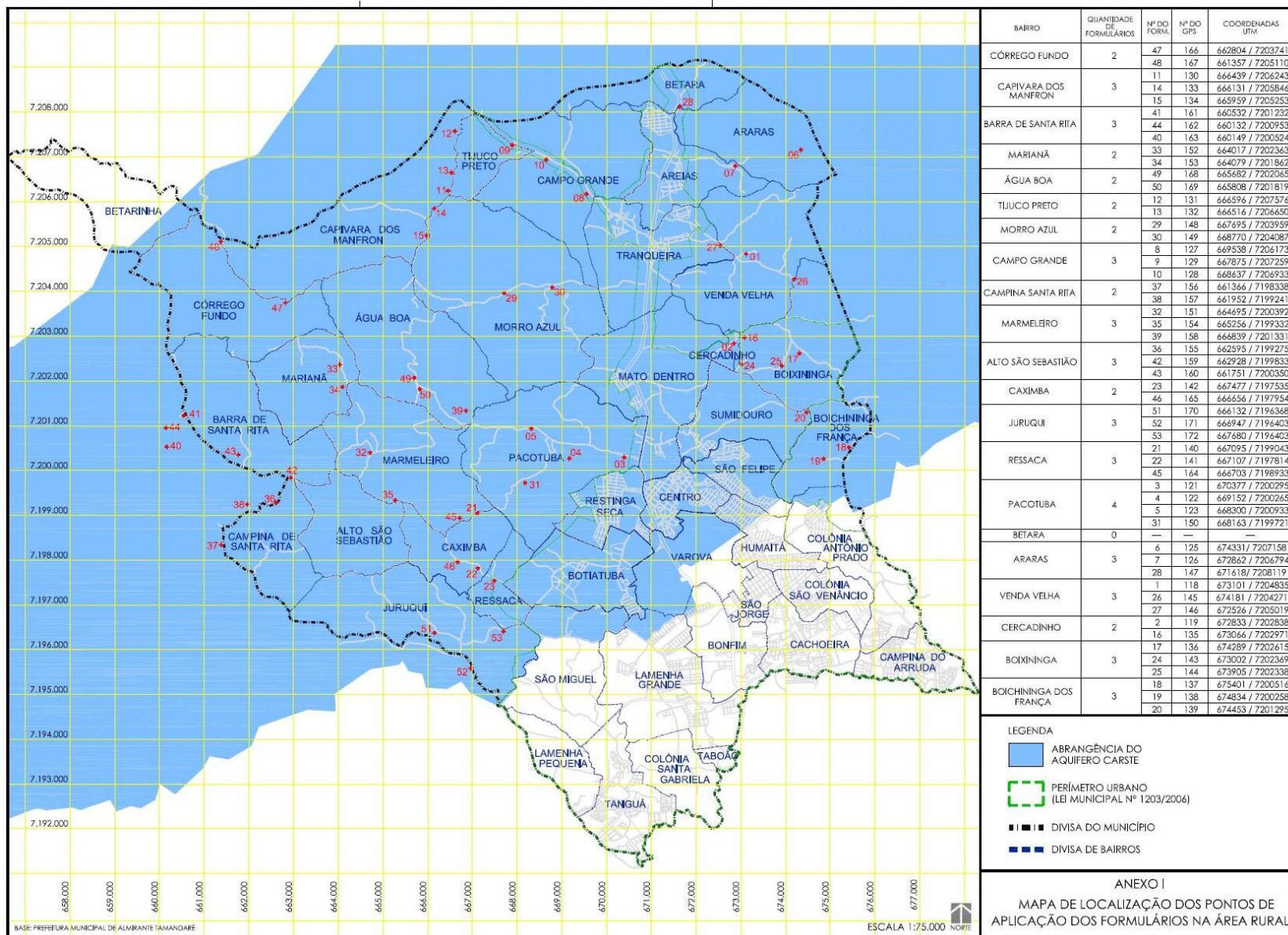






**ANEXO II**

**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE APLICAÇÃO DOS FORMULÁRIOS  
NA ÁREA RURAL**





# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)