

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

Patrícia Costa Pellizzaro

**RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE
HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ**

Curitiba
2007



Patrícia Costa Pellizzaro

**RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE
HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA,
PARANÁ**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Gestão Urbana, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Leticia Peret Antunes Hardt

Curitiba
2007

P391r
2007 Pellizzaro, Patrícia Costa
Relações entre qualidade hídrica e paisagística : estudo de caso no município de Piraquara, Paraná / Patrícia Costa Pellizzaro ; orientadora, Letícia Peret Antunes Hardt. – 2007.
224 f. ; il. : 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007
Inclui bibliografia

1. Planejamento urbano – Piraquara (PR). 2. Planejamento regional – Piraquara (PR). 3. Água – Qualidade. 4. Paisagens. I. Hardt, Letícia Peret Antunes. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. III. Título.

CDD 20. ed. – 711.4098162

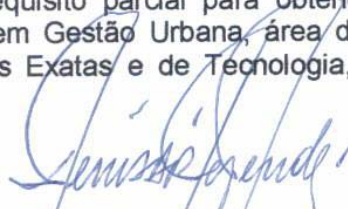
TERMO DE APROVAÇÃO

**“RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA: ESTUDO DE CASO
NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ”**

Por

PATRÍCIA COSTA PELLIZZARO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, área de concentração em Gestão Urbana, do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.



Prof. Dr. Denis Alcides Rezende
Diretor do Programa - PUCPR



Prof.ª Dr.ª Leticia Peret Antunes Hardt
Orientador - PUCPR



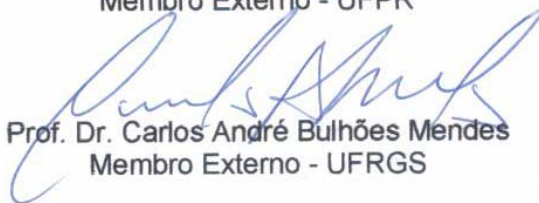
Prof. Dr. Harry Alberto Bollmann
Membro - PUCPR



Prof. Dr. Clovis Ultramari
Membro - PUCPR



Prof. Dr. Miguel Mansur Aisse
Membro Externo - UFPR



Prof. Dr. Carlos André Bulhões Mendes
Membro Externo - UFRGS

Curitiba, 20 de agosto de 2007.

Aos meus pais, VALTER e MARIA RITA,
pela minha formação.

DEDICO.



AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Letícia Peret Antunes Hardt, pelo estímulo e orientação, pelo crescimento profissional e pessoal e, principalmente, pela compreensão nas dificuldades.

Ao Professor Doutor Harry Alberto Bollmann, pela prestatividade e valiosa contribuição e pelos conhecimentos proporcionados.

Às colaboradoras Bernardete Jede e Flaviane Peccin, pelas estimáveis contribuições.

Às minhas prezadas amigas e colegas Gisele Ferreira da Rocha, Juliana Wetzel Montoya, Juliana Yumi Moriya, Letícia Nerone Gardens, Luciane Teresa Salvi, Marlene Beatriz Benvenuto Wedderhoff e Sandra Mayumi Nakamura, pelos oportunos préstimos.

À minha querida irmã Letícia Costa Pellizzaro, pelo apoio e amizade.

Em especial, ao Antonio Marcos Ferreira, pela ajuda e companheirismo em todos os momentos.

Aos demais que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial: à Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) – por autorizar as coletas de águas realizadas para este estudo; à Consiliu Projetos e Consultoria – por disponibilizar de informações relacionadas ao Plano Diretor de Piraquara; ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) – por fornecer dados referentes à qualidade da água e por subsidiar análises ecotoxicológicas; ao Laboratório de Análises Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) – por viabilizar análises de qualidade hídrica; e à Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) – por fornecer a base cartográfica.

A todos que incentivaram e colaboraram para a concretização deste trabalho.



RESUMO

Diante da temática relacionada à água e à paisagem, o presente trabalho integra aspectos de qualidade paisagística e hídrica, com o objetivo principal de identificar suas relações, no sentido de fornecer subsídios para o planejamento e gestão urbana e regional, adotando o município de Piraquara, integrante da região metropolitana de Curitiba, Paraná, como estudo de caso. Partindo do estabelecimento do referencial teórico sobre o tema e com base na caracterização do objeto de estudo, foram analisados, por meio de ferramentas estatísticas multivariadas, os aspectos geomorfométricos e quantificados os usos do solo de quinze sub-bacias selecionadas, interpretando-se a evolução, no período entre 1994 e 2006, da qualidade paisagística – por meio da aplicação de método indireto de avaliação de componentes da paisagem – e da qualidade hídrica – por intermédio da Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA), do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e do Indicador de Valor de Habitat (IVH). A partir de avaliação matricial, foi efetivada a análise comparativa – espacial e temporal – da qualidade paisagística e hídrica. Voltado à estruturação de fundamentos para o gerenciamento do uso e ocupação do solo, foi analisada a relação entre os padrões qualitativos da água e da paisagem para o ano de 2006, por meio de análise multivariada e regressão linear múltipla. Como principais resultados, constatou-se que as sub-bacias analisadas possuem 75% de similaridade quanto às suas características geomorfométricas, as quais, portanto, não se configuram como as principais variáveis para explicar as alterações da qualidade da água. Por outro lado, verificou-se aumento significativo de regiões urbanizadas entre 1994 e 2000 (100%) e sua estabilização entre 2000 e 2006, assim como acréscimo de áreas florestadas (23%) e redução dos locais com solo exposto e agricultura (35%) entre 2000 e 2006. As regiões com melhor qualidade da paisagem (55% para as classes alta e média alta) correspondem àquelas com baixa interferência antrópica e com cobertura florestal; as com reduzida qualidade paisagística (8% para as classes baixa e média baixa) são caracterizadas por áreas urbanizadas e com reduzida presença de florestas. Observou-se, também, algumas variações quanto à classificação da qualidade hídrica entre os diferentes indicadores adotados; porém, há consenso na determinação das sub-bacias com melhor e pior qualidade, fato também observado quando estas são comparadas aos padrões qualitativos da paisagem. Segundo os modelos de regressão linear múltipla testados, aproximadamente 80% da variação dos resultados do IQA é explicada pela qualidade paisagística aliada à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), ou ao IVH, fato que confirma a hipótese da relação entre qualidade paisagística e hídrica. Dessa forma, conclui-se que a avaliação da qualidade da paisagem constitui importante ferramenta para o processo de planejamento e gestão, tanto urbana e regional, quanto ambiental, em especial para conservação de áreas de mananciais hídricos de abastecimento público.

Palavras-chave: Qualidade da paisagem. Qualidade da água. Mananciais hídricos. Planejamento e gestão urbana e regional. Piraquara – Paraná.



ABSTRACT

Facing the thematic related to the water and landscape, the present research integrates the aspects of, water quality and landscape quality, with the main purpose of identifying their relations, and in the sense of supplying subsidies for regional and urban management and planning, as a case study, this research considers the municipal district of Piraquara, which is part of the metropolitan region of Curitiba city, Paraná State. By the establishment of a theoretical reference about the subject and based upon the characterization of the studied object, and by means of multivariate statistical analyses, geomorphometric and land uses aspects were analysed and quantified for fifteen selected sub-basins, interpreting the changes along the period from 1994 to 2006 and considering the quality of the landscape – by applying an indirect evaluation method for the landscape's components – and of water quality – using the Water Quality Integrated Evaluation (WQIE), the Water Quality Index (WQI) and the Habitat Value Indicator (HVI). Starting from a matrix evaluation, a comparative analysis – in space and time – was made for the quality of water and landscape. Aimed at structuring bases for managing land use and occupation the relation was made between the standards of water and landscape qualities, for the year 2006, using multivariate analyses, multiple linear regression. The main results show that the sub-basins that were analysed kept a 75% similarity regarding their geomorphometric characteristics, which, however, do not stand out as the main variables to explain the changes in the quality of water. On the other hand, it was observed that between 1994 and 2000 there was a significant increase in urbanized areas (100%), and stabilization between 2000 and 2006, as well as an increase of forested areas (23%) and reduction of the areas of agriculture and exposed soil (35%), between 2000 and 2006. The regions with better landscape quality (55% for the high and middle-high classes) were those with forestal covering and low anthropic interference. Those with reduced landscape quality (8% for the low and middle-low classes) are characterized by urbanized areas with reduced presence of forests. Also, variations were observed regarding the classification of water quality among the different indicators that may be adopted. However, there was a consensus when determining which sub-basins had a better or worse quality of water, a fact that could also be observed when these were compared with the landscape qualitative standards. According to the multiple linear regression models that were tested, approximately 80% of WQI variations is explained by the quality of landscape associated to the Oxygen Biochemical Demand (OBD) or to the HVI, a fact that confirms the hypothesis of an relation between the quality of landscape and quality of water. The conclusion was that the evaluation of the quality of landscapes is an important tool for urban, regional and environmental planning and management process, and especially for the preservation of water spring areas for public supply.

Keywords: Landscape quality. Water quality. Water source. Urban and regional planning and management. Piraquara – Paraná.



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE MODELO DE PAISAGEM NO CONTEXTO ECOLÓGICO.....	28
FIGURA 2	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS PRINCIPAIS TIPOLOGIAS DA PAISAGEM ...	29
FIGURA 3	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS INFLUÊNCIAS NO PROCESSO DE PERCEPÇÃO DA PAISAGEM	31
FIGURA 4	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS FLUXOS DAS ENCOSTAS PARA OS FUNDOS DE VALE E EM SUPERFÍCIE, POR MEIO DE CANAIS DE DRENAGEM	34
FIGURA 5	ORGANOGRAMA DE RELAÇÕES DE INFLUÊNCIA DE FATORES NATURAIS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE UM GEOSSISTEMA.....	35
FIGURA 6	ORGANOGRAMA DO SISTEMA SOCIOECONÔMICO.....	36
FIGURA 7	ILUSTRAÇÃO DOS EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NA QUALIDADE E QUANTIDADE DAS ÁGUAS	38
FIGURA 8	GRÁFICO DA VARIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SOB OS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E ECOTOXICOLÓGICOS	43
FIGURA 9	ORGANOGRAMA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DO DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL.....	54
FIGURA 10	CARTOGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA	67
FIGURA 11	CARTOGRAMA DE VETORES E BARREIRAS À OCUPAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA	74
FIGURA 12	CARTOGRAMA DOS INSTRUMENTOS LEGAIS INCIDENTES NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA	75
FIGURA 13	ORGANOGRAMA ESQUEMÁTICO DAS FASES DA ANÁLISE DA PAISAGEM.....	88
FIGURA 14	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ANÁLISES DE REGRESSÃO REALIZADAS....	100
FIGURA 15	DENDOGRAMA DE SIMILARIDADE DOS ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS	113
FIGURA 16	DENDOGRAMA DE SIMILARIDADE DOS ASPECTOS MORFOMÉTRICOS E GEOMORFOLÓGICOS DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS	114
FIGURA 17	GRÁFICO DE PROPORÇÃO DE ÁREAS URBANIZADAS NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA – 1994, 2000 E 2006	118



FIGURA 18	GRÁFICO DA SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES DO USO DO SOLO NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006	122
FIGURA 19	GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 1 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006.....	135
FIGURA 20	GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 2 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006.....	136
FIGURA 21	GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 3 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006.....	137
FIGURA 22	GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 1 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006...	144
FIGURA 23	GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 2 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006...	145
FIGURA 24	GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 3 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006...	145
FIGURA 25	VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO P01 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A NASCENTE.....	150
FIGURA 26	VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO P04 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A SERRA	150
FIGURA 27	VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO P06 – RIO PIRAQUARA PRÓXIMO A SERRA	150
FIGURA 28	VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO AI01 – RIO IRAÍ	151
FIGURA 29	VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI16 – RIO PIRAQUARA PRÓXIMO A FOZ.....	151
FIGURA 30	VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI39 – RIO DO MEIO	152
FIGURA 31	VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO AI22 – RIO ITAQUI PRÓXIMO A BR 277	152
FIGURA 32	VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO AI48 – RIO ITAQUI PRÓXIMO A FOZ.....	152
FIGURA 33	VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO P02 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A ESTRADA DE FERRO	153
FIGURA 34	VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO P03 – RIO IRAIZINHO NA TRANSIÇÃO-RURAL	153
FIGURA 35	VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO P05 – RIO PIRAQUARA PRÓXIMO A BARRAGEM.....	153
FIGURA 36	VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI17 – SUBSISTEMA DO RIO IRAÍ.....	154



FIGURA 37	VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO AI43 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A AVENIDA GETÚLIO VARGAS	154
FIGURA 38	GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA – EM FUNÇÃO QUALIDADE DA PAISAGEM – VP – E DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO – DBO)	163
FIGURA 39	GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA - EM FUNÇÃO EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT - IVH)	165
FIGURA 40	GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA – EM FUNÇÃO EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM – VP – E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT – IVH)	168
FIGURA 41	ORGANOGRAMA DOS FATORES COM INFLUÊNCIA NA QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA E DOS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO.....	171



LISTA DE TABELAS

TABELA 1	CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO SEGUNDO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)	42
TABELA 2	CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO SEGUNDO AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)	43
TABELA 3	LIMITES DOS PARÂMETROS MONITORADOS POR CLASSE DOS CORPOS DE ÁGUA DOCE SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005.....	50
TABELA 4	ÁREAS DE INCIDÊNCIA DE INSTRUMENTOS LEGAIS NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA	76
TABELA 5	CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM PELA MÉDIA PONDERADA	88
TABELA 6	CARACTERÍSTICAS GEOMORFOMÉTRICAS DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS	102
TABELA 7	TIPOS DE RELEVO E RESPECTIVAS DECLIVIDADES MEDIANAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	104
TABELA 8	AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS SEGUNDO O CRITÉRIO DA DISTÂNCIA MAHALANOBIS.....	109
TABELA 9	AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS EM TRÊS GRUPOS SEGUNDO O CRITÉRIO DA SOMA DOS QUADRADOS	110
TABELA 10	AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS EM QUATRO GRUPOS SEGUNDO O CRITÉRIO DA SOMA DOS QUADRADOS	111
TABELA 11	AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS EM CINCO GRUPOS SEGUNDO O CRITÉRIO DA SOMA DOS QUADRADOS	111
TABELA 12	NÍVEIS DE SEMELHANÇA DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	112
TABELA 13	CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS - 1994	119
TABELA 14	CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS - 2000	120
TABELA 15	CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS - 2006	121
TABELA 16	SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES DO USO DO SOLO NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006.	122
TABELA 17	CLASSES DE QUALIDADE DA PAISAGEM POR SUB-BACIAS SELECIONADAS - 1994	128



TABELA 18	CLASSES DE QUALIDADE DA PAISAGEM POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2000	129
TABELA 19	CLASSES DE QUALIDADE DA PAISAGEM POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006	130
TABELA 20	DADOS DA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 1994, 2000 e 2006	139
TABELA 21	DADOS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006	147
TABELA 22	DADOS DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH) POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006	149
TABELA 23	COMPARATIVO ENTRE INDICADORES DE QUALIDADE HÍDRICA DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006	157
TABELA 24	COMPARATIVO ENTRE DADOS DA QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006	158
TABELA 25	ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE T (DE STUDENT) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) E DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP)	161
TABELA 26	ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE F (DE SNEDECOR) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) E DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP)	162
TABELA 27	VERIFICAÇÃO DE INDICATIVO DE MULTICOLINEARIDADE ENTRE AS VARIÁVEIS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA – EM FUNÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO – DBO – E DA QUALIDADE DA PAISAGEM – VP)	162
TABELA 28	ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE T (DE STUDENT) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	164
TABELA 29	ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE F (DE SNEDECOR) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	164
TABELA 30	VERIFICAÇÃO DE INDICATIVO DE MULTICOLINEARIDADE ENTRE AS VARIÁVEIS PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	165
TABELA 31	ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE T (DE STUDENT) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP) E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	166
TABELA 32	ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE F (DE SNEDECOR) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	167



TABELA 33 VERIFICAÇÃO DE INDICATIVO DE MULTICOLINEARIDADE ENTRE AS VARIÁVEIS PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)..... 167



LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	ESTRUTURA DA REVISÃO DA LITERATURA POR ÁREAS DE CONHECIMENTO DA PESQUISA	25
QUADRO 2	FORMAS DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS.....	37
QUADRO 3	AÇÕES PRIORITÁRIAS DA AGENDA 21 BRASILEIRA.....	63
QUADRO 4	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA.....	68
QUADRO 5	PROTOCOLO DE PESQUISA	78
QUADRO 6	SISTEMA DE VALORAÇÃO PROPOSTO PARA OS COMPONENTES FÍSICOS DA ÁREA DE ESTUDO	86
QUADRO 7	SISTEMA DE VALORAÇÃO PROPOSTO PARA OS COMPONENTES BIOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	86
QUADRO 8	SISTEMA DE VALORAÇÃO PROPOSTO PARA OS COMPONENTES ANTRÓPICOS DA ÁREA DE ESTUDO (VALORES NEGATIVOS)	87
QUADRO 9	CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP) DE QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA E PROXIMIDADES.....	89
QUADRO 10	CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO COMPLEMENTARES	90
QUADRO 11	VARIÁVEIS ANALISADAS NA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)	92
QUADRO 12	PARÂMETROS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)	93
QUADRO 13	PARÂMETROS DA ANÁLISE DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	94
QUADRO 14	ELEMENTOS CONSIDERADOS PARA ANÁLISE DA VARIÂNCIA (ANOVA) DOS MODELOS UTILIZADOS PARA O RELACIONAMENTO ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA	98



LISTA DE MAPAS

Mapa 01	BACIAS E SEÇÕES MONITORADAS.....	83
Mapa 02	PONTOS DE MONITORAMENTO.....	91
Mapa 03	HIPSOMETRIA.....	106
Mapa 04	DECLIVIDADES.....	107
Mapa 05	GEOMORFOLOGIA.....	108
Mapa 06	USOS DO SOLO - 1994.....	123
Mapa 07	USOS DO SOLO - 2000.....	124
Mapa 08	USOS DO SOLO - 2006.....	125
Mapa 09	SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES DO USO DO SOLO NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006.	126
Mapa 10	QUALIDADE DA PAISAGEM - 1994.....	131
Mapa 11	QUALIDADE DA PAISAGEM - 2000.....	132
Mapa 12	QUALIDADE DA PAISAGEM - 2006.....	133
Mapa 13	AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)- 1994.....	140
Mapa 14	AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)- 2000.....	141
Mapa 15	AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)- 2006.....	142
Mapa 16	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)- 2006.....	148
Mapa 17	INDICADOR DE VALOR DO HABITAT (IVH)- 2006.....	155



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Af	Altitude na foz do curso d'água principal
AIQA	Avaliação Integrada da Qualidade da Água
An	Altitude na nascente do curso d'água principal
APA	Área de Proteção Ambiental
CDCC	Centro de Divulgação Científica e Cultural
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CMMAD	Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhança
EPA	Environmental Protection Agency
FATMA	Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina
GLCF	Global Landscape Cover Facility
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IG	Instituto de Geociências
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPCA	Índice de Preservação de Comunidades Aquáticas
IQA	Índice de Qualidade das Águas
IVH	Indicador de Valor de Hábitat
Kc	Coeficiente de Compacidade
Kf	Fator de Forma
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias



LP	Comprimento do curso d' água principal
Lv	Comprimento do talvegue do rio principal
MMA	Ministério do Meio Ambiente
N	Nitrogênio
NMP	Número Mais Provável
NO2	Nitritos
NO3	Nitratos
NSF	National Sanitation Foundation of United States
OD	Oxigênio Dissolvido
P	Fósforo
PARANÁSAV	Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPA	Plano Plurianual
PR	Paraná
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
VIF	Valor de Inflação da Variância
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
S	Sinuosidade
S1	Declividade de álveo
SEGRH/PR	Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIGPROM/RMC	Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SUDERHSA	Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
µS	micro-Siemens
UTP	Unidade Territorial de Planejamento
VP	Valor da Paisagem





SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	JUSTIFICATIVAS.....	22
1.2	OBJETIVOS	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1	PAISAGEM.....	25
2.1.1	ECOLOGIA DA PAISAGEM.....	27
2.1.2	ANÁLISE DA PAISAGEM.....	31
2.2	MANANCIAIS E QUALIDADE HÍDRICA.....	33
2.2.1	INFLUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA	34
2.2.2	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	40
2.2.2.1	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA).....	41
2.2.2.2	AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA).....	42
2.2.2.3	INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH).....	44
2.2.2.4	PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA	44
2.3	PLANEJAMENTO E GESTÃO	51
2.3.1	PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA E REGIONAL	51
2.3.2	PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL.....	59



3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	66
3.1	ENQUADRAMENTO DA PESQUISA.....	66
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	67
3.3	MÉTODOS E TÉCNICAS	77
3.3.1	MATERIAIS.....	79
3.3.2	PROCEDIMENTOS PRELIMINARES.....	79
3.3.2.1	ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA	80
3.3.2.2	CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO	84
3.3.3	ANÁLISE DA QUALIDADE DA PAISAGEM.....	85
3.3.4	ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	89
3.3.4.1	AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA).....	92
3.3.4.2	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA).....	93
3.3.4.3	INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH).....	94
3.3.5	ANÁLISE COMPARATIVA ESPACIAL E TEMPORAL DA QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA.....	96
3.3.6	RELAÇÕES ENTRE A QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA	96
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
4.1	RESULTADOS PRELIMINARES.....	101
4.1.1	ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA	101
4.1.1.1	AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS POR ANÁLISE MULTIVARIADA.....	109
4.1.2	CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO	116



4.2	ANÁLISE DA QUALIDADE DA PAISAGEM	127
4.3	ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA	138
4.3.1	AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)	138
4.3.2	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)	146
4.3.3	INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	149
4.4	ANÁLISE CONJUNTA DOS INDICADORES	156
4.5	ANÁLISE COMPARATIVA ESPACIAL E TEMPORAL DA QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA	157
4.6	RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA	160
4.6.1	INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA BASEADOS NA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) E ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DE SUAS VARIÁVEIS	160
4.6.2	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DAS SUAS VARIÁVEIS E DA QUALIDADE DA PAISAGEM	161
4.6.3	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	163
4.6.4	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP) E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)	166
4.7	SÍNTESE ANALÍTICA DOS RESULTADOS	168
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	172
	REFERÊNCIAS	176



ANEXOS	188
ANEXO A – RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E ECOTOXICOLÓGICAS DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP)	189
ANEXO B – RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DOS PONTOS P01 A P06 REALIZADAS PELO LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATOLICA DO PARANÁ (PUCPR)	199
ANEXO C – RESULTADOS DOS ENSAIOS ECOTOXIOLÓGICOS DOS PONTOS P01 A P06 REALIZADOS PELO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP)	218





1 INTRODUÇÃO

Na década de 1960, a população urbana no Brasil representava aproximadamente 45% da total. A partir de 1970, ocorreu um processo de concentração populacional progressivo e acentuado nas áreas urbanas, de forma que, em 2000, cerca de 81% dos brasileiros vivia em cidades (ROLNIK; SAULE, 2002).

Resultando em significativas alterações ambientais, assim como em transformações na qualidade de vida, esse fenômeno ocorreu, na grande maioria dos casos, sem o adequado planejamento, deflagrando um quadro extensivo de deterioração, tanto espacial quanto social.

Em que pesem os esforços e os investimentos do poder público na tentativa de planejar e orientar o uso do solo e dos recursos naturais, o crescimento acelerado, associado à ocupação desordenada e irregular de diversas porções dos territórios dos municípios, originou condições paisagísticas deletérias e problemas ambientais de diversas ordens. Esses fatores têm sido freqüentemente apontados como geradores de potencial escassez de oferta de água e de previsão de abandono de áreas de mananciais hídricos como fonte para abastecimento público (ANDREOLI et al., 2003), o que se configura como uma crise anunciada cuja gravidade não tem sido adequadamente percebida pela população (COELHO, 2004).

A redução da disponibilidade qualitativa e quantitativa da água tem sido tema de discussões no meio científico e no âmbito político, estando diretamente associada aos usos e ocupação do solo e aos meios de produção nos aglomerados urbanos, especialmente por intermédio do aumento do escoamento superficial oriundo da impermeabilização do solo e da geração de efluentes domésticos e industriais – tratados ou não, dentre outros fatores.



Diante da **temática**, ÁGUA E PAISAGEM, o presente trabalho integra aspectos relacionados às condições de utilização da terra com padrões de qualidade paisagística e hídrica.

As características dos usos do solo e dos processos produtivos nos centros urbanos configuram unidades paisagísticas específicas, que podem, por sua vez, ser relacionadas à qualidade ambiental, inclusive da água.

Partindo-se do entendimento da paisagem como reflexo das ações humanas no espaço e, conseqüentemente, dos padrões de uso e ocupação do solo, considerando-se o pressuposto da sua relação com a qualidade ambiental e hídrica, tem-se como **hipótese** que a análise da paisagem pode constituir uma ferramenta para a avaliação das interferências das atividades humanas sobre o ambiente, destacando-se os aspectos relacionados à qualidade hídrica.

Diante do exposto, é proposta a inserção dos estudos sobre qualidade da paisagem, bem como do Indicador de Valor de Hábitat (IVH), como variáveis do processo de planejamento urbano e regional e como subsídios à manutenção da qualidade da água, adotando-se, como área de estudo, o município de Piraquara, integrante da bacia do Alto Iguaçu, principal manancial hídrico de abastecimento público da região metropolitana de Curitiba (RMC).

1.1 JUSTIFICATIVAS

As interações entre a urbanização e a disponibilidade de recursos hídricos para abastecimento público, tanto em termos de quantidade como de qualidade, vêm sendo estudadas sob as mais diversas óticas, privilegiando, na maioria das vezes, aspectos não relacionados com a dinâmica do planejamento, gestão e ocupação do território.

Segundo Jacobs e Rizzi (2003), são múltiplos os fatores que direcionam a ocupação da área de estudo, passando pela apropriação vantajosa de rendas fundiárias e pelo mercado imobiliário até a eficácia ou ineficiência das políticas urbanas e ambientais implantadas, podendo ocorrer significativa redução da área contribuinte do manancial da bacia do Alto Iguaçu, devido à demanda de área pelo processo de ocupação urbana.



Hardt (2004) comenta a freqüente inadequação das formas de gestão da região às suas peculiaridades, sendo fundamental a adoção de medidas preventivas ao invés das tradicionais ações corretivas para o adequado gerenciamento da qualidade ambiental e paisagística.

Esse panorama é realidade também no município de Piraquara, origem de aproximadamente 70% da água distribuída à população da RMC (COMEC, 2001). Seu território abriga vários reservatórios para abastecimento hídrico, cujas áreas contribuintes encontram-se inseridas em unidades de conservação de uso sustentável – Áreas de Proteção Ambiental (APAs) – regulamentadas nos termos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), mas nem por isso acham-se imunes a conflitos que comprometem tanto a qualidade dos recursos hídricos quanto a condição paisagística que a legislação objetivou preservar.

Salienta-se, ainda, que o abandono dos atuais mananciais da área de estudo devido à sua deterioração demandaria altos investimentos frente às alternativas existentes (ANDREOLI et al., 2003).

Dessa forma, para o entendimento da situação atual das condições ambientais do município de Piraquara, é imprescindível o entendimento das relações entre usos do solo e qualidade paisagística e hídrica, bem como das suas influências no processo de planejamento e gestão municipal e metropolitana.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal da pesquisa consiste em identificar as relações entre qualidade paisagística e hídrica, no sentido de fornecer subsídios para o processo de planejamento e gestão urbana e regional, adotando-se, como estudo de caso, o município de Piraquara.

A partir do estabelecimento do referencial teórico sobre o tema e da caracterização do objeto de estudo, são considerados os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar os aspectos geomorfométricos das sub-bacias selecionadas;
- b) caracterizar os usos do solo nestas sub-bacias;



- c) interpretar a evolução da qualidade da paisagem no período entre 1994 e 2006;
- d) interpretar a evolução da qualidade da água no período entre 1994 e 2006;
- e) comparar a evolução da qualidade hídrica e paisagística no período ente 1994 e 2006;
- f) relacionar a qualidade da água e a qualidade da paisagem no ano de 2006, com vistas à estruturação de fundamentos para o gerenciamento do uso e ocupação do solo e para a conservação da qualidade paisagística e ambiental, especialmente dos corpos hídricos.





2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são abordadas referências conceituais, teóricas e metodológicas relacionadas ao tema deste estudo, estruturadas conforme o constante no Quadro 1.

PAISAGEM	MANANCIAIS E QUALIDADE HÍDRICA	PLANEJAMENTO E GESTÃO
Conceitos	Conceitos	Conceitos
Ecologia da paisagem	Fatores com influência qualidade da água	Planejamento e gestão urbana e regional
Análise da paisagem	Monitoramento da qualidade da água	Planejamento e gestão ambiental

QUADRO 1:
ESTRUTURA DA REVISÃO DA LITERATURA POR ÁREAS DE CONHECIMENTO DA PESQUISA
Fonte: elaborado com base na bibliografia consultada.

2.1 PAISAGEM

A paisagem representa os diversos momentos de uma sociedade, alterando-se continuamente para acompanhar suas transformações. Assim pode-se considerar a paisagem como resultado da acumulação de tempos (SANTOS, 2004).

Para Gomes (2001), a representação da paisagem resulta da apreensão do olhar do indivíduo, que, por sua vez, é condicionado por filtros fisiológicos, psicológicos, socioculturais e econômicos e pela esfera da rememoração e da lembrança recorrente.

Segundo Laurie (1991¹ apud MACEDO, 1994, p.55), “ a paisagem é reflexo da

¹ Ver LAURIE, M. **An introduction to landscape design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.



dinâmica dos sistemas sociais e naturais [...] e varia de acordo com as características fisiográficas e ambientais e com as intervenções humanas sobre ela implementadas”.

Porém, Leite (1989, p.128) ressalta a importância da diferenciação entre os conceitos de ecossistema e paisagem, destacando que “o ecossistema é o conjunto constituído por um grupo de seres vivos e seu ambiente natural, estruturado pelas interações entre eles e seu meio”. Assim, o conceito de ecossistema é “carente de concretude e espacialização, porque não tem dimensão, não pode ser cartografado, não é espacial”. Por sua vez, “a paisagem é algo concreto, descritivo e especializável”.

Dessa forma, em um conceito mais amplo, a paisagem pode ser interpretada como:

combinação dinâmica de elementos naturais (físico-químicos e biológicos) e antrópicos, inter-relacionados e interdependentes, que em determinado tempo, espaço e momento social, formam um conjunto único e indissociável, em equilíbrio ou não, e em permanente evolução (HARDT, 2000, p.15).

Diante das suas diversas abordagens, a paisagem assume várias dimensões (JORDANA, 1992; HARDT, 2000; LEITE,1997), as quais podem ser sintetizadas em:

- a) estética – referente à composição de formas, cores e extensão do território, podendo produzir sensações agradáveis ou não, de caráter estritamente subjetivo, pois relaciona-se às questões sensitivas e perceptivas;
- b) cultural – relativa ao cenário das atividades humanas, sendo testemunho da história, agregando valores culturais de diferentes regiões;
- c) ambiental – caracterizada por uma porção da superfície provida de limites físicos naturais ou artificiais, sendo a síntese da inter-relação e interdependência dos diversos componentes que a constituem.



2.1.1 ECOLOGIA DA PAISAGEM

Segundo Santos (2004), a paisagem é composta pelos elementos naturais, os quais não são obras do homem, e pelos objetos sociais, testemunhas do trabalho humano. tanto no passado como no presente.

Troll (1968² apud PORTO; MENEGAT, 2004, p.364) define ecologia da paisagem como “o estudo total (integral) de uma determinada área, considerando o complexo efeito entre as biocenoses e as relações com o meio, encontrando-se esta organização e um determinado padrão de distribuição em diferentes ordens de grandeza”. Para Rocha (1994), consiste na análise das relações entre os diversos fatores contribuintes na formação de unidades paisagísticas homogêneas que estruturam um determinado espaço.

Porto e Menegat (2004) comentam que na ecologia da paisagem são estudadas as relações da paisagem em duas dimensões (horizontal e vertical). Na dimensão horizontal, são interpretadas as questões geográficas, a representação dos fenômenos naturais e as atividades humanas distribuídas no espaço, enquanto a dimensão vertical refere-se às questões ecológicas, à análise das relações funcionais de um determinado lugar (ecótopo³).

Segundo Christofolletti (1999), no contexto da ecologia, a paisagem compreende o suporte dos ecossistemas, incluindo os seus fenômenos e processos. Resumindo este conceito, a Figura 1 apresenta o modelo de paisagem no contexto ecológico e suas relações de dependência nos diversos graus, assim como suas principais retroalimentações.

² Ver TROLL, C. Geo-ecology of the mountainous regions of tropical Americas In: Unesco Mexico Symposium, 9, **Proceedings of the Unesco Mexico Symposium 1966**. Colloquium. Geographicum 9. Bonn, Federal Republic of Germany: 1968.

³ De acordo com Zonneveld (1972* apud PORTO; MENEGAT, 2004, p.366), ecótopo é a “menor unidade holística da paisagem [...] caracteriza-se pela homogeneidade dos atributos do lugar em relação à geosfera (forma, solo, rochas) hidrosfera, biosfera e atmosfera”.

* Ver ZONNEVELD, J. I. S. **Land evaluation and land(scape) science: lectures on land(scape) science, land (scape) survey and land evaluation (pragmatic land classification)**. 2.ed. Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences – ITC, 1979. (Textbook of Photointerpretation)



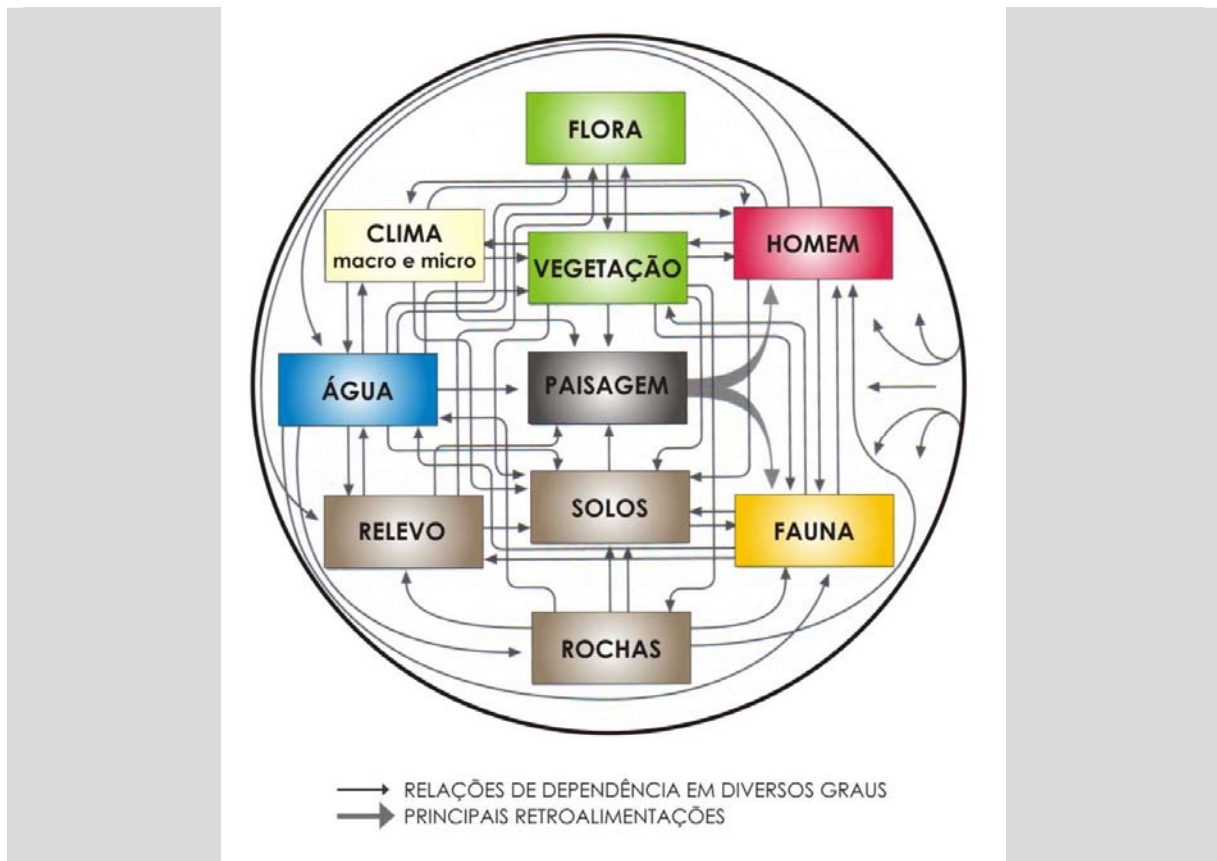


FIGURA 1:
 REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE MODELO DE PAISAGEM NO CONTEXTO ECOLÓGICO
 Fonte: ZONNEVELD (1979⁴ apud CHRISTOFOLETTI, 1999)

Segundo Forman e Godron (1986⁵ apud PORTO; MENEGAT, 2004), as características fundamentais da paisagem são:

- a) estrutura – compreendendo a relação espacial entre os elementos das comunidades da paisagem, a distribuição do potencial energético e número de espécies;
- b) função – comportando a interação tanto entre os elementos espaciais e os fluxos de energia matéria e espécies no ecossistema quanto entre as informações (estética e psicológica);
- c) troca – englobando a alteração, da estrutura em função do mosaico

⁴ Ver ZONNEVELD, J. I. S. **Land evaluation and land(scape) science: lectures on land(scape) science, land (scape) survey and land evaluation (pragmatic land classification)**. 2.ed. Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences – ITC, 1979. (Textbook of Photointerpretation)

⁵ Ver FORMAN, R. T. T. ;GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley & Sons, 1986.



ecológico ao longo do tempo.

Assim, as unidades espaciais fundamentais para constituição da paisagem são:

- bacia hidrográfica – onde os divisores d'água podem ou não limitar uma determinada paisagem;
- região – onde há similaridade de aspectos fisiográficos, biológicos e/ou socioculturais o qual configura uma unidade básica da ecologia da paisagem (FORMAN e GODRON, 1986⁶ apud HARDT, 2000).

Para Forman e Godron (1986⁵ apud HARDT, 2000), as paisagens classificam-se em natural, manejada, cultivada, suburbana e urbana; ou seja, pode não apresentar impactos humanos significativos, no caso da paisagem natural, ou ser resultado de ações do homem sobre o ambiente natural, transformando-o no meio construído, no caso da paisagem urbana (Figura 2).

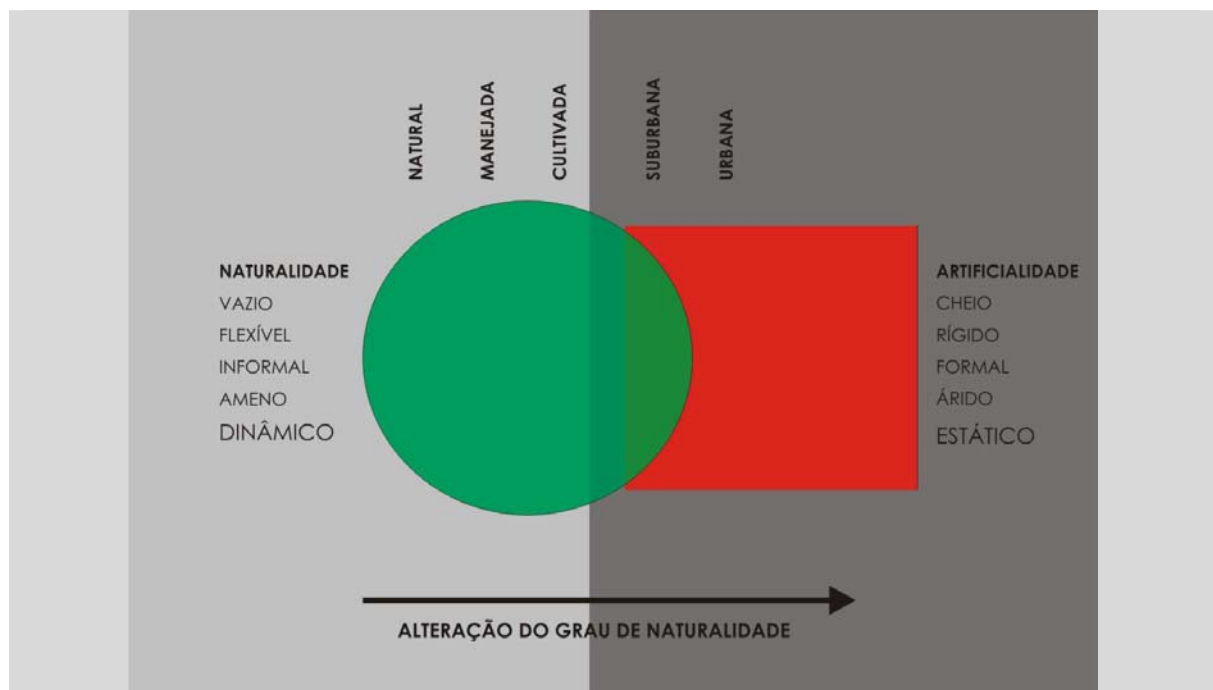


FIGURA 2:
REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS PRINCIPAIS TIPOLOGIAS DA PAISAGEM
Fonte: HARDT (2000)

⁶ Ver FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley & Sons, 1986.



A qualidade da paisagem pode ser interpretada a partir da análise dos seus componentes ambientais e estético-perceptivos. Estes são resultantes de suas características, compostas pelos seguintes subsistemas:

- a) físico – refere-se ao clima, ar, água, solo e subsolo, elementos de base do ecossistema, o clima e o ar são responsáveis pelas percepções físicas diferenciadas do espaço, principalmente sensações de calor, frio, umidade e ventilação dentre outros, sendo essencialmente mutáveis. A água é considerada principalmente móvel e, dependendo de sua situação (parada ou em movimento), produz resultados de percepção diferenciados da paisagem. O solo e subsolo são elementos relativamente fixos, sendo sua maior influência paisagística representada pelo relevo;
- b) biológico – agrega a flora e a fauna, assentados sobre os elementos físicos. A vegetação é considerada um elemento mutável, sendo variável de acordo com o clima, estações do ano e crescimento, dentre outros fatores. Já os animais caracterizam-se pela mobilidade, sendo diretamente influenciados pelos elementos do subsistema físico em combinação com a flora;
- c) antrópico – composto pelos seguintes componentes:
 - c.1) territorial – refere-se à ocupação do sistema natural pelo homem, comportando o uso e ocupação do solo e a infra-estrutura e serviços urbanos e regionais. A ocupação do solo está relacionada com a capacidade de carga do meio natural, enquanto o uso do solo com a qualidade da ocupação. Ambos podem ser basicamente traduzidos como ambiente construído;
 - c.2) social – relaciona-se com as características socioculturais e demográficas da população, além dos serviços sociais;
 - c.3) econômico – compreende os setores produtivos, emprego e renda da população;
 - c.4) institucional – engloba a estrutura político-administrativa e jurídico-legal, consideradas devido à forte influência da gestão do território na composição da paisagem.



2.1.2 ANÁLISE DA PAISAGEM

Quando da análise da paisagem (Figura 3), devem ser consideradas duas tipologias de filtros, os quais influenciam na sua percepção (JORDANA, 1992):

- biofísico – estimula a percepção visual do observador, determinada pelas suas condições de visibilidade, sejam intrínsecas, relacionadas à acuidade visual e outras condições sensitivas, sejam extrínsecas, determinadas pela sua posição no espaço, assim como pelas condições atmosféricas, iluminação e barreiras visuais, além de limitações fisiográficas, vinculadas à distância do observador e às características do compartimento visual;
- condutual – propicia reações sensitivas, cognitivas e psicológicas, além de outros fatores abstratos, determinando a percepção psíquica da paisagem.

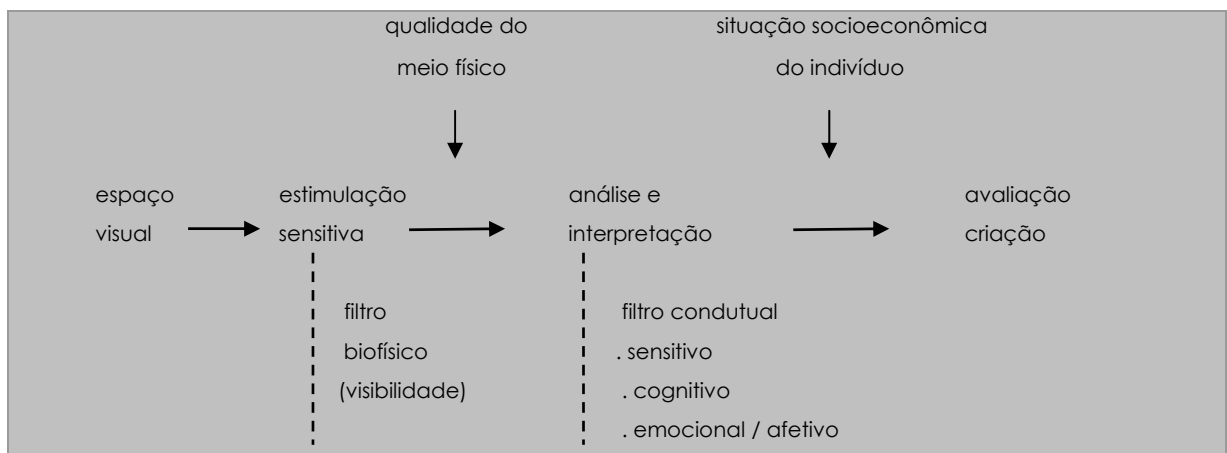


FIGURA 3:
REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS INFLUÊNCIAS NO PROCESSO DE PERCEPÇÃO DA PAISAGEM

Fonte: modificado de Hardt (2004).

Segundo Russel e Jordan (1991), os métodos para a análise da qualidade da paisagem podem ser independentes do usuário (elaborado apenas por técnicos) ou dependentes do mesmo (envolvendo a participação pública).



Os métodos de avaliação da qualidade da paisagem podem ser enquadrados em diretos, indiretos e mistos (IGNÁCIO, 1984).

Os **métodos diretos** baseiam-se na interpretação estética da paisagem, na qual se estrutura a valoração, sendo estreitamente relacionada à subjetividade.

A valoração é realizada a partir da contemplação da paisagem – seja pela visualização local ou por meios representativos, como imagens – da apreciação estética da paisagem – ligada à subjetividade – e da determinação de juízos de valor da paisagem em sua totalidade, desconsiderando os componentes que levam a esta valoração.

Como tipologias de métodos diretos, tem-se (HARDT, 2004):

- a) subjetividade admitida – pela percepção simples e direta;
- b) subjetividade controlada – pela utilização de paisagens-tipo;
- c) subjetividade compartilhada – por processo interativo levado ao consenso;
- d) subjetividade representativa – por pontuação, ordenamento e comparação.

Na aplicação dos **métodos indiretos**, há a redução da subjetividade e a valoração fundamenta-se na desagregação da paisagem em seus elementos principais, sendo, portanto, de caráter mais técnico. Nesta categoria, podem ser citadas duas tipologias principais de métodos de avaliação (HARDT, 2000):

- a) por categorias estéticas – estruturadas por elementos visuais (linha, cor textura) ou questões de composição da paisagem (contraste, unidade, variedade, harmonia, proporção e escala), porém, neste caso há dificuldade na determinação das categorias estéticas a serem utilizadas;
- b) por componentes da paisagem – é baseada na interpretação da representatividade de elementos naturais e antrópicos presentes na paisagem avaliada, assim como na divisão do território em unidades de estudo, as quais são valoradas e combinadas formando um diagrama espacial que classifica a paisagem gradualmente, de classes de qualidade mais baixa até outras de graus mais elevados.



Os **métodos mistos** consistem na associação dos métodos diretos com os indiretos, sendo principalmente uma avaliação objetiva de respostas subjetivas, com possibilidade de prescrições.

O método de avaliação da paisagem aplicado nesta pesquisa será o indireto, por desagregação de componentes da paisagem, pois, segundo Hardt (2004), consiste na melhor opção para interpretação de territórios extensos, como o caso do município de Piraquara.

2.2 MANANCIAS E QUALIDADE HÍDRICA

Para Coelho Netto (1998), a água é um dos elementos físicos mais significativos na composição da paisagem, pois interliga fenômenos da atmosfera interior e da litosfera, assim como influencia a vida vegetal, animal e humana, a partir da sua interação com os demais elementos do seu ambiente de drenagem.

Diante do exposto, torna-se fundamental considerar o conceito de bacia hidrográfica, definida por Marques e Souza (2005) como compartimentação geográfica natural, delimitada por divisores onde ocorre a drenagem superficial de água, desta porção territorial para um curso d'água principal e seus afluentes, sendo de relevante importância a preservação e manutenção da qualidade ambiental destas unidades espaciais.

Conforme Guerra e Cunha (1998), as bacias hidrográficas se interligam pelos divisores topográficos, formando uma rede de vertentes onde cada uma delas drena água, além de material sólido e dissolvido para uma saída comum (Figura 4), ou seja, um talvegue, rio, lago, reservatório ou oceano. Assim, mudanças significativas em uma das unidades podem ocasionar alterações a jusante.





FIGURA 4:
REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS FLUXOS DAS ENCOSTAS PARA OS FUNDOS DE VALE E EM SUPERFÍCIE, POR MEIO DE CANAIS DE DRENAGEM
Fonte: UNICAMP (2004)

Nas bacias hidrográficas, os recursos hídricos estão conectados com seu entorno; dessa forma, as atividades humanas desenvolvidas podem ter consequências negativas para a sua ecologia e paisagem. Por exemplo, a construção de rodovias e edificações próximos às áreas de córregos aumentam a erosão do solo causando o escoamento de sedimentos para os cursos d'água (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006).

2.2.1 INFLUÊNCIAS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA

Para Bertrand (1972⁷ apud CHRISTOFOLETTI, 1999), o geossistema é resultado da interação instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que, reagindo conjunta e dialeticamente, estruturam um todo indivisível, em perpétuo processo evolutivos. Fatores do geossistema (Figura 5), como clima, solos, relevo e vegetação podem ocasionar interferências nas bacias hidrográficas e, conseqüentemente, alterações na qualidade das suas águas.

⁷ Ver BERTRAND, G. Ecologie d'un espace géographique: les géosystemès du Valle de Prioro. *Espace Géographique*, nº 2, p.113-128, 1972.



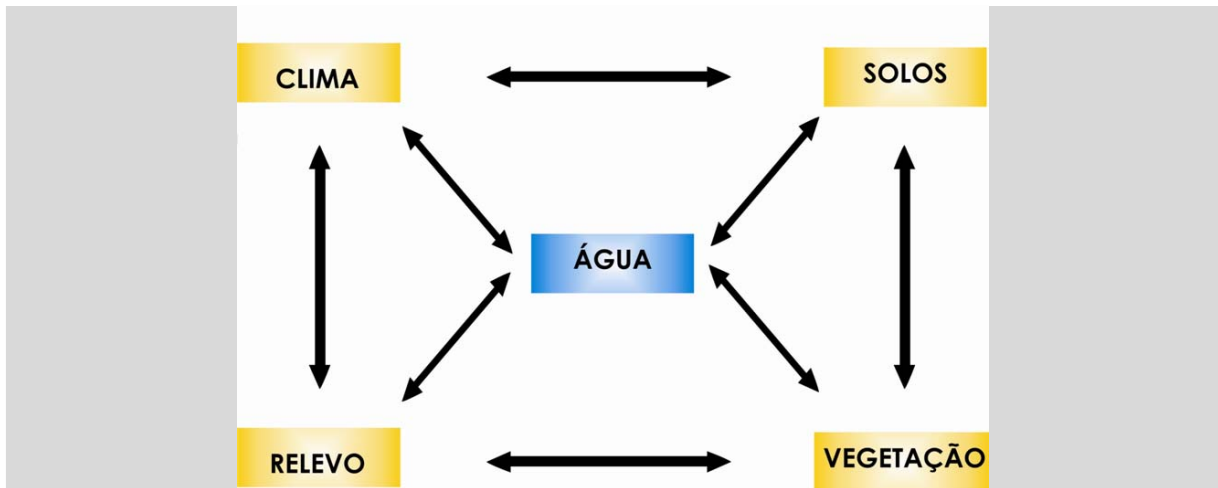


FIGURA 5:
ORGANOGRAMA DE RELAÇÕES DE INFLUÊNCIA DE FATORES NATURAIS NA QUALIDADE DAS
ÁGUAS DE UM GEOSISTEMA
Fonte: CHRISTOFOLETTI (1999)

O clima é um fator fundamental para o geossistema, pois repercute na quantidade de calor e água disponível (CHRISTOFOLETTI, 1999). Porém, as chuvas representam o principal elemento causador de desequilíbrios na paisagem e na qualidade da água, pois, associadas às características do relevo, principalmente fortes declividades, podem criar áreas potenciais à erosão e movimentos de massa (GUERRA; CUNHA, 1998).

Segundo Lima (1986), a cobertura vegetal é um fator importante na produção de água em uma bacia hidrográfica, pois exerce influência nos processos hidrológicos de interceptação, transpiração, infiltração e percolação. Dentre as tipologias de vegetação, destacam-se as florestas aluviais e as várzeas. As primeiras aumentam a capacidade de infiltração de água no solo e reduzem o escoamento superficial, evitando o aporte elevado de água e sedimentos abruptamente para os cursos e corpos hídricos. As várzeas constituem reservatórios de contenção de cheias, evitando que áreas adjacentes sejam atingidas quando os rios extravasam sua calha normal (CUNHA; GUERRA, 1998; GUIMARÃES, 2000).

Porém, não podem ser consideradas somente as interferências dos fatores naturais na qualidade da água, pois o sistema socioeconômico (Figura 6), constituído pelas necessidades e atividades desenvolvidas pela população, alteram o meio natural e, conseqüentemente, a qualidade das águas.



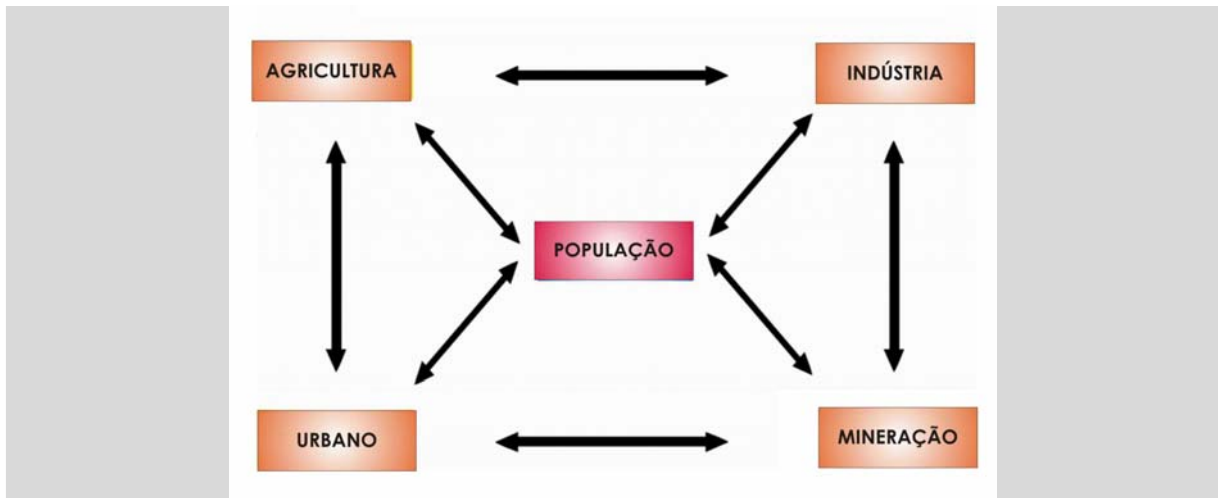


FIGURA 6:
ORGANOGRAMA DO SISTEMA SOCIOECONÔMICO
Fonte: CHRISTOFOLETTI (1999)

Basicamente, há duas maneiras como os poluentes podem atingir um corpo d'água (ANDREOLI et al., 2003):

- a) poluição pontual – os poluentes atingem o corpo hídrico de forma localizada, a exemplo do lançamento de esgotos coletados, de efluentes industriais e de chorume de aterros, dentre outros;
- b) poluição difusa – os poluentes são carregados para o corpo hídrico ao longo de sua extensão, como nos casos de resíduos sólidos de terrenos baldios, ruas e calçadas; poluentes atmosféricos sedimentados sobre o solo; dejetos de animais; agrotóxicos e biocidas; sedimentos gerados pela erosão etc.

Este último tipo de poluição é de difícil avaliação e dimensionamento. Dada a inexistência de tratamento específico, uma alternativa para reduzi-la seria a mudança de comportamento da população.

Analogamente, Bollmann (2003a) afirma que as fontes de poluição difusa contribuem decisivamente para a deterioração da qualidade das águas, pois o escoamento das águas pluviais carrega materiais orgânicos e inorgânicos soltos ou solúveis aos mananciais, aumentando significativamente sua carga de poluentes. A origem destes poluentes é diversificada, sendo favorecida pela abrasão e desgaste das vias públicas, pelo tráfego veicular; pelo lixo acumulado nas ruas e calçadas; pelos resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos; pelas atividades de



construção civil; pelos resíduos de combustível, óleos e graxas automotivos etc. Normalmente, nos principais poluentes, são encontrados metais pesados, bactérias, matéria orgânica, hidrocarbonetos provenientes do petróleo, produtos tóxicos e outros contaminantes depositados sobre as superfícies urbanizadas.

Dentre as diversas formas de poluição, destacam-se as constantes do Quadro 2.

AMEAÇA POLUENTE	ORIGEM	SETORES	PRINCIPAIS EFEITOS AMBIENTAIS
Material orgânico	Esgotos e lixo urbano, resíduos agrícolas, efluentes industriais e <i>runoff</i> urbano e rural	Urbano Agrícola Industrial	Consumo de oxigênio, turbidez, condições sépticas e odores desagradáveis na água
Patógenos	Fezes humanas e animais	Urbano Agrícola Industrial	Doenças de veiculação hídrica
Agrotóxicos	Escorrimento superficial, erosão, vazamento de aterros sanitários e sítios de disposição de embalagens	Agrícola	Risco às espécies animais e vegetais, danos reprodutivos e na vida silvestre
Nutrientes (N e P)	Escoamento de adubos, esterco de atividades pecuárias e sistemas sépticos	Agrícola Urbano	Florescência de algas e eutrofização em águas superficiais e toxicidade a peixes
Solventes clorados	Desengorduramento de metais e plásticos, limpeza de tecidos, manufatura de produtos eletrônicos e aeronaves	Urbano Industrial	Grave risco de dano ambiental
Ácidos	Processos industriais com descarte inadequado de ácidos, minas de carvão e de alguns metais e produção de carvão vegetal	Industrial	Poluição da água, dano ao ecossistema e aos cursos d'água
Sedimentos	<i>Runoff</i> urbano, construção civil, sedimentos de agricultura e erosão natural	Urbano Agrícola Industrial	Assoreamento de cursos d'água, salinidade e toxicidade
Aquecimento	Usinas de força e processos industriais	Industrial	Rompimento do crescimento natural
Materiais radiativos	Lixo hospitalar	Urbano	Armazenamento de resíduos radiativos

QUADRO 2:
FORMAS DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS
Fonte: adaptado de Andreoli et al. (2003).

Para Bollmann (2003a), os impactos decorrentes do processo de urbanização nas comunidades aquáticas não dependem apenas dos usos e da tipologia dos poluentes carreados, mas também do estado do corpo d'água antes do lançamento e da sua capacidade assimilativa.



A Figura 7 expõe os efeitos da urbanização, em especial do aumento da densidade populacional e de construções, sobre a qualidade e quantidade das águas.

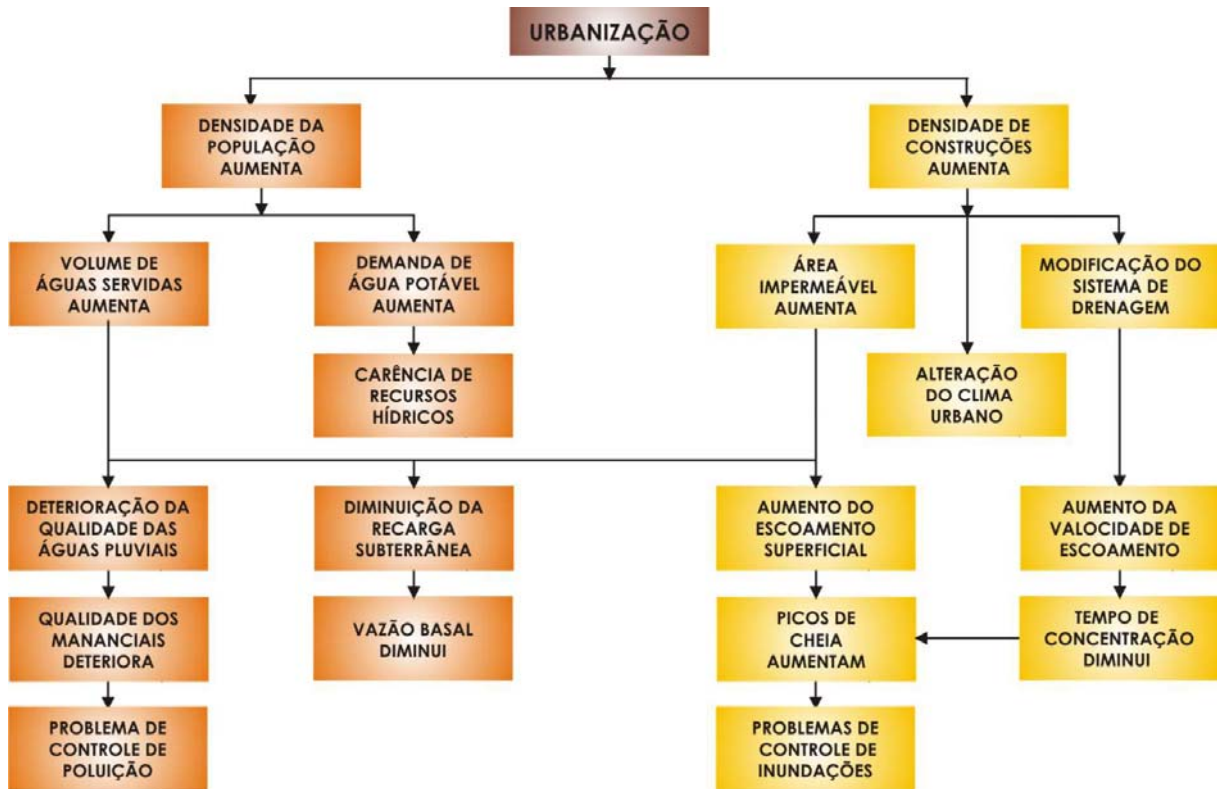


FIGURA 7:
ILUSTRAÇÃO DOS EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NA QUALIDADE E QUANTIDADE DAS ÁGUAS
Fonte: PORTO et al. (1997⁸ apud BOLLMANN, 2005)

Para Aisse, Bollmann e Garcias (2003), o ambiente urbano também é profícuo na compactação do solo e em alterações topográficas provocadas pelas movimentações de terra (escavações e aterros), que modificam a superfície de drenagem natural e desconfiguram a paisagem original.

Dentre os impactos decorrentes da urbanização acelerada, destaca-se o aumento da precariedade habitacional, a qual, segundo Grostein (2001), gera acentuados problemas socioambientais e situações de risco, que afetam tanto o espaço físico quanto a saúde pública, a exemplo de desastres provocados por erosão, enchentes, deslizamentos, destruição indiscriminada de florestas e áreas

⁸ Ver PORTO, R; ZAHED FILHO, K; TUCCI, C; BIDONE, F. Drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia, ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.



protegidas, contaminação do lençol freático e de represas de abastecimento de água, além de epidemias e doenças provocadas por umidade excessiva, por falta de ventilação nas moradias improvisadas ou por esgoto e águas servidas a céu aberto.

Segundo Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2003), devido à grande concentração urbana, vários conflitos e problemas hídricos têm sido gerados neste ambiente, tais como:

- a) degradação ambiental dos mananciais;
- b) poluição orgânica e química nas áreas de abastecimento;
- c) contaminação dos rios por esgotos domésticos, industriais e pluviais, assim como pela falta de coleta e disposição adequada do lixo urbano;
- d) acentuação de enchentes urbanas geradas pela ocupação inadequada do espaço e pelo gerenciamento ineficiente da drenagem urbana.

Mananciais de abastecimento hídrico são áreas especiais que têm como principal objetivo fornecer água de boa qualidade à população. Assim, as demais atividades desenvolvidas nestas bacias hidrográficas devem ser compatibilizadas com a garantia das condições qualitativas necessárias ao abastecimento público (LARA, 2003).

Segundo Andreoli et al. (2003), os principais efeitos do uso e ocupação desordenados do solo sobre os mananciais hídricos causados pela inexistência ou inadequação de planejamento são:

- a) alteração do regime de produção, pelo impedimento da infiltração da água no solo ocasionado pela impermeabilização, acentuando os problemas da erosão urbana e aumentando os picos de cheia. Por sua vez, a minimização da recarga nos solos causa a redução da disponibilidade de água nos períodos de baixa precipitação;
- b) comprometimento da qualidade hídrica, pela ausência de infra-estrutura básica, pois a insuficiência de coleta e tratamento de esgotos e a disposição inadequada de resíduos permite o carreamento de poluentes aos cursos d'água, o que dificulta a potabilização da água;



c) desperdício, devido ao fato de que diferentes usos da água, associados ao baixo custo e à disponibilidade aparentemente abundante, tornam a utilização do uso do recurso natural mais negligente, sendo mal administrado e desperdiçado pelo homem.

Entretanto, a redução do potencial hídrico nas áreas rurais deve-se principalmente ao desmatamento, à degradação estrutural do solo e do aumento da evapotranspiração. Estes fatores diminuem a infiltração, reduzindo a recarga dos solos e dos aquíferos subterrâneos e aumentando o escoamento superficial e a ocorrência processos erosivos nas bacias. A redução da qualidade da água associa-se às atividades agrícolas, que ocasionam o carreamento de material orgânico, nutrientes, agrotóxicos e dejetos para os cursos d'água (ANDREOLI et al., 2003).

Segundo Pegorini, Carneiro e Andreoli (2005), a ausência de planejamento e ordenamento do uso do solo e de infra-estrutura básica produz reflexos sobre os recursos hídricos, afetando sua disponibilidade e qualidade e degradando mananciais, impondo, portanto, limites ao desenvolvimento das cidades.

2.2.2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento das águas dos mananciais de abastecimento público é uma ferramenta importante tanto para o controle da qualidade hídrica quanto, para subsidiar e embasar a tomada de decisões (BOLLMANN et al., 2003), podendo ser efetivado pela análise de vários parâmetros, constantes em diversas metodologias, tais como: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA), Índice de Preservação de Comunidades Aquáticas (IPCA) e Indicador de Valor de Hábitat (IVH), dentre outros.

Neste trabalho, para a análise qualitativa das águas serão utilizados o Índice de Qualidade das Águas (IQA), a Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA) e também será utilizado o Indicador de Valor de Hábitat (IVH), para avaliar a qualidade do hábitat dos corpos d'água.



2.2.2.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

Este índice foi adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a partir de estudos realizados pela Nacional Sanitation Foundation dos Estados Unidos (NSF) em 1970. Para a composição deste índice, são analisados nove parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais, temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. Estes fatores são analisados tendo como determinante principal a utilização da água para abastecimento público (BASSOI; GUAZELLI, 2004), a partir da fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas, entre 0 e 100;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro, entre 0 e 100, estabelecida em função de sua concentração ou medida;

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, entre 0 e 1, o qual é atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

n = corresponde à quantidade de parâmetros avaliados no cálculo do IQA.

A partir dos resultados do IQA a qualidade da água bruta para abastecimento público pode ser classificada conforme o apresentado na Tabela 1.



TABELA 1:
CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO SEGUNDO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

CLASSE DE QUALIDADE DA ÁGUA	GRADUAÇÃO DO IQA
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA < 19$

Fonte: BASSOI; GUAZELLI (2004)

2.2.2.2 AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)

A Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA) é uma metodologia adotada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) que envolve a análise de diversas variáveis: físico-químicas (Turbidez, Temperatura, Oxigênio Dissolvido – OD, Potencial Hidrogeniônico – pH, Condutividade, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Demanda Química de Oxigênio – DQO, Nitrogênio Amoniacal, Nitritos – NO₂, Nitratos – NO₃, Nitrogênio Kjeldahl, Fosfato Total e Resíduos Suspensos), bacteriológicas (*Escherichia coli*, Coliformes Totais e Coliformes Fecais) e ecotoxicológicas (Fator de Toxicidade com *Daphnia magna*) (IAP, 2005).

Esta metodologia tem por objetivo comparar a qualidade da água de um ponto representativo de um ou mais mananciais com um ponto ideal E. A Figura 8 apresenta um exemplo da variação da qualidade da água sob os aspectos físico-químicos e toxicológicos. Analisando-se a figura, observa-se que o ponto A, mais próximo do ponto E, é o que apresenta melhor qualidade da água. Apesar dos pontos B e C apresentarem valores próximos quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, o C apresenta pior qualidade da água devido ao seu reduzido desempenho toxicológico (IAP, 2005).



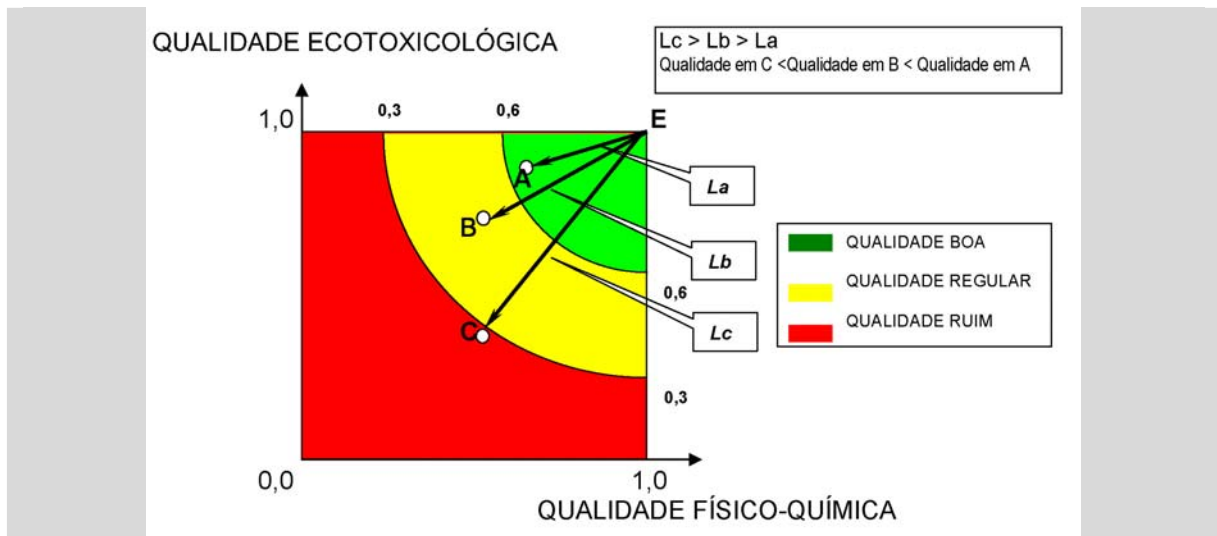


FIGURA 8:
GRÁFICO DA VARIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SOB OS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E ECOTOXICOLÓGICOS

Fonte: IAP (2005)

Notas: L_a = distância do ponto A ao ponto E
 L_b = distância do ponto B ao ponto E
 L_c = distância do ponto C ao ponto E

Adotando as classes de enquadramento da Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, por meio de relação aproximativa, pois os critérios de enquadramento não são lineares, a qualidade da água pode ser classificada conforme o demonstrado na Tabela 2.

TABELA 2
CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO SEGUNDO AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)

QUALIDADE DA ÁGUA	ENQUADRAMENTO DA RESOLUÇÃO CONAMA N° 357/2005	DISTÂNCIA (L) AO PONTO E
Muito boa	Classe 1	$\leq 0,20$
Boa	Classe 2	0,21 – 0,40
Pouco poluída	Classe 3	0,41 – 0,60
Medianamente poluída	Classe 3	0,61 – 0,80
Poluída	Classe 4	0,81 – 1,00
Muito poluída	Fora de classe	1,01 – 1,20
Extremamente poluída	Fora de classe	> 1,20

Fonte: IAP (2005)



2.2.2.3 INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

Como todo ecossistema, os rios envolvem uma complexa interação da biota como seu ambiente físico e químico. Segundo Galdean et al. (2000), a partir do estudo do hábitat dos rios é possível avaliar os níveis dos impactos antrópicos em trechos de bacias hidrográficas, constituindo-se em importante ferramenta em programas de monitoramento ambiental.

O IVH, metodologia desenvolvida pela Environmental Protection Agency (EPA – EUA), parte da premissa de que a alteração na estrutura do hábitat é uma das maiores causadoras de impactos no ambiente aquático. Pode ser definida como avaliação perceptiva – visual – do hábitat do entorno, da estrutura e das condições para o desenvolvimento da comunidade aquática dos rios de baixo gradiente, sendo avaliadas as seguintes características: variedade e qualidade do substrato; variabilidade do fundo; deposição dos sedimentos; regime de escoamento; sinuosidade e alterações no canal; estabilidade das margens; e presença de mata ciliar ao longo dos corpos d'água. Para cada uma das variáveis, é atribuída uma escala de valores de 0 a 20, sendo que quanto maior o valor atribuído, maior a qualidade do hábitat (BARBOUR, 1999).

2.2.2.4 PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A seguir, é apresentada uma descrição sucinta das variáveis utilizadas para o monitoramento da qualidade da água, tanto para composição do Índice de Qualidade das Águas (IQA) quanto para a Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA).



2.2.2.4.1 VARIÁVEIS FÍSICAS

A **Turbidez** corresponde ao grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra, ocasionada pela presença de sólidos em suspensão, como: partículas inorgânicas (areia, silte e argila), detritos orgânicos, algas e bactérias, dentre outros. O aumento da Turbidez pode ser causado pela erosão das margens dos rios e pelo lançamento inadequado de esgotos domésticos e efluentes industriais. A alta Turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas, influenciando a produtividade dos peixes e das comunidades biológicas aquáticas (CETESB, s.d.).

A **Temperatura** exerce influência tanto sobre os processos físico-químicos, tais como: alterações da densidade e viscosidade da água, elevação da taxa de transferência de gases entre a água e a atmosfera, volatilização de substâncias tóxicas quanto sobre aspectos e biológicos, pois os organismos aquáticos possuem temperaturas ótimas e limitações para o crescimento, processos migratórios, desovas e incubação de ovos (CETESB, s.d.; FATMA, 1999⁹, apud IAP, 2005).

Os **Resíduos Suspensos** referem-se à quantidade de matéria particulada suspensa em águas ou efluentes. Grandes proporções de resíduos suspensos podem indicar a contaminação recente por efluentes, assim como o carreamento de matéria sólida por processos erosivos, movimentação de terra ou supressão de mata ciliar na bacia. Altos valores de Resíduos Suspensos comprometem a utilização da água para abastecimento público, pois podem ocasionar a colmatção precoce dos filtros e a necessidade de adição de maior quantidade de produtos químicos para a clarificação das águas (IAP, 2005).

⁹ Ver FATMA – Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina, **Relevância dos parâmetros de qualidade da água aplicados às águas correntes**. Parte I: características gerais, nutrientes elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Florianópolis, 1999.



2.2.2.4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

A **Condutividade** consiste na capacidade de condução de energia elétrica pela água a 25°C, expressa em micro-Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$), indicando a quantidade de sais e minerais existentes na coluna d'água; em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (FATMA, 1999¹⁰ apud IAP, 2005; CETESB, s.d.)

O **Potencial Hidrogeniônico** (pH) define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. Determinadas condições de pH contribuem para a precipitação de elementos químicos tóxicos ou exercem efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. Nas comunidades aquáticas, alterações bruscas no pH podem ocasionar inibição de processos metabólicos e redução de espécies de organismos. Valores de pH entre 6,0 e 9,0 são considerados compatíveis, a longo prazo, para a sobrevivência da maioria dos organismos aquáticos (CETESB, s.d.; BASSOI, GUAZELLI, 2004; FATMA 1999 apud IAP,2005).

A reintrodução de **Oxigênio Dissolvido** (OD) por meio da superfície depende das características hidráulicas do corpo d'água e é proporcional à sua velocidade; assim, tem-se, como exemplo, que a reaeração de uma cascata é maior que a de um lago. A fotossíntese das algas é outra fonte de oxigênio, porém este fenômeno ocorre em águas eutrofizadas (águas poluídas onde a decomposição de compostos orgânicos libera sais minerais – fósforo e nitrogênio – que são nutrientes para as algas). Diante deste fato, a qualidade da água pode ser mascarada quando avaliada somente com base na concentração de OD. Águas poluídas apresentam baixas concentrações de OD, porém águas eutrofizadas podem apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação.

¹⁰ Ver FATMA – Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina, **Relevância dos parâmetros de qualidade da água aplicados às águas correntes**. Parte I: características gerais, nutrientes elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Florianópolis, 1999.



Os níveis de OD também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática (CETESB, s.d.).

A **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** "é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar matéria orgânica necessária por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável" (CETESB, s.d., s.p.). Normalmente, considera-se um período de cinco dias numa temperatura de 20°C, o que origina o parâmetro DBO₅. Os maiores incrementos de DBO₅ são provocados por lançamento de matéria orgânica no corpo hídrico, mas também podem indicar incremento da microflora, interferindo no equilíbrio da vida aquática (CETESB, s.d.).

A **Demanda Química de Oxigênio DQO** "é a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico" (CETESB, s.d., s.p.). Os altos índices de DQO devem-se principalmente a lançamentos de efluentes industriais. É útil quando analisada conjuntamente com a DBO, para observar a biodegradabilidade dos esgotos lançados. Quanto mais próximos da DQO forem dos valores obtidos para a DBO, mais biodegradável será a amostra analisada, uma vez que a DBO mede apenas a fração biodegradável (CETESB, s.d.).

O **Nitrogênio Amoniacal Total** é encontrado na água nas formas de amônia livre (NH₃) e de cátion (NH₄⁺). Altas concentrações de NH₄⁺ podem causar alterações no ambiente aquático, pois influenciam na quantidade de oxigênio dissolvido na água, pois para oxidar 1,0 miligrama do íon amônio são necessários cerca de 4,3 miligramas de Oxigênio. Em águas com pH básico (acima de 7,0) e com temperaturas elevadas, este íon transforma-se em gás Amônia (NH₃ livre, gasoso), considerado altamente tóxico para os peixes; na ordem de 0,01 mg/l, pode causar danos aos alevinos; na faixa de 0,2 a 0,6 mg/l, é letal aos peixes (CDCC, 2007; IAP, 2005).

Os **Nitritos** (NO₂) são instáveis na presença de oxigênio, ocorrendo como forma intermediária, sendo oxidados rapidamente para a forma de nitrato. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como forma de nitrogênio. Sua presença na água é indicadora de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica (BASSOI, GUAZELLI, 2004; CETESB, s.d.)

Os **Nitratos** (NO₃) têm no ânion derivado do Ácido Nítrico a principal forma de Nitrogênio encontrada na água; concentrações superiores a 5 mg/l



caracterizam condições sanitárias inadequadas. As principais fontes de poluição por nitratos são os adubos utilizados na agricultura e dejetos animais e humanos (BASSOI, GUAZELLI, 2004; FATMA, 1999¹¹ apud IAP, 2005).

O **Nitrogênio Kjeldahl** refere-se à análise combinada do nitrogênio orgânico e amoniacal, quantificada pelos métodos Macro-Kjeldahl e Semi-Macro-Kjeldahl (FATMA, 1999¹⁰ apud IAP, 2005).

Para a avaliação do **Fosfato Total** considera-se que o Fósforo é um dos principais nutrientes para os processos biológicos. Presente nas águas principalmente pelas descargas de esgotos sanitários, compostos por detergentes superfosfatados e matéria fecal, além de efluentes de indústrias de fertilizantes, de pesticidas e químicas em geral; de conservas alimentícias; de abatedouros; de frigoríficos e laticínios. Outro fator que pode ocasionar a presença de fósforo são as águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas.

2.2.2.4.3 PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS

Os **Coliformes Totais** compreendem todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram negativas, não esporuladas e na forma de bastonete, as quais fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48/horas a 35°C". Podem ser classificadas em: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiela* (ALVES; ODORIZZI; GOULART, 2002).

Embora não sejam prejudiciais à saúde, a densidade de **Coliformes Fecais** é indicadora da poluição por fezes. Porém, quanto maior o número de coliformes fecais, maior a possibilidade da presença de alguma bactéria patogênica. Este parâmetro é utilizado para avaliar a eficiência da operação de sistemas de efluentes e balneabilidade das águas (IAP, 2005).

A ***Escherichia coli*** "é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo hábitat exclusivo é o intestino humano e dos demais animais

11 Ver FATMA – Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina, **Relevância dos parâmetros de qualidade da água aplicados às águas correntes**. Parte I: características gerais, nutrientes elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Florianópolis, 1999.



homeotérmicos onde ocorre em densidades elevadas" (CONAMA, 2005, Artigo 2, Inciso XXIII).

2.2.2.4.4 PARÂMETROS ECOTOXICOLÓGICOS

“Ensaio toxicológico são realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos” (CONAMA, 2005 Artigo 2, inciso XXI). Dentre outros ensaios toxicológicos utilizados, o relativo à **Toxicidade Aguda com *Daphnia magna*** determina o efeito nocivo de agentes físicos ou químicos presentes na amostra deste microcrustáceo, na forma de letabilidade ou imobilidade após 24 horas de exposição (IAP, 2005).

2.2.2.4.5 LIMITES POR CLASSES DOS CORPOS D'ÁGUA

Como anteriormente comentado, a Resolução CONAMA N°357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, sendo as águas doces destinadas ao abastecimento para consumo humano enquadradas nas seguintes classes:

- a) classe especial – após realização de desinfecção;
- b) classe I – após tratamento simplificado;
- c) classe II – após tratamento convencional;
- d) classe III – após tratamento convencional ou avançado.

As águas doces enquadradas na classe IV destinam-se apenas à navegação e à harmonia paisagística.

Na Tabela 3, são apresentados os valores máximos dos parâmetros analisados para o enquadramento das classes de água doce.



TABELA 3:
LIMITES DOS PARÂMETROS MONITORADOS POR CLASSE DOS CORPOS DE ÁGUA DOCE
SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005

	PARÂMETRO	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV
VARIÁVEIS FÍSICAS	Turbidez	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
	Temperatura	não consta	não consta	não consta	não consta
	Resíduos Suspensos	não consta	não consta	não consta	não consta
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	Turbidez (unidade nefelométrica)	≤ 40	≤ 100	100	não consta
	pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
	OD mg/l O ₂	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
	DBO ₅ mg/l O ₂	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-
	DQO	não consta	não consta	não consta	não consta
	Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L N)	3,7 - pH ≤ 7,5 2,0 - 7,5 < pH ≥ 8,0 1,0 - 8,0 < pH ≥ 8,5 0,5 - pH > 8,5	3,7 - pH ≤ 7,5 2,0 - 7,5 < pH ≥ 8,0 1,0 - 8,0 < pH ≥ 8,5 0,5 - pH > 8,5	13,3 - pH ≤ 7,5 5,6 - 7,5 < pH ≥ 8,0 2,2 - 8,0 < pH ≥ 8,5 1,0 - pH > 8,5	-
	Nitrito (mg/L N)	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0	-
	Nitrato (mg/L N)	≥ 10	≥ 10	≥ 10	-
	Nitrogênio Kjeldahl	não consta	não consta	não consta	não consta
	Fósforo Total (mg/L P)	ambiente lântico ≤ 0,02 ambiente intermediário e tributário de lântico ≤ 0,025 ambiente lótico e tributário de intermediário ≤ 0,1	ambiente lântico ≤ 0,03 ambiente intermediário e tributário de lântico ≤ 0,05 ambiente lótico e tributário de intermediário ≤ 0,1	ambiente Lântico ≤ 0,05 ambiente intermediário e tributário de lântico ≤ 0,075 ambiente lótico e tributário de intermediário ≤ 0,15	-
PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS	Coliforme Termotolerante (<i>Escherichia coli</i> - NMP/100 ml)	≤ 200 em 80% de 6 amostras/ano	≤ 1000 em 80% de 6 amostras/ano	≤ 2.500 para contato secundário ≤ 1.000 para animais confinados ≤ 4.000 para demais usos	-
PARÂMETROS ECOTOXICOLÓGICOS	Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i>	não tóxico	não tóxico	não tóxico	-

Fonte: CONAMA (2005)

Notas: pH = Potencial Hidrogeniônico
OD = Oxigênio Dissolvido
DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO = Demanda Química de Oxigênio
NMP = Número mais Provável



2.3 PLANEJAMENTO E GESTÃO

O espaço construído é resultante da profunda transformação do ambiente para adequá-lo às necessidades da aglomeração e para conformá-lo em hábitat da população e das atividades humanas integradas.

2.3.1 PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA E REGIONAL

O rápido crescimento das cidades, em muitos casos processado de forma desordenada, apresenta vários desafios a serem enfrentados pelo desenho e planejamento urbano, não apenas sob o aspecto físico, mas também sob as condições de regulamentação social, política, econômica e ambiental.

Uma das mais recentes preocupações do planejamento e gestão urbana no Brasil consiste na questão das moradias e loteamentos ilegais. Para Maricato (2000), a ilegalidade vem armando verdadeiras bombas sócio-ecológicas na periferia das cidades brasileiras, pois a ocupação destas áreas produz pesados efeitos em termos de degradação dos recursos hídricos, do solo e das condições de saúde, originando conflitos socioambientais de grandes proporções, além de distúrbios entre os interesses de preservação e recuperação do ambiente e os da população que investiu suas economias enquanto seus anseios eram ignorados pelos poderes públicos (MARICATO, 2000).

Conforme Grostein (2001), o avanço, escala e velocidade da urbanização não constituem problemas em si, não fosse seu modo de ocorrência. Deve-se, portanto, atentar para esse processo, pois a sustentabilidade dos aglomerados urbanos e metropolitanos, em sua componente físico-urbanística, relaciona-se com inúmeras variáveis, dentre as quais se destacam: a forma de ocupação do território; a disponibilidade de insumos para o funcionamento da cidade (a exemplo da água); a descarga de efluentes e resíduos (como o destino e tratamento de esgoto e lixo); o grau de mobilidade da população no espaço urbanizado (envolvendo a



qualidade do transporte público de massa); a oferta e o atendimento às necessidades da população por moradia, equipamentos sociais e serviços; e a qualidade dos espaços públicos.

Dessa forma, as políticas que sustentam o parcelamento e o uso e ocupação do solo, assim como as práticas urbanísticas que viabilizam estas ações, têm papel efetivo no objetivo de conduzir as cidades no percurso do desenvolvimento sustentado.

Para Franco (2001, p.35), "a palavra planejamento carrega em seu valor semântico o sentido de empreendimento, projeto, sonho e intenção".

Segundo Moreno (2000), a base do planejamento é o conhecimento da realidade atual para se estabelecer hipóteses e teorias sobre uma situação futura.

Entretanto, o planejamento também pode ser considerado em uma visão ampla e abrangente, representando todo "o processo de interferir na realidade com o propósito de passar de uma situação conhecida para outra situação desejada dentro de um intervalo definido de tempo" (MAXIMIANO, 2002, p.175).

Assim, o planejamento urbano pode ser definido como um processo abrangente e integrado, não se restringindo à simples ordenação do espaço, mas envolvendo aspectos econômicos, sociais, físico-territoriais, ecológicos e administrativos, dentre outros, tendo, como uma das suas principais metas, a conservação dos recursos ambientais, fundamental para a adequada qualidade de vida (MOTA, 1999).

Souza (2003) destaca o planejamento urbano como forma de previsão da evolução de um fenômeno ou de simulação dos desdobramentos de um processo, com o intuito de prevenção contra prováveis problemas, assim como de aproveitamento de potencialidades e benefícios locais.

Para Souza (2003) a gestão é a efetivação das condições previstas no planejamento, porém deve-se considerar que este é um processo flexível e adaptável às necessidades do presente.

Dessa forma a gestão pode ser definida como a aplicação da administração de atividades, projetos, planos, pessoas, atividades, processos ou funções e recursos diversos, tais como materiais, logísticos, financeiros, de tempo, (CHIAVENATO, 2000; MINTZBERG; QUINN, 2001; REZENDE, 2005)



Assim, a gestão urbana, considerada como um processo, tem garantida a sua continuidade, com constante retroalimentação, o que lhe confere o necessário dinamismo, baseado na multidisciplinaridade para a devida integração das áreas envolvidas (HARDT; HARDT, 2004).

A gestão e planejamento urbano podem ser entendidos como “um conjunto de recursos e instrumentos da administração aplicados na cidade como um todo, visando à qualidade da infra-estrutura e dos serviços urbanos, propiciando melhores condições de vida e aproximando os cidadãos nas decisões e ações” (REZENDE; OLIVEIRA, 2004, p.3).

O processo do planejamento do desenvolvimento urbano sustentável, segundo Hardt, Hardt e Oba (2003), é composto pelas seguintes fases (Figura 9):

- a) referenciação – estabelecimento de base referencial, composta pela definição de critérios e conceitos básicos, fixação dos objetivos e especificação dos métodos e ferramentas a serem utilizadas;
- b) planejamento – consideração dos aspectos dos sistemas natural e antrópico com vistas ao desenvolvimento sustentável, compreendendo tanto a realização de diagnóstico analítico (apontamento das condicionantes, deficiências e potencialidades) e a elaboração de propostas visando solucionar os problemas detectados e valorizar as potencialidades, para promoção da sustentabilidade física, biológica, territorial, social, cultural, econômica e institucional, quanto a estruturação de prognósticos, considerando-se vários cenários futuros, sem e com as propostas realizadas;
- c) implementação – viabilização das propostas, contando com o acompanhamento, controle e revisão das proposições elaboradas na fase de planejamento.

Hardt (2006) comenta a necessária constante retroalimentação parcial ou total do processo, considerando-se, assim, a introdução de novas variáveis, característica de condições dinâmicas do meio urbano.



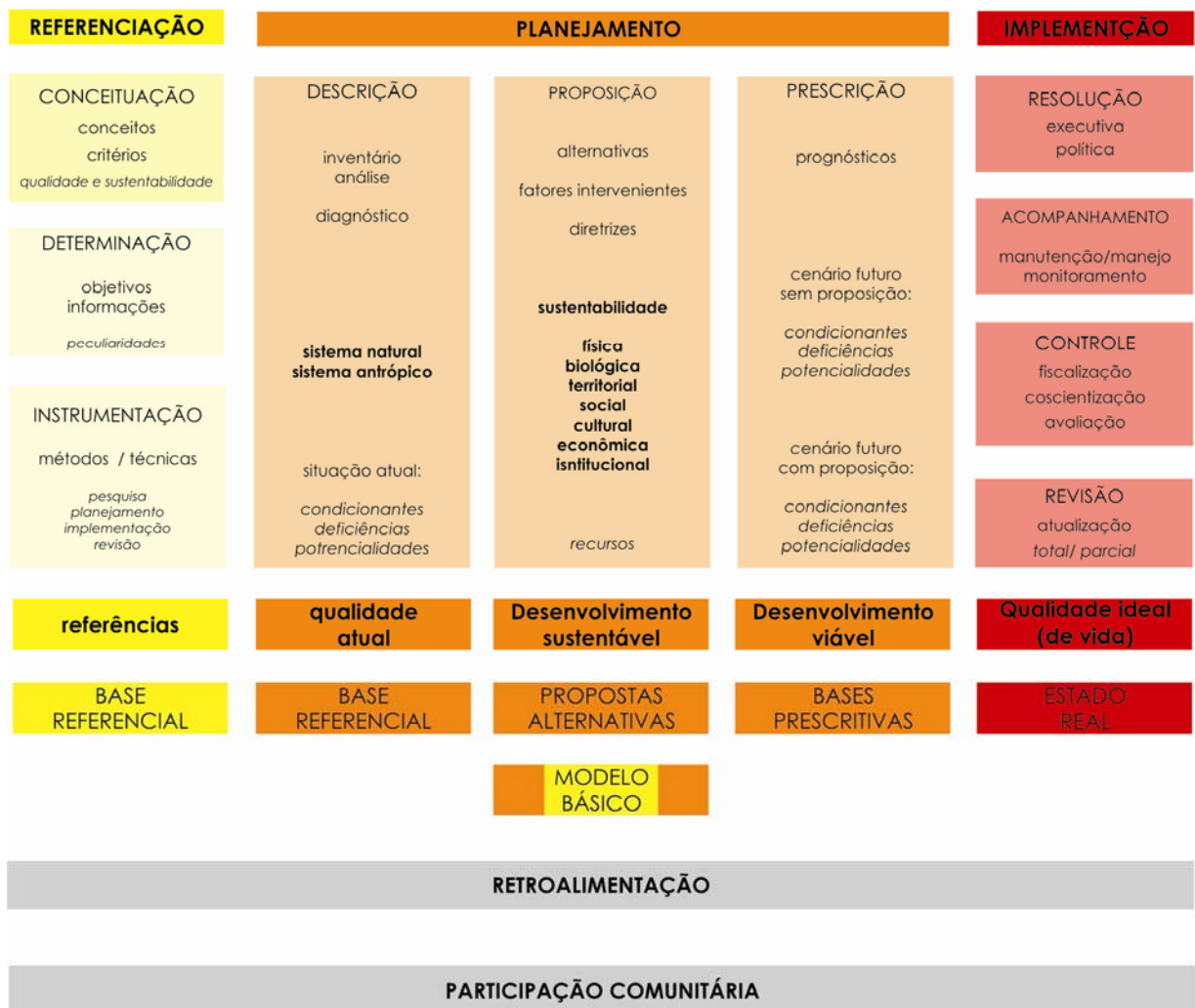


FIGURA 9:
 ORGANOGrama DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DO DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL
 Fonte: HARDT; HARDT; OBA (2003)

Ultramari (2001) ressalta a importância da participação popular, da descentralização administrativa e da realização de parcerias entre governo e sociedade para a efetiva proposição e implementação das propostas contemporâneas de planejamento e gestão urbana e ambiental, pois devem ser analisados o interesse e a capacidade de cada comunidade. Dessa maneira, não se admite apenas ratificar propostas e modelos considerados universais.

Esta visão permite direcionar as ações de forma a proporcionar o desenvolvimento local, baseado em uma economia diversificada, em consenso com a manutenção ou melhoria da qualidade ambiental urbana e com a promoção do exercício da cidadania.



A Constituição Federal, promulgada em 05 de outubro de 1988, (BRASIL, 1988) trouxe para o cenário brasileiro nos níveis estadual e municipal, instrumentos de planejamento integrado e setorial, com regras de elaboração e periodicidade de atualização como o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias, além de outros relacionados ao planejamento urbano, regional e ambiental. Na elaboração desses instrumentos, foi assegurado à sociedade o direito de participação na formulação das políticas públicas. Ainda como parte dessas reformas, houve a transferência, majoritariamente para a esfera municipal, de atribuições e responsabilidades pelo provimento de serviços à população.

Visando regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal que tratam da política urbana, em 2001 foi aprovado o Estatuto da Cidade – Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Seu Artigo 40, Parágrafo 1º, dispõe que: “O Plano Diretor é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas”. Conforme a Constituição Federal são objetivos do plano diretor, (BRASIL, 1988):

- a) no campo físico territorial – promover as ordenações dos espaços habitáveis do município;
- b) no campo econômico – promover o desenvolvimento econômico do município;
- c) no campo social – promover a qualidade de vida da população;
- d) no campo institucional-administrativo do município – promover a melhoria do atendimento e da eficácia dos serviços urbanos prestados pela prefeitura.

Para Oliveira (2001, p.18), a partir da instituição do Estatuto da Cidade, o plano diretor, como instrumento de planejamento e gestão, passa a interferir no processo de desenvolvimento local, a partir da compreensão integradora dos fatores políticos, econômicos, financeiros, culturais, ambientais, institucionais, sociais e territoriais que condicionam a situação encontrada no município.

O plano diretor tem como objetivo “definir uma estratégia para a intervenção imediata, estabelecendo poucos e claros princípios de ação para o conjunto dos agentes envolvidos na construção da cidade, servindo também de base para a gestão pactuada da cidade” (ROLNIK; SAULE, 2002, p.40).



Os planos não necessitam ser rígidos e excessivamente detalhados, ou formalistas e obcecados com projeções e prognósticos da “cidade ideal”; por outro lado devem oferecer instrumentos adequados e realistas para a superação dos problemas da “cidade real”. Os planos devem ser instrumentos consolidados de uma dada estratégia de desenvolvimento urbano, sendo reflexo das prioridades, metas e relações de poder expressas de forma concreta e legal (SOUZA, 2003).

Segundo Rolink (2003), as principais inovações do Estatuto são:

- a) conjunto de instrumentos de natureza urbanística voltados à indução das formas de uso e ocupação do solo;
- b) nova estratégia de gestão que incorpora a participação direta da população nos processos decisórios do destino da cidade;
- c) ampliação das possibilidades de regularização das posses urbanas.

No seu Artigo 2º, são estabelecidas as diretrizes gerais, destacando-se as seguintes questões relativas ao uso e ocupação do solo e ao meio ambiente:

- a) a garantia do direito a **idades sustentáveis**, compreendendo direito à terra, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao trabalho e ao lazer;
- b) o **planejamento do desenvolvimento das cidades**, tendo por objetivo evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o ambiente;
- c) **ordenação e controle do uso do solo**, com vistas à adequada utilização dos imóveis urbanos, compatibilidades de usos, adequação em relação à infra-estrutura urbana, evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental;
- d) **integração e complementaridade entre atividades urbanas e rurais**, com vistas ao desenvolvimento socioeconômico do município;
- e) adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da **sustentabilidade ambiental, social e econômica** do município e do território sob sua área de influência;
- f) **proteção, preservação e recuperação** do ambiente natural e construído, bem como do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico.



Os instrumentos previstos no Estatuto da Cidade visam proporcionar ao poder público maior capacidade de intervir no uso, ocupação e rentabilidade do solo visando à garantia da função social da cidade e da propriedade, sendo:

- a) de indução do desenvolvimento urbano – Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios, Imposto Predial e Territorial Urbano Progressivo no Tempo, Desapropriação para Fins da Reforma Urbana, Direito de Superfície, Transferência do Direito de Construir, Outorga Onerosa do Direito de Construir, Operações Urbanas Consorciadas, Consórcio Imobiliário e Direito de Preempção;
- b) de regularização fundiária – Zonas Especiais de Interesse Social, Concessão de Uso Especial para fins de Moradia, Usucapião Especial de Imóvel e Concessão de Direito Real de Uso;
- c) de democratização da gestão urbana – Conselhos de Desenvolvimento Urbano, Conferências de Política Urbana, debates e audiências públicas.

Os principais instrumentos instituídos pelo Estatuto da Cidade, relacionados às questões de preservação, conservação da qualidade ambiental são:

- a) **direito de preempção** – “confere, ao poder público municipal, preferência para a compra de imóvel urbano, respeitado seu valor no mercado imobiliário, e antes que o imóvel de interesse do município seja comercializado entre particulares” (OLIVEIRA, 2001, p.31). Este instrumento diante da necessidade de áreas para regularização fundiária; execução de programas e projetos habitacionais de interesse social; constituição de reserva fundiária; ordenamento e direcionamento da expansão urbana; implantação de equipamentos urbanos e comunitários; criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes; criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental; e proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico;
- b) **transferência do direito de construir** – “faculdade conferida, por lei municipal, ao proprietário de imóvel, de exercer em outro local o direito de construir previsto nas normas urbanísticas e ainda não exercido” (OLIVEIRA, 2001, p.34). Porém, só é válido quando o imóvel for considerado necessário para fins de: implantação de equipamentos urbanos e comunitários; preservação, de bens de interesse histórico,



ambiental, paisagístico, social e cultural; regularização fundiária; urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda; e habitação de interesse social;

- c) **estudo de impacto de vizinhança (EIV)** – define as atividades e empreendimentos urbanos que dependerão da elaboração deste estudo para autorização para sua construção, ampliação ou funcionamento. Neste estudo, devem ser analisados os efeitos positivos e negativos, decorrentes da implantação e operação do empreendimento, na qualidade de vida da população residente no seu entorno, tendo, como requisitos mínimos, as análises referentes a: adensamento populacional; equipamentos urbanos e comunitários; uso e ocupação do solo; valorização imobiliária; geração de tráfego e demanda por transporte público; ventilação e iluminação; paisagem urbana; e patrimônio natural e cultural.

O Estatuto da Cidade explicita, em vários dos seus artigos, o imperativo da gestão democrática da cidade. O Capítulo IV é integralmente dedicado à sua garantia, prevendo instrumentos como os conselhos de política urbana; os debates, audiências e consultas públicas; as conferências de desenvolvimento urbano; e a iniciativa popular de projetos de lei e planos. O sentido desses instrumentos consiste em ampliar a base de conhecimento, planejamento e sustentação da política urbana, que, assim, deixa de ser assunto restrito aos especialistas, passando a constituir um patrimônio de toda a sociedade. Dessa maneira, os pactos e acordos, envolvendo a política e a gestão urbana, podem ter bases mais includentes, diferentemente daquilo que vem sendo historicamente praticado (ROLNIK; SAULE, 2002).



2.3.2 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

Odum (1988) afirma que, ao se analisar um ecossistema, é necessário verificar certos fatores, como:

- a) tamanho – pois quanto maior um ecossistema, menos dependente é do exterior;
- b) intensidade metabólica – quanto mais altas as taxas, maiores são as entradas e saídas do ecossistema;
- c) equilíbrio autotrófico (que alimenta a si mesmo) e heterotrófico (que é alimentado por outro) – quanto maior o desequilíbrio, mais elementos externos são necessários para equilibrar o ecossistema;
- d) estágio de desenvolvimento – o grau de estabilidade de um ecossistema depende não apenas de sua história evolutiva e da eficiência de seus controles internos, mas também da natureza do ambiente de entrada e, algumas vezes, da sua complexidade.

Diante destes fatores, o ambiente urbano é classificado como um ecossistema heterotrófico ou incompleto, dependente de grandes áreas externas para obtenção de energia, alimentos e água, dentre outros insumos, sendo a cidade caracteriza como um “parasita” rural. Dessa forma, para adequada percepção da cidade e para seu planejamento e gestão, é necessário levar em conta os pensamentos e ações além dos limites urbanos, alcançando as inter-relações entre as pessoas e o meio (ODUM, 1988).

Neste contexto, o conceito de sustentabilidade surge do reconhecimento da função de suporte da natureza como condição e potencial do processo de produção (LEFF, 2001).

Rodriguez (2001), por sua vez, conceitua sustentabilidade como sendo a gestão e administração dos recursos e serviços apoiados na orientação das mudanças tecnológicas e institucionais voltadas à garantia e alcance da contínua satisfação das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras, dentro dos limites da capacidade de sustentação dos sistemas ambientais.



A Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), estabeleceu, em 1988, desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

Segundo Benakouche e Cruz (1994), a análise dos problemas ambientais é necessária, porém insuficiente, sendo prioridade a conscientização da população sobre os perigos da degradação ambiental. Isto é, deve-se considerar a escala mundial para a compreensão e análise dos problemas, porém é em nível local que se situa a ação. Dessa forma, torna-se mais operacional induzir a população à preocupação com questões como o destino dos seus resíduos, qualidade do ar e da água que consome, a informá-la sobre questões que estão distantes de seu cotidiano.

Para Maricato (2000), o desconhecimento da realidade urbana brasileira e da real dimensão da ocupação anárquica do solo por parte da sociedade é acompanhado da construção ideológica da representação sobre o urbano, atrasando a urgente e necessária defesa do ambiente.

Os inadequados padrões de habitabilidade e a baixa qualidade de vida de grande parte da população que reside em regiões metropolitanas, têm como conseqüências o comprometimento da saúde da população e a redução da qualidade do ambiente urbano metropolitano. Assim, o desenvolvimento sustentável destas regiões tem como condição básica:

um ordenamento territorial que facilite a mobilidade das pessoas e da informação, o fluxo de mercadorias e serviços e um meio ambiente que garanta a qualidade de vida à sua população. Para tanto, é de fundamental importância que os sistemas de mobilidade da matéria (transporte) e de informação (comunicação e, sobretudo, telecomunicações) e os serviços (abastecimento d'água, esgotamento sanitário) sejam concebidos em forma de redes, abrangendo todo o território metropolitano, servindo, assim, de elementos de ligação entre as diversas estruturas (unidades ambientais) e, conseqüentemente, transformando o espaço metropolitano em um tecido urbano mais coeso (LACERDA; ZANCHETI; DINIZ, 2000, s.p.).



De acordo com Yori (2004), há cinco variáveis que devem ser consideradas para o desenvolvimento de projetos que visem ao desenvolvimento urbano sustentável:

- a) construção coletiva e processual, pois o planejamento não pode ser concebido de maneira definitiva devendo, incentivar a construção de acordos coletivos, a resolução de conflitos, a existência de um processo permanente de auto avaliação e a proposição de um desenho estratégico;
- b) articulação entre os distintos subsistemas urbanos – econômico, físico-ambiental, considerando suas interações dinâmicas, assim como o manejo e controle das externalidades que afetam sua sinergia;
- c) construção de uma cultura de planejamento, por meio da formação de uma consciência de futuro, fundamentada no processo de planejamento a longo prazo, a ser promovida tanto na esfera governamental quanto na população;
- d) consideração de âmbitos básicos e interdependentes em projetos ou planos: o tecnológico, o morfológico e o comportamental, os quais são regulados pela interação das variáveis político-administrativas, econômico-produtivas e socioculturais;
- e) estabelecimento de efeitos sinérgicos pelos projetos e eventual retroação que qualquer decisão sobre o meio urbano tem no ecossistema da cidade, uma vez que esta é considerada um organismo vivo.

Na década de 80, o planejamento ambiental era especialmente orientado para o desenvolvimento das intervenções humanas dentro da capacidade de suporte dos ecossistemas, o qual parte do princípio da valorização e conservação das bases naturais do território, como base de auto-sustentação da vida e das interações que a mantém, ou seja, suas relações ecossistêmicas, com o objetivo principal de alcançar o desenvolvimento sustentável da espécie humana (FRANCO, 2001).

A gestão ambiental urbana é compreendida pela composição das atividades dedicadas ao gerenciamento do ambiente de uma cidade, onde a melhoria ou a conservação da qualidade ambiental, tanto no espaço intra-urbano como da sua área de influência, represente uma meta determinante. Constitui,



portanto, o conjunto das atividades técnicas, administrativas, legais e normativas para as quais se pressupõe ações coordenadas e de parceria entre os diferentes níveis de governo além da capacidade mobilizadora da comunidade (FORTES, 2005).

Neste contexto, a elaboração da Agenda 21 representa um importante instrumento, pois compreende um plano estratégico para o desenvolvimento sustentável, que envolve a participação da esfera governamental e da sociedade civil organizada (MMA, 2005). No Quadro 3, são apresentados os cinco eixos e as ações prioritárias da Agenda 21 Brasileira, destacando-se as questões referentes à gestão urbana e a integração urbana e rural, assim como a preocupação com a quantidade e qualidade da água e das bacias hidrográficas. Nesse âmbito, ressalta-se a importância da articulação das agendas com as políticas, planos e projetos, sejam estes das esferas federal, estadual ou municipal. No caso das agendas locais, isto é, municipais, destaca-se a articulação com o plano diretor e com o Plano Plurianual (PPA) e com a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO).

Ainda com relação à proteção e conservação do meio, destacam-se os conceitos do planejamento ambiental, que, segundo Franco (2001), se baseia em três princípios da ação humana sobre os ecossistemas:

- a) preservação (não-ação) – os ecossistemas devem permanecer intocados pela ação humana e representam áreas de reserva e bancos genéticos de interesse para vidas futuras;
- b) recuperação – aplicável às áreas alteradas pela ação humana, adotando-se, a partir de certo momento, o princípio da não-ação; porém, em alguns casos, podem ser realizadas intervenções para provocar ou acelerar o processo de recuperação;
- c) conservação – pressupõe o usufruto dos recursos naturais pelo homem na linha do mínimo risco, isto é, sem a degradação do meio e com o mínimo gasto de energia.



EIXOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	AÇÕES PRIORITÁRIAS
Economia da poupança na sociedade do conhecimento	Produção e consumo sustentáveis
	Ecoeficiência e responsabilidade social das empresas
	Retomada do planejamento estratégico, infraestrutura e integração regional
	Utilização de energia renovável e biomassa
Inclusão social para uma sociedade solidária	Informação e conhecimento para o desenvolvimento sustentável
	Educação permanente para o trabalho e a vida
	Promoção da saúde e prevenção da doença
	Inclusão social e distribuição de renda
Estratégia para a sustentabilidade urbana e rural	Universalização do saneamento ambiental, com proteção do ambiente e da saúde
	Gestão do espaço urbano e autoridade metropolitana
	Desenvolvimento sustentável no Brasil rural
	Promoção da agricultura sustentável
	Promoção da Agenda 21 Local e do desenvolvimento integrado e sustentável
Recursos naturais estratégicos: água, biodiversidade e florestas	Implantação do transporte de massa e a mobilidade sustentável
	Preservação da quantidade da água e melhoria a qualidade hídrica das bacias hidrográficas
	Implementação da política florestal, controle do desmatamento e corredores de biodiversidade
Governança e ética para a promoção da sustentabilidade	Descentralização e pacto federativo: parcerias, consórcios e poder local
	Modernização do Estado: gestão ambiental e instrumentos econômicos
	Relações internacionais e governança global para o desenvolvimento sustentável
	Cultura cívica e novas identidades na sociedade da comunicação
	Pedagogia da sustentabilidade: ética e solidariedade

QUADRO 3:
AÇÕES PRIORITÁRIAS DA AGENDA 21 BRASILEIRA
Fonte: adaptado de MMA(s.d.).

No Brasil, a Lei Federal Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, a qual tem por objetivos preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida. Em 2000 de foi instituído o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), por meio da Lei Federal Nº 9.985, de 18 de junho de 2000 (BRASIL, 2000), que estabelece as normas e critérios para a criação, implementação e gestão dessas áreas naturais protegidas.

As unidades de conservação, segundo o SNUC dividem-se nas seguintes tipologias (Artigo 7º): de proteção integral, cujo objetivo fundamental consiste em preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos



naturais (Parágrafo 1º); de uso sustentável, cujo intuito básico se volta a compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (Parágrafo 2º), sendo definidas como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, aos quais se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000, Artigo 2, inciso I).

Com relação à proteção e conservação dos mananciais de abastecimento hídrico, em muitos casos são instituídas as Áreas de Proteção Ambiental (APAS), classificadas como unidades de uso sustentável, possibilitando a manutenção da propriedade privada e a ocupação humana, sendo definidas como:

Área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000, Artigo 15).

O SNUC estabelece que as unidades de conservação devem ser regidas por um plano de manejo, documento que, com base nos objetivos de cada unidade, estabelece seu zoneamento e as normas para uso das áreas e manejo dos recursos naturais, assim como para a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da área.

Segundo o SNUC, a abrangência do plano de manejo não é restrita à área da unidade de conservação, devendo considerar também a zona de amortecimento e os corredores ecológicos, além de incluir medidas de integração à vida social e econômica das comunidades vizinhas.

Para Lara (2003), o plano de manejo é definido como um instrumento dinâmico que apresenta as diretrizes para o manejo de áreas protegidas, por meio da análise dos seus fatores naturais e antrópicos, com o objetivo de proteger os recursos naturais, inclusive as áreas de mananciais, o qual compreende:

- a) identificação de problemas (diagnóstico) – caracterização da situação atual, abordando os problemas e prioridades sociais, econômicas e ambientais;



- b) estabelecimento de cenários – projeção de condições atuais, tendências e futuras;
- c) estabelecimento de programas de manejo – definição de ações a serem implantadas para a melhoria da qualidade ambiental, assim como identificação de parcerias para a sua implementação.

Segundo Hardt e Hardt (2007a), a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente e do Sistema de Nacional Unidades de Conservação configuram importante passo para proteção e gestão ambiental; porém, os autores destacam que as unidades de conservação não se relacionam de maneira eficaz, carecendo de visão integradora das diversas esferas políticas de atuação na área ambiental; portanto, há necessidade de integração – horizontal e vertical – entre diversos níveis, principalmente no âmbito dos planos diretores dos municípios e de manejo das áreas protegidas.





3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que os objetivos da pesquisa científica sejam alcançados, é necessário o planejamento racional e sistemático das ações a serem desenvolvidas (GIL, 2002). O método proporciona a orientação para coordenar as investigações, realizar as experiências e interpretar os resultados. A escolha dos procedimentos metodológicos aplicados na pesquisa baseia-se principalmente, na natureza do objeto a que se aplica e nos objetivos a serem atingidos (FACHIN, 2003).

3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa em questão é de natureza **exploratória**, pois tem por intuito proporcionar uma visão geral do problema pesquisado, com possibilidades de estudos posteriores (SANTOS, 2002).


Tendo em vista seus objetivos, este trabalho se insere no contexto do método **quase-experimental**, pois não há total controle da situação para que seja realizado um delineamento experimental (CAMPBELL; STANLEY, 1979).

As influências sobre o objeto de estudo são analisadas a partir de algumas variáveis pré-estabelecidas, sendo definidas formas de controle e observação de seus efeitos (GIL, 2002).

Visando analisar a relação entre a qualidade ambiental e paisagística, é adotado, como **estudo de caso**, o município de Piraquara, localizado na região metropolitana de Curitiba (RMC).



No Quadro 4, são apresentadas as principais características do município de Piraquara.

SISTEMA NATURAL	MEIO FÍSICO	CLIMA	clima Cfb – subtropical úmido mesotérmico, (quente temperado, com geadas no inverno) temperatura média anual de 16,5°C, trimestre menos chuvoso – junho, julho e agosto, com precipitação média entre 300 a 350 mm; meses mais chuvosos – dezembro, janeiro e fevereiro, com precipitação média entre 450 e 550 mm
		ÁGUA	<p>bacias dos rios Iraí e Piraquara, Iraizinho e parte das bacias do Itaquí e Litorânea; município integrante do Sistema Alto Iguaçu, área de mananciais destinados ao abastecimento da RMC, estando localizados no município os reservatórios do Iraí, Piraquara I e Piraquara II (em fase de implantação)</p> 





continua...

QUADRO 4:
CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

Fonte: COMEC (2001); CONSILIU; PARANÁSAN (2005); IBGE (2000); IPARDES (2007).



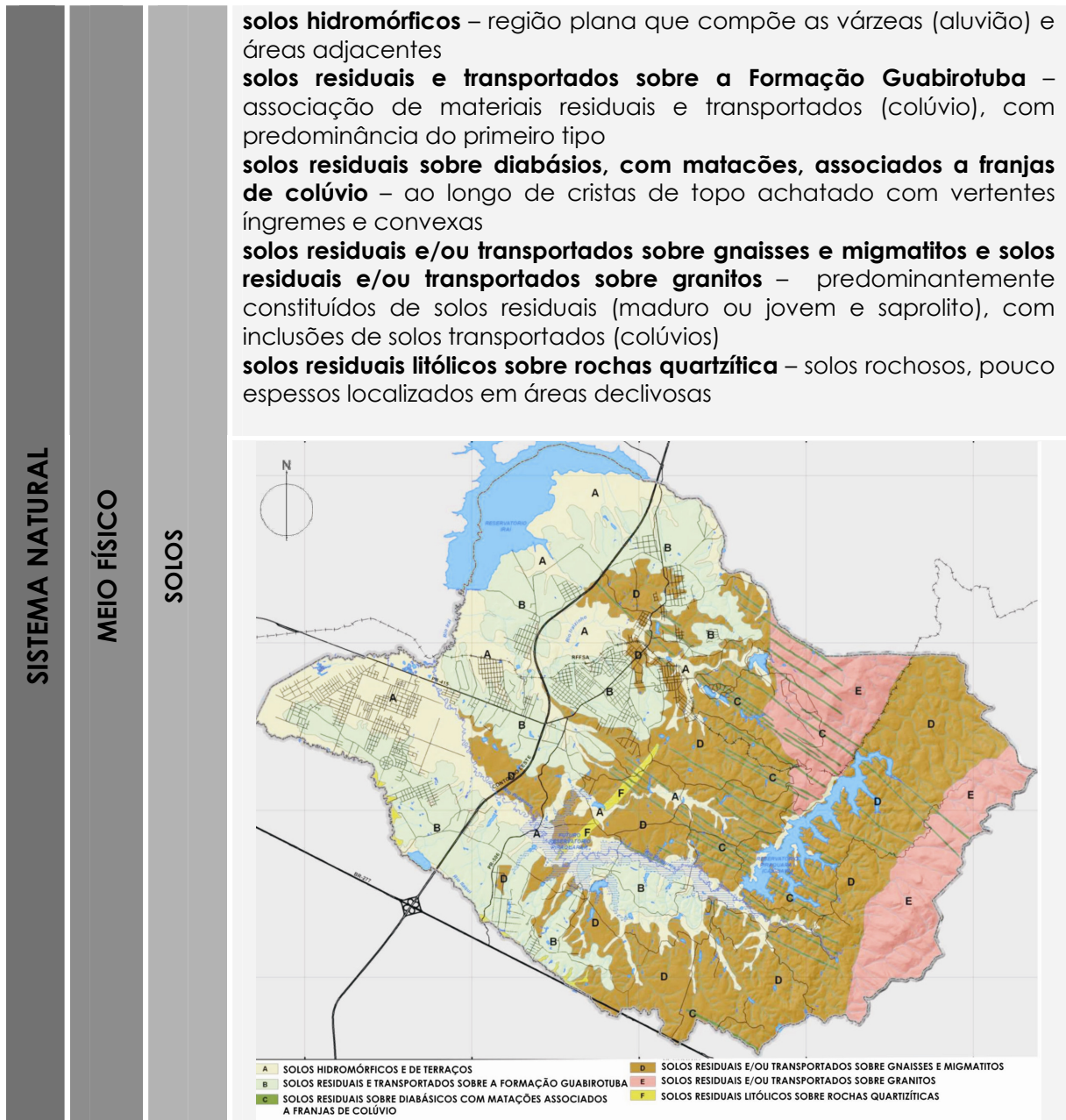
...continuação do QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

SISTEMA NATURAL	MEIO FÍSICO	GEOMORFOLOGIA	<p>maior parte do município no Primeiro Planalto Paranaense com:</p> <p>Planalto Sedimentar – rochas sedimentares da Formação Guabirota, relevo suave ondulado a plano, com sua maior parte na planície aluvionar dos rios Piraquara, Iraí, Itaqui e seus tributários</p> <p>Planalto Cristalino – predomínio de rochas do Embasamento Cristalino, relevo mais acidentado, com vales mais íngremes e altitudes de 800 e 1.000 m acima do nível do mar</p> <p>correspondente ao Maciço Serrano Granítico – porção nordeste do município (Serra do Mar), composto pelos litotipos dos granitos Anhangava e Marumbi, com relevo escarpado, montanhoso e declividades muito acentuadas</p> <p>Elevações de Matacões Graníticos – interface entre Primeiro Planalto Paranaense e Serra do Mar, com relevo acidentado e elevações isoladas formadas por matacões graníticos</p>	
				
			<p>Planalto Sedimentar</p>	<p>Planalto Cristalino</p>
				
			<p>Maciço Serrano Granítico</p>	<p>Elevações de Matacões Graníticos</p>

continua...



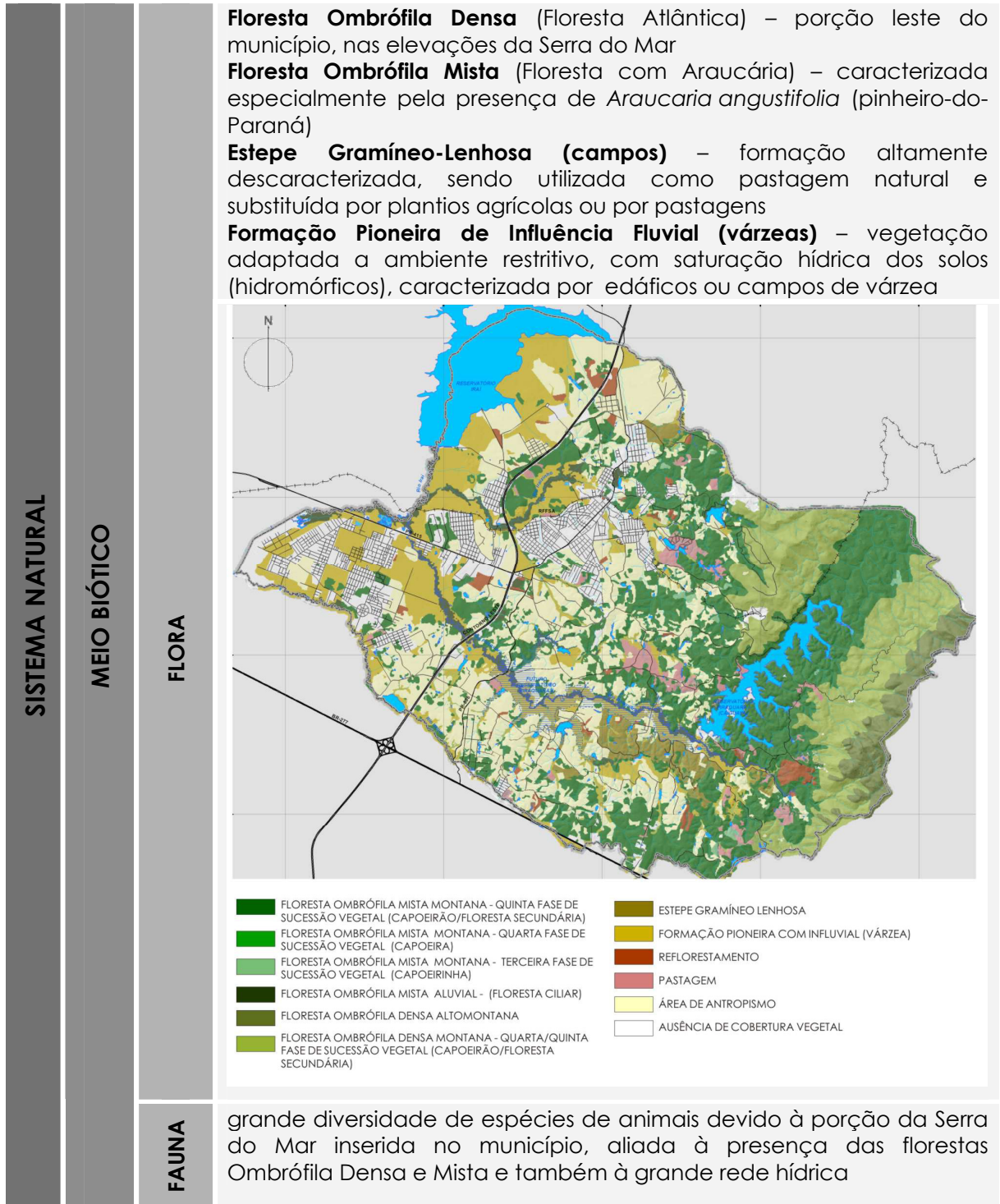
...continuação do QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA



continua...



...continuação do QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA



continua...



...continuação do QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

SISTEMA ANTRÓPICO	ASPECTOS TERRITORIAIS	<p>sede municipal com predomínio de usos residenciais; região do Guarituba, localizada na porção oeste do município com maioria dos loteamentos com ocupações irregulares taxa de urbanização de 46,41% em 2000 atividade industrial pouco desenvolvida, devido às restrições ambientais na área de mananciais, principalmente quanto à geração de efluentes líquidos</p> <p>área rural com predomínio de atividades agropecuárias e de chácaras de lazer, devido à paisagem e à proximidade da capital existência dos reservatórios do Iraí, Piraquara I e Piraquara II (em fase final de construção), presença do complexo penitenciário, composto pelo educandário, colônia penal agrícola e penitenciárias masculina e feminina</p>
	UOS E OCUPAÇÃO DO SOLO	
INFRA-ESTRUTURA	<p>Saneamento – rede de abastecimento de água com atendimento de aproximadamente 100% da população urbana; rede de coleta de esgotos com atendimento de somente 50% da população; serviço de coleta de lixo com atendimento de 92% dos domicílios</p> <p>Energia e iluminação pública – atendimento satisfatório na sede urbana, e precário na região do Guarituba</p> <p>Circulação – principais eixos viários do município: PR 415 (Rodovia do Encanamento), PR 506, Contorno Leste e a ferrovia Curitiba-Paranaguá</p>	

continua...



...continuação do QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

SISTEMA ANTRÓPICO	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	INDICADORES SOCIOECONÔMICOS	72.886 habitantes – IBGE (2000) 103.574 habitantes – IBGE (2006) Taxa de crescimento geométrico – 9,89% (2000) Densidade demográfica – 459,87 hab./km ² (2000) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM, 2000) – 0,744 Esperança de vida ao nascer (2000) – 67,47 anos Taxa bruta de frequência escolar (2000) – 74,84 % Taxa de alfabetização de adultos (2000) – 91,39 % Renda per capita – 208,89 reais População economicamente ativa (PEA – 2000) – 33.709 habitantes Produto Interno Bruto (PIB) per capita (2000) – 3.238,00 reais População ocupada (2000) – 27.299 habitantes Pessoas em situação de pobreza (2000) – 18.163 Famílias em situação de pobreza (2000) – 4.580
	ASPECTOS INSTITUCIONAIS	GESTÃO/ ADMINISTRAÇÃO	Prefeitura Municipal de Piraquara Coordenação da Região Metropolitana (COMEC) Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR) Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC (SIGPROM/RMC) Comitês das bacias do Alto Iguaçu e dos afluentes do Alto Ribeira Conselho Gestor da Área de Proteção Ambiental (APA) do Piraquara Conselho Gestor da Área de Proteção Ambiental (APA) do Iraí
		NORMATIZAÇÃO	Plano Diretor Municipal (incluindo zoneamento de uso e ocupação do solo) Zoneamento ecológico-econômico da Área de Proteção Ambiental (APA) do Piraquara Zoneamento ecológico-econômico da Área de Proteção Ambiental (APA) do Iraí Zoneamento da Unidade Territorial de Planejamento (UTP) do Guarituba Zoneamento da Unidade Territorial de Planejamento (UTP) do Itaqui

A ocupação do município sofre forte pressão por sua proximidade a Curitiba, havendo, de um lado, barreiras ambientais que restringem o adensamento e, de outro, vetores de expansão urbana da capital e dos municípios vizinhos, especialmente Pinhais (Figura 11).



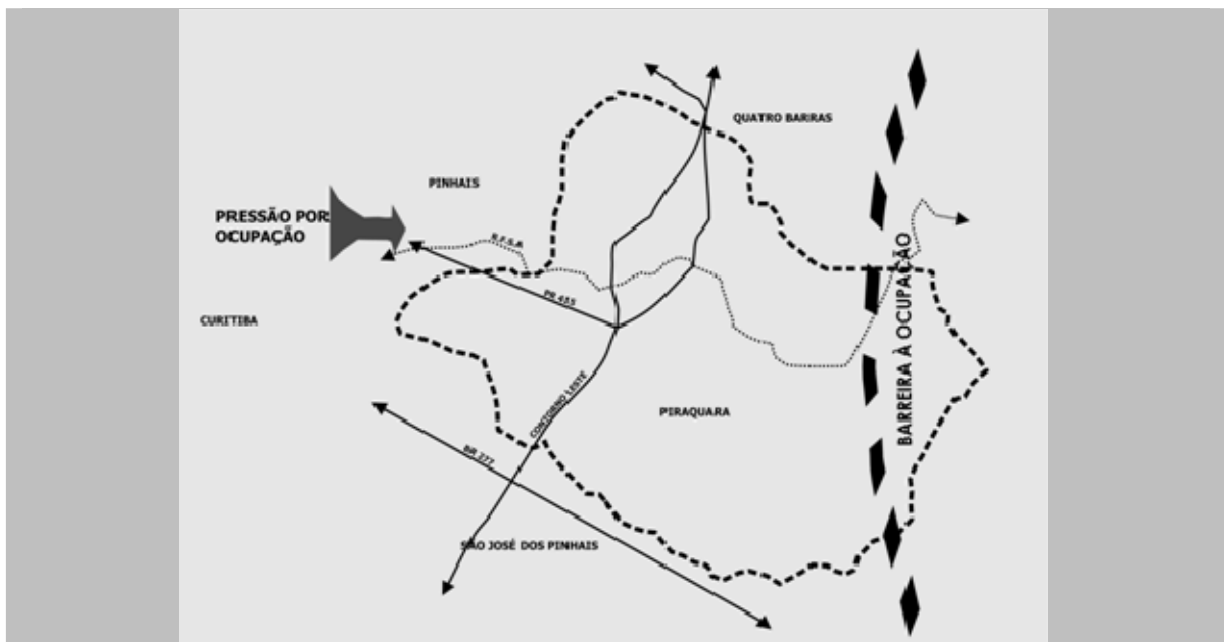


FIGURA 11:
CARTOGRAMA DE VETORES E BARREIRAS À OCUPAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

Fonte: modificada de COMEC (2001).

Visando à proteção das áreas de mananciais da RMC, na década de 1990 foi proposta a implantação de Áreas de Proteção Ambiental (APA's) do Iraí e do Piraquara, classificadas como unidades de conservação de uso sustentável (Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 – BRASIL, 2000), as quais têm por objetivo principal conservar a diversidade dos ambientes, espécies e processos naturais, sendo necessária a orientação e adequação das várias atividades humanas para o seu desenvolvimento de maneira compatível com as características ambientais da área.

Naquela oportunidade, também foram criadas as Unidades Territoriais de Planejamento (UTPs) do Guarituba e do Itaqui, com os objetivos de assegurar as condições ambientais adequadas à preservação dos mananciais, por meio do ordenamento territorial em áreas com pressão por ocupação; ampliar, de forma disciplinada, a oferta de locais para urbanização; definir áreas prioritárias para implantação de infra-estrutura de saneamento; e proteger os fundos de vale e áreas críticas sujeitas à inundação (COMEC, 1999).



A Figura 12 e a Tabela 4 apresentam a incidência dos instrumentos legais que instituem as unidades anteriormente citadas e outras áreas específicas do município de Piraquara.

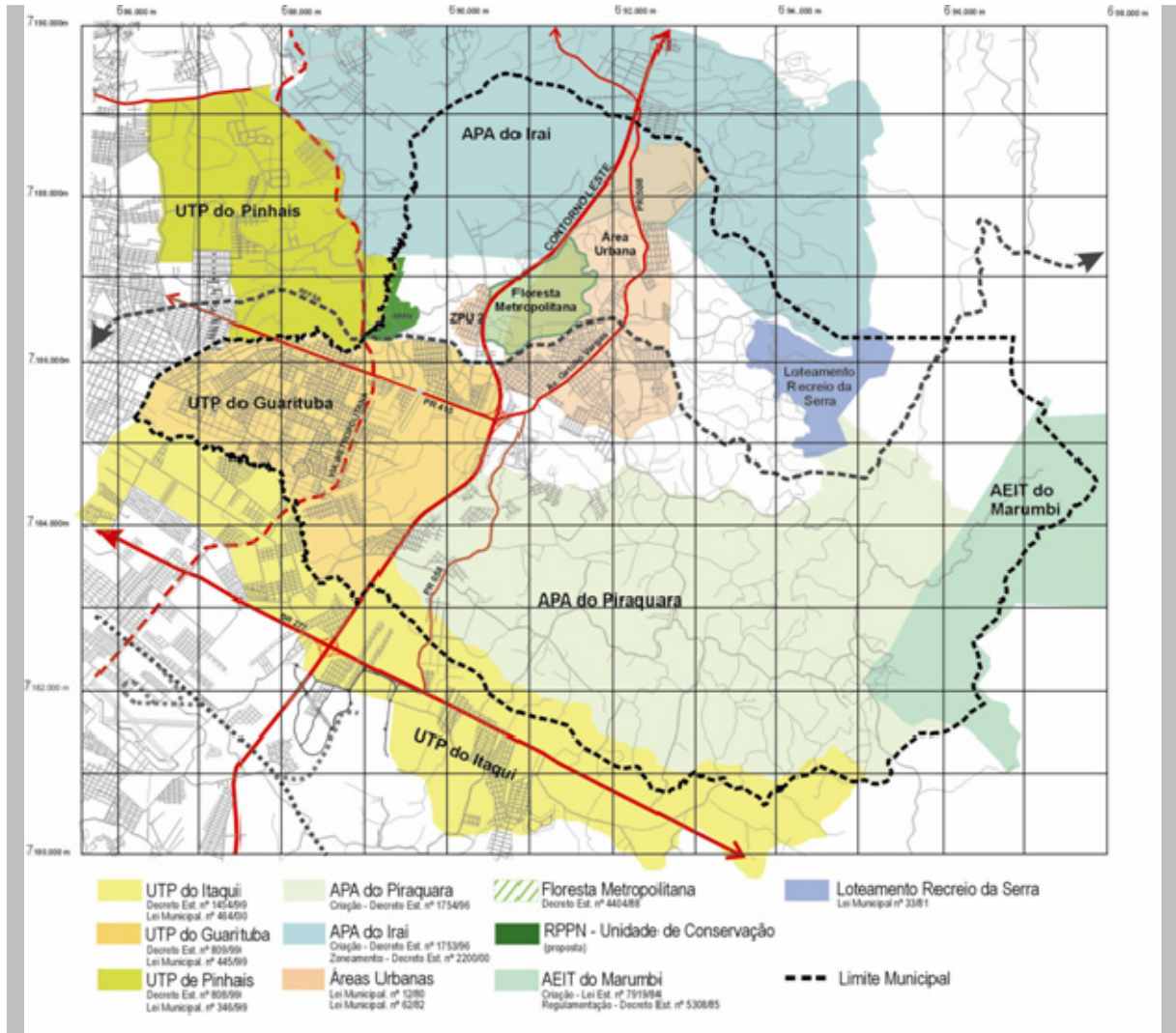


FIGURA 12:
CARTOGRAMA DOS INSTRUMENTOS LEGAIS INCIDENTES NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA
Fonte: COMEC et al. (2002).

Na Tabela 4, pode-se observar a área e proporção de cada unidade incidente no município de Piraquara.



TABELA 4:
ÁREAS DE INCIDÊNCIA DE INSTRUMENTOS LEGAIS NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

MUNICÍPIO DE PIRAQUARA	ÁREA (ha)	%
Área municipal	22.485	100,00
Área de Proteção Ambiental do Piraquara	8.995	40,00
Área de Proteção Ambiental do Iraí	2.932	13,04
Unidade Territorial de Planejamento do Guarituba	2.956	13,15
Unidade Territorial de Planejamento do Itaquí	237	8,02
Área de Mananciais Hídricos	20.958	93,21

Fonte: COMEC et al. (2002).

Porém, a implementação destes instrumentos não foi suficiente para frear o crescimento populacional no município, polarizador de intenso movimento migratório, sendo considerado também "dormitório" pela atração de sua população ao pólo metropolitano para várias atividades, inclusive trabalho. Este fato possibilitou a formação de bolsões de pobreza e, conseqüentemente, promoveu a degradação ambiental e riscos para o abastecimento de água em Curitiba e sua região metropolitana.

O espaço urbano de Piraquara vem se modificando continuamente, especialmente no que diz respeito a ocupações irregulares, das quais o exemplo mais notável ocorre na região do Guarituba. Embora a ocupação intensiva do solo não seja ambientalmente adequada, ante a fragilidade da situação do município, esta região abriga grande parte da sua população, o que resulta, entre outros fatores, numa paisagem degradada e em desconformidade com a situação planejada a partir da implantação da UTP do Guarituba, apresentando reflexos ambientais, sob a forma de impactos tanto no meio biótico como no meio físico, especialmente sobre a qualidade da água.

A região do Guarituba concentra grande parte das ocupações irregulares do município. Havia em 2005, cerca de 5.000 unidades irregulares (COMEC, 2005), o que corresponde a aproximadamente 20.000 habitantes (cerca da metade da população desta região e a quarta parte do contingente municipal), em condições de baixa renda, com insuficiência de infra-estrutura, especialmente de saneamento básico, desencadeando problemas socioambientais diversos, como poluição hídrica, destruição dos recursos naturais (especialmente das várzeas), exclusão social, perda de identidade cultural, desemprego e violência.



Outro conflito identificado refere-se à APA do Piraquara, onde há loteamentos aprovados com área média inferior a 600 m² (COMEC, 2001), os quais são promotores de adensamento populacional indesejável, devido às demandas por sistema viário, serviços, transportes e equipamentos comunitários, dentre outras. Como consequência, tem-se a impermeabilização extensiva do solo, remoção florestal e aumento de lançamento direto de lixo e esgoto nos rios, trazendo como efeitos à qualidade da água, o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), de coliformes e de outros contaminantes.

A degradação e a falta de concretização das ações preconizadas pelo planejamento acarretam, além de danos ambientais e comprometimento dos recursos naturais locais, sérios danos à população local, tanto em termos de conforto ambiental como de segurança e saúde pública.

3.3 MÉTODOS E TÉCNICAS

Diante dos aspectos anteriormente comentados, esta pesquisa pretende analisar as interferências do uso e ocupação do solo no município a partir de 1994. Este **recorte temporal** foi determinado devido à disponibilidade de dados sobre a qualidade da água, pois se pretende estabelecer a relação entre a evolução da paisagem com os índices de qualidade da água.

No Quadro 5, são apresentados de forma resumida os objetivos, métodos técnicos, fontes, dados e resultados referentes a presente pesquisa.



ETAPAS	MÉTODOS	TÉCNICAS	FONTES	DADOS	RESULTADOS
estabelecimento de referencial teórico sobre o tema e assuntos relacionados	exploratório	pesquisa bibliográfica	livros, artigos técnicos, legislação e outras	conceitos, abordagens teóricas e discussões sobre os assuntos	configuração da base teórico-conceitual, definição da metodologia
caracterização do objeto de estudo	exploratório e executivo	pesquisa bibliográfica, de campo e institucionais	fontes documentais, dentre outras	aspectos físicos, biológicos, territoriais, socioeconômicos e institucionais	caracterização da área de estudo
análise dos aspectos geomorfométricos das sub-bacias selecionadas	exploratório e analítico	análises estatísticas multivariadas	base cartográfica, mapa de geomorfologia	dados geomorfométricos	grau de similaridade entre bacias selecionadas
caracterização dos usos do solo das sub-bacias	exploratório e analítico	classificação supervisionada	imagens de satélite	mapas de usos do solo para os anos de 1994, 2000 e 2006	estabelecimento de tipologias de usos do solo nos respectivos anos
interpretação da evolução da qualidade da paisagem no período entre 1994 e 2006	exploratório e analítico	método indireto de análise da paisagem	mapas temáticos	mapas de qualidade da paisagem para os anos de 1994, 2000 e 2006	estabelecimento de classes de qualidade da paisagem nos respectivos anos
interpretação da evolução da qualidade da água no período entre 1994 e 2006	exploratório e analítico	AIQA IQA IVH	dados fornecidos pelo órgão ambiental, análises laboratoriais, levantamento de campo	variáveis físico-químicas mapas de qualidade da água para os anos de 1994, 2000 e 2006	estabelecimento de classes de qualidade da água nos respectivos anos
comparação da evolução da qualidade hídrica e paisagística no período entre 1994 e 2006	analítico	análise comparativa	dados levantados nas etapas anteriores	gráficos e mapas	relação entre as classes de qualidade da água e da paisagem nos respectivos anos
relacionamento da qualidade da água e da paisagem (2006)	estatístico e analítico	modelos de regressão linear múltipla e análise de variância	dados levantados nas etapas anteriores	IQA AIQA IVH, dados da qualidade da paisagem e uso do solo	correlação entre dados analisados
fornecimento de subsídios para o gerenciamento do uso e ocupação do solo com vistas à conservação paisagística e ambiental, em especial da qualidade da água	sintético-analítico	síntese analítica	resultados da pesquisa		estabelecimento de fundamentos para o processo de planejamento e gestão urbana e regional

QUADRO 5:
PROTOCOLO DE PESQUISA

Fonte: elaborado com base nos objetivos específicos estabelecidos para a pesquisa.

Notas: AIQA = Análise Integrada da Qualidade da Água

IQA = Índice de Qualidade das Águas

IVH = Indicador de Valor de Hábitat



3.3.1 MATERIAIS

Como base de dados, foram utilizados os seguintes materiais:

- a) base cartográfica do ano de 2000 na escala 1:10.000 – SUDERHSA, 2000;
- b) imagem LandsAT TM 5 Path/Row 220/078 de 18 de julho de 1994 (GLCF, 2006);
- c) imagem LandsAT ETM+ 7 Path/Row 220/078 de 05 de julho de 2000 (GLCF, 2006);
- d) imagem CEBERS 2 156-128 e 156-129 de 19 de julho de 2006 (INPE, 2006);
- e) informações e mapeamento geomorfológico integrantes do Plano Diretor de Piraquara (CONSILIU; PARANÁSAN, 2005);
- f) dados de qualidade da água – dados do monitoramento da qualidade da água dos pontos de monitoramento AI 01, AI 16, AI 17, AI 22, AI 39, AI 41, AI 43, AI 43, AI 45 e AI 48, do Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2007) no período entre 1994 e 2006.

3.3.2 PROCEDIMENTOS PRELIMINARES

Preliminarmente, foram classificados os usos do solo no município e analisada a geomorfometria do seu território, cujos procedimentos são adiante detalhados.



3.3.2.1 ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA

Segundo Villela e Mattos (1975¹¹ apud BOLLMANN, 2003), as características físicas de uma bacia são elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico. Para Christofolletti (1999), a análise de aspectos relacionados a drenagem, relevo e geologia podem levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local.

A caracterização morfométrica das bacias selecionadas (Mapa 1) foi realizada com base nos critérios estabelecidos por Villela e Mattos (1975¹ apud BOLLMMANN, 2003b), considerando os seguintes fatores:

- a) **Perímetro (km)** – utilizando o espigão topográfico como delimitador do perímetro das áreas de drenagem, sendo, assim, determinado o divisor de águas de uma bacia; o perímetro é o seu comprimento;
- b) **Área de Drenagem Total (km²)** – considerando a área de projeção plana da porção do terreno delimitado pelo seu divisor topográfico;
- c) **Comprimento Axial (km)** – definido como a distância medida em linha reta entre a foz e um ponto do seu perímetro que assinala a eqüidistância no comprimento do perímetro entre ele e a foz;
- d) **Coefficiente de Compacidade (adimensional)** – ou Índice de Gravelius – estabelecido pela relação entre o perímetro da bacia hidrográfica e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia.

$$Kc = 0,282 (P / \sqrt{A})$$

Onde:

Kc = coeficiente de compacidade (adimensional);

P = perímetro da bacia hidrográfica (km);

A = área da bacia hidrográfica (km²).

¹¹ Ver VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975.



Este coeficiente varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o Coeficiente de Compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade (1,0) corresponderia à uma bacia circular. Se os outros fatores intervenientes forem iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo à unidade for o valor desse coeficiente (BOLLMMAN, 2003b, p.44).

- e) **Fator de Forma (adimensional)** – definido pela relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia por meio da seguinte fórmula:

$$Kf = A / (L^2)$$

Onde:

Kf = coeficiente de forma (adimensional);

A = área da bacia hidrográfica (km²);

L = comprimento da bacia medido pelo curso d'água mais longo desde a desembocadura até a nascente mais distante (km).

Este fator constitui outro indicador da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Quando o Fator de Forma é baixo, a tendência de enchentes será pequena (menor em relação à outra bacia sob as mesmas condições que apresente um fator elevado). Isto se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menos probabilidade de ocorrências de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a sua extensão. Além disso, a contribuição dos tributários atinge o curso d'água em vários pontos ao longo da extensão do rio principal, afastando-se da condição anterior da forma circular na qual o deflúvio está mais propenso a se concentrar em um único ponto (BOLLMANN, 2003b, p.45).

- f) **Declividade Mediana da Bacia Hidrográfica (%)** – estipulada a partir da obtenção da Curva de Distribuição das declividades do terreno; pode-se também determinar a Declividade Mediana (definida como a declividade para a qual 50% dos valores situam-se acima e outros 50% dos valores situam-se abaixo deste valor);
- g) **Ordem dos Cursos d'Água (adimensional)** – determinada pela classificação do grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia;



- h) **Sinuosidade (adimensional)** – fator de controle da velocidade de escoamento, definido como a relação entre o comprimento do curso d'água principal e o comprimento do talvegue, por meio da seguinte fórmula:

$$S = L_p / L_v$$

Onde:

S = sinuosidade (adimensional);

L_p = comprimento do curso d'água principal (km);

L_v = comprimento do talvegue do rio principal (km).

- i) **Declividade de Álveo (m/m)** – representada pela diferença de altitude entre a foz e a nascente, dividida pelo comprimento do curso d'água principal, por meio da seguinte fórmula:

$$S_1 = (A_n - A_f) / L_p$$

Onde:

S₁ = declividade de álveo (m/m);

A_n = altitude na nascente do curso d'água principal (m_{anmm});

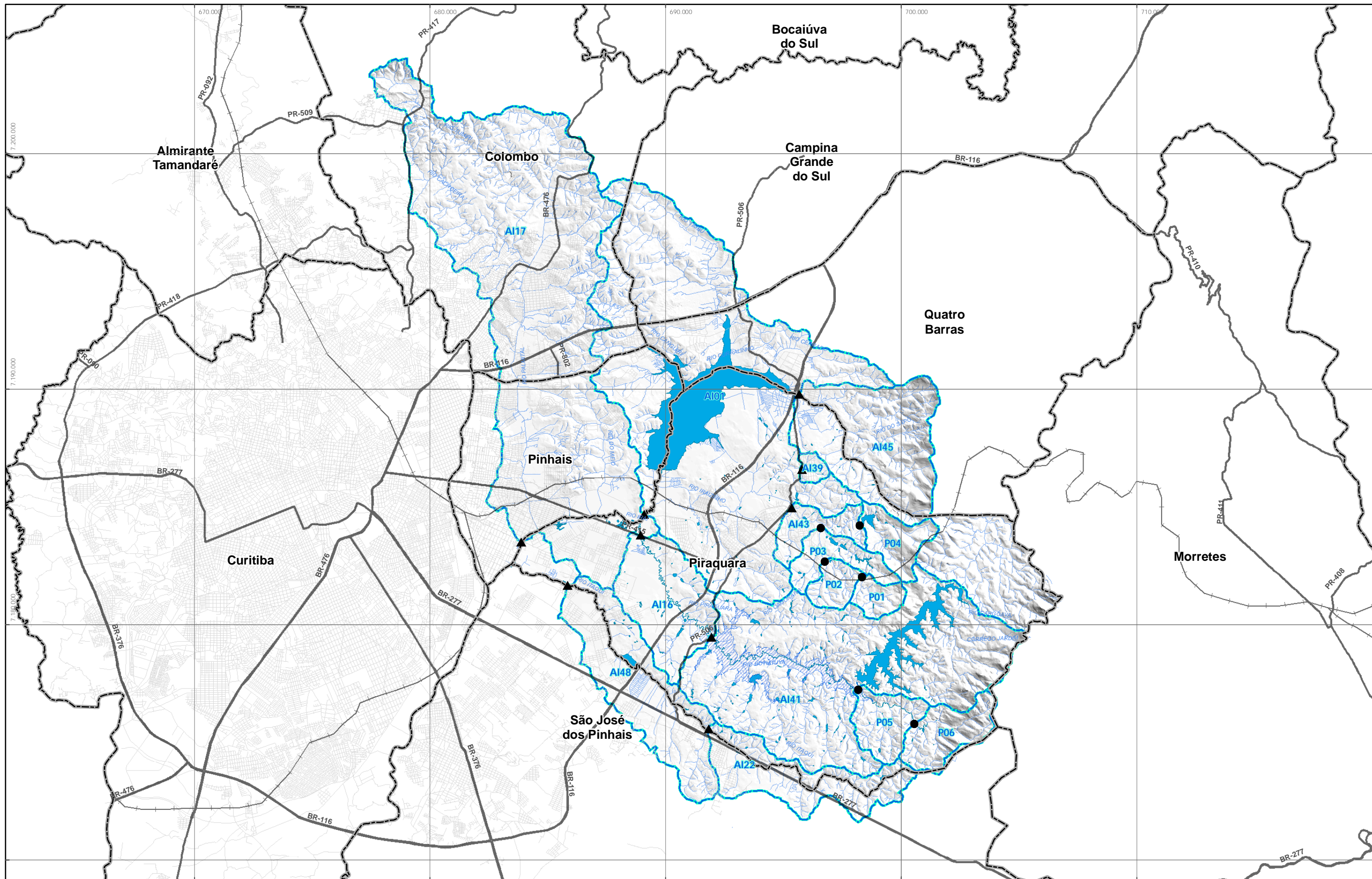
A_f = altitude na foz do curso d'água principal (m_{anmm});

L_p = comprimento do curso d'água principal (km).

A velocidade de escoamento de um rio depende da declividade dos canais fluviais. Assim, quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e bem mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas das enchentes (BOLLMANN, 2003b, p.48).

As características geomorfológicas foram consideradas a partir do cálculo da porcentagem de cada compartimento geomorfológico – as sub-bacias. Os dados foram obtidos a partir do mapa geomorfológico elaborado para o Plano Diretor de Piraquara (CONSILIU; PARANÁSAN, 2005), os quais foram extrapolados no caso das bacias com limites além do perímetro do município.





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

01 MAPA DE BACIAS E SEÇÕES MONITORADAS



ESCALA: 1:150.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HIDRICA E PAISAGISTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

3.3.2.1.1 AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS POR ANÁLISE MULTIVARIADA

Para Johnson et al. (1992), na análise de agrupamento é verificada a proximidade geométrica entre os objetos estudados, sendo calculadas as distâncias entre objetos estudados dentro do espaço multiplano, constituído por eixos das medidas realizadas (variáveis); em seguida, os objetos são agrupados conforme a proximidade entre eles.

O agrupamento das sub-bacias selecionadas foi realizado com o intuito de agrupá-las de maneira que os indivíduos dentro das classes fossem similares em algum aspecto; para tanto, foram aplicadas análises de estatística multivariada não hierárquica – utilizando o critério da soma dos quadrados e da distância Mahalanobis – e hierárquica, na qual a similaridade das sub-bacias foi analisada a partir dos dendogramas de similaridade, os quais representam graficamente o grau de associação entre dois pontos ou mais, por meio da determinação do Coeficiente de Similaridade (0 - 1), sendo que os valores mais próximos da unidade indicam maior grau de semelhança entre os dados analisados.

3.3.2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO

Para a classificação, as imagens de satélite foram georreferenciadas a partir da seleção de pontos de controle identificados na base cartográfica.

Na seqüência, utilizou-se a técnica de classificação supervisionada (Máxima Verossimilhança) em composição colorida das bandas 3, 4 e 5 – no caso das imagens LandsAT – e 2, 3 e 4 – para as imagens CEBERS. Para a classificação das imagens, foi utilizado o software ENVI 4.0.



A classificação de imagens multiespectrais de sensoriamento remoto consiste na associação de cada pixel da imagem a uma classe, descrevendo um objeto real. Na classificação supervisionada, o usuário seleciona os pixels pertencentes às classes desejadas, formando áreas de treinamento (CROSTA, 1992), as quais no presente estudo, foram determinadas pela delimitação de polígonos, via tela, nas áreas de interesse.

Foram determinadas as seguintes classes de usos do solo:

- a) florestas e reflorestamentos;
- b) formação pioneira de influência fluvial (várzea);
- c) campos e pastagens;
- d) agricultura, solos expostos e outros;
- e) áreas urbanizadas;
- f) corpos d'água.

Após a classificação, foram realizados ajustes manuais visando corrigir algumas interpretações, principalmente com relação às áreas de sombra, as quais foram anteriormente interpretadas de forma equivocada como água, e às áreas de solo exposto, confundidas com áreas urbanizadas.

3.3.3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA PAISAGEM

A análise da paisagem foi embasada no método indireto, processado a partir de sua desagregação segundo seus componentes mais representativos – físicos, biológicos e antrópicos (HARDT, 2004), estabelecendo-se um sistema de valoração em escala nominal para as classes de qualidade paisagística, onde foram enquadradas as unidades irregulares da paisagem.

Os componentes físicos analisados relacionam-se principalmente à geomorfologia, hipsometria, declividades e drenagem superficial da área de estudo (Quadro 6).



COMPONENTES	VALOR	BAIXO	MÉDIO BAIXO	MÉDIO	MÉDIO ALTO	ALTO
COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS						
Planalto Sedimentar						
Planalto Cristalino						
Maciço Serrano Granítico						
Elevações de Matacões Graníticos						
NÍVEIS HIPSOMÉTRICOS						
Acima de 1.300 m						
De 1.200,10 a 1.300 m						
De 1.050,10 a 1.200 m						
De 900 a 1.050 m						
Abaixo de 900 m						
DECLIVIDADES						
0 a 10%						
11 a 30%						
Acima de 30%						
DRENAGEM SUPERFICIAL						
Reservatórios, rios e lagos						

QUADRO 6:
SISTEMA DE VALORAÇÃO PROPOSTO PARA OS COMPONENTES FÍSICOS DA ÁREA DE ESTUDO
Fonte: elaborado com base em Hardt (2007).

Os componentes biológicos a serem avaliados referem-se à tipologia da cobertura vegetal existente no município (Quadro 7), que, a princípio, incorporam condições de hábitat, tanto da flora quanto da fauna local.

COMPONENTES	VALOR	BAIXO	MÉDIO BAIXO	MÉDIO	MÉDIO ALTO	ALTO
FLORA						
Estepe Gramíneo-Lenhosa (campos)						
Formação Pioneira de Influência Fluvial (várzea)						
Formações florestais/ Reflorestamentos						

QUADRO 7:
SISTEMA DE VALORAÇÃO PROPOSTO PARA OS COMPONENTES BIOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO
Fonte: elaborado com base em Hardt (2000).



Dentre os componentes antrópicos, foram analisadas as principais interferências, inclusive visuais, relativas ao uso e ocupação do solo, destacando-se atividades, tipologia do uso e ocupação do solo e infra-estrutura viária (Quadro 8).

COMPONENTE	VALOR	BAIXO	MÉDIO BAIXO	MÉDIO	MÉDIO ALTO	ALTO
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO						
Agricultura / Solos expostos/ Outros						
Áreas urbanizadas						
Ocupações irregulares						
SISTEMA VIÁRIO						
Ferrovias (faixa de entorno de 15 m)						
Rodovias (faixa de entorno de 30 m)						
Contorno Leste (faixa de entorno de 50 m)						

QUADRO 8:

SISTEMA DE VALORAÇÃO PROPOSTO PARA OS COMPONENTES ANTRÓPICOS DA ÁREA DE ESTUDO (VALORES NEGATIVOS)

Fonte: elaborado com base em Hardt (2000).

Preliminarmente foram produzidos os mapas temáticos referentes a cada componente da paisagem (hypsometria, declividades, drenagem superficial e sistema viário) a partir da base cartográfica adotada para o trabalho (SUDERHSA, 2000). Os dados espaciais sobre as ocupações irregulares foram fornecidos em formato *shape* por Consiliu e PARANÁSAN (2005). O mapa de usos do solo foi elaborado conforme o disposto no item 3.3.2.2 – Classificação dos usos do solo.

Após a confecção dos mapas temáticos, os dados de cada mapa foram classificados conforme o sistema de valoração disposto nos Quadros 6 a 8, anteriormente expostos. Por fim, foi realizado o cruzamento dessas informações, sendo produzidos os mapas sínteses da qualidade da paisagem para os anos de 1994, 2000 e 2006.

Na Figura 13, são ilustradas as fases da análise da qualidade da paisagem.



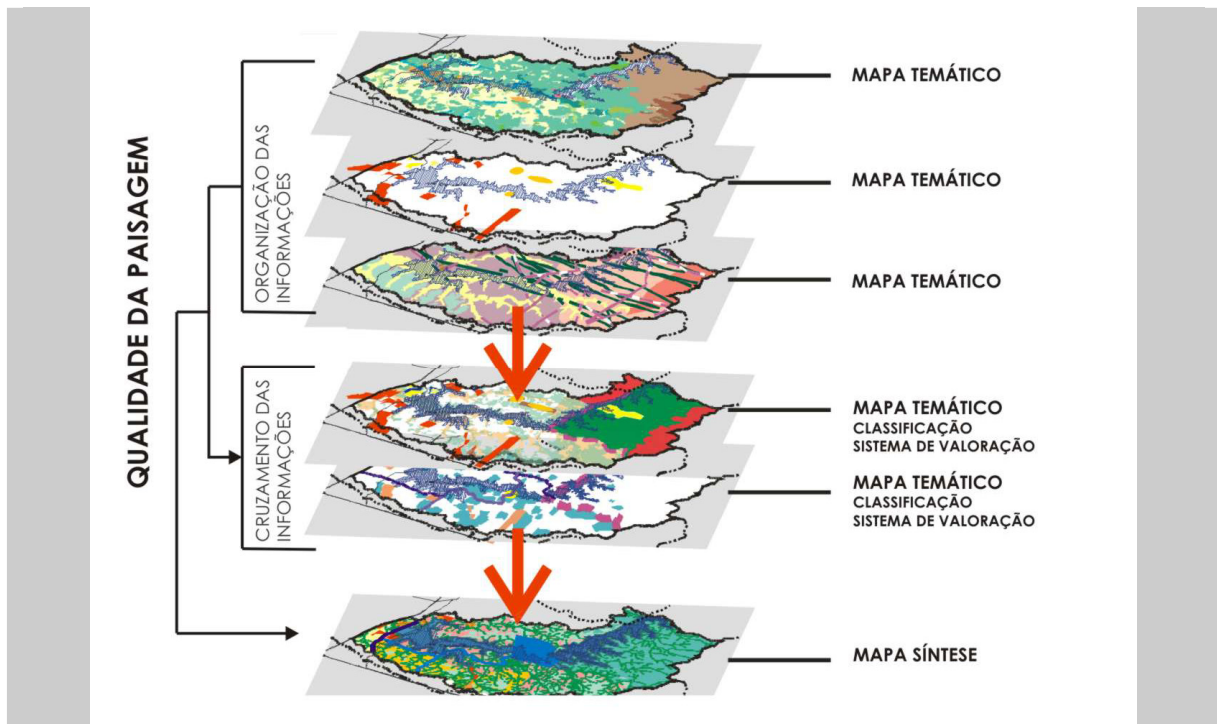


FIGURA 13:
ORGANOGRAMA ESQUEMÁTICO DAS FASES DA ANÁLISE DA PAISAGEM
Fonte: elaborada a partir dos procedimentos metodológicos adotados.

Todo o mapeamento foi elaborado com o programa computadorizado ArcView 9.0.

A partir dos mapas da qualidade da paisagem, foram calculadas as áreas correspondentes a cada classe (alta, média alta, média baixa e baixa qualidade) por sub-bacia e, com base nas porcentagens referentes a cada classe da qualidade da paisagem por sub-bacia, foi extraída a média ponderada do dados, resultando no valor da paisagem por sub-bacia, o qual foi classificado conforme o apresentado na Tabela 5.

TABELA 5:
CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM PELA MÉDIA PONDERADA

CLASSE DA QUALIDADE DA PAISAGEM	VALOR DA PAISAGEM
ALTA	8 – 7,2
MÉDIA ALTA	7,1 – 6,4
MÉDIA	6,3 – 5,6
MÉDIA BAIXA	5,5 – 4,8
BAIXA	4 – 4,7

Fonte: elaborada com base nos dados da qualidade da paisagem.



A interpretação das alterações da qualidade da paisagem no período entre 1994 e 2006 foi realizada a partir da análise comparativa dos dados, os quais foram organizados em gráficos, considerando-se o agrupamento geomorfométrico das sub-bacias selecionadas.

3.3.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Nesta fase, foram coletados dados do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) das análises de qualidade da água nas estações de monitoramento localizadas em Piraquara ou em seu limite municipal (Quadro 9), os quais constam do Anexo A.

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO
AI01	Iraí	Olaria do Estado	Piraquara
AI16	Piraquara	Ponte na Rua Leopodo Jacomel	Piraquara
AI22	Itaqui	Próximo a BR 277	São José dos Pinhais
AI17	Iraí	Subsistema Iraí	Pinhais
AI39	do Meio	Avenida Getúlio Vargas	Piraquara
AI41	Piraquara	Próximo a PR 415	Piraquara
AI43	Iraizinho	Próximo à estrada de ferro Curitiba – Paranaguá	Piraquara
AI45	Curralinho	Próximo a Ponte na Estrada Piraquara	Quatro Barras
AI48	Itaqui	Próximo à foz	São José dos Pinhais

QUADRO 9:
CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP) DE QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA E PROXIMIDADES
Fonte: adaptado de IAP (2005).

Tais dados constam de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e ecotoxicológicos do monitoramento da qualidade da água para os anos de 1994, 2000 e 2006.

Além dos pontos de monitoramento do IAP, foram selecionados seis pontos complementares para análise da qualidade da água (Quadro 10). A escolha destes pontos teve como critério a seleção de sub-bacias com pouca influência antrópica, pois verificou-se que nos pontos do IAP é monitorada a condição média das sub-bacias, onde há diferentes tipos de uso ou áreas com características predominantemente urbanas (a exemplo da sub-bacia AI39 – rio do Meio).



Para a análise da qualidade da águas nesses pontos, foram realizadas três coletas, nos dias 02 e 23 de outubro de 2006 e 06 de novembro de 2006. No Laboratório de Análises Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Anexo B), foram analisados os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD), Oxigênio de Saturação, Potencial Hidrogeniônico (pH), Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total, Sólidos Totais, Turbidez, Condutividade, Temperatura da Água, Temperatura Ambiente, Coliformes Totais e Coliformes Fecais (*Escherichia coli*); no Instituto Ambiental do Paraná (IAP), foram realizados os ensaios ecotoxicológicos, cujos dados constam do Anexo C. O número de coletas realizadas foi definido em função da possível variabilidade dos resultados; assim, os dados foram analisados a partir da mediana dos resultados obtidos, de forma a não considerar ou minimizar aqueles decorrentes de eventos pontuais.

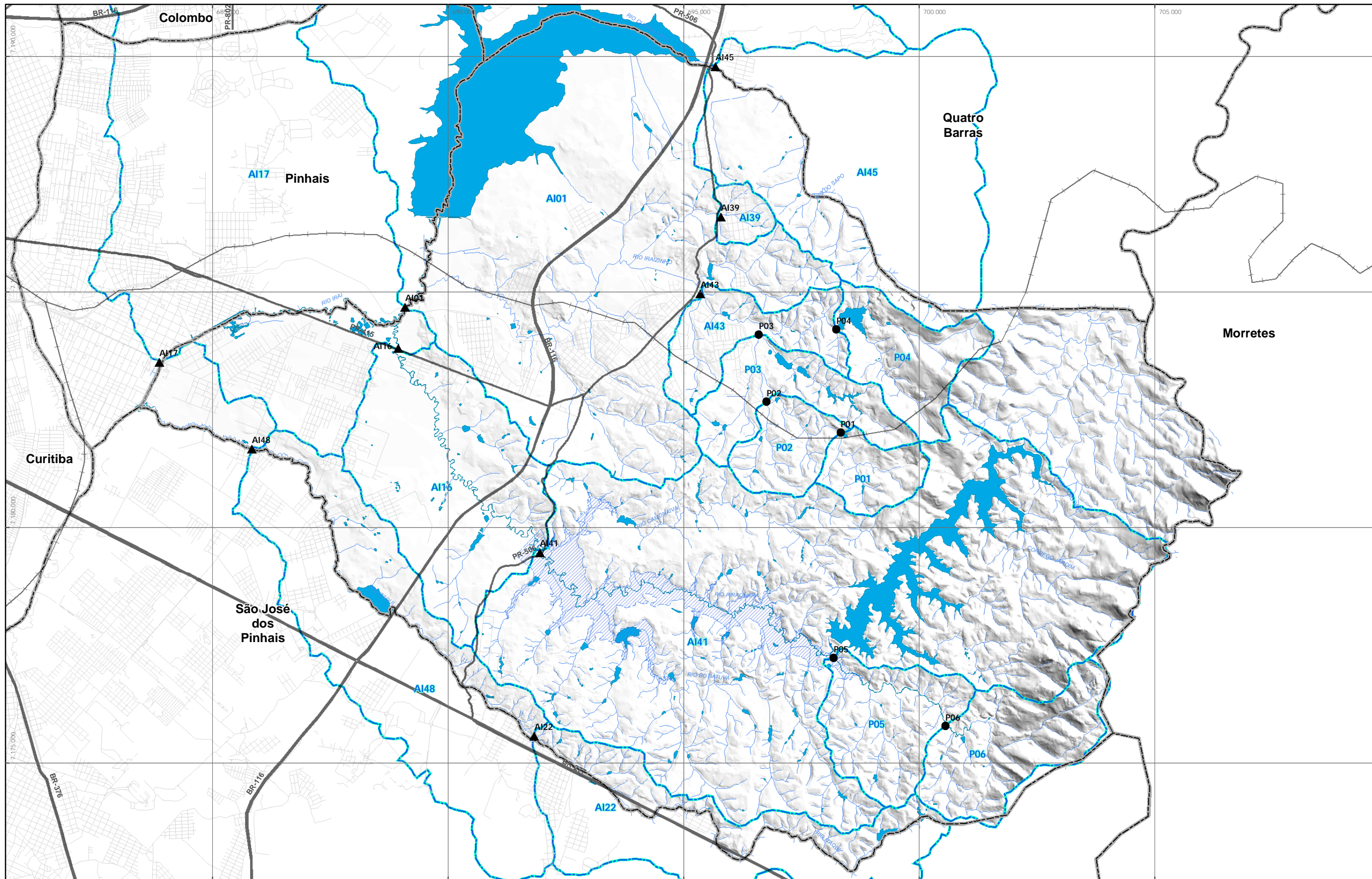
ESTAÇÃO	BACIA	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO
P01	Iraizinho	Próximo a nascente	Piraquara
P02	Iraizinho	Próximo a estrada de ferro	Piraquara
P03	Iraizinho	Transição urbano-rural	Piraquara
P04	Iraizinho	Próximo a serra	Piraquara
P05	Piraquara	Próximo barragem	Piraquara
P06	Piraquara	Próximo a serra	Piraquara

QUADRO 10:
 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO COMPLEMENTARES
 Fonte: elaborado a partir de levantamento de campo.

No Mapa 2, são identificados os pontos de monitoramento da qualidade da água analisados na presente pesquisa.

Para a avaliação da qualidade da água na área de estudo foram utilizadas três metodologias, adiante especificadas.





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

3.3.4.1 AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)

A AIQA analisa características físico-químicas, bacteriológicas e ecotoxicológicas, envolvendo tanto a presença de poluentes quanto seus efeitos nas comunidades aquáticas envolvidas (Quadro 11).

PARÂMETROS	UNIDADE DE MEDIDA
Qualidade Físico-Química	
Turbidez	UNT
Temperatura	°C
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/l O ₂
Potencial Hidrogeônico (pH)	-
Condutividade	µS/cm
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/l O ₂
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/l O ₂
Nitrogênio Amoniacal	mg/l N
Nitritos	mg/l N
Nitratos	mg/l N
Nitrogênio Kjeldahl	mg/l N
Fosfato Total	mg/l P
Resíduos Suspensos	mg/l
Qualidade Bacteriológica	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml
Coliformes Totais	NMP/100 ml
Coliformes Fecais	NMP/100 ml
Qualidade Ecotoxicológica	
Toxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i>	FDd

QUADRO 11:
VARIÁVEIS ANALISADAS NA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)
Fonte: IAP (2005).

A interpretação da evolução da qualidade da água foi realizada por meio da análise comparativa dos dados, a partir da elaboração de gráficos, considerando-se o agrupamento das sub-bacias realizado utilizando-se dos dados geomorfométricos. A análise temporal da qualidade da água foi realizada com base na AIQA, devido à disponibilidade das informações.



3.3.4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

Nesta metodologia, são analisados nove parâmetros de qualidade da água (Quadro 12) Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DQO), Coliformes Fecais, Temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez.

PARÂMETROS	UNIDADE DE MEDIDA
Qualidade Físico-Química	
Turbidez	UNT
Temperatura	°C
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/l O ₂
Potencial Hidrogeônico (pH)	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/l O ₂
Nitrogênio Kjeldahl	mg/l N
Fosfato Total	mg/l P
Sólidos Totais	mg/l
Qualidade Bacteriológica	
Coliformes Fecais	NMP/100 ml

QUADRO12:

PARÂMETROS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

Fonte: CETESB (s.d.).

A aplicação desta metodologia só foi possível para o ano de 2006 devido à indisponibilidade de dados para 1994 e 2000, sendo aplicada aos nove pontos de monitoramento do IAP e nos seis pontos complementares, não sendo, portanto, possível realizar a interpretação temporal dos dados da qualidade da água a partir deste índice.



3.3.4.3 INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

Esta técnica de análise foi desenvolvida pela Environmental Protection Agency (EPA), nos Estados Unidos, para análise qualitativa do hábitat dos rios de baixo gradiente de velocidade. Para tanto, foi aplicado o protocolo apresentado na Quadro 13, o qual permitiu a avaliação da diversidade de hábitats do corpo d'água baseada na observação visual dos pontos monitorados.

VARIÁVEIS	CLASSES																			
Substrato de Epifauna	Mais de 50% do substrato adequado para colonização da epifauna					De 30 a 50% do substrato adequado para colonização da epifauna					De 10 a 30% do substrato adequado para colonização da epifauna					Menos de 10% do substrato adequado para colonização da epifauna				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Caracterização do Substrato	Mistura de substratos com seixos, areia firme, raízes e vegetação submersa					Mistura de solo, areia, lodo ou argila e pouca incidência de vegetação submersa					Prevalência de lodo, argila ou areia, sem vegetação submersa					Rocha lisa ou argila compacta, sem vegetação submersa				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Variabilidade de Fundo	Presença de vários tipos de buracos no fundo do rio (rasos, fundos, pequenos e grandes)					Maioria dos buracos grandes e profundas, com poucos buracos rasos					Buracos rasos mais prevalentes que os profundos					Maioria dos buracos é rasos e pequenas, ou ausência de buracos				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Deposição de Sedimentos	Pouca ou nenhuma presença de ilhas de sedimentos na calha do rio Menos de 20% do fundo comprometido por sedimentos					Alguma presença de ilhas de sedimentos na calha do rio. 20 a 50% do fundo comprometido por sedimentos					Deposição moderada de seixos, areia ou sedimento fino, com 50 a 80% do fundo comprometido por sedimentos					Grandes depósitos de material em mais de 80% do fundo do rio				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Regime de Escoamento	Lâmina líquida em ambas as margens com mínima quantidade de depósitos de sedimentos exposta					Lâmina líquida em mais de 75% da calha do rio, ou menos de 25% de depósitos de sedimentos expostos					Lâmina líquida de 25 a 75% da calha do rio					Pouca água no canal do rio				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

continua...

QUADRO 13:
PARÂMETROS DA ANÁLISE DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

Fonte: adaptado de Barbour et al. (1999).



...continuação do Quadro 13: PARÂMETROS DA ANÁLISE DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

Alteração do Canal	Ausência de canalização do rio. Fluência do rio pelo leito natural					Alguma canalização presente, usualmente próximo a pontes, rodovias ou obras de engenharia (obras com mais de 20 anos)					Canalização extensiva em cerca de 40 a 80% da calha do rio					Margens confinadas por gabiões, concreto ou obras de engenharia em mais de 80% da sua extensão				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Sinuosidade do Canal	Aumento do comprimento do rio em 3 a 4 vezes e em linha reta em função da sinuosidade do canal					Aumento do comprimento do rio em 2 a 3 vezes em linha reta em função da sinuosidade do canal					Aumento do comprimento do rio em 1 a 2 vezes em linha reta em função da sinuosidade do canal					Canal reto ou retificado por uma distância longa				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Estabilidade das Margens	Margens estáveis Pouca ou nenhuma evidência de erosão.					Margens moderadamente estáveis 5 a 30% das margens com sinais de erosão					Margens moderadamente instáveis 30 a 60% das margens com sinais de erosão.					Margens instáveis 60 a 100% das margens com sinais de erosão.				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	E	10		9		8	7	6		5	4	3		2	1	0				
	D	10		9		8	7	6		5	4	3		2	1	0				
Proteção das Margens	Mais de 90% das margens cobertas por vegetação ripária e ciliar nativa					70 a 90% das margens cobertas por vegetação ripária e ciliar nativa Algumas clareiras evidentes					50 a 70% das margens cobertas por vegetação nativa Cerca de metade da área antropizada ou sem vegetação					Menos de 50% da margem coberta por vegetação				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	E	10		9		8	7	6		5	4	3		2	1	0				
	D	10		9		8	7	6		5	4	3		2	1	0				
Largura da Mata Ciliar	Maior que 18 m e não impactada					12 a 18 m com sinais da presença humana					6 a 12 metros com grande impacto antrópico					Menos de 6 m com intensa presença de atividades humanas				
	ÓTIMO					SUBÓTIMO					MARGINAL					POBRE				
	E	10		9		8	7	6		5	4	3		2	1	0				
	D	10		9		8	7	6		5	4	3		2	1	0				

Dessa forma, a qualidade da água foi analisada em seu aspecto temporal, por meio da série histórica de dados do IAP a partir do AIQA. Também foi realizada uma análise comparativa, pontual no ano de 2006, que visa verificar a relação entre a análise **quantitativa** dos dados fornecidos pelo IAP, e a análise **qualitativa dos rios** baseada no IVH.



3.3.5 ANÁLISE COMPARATIVA ESPACIAL E TEMPORAL DA QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA

Neste item, foi estabelecido um comparativo entre os dados da qualidade paisagística e hídrica no ano de 2006. Este recorte temporal foi realizado devido à disponibilidade dos dados. Nesta análise foram comparados os dados do AIQA, IQA e IVH com os dados da qualidade da paisagem espacialmente, identificando quais sub-bacias apresentaram melhores e piores condições.

Na análise temporal, foram comparados resultados da interpretação evolução da qualidade hídrica (AIQA) e paisagística.

3.3.6 RELAÇÕES ENTRE A QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA

As relações entre os elementos da qualidade da água e da paisagem foram estabelecidas por meio de modelos de regressão linear múltipla.

As variáveis disponíveis foram analisadas pelo método de seleção *stepwise*, com o objetivo de encontrar o conjunto de variáveis com o R^2 mais próximo de 1, ou seja, um modelo de regressão que propicie a melhor explicação do modelo, com o menor número de variáveis.

Este processo consiste em adicionar variáveis num modelo previamente vazio, testando quais são estatisticamente significantes (*forward*) e ao mesmo tempo, um modelo contendo todas as variáveis foi testado com a retirada de cada variável (*backwise*).

O resultado final de uma regressão linear é uma superfície de resposta que representa a melhor predição de uma variável dependente a partir de diversas variáveis independentes.



A equação representa um modelo aditivo, no qual as variáveis preditoras somam-se na explicação da variável critério. O plano da regressão linear pode ser representada por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_{p-1} X_{p-1} + \varepsilon$$

Onde:

Y = variável dependente (resposta);

β_0 = intercepto;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_{p-1}$ = coeficientes que expressam o peso das variáveis estudadas;

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_{p-1}$ = variáveis independentes;

ε = termo de erro aleatório independente; com distribuição $N(0, \sigma^2)$.

O coeficiente de determinação R^2 consiste na proporção de variação da variável dependente Y que é explicada pelo modelo (equação de regressão ajustada) ou equivalentemente, é a proporção da variação de Y explicada em termos lineares pelas variáveis independentes, considerando:

- $0 \leq R^2 \leq 1$;
- $R^2 \approx 1$ (próximo de 1) significa que grande parte da variação de Y é explicada linearmente pelas variáveis independentes;
- $R^2 \approx 0$ (próximo de 0) significa que grande parte da variação de Y não é explicada linearmente pelas variáveis independentes.

Assim este coeficiente pode ser utilizado como uma medida da qualidade do ajuste ou como medida da confiança depositada na equação de regressão como instrumento de previsão, onde $R^2 \approx 0$, considera-se o modelo linear inadequado e $R^2 \approx 1$ como modelo linear adequado.

Visando validar o modelo de regressão, foram realizados os seguintes testes:

- Teste t (de Student)** – para verificar o grau de significância dos coeficientes β_p , isto é, se as variáveis são úteis na predição do valor da variável dependente;



Como hipóteses do teste, tem-se:

$$H_0: \beta_p = 0$$

$$H_1: \beta_p \neq 0$$

A estatística do teste é:

$$t^* = \frac{b_k}{s(b_k)}$$

Como critério do teste, tem-se: se $|t^*| \leq t(1-\alpha/2; n-p)$, aceita-se a hipótese nula e conclui-se que a variável não é significativa no modelo de regressão; caso contrário rejeita-se a mesma;

- b) **análise da variância (ANOVA)** dos modelos, necessária para avaliar se o modelo postulado é adequado ou não, dadas as suposições feitas, foi realizada com base no Quadro 14;

FONTE DE VARIÇÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS	RAZÃO F
DEVIDO À REGRESSÃO	$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	k	$\frac{SSR}{k}$	$F = \frac{SSR/k}{S^2}$
DEVIDO AOS RESÍDUOS	$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	n-k-1	$\frac{SSE}{n-k-1} = S^2$	
TOTAL	$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	n-1		

QUADRO 14:

ELEMENTOS CONSIDERADOS PARA ANÁLISE DA VARIÂNCIA (ANOVA) DOS MODELOS UTILIZADOS PARA O RELACIONAMENTO ENTRE A QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA

Fonte: elaborado a partir da bibliografia consultada.

- c) **Teste F (de Snedecor)** – para testar se a regressão é significativa, ou seja, se existe relação linear entre a variável dependente e o conjunto de variáveis independentes utilizadas, sendo as hipóteses do teste:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{p-1} = 0$$

$$H_1: \text{pelo menor um } \beta_p \neq 0$$



A estatística do teste é:

$$F^* = \frac{QM \text{ Regressão}}{QM \text{ Erro}}$$

Como critério do teste, tem-se: se $F^* > F(\alpha; p-1, n-p)$, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que o modelo de regressão não é significativo; caso contrário, aceita-se a hipótese.

Para que o uso desta equação seja eficaz na predição da variável dependente em estudo, o modelo deve atender aos seguintes pressupostos quanto à análise dos erros segundo Paulo, Corrar e Dias Filho (2007):

:

- a) erro e_i com média zero e variância constante σ^2_e . Estes devem ser **aleatórios** (não possuir correlação com os elementos da qualidade da água). Pressuposto verificado por meio do gráfico de resíduos (erros) – se os pontos estiverem distribuídos aleatoriamente em uma faixa, sem demonstrar um comportamento definido, há **homocedasticidade**. No entanto, se houver alguma tendência (crescimento, decrescimento ou oscilação), então há heterocedasticidade;
- b) **erros independentes entre si**, verificado quando variáveis importantes para a análise são excluídas do modelo de regressão. Pode ser verificada através da análise do gráfico dos resíduos comparados com os valores preditos – os pontos devem estar dispersos aleatoriamente sem nenhum padrão definido;
- c) erros e_i constituem variáveis aleatórias com **distribuição normal**: pode-se utilizar a inferência e generalizar à população os resultados obtidos a partir da amostra. Verificado por meio da análise do gráfico de quantis – os valores se dispõem ao longo de uma reta. Pode ser verificada também através de testes de aderência, como por exemplo, o teste de Shapiro-Wilks;
- d) **ausência de multicolinearidade**: as variáveis explicativas são não intercorrelacionadas entre si. Pode ser verificado por meio do teste Valor



de Inflação da Variância (VIF) – geralmente valores acima de 10 indicam coeficientes de regressão sob influência de multicolinearidade; As análises realizadas consideraram a disponibilidade dos dados; assim, foram testadas as seguintes relações (Figura 14):

- a) etapa 1 – AIQA em função das suas variáveis;
- b) etapa 2 – IQA em função das suas variáveis;
- c) etapa 3 – IQA em função de suas variáveis e dos valores da qualidade da paisagem;
- d) etapa 4 – IAQ em função das variáveis dos usos do solo e do IVH;
- e) etapa 5 – IAQ em função dos valores da qualidade da paisagem e do IVH.

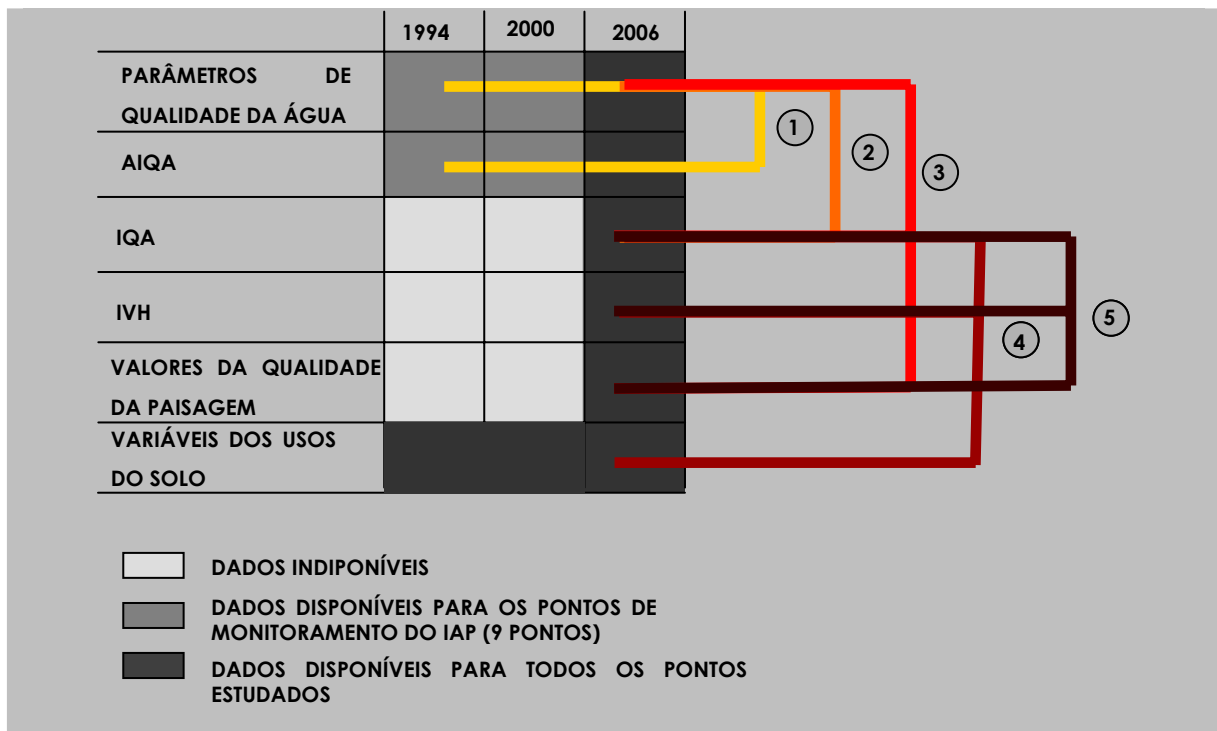


FIGURA 14:
REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ANÁLISES DE REGRESSÃO REALIZADAS

Fonte: elaborada com base nos procedimentos metodológicos utilizados.

Notas: AIQA = Análise Integrada da Qualidade da Água

IQA = Índice de Qualidade das Águas

IVH = Indicador de Valor de Hábitat

IAP = Instituto Ambiental do Paraná





4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados encontrados na avaliação dos procedimentos preliminares e da qualidade da água e da paisagem, bem como as suas inter-relações.

4.1 RESULTADOS PRELIMINARES

Como resultante dos levantamentos preliminares, adiante é apresentada a análise geomorfométrica da área de estudo, assim como a classificação dos seus usos do solo.

4.1.1 ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA

Derivada dos procedimentos descritos no item 3.3.2.1 – Análise geomorfométrica, a Tabela 6, apresenta as características morfométricas e geomorfológicas das sub-bacias selecionadas para este estudo.

Da análise dos dados, observa-se que as sub-bacias apresentam área de drenagem entre 383,80 km² e 1,30 km², sendo a maior área contribuinte do ponto AI17 – subsistema do rio Iraí – englobando 14 das 15 sub-bacias selecionadas. A menor área, correspondente ao ponto AI39, é vinculada ao rio do Meio, próximo a Avenida Getúlio Vargas, uma das principais vias centrais da sede municipal de Piraquara.



TABELA 6
CARACTERÍSTICAS GEOMORFOMÉTRICAS DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS

PONTOS	ASPECTOS MORFOMÉTRICOS										ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS			
	ÁREA (km ²)	PERÍMETRO (km)	COMPRIMENTO RIO PRINCIPAL (km)	COMPRIMENTO AXIAL (km)	COEFICIENTE COMPACIDADE (Kc) -	FATOR FORMA (Kf)	SINUOSIDADE (S)	DECLIVIDADE DE ALVEO (S - m/m)	DECLIVIDADE MEDIANA (%)	ORDEM	PLANALTO SEDIMENTAR (%)	PLANALTO CRISTALINO (%)	ELEVAÇÕES DE MATAÇÕES GRANÍTICOS (%)	MACIÇO SERRANO GRANÍTICO (%)
AI01	164,9	89,62	22,5	10,6	1,97	0,33	1,85	12,13	3,90	6,00	57,27	34,24	0,00	8,49
AI16	101,5	57,53	36,9	16,9	1,61	0,08	2,17	9,51	7,60	6,00	24,96	57,63	4,65	12,76
AI17	383,1	153,3	32,8	15,3	2,21	0,35	1,58	13,98	5,00	7,00	42,14	45,04	2,46	10,36
AI22	16,24	36,75	11,5	8,87	2,57	0,12	1,30	6,26	23,20	4,00	0,65	98,60	0,74	-
AI39	1,30	4,78	1,26	1,21	1,18	0,82	1,14	19,87	5,00	3,00	16,08	83,92	-	-
AI41	84,97	48,87	25,8	12,8	1,50	0,14	1,92	14,79	10,10	6,00	12,00	67,11	5,58	15,31
AI43	23,09	23,01	8,14	5,82	1,35	0,35	1,39	9,22	10,20	5,00	5,14	69,55	-	25,31
AI45	27,44	31,92	9,06	7,00	1,72	0,33	1,28	28,14	14,30	4,00	56,44	30,14	-	13,42
AI48	40,94	67,03	22,1	16,3	2,95	0,08	1,34	4,04	27,70	5,00	55,14	44,53	0,33	-
P01	2,890	7,45	2,28	1,95	1,24	0,56	1,35	19,76	13,50	3,00	-	78,85	-	21,15
P02	6,36	12,48	4,66	3,34	1,40	0,29	1,46	13,95	11,20	4,00	-	90,38	-	9,62
P03	12,11	15,23	6,22	4,23	1,23	0,31	1,41	11,90	9,80	4,00	-	88,94	-	11,06
P04	5,77	12,33	3,83	2,75	1,45	0,39	1,26	41,74	19,10	4,00	-	21,88	-	78,12
P05	14,54	20,39	9,52	5,38	1,51	0,16	1,75	46,76	19,30	5,00	-	52,61	13,38	34,01
P06	7,85	13,81	5,73	3,00	1,39	0,24	1,75	75,98	27,50	3,00	-	12,80	24,18	63,01

Fonte: elaborado com base em SUDERHSA (2000).

Notas: - = inexistente

■ = maior valor relativo

■ = menor valor relativo

As bacias analisadas neste trabalho podem ser classificadas como pequenas e médias, pois a menor sub-bacia possui 1,30 km² e a maior 383,10 km².



Segundo Porto et al. (1997¹² apud BOLLMANN, 2003b), as pequenas bacias são aquelas até 2,5 km² e as grandes possuem áreas superiores a 1.000 km².

Com relação ao Coeficiente de Compacidade (Kc), a sub-bacia do ponto AI39 – rio do Meio (Kc = 1,18) – é a que possui maior propensão a enchentes, pois quanto mais próximo da unidade for o valor de Kc, maior será a tendência a cheias. Nas sub-bacias dos pontos AI17 – subsistema do rio Iraí (Kc = 2,21), AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277 (Kc = 2,57) – e AI48 – rio Itaqui próximo a foz (Kc = 2,95), verificou-se a menor probabilidade desses fenômenos, uma vez que os valores obtidos do Kc foram superiores a 2,0.

A tendência a cheias também pode ser analisada pelo Fator de Forma (Kf), pois quanto mais baixo o seu valor, menor será a probabilidade de enchentes; assim, considerando-se duas bacias com áreas iguais, a bacia com menor Kf estará menos sujeita a cheias (JACOBS, 2002). Os menores valores obtidos foram os das sub-bacias AI16 – rio Piraquara próximo a foz (Kf = 0,08) – e AI48 – rio Itaqui próximo a foz (Kf = 0,08). Considerando este fator, a área de drenagem com maior tendência a enchentes é a contribuinte é correspondente ao ponto AI39 – rio do Meio (Kf = 0,82).

A sinuosidade (S) é um dos fatores controladores da velocidade de escoamento das águas, pois quanto mais próximos da unidade forem seus valores, maior será esta velocidade. Dentre as sub-bacias analisadas, as que apresentam corpos d'água mais sinuosos são as dos pontos AI16 – rio Piraquara próximo a foz (S = 2,17), AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415 (S = 1,92) e AI01 (S = 1,85) – rio Iraí, enquanto o ponto AI39 – rio do Meio – se relaciona ao corpo d'água menos sinuoso.

As sub-bacias apresentam segmentos de rios entre terceira e sétima ordens. As com menor grau de ramificação, ou seja, de terceira ordem, são as dos pontos AI39 – rio do Meio (sede municipal), P01 – rio Iraizinho próximo a nascente – e P06 – rio Piraquara próximo a serra; o maior grau de ramificação é encontrado na sub-bacia do ponto AI17.

¹² Ver PORTO, R.; ZAHED FILHO, K.; TUCCI, C.; BIDONE, F. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. p.805-847.



Na declividade de álveo (S_1), são consideradas as altitudes da nascente e da foz, assim como o comprimento do rio principal. Conforme demonstrado no Mapa 3, as áreas com maiores altitudes localizam-se na porção leste, enquanto as com menores altitudes localizam-se a oeste.

Assim, o ponto P06 – rio Piraquara próximo a serra ($S_1 = 75,98$ m/m) – é o que possui maior declividade de álveo, ou seja, contém trecho de rio com maior velocidade de escoamento. Os pontos com menores declividades de álveo são o AI22 – rio Itaquí próximo a BR 277 ($S_1 = 6,26$ m/m) e AI48 – rio Itaquí próximo a foz ($S_1 = 4,04$ m/m) –.

Lemos e Santos (1996) classificam os tipos de relevos e respectivas declividades medianas das bacias hidrográficas conforme o apresentado na Tabela 7.

TABELA 7:
TIPOS DE RELEVO E RESPECTIVAS DECLIVIDADES MEDIANAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

TIPOS DE RELEVO *	DECLIVIDADE (%)
Plano	$S \leq 3$
Suave Ondulado	$3 < S \leq 8$
Ondulado	$8 < S \leq 20$
Forte Ondulado	$20 < S \leq 45$
Montanhoso	$45 < S \leq 75$
Escarpado	$S > 75$

Fonte: LEMOS; SANTOS (1996)

A declividade mediana foi calculada com base no Mapa 4. Considerando a classificação de Lemos e Santo (1996), tem-se:

- a) relevo suave ondulado – as sub-bacias dos pontos AI01 – rio Iraí (3,90%), AI16 – rio Piraquara próximo a foz (7,60%), AI17 – subsistema do rio Iraí (5,00 %) – e AI39 – rio do Meio (5,00 %);
- b) relevo ondulado – as sub-bacias dos pontos AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415 (10,10%), AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas (10,20%), AI45 – rio Curralinho (14,30 %), P01 – rio Iraizinho próximo a nascente (13,50%), P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro (11,20 %), P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural (9,80 %), P04 – rio Iraizinho próximo a serra (19,10 %) – e P05 – rio Piraquara próximo a barragem (19,30 %);



c) relevo forte ondulado – as sub-bacias dos pontos AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277 (23,20 %), AI48 – rio Itaqui próximo a foz (27,70 %) – e P06 – rio Piraquara próximo a serra (27,50%).

Segundo Tonello et al. (2006), maiores declividades conduzem à maior velocidade de escoamento e à menor quantidade de água armazenada no solo; assim, a magnitude das cheias ou a menor oportunidade de infiltração e suscetibilidade à erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento superficial, que está fortemente relacionado com o relevo.

Os compartimentos geomorfológicos considerados são: Planalto Sedimentar, Planalto Cristalino, Elevações de Matacões Graníticos e Maciço Serrano Granítico (ver item 3.3.2.1 – Análise geomorfométrica).

O Planalto Sedimentar é especialmente representado nas sub-bacias dos pontos AI01 – rio Iraí, AI45 – rio Curralinho – e AI48 – rio Itaqui próximo a foz, sendo o Planalto Cristalino representado pelas sub-bacias dos pontos AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277 – e P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro.

Os pontos P05 – rio Piraquara próximo a barragem – e P06 – Piraquara próximo a serra – estão principalmente do Maciço Serrano Granítico.

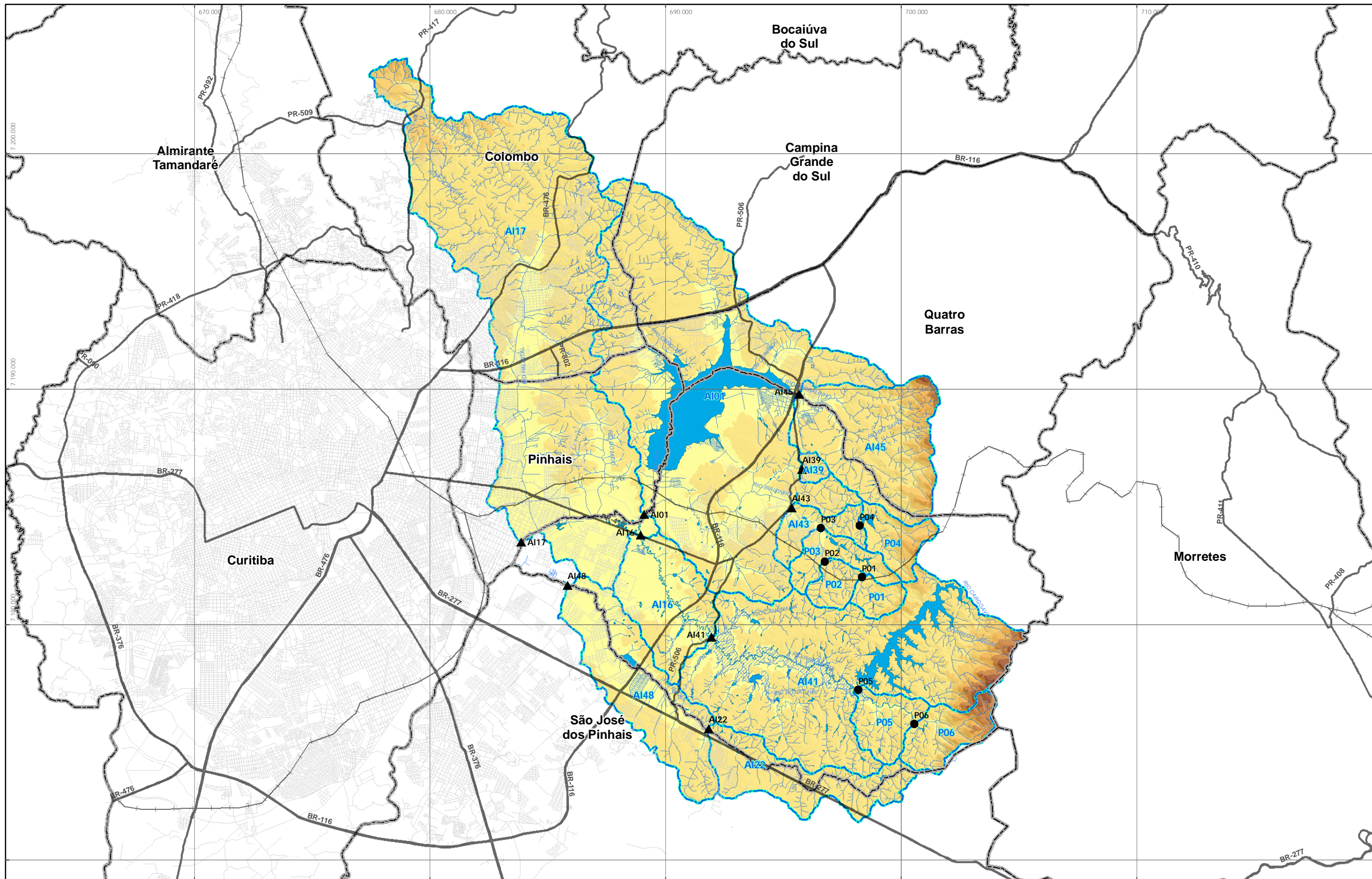
As Elevações de Matacões Graníticos são pouco representativas ou inexistentes na maioria das sub-bacias selecionadas, sendo a referente ao ponto P06 – rio Piraquara próximo a serra – a que possui maior porcentagem de área compreendendo este compartimento.

Diante do exposto verifica-se que a sub-bacia contribuinte do ponto AI39 – rio do Meio, localizada predominantemente no Planalto Cristalino, considerados os valores para o Coeficiente de Compacidade e Fator de Forma, é uma das com maior propensão a cheias, aliado ao fato do seu curso d'água principal apresentar baixa sinuosidade, aumentando a velocidade de escoamento.

Também se destaca a sub-bacia contribuinte do ponto AI48 – rio Itaqui próximo a foz, por esta apresentar baixa probabilidade a enchentes.

Assim, por meio da análise dos aspectos relacionados a drenagem, relevo e geologia, pode-se verificar diversas questões associadas à dinâmica ambiental local (CHRISTOFOLETTI, 1999).





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

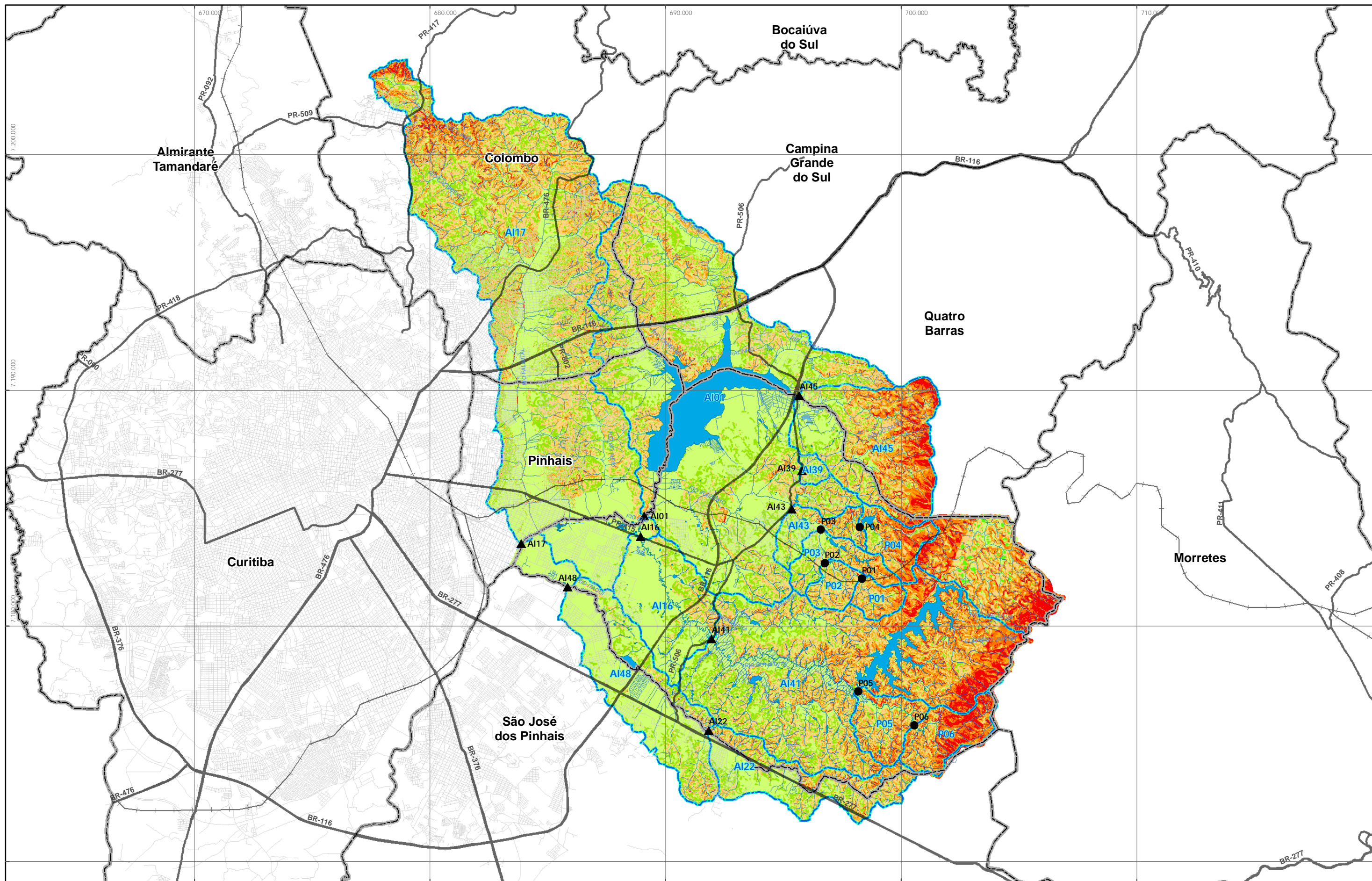
- ENTRE 1.400,01 E 1.500m
 - ENTRE 1.300,01 E 1.400m
 - ENTRE 1.200,01 E 1.300m
 - ENTRE 1.100,01 E 1.200m
 - ENTRE 1.000,01 E 1.100m
 - ENTRE 900,01 E 1.000m
 - ABAIXO DE 900m
- FONTE: ELABORADO A PARTIR DE SUDERHSA (2000).



ESCALA: 1:150.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

FONTE: DER, 2006; IAP, 2005; SEMA, 2004; SUDERHSA, 2000.



BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

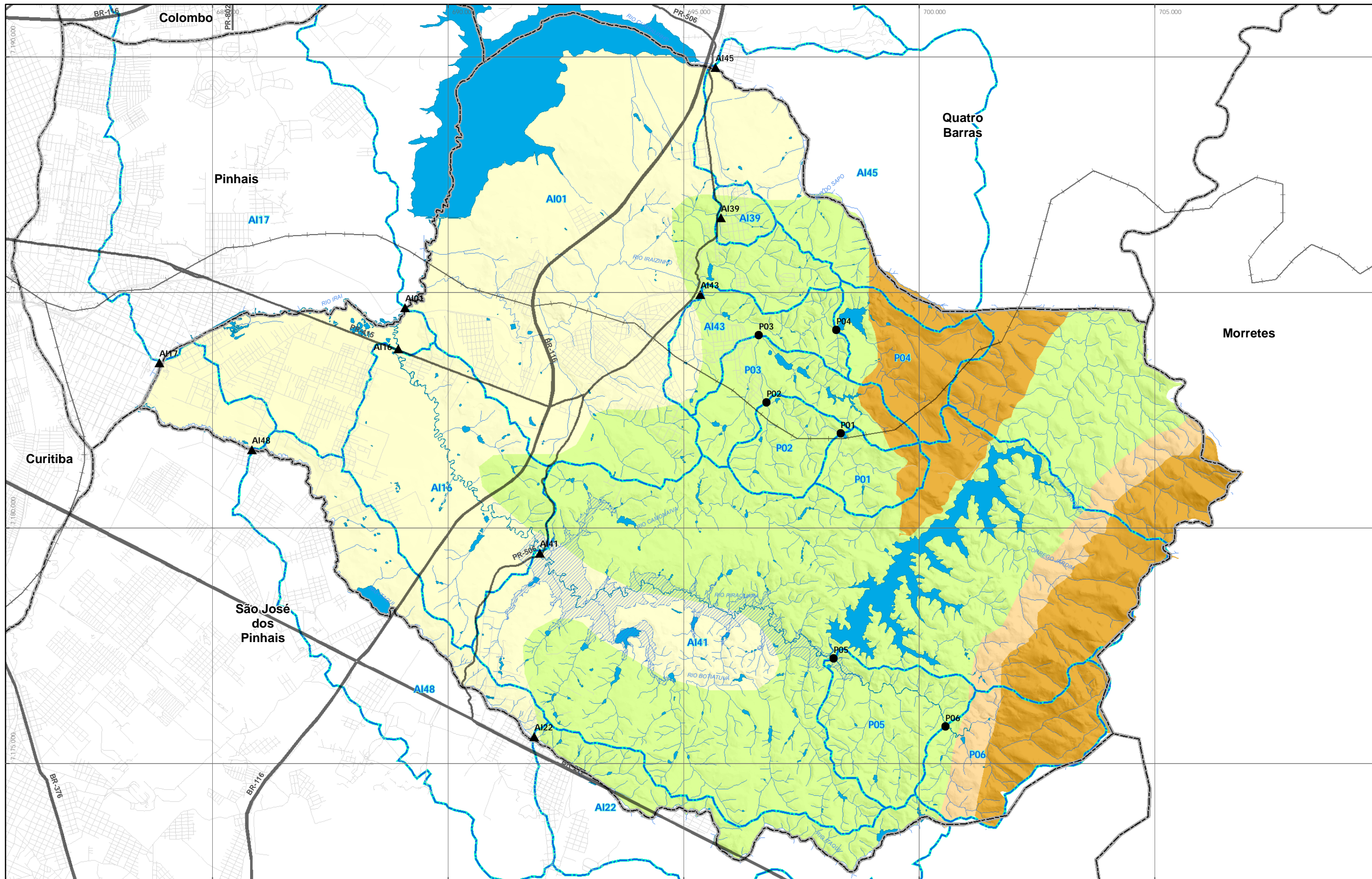
- ACIMA DE 45 %
 - ENTRE 30 E 45 %
 - ENTRE 20 E 30 %
 - ENTRE 10 E 20 %
 - ENTRE 5 E 10 %
 - ABAIXO DE 5 %
- FONTE: ELABORADO A PARTIR DE SUDERHSA (2000).



ESCALA: 1:150.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HIDRICA E PAISAGISTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).



BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

- PLANALTO SEDIMENTAR
- PLANALTO CRISTALINO
- MACIÇO SERRANO GRANÍTICO
- ELEVAÇÕES DE MATACÕES GRANÍTICOS

FONTE: CONSILIU, PARANÁSAN (2005).



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

4.1.1.1 AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS POR ANÁLISE MULTIVARIADA

A **análise multivariada não hierárquica** foi realizada a partir dos dados morfométricos anteriormente apresentados, com o objetivo de verificar o agrupamento das sub-bacias. Para esta análise, foram utilizados os critérios da soma dos quadrados e da distância Mahalanobis (ver item 3.3.2.1.1 – Agrupamento das sub-bacias por análise multivariada), sendo testada a formação de três, quatro e cinco grupos para os dois critérios.

A aplicação do critério da distância Mahalanobis possibilita a formação de apenas três grupos, com maior influência da área e da declividade mediana das sub-bacias (Tabela 8).

TABELA 8:
AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS SEGUNDO O CRITÉRIO DA DISTÂNCIA MAHALANOBIS

	PONTOS	ÁREA (km ²)	DECLIVIDADE MEDIANA (m/m)
GRUPO 1	AI17	383,10	5,00
GRUPO 2	AI01	164,90	3,90
	AI16	101,50	7,60
	AI39	1,30	5,00
	AI41	84,97	10,10
	AI43	23,09	10,20
	AI45	27,44	14,30
	AI48	40,94	27,70
	P01	2,89	13,50
GRUPO 3	AI22	16,24	23,20
	P02	6,36	11,20
	P03	12,11	9,80
	P04	5,77	19,10
	P05	14,54	19,30
	P06	7,85	27,50

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 6.

A soma dos quadrados possibilita a formação de três, quatro e cinco grupos. Na distribuição das sub-bacias em três grupos também observa-se influência da área na definição dos agrupamentos.



O primeiro grupo é formado pela grande sub-bacia AI17 – subsistema do rio Iraí, com 383,10 km²; o grupo 2 é constituído por sub-bacias com áreas médias (entre 164 e 85 km²); o terceiro compreende as pequenas sub-bacias (até 40 km²) (Tabela 9).

TABELA 9:
AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS EM TRÊS GRUPOS SEGUNDO O CRITÉRIO DA SOMA DOS QUADRADOS

	PONTOS	ÁREA (km ²)
GRUPO 1	AI17	383,10
GRUPO 2	AI01	164,90
	AI16	101,50
	AI41	84,97
	AI22	16,24
GRUPO 3	AI39	1,30
	AI43	23,09
	AI45	27,44
	AI48	40,94
	P01	2,89
	P02	6,36
	P03	12,11
	P04	5,77
	P05	14,54
	P06	7,85

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 6.

No estabelecimento de quatro e cinco grupos de sub-bacias por meio do critério da soma dos quadrados, verifica-se que a área é um dos fatores determinantes na definição dos grupos; porém, nota-se que as declividades de álveo e mediana também influenciam no agrupamento.

Dentre os agrupamentos das sub-bacias realizados a partir do critério da soma dos quadrados, o que apresenta melhores resultados é o formado por três grupos, pois na divisão em quatro grupos, o 2 e o 4 são muito próximos (Tabela 10), fato também observado quando são estabelecidos cinco grupos, isto é, o 1 e o 4 são aproximados, assim como os grupos 3 e 5, quando considerada a área das sub-bacias (Tabela 11).



TABELA 10:
AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS EM QUATRO GRUPOS SEGUNDO O CRITÉRIO DA SOMA DOS QUADRADOS

	PONTOS	ÁREA (km ²)
GRUPO 1	AI17	383,10
GRUPO 2	AI22	16,24
	AI39	1,30
	AI43	23,09
	AI45	27,44
	AI48	40,94
	P01	2,89
	P02	6,36
GRUPO 3	P03	12,11
	AI01	164,90
	AI16	101,50
GRUPO 4	AI41	84,97
	P04	5,77
	P05	14,54
	P06	7,85

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 6.

TABELA 11:
AGRUPAMENTO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS EM CINCO GRUPOS SEGUNDO O CRITÉRIO DA SOMA DOS QUADRADOS

	PONTOS	ÁREA (km ²)
GRUPO 1	AI01	164,90
GRUPO 2	AI17	383,10
GRUPO 3	AI22	16,24
	AI39	1,30
	AI43	23,09
	AI45	27,44
	AI48	40,94
	P01	2,89
	P02	6,36
GRUPO 4	P03	12,11
	AI16	101,50
GRUPO 5	AI41	84,97
	P04	5,77
	P05	14,54
	P06	7,85

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 6.



Dessa forma, pode-se considerar que as sub-bacias selecionadas estão divididas em três grupos principais, seja pelo critério da distância Mahalanobis, seja pelo critério da soma dos quadrados, sendo sua área o fator com maior influência na determinação dos agrupamentos.

Pela **análise multivariada hierárquica**, os agrupamentos possibilitam a visualização da semelhança entre vários pontos, por meio de dendogramas de similaridades, os quais representam graficamente os graus de associação de dois ou mais pontos a partir do Coeficiente de Similaridade, com valores entre zero – correspondente a pontos com semelhança considerada nula – e a unidade – quando há total similaridade entre as variáveis analisadas (BOLLMANN, 2003b).

Segundo Ramirez (1988³ apud BOLLMANN, 2003b), os fatores ambientais de uma determinada área são considerados similares se houver um grau de semelhança entre 81% e 100%, conforme demonstra a Tabela 12.

TABELA 12:
NÍVEIS DE SEMELHANÇA DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS

GRAU DE SEMELHANÇA	NÍVEIS
0 – 20%	Nenhuma semelhança
21 – 40%	Baixa semelhança
41 – 60%	Mediana semelhança
61 – 80%	Alta semelhança
81 – 100%	Muito alta semelhança

Fonte: adaptada de Ramirez (1998¹³ apud BOLLMANN, 2003b).

Por meio da análise multivariada hierárquica dos dados morfométricos, pode-se afirmar, com base na Tabela 12, que as sub-bacias objeto de estudo são consideradas semelhantes (similaridade de 68,90%), conforme demonstra o dendograma da Figura 15.

¹³ Ver RAMIREZ, P. H. **Metodologia do diagnóstico físico-conservacionista em bacias hidrográficas**. Itajaí: Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras – CIDIAT; Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul – SUDESUL, 1988. (Projeto Itajaí: Apostila n.3, Curso sobre Manejo Conservacionista de Bacias Hidrográficas)



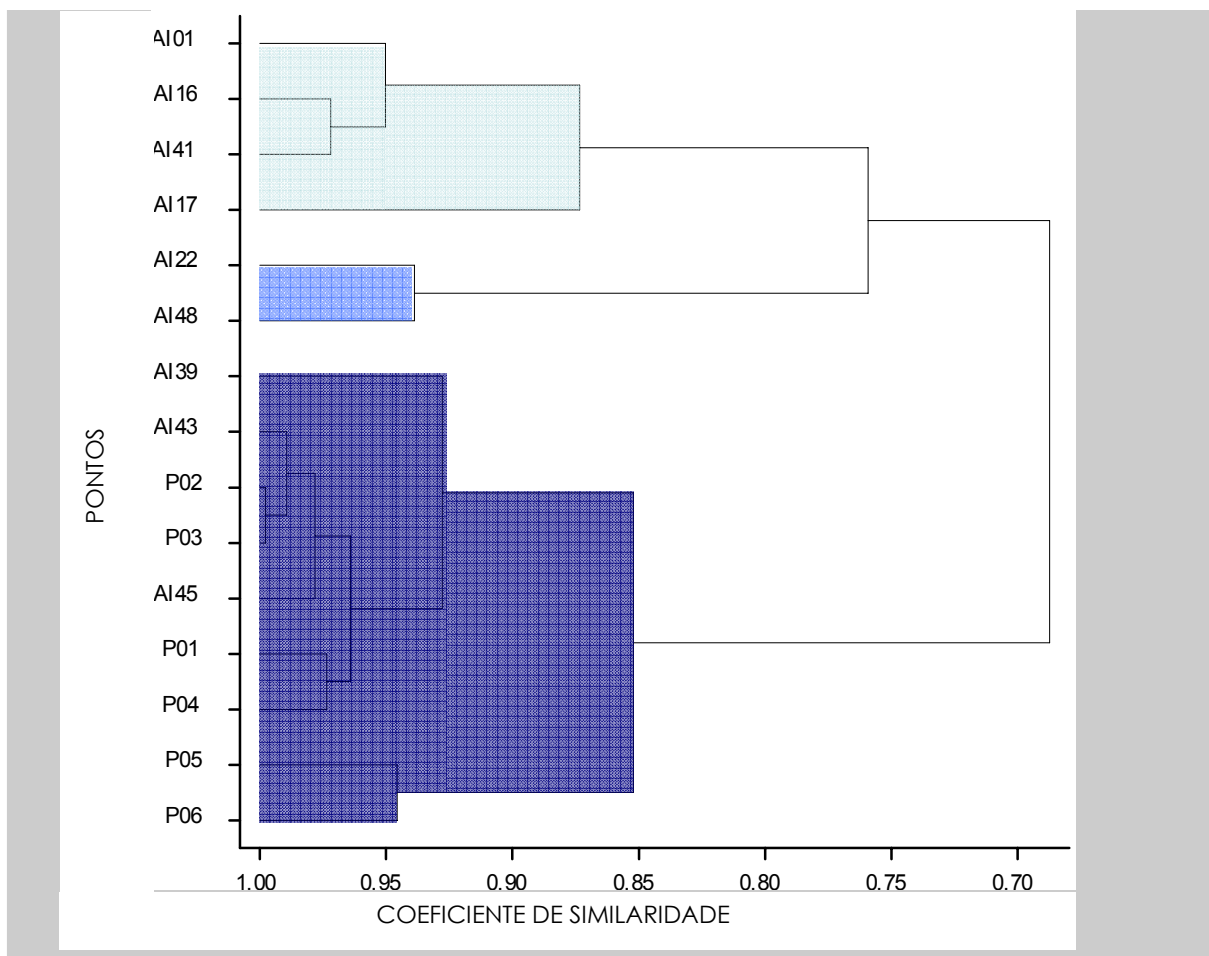


FIGURA 15:
DENDOGRAMA DE SIMILARIDADE DOS ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 6.

Quando realizada a análise multivariada hierárquica considerando os aspectos morfométricos e geomorfológicos das sub-bacias, estas também apresentam elevado grau de semelhança, ou seja, 74,80% (Figura 16).



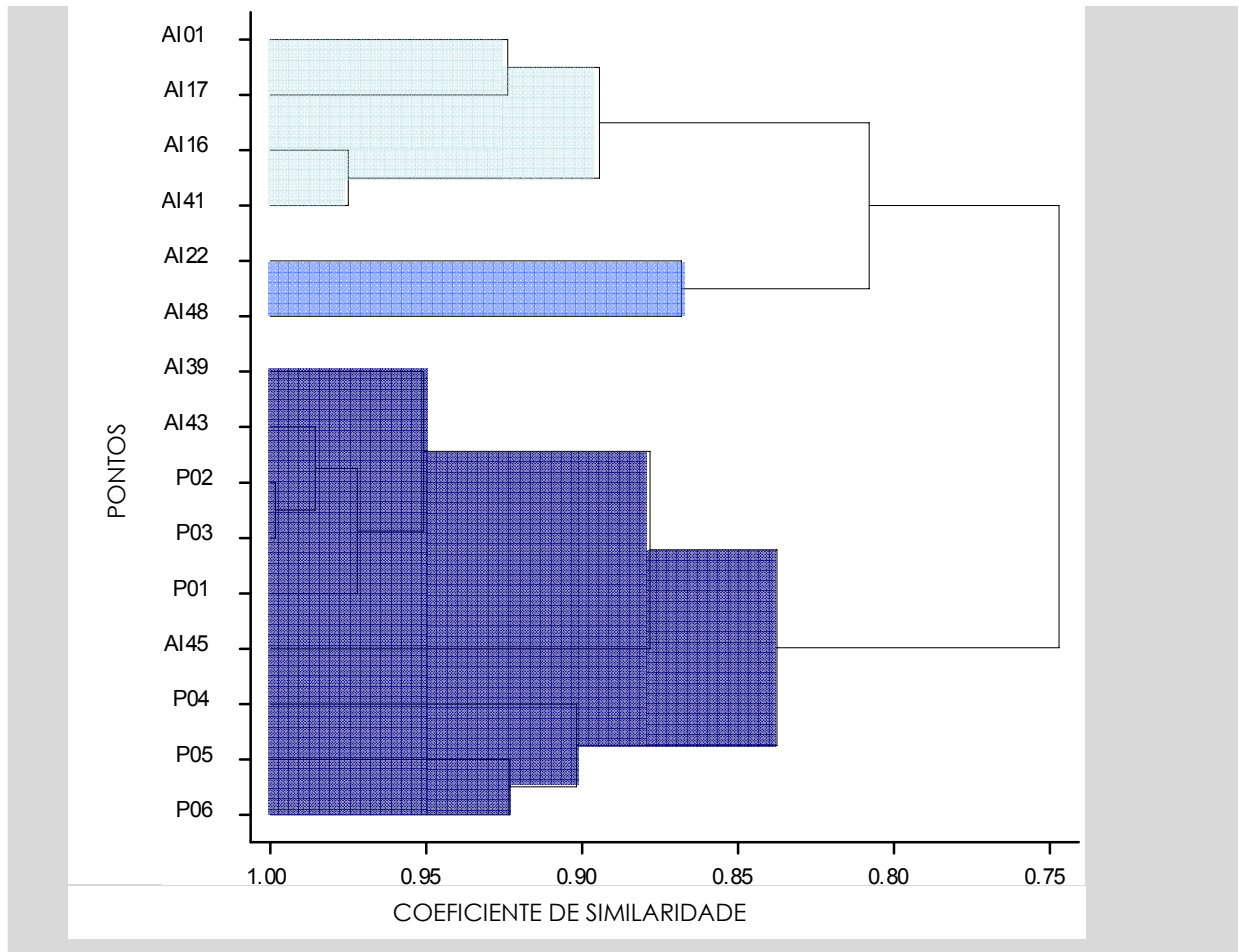


FIGURA 16:
DENDOGRAMA DE SIMILARIDADE DOS ASPECTOS MORFOMÉTRICOS E GEOMORFOLÓGICOS
DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 6.

Pela análise do dendrograma da Figura 16, observa-se a formação de três grupos de sub-bacias:

- a) AI01 – rio Iraí, AI16 – rio Piraquara próximo a foz, AI17 – subsistema do rio Iraí - e AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415;
- b) AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277 e AI48 – rio Itaqui próximo a foz;
- c) AI39 – rio do Meio, AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas, AI45 – rio Currallinho, P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro, P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural, P04 – rio Iraizinho próximo a serra, P05 – rio Piraquara próximo a barragem – e P06 – rio Piraquara próximo a serra), sendo observadas poucas variações intra-grupos.



No primeiro grupo, a similaridade entre os pontos AI16 – rio Piraquara próximo a foz – e AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415 (97,50%) deve-se ao fato de ambos representarem uma condição média dos aspectos morfométricos e geomorfológicos da bacia do rio Piraquara.

O grau de similaridade de 92,40% entre os pontos AI01 – rio Iraí – e AI17 – subsistema do rio Iraí, é explicado por se tratar das maiores sub-bacias estudadas, refletindo as condições médias da bacia do rio Iraí como um todo.

O grau de semelhança entre os pontos AI01 – rio Iraí – e AI17 – subsistema do rio Iraí – e os pontos AI16 – rio Piraquara próximo a foz – e AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415 – é de 89,50%; portanto, pode-se afirmar que as bacias dos Iraí e Piraquara apresentam elevado nível de similaridade.

O segundo grupo, formado pelos pontos AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277 – e AI48 – rio Itaqui próximo a foz – apresentam 86,90% de semelhança, formando um grupo distinto por estarem localizados na bacia do rio Itaqui.

No terceiro grupo, as sub-bacias que apresentam maior grau de semelhança são as relacionadas aos pontos P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro – e P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural (similaridade de 99,90%), sendo que a primeira é micro-bacia da segunda e ambas se relacionam à uma paisagem de transição entre o planalto e a encosta serrana. A relação entre P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro – e P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural – com AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas – se justifica porque aquelas fazem parte da sub-bacia do Iraizinho, fato que também explica a relação com P01 – rio Iraizinho próximo a nascente.

A similaridade dos sub-bacias P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro, P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural e AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas – com a AI39 – rio do Meio – é explicada por esta também se relacionar com uma paisagem de transição entre encosta e planalto.

O ponto AI45 – rio Curralinho – apresenta menor grau de similaridade (88,00%) com os pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro, P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural, AI39 – rio do Meio – e AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas – por representar uma condição média da sub-bacia do rio Curralinho.



A similaridade entre P05 – rio Piraquara próximo a barragem – e P06 – rio Piraquara próximo a serra (92,40%) deve-se ao fato de serem sub-bacias próximas inseridas na bacia do rio Piraquara. Mesmo se tratando de uma bacia diferente, pois as demais – exceto AI45 – rio Curralinho – estão inseridas na bacia do rio Iraí, a posição geográfica dos pontos tem similaridade com os anteriores devido às condições de morfometria; isto é, condições de transição entre a região montanhosa e o planalto.

Tanto a classificação hierárquica como a não hierárquica resultam na formação de três grupos; porém, na análise não hierárquica, observa-se menor influência da área das sub-bacias na definição dos grupos, pois a sub-bacia AI17 – subsistema do rio Iraí – forma um único grupo devido à sua grande extensão (383,10 km²) quando comparadas às outras sub-bacias.

A análise hierárquica, considerando os aspectos morfométricos e geomorfológicos das sub-bacias, demonstra que estas são similares (74,80%); assim, os fatores físicos não são as principais condicionantes a serem consideradas para explicar as variações na qualidade das suas águas.

4.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO

Para a classificação dos usos do solo (Mapas 6, 7 e 8), foram definidas seis classes: campos e pastagens; florestas e reflorestamentos; várzeas; reservatórios e lagos; agricultura, solos expostos e outros; e áreas urbanizadas (ver item 3.3.2.2 – Classificação dos usos do solo).

Nas Tabelas 13, 14 e 15, são apresentadas as proporções de cada classe no município para os anos de 1994, 2000 e 2006 respectivamente.

As sub-bacias dos pontos AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277, P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro, P04 – rio Iraizinho próximo a serra, P05 – rio Piraquara próximo a barragem – e P06 – rio Piraquara próximo a serra – são as que apresentam menor grau de antropização, com florestas e reflorestamentos representando cerca de 80,00% da sua área total.



A sub-bacia AI 39 – rio do Meio (49%) é a que apresenta maior grau de urbanização, seguida pelas sub-bacias AI01 – rio Iraí (15%), AI17 – subsistema do rio Iraí (9,54%), AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas (9%) e AI48 – rio Itaqui próximo a foz (8%); as demais apresentam valores mais baixos, próximos a 5,00%.

No período entre 1994 e 2000, destaca-se a implantação do reservatório do Iraí, cuja construção foi finalizada em 1999 (CARNEIRO; PEGORINI; ANDREOLI, 2005), o qual está inserido na sub-bacia do ponto AI01 – rio Iraí.

Neste mesmo período, observa-se uma redução média de aproximadamente 10,00% de áreas florestadas; porém, no período seguinte, 2000 a 2006, tem-se um incremento médio de 18%. Parte desse aumento se deve à criação de instrumentos como o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba (SIGPROM/RMC), criado por meio da Lei Estadual Nº 12.248, de 31 de julho de 1998, com o objetivo de assegurar o uso e controle sustentado do solo com vistas à conservação e preservação ambiental, especialmente nas áreas das bacias hidrográficas de manancial da RMC (COMEC, 2001).

Para áreas classificadas como agricultura, solos expostos e outras atividades, é observada uma diminuição de aproximadamente 10% entre 1994 e 2000, sendo reduzidas em quase 65% no ano de 2006. Quando analisada esta redução em detalhe, observa-se que muitas destas áreas foram substituídas principalmente pela classe de florestas e reflorestamentos, ou, em outras situações, por regiões urbanizadas, como no caso do extremo do AI39 – rio do Meio – onde tais regiões representavam em 1994 cerca de 13% da área total da sub-bacia, correspondendo em 2006 a aproximadamente 48%.

Quanto à análise das áreas urbanizadas, observa-se um crescente grau de urbanização no período analisado; porém, entre os anos de 1994 e 2000, este fenômeno é mais intenso (Figura 17).



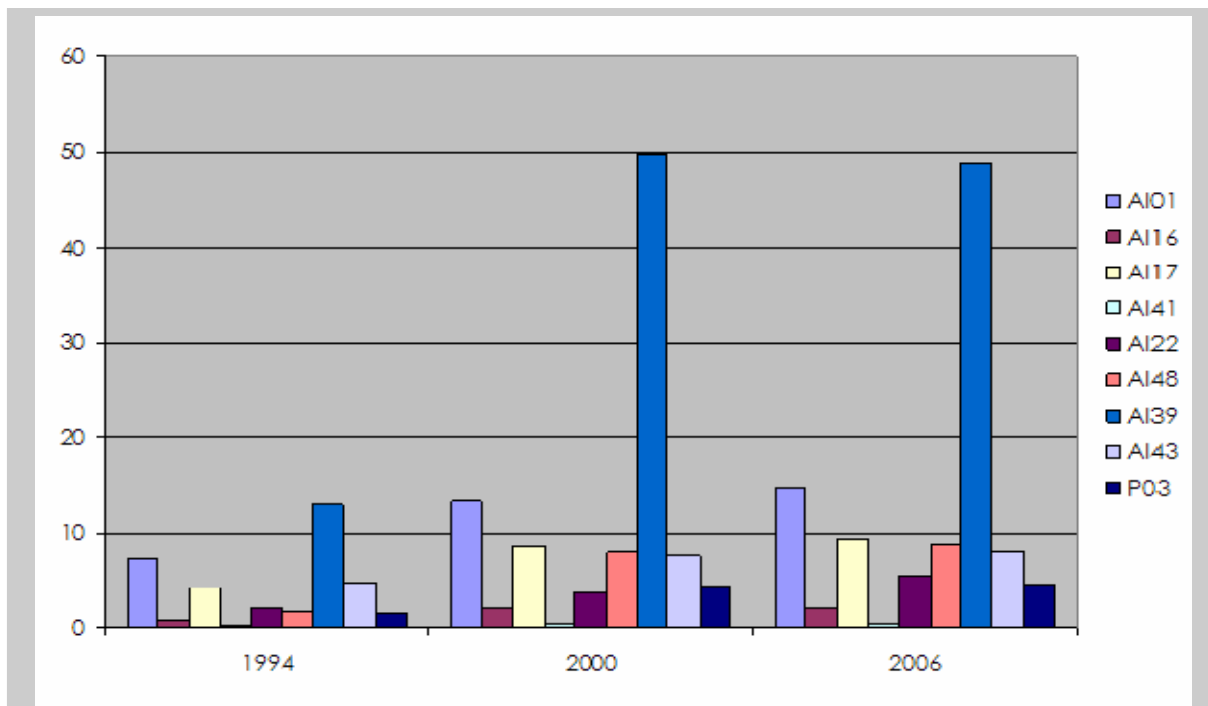


FIGURA 17:
GRÁFICO DE PROPORÇÃO DE ÁREAS URBANIZADAS NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA – 1994, 2000 E 2006

Fonte: elaborada com base nas Tabelas 13, 14 e 15.

Entre os anos de 1994 e 2000, verifica-se que o grau de urbanização na AI39 – rio do Meio – aumentou de forma significativa, devido ao fato de que a sede do município de Piraquara está inserida nesta sub-bacia. Porém, observa-se que, entre os anos de 2000 e 2006, este fenômeno retrocedeu ligeiramente, como provável consequência das restrições estabelecidas por legislações ambientais e de uso e ocupação do solo.



TABELA 13:
CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS – 1994

SUB-BACIAS / PONTOS	CAMPOS / PASTAGENS (%)	FLORESTAS / REFLORESTAMENTOS (%)	FORMAÇÕES PIONEIRAS DE INFLUÊNCIA FLUVIAL – VÁRZEAS (%)	RESERVATÓRIOS E LAGOS (%)	AGRICULTURA/ SOLOS EXPOSTOS E OUTROS (%)	ÁREAS URBANIZADAS (%)
AI01	26,10	32,83	20,29	0,77	12,68	7,33
AI16	23,94	53,09	11,61	3,98	6,69	0,70
AI17	25,03	42,45	16,19	2,43	9,63	4,27
AI22	9,41	76,27	6,60	1,46	4,16	2,11
AI39	54,61	4,44	11,70	-	16,22	13,02
AI41	22,37	59,20	8,54	4,68	5,10	0,12
AI43	20,98	60,14	7,22	1,95	4,81	4,91
AI45	35,03	30,45	16,64	0,43	17,20	0,25
AI48	25,28	51,01	13,33	2,60	5,94	1,84
P01	16,20	76,10	2,91	2,05	2,74	-
P02	18,28	70,68	6,24	1,40	3,39	-
P03	24,40	57,54	8,58	2,08	5,83	1,58
P04	5,31	87,89	1,74	3,12	1,94	-
P05	11,73	80,69	5,44	0,19	1,95	-
P06	4,74	93,13	1,55	0,11	0,48	-

Fonte: elaborada a partir de LandsAT (1994).

Notas: - = inexistente

■ = maior valor relativo

■ = menor valor relativo



TABELA 14:
CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2000

SUB-BACIAS /PONTOS	CAMPOS / PASTAGENS (%)	FLORESTAS / REFLORESTAMENTOS (%)	FORMAÇÕES PIONEIRAS DE INFLUÊNCIA FLUVIAL – VÁRZEAS (%)	RESERVATÓRIOS E LAGOS (%)	AGRICULTURA/ SOLOS EXPOSTOS E OUTROS (%)	ÁREAS URBANIZADAS (%)
AI01	17,82	27,40	22,62	9,17	9,62	13,37
AI16	20,83	47,87	18,56	4,00	6,61	2,13
AI17	19,42	37,21	20,59	6,06	7,93	8,78
AI22	9,16	67,59	15,29	1,53	2,65	3,78
AI39	29,13	2,13	11,46	-	7,57	49,70
AI41	19,87	54,49	15,08	4,66	5,57	0,32
AI43	12,80	55,81	17,27	1,80	4,51	7,79
AI45	27,10	26,64	21,89	0,20	22,36	1,81
AI48	17,42	39,36	24,11	2,75	8,26	8,10
P01	8,76	74,57	10,71	1,04	4,91	-
P02	10,50	66,32	17,21	0,64	5,33	-
P03	15,75	52,37	20,09	1,70	5,65	4,44
P04	3,21	85,46	5,47	3,30	2,55	-
P05	9,17	77,91	11,22	0,09	1,59	0,01
P06	4,49	92,26	2,95	0,07	0,21	0,01

Fonte: elaborada a partir de LandsAT (2000).

Notas: - = inexistente
■ = maior valor relativo
■ = menor valor relativo



TABELA 15:
CLASSIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006

SUB-BACIAS/ PONTOS	CAMPOS / PASTAGENS (%)	FLORESTAS / REFLORESTAMENTOS (%)	FORMAÇÕES PIONEIRAS DE INFLUÊNCIA FLUVIAL – VÁRZEAS (%)	RESERVATÓRIOS E LAGOS (%)	AGRICULTURA/ SOLOS EXPOSTOS E OUTROS (%)	ÁREAS URBANIZADAS (%)
AI01	10,98	40,18	22,18	9,10	2,94	14,61
AI16	17,61	55,41	18,17	3,81	2,83	2,16
AI17	14,53	46,89	20,19	5,89	2,95	9,54
AI22	3,09	79,63	9,57	1,00	1,13	5,58
AI39	11,45	10,88	28,57	-	0,26	48,84
AI41	16,23	62,42	14,66	4,50	1,87	0,33
AI43	10,08	70,30	8,72	1,56	1,03	8,30
AI45	20,60	46,41	22,89	0,94	7,12	2,03
AI48	16,01	49,98	20,96	2,37	1,76	8,91
P01	3,66	91,76	3,09	0,90	0,59	-
P02	6,40	85,59	6,48	0,41	1,12	-
P03	12,02	72,16	9,00	1,28	0,86	4,68
P04	3,08	90,67	2,04	3,55	0,65	-
P05	6,65	86,81	6,24	0,20	0,09	-
P06	3,06	96,82	0,07	0,03	0,01	-

Fonte: elaborada a partir de CEBERS (2006).

Notas: - = inexistente

■ = maior valor relativo

■ = menor valor relativo

A partir da análise da Tabela 16 e da Figura 18, observa-se que as principais alterações ocorridas no período entre 1994 e 2006 referem-se às áreas urbanizadas, as quais representavam em 1994, 4% da área total do município; em 2006, estas correspondem a 9%.

Outra alteração significativa ocorreu devido à implantação do reservatório do Iraí, principal responsável pelo aumento das áreas de reservatórios e lagos (2% em 1994, passando para 5% em 2006). Também se constata a redução dos espaços de agricultura, de solos expostos e de campos e pastagens, além do aumento das áreas florestadas no período analisado.



Destaca-se que a classificação dos usos do solo foi realizada com base em imagens de satélite, podendo ocorrer a reunião de classes devido à proximidade das respostas espectrais de algumas delas. Algumas diferenças na determinação das classes podem ter ocorrido devido à utilização de diferentes imagens (LandSAT e CEBERS). Diante do exposto, foram consideradas para a representação gráfica apenas as alterações do uso do solo com áreas superiores a dois hectares, (Mapa 9).

TABELA 16:
SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES DO USO DO SOLO NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006

ANOS	USOS DO SOLO											
	CAMPOS / PASTAGENS		FLORESTAS / REFLORESTAMENTOS		FORMAÇÕES PIONEIRAS DE INFLUÊNCIA FLUVIAL (VARZEAS)		RESERVATÓRIOS / LAGOS		AGRICULTURA / SOLOS EXPOSTOS E OUTROS		ÁREAS URBANIZADAS	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1994	5.191	23	10.482	47	3.382	15	519	2	1.966	9	940	4
2006	3.043	14	11.364	51	4.208	19	1.175	5	614	3	2.076	9

Fonte: elaborada a partir de LandSAT (1994) e CEBERS (2006).

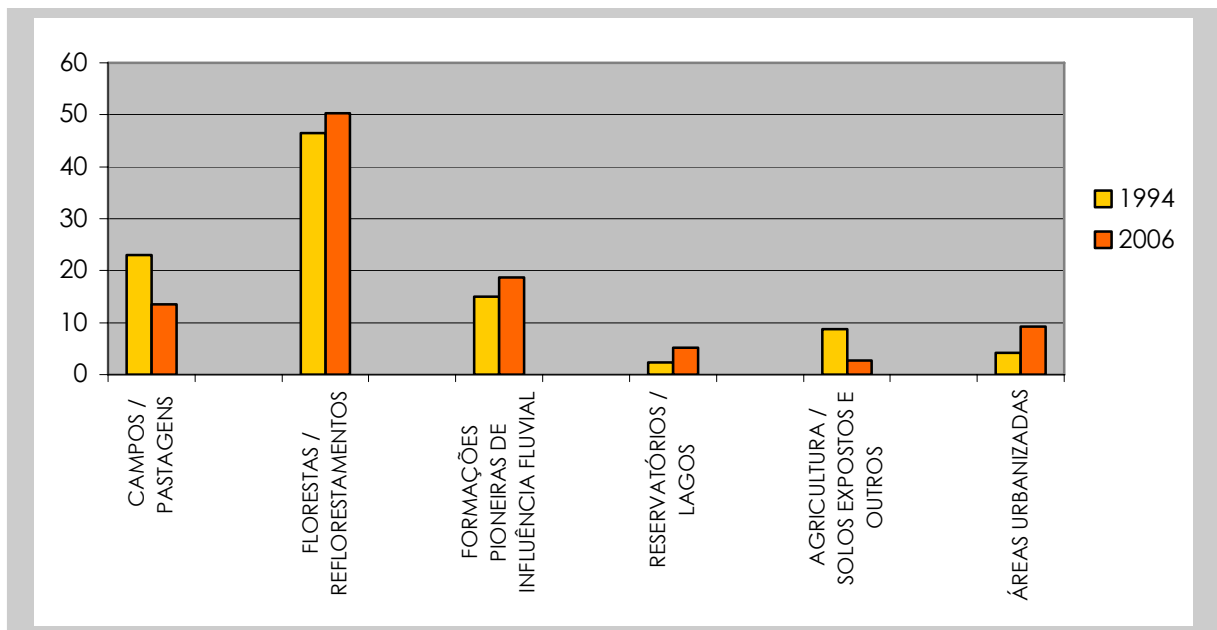
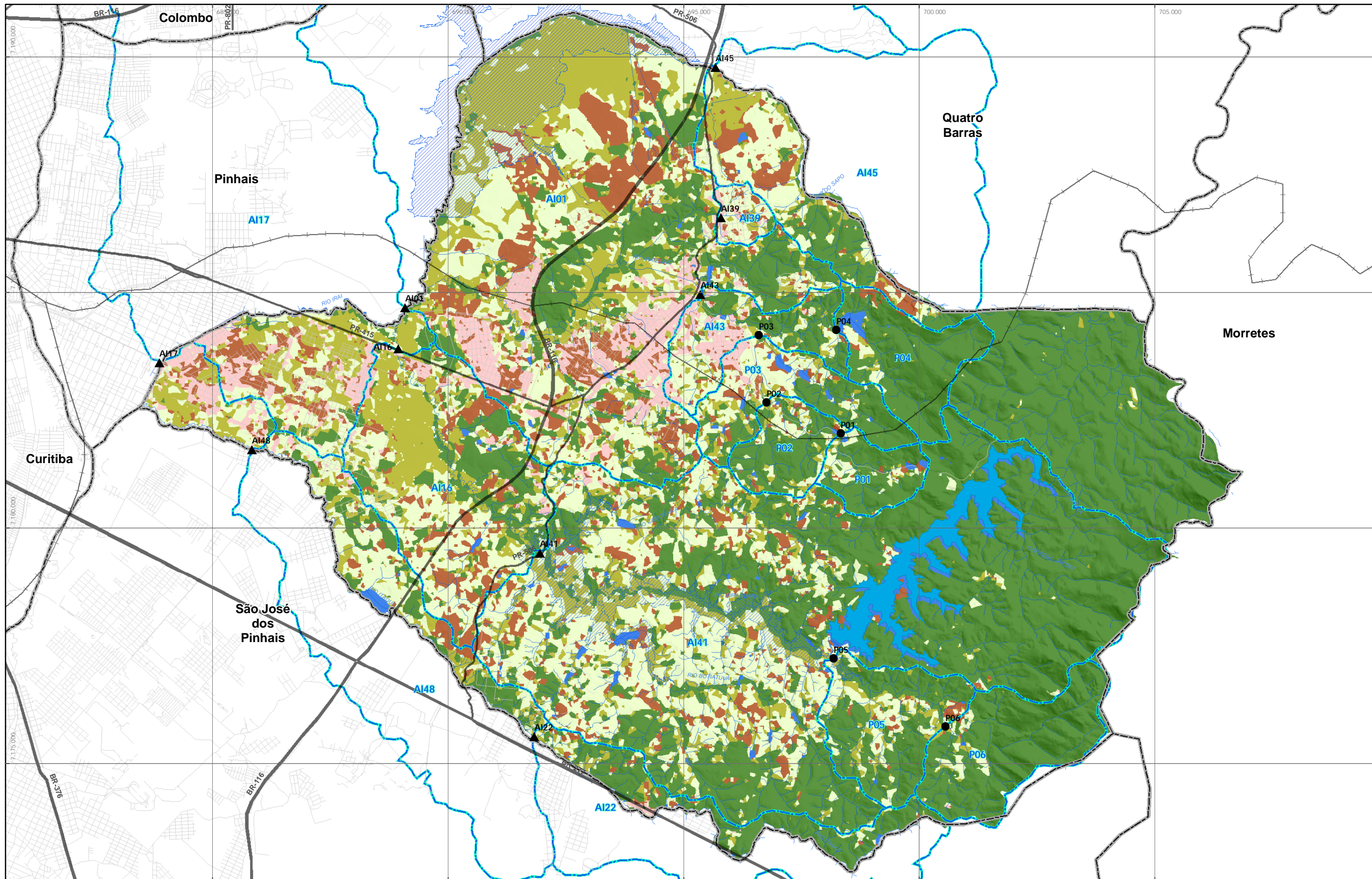


FIGURA 18:
GRÁFICO DA SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES DO USO DO SOLO NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006
Fonte: elaborada a partir de LandSAT (1994) e CEBERS (2006).





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUIAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

- ÁREAS URBANIZADAS
- AGRICULTURA / SOLO EXPOSTO / OUTROS
- ESTEPE GRAMÍNEO-LENHOSA (CAMPOS)
- FORMAÇÃO PIONEIRA DE INFLUÊNCIA FLUVIAL (VÁRZEA)
- FORMAÇÕES FLORESTAIS / REFLORESTAMENTOS
- RESERVATÓRIOS/LAGOS

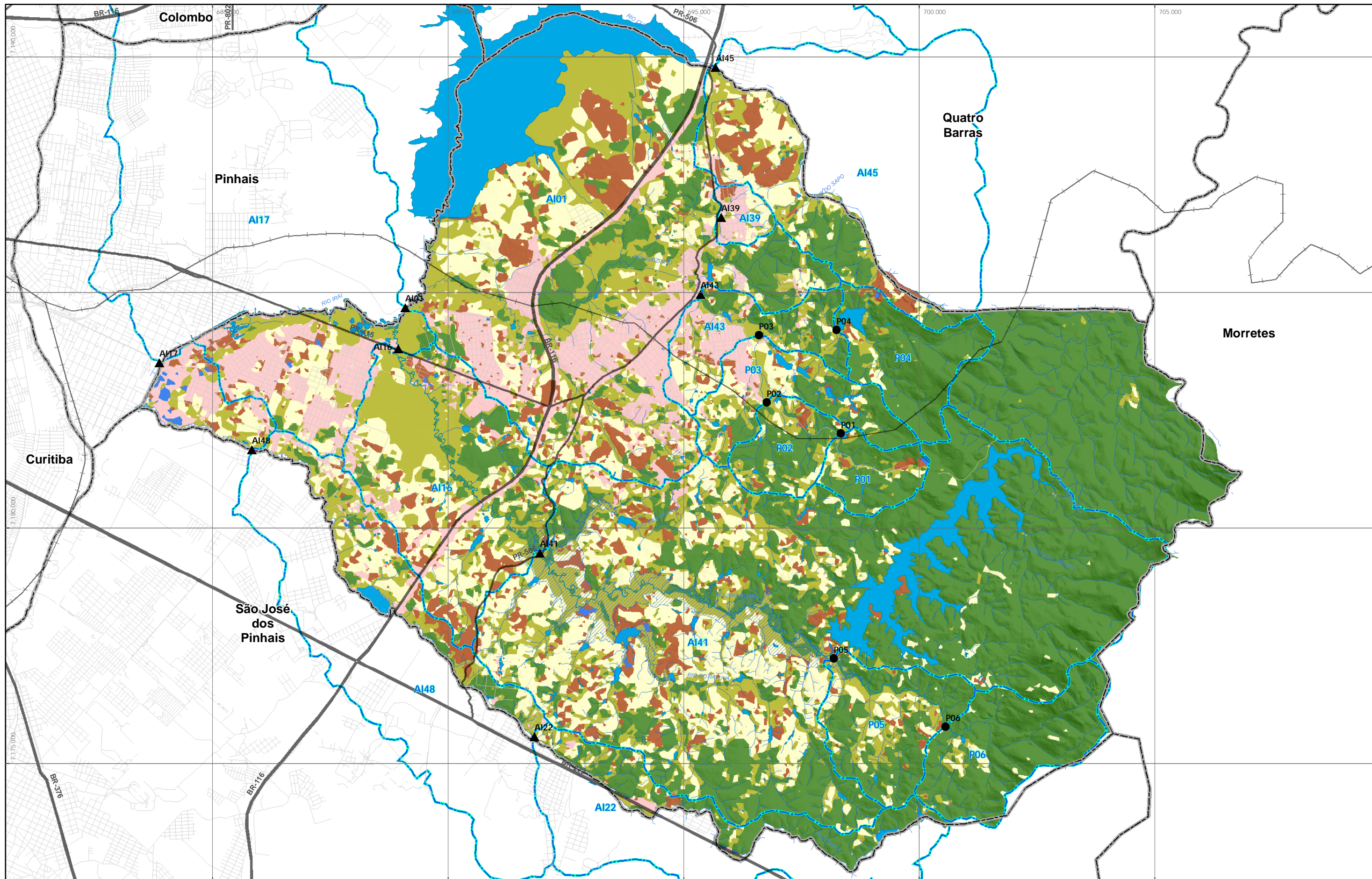
FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

FONTE: ELABORADO A PARTIR DE LandsAT (1994).



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ



BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

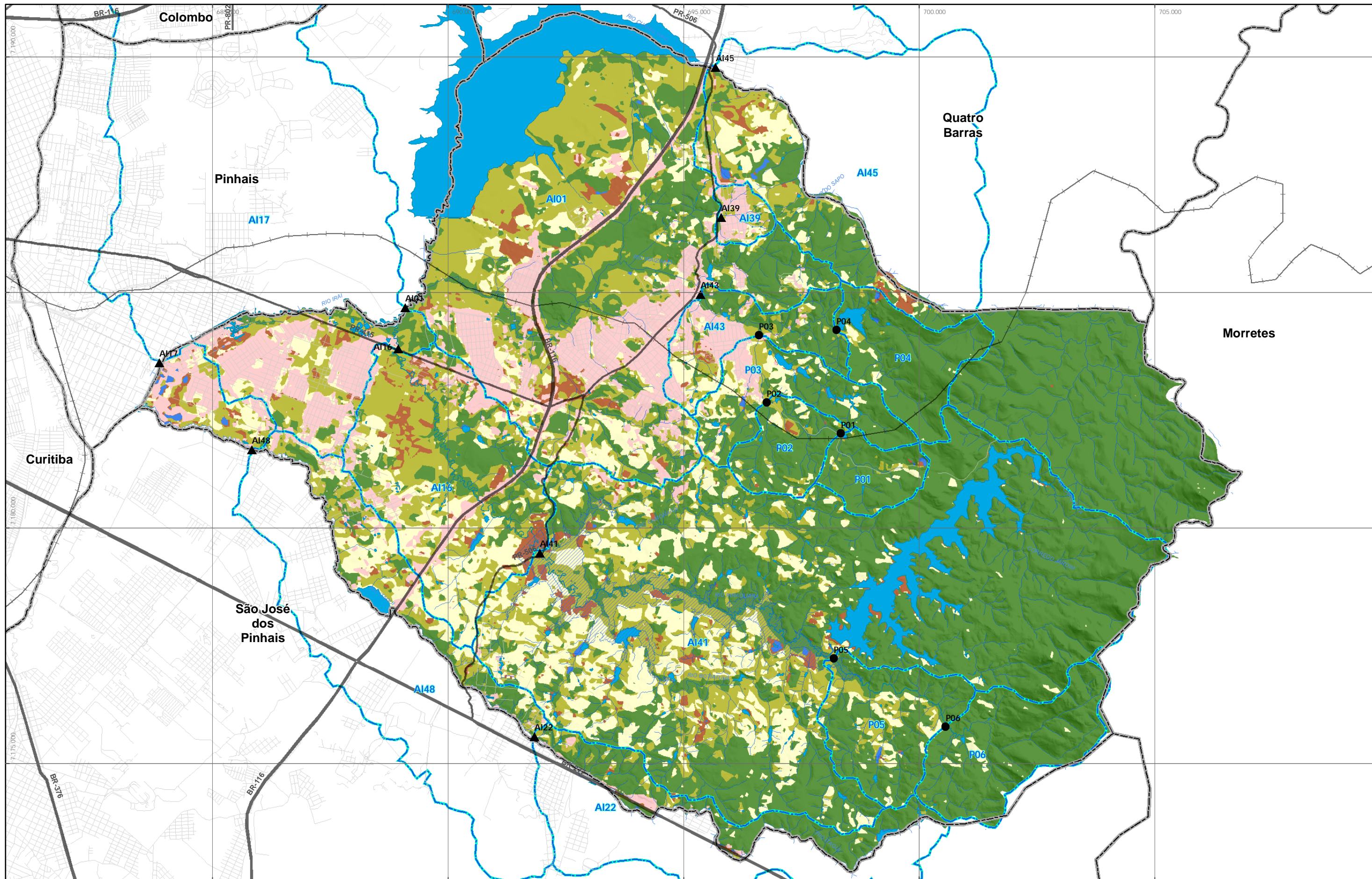
- ÁREAS URBANIZADAS
 - AGRICULTURA / SOLO EXPOSTO / OUTROS
 - ESTEPE GRAMÍNEO-LENHOSA (CAMPOS)
 - FORMAÇÃO PIONEIRA DE INFLUÊNCIA FLUVIAL (VÁRZEA)
 - FORMAÇÕES FLORESTAIS / REFLORESTAMENTOS
 - RESERVATÓRIOS/LAGOS
- FONTE: ELABORADO A PARTIR DE LANDSAT (2000).



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).



BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

- ÁREAS URBANIZADAS
- AGRICULTURA / SOLO EXPOSTO / OUTROS
- ESTEPE GRAMÍNEO-LENHOSA (CAMPOS)
- FORMAÇÃO PIONEIRA DE INFLUÊNCIA FLUVIAL (VÁRZEA)
- FORMAÇÕES FLORESTAIS / REFLORESTAMENTOS
- RESERVATÓRIOS/LAGOS

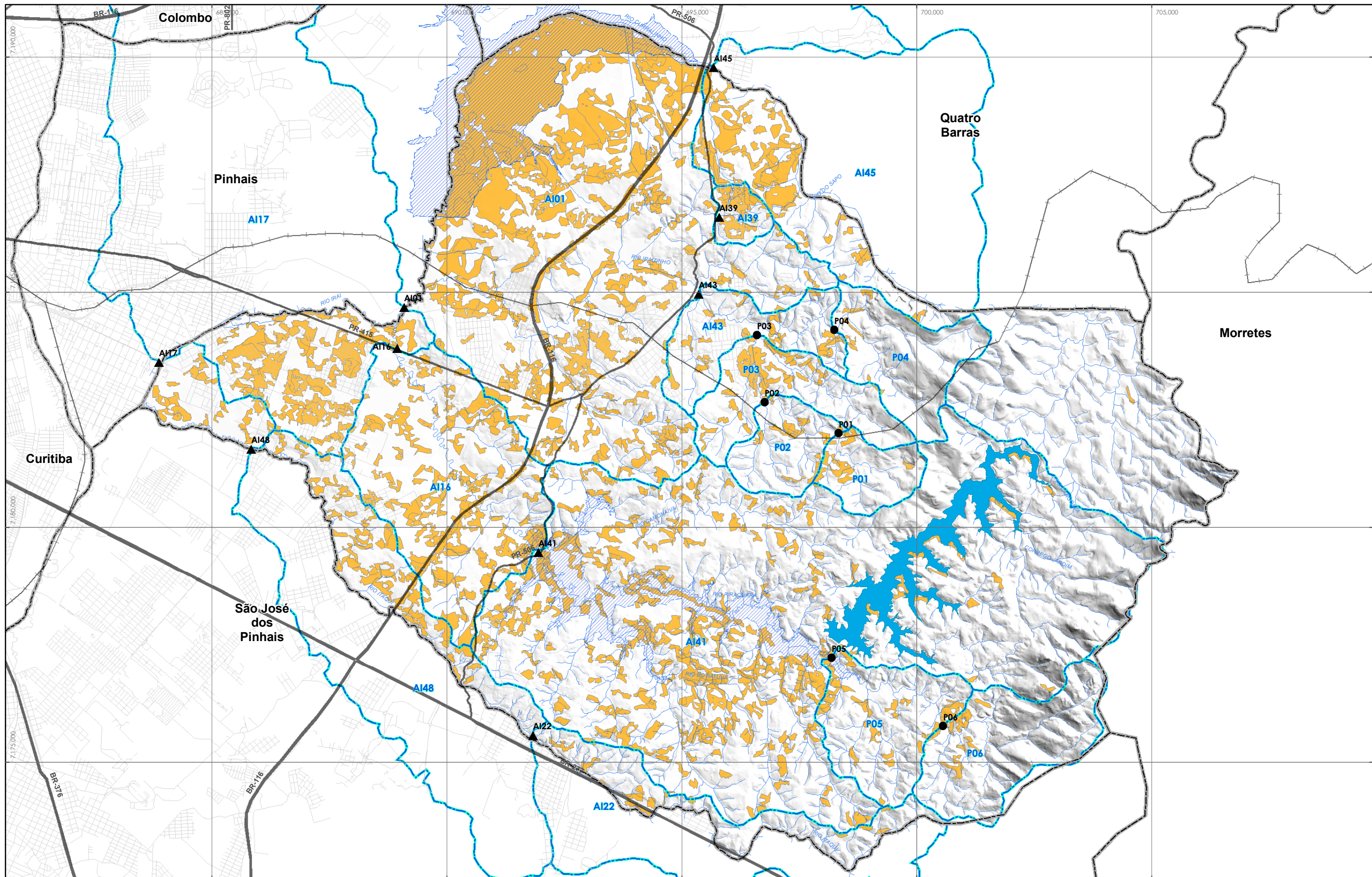
FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

FONTE: ELABORADO A PARTIR DE CEBERS (2006).









ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ





BASE CARTOGRÁFICA





-  PONTOS MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
-  PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
-  LIMITE MUNICIPAL
-  RODOVIA
-  FERROVIA
-  ARRUAAMENTO URBANO

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDEHSA (2000).

LEGENDA

-  USO DO SOLO ALTERADO
-  USO DO SOLO NÃO ALTERADO

FONTE: ELABORADO A PARTIR DE LANDSAT (1994), CEBERS (2006).

-  SEÇÕES MONITORADAS
-  CURSOS D'ÁGUA
-  CORPOS D'ÁGUA
-  FUTUROS RESERVATÓRIOS



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA PAISAGEM

A análise da paisagem foi realizada a partir da sua desagregação em seus componentes principais – físicos, biológicos e antrópicos (ver item 3.3.3 – Análise da qualidade da paisagem). Para o mapeamento do cruzamento das informações, foi adotada uma escala de cores quentes, variando do tom mais escuro (vermelho) – classes de maior qualidade paisagística – para o mais claro (amarelo) – classes de qualidade mais baixa.

A partir da análise das Tabelas 17, 18 e 19, assim como dos Mapas 10, 11 e 12, observa-se que as áreas com alta (14,34% do município) e média alta (40,19%) qualidade da paisagem localizam-se no entorno dos reservatórios, rios e córregos, principalmente na porção leste do município, as quais correspondem às regiões montanhosas e com cobertura florestal, ou seja, com suas características naturais preservadas, especialmente observadas nas sub-bacias relacionadas aos pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P04 – rio Iraizinho próximo a serra, P05 – rio Piraquara próximo a barragem, P06 – rio Piraquara próximo a serra – e a montante do reservatório do Piraquara I.

As áreas com qualidade da paisagem classificadas como mediana (37,24%) são representadas por locais mais planos, com formatação Pioneira de Influência Fluvial (várzeas), campos e pastagens, características predominantes a jusante da bacia do Piraquara (AI16 – próximo a foz – e AI41).

Na classe média baixa de qualidade da paisagem (7%) estão representadas as áreas urbanizadas com maior atendimento por infra-estrutura, e algumas áreas rurais, com solos expostos ou utilizados por agricultura, conforme observado principalmente nas sub-bacias dos pontos AI01 – rio Iraí, AI17 – subsistema do rio Iraí, AI39 – rio do Meio – e AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas.



TABELA 17:
CLASSES DE QUALIDADE DA PAISAGEM POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 1994

SUB-BACIAS / PONTOS	ALTA (%)	MÉDIA ALTA (%)	MÉDIA (%)	MÉDIA BAIXA (%)	BAIXA (%)	VALOR
AI01	7,15	22,28	52,26	17,72	0,59	5,12
AI16	18,50	37,86	37,45	6,01	0,18	6,24
AI17	12,83	29,70	44,80	11,91	0,76	5,61
AI22	20,67	48,44	26,61	3,56	0,72	6,59
AI39	4,63	18,47	52,69	21,97	2,24	4,74
AI41	21,99	42,96	31,23	3,82	0,01	6,60
AI43	16,39	45,86	29,93	7,70	0,12	6,27
AI45	9,13	19,88	56,43	14,34	0,23	5,27
AI48	9,88	31,15	51,70	6,54	0,73	5,68
P01	14,96	59,47	24,65	0,92	-	6,74
P02	16,70	50,69	31,00	1,61	-	6,60
P03	17,07	42,20	35,48	5,25	-	6,31
P04	18,39	70,87	9,63	1,11	-	7,17
P05	18,66	63,20	17,14	1,01	-	7,00
P06	19,25	74,31	6,24	0,21	-	7,33

Fonte: elaborada a partir de dados da qualidade da paisagem.

Notas: - = inexistente
■ = maior valor relativo
■ = menor valor relativo



TABELA 18:
CLASSES DE QUALIDADE DA PAISAGEM POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2000

SUB-BACIAS / PONTOS	ALTA (%)	MÉDIA ALTA (%)	MÉDIA (%)	MÉDIA BAIXA (%)	BAIXA (%)	VALOR
AI01	6,88	30,61	41,44	18,95	2,12	5,10
AI16	18,35	37,14	37,24	6,51	0,76	6,15
AI17	12,64	33,05	39,29	12,13	2,89	5,47
AI22	20,37	45,48	29,39	4,00	0,75	6,50
AI39	4,48	18,22	31,83	42,99	2,47	4,23
AI41	21,78	42,04	31,91	4,25	0,01	6,55
AI43	15,88	44,18	29,84	9,93	0,17	6,14
AI45	8,77	19,01	51,49	19,69	1,04	5,04
AI48	9,75	30,28	44,98	12,38	2,62	5,33
P01	12,08	60,13	25,34	2,46	-	6,57
P02	14,74	49,79	32,55	2,92	-	6,45
P03	16,07	40,30	36,46	7,09	0,08	6,17
P04	18,94	69,20	10,53	1,33	-	7,15
P05	18,25	61,98	18,90	0,87	-	6,96
P06	19,04	74,10	6,76	0,10	-	7,32

Fonte: elaborada a partir de dados da qualidade da paisagem.

Notas: - = inexistente
■ = maior valor relativo
■ = menor valor relativo



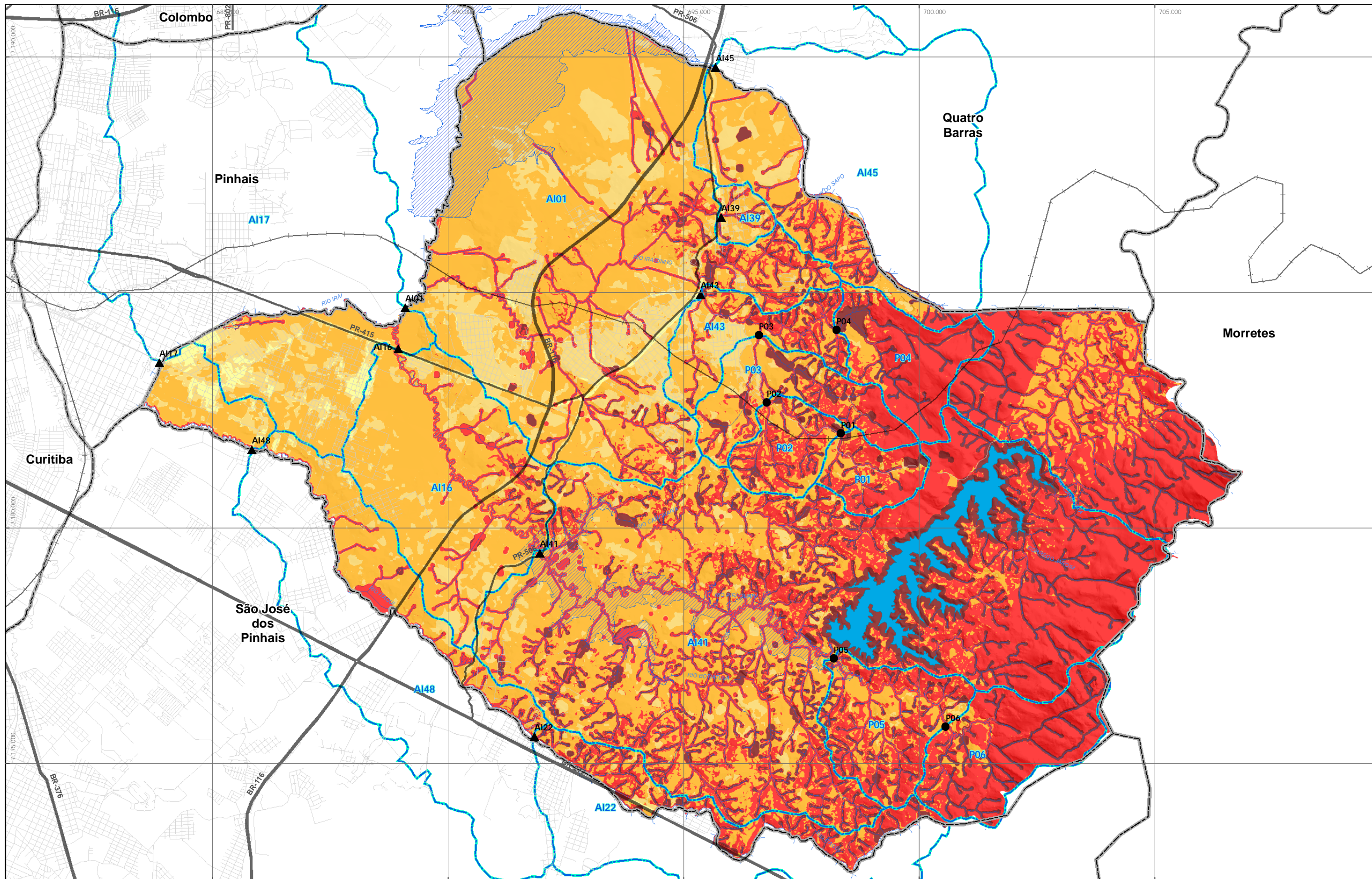
TABELA 19:
CLASSES DE QUALIDADE DA PAISAGEM POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006

SUBBACIAS/PONTOS	ALTA (%)	MÉDIA ALTA (%)	MÉDIA (%)	MÉDIA BAIXA (%)	BAIXA (%)	VALOR
AI01	6,65	33,38	43,66	14,35	1,95	5,28
AI16	17,92	39,35	38,45	3,62	0,66	6,28
AI17	12,31	35,28	40,87	8,71	2,83	5,60
AI22	19,44	51,13	25,14	3,82	0,48	6,61
AI39	4,60	21,13	35,71	35,93	2,63	4,42
AI41	21,33	44,80	32,48	1,36	0,03	6,69
AI43	15,18	50,59	26,10	7,86	0,27	6,30
AI45	10,19	22,18	60,22	6,40	1,01	5,51
AI48	9,28	32,38	48,88	7,07	2,40	5,52
P01	13,06	70,74	16,12	0,08	-	6,94
P02	13,83	60,40	25,17	0,60	-	6,72
P03	14,64	50,23	30,64	4,29	0,20	6,39
P04	19,69	70,82	9,42	0,06	-	7,27
P05	18,54	65,65	15,79	0,02	-	7,09
P06	18,98	76,46	4,55	0,01	-	7,38

Fonte: elaborada a partir de dados da qualidade da paisagem.

Notas: - = inexistente
■ = maior valor relativo
■ = menor valor relativo





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

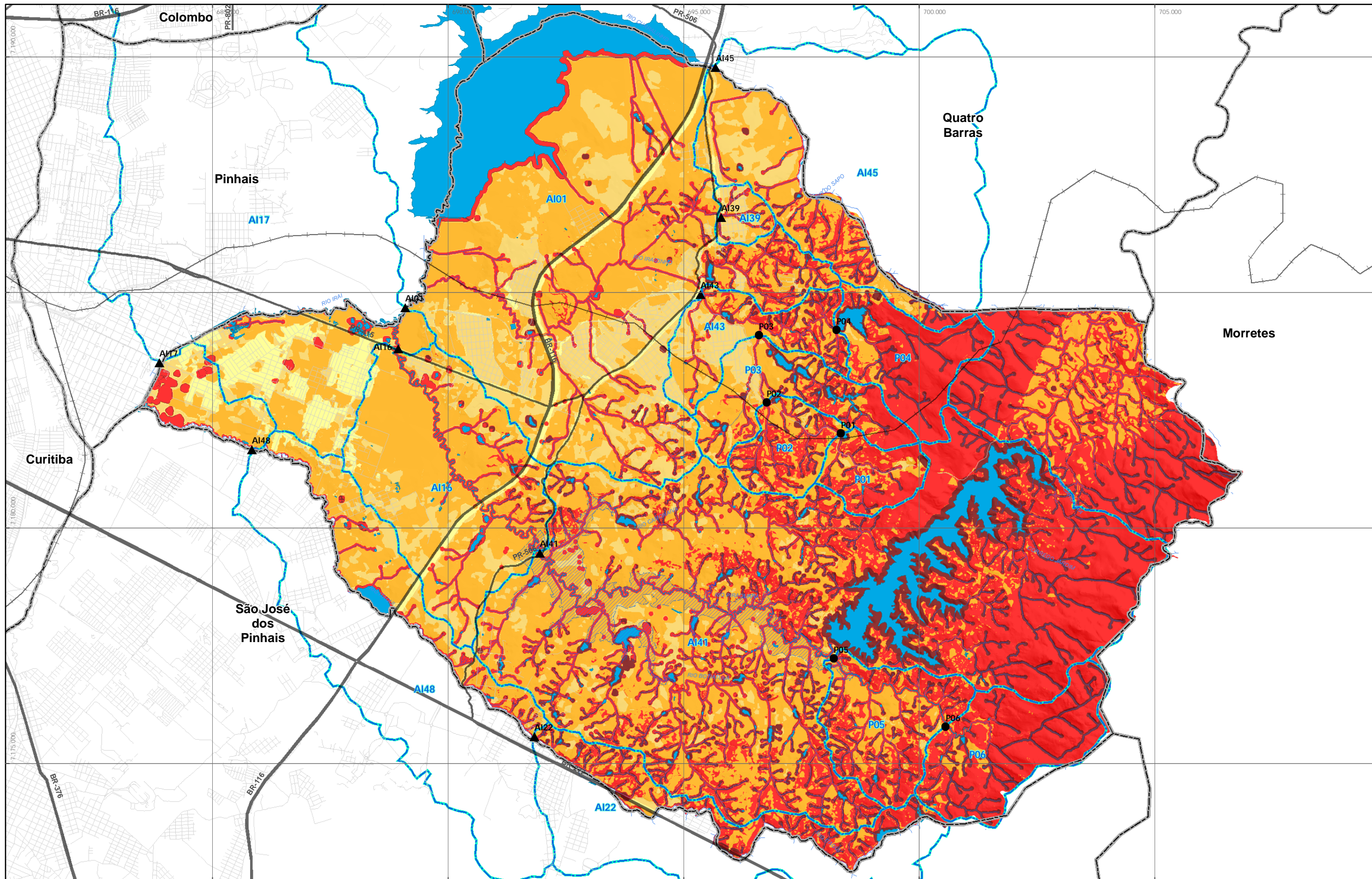
- ALTA
- MÉDIA ALTA
- MÉDIA
- MÉDIA BAIXA
- BAIXA

FONTE: ELABORADO A PARTIR DE MAPAS TEMÁTICOS

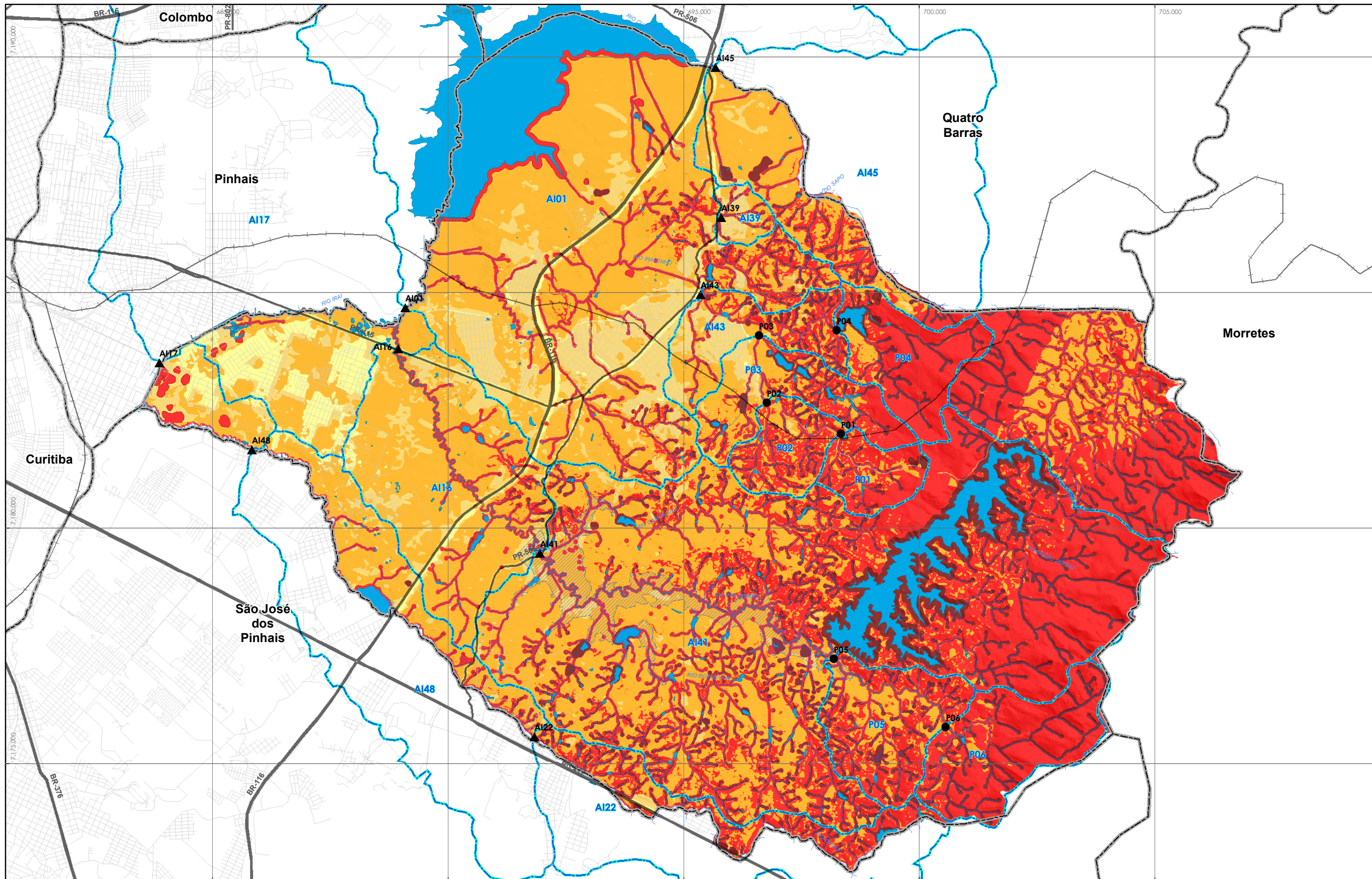


ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ



11 MAPA DA QUALIDADE DA PAISAGEM - 2000		
<p>BASE CARTOGRÁFICA</p> <ul style="list-style-type: none"> PONTOS MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES LIMITE MUNICIPAL RODOVIA FERROVIA ARRUIAMENTO URBANO <p><small>FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).</small></p>	<p>LEGENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> ALTA MÉDIA ALTA MÉDIA MÉDIA BAIXA BAIXA <p><small>FONTE: ELABORADO A PARTIR DE MAPAS TEMÁTICOS.</small></p>	<p></p> <p style="text-align: center;"> 1.500 0 1.500 3.000 m </p> <p>ESCALA: 1:75.000</p> <p><small>RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ</small></p>



BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAAMENTO URBANO

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

- ALTA
- MÉDIA ALTA
- MÉDIA
- MÉDIA BAIXA
- BAIXA

FONTE: ELABORADO A PARTIR DE MAPAS TEMÁTICOS.



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

As ocupações irregulares, localizadas principalmente na região do Guarituba, porção oeste no município (ponto AI17 – subsistema do rio Iraí) representam a maior porção de áreas classificadas como de baixa qualidade da paisagem (1,47%).

Esses resultados coincidem, de forma geral, com os encontrados por Hardt e Hardt (2007b), pois, segundo este estudo, as melhores qualidades da macro-paisagem encontram-se na porção leste do município de Piraquara, enquanto as de menor qualidade correspondem ao *continuum* urbano que abrange a sede municipal e a área do Guarituba. Segundo Consilium e PARANÁSAN (2005), a grande maioria das ocupações do Guarituba encontra-se em desacordo com as leis de uso e ocupação do solo, estabelecidas pelo poder público.

Para Maricato (2002), as cidades caracterizam-se cada vez mais pela elevada densidade demográfica, concentração de áreas construídas e impermeabilização do solo. Esta ocupação desordenada da terra resultou na perda de qualidade de vida urbana, com o surgimento das favelas, poluição das águas e do ar, enchentes, desmoronamentos, violência e epidemias (MARICATO, 2002).

A evolução da qualidade da paisagem foi analisada por meio da média ponderada das porcentagens das áreas correspondentes a cada classe da qualidade da paisagem apresentada por sub-bacia, considerando-se os grupos derivados da análise geomorfológica.

No grupo 1, formado pelas sub-bacias relativas aos pontos AI01 – rio Iraí, AI16 – rio Piraquara próximo a foz, AI17 – subsistema do rio Iraí – e AI 41 – rio Piraquara próximo a PR 415, a qualidade da paisagem manteve-se praticamente estável no período analisado (Figura 19).



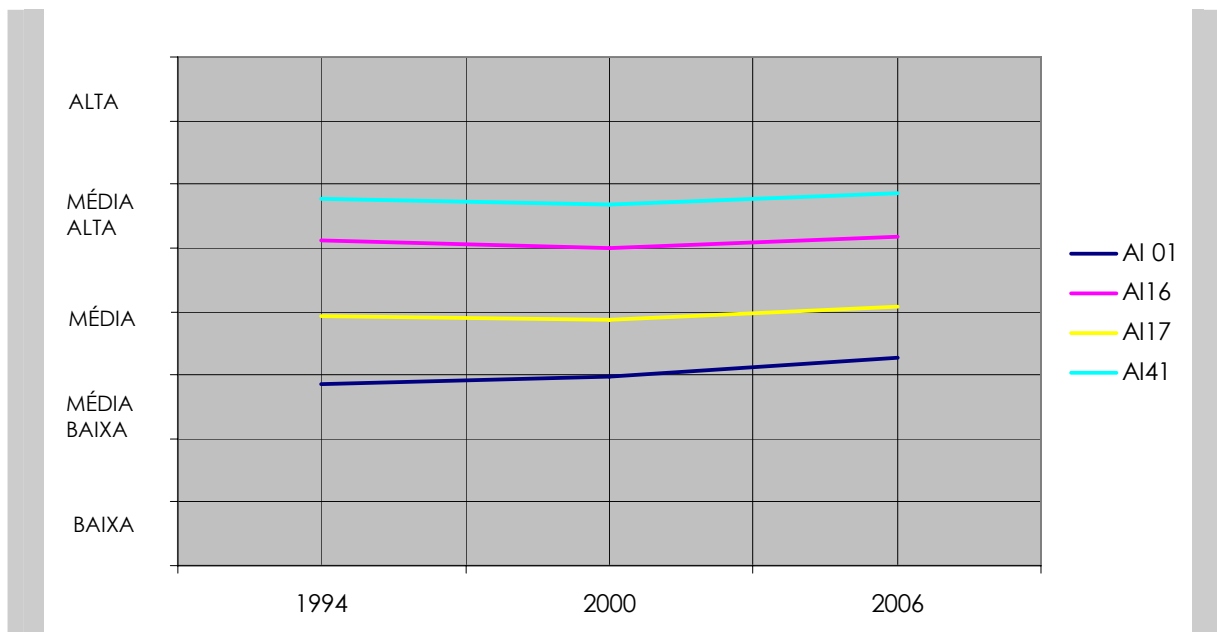


FIGURA 19:
GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 1 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006

Fonte: elaborada com base nos dados constantes das Tabelas 17, 18 e 19.

No grupo 2 (pontos AI22 – rio Itaquí próximo a BR 277 – e AI48 – rio Itaquí próximo a foz), observa-se pequena redução da qualidade da paisagem entre 1994 e 2000. Este fato se deve ao aumento do processo de urbanização neste mesmo período (Figura 17), sendo verificada no ponto AI48 – rio Itaquí próximo a foz – uma pequena melhoria nos últimos seis anos, fato resultante da estabilização da urbanização nesta região (Figura 20). A tendência de queda da qualidade da paisagem observada no ponto AI48 – rio Itaquí próximo a foz – deve-se principalmente à pressão da ocupação urbana exercida pelo município de São José dos Pinhais, pois segundo COMEC (1999), a criação do Distrito Industrial de São José dos Pinhais, nas proximidades da área, gerou maior dinâmica econômica na região, além da valorização dos imóveis do entorno.



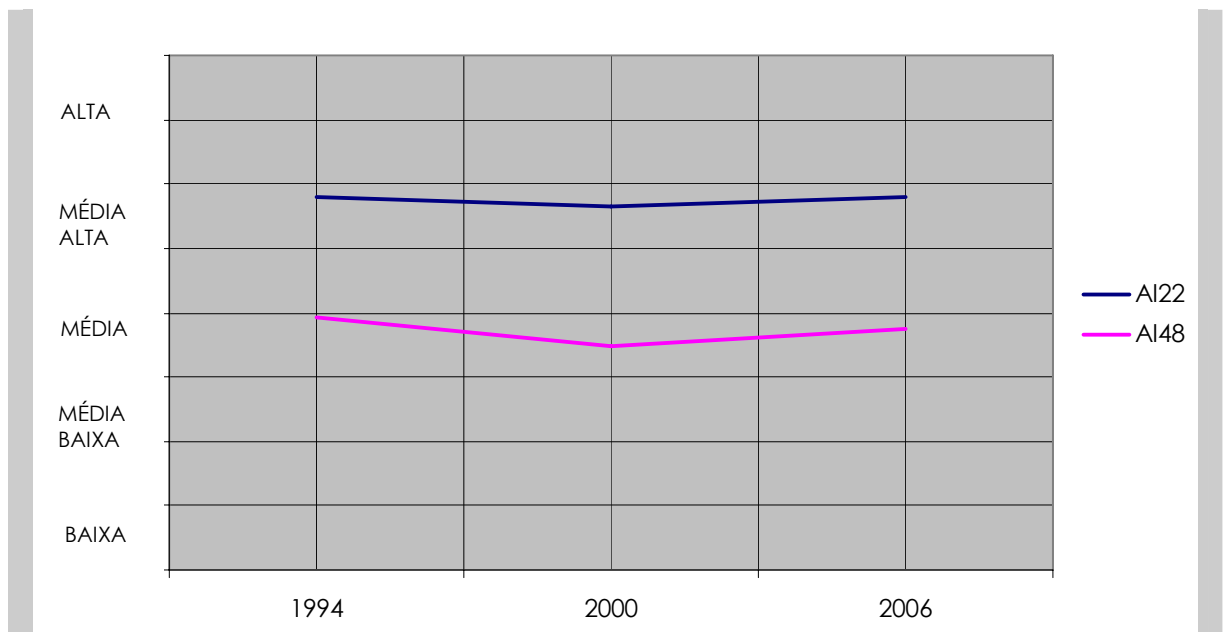


FIGURA 20:

GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 2 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006

Fonte: elaborada com base nos dados constantes das Tabelas 17, 18 e 19.

No terceiro grupo, concentram-se as sub-bacias com melhor qualidade paisagística. As referentes aos pontos P04 – rio Iraizinho próximo a serra, P05 – rio Piraquara próximo a barragem – e P06 – rio Piraquara próximo a serra, ocupam as posições mais elevadas, as quais mantêm estáveis os padrões qualitativos da paisagem durante o período analisado.

A estabilidade da qualidade da paisagem nestas áreas deve-se principalmente ao fato de estarem localizadas em áreas próximas a serra, com declividades elevadas e com predominância de cobertura florestal.

Para as áreas contribuintes dos pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro – e P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural – é registrada uma pequena queda nos níveis qualitativos entre 1994 e 2000, os quais foram recuperados no período entre 2000 e 2006. Este fenômeno também ocorreu em relação aos pontos AI39 – rio do Meio – e AI45 – rio Curralinho, porém de forma mais acentuada.



A partir da análise da Figura 21, observa-se que o ponto AI39 – rio do Meio – é o único com tendência de piora da qualidade da paisagem no período analisado, refletindo os efeitos da urbanização, pois este ponto possui características predominantemente urbanas. Por sua vez, os pontos P06 – rio Piraquara próximo a serra – e P04 – rio Iraizinho próximo a serra – pontos com menor grau de interferências antrópicas, apresentam maior estabilidade da qualidade paisagística entre 1994 e 2006.

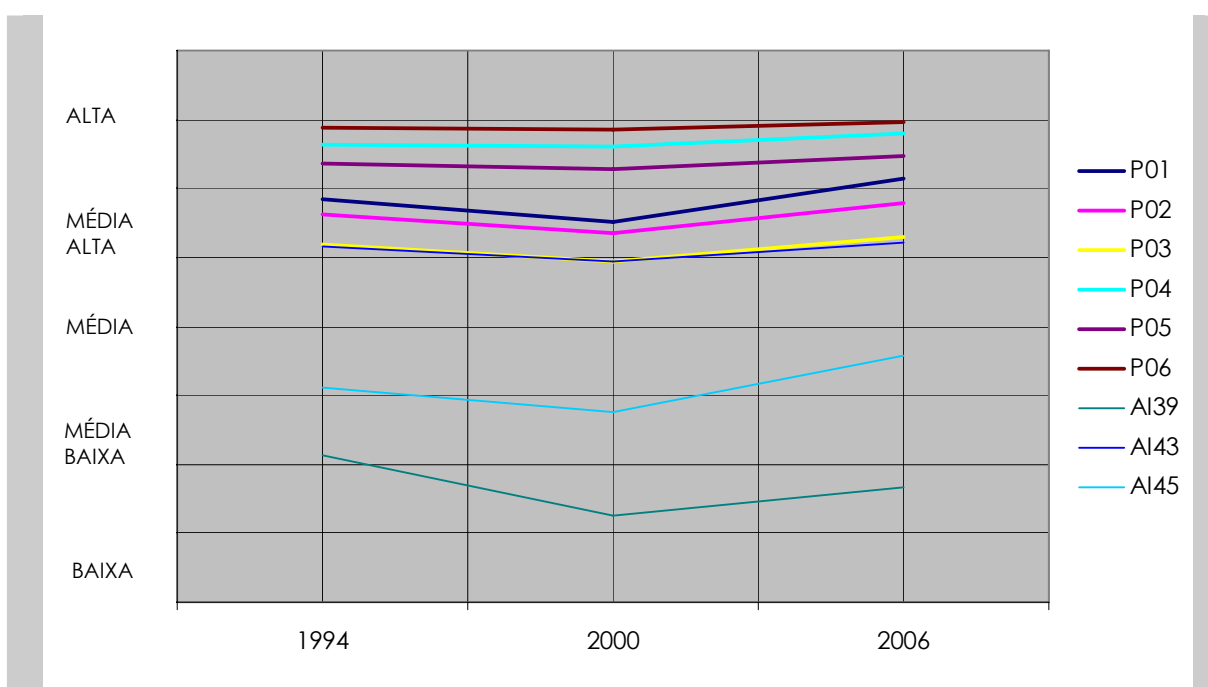


FIGURA 21:
GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 3 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006
Fonte: elaborada com base nos dados constantes das Tabelas 17, 18 e 19.

Embora a aplicação do método indireto se volte à redução da subjetividade, cabe ressaltar que não há eliminação da mesma; porém, estudos anteriores como os realizados por Hardt e Hardt (2007b) comprovam que não há significativa alteração dos resultados.



4.3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Conforme consta do item 3.3.4 – Análise da qualidade da água, para esta avaliação foram considerados os parâmetros físico-químicos, bacteriológicas e ecotoxicológicas, por meio da Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA) e do Índice de Qualidade das Águas (IQA), além da interpretação qualitativa dos pontos de monitoramento por meio do Indicador de Valor de Hábitat (IVH).

Quando da análise dos dados de qualidade da água, apesar do presente estudo restringir-se ao município de Piraquara, destaca-se que os dados coletados nos pontos AI01 – rio Iraí, AI17 – subsistema do rio Iraí, AI22 – rio Itaquí próximo a BR 277, AI45 – rio Curralinho – e AI48 – rio Itaquí próximo a foz, também refletem as características dos usos e ocupação do solo, assim como da paisagem das bacias como um todo, abrangendo outros municípios.

4.3.1 AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)

A análise temporal dos dados foi realizada considerando os pontos de monitoramento do Instituto Ambiental de Paraná (IAP), comparando-se os dados do AIQA dos anos de 1994, 2000 e 2006 apresentados na Tabela 20 e nos Mapas 13, 14 e 15.



TABELA 20:
DADOS DA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 1994, 2000 e 2006

SUBBACIAS/PONTOS	AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA)		
	1994	2000	2006
AI01	0,87	0,76	0,95
AI16	0,51	0,29	0,82
AI17	0,94	0,82	1,02
AI22	0,87	0,78	0,82
AI39	0,80	0,75	0,95
AI41	0,73	0,31	0,87
AI43	0,93	0,75	0,95
AI45	0,77	0,76	0,76
AI48	0,95	0,75	0,95
P01	-	-	0,79
P02	-	-	0,66
P03	-	-	0,79
P04	-	-	0,49
P05	-	-	0,62
P06	-	-	0,94

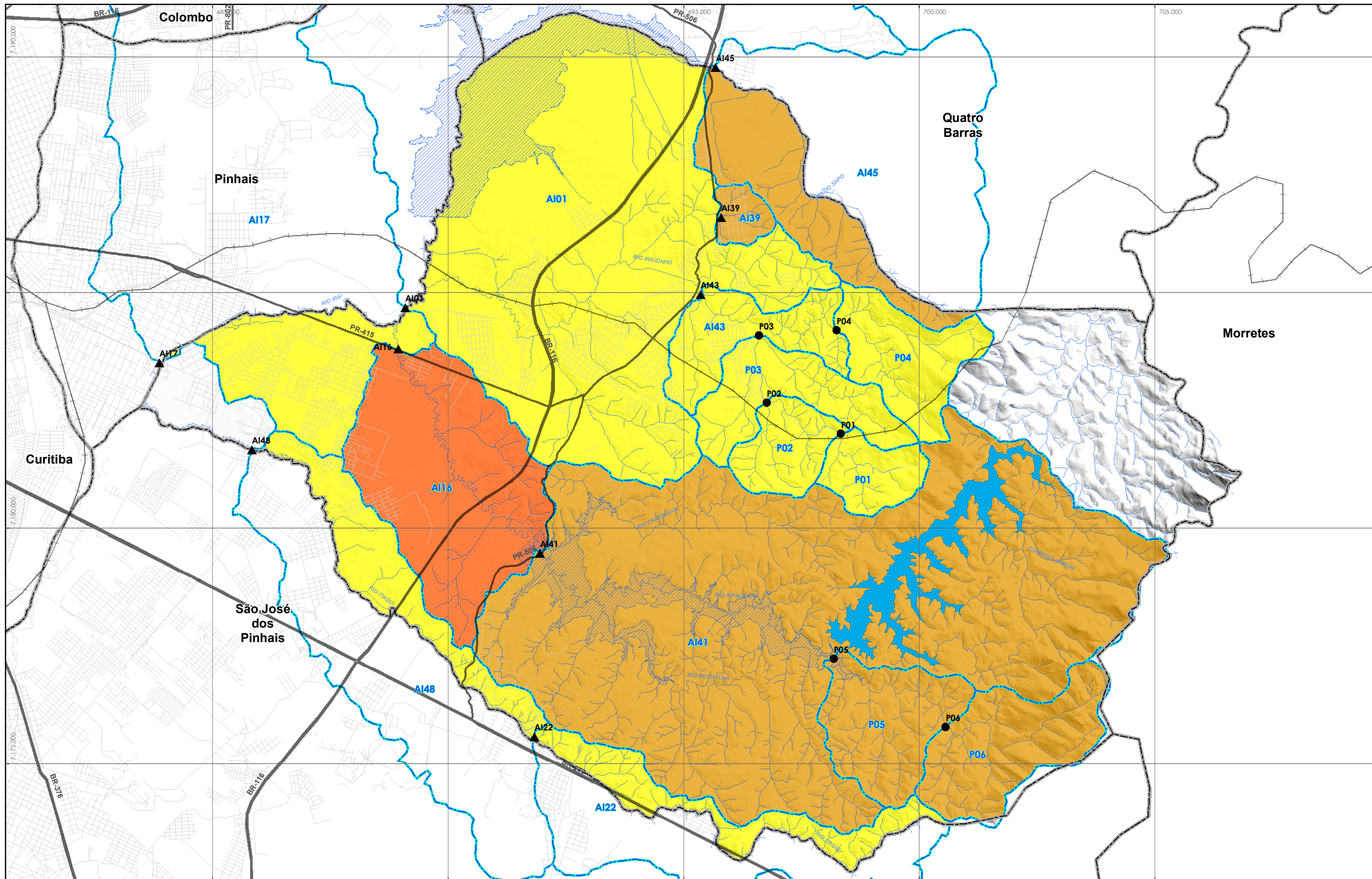
Fonte: elaborada a partir de IAP (2007).

Notas: - = inexistente

■ = maior valor relativo

■ = menor valor relativo





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO
- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

LEGENDA

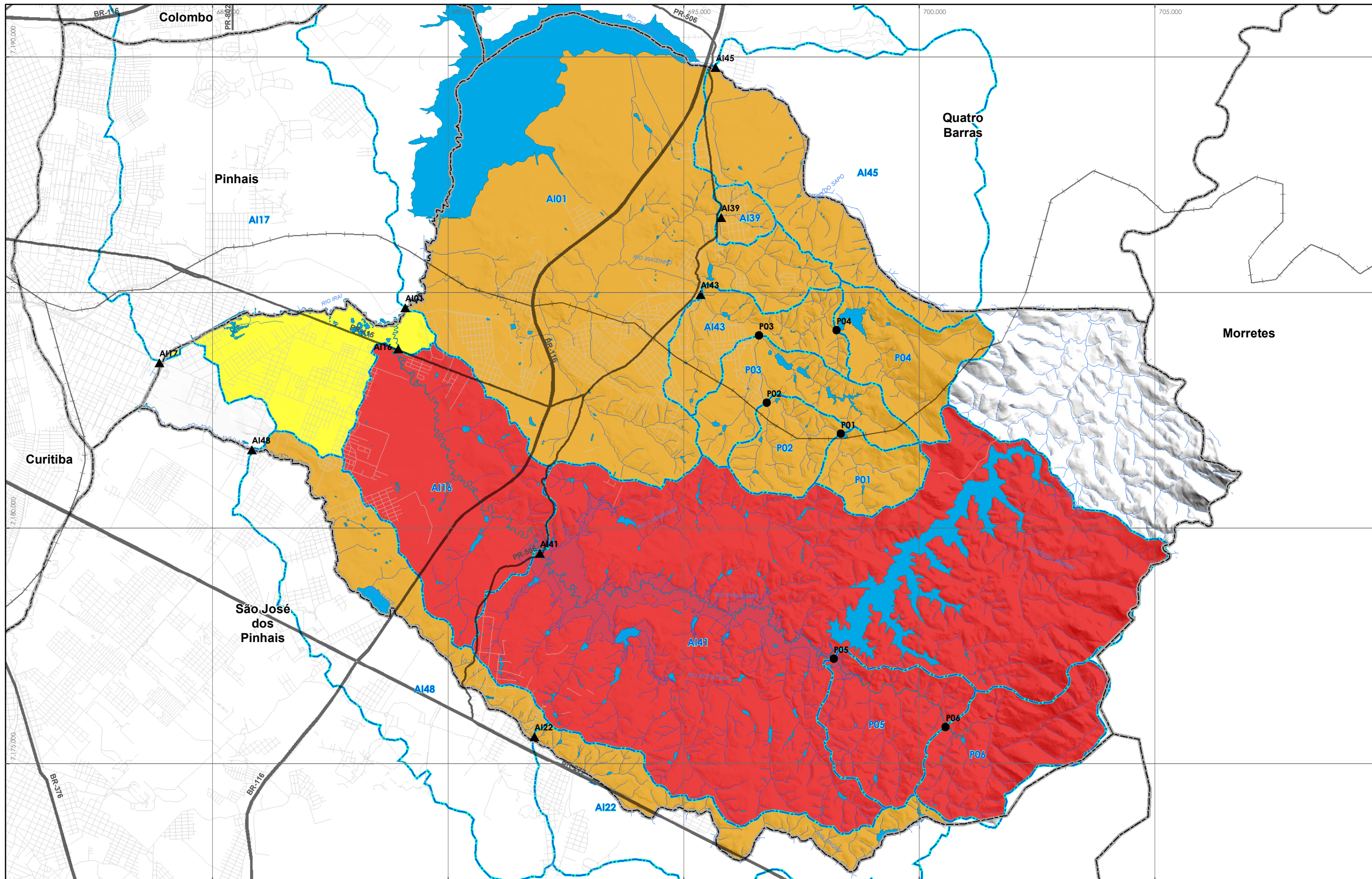
- CLASSE 1 - MUITO BOA (<0,20)
- CLASSE 2 - BOA (0,21 - 0,40)
- CLASSE 3 - POUCO POLUÍDA (0,41 - 0,60)
- CLASSE 3 - MEDIAMENTE POLUÍDA (0,61 - 0,80)
- CLASSE 4 - POLUÍDA (0,81 - 1,00)
- FORA DE CLASSE - MUITO POLUÍDA (1,01 - 1,20)

FONTE: IAP (2007).



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ



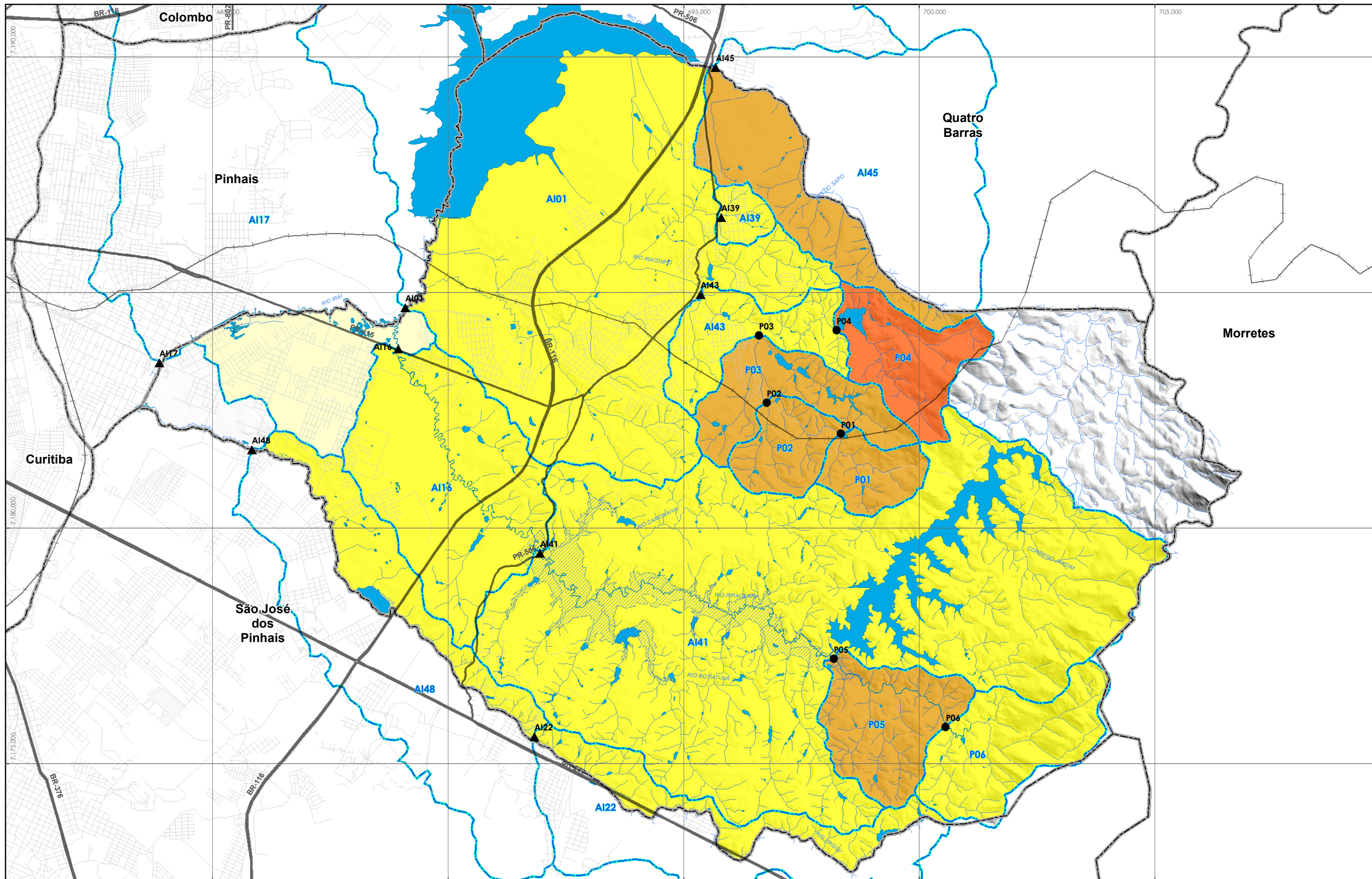
BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
 - PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
 - LIMITE MUNICIPAL
 - RODOVIA
 - FERROVIA
 - ARRUAAMENTO URBANO
 - SEÇÕES MONITORADAS
 - CURSOS D'ÁGUA
 - FUTUROS RESERVATÓRIOS
- FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

LEGENDA

- CLASSE 1 - MUITO BOA (<math><0,20</math>)
 - CLASSE 2 - BOA (0,21 - 0,40)
 - CLASSE 3 - POUCO POLUÍDA (0,41 - 0,60)
 - CLASSE 4 - POLUÍDA (0,61 - 1,00)
 - FORA DE CLASSE - MUITO POLUÍDA (1,01 - 1,20)
- FONTE: IAP (2007).





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

- CLASSE 1 - MUITO BOA (<0,20)
- CLASSE 2 - BOA (0,21 - 0,40)
- CLASSE 3 - POUCO POLUÍDA (0,41 - 0,60)
- CLASSE 3 - MEDIAMENTE POLUÍDA (0,61 - 0,80)
- CLASSE 4 - POLUÍDA (0,81 - 1,00)
- FORA DE CLASSE - MUITO POLUÍDA (1,01 - 1,20)

FONTE: IAP (2007).



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

Considerando que quanto mais próximo da unidade o valor atribuído ao AIQA, pior a qualidade hídrica, observa-se que no grupo 1 (Figura 22), há melhoria significativa dos padrões qualitativos da água no período entre 1994 e 2000; porém, no período seguinte a qualidade é reduzida, atingindo índices mais baixos. Os pontos AI16 – rio Piraquara próximo a foz – e AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415, enquadrados em 1994 como Classes III ($0,41 < AIQA < 0,80$); em 2000, atingem parâmetros compatíveis com a Classe II ($0,21 < AIQA < 0,40$); em 2006, apresentam significativa piora da qualidade da água, sendo classificados como Classe VI ($0,81 < AIQA < 1,00$), conforme pode ser observado nos Mapas 13, 14 e 15.

Observa-se que todos os pontos deste grupo apresentam tendência de piora da qualidade da água no período analisado. Diante do exposto, verifica-se que, de maneira geral, a qualidade da água no município de Piraquara tem piorado, pois estas sub-bacias representam o território municipal, considerando que os pontos AI16 e AI41 correspondem à sub-bacia do Piraquara e o AI01 compreende a área de drenagem da sub-bacia do Iraí.

Verifica-se que essa tendência é ainda maior na sub-bacia do Piraquara (AI16 – próximo a foz – e AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415), área correspondente à Área de Proteção Ambiental (APA) do Piraquara, fato que confirma que o disciplinamento do uso e ocupação do solo é uma ferramenta importante para minimizar a produção e o carreamento de poluentes para os recursos hídricos superficiais; porém, de forma isolada esta ferramenta não é suficiente para garantir a qualidade da água, sendo necessária a adoção de medidas complementares, a exemplo da implantação de sistema de coleta e tratamento de efluentes, dentre outras (MOTA, 1999).



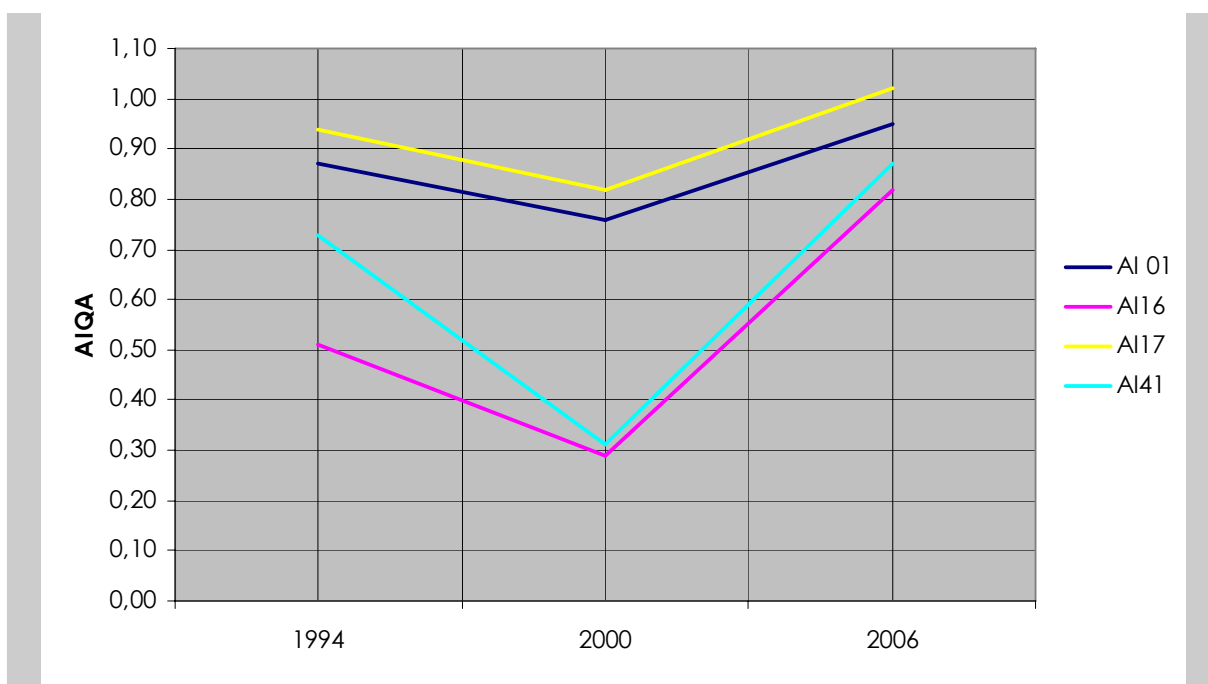


FIGURA 22:
GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 1 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006
Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 20.

No grupo 2 (Figura 23), pontos de monitoramento do rio Itaquí, também observa-se este fenômeno, de forma mais significativa no ponto AI48 – rio Itaquí próximo a foz, enquanto no ponto AI22 – rio Itaquí próximo a BR 277 – ocorrem pequenas alterações. Segundo Consiliu e PARANÁSAN (2005), o número de contribuintes no rio Itaquí é pequeno, sendo a porção oeste (AI48) formada com áreas de florestas nativas, com alguns trechos interceptando pequenas áreas agrícolas; a porção leste (AI22) compreende áreas com características urbanas, fato que explica as maiores variações da qualidade da água no ponto AI48 – rio Itaquí próximo a foz.



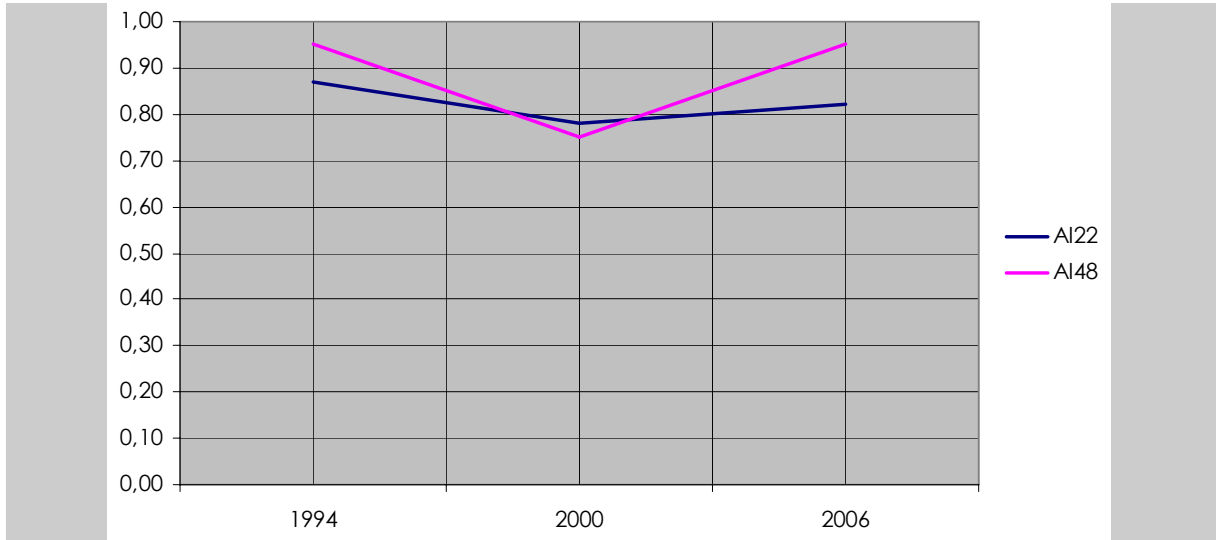


FIGURA 23:
GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 2 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 20.

No grupo 3, constituído pelos pontos AI39 – rio do Meio, AI 43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas – e AI45 – rio Curralinho, nota-se que também há incremento na qualidade da água no primeiro período, voltando a decair entre 2000 e 2006 (Figura 24), principalmente nos pontos AI39 – rio do Meio – e AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas, os quais representam áreas mais urbanizadas.

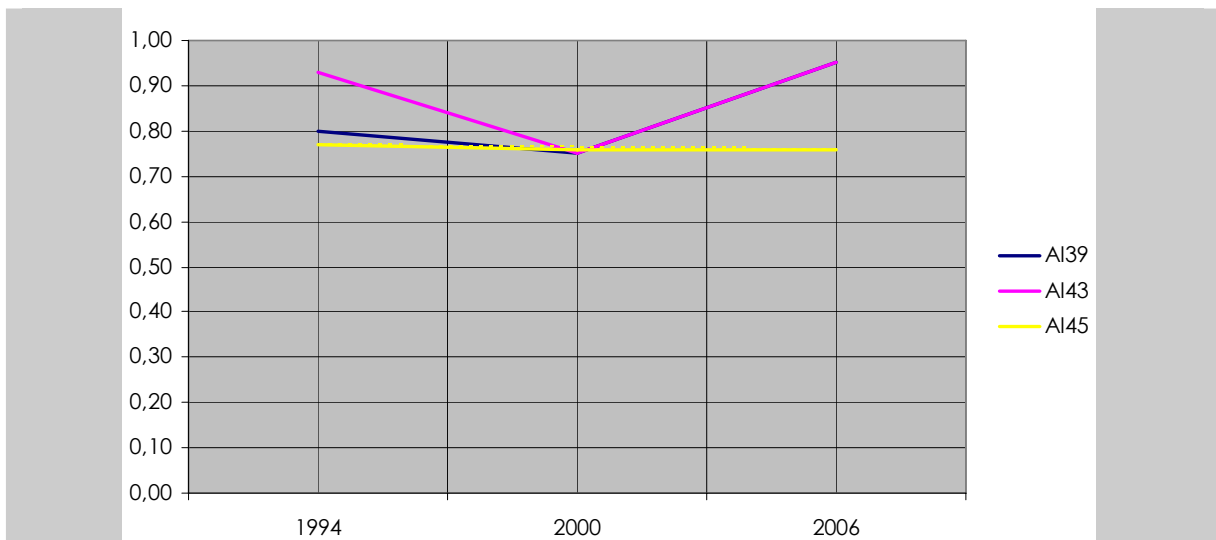


FIGURA 24:
GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) DAS SUB-BACIAS DO GRUPO GEOMORFOMÉTRICO 3 NO PERÍODO ENTRE 1994 E 2006

Fonte: elaborada com base nos dados constantes da Tabela 20.



Na análise dos pontos P01 a P06, para o ano de 2006, aplicando-se a metodologia do AIQA, o ponto P04 – rio Iraizinho próximo a serra – apresentou melhor qualidade da água (AIQA = 0,49), classificada como pouco poluída.

Os pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro, P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural – e P05 – rio Piraquara próximo a barragem – são classificados como medianamente poluídos, devido principalmente às suas características físico-químicas, em especial aos valores de Fósforo Total.

Segundo este critério, o ponto P06 – rio Piraquara próximo a serra – é considerado poluído (AIQA = 0,94), pois além dos fatores físico-químicos, é observado o valor 2 de Toxicidade Aguda com *Daphnia magna*. Presume-se que a prática agropecuária seja o fator principal a interferir na qualidade da água destes pontos, pois, à exceção do ponto P03, os demais não estão localizados em áreas urbanas.

Segundo Bollmann, Carneiro e Pegorini (2005), os principais impactos nos recursos hídricos decorrentes de atividades agropecuárias são: lixiviação e erosão responsáveis pelo carregamento de nutrientes, além de sedimentos, particulados e solos em suspensão; dejetos animais; poluição por agrotóxicos; e redução da capacidade de retenção da água no solo devido à supressão da vegetação.

4.3.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

Na Tabela 21, são apresentados os dados do Índice de Qualidade das Águas referentes ao ano de 2006. Considerando o IQA, o ponto AI17 – subsistema do rio Iraí – apresenta o pior valor (IQA = 31,52), sendo a qualidade hídrica enquadrada como ruim; os pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente – e P06 – rio Piraquara próximo a serra - possuem bons padrões qualitativos ($51 < IQA \leq 79$), enquanto os demais têm a qualidade da água considerada regular ($36 < IQA \leq 51$).



TABELA 21:
DADOS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006

SUB-BACIAS / PONTOS	IQA
AI01	37,30
AI16	51,02
AI17	31,52
AI22	40,52
AI39	37,32
AI41	50,14
AI43	42,11
AI45	48,20
AI48	39,33
P01	61,88
P02	64,64
P03	62,44
P04	65,01
P05	61,62
P06	61,32

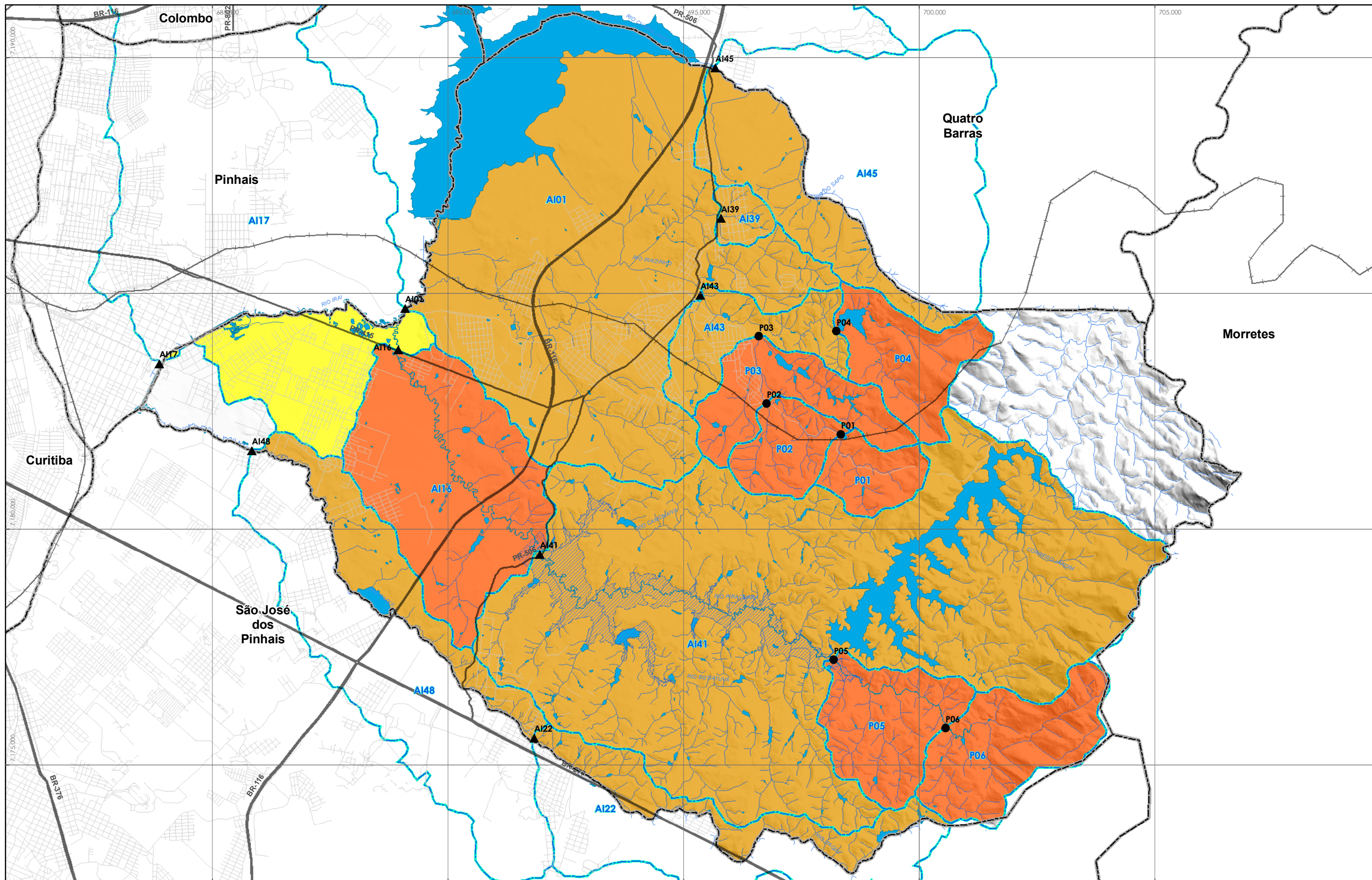
Fonte: elaborada a partir de IAP (2007).

Notas: ■ = maior valor relativo

■ = menor valor relativo

Comparando-se os dados do AI16 – rio Piraquara próximo a foz – e P06 – rio Piraquara próximo a serra, verifica-se que há grande variação da qualidade da água, indicando que as áreas próximas à foz encontram-se mais sujeitas à pressão por urbanização. Este fato também é levantado por Coelho (2004), pois os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e de Oxigênio Dissolvido (OD), considerados importantes para a definição da qualidade hídrica no contexto do zoneamento ecológico-econômico proposto para a APA do Piraquara, apresentam algumas ocorrências de desconformidades, já que as áreas urbanas presentes em algumas sub-bacias podem representar alto grau de poluição difusa, indicando possível necessidade de sua revisão para a minimização de efeitos poluidores.





BASE CARTOGRÁFICA

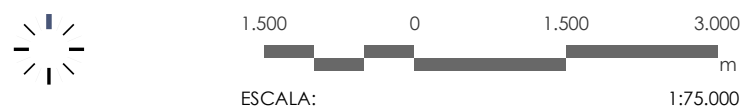
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

- ÓTIMO - 79,01 < IQA ≤ 100,00
- BOM - 51,01 < IQA ≤ 79,00
- REGULAR - 36,01 < IQA ≤ 51,00
- RUIM - 19 < IQA ≤ 36,00
- PÉSSIMO < 19

FONTE: IAP (2007).



RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

4.3.3 INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

O IVH avalia as características ambientais de cada ponto de monitoramento, sendo os maiores índices estabelecidos para ambientes mais preservados (ver item 3.3.4.3 – Indicador de Valor de Hábitat), conforme apresentado na Tabela 22.

TABELA 22:
DADOS DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH) POR SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006

SUB-BACIAS / PONTOS	IVH
AI01	15,00
AI16	13,40
AI17	5,60
AI22	12,20
AI39	12,30
AI41	14,30
AI43	9,70
AI45	14,80
AI48	13,60
P01	16,90
P02	15,40
P03	14,20
P04	17,80
P05	14,90
P06	16,60

Fonte: elaborada com base em levantamentos de campo.

Notas: ■ = maior valor relativo
■ = menor valor relativo

Dentre as sub-bacias monitoradas, as que apresentam valores de IVH considerados ótimos ($IVH > 15$) são as correspondentes aos pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P04 – rio Iraizinho próximo a serra – e P06 – rio Piraquara próximo a serra (Mapa 17). Nas Figuras 25 a 27, observa-se que estes pontos não são sujeitos às interferências significativas sobre o meio natural, ou seja, possuem mata ciliar preservada, margens estáveis e canais sem alterações.





FIGURA 25:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO P01 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A NASCENTE
Fonte: PELLIZZARO (2006)

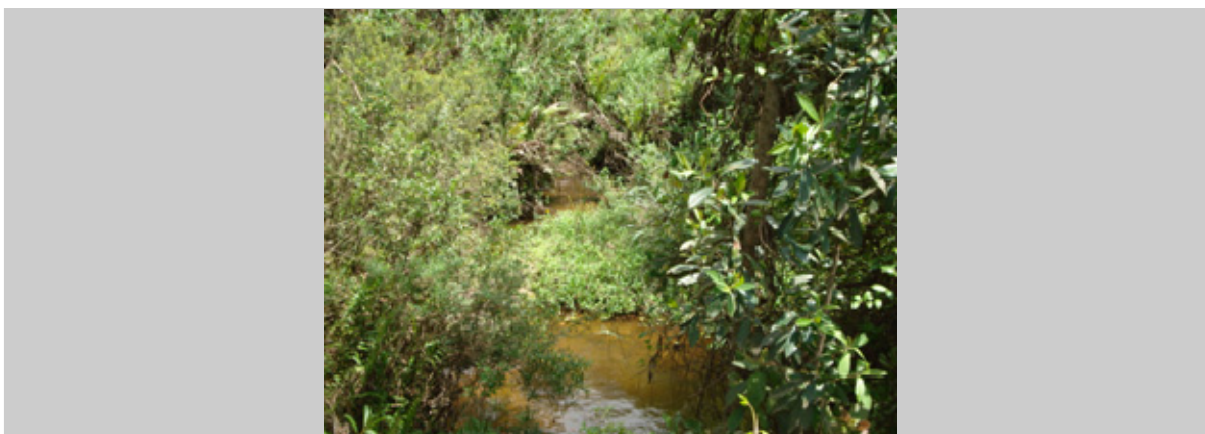


FIGURA 26:
VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO P04 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A SERRA
Fonte: PELLIZZARO (2006)



FIGURA 27:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO P06 – RIO PIRAQUARA PRÓXIMO A SERRA
Fonte: PELLIZZARO (2006)



Os pontos AI01 – rio Iraí, AI16 – rio Piraquara próximo a foz, AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277, AI39 – rio do Meio, AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415, AI45 – rio Curralinho, AI48 – rio Itaqui próximo a foz, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro, P03 – rio Iraizinho na transição urbano-rural, e P05 – rio Piraquara próximo a barragem, segundo os critérios do IVH, foram classificados como sub-ótimos (IVH com valores entre 11,0 e 15,0). Estes pontos apresentaram algumas alterações do canal dos rios, deposição de sedimentos, margens moderadamente estáveis, matas ciliares com determinadas clareiras evidentes, conforme pode ser observado nas Figuras 28 a 35.



FIGURA 28:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI01 – RIO IRAÍ
Fonte: PELLIZZARO (2006)



FIGURA 29:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI16 – RIO PIRAQUARA PRÓXIMO A FOZ
Fonte: PELLIZZARO (2006)





FIGURA 30:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI39 – RIO DO MEIO
Fonte: PELLIZZARO (2006)



FIGURA 31:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI22 – RIO ITAQUI PRÓXIMO A BR 277
Fonte: IAP (s.d.)



FIGURA 32:
VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO AI48 – RIO ITAQUI PRÓXIMO A FOZ
Fonte: PELLIZZARO (2006)





FIGURA 33:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO P02 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A ESTRADA DE FERRO
Fonte: PELLIZZARO (2006)



FIGURA 34:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO P03 – RIO IRAIZINHO NA TRANSIÇÃO URBANO-RURAL
Fonte: PELLIZZARO (2006)



FIGURA 35:
VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO P05 – RIO PIRAQUARA PRÓXIMO A BARRAGEM
Fonte: PELLIZZARO (2006)



Os pontos AI17 – subsistema do rio Iraí – e AI43 – rio Iraizinho próximo a Avenida Getúlio Vargas – representam as piores condições de IVH, sendo as condições de hábitat deste ponto interpretadas como marginais e as daquele consideradas pobres, isto é, significativamente alteradas devido a ações antrópicas, tais como supressão de matas ciliares, alterações dos canais, baixa qualidade do substrato e deposição de sedimentos (Figuras 36 e 37).

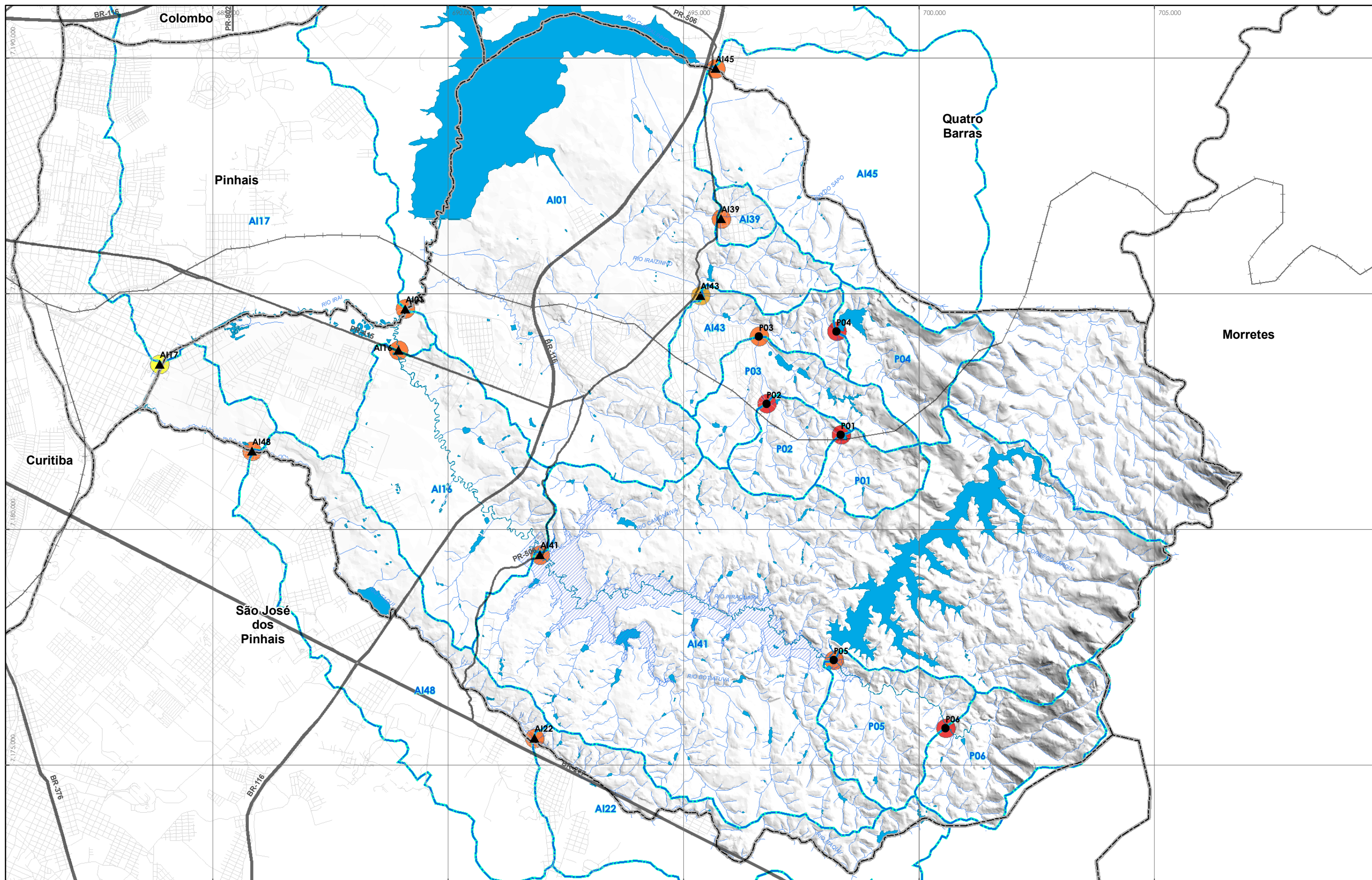


FIGURA 36:
VISTAS DO PONTO DE MONITORAMENTO AI17 – SUBSISTEMA DO RIO IRAÍ
Fonte: PELLIZZARO (2006)



FIGURA 37:
VISTA DO PONTO DE MONITORAMENTO AI43 – RIO IRAIZINHO PRÓXIMO A AVENIDA GETÚLIO VARGAS
Fonte: IAP (s.d.)





BASE CARTOGRÁFICA

- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - IAP
- PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - COMPLEMENTARES
- LIMITE MUNICIPAL
- RODOVIA
- FERROVIA
- ARRUAMENTO URBANO

- SEÇÕES MONITORADAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS D'ÁGUA
- FUTUROS RESERVATÓRIOS

LEGENDA

- ÓTIMO (15,01 - 20)
- SUB-ÓTIMO (10,01 - 15)
- MARGINAL (6,01 - 10)
- POBRE (0 - 6);

FONTE: DER (2006); IAP (2005); SEMA (2004); SUDERHSA (2000).

FONTE: ELABORADO A PARTIR DE DADOS DE CAMPO.



ESCALA: 1:75.000

RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA, PARANÁ

4.4 ANÁLISE CONJUNTA DOS INDICADORES

Comparando os resultados da qualidade da água (AIQA e IQA), assim como os resultados obtidos a partir avaliação das condições do habitat dos pontos monitorados (IVH) (Tabela 23), observa-se que o ponto P04 – rio Iraizinho próximo a serra – é o que possui melhor qualidade, enquanto o AI7 – subsistema do rio Irai – apresenta os piores níveis.

Assim, pode-se concluir que o nível de atividade antrópica, quando ocorre de forma desorganizada, influencia diretamente a qualidade hídrica, pois a sub-bacia do ponto P04 compreende um ambiente natural pouco alterado, enquanto o ponto AI17 reflete o alto grau de antropização, tanto do município de Piraquara quanto de parte da área urbana dos municípios de Pinhais e Colombo.

Quanto aos valores médios, são verificadas algumas variações:

- a) no ponto AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415, as condições da água são tipificadas como regulares pelo IQA, enquanto pelo AIQA, são classificadas como poluídas;
- b) no ponto AI01 – rio Iraí, as condições da água são consideradas ruins; entretanto, pelo IVH, seu habitat é considerado sub-ótimo.
- c) no ponto P06 – rio Piraquara próximo a serra – esta variação é mais significativa, pois considerando-se o AIQA, a água é definida como poluída (0,81 a 1,00); todavia, por meio do IQA, é considerada de boa qualidade, assim como as condições do habitat do ponto.

Diante do exposto, verifica-se que uma avaliação multimétrica, como o AIQA, promove visão diferenciada da qualidade da água quando comparada à interpretação do IQA, pois reflete as alterações tanto das condições estruturais da água como dos seus efeitos aos organismos aquáticos e ao ecossistema (IAP, 2005).



TABELA 23:
COMPARATIVO ENTRE INDICADORES DE QUALIDADE HÍDRICA DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006

SUB-BACIAS / PONTOS	AIQA	IQA	IVH
AI01	0,95	37,30	15,00
AI16	0,82	51,02	13,40
AI17	1,02	31,52	5,60
AI22	0,82	40,52	12,20
AI39	0,95	37,32	12,30
AI41	0,87	50,14	14,30
AI43	0,95	42,11	9,70
AI45	0,76	48,20	14,80
AI48	0,95	39,33	13,60
P01	0,79	61,88	16,90
P02	0,66	64,64	15,40
P03	0,79	62,44	14,20
P04	0,49	65,01	17,80
P05	0,62	61,62	14,90
P06	0,94	61,32	16,60

Fonte: elaborada com base nos dados constantes das Tabelas 20, 21 e 22.

Notas: AIQA = Análise Integrada da Qualidade da Água

S = Índice de Qualidade das Águas

IVH = Indicador de Valor de Hábitat

: ■ = maior valor relativo
■ = menor valor relativo

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA ESPACIAL E TEMPORAL DA QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA

Na Tabela 24, os dados da qualidade hídrica e paisagística são agrupados em três classes: alta (na cor vermelha), média (na cor laranja) e baixa (na cor amarela). A partir da análise comparativa entre as seções das sub-bacias estudadas, observa-se que as melhores condições localizam-se nas sub-bacias do Piraquara, a montante do ponto AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415 – e do ponto P04 – rio Iraizinho próximo a serra, regiões que configuram áreas menos antropizadas. Entretanto, quando se analisa a sub-bacia do Piraquara como um todo (AI16 – rio Piraquara próximo a foz), verifica-se que suas condições são medianas. Estas alterações devem-se principalmente ao padrão de uso e



ocupação do solo da sua porção oeste, onde há maior pressão por ocupação e desenvolvimento de atividades agropecuárias.

Os pontos AI17 – subsistema do rio Iraí, AI39 – rio do Meio – e AI01 – rio Irai – apresentam as piores condições, refletindo os efeitos deletérios da urbanização tanto na qualidade paisagística quanto na qualidade hídrica.

TABELA 24:
COMPARATIVO ENTRE DADOS DA QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA DAS SUB-BACIAS SELECIONADAS – 2006

PONTOS	VP	AIQA	IQA	IVH
AI01	5,28	0,95	37,30	15,00
AI16	6,28	0,82	51,02	13,40
AI17	5,60	1,02	31,52	5,60
AI22	6,61	0,82	40,52	12,20
AI39	4,42	0,95	37,32	12,30
AI41	6,69	0,87	50,14	14,30
AI43	6,30	0,95	42,11	9,70
AI45	5,51	0,76	48,20	14,80
AI48	5,52	0,95	39,33	13,60
P01	6,94	0,79	61,88	16,90
P02	6,72	0,66	64,64	15,40
P03	6,39	0,79	62,44	14,20
P04	7,27	0,49	65,01	17,80
P05	7,09	0,62	61,62	14,90
P06	7,38	0,94	61,32	16,60

Fonte: elaborada com base nos dados constantes das Tabelas 19, 20, 21 e 22.

Notas: VP = Valor da Paisagem
AIQA = Análise Integrada da Qualidade da Água
IQA = Índice de Qualidade das Águas
IVH = Indicador de Valor de Hábitat

Comparando-se a análise temporal dos dados da qualidade da água (AIQA) e da qualidade da paisagem (VP) no período analisado, verifica-se maior alteração nos fatores hídricos, para os quais, na maioria dos pontos monitorados, há melhora entre 1994 e 2000, e piora no período seguinte (2000 a 2006), fato observado principalmente na bacia do rio Piraquara (AI16 – rio Piraquara próximo a foz – e AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415).

Ainda com relação à qualidade da água, com exceção do ponto AI45 – rio Currealinho, no qual a qualidade hídrica manteve-se estável, observa-se tendência de piora da qualidade da água em todas as sub-bacias selecionadas.



Por sua vez, no período entre 1994 e 2000, há tendência de diminuição da qualidade da paisagem; porém, entre 2000 e 2006, verifica-se reduzido processo de melhoria dos seus padrões qualitativos.

Essa elevação qualitativa deve-se à implantação das áreas de proteção ambiental (APA's) do Piraquara e do Iraí, instituídas em 1996, assim como das unidades territoriais de planejamento (UTP's) do Itaqui e Guarituba, criadas em 1999, que têm como um de seus objetivos principais o de disciplinar o processo de ocupação.

Outro objetivo consiste em garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, em especial da água, por estarem inseridas em área de mananciais de abastecimento público. Porém, este parece mais difícil de ser alcançado, pois a manutenção da qualidade da paisagem não foi suficiente para promover melhoria nos padrões qualitativos da água.

Verifica-se que a tendência de elevação da qualidade paisagística é ainda maior na sub-bacia do Piraquara AI16 – rio Piraquara próximo a foz – e AI41 – rio Piraquara próximo a PR 415), correspondente a APA do Piraquara, fato que confirma que o disciplinamento do uso e ocupação do solo é fundamental para minimizar a produção e o carreamento de poluentes para os recursos hídricos superficiais; porém, como já comentado, de forma isolada este procedimento não garante a qualidade da água, sendo necessária, além da implantação de infraestrutura adequada, a conscientização dos produtores e a implantação de práticas agropecuárias menos impactantes, principalmente em relação ao uso de adubos, fertilizantes e pesticidas (MOTA, 1999).

No ponto AI39 – rio do Meio – observa-se tendência de redução da qualidade, tanto hídrica quanto paisagística, refletindo as conseqüências da urbanização.

Conforme Braga e Carvalho (2003), a urbanização altera os elementos da paisagem, tais como o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna e, em especial os recursos hídricos. Estes são afetados em decorrência da supressão da vegetação, do aumento das áreas impermeabilizadas e da alteração dos canais, com conseqüências significativas no ciclo hidrológico e nos processos de poluição pontual (principalmente por efluentes domésticos) e difusa.



4.6 RELAÇÕES ENTRE QUALIDADE PAISAGÍSTICA E HÍDRICA

Para o estabelecimento de relações entre os dados de qualidade hídrica e paisagística, foram realizadas análises de regressão linear múltipla (ver item 3.3.6 – Relações entre a qualidade paisagística e hídrica). Tais relações são adiante especificadas pela Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA) em função das suas variáveis e do Índice de Qualidade das Águas (IQA) em função tanto das suas variáveis e da qualidade da paisagem quanto dos usos do solo e do Indicador de Valor de Hábitat (IVH), bem como da qualidade da paisagem e do IVH.

4.6.1 INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA BASEADOS NA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA (AIQA) E ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DE SUAS VARIÁVEIS

Preliminarmente, foram testados modelos considerando o AIQA e suas variáveis; porém, para os anos de 1994 e 2000, por haver dados de apenas nove sub-bacias, os resultados das análises de regressão apresentaram baixo coeficiente de determinação (0,40 – 40%). Quando testados modelos para o ano de 2006, com disponibilidade de informações para as quinze sub-bacias estudadas, obteve-se um coeficiente de determinação de 0,8713 (87%).

Assim, optou-se por realizar as demais análises de regressão utilizando-se os dados disponíveis para o ano de 2006.

De forma semelhante, foram testados modelos considerando o IQA em função das suas variáveis, obtendo-se um coeficiente de determinação de 0,9553 (95,53%). Tendo em vista a melhor explicação do IQA em função de suas variáveis, optou-se por utilizar este índice para as verificações das demais inter-relações.



4.6.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DAS SUAS VARIÁVEIS E DA QUALIDADE DA PAISAGEM

Quando realizado o processo de seleção das variáveis independentes da qualidade da água adicionando o valor da paisagem (VP), isto é, a média ponderada da qualidade da paisagem por sub-bacia, o melhor modelo de regressão encontrado para explicar a variável dependente IQA é:

$$IQA = 18.826 + 6.109 * VP - 1.933 * DBO_5$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas

VP = Valor da qualidade paisagem

DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio

Visando verificar a validade do modelo, foi realizado **Teste t (de Student)**, constatando-se que as variáveis VP e DBO são significativas a 5% e 1%, respectivamente, indicando sua significância no modelo de regressão, conforme demonstrado na Tabela 25.

TABELA 25:
ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE T (DE STUDENT) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) E DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP)

	ESTIMATIVAS (β)	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA DE TESTE T	P-VALOR
(Intercepto)	18.826	15.628	1.205	0.25157
VP	6.109	2.276	2.684	0.01988 *
DBO	-1.933	0.563	-3.434	0.00495 **

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Notas: * = significativo a 5%

** = significativo a 1%



Pelo teste de **análise da variância (ANOVA)**, verifica-se que as variáveis VP e DBO são significativas a 0,1% e 1%, respectivamente (Tabela 26).

TABELA 26:

ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE F (DE SNEDECOR) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) E DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP)

	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	SOMA DOS QUADRADOS MÉDIOS	ESTATÍSTICA DO TESTE F	P-VALOR
VP	1	1172,78	1172,78	36,803	5,615 ⁻⁰⁵ ***
DBO	1	375,72	375,72	11,790	0,004951 **
Resíduos	12	382,39	31,87		

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla

Notas: ** = 0,01

*** = 0,001

Com o **Teste F (de Snedecor)**, confirma-se que a regressão é significativa a 1% ($p\text{-valor} = 6.033e^{05}$), ou seja, existe regressão.

Constata-se, também, que não há **multicolinearidade** entre as variáveis do modelo de regressão, pois os resultados do Valor de Inflação da Variância (VIF) são inferiores a 10 (Tabela 27), ou seja, as variáveis não são intercorrelacionadas.

TABELA 27:

VERIFICAÇÃO DE INDICATIVO DE MULTICOLINEARIDADE ENTRE AS VARIÁVEIS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA – EM FUNÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO – DBO – E DA QUALIDADE DA PAISAGEM – VP)

VP	DBO
1,603535	1,603535

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Por sua vez, a **análise dos resíduos** aponta sua distribuição normal e homocedasticidade neste modelo de regressão (Figura 38).



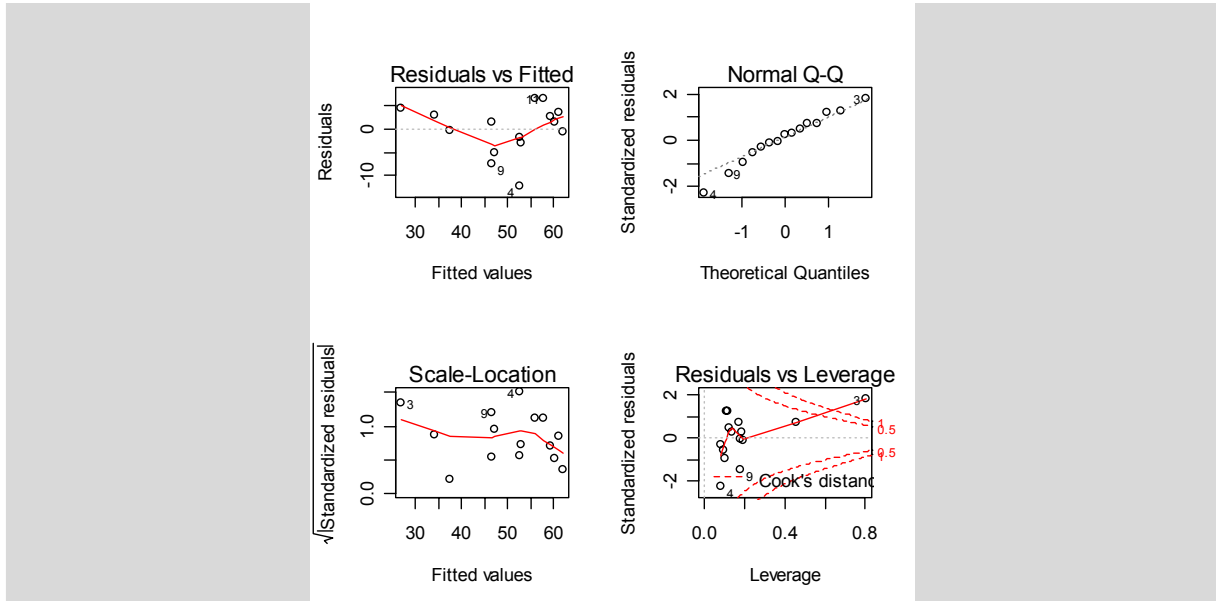


FIGURA 38:
GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA – EM FUNÇÃO QUALIDADE DA PAISAGEM – VP – E DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO – DBO
Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

O modelo atende aos pressupostos, e possui um coeficiente de determinação (R^2) de 0,8020, ou seja, a qualidade da paisagem e a Demanda Química de Oxigênio explicam 80% das variações do IQA nas bacias estudadas, o que significa que o estudo da qualidade da paisagem pode ser um instrumento significativo para o monitoramento da qualidade ambiental de bacias hidrográficas em áreas de mananciais.

4.6.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

O modelo que melhor explica o IQA em função das variáveis de usos do solo e do IVH foi estabelecido com a variável florestas e reflorestamentos, resultando na equação preditiva a seguir apresentada.



$$IQA = 6.61797 + 0.26237 * FLOR + 1.91784 * IVH$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas

FLOR = florestas e reflorestamentos

IVH = Indicador de Valor de Hábitat

Com vistas à verificação da validade do modelo, foi realizado o **Teste t (de Student)**, sendo as variáveis significativas a 1% , isto é apresentam associação relevante com a variável dependente (Tabela 28).

TABELA 28:

ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE T (DE STUDENT) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

	ESTIMATIVAS (β)	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA DE TESTE T	P-Valor
Intercepto	6.61797	7.39893	0.894	0.38867
FLOR	0.26237	0.07401	3.545	0.00403 **
IVH	1.91784	0.58673	3.269	0.00672 **

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Notas: ** = 0,01

A **análise da variância (ANOVA)** demonstra que as variáveis FLOR e IVH são significativas a 0,1% e 1%, respectivamente (Tabela 29).

TABELA 29:

ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE F (DE SNEDECOR) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	SOMA DOS QUADRADOS MÉDIOS	ESTATÍSTICA DE TESTE F	P-Valor
FLOR	1	1140,98	1140,98	32,766	9,543 ⁻⁰⁵ ***
IVH	1	372,05	372,05	10,684	0,00672 **
Resíduos	12	417,87	34,82		

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Notas: ** = 0,01

*** = 0,001

De acordo com o **Teste F (de Snedecor)**, a regressão é significativa a 1% (p-valor = 0,0001027), indicando que o modelo é significativamente explicado pelo conjunto de variáveis independentes.



Não se observa **multicolinearidade** entre as variáveis do modelo de regressão, pois os resultados do Valor de Inflação da Variância (VIF) são inferiores a 10 (Tabela 30).

TABELA 30:
VERIFICAÇÃO DE INDICATIVO DE MULTICOLINEARIDADE ENTRE AS VARIÁVEIS PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

FLOR	IVH
1,276536	1,276536

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

A **análise dos resíduos** vem de encontro aos pressupostos (ver item 3.3.6 – Relações entre a qualidade paisagística e hídrica), pois os mesmos apresentam distribuição normal e homocedasticidade, conforme demonstrado na Figura 39.

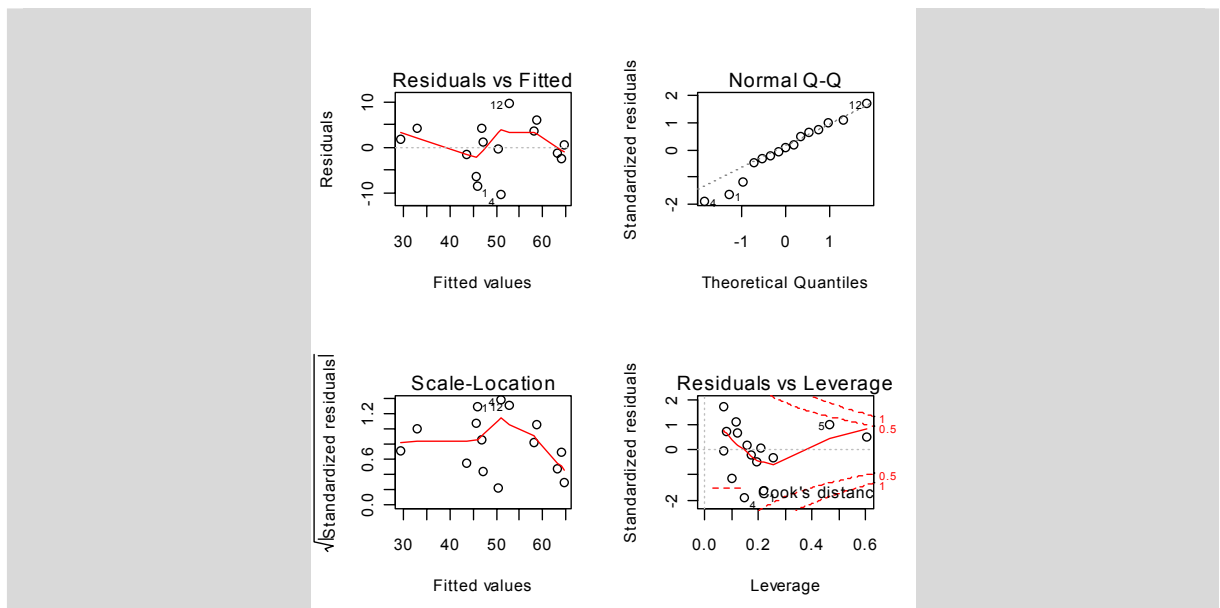


FIGURA 39:
GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA - EM FUNÇÃO EM FUNÇÃO DOS USOS DO SOLO E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT - IVH)
Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Este modelo apresenta um coeficiente de determinação (R^2) de 0,7873, indicando que as variáveis independentes (IVH e FLOR) explicam aproximadamente 79% das variações da variável dependente (IQA).

Assim, depreende-se que a manutenção das condições do habitat das comunidades aquáticas, assim como a presença da vegetação, são importantes



na determinação da qualidade da água, principalmente a conservação de matas ciliares, as quais atuam como filtros para a entrada de poluentes na calha principal do rio (SHORTLE et al., 2001),

4.6.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP) E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

Por fim, foi testado um modelo com o objetivo de verificar a relevância da qualidade da paisagem e do IVH na determinação da qualidade da água, indicando que ambas as variáveis explicam cerca de 75% da variação do IQA, a partir da seguinte equação preditiva:

$$IQA = -23.8616 + 7.6907 * VP + 1.8838 * IVH$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas

VP = valor da qualidade da paisagem

IVH = Indicador de Valor de Hábitat

O modelo de regressão foi validado a partir da realização do **Teste t (de Student)**, que as variáveis são significativas a 1% , isto é, apresentam associação relevante com a variável dependente (Tabela 31).

TABELA 31:
ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE T (DE STUDENT) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM (VP) E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

	ESTIMATIVAS ((β)	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA DE TESTE t	P-VALOR
(Intercepto)	-23.8616	11.7765	-2.026	0.06556 .
VP	7.6907	2.0889	3.682	0.00314 **
IVH	1.8838	0.5774	3.263	0.00679 **

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Notas: ** = 0,01

Pela **análise da variância (ANOVA)**, as variáveis VP e IVH são significativas a 0,1% e 1%, respectivamente (Tabela 32).



TABELA 32:

ANÁLISE DE VARIÂNCIA E APLICAÇÃO DO TESTE F (DE SNEDECOR) PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	SOMA DOS QUADRADOS MÉDIOS	ESTATÍSTICA DE TESTE F	P-Valor
VP	1	1172,78	1172,78	35,033	7,044 ⁻⁰⁵ ***
IVH	1	356,40	356,40	10,646	0,006793 **
Residuals	12	401,72	33,48		

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Notas: ** = 0,01
*** = 0,001

O **Teste F (de Snedecor)** indica que a regressão é representativa a 1% (p-valor = $8,109 \times 10^{-5}$), ou seja, o modelo é significativamente explicado pelo conjunto de variáveis independentes.

Os resultados do Valor de Inflação da Variância (VIF) são inferiores a 10 (Tabela 33); assim, verifica-se a inexistência de **multicolinearidade** entre as variáveis do modelo de regressão.

TABELA 33:

VERIFICAÇÃO DE INDICATIVO DE MULTICOLINEARIDADE ENTRE AS VARIÁVEIS PARA O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT (IVH)

VP	IVH
1.285755	1.285755

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Por meio da **análise dos resíduos** (Figura 40), verifica-se que os pressupostos são atendidos (ver 3.3.6 – Relações entre a qualidade paisagística e hídrica), com constatação da distribuição normal e da homocedasticidade das variáveis.



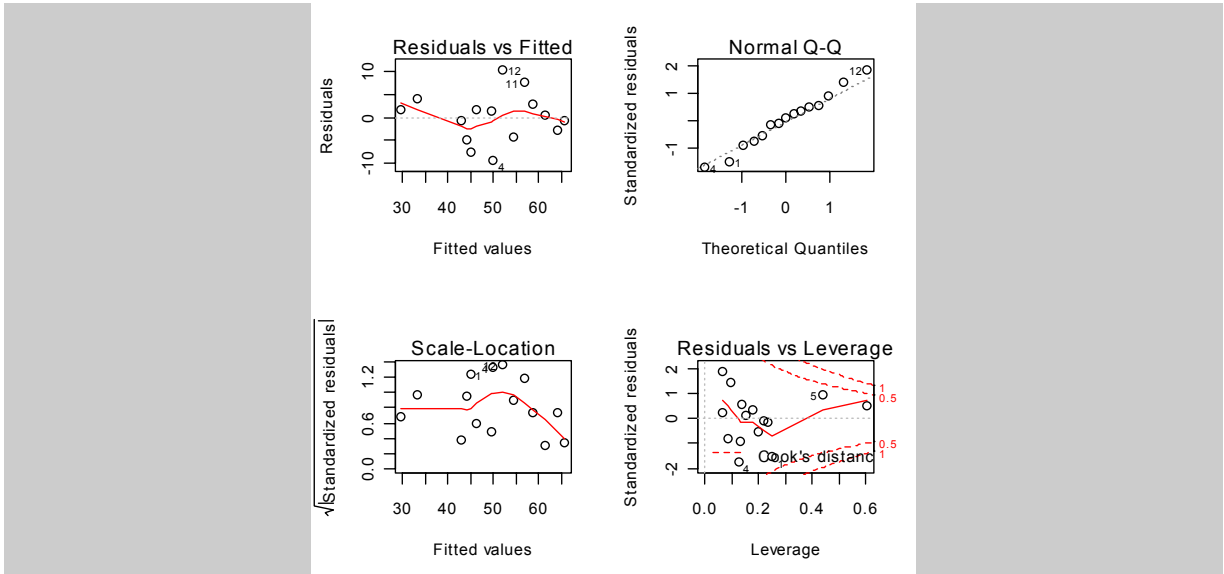


FIGURA 40:
GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS (ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA – EM FUNÇÃO EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA PAISAGEM – VP – E DO INDICADOR DE VALOR DE HÁBITAT – IVH)

Fonte: elaborada a partir da análise de regressão linear múltipla.

Este modelo apresenta um coeficiente de determinação (R^2) de 0,7922, o que significa que a qualidade da paisagem, juntamente com o IVH, explicam cerca 79% das variações do IQA, confirmando que as alterações da paisagem e do hábitat das comunidades aquáticas influenciam a qualidade da água.

4.7 SÍNTESE ANALÍTICA DOS RESULTADOS

Embora sejam geralmente utilizados critérios físico-químicos e bacteriológicos para a determinação da qualidade da água, observa-se que esta avaliação, em muitos casos, não reflete a magnitude dos danos decorrentes das interferências antrópicas nos recursos hídricos (KARR; CHU, 1999).

Por outro lado, a paisagem, entendida um conjunto único e indissociável de elementos naturais (físico-químicos e biológicos) e antrópicos (territoriais, sociais, econômicos e institucionais), e a avaliação da estrutura do hábitat das comunidades aquáticas refletem as condições do ecossistema como um todo e, por decorrência, suas interações.

Segundo Mendes e Cirilo (2001), dadas suas peculiaridades, o geoprocessamento representa um instrumento fundamental para a gestão dos



recursos hídricos, o que revela a importância da integração de sistemas de informações geográficas com modelos hidrológicos específicos (MENDES, 1996).

Os modelos de regressão testados indicam que aproximadamente 80% das variações do IQA é explicada pelas variáveis de usos do solo, de qualidade da paisagem e de integridade do hábitat das comunidades aquáticas, indicando que estas constituem elementos de significativa importância para o planejamento e gestão urbana e regional com vistas à conservação e preservação dos recursos hídricos, em especial das áreas de mananciais de abastecimento público.

Coelho, Hardt e Fernandes (2005) propõem, com base na resiliência dos sistemas ambientais e nos seus usos múltiplos, a agregação de novas variáveis ao processo de planejamento urbano e regional, destacando a importância da consideração tanto da utilização racional da terra quanto da disponibilidade de água para o estabelecimento de critérios com vistas à adequada gestão do uso e ocupação do solo e ao apropriado gerenciamento dos recursos hídricos.

Dessa forma, para a manutenção da qualidade ambiental no município de Piraquara e para a garantia do abastecimento de água de Curitiba e sua região metropolitana, é imprescindível o conhecimento do processo de ocupação do território, das relações socioambientais das comunidades envolvidas e das suas influências no processo de planejamento e gestão, bem como das suas conseqüências sobre a qualidade de vida da população e sobre o equilíbrio ambiental da área.

Assim, os conflitos existentes entre o crescimento urbano e a conservação hídrica necessitam de interpretação sistêmica do processo de gestão, determinado por amplas relações em termos espaciais e cronológicos, envolvendo aspectos culturais, sociais, econômicos, políticos e ambientais, pois a cidade e o fenômeno urbano constituem uma rede de componentes entrelaçados a um só tempo – humanos e naturais, reais e fictícios, mecânicos e orgânicos (SWYNGEDOUW, 2001), em um contexto de ética para o desenvolvimento sustentável (ACSELRAD, 2001).

Ressalta-se que a simples proteção ambiental não garante adequado nível de qualidade para o meio. Deve-se atentar para áreas que necessitam de recuperação, tanto natural quanto induzida, e para a continuidade do processo de planejamento e gestão urbana considerada na sua totalidade para o alcance de



resultados efetivos, associando a estas medidas, a otimização da infra-estrutura de saneamento, a promoção de práticas conservacionistas em áreas rurais, a valorização de programas de inclusão social e a reestruturação de áreas com ocupações irregulares, além da efetivação de programas de conscientização e educação ambiental (LARA; TOSIN, 2003).

Diante do exposto, na Figura 41 são apresentados os principais fatores que influenciam a qualidade hídrica e paisagística, assim como os instrumentos de planejamento e gestão aplicados ou aplicáveis na área de estudo e suas ferramentas, dentre os quais destacam-se:

- a) plano diretor municipal – atualmente embasado no Estatuto da Cidade (Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001), tendo como objetivos principais: garantir o direito a cidades sustentáveis; planejar o seu desenvolvimento; ordenar e controlar o uso e ocupação do solo; e proteger e recuperar o ambiente natural e construído. Para que estes objetivos sejam alcançados, o plano diretor tem como ferramentas o zoneamento de uso e ocupação do solo e os instrumentos previstos por aquele estatuto;
- b) plano de desenvolvimento integrado regional – tem por objetivo estabelecer as diretrizes metropolitanas, abordando aspectos físico-territoriais, ambientais e socioeconômicos.

O planejamento ambiental possui foco mais específico, como, por exemplo, o planejamento e gestão de unidades de conservação, tendo como principal ferramenta o plano de manejo e seus instrumentos, a exemplo do zoneamento e da estruturação de programas, projetos e ações.

Mais especificamente, a gestão dos recursos hídricos adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, focando principalmente a preservação e manutenção da qualidade e quantidade da água, bem como o monitoramento destas condições, além de abordar questões relativas à outorga e aos uso múltiplos dos recursos hídricos.

Por fim a Agenda 21 caracteriza-se como um plano estratégico para o desenvolvimento sustentável, envolvendo a esfera governamental e a sociedade civil organizada (MMA, 2005).



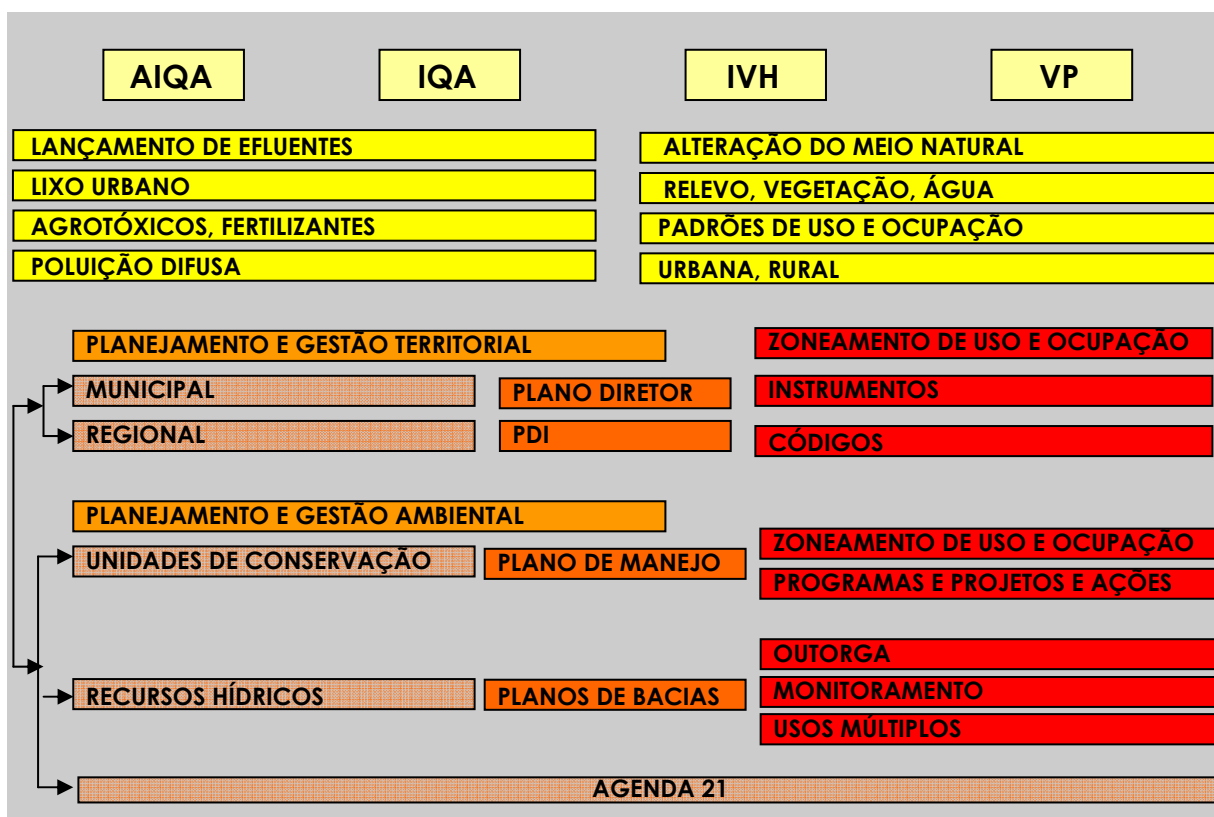


FIGURA 41:
ORGANOGRAMA DOS FATORES COM INFLUÊNCIA NA QUALIDADE HÍDRICA E PAISAGÍSTICA E DOS PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO
Fonte: elaborada a partir do referencial teórico.

Assim, conclui-se que a interação entre políticas e programas nacionais, regionais e municipais, associadas a um processo constante de avaliação e monitoramento para verificação da eficácia das ações propostas, além da integração entre a gestão territorial e ambiental, ou seja, entre planos diretores municipais, gestão de unidades de conservação, Agenda 21 e políticas de recursos hídricos, é fator decisivo para preservação, conservação e recuperação da qualidade paisagística, ambiental e hídrica (HARDT; HARDT, 2007a).





5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir dos recortes temáticos sobre paisagem, mananciais, qualidade hídrica, planejamento e gestão, a estruturação do referencial teórico, com base em fundamentos conceituais e metodológicos, permitiu a seleção dos métodos de avaliação da qualidade paisagística e dos fatores com interferência nos padrões qualitativos da água, assim como dos indicadores para o seu monitoramento.

Tais fundamentos também propiciaram a formulação de subsídios para o planejamento e gestão urbana, regional e ambiental, sendo ressaltada a importância da sua integração, principalmente com relação a áreas de mananciais de abastecimento de água.

Pela análise geomorfométrica das seções das quinze sub-bacias estudadas, verifica-se que estas são similares ao nível de 75%, o que permite concluir-se pela assertiva de que os fatores físicos não constituem as variáveis principais a serem consideradas para a explicação das alterações nos graus de qualidade das suas águas.

A caracterização dos usos do solo registra aumento significativo das áreas urbanizadas entre 1994 e 2000, especialmente na região contribuinte do ponto AI39 – rio do Meio –, com variação de 13% para 50% no período. Também se observa a redução de espaços com solos expostos e agricultura (65%) e o incremento de cobertura florestal (18%) entre 2000 e 2006.

A análise da paisagem indica níveis mais elevados de qualidade para as sub-bacias dos pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro, P04 – rio Iraizinho próximo a serra, P05 – rio Piraquara próximo a barragem – e P06 – rio Piraquara próximo a serra, localizadas em regiões com maiores declividades, próximas aos reservatórios d'água e com baixa interferência antrópica.



As áreas com reduzida qualidade da paisagem (vinculadas aos pontos AI01 – rio Iraí, AI17 – subsistema do rio Iraí, AI39 – rio do Meio, AI45 – rio Currealinho – e AI48 – rio Itaqui próximo a foz) concentram-se na porção oeste do município, caracterizadas por terrenos mais planos e por espaços urbanizados, sendo a região do Guarituba, onde se assenta a grande maioria das ocupações irregulares de Piraquara, a porção com pior qualidade paisagística.

Pela análise temporal da qualidade da paisagem, verifica-se tendência de redução entre 1994 e 2000 e de pequena elevação entre 2000 e 2006. Por meio da Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA), diagnostica-se melhora entre 1994 e 2000; porém, percebe-se regressão a partir de 2000, fato que pode estar associado tanto à insuficiência da infra-estrutura de coleta e de sistemas de tratamento de esgoto nas áreas urbanas quanto à necessidade de fiscalização e conscientização em relação às práticas agrícolas utilizadas.

Quando comparados os resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e do Indicador do Valor de Hábitat (IVH) com os resultados obtidos pela AIQA para o ano de 2006, denota-se algumas variações quanto às sub-bacias com melhor ou pior qualidade. Porém, o ponto AI17 – subsistema do rio Iraí – assume a condição de mais reduzida qualidade pelas três metodologias adotadas, enquanto o ponto P04 – rio Iraizinho próximo a serra – é considerado o de melhor padrão qualitativo.

Pela análise espacial comparativa entre os dados da qualidade paisagística e hídrica, constata-se que as sub-bacias com pior qualidade em ambas as situações são as referentes aos pontos AI17 – subsistema do rio Iraí, AI39 – rio do Meio – e AI48 – rio Itaqui próximo a foz. As áreas contribuintes dos pontos P01 – rio Iraizinho próximo a nascente, P02 – rio Iraizinho próximo a estrada de ferro – e P05 – rio Piraquara próximo a barragem – são classificados como de alta qualidade.

Pelos modelos de regressão formulados, comprova-se a relação existente entre a qualidade hídrica e paisagística no município de Piraquara, pois o valor médio da qualidade da paisagem e a variável Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) explicam 80% das variações do IQA. Considerando-se o IVH e os usos do solo, tem-se o coeficiente de determinação de 0,7836, o que indica que o hábitat das comunidades aquáticas e as florestas explicam cerca de 78% das variações do IQA. Por fim, verifica-se que a qualidade da paisagem e o IVH esclarecem 79% das variações do IQA.



Diante do exposto, conclui-se que cerca de 80% da variação da qualidade da água no município de Piraquara pode ser explicada pela qualidade da paisagem aliada a DBO ou ao IVH, confirmando a hipótese formulada para esta pesquisa.

Porém, cabe ressaltar que esses resultados específicos referem-se à área de estudo, não podendo ser generalizados para outras regiões, pois, para isso, seriam necessários estudos mais aprofundados e direcionados às peculiaridades de cada bacia hidrográfica. Todavia, os procedimentos adotados podem ser genericamente aplicados para pesquisas em outras bacias.

Tem-se, portanto, o alcance dos objetivos específicos da pesquisa, com desenvolvimento do ensaio metodológico para a avaliação temporal e espacial da qualidade hídrica e paisagística, apoiado no estudo de caso sobre o município de Piraquara.

Os procedimentos metodológicos desenvolvidos sobre as quinze sub-bacias estudadas – nove delas referentes aos pontos de monitoramento hídrico do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), abrangendo áreas do município de Piraquara – e seis complementares, selecionadas por estarem totalmente inseridas no território municipal e localizadas em regiões com poucas interferências antrópicas, mostraram-se suficientes para as análises pretendidas.

Ressalta-se que os estudos referentes aos usos do solo, à geomorfologia e à qualidade da paisagem restringiram-se apenas ao município de Piraquara; portanto, não é possível determinar que a qualidade da água dos pontos AI01 – rio Iraí, AI17 – subsistema do rio Irai, AI22 – rio Itaqui próximo a BR 277, AI45 – rio Currealinho – e AI48 – rio Itaqui próximo a foz – seja reflexo da qualidade paisagística ou da utilização do território deste município, pois suas sub-bacias compreendem áreas de outras unidades federativas.

Como a classificação dos usos do solo foi realizada com base em imagens de satélite, algumas classes podem ter sido agregadas devido à grande proximidade das respostas espectrais contidas. Outro fator a ser destacado consiste na utilização de imagens de satélites diferentes – LandsAT, para os anos de 1994 e 2000, e CEBERS, para o ano de 2006, o que pode ter gerado alterações quanto à determinação das tipologias de uso do solo.



Por representar uma avaliação qualitativa apoiada em interpretação visual, o IVH é um indicador de fácil obtenção, pois não implica em custos elevados; entretanto, destaca-se a importância do treinamento de pessoal para adequada aplicação da metodologia.

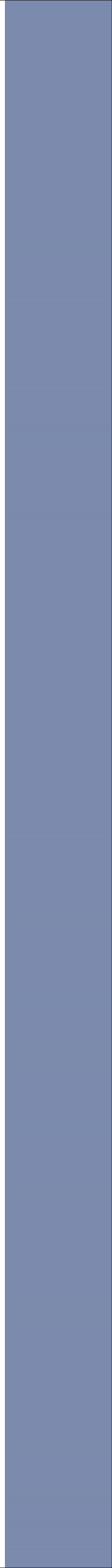
O estudo da qualidade da paisagem destaca-se como procedimento efetivo para o monitoramento espacial das bacias, assim como ferramenta auxiliar para a tomada de decisões, principalmente no âmbito do planejamento físico-territorial.

O enfoque metodológico proposto neste estudo reforça a relevância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, assim como agrega os estudos da qualidade da paisagem e as análises do IVH como alternativas importantes para a gestão urbana e ambiental, principalmente em áreas de mananciais hídricos, onde a preservação e conservação dos recursos naturais são imprescindíveis.

Outro ponto relevante consiste na integração entre o planejamento e gestão municipal, intermunicipal e regional, uma vez que a manutenção da qualidade da água em Piraquara não depende exclusivamente da gestão deste município, mas de políticas conjuntas para a região metropolitana de Curitiba, essencialmente.

Por fim, recomenda-se que estudos semelhantes sejam realizados considerando a bacia do Alto Iguaçu como um todo, ou em outras bacias hidrográficas, como ferramenta de apoio à tomada de decisões nos processos de planejamento e gestão, especialmente no contexto territorial e ambiental, com destaque para as questões relacionadas aos recursos hídricos.





REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. Sentidos da sustentabilidade urbana. In: ACSELRAD, H. (Org). A duração das cidades: sustentabilidade e risco das políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. p.27-55.

AISSE, M. M.; BOLLMANN, H. A.; GARCIAS, C. M. **Sustentabilidade urbana e gestão das águas**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná / Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, 2003. Disponível em: <http://www.pucpr.br/educacao/academico/mestrado/mestrado_gestao/seminario/arquivos/sustentabilidade_urbana_gesto_aguas.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2005.

ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais e de abastecimento, Marília – SP. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n.6, p.749-751, 2002.

ANDREOLI, C. V; HOPPEN, C.; PEGORINI, E. S.; DALARMI, O. A crise da água e os mananciais de abastecimento. In: ANDREOLI, C. V. (Org.). **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná; Financiadora de Estudos e Projetos, 2003. p.33–84.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN J.; SNYDER B. D.; STRIBLING J. B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2.ed. Washington U. S. Environmental Protection Agency (EPA)/ Office of Water, 1999. Disponível em: <<http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/>>. Acesso em: 30 abr. 2006.

BASSOI, L, J.; GUAZELLI, M. R. Controle ambiental da água. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. (Eds.). **Curso de gestão ambiental**. 1.ed. Barueri: Manole, 2004. p.53-100.

BENAKOUCHE, R.; CRUZ, R. S. **Avaliação monetária do meio ambiente**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994.



BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971. (Caderno de Ciências da Terra, 13).

BOLLMANN, H. A. Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas. In: ANDREOLI, C. V. (Org.). **Mananciais de abastecimento**: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná; Financiadora de Estudos e Projetos, 2003a. p.267-316.

BOLLMANN, H. A. **Relação entre a densidade populacional e parâmetros da qualidade das águas superficiais em bacias hidrográficas urbanas**. 2003. 145f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos) – Instituto de Pesquisa Hidráulica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003b.

BOLLMANN, H. A.; CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Orgs.). **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná, Financiadora de Estudos e Projetos, 2005. p.213-270.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente (1981). Lei Federal N° 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938.htm>>. Acesso em : 7 jun. 2006.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 05 de outubro de 1988. Organização do texto por Juarez de Oliveira. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC: Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf>>. Acesso em : 7 jun. 2006.

BRASIL. Estatuto da Cidade: 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, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 7 jun. 2006.



CAMPBELL, D.T; STANLEY, J. C. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa** (Tradução de Renato Alberto T. di Dio). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp, 1979.

CARNEIRO, C.; PEGORINI, E. S.; ANDREOLI, C. V. Introdução. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Orgs.). **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná, 2005. p.25-44.

CDCC – Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo – São Carlos. **Informações ambientais sobre os parâmetros do kit de análise de água**: São Paulo, 2007. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt9.html#nitro>. Acesso em: 15 maio 2007.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de qualidade das águas**. São Paulo, s.d. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/indice_jap_iqa.asp>. Acesso em: 20 mai. 2006.

CHIAVENATO, I. **Administração**: teoria, processo e prática. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COELHO, A. C. C.; HARDT, L. P. A.; FERNANDES, C. V. S. Agregação de novas variáveis ao processo de planejamento urbano e regional sob a perspectiva de gestão dos recursos hídricos. In: International Congress on Environmental Planning and Management: Environmental Challenges of Urbanization, 1, Brasília, 2005. **Proceedings...** Brasília, 2005. p.1-20.

COELHO, A. C. P. **Agregação de novas variáveis ao processo de planejamento urbano e regional sob a perspectiva de gestão dos recursos hídricos**. 2004. 251f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

COELHO NETTO, A.L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B., (Eds). **Geomorfologia**: uma atualização de base e conceitos. 2. ed., Rio de Janeiro: Bertrand, 1998. p.93-148.



COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Unidade Territorial de Planejamento do Itaqui**. Curitiba, 1999.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Unidade Territorial de Planejamento do Guarituba**. Curitiba, 1999.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba; COBRAPE/SOGREAH – Consórcio Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos / Sociéte Grenobleise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques. **Plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2002.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Guarituba: plano de desenvolvimento social urbano**. Curitiba, 2005.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2007.

CONSILIU Projetos e Consultoria; PARANÁSAN – Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná. **Plano Diretor de Piraquara**. Curitiba, 2005.

CONSÓRCIO PARANÁSAN – Projeto de Saneamento Ambiental do Paraná. **Barragem Piraquara II: estudo de impacto ambiental**. Curitiba, 2000.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: Instituto de Geociências - IG / Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1999.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

FORTES, O. F. Gestão ambiental urbana. s.d. In: UNILIVRE – Universidade Livre do Meio Ambiente. **Banco de textos sobre desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://www.unilivre.org.br/banco_de_dados/textos/Forum/gestao.htm>. Acesso em: 20 ago. 2005.



FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2001.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F.A.R; ROCHA, L.A. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystems Health Management**, v.3, p.545-552, 2000.

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

GLCF – Global Land Cover Facility. **Imagem de Satélite LandsAT TM 5**: órbita 220 ponto 78 de 18 de julho de 1994. Disponível em: <<http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>>. Acesso em: 15 jan. 2006.

GLCF – Global Land Cover Facility. **Imagem de Satélite LandsAT ETM+ 7**: órbita 220 ponto 78 de 05 de julho de 2000. Disponível em: <<http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>>. Acesso em: 15 jan. 2006.

GOMES, E. **Paisagem, imaginário e espaço**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

GROSTEIN, M. D. MetrÓpole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. **São Paulo em Perspectiva**, v.15, n.1, p.13-19, jan./mar. 2001.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1998.

GUIMARÃES, J. L. B. **Relação entre a ocupação do solo e o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do rio Pequeno**: São José dos Pinhais – PR. 2000. 205f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

HARDT, C. **Gestão metropolitana**: conseqüências dos paradigmas das políticas públicas na qualidade ambiental do Compartimento Leste Regional da Região Metropolitana de Curitiba. 2004. 313f. Tese. (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.



HARDT, L. P. A. **Subsídios à gestão da qualidade da paisagem urbana:** aplicação a Curitiba – PR. 2000. 323f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

HARDT, L. P. A. Ecologia da paisagem: fundamentos à gestão do espaço urbano. **Olam Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, v.4, n.1, p.597-612, 2004.

HARDT, L. P. A. Gestão do desenvolvimento metropolitano sustentável. In: SILVA, C. A. da; FREIRE, D. G.; OLIVEIRA, F. J. da. (Org.). **Metrópole:** governo, sociedade e território. 1 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006. p.137-149.

HARDT, L. P. A.; HARDT, C. Subsídios à formulação de políticas de gestão do desenvolvimento metropolitano sustentável. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS, 2., 2004, Indaiatuba. **Anais...** Indaiatuba: 2004. p.1-14.

HARDT, L. P. A.; HARDT, C. Reflexões sobre políticas ambientais e urbanas no âmbito do planejamento e gestão de unidades de conservação. In: ORTH, D. M.; DEBETIR, E. (Orgs.). **Unidades de conservação:** gestão e conflitos. 1.ed. Florianópolis: Insular, 2007a. p.111-135.

HARDT, L. ; HARDT, C. . Avaliação da qualidade da paisagem como fundamento à gestão urbana e regional: estudo de caso em Piraquara, Paraná, Brasil. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, 2007, Florianópolis. **Proceedings...** 2007b. p.5301-5309.

HARDT, L. P. A.; HARDT, C., OBA, L. T. **Planejamento do desenvolvimento urbano sustentável.** Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, 2003. Disponível em: <http://www.pucpr.br/educacao/academico/mestrado/mestrado_gestao/seminario/arquivos/planejamento_desenvolvimento_sustentavel_urbano.pdf> Acesso em: 12 ago. 2005.

IGNÁCIO, C. F. (Coord.). **Guia para elaboración de estudios del meio físico:** contenido y metodología. 2.ed. Madrid: Centro de Estudios de Orientación del Territorio y Medio Ambiente, 1984. (Serie Manuales, 3)

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.



IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Dados do monitoramento da qualidade da água:** pontos AI 01, AI 16, AI 17, AI 22, AI 39, AI 41, AI 43, AI 43, AI 45 e AI 48 no período entre 1994 e 2006. Curitiba, 2007.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. **Levantamento fotográfico das estações de amostragem.** Curitiba: s.d. Disponível em: < www.pr.gov.br/.../iap/rios/Sub1>. Acesso em: 10 abr. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico – 2000.** Rio de Janeiro, 2000.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagem de Satélite CEBERS 2:** 156 128 e 156-129 de 19/07/2006. Disponível em: <www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 15 jan. 2007.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico. **Caderno Estatístico do Município de Piraquara.** Curitiba, 2007.

JACOBS, A. G. **O uso dos Mananciais da R M Curitiba.** A ocupação do espaço físico da bacia do Altíssimo Iguaçu. In: ANDREOLI, C. V. (Org.). **Mananciais de abastecimento:** planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná; Financiadora de Estudos e Projetos, 2003. p.33–84.

JORDANA, J. C. **Introducción al paisaje:** metodologias de valoración. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; Universidad de Cantábria, 1992. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná).

LACERDA, N.; ZANCHETI, S. M. e DINIZ, F. **Planejamento metropolitano:** uma proposta de conservação urbana e territorial. EURE (Santiago). 2000, vol.26, nº .79, p.77-94. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025071612000007900005&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 10 abr. 2005.



LARA, A. I. Plano de gestão e manejo em áreas de mananciais. In: ANDREOLI, C. V. (Org.). **Mananciais de abastecimento**: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná, Financiadora de Estudos e Projetos, 2003. p.385-399.

LARA, A. I; TOSIN, P. C. Ações para o manejo e gerenciamento de mananciais. In: ANDREOLI, C. V. (Org.). **Mananciais de abastecimento**: planejamento e gestão – estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná; Financiadora de Estudos e Projetos, 2003. p.401-426.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder. Petrópolis, RJ: Vozes / Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2001.

LEITE, M. A. F. P. Fundamentação geográfica ao paisagismo regional. **Paisagem e Ambiente**: ensaios, São Paulo, Universidade de São Paulo / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, n.3, p.125-134, 1989.

LEITE, M. A. F. P. Natureza e participação social: uma nova estética para o desenho urbano. In: PASAVENTO, S. J.; SOUZA, C. F. de (Org.). **Imagens urbanas**: os diversos olhares na formação do imaginário urbano. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. p.239-247.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LIMA, W. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo, 1986.

MACEDO, S. S. Paisagismo e paisagem: introduzindo questões. **Paisagem e Ambiente**: ensaios, São Paulo, Universidade de São Paulo / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, n.5, p.49-60, 1994.

MARICATO, E. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (Orgs.). **A cidade do pensamento único**: desmanchando consensos. Petrópolis: Vozes, 2000. p.121-192.

MARICATO, E. Dimensões da tragédia urbana. **Comciência**, São Paulo, mar. 2002. (Seção Cidades) Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 03 ago. 2005.



MARQUES, R.; SOUZA, L. C. Matas ciliares e áreas de recarga hídrica. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Orgs.). **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná; Financiadora de Estudos e Projetos, 2005. p.159-188.

MENDES, C. A. B. Integração de modelos hidrológicos e sistemas de informações geográficas: fundamentos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.48-66, 1996.

MENDES, C. A. B. ; CIRILO, J. A. . **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. 1. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001.

MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo da estratégia**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MMA – Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Passo a passo da Agenda 21 local**. Brasília, 2005.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Revista Agenda 21: Brasil sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Local, s.d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=604>>. Acesso em: 07 jun. 2007.

MORENO, J. **Análise da organização e dinâmica das condições ambientais e urbanas face a uma nova ordem econômica: Piracicaba e seu entorno**. 2000. 233f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1999.

ODUM, E. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OLIVEIRA, I. C. E. **Estatuto da Cidade: para compreender**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, Área de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2001.



PARANÁ. Lei Estadual Nº 12.248, de 31 de julho de 1998. Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 out. 1998. Disponível em: <<http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas.nsf/319b106715f69a4b03256efc00601826/01891a1c2ab941ce03256e99006880f0?OpenDocument>>. Acesso em: 15 jun. 2006.

PAULO, E.; CORRAR, L. J. ; e DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada**: para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PELLIZZARO, P. C. **Levantamento fotográfico de pontos monitorados para análise da relação entre qualidade hídrica e paisagística no município de Piraquara**. Piraquara, 2006.

PEGORINI, E. S.; CARNEIRO C.; ANDREOLI, C. V. Mananciais de abastecimento público. In: ANDREOLI, C. V; CARNEIRO, C. (Orgs.). **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná; Financiadora de Estudos e Projetos, 2005. p. 45-82.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R. Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Org.). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades**. 1.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. p.361-376.

REZENDE, D. A.; OLIVEIRA, T. S. M. DE. A relevância da teoria NPM para contribuir com a sustentabilidade ambiental das cidades.. In: II Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas, 2004. p.180-196.

REZENDE, D. A. **Planejamento de informações públicas municipais**: guia para planejar sistemas de informação, informática e governo eletrônico nas prefeituras e cidades. São Paulo: Atlas, 2005.

ROCHA, C. H. **Ecologia da paisagem e manejo sustentável em bacias hidrográficas**: estudo do rio São Jorge nos Campos Gerais do Paraná. 1994. 176f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.



RODRIGUEZ, J. M. M. Desenvolvimento sustentável: níveis conceituais e modelos. In: RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Desenvolvimento local sustentável**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2001.

ROLNIK, R.; SAULE, N. (Orgs.). **Estatuto da Cidade**: guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Brasília: Pólis; Caixa Econômica Federal; Câmara dos Deputados – Coordenação de Publicações, 2002.

ROLNIK, R. **Estatuto da Cidade**: instrumento para as cidades que sonham crescer com justiça e beleza. Local, 2003. Disponível em: <<http://www.estatutodacidade.org.br/estatuto/artigo1.html>>. Acesso em: 15 jun. 2007.

RUSSELL, W.E.; JORDAN, J.K.. Ecological classification system for classifying land capability in Midwestern and northeastern U.S. national forests. In: **Proceedings of the symposium**: Ecological Land Classification – applications to identify the productive potential of southern forests. Ashville: United States. Department of Agriculture, Forest Service Gen. Tech., 1991.Report SE-68.

SANTOS, A. R. dos. **Metodologia científica**: a construção do conhecimento. 5.ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. 5.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.

SHORTLE, J. S.; ABLER, D. G.; RIBAUDO, M. Agriculture and water quality: the issues. In: **Environmental policies for agricultural pollution control**. CABI Publishing, p.1-18, 2001. Disponível em: <<http://193.43.36.27/servlet/CDSServlet?status=ND0xMjMzLjk3NTc4JjY9ZW4mMzM9ZG9jdW1lbnRzJmM3PWluZm8~>>. Acesso em: 17 maio 2006.

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Levantamento aerofotogramétrico e cartográfico da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu**. Curitiba, 2000. Fotos aéreas. Escala: 1:10.000. Fx 28.

SWYNGEDOUW, E. A cidade como um híbrido: natureza, sociedade, e "urbanização-cyborg". In: ACSELRAD, H. (Org). **A duração das cidades**: sustentabilidade e risco das políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.. p.83-104.



TONELLO, K. C.; DIAS H. C. T.; SOUZA A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

TOWNSEND, C.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO. NETTO, O. M. **Cenários da gestão da água no Brasil**: uma contribuição para a "visão mundial da água". Salvador, 2003. Disponível em: <<http://www.profrios.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html>>. Acesso em: 10 jan. 2005.

ULTRAMARI, C. Origens de uma política urbano-ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, n.3, p.65-78, jan./jun. 2001.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. Gestão da bacia hidrográfica do rio Paraíba. Campinas: Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/nea/Gestao_Bacia/index.html>. Acesso em: 10 maio 2007.

YORI, C. M. **Ciudad y sustentabilidad**: marco general y descripción de la problemática. Bogotá: Universidad Piloto de Colômbia – Facultad de Arquitectura y Artes, 2004.





ANEXOS



ANEXO A
RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E
ECOTOXICOLÓGICAS DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO INSTITUTO
AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP)



VARIÁVEIS	AI 01													
	DADOS 1994				DADOS 2000				DADOS 2006					
Condutividade	64,00	42,00	44,00	68,00	64,00	48,00	78,00	46,00	85,00	7,80	76,00	55,00	84,00	90,00
Oxigênio dissolvido	5,80	7,70	6,90	7,10	6,90	6,40	5,90	7,90	6,60	7,20	2,00	7,70	4,40	2,90
Saturação de O2	58,00	88,00	79,00	76,00	77,00	78,00	72,00	85,00	70,00	92,00	25,00	92,00	50,00	37,00
pH	7,10	7,40	7,00	6,90	7,10	6,90	-	7,00	6,80	6,80	6,50	7,20	6,85	7,80
Temperatura da água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,70	19,30	18,00	21,10
Temperatura do ar	24,00	22,00	26,00	18,30	17,50	26,00	24,00	16,00	27,00	25,00	22,60	21,00	19,00	23,00
Alcalinidade total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DBO	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00	2,10	4,60	8,00	5,20	6,00	22,00
DQO	19,00	10,00	10,00	10,00	5,00	10,00	16,00	12,00	18,00	12,00	26,00	26,00	27,00	7,00
Dureza total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,00	14,00	24,00	34,00
Fósforo total	0,08	0,03	0,06	0,09	0,07	0,05	0,11	0,07	0,09	0,23	0,19	0,09	0,19	0,25
Nitrato	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,09	0,02	0,03	0,04	0,06
Nitrato	0,58	0,38	0,33	0,82	0,50	0,31	0,19	0,34	0,43	0,90	0,15	0,17	0,34	0,19
Nitrogênio amoniacal	0,45	0,18	0,75	0,36	0,40	0,28	0,51	0,36	0,63	0,69	0,99	0,31	0,85	0,64
Nitrogênio kjeldahl	0,77	0,22	0,77	0,67	0,78	0,47	1,47	1,46	0,75	1,65	2,90	1,40	2,40	2,90
Sólidos totais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126,00	30,00	90,00	135,00
Sólidos suspensos	-	-	-	-	-	-	8,00	6,00	-	-	24,00	2,00	14,00	29,00
Turbidez	14,00	8,10	5,00	8,40	10,00	12,00	7,00	8,00	10,00	14,00	32,00	8,00	15,00	50,00
E. coli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130,000,00	80,000,00	5,000,00	240,000,00
Coliformes fecais	1,300,00	1,100,00	700,00	5,000,00	1,700,00	800,00	5,000,00	300,00	11,000,00	100,00	-	-	-	-
Coliformes totais	5,600,00	8,000,00	2,900,00	23,000,00	3,400,00	800,00	30,000,00	2,200,00	30,000,00	200,00	130,000,00	80,000,00	50,000,00	240,000,00
Toxicidade aguda D. magna	-	4,00	1,00	2,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00



VARIÁVEIS	A116													
	DADOS 1994				DADOS 2000				DADOS 2006					
Condutividade	34,00	31,00	30,00	37,00	40,00	36,00	26,00	26,00	28,00	-	34,00	40,00	46,00	35,00
Oxigênio dissolvido	7,50	7,90	9,80	8,90	7,60	7,20	7,90	8,40	9,50	7,70	5,00	8,10	7,20	7,50
Saturação de O ₂	90,00	94,00	95,00	94,00	84,00	84,00	94,00	90,00	105,00	93,00	60,00	97,00	66,00	90,00
pH	7,20	8,10	6,70	7,20	7,10	6,90	-	6,90	6,70	-	6,60	6,90	7,50	6,60
Temperatura da água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,70	18,70	17,50	20,30
Temperatura do ar	26,00	24,00	16,00	26,50	15,50	21,00	24,00	16,50	19,00	22,00	22,60	26,00	17,00	21,00
Alcalinidade total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DBO	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	3,00	1,00	<1,00	4,00	5,00	<2	2,60	2,00
DQO	9,00	8,00	11,00	9,00	8,00	10,00	5,00	8,00	7,30	13,00	21,00	<2	20,00	23,00
Dureza total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,00	12,00	17,00	23,00
Fósforo total	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,06	0,08
Nitrato	<0,002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	<0,002	0,00	0,00	<0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Nitrato	0,09	0,11	0,14	0,12	0,17	0,12	0,16	0,18	0,24	0,16	0,16	0,23	0,20	0,06
Nitrogênio amoniacal	0,20	0,13	0,10	0,11	0,30	0,25	0,11	0,09	0,05	0,07	0,07	0,04	0,03	0,06
Nitrogênio kjeldhal	0,48	0,28	0,19	0,26	0,51	0,54	0,24	0,39	0,41	0,82	0,52	0,34	0,31	0,66
Sólidos totais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125,00	28,00	60,00	185,00
Sólidos suspensos	-	-	-	-	-	-	10,00	6,00	-	-	13,00	7,00	10,00	82,00
Turbidez	10,00	17,00	4,50	3,70	9,00	14,00	7,00	7,00	5,00	10,00	36,00	20,00	10,00	25,00
E. coli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,000,00	5,000,00	2,300,00	17,000,00
Coliformes fecais	100,00	100,00	130,00	20,00	6,00	13,00	1,100,00	500,00	800,00	140,00	-	-	-	-
Coliformes totais	1,500,00	500,00	2,300,00	230,00	3,000,00	28,000,00	8,000,00	3,000,00	800,00	270,00	30,000,00	8,000,00	3,000,00	30,000,00
Toxicidade aguda D. magna	-	1,00	2,00	1,00	-	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00



VARIÁVEIS	A117															
	DADOS 1994					DADOS 2000					DADOS 2006					
	100,00	71,00	77,00	90,00	119,00	88,00	56,00	100,00	153,00	126,00	-	120,00	226,00	247,00	286,00	42,00
Condutividade	5,80	7,70	6,80	8,00	5,00	6,30	7,80	6,40	6,70	8,90	-	6,00	3,50	4,30	2,90	4,50
Oxigênio dissolvido	70,00	88,00	79,00	86,00	57,00	73,00	92,00	77,00	73,00	99,00	-	77,00	44,00	52,00	32,00	56,00
Saturação de O2	7,20	7,30	7,10	7,10	7,30	7,10	7,40	-	7,00	7,30	-	7,00	7,20	7,30	7,28	7,20
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,00	19,10	19,80	21,00
Temperatura da água	26,00	23,00	25,80	18,50	17,50	22,50	21,50	23,00	16,50	28,00	-	28,00	22,50	21,50	20,80	22,80
Temperatura do ar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade total	5,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	6,00	3,90	4,00	-	8,40	2,40	20,00	17,00	10,00
DBO	16,00	9,00	16,00	12,00	9,00	17,00	18,00	12,00	17,00	15,00	-	15,00	8,20	78,00	32,00	27,00
DQO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82,00	64,00	135,00	79,00
Dureza total	0,14	0,10	0,11	0,18	0,24	0,13	0,55	0,34	0,27	0,32	-	0,29	0,60	1,20	0,92	0,31
Fósforo total	0,05	0,04	0,06	0,04	0,01	0,04	0,04	0,04	0,11	0,03	-	0,19	0,12	0,01	0,01	0,15
Nitrato	0,39	0,40	0,58	0,56	<0,05	0,65	0,36	0,33	1,18	0,48	-	0,73	0,36	0,14	0,28	0,61
Nitrogênio amoniacal	1,93	0,53	0,38	0,94	1,67	0,60	2,35	1,08	1,16	1,66	-	2,91	3,80	6,80	5,90	1,80
Nitrogênio kjeldhal	2,37	1,05	1,27	1,42	2,83	0,65	6,49	2,04	5,47	2,58	-	6,08	8,40	15,00	8,90	1,80
Sólidos totais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176,00	230,00	217,00	229,00
Sólidos suspensos	-	-	-	-	-	-	10,00	9,00	42,00	-	-	-	33,00	49,00	24,00	11,00
Turbidez	13,00	8,60	6,60	19,00	15,00	12,00	6,00	6,00	34,00	10,00	-	10,00	60,00	72,00	20,00	60,00
E. coli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,000,000,00	1,300,000,00	500,000,00	2,400,000,00
Coliformes fecais	20,000,00	30,000,00	-	110,000,00	20,000,00	27,200,00	30,000,00	80,000,00	-	30,000,00	-	70,000,00	-	-	-	-
Coliformes totais	20,000,00	80,000,00	-	300,000,00	20,000,00	78,000,00	170,000,00	300,000,00	999,999,00	280,000,00	-	170,000,00	3,000,000,00	1,700,000,00	500,000,00	1,300,000,00
Toxicidade aguda D. magna	-	2,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00



VARIÁVEIS	A122															
	DADOS 1994				DADOS 2000				DADOS 2006							
Condutividade	31,00	35,00	40,00	43,00	54,00	42,00	90,00	38,00	56,00	67,00	62,00	46,00	51,00	69,00	63,00	49,00
Oxigênio dissolvido	6,50	7,80	9,20	8,50	7,70	7,00	3,60	7,20	8,90	8,10	7,90	7,60	4,00	5,70	5,60	5,70
Saturação de O2	79,00	90,00	89,00	91,00	98,00	81,00	44,00	81,00	93,00	87,00	84,00	88,00	49,00	68,00	65,00	71,00
pH	6,80	7,20	6,60	6,90	7,00	7,00	6,80	7,00	6,70	6,70	6,90	6,80	6,50	6,70	7,00	6,70
Temperatura da água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,40	19,50	16,80	20,70
Temperatura do ar	24,00	22,10	16,00	26,50	29,00	26,00	23,50	21,00	17,00	16,00	24,00	21,50	20,00	27,50	15,00	22,50
Alcalinidade total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DBO	3,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	5,00	3,00	< 1,00	2,50	2,80	1,90	3,70	3,00	4,00	3,00
DQO	23,00	6,00	14,00	6,00	5,00	11,00	16,00	9,00	10,00	15,00	6,90	8,30	15,00	27,00	19,00	32,00
Dureza total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,00	16,00	18,00	33,00
Fósforo total	0,09	0,04	0,04	0,07	0,08	0,06	0,30	0,04	0,11	0,14	0,20	0,11	0,12	0,18	0,12	0,12
Nitrato	0,01	0,01	0,01	0,01	0,16	0,01	0,09	0,03	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,27	0,03	0,02
Nitrato	0,06	0,02	0,19	0,20	0,20	0,13	0,35	0,19	0,05	0,39	0,18	0,37	0,18	0,36	0,12	0,17
Nitrogênio amoniacal	0,29	0,22	0,34	0,41	0,40	0,42	2,02	0,81	0,47	0,28	1,00	0,57	0,37	1,20	0,35	0,38
Nitrogênio kjeldhal	0,80	0,22	0,40	0,51	1,06	0,61	2,99	1,80	0,74	0,77	3,02	2,00	1,20	2,30	1,00	0,95
Sólidos totais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,00	64,00	115,00	84,00
Sólidos suspensos	-	-	-	-	-	-	-	13,00	4,00	47,00	-	-	16,00	4,00	23,00	19,00
Turbidez	25,00	5,50	3,80	3,30	6,70	10,00	6,00	10,00	6,90	24,00	6,00	12,00	19,00	9,00	15,00	84,00
E. coli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	170,000,00	900,000,00	50,000,00	230,000,00
Coliformes fecais	-	8,000,00	17,000,00	8,000,00	50,000,00	6,400,00	-	40,000,00	13,000,00	-	17,000,00	-	-	-	-	-
Coliformes totais	-	30,000,00	30,000,00	30,000,00	80,000,00	28,400,00	999,999,00	500,000,00	30,000,00	999,999,00	900,000,00	300,000,00	500,000,00	1,600,000,00	110,000,00	230,000,00
Toxicidade aguda D. magna	-	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00



VARIÁVEIS	AI39											
	DADOS 1994			DADOS 2000				DADOS 2006				
Condutividade	42,00	28,00	265,00	-	95,00	67,00	59,00	121,00	139,00	60,00		
Oxigênio dissolvido	1,70	7,40	7,90	-	9,70	9,10	3,40	4,80	4,20	5,40		
Saturação de O2	21,00	85,00	91,00	-	100,00	102,00	50,00	60,00	54,00	68,00		
pH	6,40	6,40	7,50	-	6,90	6,80	6,50	7,20	7,10	6,70		
Temperatura da água	-	-	-	-	-	-	22,40	21,60	22,80	21,60		
Temperatura do ar	25,00	19,50	20,50	-	26,00	24,20	22,10	26,70	20,50	22,90		
Alcalinidade total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
DBO	2,00	1,00	3,00	-	1,70	2,00	5,00	7,00	11,00	4,00		
DQO	8,00	6,00	18,00	-	17,00	5,50	27,00	34,00	34,00	15,00		
Dureza total	-	-	-	-	-	-	21,00	33,00	78,00	27,00		
Fósforo total	<0,010	0,01	0,06	-	0,03	0,04	0,07	0,21	0,31	0,08		
Nitrito	<0,002	0,00	0,01	-	0,02	0,01	0,01	0,04	0,06	0,01		
Nitrato	<0,05	<0,05	3,56	-	1,37	0,99	0,09	0,34	1,59	0,09		
Nitrogênio amoniacal	0,19	0,24	0,17	-	0,13	0,11	0,19	3,80	2,40	0,16		
Nitrogênio kjeldhal	1,10	0,28	6,90	-	0,57	0,70	0,95	7,40	5,70	0,43		
Sólidos totais	-	-	-	-	-	-	125,00	70,00	104,00	89,00		
Sólidos suspensos	-	-	18,00	-	-	-	10,00	4,00	32,00	28,00		
Turbidez	2,30	2,30	18,00	-	15,00	15,00	25,00	17,00	30,00	10,00		
E. coli	-	-	-	-	-	-	500,000,00	1,600,000,00	800,000,00	130,000,00		
Coliformes fecais	170,00	2,00	40,00	-	-	-	-	-	-	-		
Coliformes totais	1,200,00	280,00	22,000,00	-	30,000,00	22,000,00	500,000,00	1,600,000,00	2,200,000,00	130,000,00		
Toxicidade aguda D. magna	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		



VARIÁVEIS	AI41											
	DADOS 1994			DADOS 2000						DADOS 2006		
Condutividade	33,00	35,00	31,00	26,00	25,00	34,00	-	31,00	39,00	47,70	36,00	
Oxigênio dissolvido	7,30	8,10	7,30	7,30	8,50	9,60	6,20	5,80	7,30	7,40	6,50	
Saturação de O2	87,00	89,00	89,00	87,00	92,00	105,00	78,00	70,00	88,00	84,00	80,00	
pH	7,20	7,00	6,60	-	6,70	6,80	-	6,50	6,90	6,97	6,80	
Temperatura da água	-	-	-	-	-	-	-	20,20	19,40	19,50	19,90	
Temperatura do ar	24,00	26,50	23,50	26,00	18,00	19,00	26,00	20,10	27,00	20,60	22,60	
Alcalinidade total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DBO	2,00	1,00	2,00	8,00	3,00	1,50	3,20	2,90	2,80	4,00	9,00	
DQO	9,00	4,00	3,00	5,00	9,00	8,10	18,00	13,00	6,60	19,00	30,00	
Dureza total	-	-	-	-	-	-	-	14,00	11,00	15,00	25,00	
Fósforo total	0,03	0,02	0,03	0,03	< 0,0005	0,08	0,06	0,02	0,06	0,04	0,12	
Nitrato	< 0,0002	0,00	0,02	0,03	0,00	< 0,0002	< 0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	
Nitrato	0,11	0,11	0,07	0,14	0,14	0,13	0,07	0,18	0,25	0,05	0,08	
Nitrogênio amoniacal	0,24	0,15	0,08	0,21	0,76	0,08	0,09	0,15	0,08	0,04	0,03	
Nitrogênio kjeldhal	0,52	0,37	0,42	0,25	0,83	0,21	0,35	0,65	0,49	0,36	0,34	
Sólidos totais	-	-	-	-	-	-	-	34,00	94,00	36,00	84,00	
Sólidos suspensos	-	-	-	8,00	6,00	-	12,00	7,00	27,00	8,00	10,00	
Turbidez	10,00	3,90	5,00	6,00	5,00	6,00	10,00	22,00	60,00	7,50	10,00	
E. coli	-	-	-	-	-	-	-	17,000,00	5,000,00	13,000,00	17,000,00	
Coliformes fecais	200,00	5,000,00	-	500,00	110,00	220,00	80,00	-	-	-	-	
Coliformes totais	2,300,00	5,000,00	5,000,00	13,000,00	1,700,00	500,00	2,300,00	30,000,00	5,000,00	17,000,00	50,000,00	
Toxicidade aguda D. magna	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	>2	1,00	1,00	1,00	



VARIÁVEIS	AI43											
	DADOS 1994			DADOS 2000			DADOS 2006					
Condutividade	48,00	150,00	65,00	62,00	173,00	54,00	78,00	111,00				
Oxigênio dissolvido	5,20	9,80	7,70	5,60	2,80	6,70	7,30	5,70				
Saturação de O2	65,00	106,00	85,00	71,00	34,00	82,00	89,00	67,00				
pH	6,90	7,20	6,90	6,70	7,00	7,30	7,50	6,80				
Temperatura da água	-	-	-	-	20,10	19,90	20,10	21,30				
Temperatura do ar	25,00	20,00	21,00	28,50	20,20	27,00	20,00	22,60				
Alcalinidade total	-	-	-	-	-	-	-	-				
DBO	2,00	1,00	1,00	2,30	7,00	2,00	3,60	9,00				
DQO	4,00	5,00	5,00	7,20	26,00	19,00	19,00	24,00				
Dureza total	-	-	-	-	54,00	18,00	34,00	36,00				
Fósforo total	<0,010	0,01	0,08	0,50	0,16	0,06	0,08	0,17				
Nitrato	< 0,002	0,00	0,02	0,01	0,08	0,11	0,02	0,10				
Nitrato	< 0,05	0,08	0,40	0,43	1,05	0,19	1,43	0,48				
Nitrogênio amoniacal	0,17	0,07	0,13	0,14	1,70	0,21	0,21	1,60				
Nitrogênio kjeldhal	0,43	0,15	0,28	0,88	3,70	0,68	0,77	3,30				
Sólidos totais	-	-	-	-	90,00	56,00	45,00	201,00				
Sólidos suspensos	-	-	4,00	10,00	21,00	10,40	25,00	20,00				
Turbidez	5,00	2,00	6,00	10,00	36,00	13,00	10,00	20,00				
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	80,000,00	280,000,00	70,000,00	300,000,00				
Coliformes fecais	500,00	28,000,00	5,000,00	-	-	-	-	-				
Coliformes totais	9,000,00	70,000,00	5,000,00	50,000,00	170,000,00	900,000,00	170,000,00	240,000,00				
Toxicidade aguda <i>D. magna</i>	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				



VARIÁVEIS	AI45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	DADOS 1994									DADOS 2000									DADOS 2006																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	36,00	33,00	36,00	35,00	41,00	37,00	45,00	49,00	58,00	54,00	41,00	-	70,00	52,00	7,80	8,70	8,20	9,10	8,30	7,80	8,10	9,40	8,60	9,50	9,10	7,10	7,90	7,20	95,00	98,00	92,00	97,00	92,00	91,00	96,00	103,00	89,00	99,00	96,00	96,00	88,00	94,00	88,00	7,00	8,00	7,10	6,80	7,10	6,90	6,90	-	6,80	6,90	6,70	-	7,10	6,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,80	19,90	26,50	24,70	23,50	19,50	15,50	21,00	22,50	16,00	15,00	19,00	23,10	28,00	19,50	22,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	< 1,00	1,30	2,60	1,30	2,20	2,00	4,00	6,00	16,00	9,00	8,00	8,00	10,00	5,00	6,00	16,00	4,90	9,50	9,50	16,00	16,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,00	19,00	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,12	0,04	0,12	0,02	0,05	0,09	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	< 0,002	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,21	0,20	0,28	0,31	0,30	0,12	0,34	0,07	0,39	0,36	0,39	0,36	0,48	0,15	0,03	0,13	0,05	0,10	0,10	0,34	0,28	0,06	0,09	0,07	0,15	0,19	0,06	0,12	0,42	0,17	0,36	0,22	0,37	0,39	0,67	0,38	0,84	0,36	0,76	1,06	0,42	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,00	128,00	-	-	-	-	-	-	-	12,00	178,00	-	-	-	10,00	29,00	14,00	12,00	7,00	6,10	29,00	12,00	14,00	8,00	120,00	18,00	15,00	26,00	15,00	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300,000,00	230,00	300,00	80,00	130,00	< 2	27,00	-	300,00	-	300,00	-	-	-	-	2,200,00	800,00	1,700,00	3,000,00	11,000,00	22,000,00	999,999,00	700,00	170,000,00	1,700,00	900,000,00	500,000,00	50,000,00	170,000,00	-	2,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Condutividade	36,00	33,00	36,00	35,00	41,00	37,00	45,00	49,00	58,00	54,00	41,00	-	70,00	52,00	7,80	8,70	8,20	9,10	8,30	7,80	8,10	9,40	8,60	9,50	9,10	7,10	7,90	7,20	95,00	98,00	92,00	97,00	92,00	91,00	96,00	103,00	89,00	99,00	96,00	96,00	88,00	94,00	88,00	7,00	8,00	7,10	6,80	7,10	6,90	6,90	-	6,80	6,90	6,70	-	7,10	6,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,80	19,90	26,50	24,70	23,50	19,50	15,50	21,00	22,50	16,00	15,00	19,00	23,10	28,00	19,50	22,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	< 1,00	1,30	2,60	1,30	2,20	2,00	4,00	6,00	16,00	9,00	8,00	8,00	10,00	5,00	6,00	16,00	4,90	9,50	9,50	16,00	16,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,00	19,00	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,12	0,04	0,12	0,02	0,05	0,09	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	< 0,002	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,21	0,20	0,28	0,31	0,30	0,12	0,34	0,07	0,39	0,36	0,39	0,36	0,48	0,15	0,03	0,13	0,05	0,10	0,10	0,34	0,28	0,06	0,09	0,07	0,15	0,19	0,06	0,12	0,42	0,17	0,36	0,22	0,37	0,39	0,67	0,38	0,84	0,36	0,76	1,06	0,42	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,00	128,00	-	-	-	-	-	-	-	12,00	178,00	-	-	-	10,00	29,00	14,00	12,00	7,00	6,10	29,00	12,00	14,00	8,00	120,00	18,00	15,00	26,00	15,00	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300,000,00	230,00	300,00	80,00	130,00	< 2	27,00	-	300,00	-	300,00	-	-	-	-	2,200,00	800,00	1,700,00	3,000,00	11,000,00	22,000,00	999,999,00	700,00	170,000,00	1,700,00	900,000,00	500,000,00	50,000,00	170,000,00	-	2,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Coliformes fecais																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Coliformes totais																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Toxicidade aguda D. magna																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															



VARIÁVEIS	AI48															
	DADOS 1994				DADOS 2000				DADOS 2006							
Condutividade	43,00	35,00	-	35,00	38,00	50,00	36,00	53,00	77,00	96,00	94,00	51,00	68,00	77,00	89,00	71,00
Oxigênio dissolvido	5,40	7,80	-	9,60	8,30	6,50	6,00	7,40	8,50	6,90	6,10	6,30	2,40	5,10	3,10	3,40
Saturação de O2	66,00	90,00	-	93,00	91,00	79,00	71,00	84,00	91,00	75,00	67,00	77,00	27,00	62,00	37,00	44,00
pH	6,90	7,50	-	6,40	6,90	7,10	6,80	7,30	-	6,80	6,70	6,60	6,40	6,80	7,10	6,50
Temperatura da água	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,30	19,40	17,40	20,50
Temperatura do ar	24,00	23,00	-	16,00	26,50	26,00	22,50	21,50	18,00	16,50	24,00	21,60	21,30	27,00	16,00	22,00
Alcalinidade total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DBO	3,00	1,00	-	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	< 1,00	< 1,00	2,40	1,30	2,70	3,00	10,00	3,00
DQO	17,00	5,00	-	14,00	9,00	6,00	10,00	13,00	12,00	11,00	8,30	12,00	9,80	23,00	22,00	23,00
Dureza total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,00	19,00	27,00	38,00
Fósforo total	0,06	0,01	-	0,02	0,03	0,05	0,06	1,47	0,09	0,10	0,20	0,10	0,17	0,13	0,31	0,26
Nitrato	0,07	0,00	-	0,01	0,00	0,01	0,00	0,07	0,03	0,07	0,05	0,01	0,04	0,03	0,11	0,04
Nitrato	0,88	0,07	-	0,15	0,09	0,13	0,06	0,66	0,20	1,03	1,28	0,63	0,64	0,49	0,79	0,08
Nitrogênio amoniacal	0,66	0,12	-	0,20	0,19	0,38	0,22	1,31	0,07	0,40	0,40	0,13	0,14	0,15	0,54	0,24
Nitrogênio kjeldahl	1,15	0,19	-	0,25	0,38	0,74	0,36	2,13	0,57	0,53	0,95	1,07	0,81	0,68	2,10	0,34
Sólidos totais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,00	52,00	98,00	76,00
Sólidos suspensos	-	-	-	-	-	-	-	6,00	2,00	29,00	-	-	5,00	3,60	12,00	25,00
Turbidez	20,00	3,50	-	3,00	31,00	16,00	7,30	4,00	12,00	15,00	4,00	9,00	20,00	5,00	10,00	7,00
E. coli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,000,00	50,000,00	130,000,00	70,000,00
Coliformes fecais	90,000,00	500,00	-	30,000,00	40,00	3,000,00	2,400,00	14,000,00	3,000,00	-	8,000,00	-	-	-	-	-
Coliformes totais	140,000,00	113,000,00	-	50,000,00	140,00	11,000,00	4,400,00	80,000,00	7,000,00	500,000,00	500,000,00	130,000,00	17,000,00	130,000,00	130,000,00	70,000,00
Toxicidade aguda D. magna	-	8,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00



ANEXO B
RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DOS
PONTOS PO1 A P06 REALIZADAS PELO LABORATÓRIO DE ANÁLISES
AMBIENTAIS DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATOLICA DO PARANÁ
(PUCPR)



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 213/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 669
Identificação da Amostra: PONTO 1	Coletado Por:	
Local de Coleta: Estrada de Ferro 1	Data: 02/10/06	Hora: 10:30
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS		
Parâmetros	Resultados	Unidades
Condutividade	60,6	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	21,1	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,18	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,34	mg/L
Nitrogênio Total	0,58	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,4	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	64,9	%
p.H.	6.9	
Sólidos Totais	56,0	mg/L
Turbidez	11	UNT
Temperatura da Amostra	16	°C
Temperatura Ambiente	19	°C
Coliformes Totais	1600	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	300	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto.</i> • <i>O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via.</i> 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 213/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 670
Identificação da Amostra: PONTO 2	Coletado Por:	
Local de Coleta: Estrada de Ferro 2	Data: 02/10/06	Hora: 11:10
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	67,5	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	42,8	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,15	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,32	mg/L
Nitrogênio Total	0,96	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,30	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	62,7	%
p.H.	6,5	
Sólidos Totais	81,0	mg/L
Turbidez	23	UNT
Temperatura da Amostra	15,3	°C
Temperatura Ambiente	21,2	°C
Coliformes Totais	300	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	300	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto.</i> • <i>O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via.</i> 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 213/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº: 671	
Identificação da Amostra: PONTO 3	Coletado Por:	
Local de Coleta: Frente ao Haras	Data: 02/10/06	Hora: 11:40
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	69,3	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	47,6	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,97	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,80	mg/L
Nitrogênio Total	0,87	mg/L
Oxigênio Dissolvido	5,69	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	57,8	%
p.H.	6,6	
Sólidos Totais	101,0	mg/L
Turbidez	39	UNT
Temperatura da Amostra	16,1	°C
Temperatura Ambiente	18,2	°C
Coliformes Totais	>1600	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	>1600	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 213/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 672
Identificação da Amostra: PONTO 4	Coletado Por:	
Local de Coleta: Recreio da SERR	Data: 02/10/06	Hora: 12:00
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	36,3	µS/cm
DBO ₅	2,0	mgO ₂ /L
DQO	46,0	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,06	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,20	mg/L
Nitrogênio Total	1,18	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,39	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	65,5	%
p.H.	6,5	
Sólidos Totais	37,0	mg/L
Turbidez	19	UNT
Temperatura da Amostra	16,4	°C
Temperatura Ambiente	20,9	°C
Coliformes Totais	>1600	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	27	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 213/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº: 673	
Identificação da Amostra: PONTO 5	Coletado Por:	
Local de Coleta: Barragem	Data: 02/10/06	Hora: 13:10
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO QUÍMICA		
Condutividade	21,3	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	54,7	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,32	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,98	mg/L
Nitrogênio Total	1,17	mg/L
Oxigênio Dissolvido	5,8	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	56,5	%
p.H.	5,9	
Sólidos Totais	41,0	mg/L
Turbidez	17	UNT
Temperatura da Amostra	13,8	°C
Temperatura Ambiente	18,5	°C
Coliformes Totais	>1600	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	>1600	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 213/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 674
Identificação da Amostra: PONTO 6	Coletado Por:	
Local de Coleta:A jusante a Barragem	Data: 02/10/06	Hora: 13:45
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	22,1	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	53,3	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,15	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,18	mg/L
Nitrogênio Total	1,34	mg/L
Oxigênio Dissolvido	4,63	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	46,8	%
p.H.	5,6	
Sólidos Totais	29,0	mg/L
Turbidez	15	UNT
Temperatura da Amostra	16,0	°C
Temperatura Ambiente	18,1	°C
Coliformes Totais	<1600	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	<1600	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto.</i> • <i>O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via.</i> 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 229/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 779
Identificação da Amostra: PONTO 1	Coletado Por:	
Local de Coleta: Estrada de Ferro 1	Data: 23/10/06	Hora: 11:50
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICAS E MICROBIOLÓGICAS		
Parâmetros	Resultados	Unidades
Condutividade	44,2	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	2,0	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,28	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,13	mg/L
Nitrogênio Total	0,60	mg/L
Oxigênio Dissolvido	7,14	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	74,6	%
p.H.	7,3	
Sólidos Totais	19,0	mg/L
Turbidez	12	UNT
Temperatura da Amostra	17,7	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	3000	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	70	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 229/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº: 780	
Identificação da Amostra: PONTO 2	Coletado Por:	
Local de Coleta: Estrada de Ferro 2	Data: 23/10/06	Hora: 12:15
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO QUÍMICA		
Condutividade	73,5	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	3,7	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,31	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,15	mg/L
Nitrogênio Total	1,21	mg/L
Oxigênio Dissolvido	8,05	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	83,8	%
p.H.	7,4	
Sólidos Totais	92,0	mg/L
Turbidez	16	UNT
Temperatura da Amostra	17,5	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	3000	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	230	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 229/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº: 781	
Identificação da Amostra: PONTO 3	Coletado Por:	
Local de Coleta: Frente ao Haras	Data: 23/10/06	Hora: 12:30
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	72,6	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	3,7	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,36	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,26	mg/L
Nitrogênio Total	0,85	mg/L
Oxigênio Dissolvido	8,18	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	89,0	%
p.H.	7,2	
Sólidos Totais	75,0	mg/L
Turbidez	27	UNT
Temperatura da Amostra	19,6	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	30000	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	400	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 229/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 782
Identificação da Amostra: PONTO 4	Coletado Por:	
Local de Coleta: Recreio da SERR	Data: 23/10/06	Hora: 12:50
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	34,9	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	10,3	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,24	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,17	mg/L
Nitrogênio Total	1,26	mg/L
Oxigênio Dissolvido	7,36	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	82,9	%
p.H.	7,7	
Sólidos Totais	44,0	mg/L
Turbidez	33	UNT
Temperatura da Amostra	21,3	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	200000	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	2000	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 229/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 783
Identificação da Amostra: PONTO 5	Coletado Por:	
Local de Coleta: Barragem	Data: 23/10/06	Hora: 11:10
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	23,1	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	6,8	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,19	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,10	mg/L
Nitrogênio Total	0,62	mg/L
Oxigênio Dissolvido	8,0	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	79,5	%
p.H.	6,8	
Sólidos Totais	50,0	mg/L
Turbidez	28	UNT
Temperatura da Amostra	15,2	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	1600	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	300	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 229/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 784
Identificação da Amostra: PONTO 6	Coletado Por:	
Local de Coleta: A jusante a Barragem	Data: 23/10/06	Hora: 10:35
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações:		
RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO QUÍMICA		
Condutividade	17,1	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	18,1	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,38	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,32	mg/L
Nitrogênio Total	1,13	mg/L
Oxigênio Dissolvido	7,63	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	78,7	%
p.H.	6,4	
Sólidos Totais	107,0	mg/L
Turbidez	27	UNT
Temperatura da Amostra	17,0	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	2000	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	200	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1^o via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 236/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 803
Identificação da Amostra: PONTO 1	Coletado Por:	
Local de Coleta: Estrada de Ferro 1	Data: 06/11/06	Hora: 11:30
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações: Coleta realizada em período chuvoso		
RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS		
Parâmetros	Resultados	Unidades
Condutividade	37,8	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	28,6	mgO ₂ /L
Fósforo total	<0,06	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,04	mg/L
Nitrogênio Total	0,20	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,67	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	70,7	%
p.H.	7,0	
Sólidos Totais	58,0	mg/L
Turbidez	8	UNT
Temperatura da Amostra	18,2	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	16000	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	1300	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 236/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº: 804	
Identificação da Amostra: PONTO 2	Coletado Por:	
Local de Coleta: Estrada de Ferro 2	Data: 06/11/06	Hora: 12:00
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações: Coleta realizada em período chuvoso		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	62,7	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	31,8	mgO ₂ /L
Fósforo total	<0,06	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,03	mg/L
Nitrogênio Total	0,40	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,98	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	74,9	%
p.H.	7,2	
Sólidos Totais	81,0	mg/L
Turbidez	15	UNT
Temperatura da Amostra	18,7	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	300	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	230	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 236/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº: 805	
Identificação da Amostra: PONTO 3	Coletado Por:	
Local de Coleta: Frente ao Haras	Data: 06/11/06	Hora: 12:20
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações: Coleta realizada em período chuvoso		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Conductividade	68,3	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	30,8	mgO ₂ /L
Fósforo total	0,07	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,10	mg/L
Nitrogênio Total	0,51	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,81	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	75,6	%
p.H.	7,1	
Sólidos Totais	84,0	mg/L
Turbidez	16	UNT
Temperatura da Amostra	20,5	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	5000	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	800	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 236/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº: 806	
Identificação da Amostra: PONTO 4	Coletado Por:	
Local de Coleta: Recreio da SERR	Data: 06/11/06	Hora: 12:45
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações: Coleta realizada em período chuvoso		
RESULTADOS DE ANÁLISES FÍSICO QUÍMICA		
Condutividade	35,4	µS/cm
DBO ₅	1,0	mgO ₂ /L
DQO	39,1	mgO ₂ /L
Fósforo total	<0,06	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,06	mg/L
Nitrogênio Total	0,50	mg/L
Oxigênio Dissolvido	7,29	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	85,2	%
p.H.	7,1	
Sólidos Totais	35,0	mg/L
Turbidez	13	UNT
Temperatura da Amostra	23,1	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	1700	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	80	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry		O. S. 236/06
Endereço de coleta:		Amostra nº: 807
Identificação da Amostra: PONTO 5	Coletado Por:	
Local de Coleta: Barragem	Data: 06/11/06	Hora: 10:50
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações: Coleta realizada em período chuvoso		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	19,0	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	35,3	mgO ₂ /L
Fósforo total	<0,06	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,05	mg/L
Nitrogênio Total	0,32	mg/L
Oxigênio Dissolvido	7,19	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	72,9	%
p.H.	6,2	
Sólidos Totais	64,0	mg/L
Turbidez	13	UNT
Temperatura da Amostra	16,1	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	300	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	23	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS		
Solicitante: Professor Harry	O. S. 236/06	
Endereço de coleta:	Amostra nº:808	
Identificação da Amostra: PONTO 6	Coletado Por:	
Local de Coleta:A jusante a Barragem	Data: 06/11/06	Hora: 10:30
Tipo de Amostra:	Aspecto:	Odor:
Observações: Coleta realizada em período chuvoso		
RESULTADOS DE ANÁLISES FISICO QUIMICA		
Condutividade	20,8	µS/cm
DBO ₅	<1,0	mgO ₂ /L
DQO	43,6	mgO ₂ /L
Fósforo total	<0,06	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	0,18	mg/L
Nitrogênio Total	1,00	mg/L
Oxigênio Dissolvido	4,44	mgO ₂ /L
Oxigênio de Saturação	47,6	%
p.H.	6,3	
Sólidos Totais	45,0	mg/L
Turbidez	18	UNT
Temperatura da Amostra	18,7	°C
Temperatura Ambiente		°C
Coliformes Totais	330	NMP/100 mL
Coliformes Fecais (E. coli)	20	NMP/100 mL
<p><i>Metodologia</i> <i>Standard Methods for the examination of water and Wastewater 20 Edition 1998.</i></p> <p><i>Observações:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • A presente análise tem seu valor restrito somente a amostra entregue no Instituto. • O presente documento é emitido em 1º via respondendo o Instituto apenas pela veracidade desta via. 		



ANEXO C
RESULTADOS DOS ENSAIOS ECOTOXIOLÓGICOS DOS PONTOS P01 A P06
REALIZADOS PELO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP)





Relatório de Ensaios Nº 6728/2006



Page 1 of 1

Solicitante/Empreendimento

Solicitante: Patricia Costa Pellizzaro

CPF: 96714689934

Endereço: Rua XV de Novembro 1517 ap 04

Município/UF: Curitiba/PR

Fone: 96714689934

E-Mail:

Observação: Amostra 779-1

Informações da Coleta

Coletor: Solicitante

Ficha de Coleta Nº 19.269

Data/Hora de Coleta: 23/10/2006 11:00:00

Data de Entrada no Laboratório: 24/10/2006

Natureza Amostra: Água Doce

Classificação da Amostra: Rio

Local da Coleta: Rio Piraquara - 779-1

Município/UF: Piraquara/PR

Chuva últimas 48 horas: Não

Chuva no momento Coleta: Não

Ensaios realizados no Laboratório de Ecotoxicologia

Parâmetro	Método	Expresso	Unidade	Valor
Toxicidade aguda para o microcrustáceo <i>Daphnia magna</i>	Imobilidade	FTd	não aplic.	1

Informações Adicionais:

FT: Fator de Toxicidade - menor diluição da amostra na qual não se observa efeito tóxico sobre os organismos teste. Quanto maior o FT maior a toxicidade da amostra. FT = 1 a amostra não apresenta toxicidade aguda. FT > 1 a amostra apresenta toxicidade aguda.

Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.

Observações:


Técnico Analista

Elenice Ferrante da Silva
Bióloga - CRBio-00138/03


Técnico Responsável
Ana Márcia A. Neuwglowski
Bióloga - CRBio-00159/03



Certificação do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2000

LABORATÓRIO DE CURITIBA

Rua Engenheiros Rebouças, 1206 • Fone: (41) 213-3786 • 80215-100 • lab_curitiba@iap.pr.gov.br • www.pr.gov.br/iap



ANEXOS



Relatório de Ensaios Nº 6729/2006



GOVERNO DO
PARANÁ

Page 1 of 1

Solicitante/Empreendimento

Solicitante: Patricia Costa Pellizzaro

CPF: 96714689934

Endereço: Rua XV de Novembro 1517 ap 04

Município/UF: Curitiba/PR

Fone: 96714689934

E-Mail:

Observação: Amostra 780-2

Informações da Coleta

Coletor: Solicitante

Ficha de Coleta Nº 19.270

Data/Hora de Coleta: 23/10/2006 11:30:00

Data de Entrada no Laboratório: 24/10/2006

Natureza Amostra: Água Doce

Classificação da Amostra: Rio

Local da Coleta: Água de Rio em Piraquara - 780-2

Município/UF: Piraquara/PR

Chuva últimas 48 horas: Não

Chuva no momento Coleta: Não

Ensaios realizados no Laboratório de Ecotoxicologia

Parâmetro	Método	Expresso	Unidade	Valor
Toxicidade aguda para o microcrustáceo <i>Daphnia magna</i>	Imobilidade	FTd	não aplic.	1

Informações Adicionais:

FT: Fator de Toxicidade - menor diluição da amostra na qual não se observa efeito tóxico sobre os organismos teste. Quanto maior o FT maior a toxicidade da amostra. FT = 1 a amostra não apresenta toxicidade aguda. FT > 1 a amostra apresenta toxicidade aguda.

Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.

Observações:


Técnico Analista

Elenize Ferrante da Silva
Bióloga - CRBio-00138/03


Técnico Responsável

Ana Marcia A. Niwoglowski
Bióloga CRBio-00159/03



Certificado o Sistema de Gestão
da Qualidade ISO 9001:2000

LABORATÓRIO DE CURITIBA

Rua Engenheiros Rebouças, 1206 • Fone: (41) 213-3786 • 80215-100 • lab_curitiba@iap.pr.gov.br • www.pr.gov.br/iap



ANEXOS



Relatório de Ensaios Nº 6730/2006



Page 1 of 1

Solicitante/Empreendimento

Solicitante: Patricia Costa Pellizzaro

CPF: 96714689934

Endereço: Rua XV de Novembro 1517 ap 04

Município/UF: Curitiba/PR

Fone: 96714689934

E-Mail:

Observação: Amostra 781 - 3

Informações da Coleta

Coletor: Solicitante

Ficha de Coleta Nº 19.271

Data/Hora de Coleta: 23/10/2006 12:00:00

Data de Entrada no Laboratório: 24/10/2006

Natureza Amostra: Água Doce

Classificação da Amostra: Rio

Local da Coleta: Rio em Piraquara

Município/UF: Piraquara/PR

Chuva últimas 48 horas: Não

Chuva no momento Coleta: Não

Ensaios realizados no Laboratório de Ecotoxicologia

Parâmetro	Método	Expresso	Unidade	Valor
Toxicidade aguda para o microcrustáceo Daphnia magna	Imobilidade	FTd	não aplic.	1

Informações Adicionais:

FT: Fator de Toxicidade - menor diluição da amostra na qual não se observa efeito tóxico sobre os organismos teste. Quanto maior o FT maior a toxicidade da amostra. FT = 1 a amostra não apresenta toxicidade aguda. FT > 1 a amostra apresenta toxicidade aguda.

Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.

Observações:

Técnico Analista

Elenice Fervante da Silva
Bióloga - CRBio-00138/03

Técnico Responsável

Ana Márcia A. Niczorglowski
Bióloga - CRBio-00159/03



Certificado o Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001/2000

LABORATÓRIO DE CURITIBA

Rua Engenheiros Rebouças, 1206 • Fone: (41) 213-3786 • 80215-100 • lab_curitiba@iap.pr.gov.br • www.pr.gov.br/iap



ANEXOS



Relatório de Ensaios Nº 6731/2006



Page 1 of 1

Solicitante/Empreendimento

Solicitante: Patricia Costa Pellizzaro CPF: 96714689934
 Endereço: Rua XV de Novembro 1517 ap 04 Município/UF: Curitiba/PR
 Fone: 96714689934 E-Mail:
 Observação: Amostra 782 - 4

Informações da Coleta

Coletor: Solicitante Ficha de Coleta Nº 19.272
 Data/Hora de Coleta: 23/10/2006 12:50:00 Data de Entrada no Laboratório: 24/10/2006
 Natureza Amostra: Água Doce Classificação da Amostra: Rio
 Local da Coleta: Água de Rio em Piraquara Município/UF: Piraquara/PR
 Chuva últimas 48 horas: Não Chuva no momento Coleta: Não

Ensaios realizados no Laboratório de Ecotoxicologia

Parâmetro	Método	Expresso	Unidade	Valor
Toxicidade aguda para o microcrustáceo Daphnia magna	Imobilidade	FTd	não aplíc.	1

Informações Adicionais:

FT: Fator de Toxicidade - menor diluição da amostra na qual não se observa efeito tóxico sobre os organismos teste. Quanto maior o FT maior a toxicidade da amostra. FT = 1 a amostra não apresenta toxicidade aguda. FT > 1 a amostra apresenta toxicidade aguda.

Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.

Observações:


 Técnico Analista

Elenice Ferrante da Silva
 Bióloga - CRBio-00138/03



Técnico Responsável

Ana Márcia S. Nowoglowksi
 Bióloga - CRBio-00159/03



LABORATÓRIO DE CURITIBA

Rua Engenheiros Rebouças, 1206 • Fone: (41) 213-3786 • 80215-100 • lab_curitiba@iap.pr.gov.br • www.pr.gov.br/iap



ANEXOS



Relatório de Ensaios Nº 6732/2006



Page 1 of 1

Solicitante/Empreendimento

Solicitante: Patricia Costa Pellizzaro

CPF: 96714689934

Endereço: Rua XV de Novembro 1517 ap 04

Município/UF: Curitiba/PR

Fone: 96714689934

E-Mail:

Observação: Amostra 783 - 5

Informações da Coleta

Coletor: Solicitante

Ficha de Coleta Nº 19.273

Data/Hora de Coleta: 23/10/2006 10:30:00

Data de Entrada no Laboratório: 24/10/2006

Natureza Amostra: Água Doce

Classificação da Amostra: Rio

Local da Coleta: Água de Rio em Piraquara

Município/UF: Piraquara/PR

Chuva últimas 48 horas: Não

Chuva no momento Coleta: Não

Ensaios realizados no Laboratório de Ecotoxicologia

Parâmetro	Método	Expresso	Unidade	Valor
Toxicidade aguda para o microcrustáceo Daphnia magna	Imobilidade	FTd	não aplic.	1

Informações Adicionais:

FT: Fator de Toxicidade - menor diluição da amostra na qual não se observa efeito tóxico sobre os organismos teste. Quanto maior o FT maior a toxicidade da amostra. FT = 1 a amostra não apresenta toxicidade aguda. FT > 1 a amostra apresenta toxicidade aguda.

Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.

Observações:


Técnico Analista

Elenise Ferrante da Silva
Bióloga - CRBio-00138/03


Técnico Responsável

Ana Marcia A. Neunglowski
Bióloga - CRBio-00159/03



Certificado o Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2000

LABORATÓRIO DE CURITIBA

Rua Engenheiros Rebouças, 1206 • Fone: (41) 213-3786 • 80215-100 • lab_curitiba@iap.pr.gov.br • www.pr.gov.br/iap



ANEXOS



Relatório de Ensaios Nº 6733/2006



Page 1 of 1

Solicitante/Empreendimento

Solicitante: Patricia Costa Pellizzaro
 Endereço: Rua XV de Novembro 1517 ap 04
 Fone: 96714689934
 Observação: Amostra 784 - 6

CPF: 96714689934

Município/UF: Curitiba/PR
 E-Mail:

Informações da Coleta

Coletor: Solicitante

Ficha de Coleta Nº 19.274

Data/Hora de Coleta: 23/10/2006 10:00:00

Data de Entrada no Laboratório: 24/10/2006

Natureza Amostra: Água Doce

Classificação da Amostra: Rio

Local da Coleta: Rio em Piraquara

Município/UF: Piraquara/PR

Chuva últimas 48 horas: Não

Chuva no momento Coleta: Não

Ensaios realizados no Laboratório de Ecotoxicologia

Parâmetro	Método	Expresso	Unidade	Valor
Toxicidade aguda para o microcrustáceo Daphnia magna	Imobilidade	FTd	não aplic.	2

Informações Adicionais:

FT: Fator de Toxicidade - menor diluição da amostra na qual não se observa efeito tóxico sobre os organismos teste. Quanto maior o FT maior a toxicidade da amostra. FT = 1 a amostra não apresenta toxicidade aguda. FT > 1 a amostra apresenta toxicidade aguda.

Os resultados desta análise têm valor restrito somente à amostra acima especificada.

Observações:


 Técnico Analista

Elenise Ferrante da Silva
 Bióloga - CRBio-00138/03


 Técnico Responsável

Ana Márcia S. Neuwglowski
 Bióloga - CRBio-00159/03



LABORATÓRIO DE CURITIBA



ANEXOS