







Plano Diretor de Drenagem Urbana de Curitiba Volume II - Volume Técnico Tomo 4 - Caracterizações e Medidas de Controle Estruturais



Plano Diretor de Drenagem - Etapa Macrodrenagem nas bacias Atuba, Belém, Barigui, Iguaçu, Padilhas e Passaúna, inseridas no município de Curitiba.

VOLUME TÉCNICO FINAL

TOMO 4 - CARACTERIZAÇÕES DAS BACIAS E MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS

Volume Técnico referente ao Contrato 19390 de Prestação de Serviços que entre si fazem o MUNICÍPIO DE CURITIBA com a interveniência do INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA - IPPUC e a COBRAPE CIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS.

RELAÇÃO DE VOLUMES

O Plano diretor de Macrodrenagem Urbana de Curitiba foi divido em 6 volumes sendo eles:

VOLUME I – RESUMO EXECUTIVO

Mostra de maneira concisa todas as diretrizes do plano.

VOLUME II- VOLUME TÉCNICO

O volume técnico é dividido em cinco tomos distintos, sendo eles:

Tomo 1: SISTEMA INSTITUCIONAL— Apresenta uma síntese do Sistema Institucional existente e propõe um rol de minutas de leis para complementação do sistema institucional de modo a permitir a aplicação legal, a efetivação e a gestão do Plano Diretor de Drenagem. Compatibiliza o Plano Diretor de Drenagem do Alto Iguaçu com este e dá as diretrizes para todas as medidas não estruturais.

Tomo 2: POLITICAS E AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS – Apresenta as políticas e ações para controle do solo urbano com o objetivo de minimizar os impactos de cheias.

Tomo 3:CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL— Identifica as áreas críticas sob risco de inundação e seus principais aspectos. Apresenta um diagnóstico das inundações máximas observadas.

Tomo 4:CARACTERIZAÇÕES DAS BACIAS E MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS – Caracterizações das áreas em estudo por unidade de bacia, estudos hidrológicos e hidráulicos, análises, cenários e intervenções de medidas de controle estruturais.

Tomo 5: SUBSIDIOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS— Avalia os benefícios técnicos e econômicos das intervenções propostas para mitigação de cheias.

VOLUME III- IMPLANTAÇÃO DA REDE TELEMÉTRICA

Descreve os equipamentos da implantação telemétricas, bem como local de instalação dos equipamentos, configurações e custos.

VOLUME IV – MANUAL DE DRENAGEM

Apresenta os critérios, fundamentação teórica e um resumo do Plano Diretor de Drenagem com a síntese dos trabalhos elaborados e ações propostas. Apresenta também as recomendações da Prefeitura Municipal de Curitiba quanto às intervenções para retenção e infiltração da água excedente de chuva.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	24
1.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO	26
1.1.Características Gerais de Curitiba	26
1.2.População de Curitiba	
1.3.Aspectos Hidrográficos de Curitiba	32
1.4.Aspectos Climatológicosde Curitiba	35
1.5.Hidrogeologia e Relevo de Curitiba	35
1.6.Logística e Infraestrutura Instalada	39
1.6.1. Transporte Ferroviário	39
1.6.2. Transporte Aeroviário	39
1.6.3. Transporte Rodoviário	39
1.6.4. Infraestrutura Aduaneira	40
1.6.5. Transporte Viário	40
1.6.6. Energia Elétrica	41
1.6.7.Gás Natural	42
1.6.8.Sistema de Abastecimento de Água (SAA)e Esgotamento Sanitário (SES) de Curitiba	42
1.7.Zoneamento	44
1.8.Uso e Ocupação do Solo	49
1.9.Meio Ambiente em Curitiba	49
1.9.1. Resíduos Sólidos	49
1.9.2. Áreas Verdes	51
1.10.Taxas de Impermeabilização em Curitiba	54
2.EVOLUÇÃO DA MACRODRENAGEM EM CURITIBA	55
3.DADOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO PLANO	65
4.MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS	68
4.1.Modelagem Hidrodinâmica	
4.1.1. Metodologiae Parâmetros para Determinação da Vazão de Projeto	69
4.1.2. Escolha do Período de Retorno	71
4.1.3. Definição da Chuva de Projeto - Intensidade Pluviométrica	72
4.1.4. Curva Intensidade Duração Frequência (IDF) de Curitiba	78
4.2. Metodologia de Aplicação do Método Estatístico	80
4.3.Geração de Hidrogramas pelo Método Service Conservation Soil	83
4.4.Duração da Chuva Critica	84
4.4.1. Determinação da Precipitação Excedente	85
4.4.2. Método U.S. Soil Conservation Servise – SCS	86
4.4.3. Distribuição Espacial	
4.5.Alternativas para Medidas de Controle Estrutural	91
4.5.1. Ampliação da Capacidade de Escoamento do Canal	91

4.5.2. Confinamento do Escoamento com Diques de Contenção	94
4.5.3. Detenções Concentradas	94
4.5.4. Detenções Distribuídas na Calha	95
4.5.5. Indutores de Retardo	96
4.5.6. Utilização das Galerias de Águas Pluviais (GAP) Existentes e Projetadas para Detenção Distribuida	97
4.5.7. Regularização, Proteção e Estabilização de Margens, Revestimentos de Canais, Recomposição da Mata Ciliar e Parques Lineares	. 101
5.RELATÓRIO DAS VAZÕES E VOLUMES POR TEMPO DE RECORRENCIA POR UNIDADE DE BACIA POR TRECHO DE ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO ESTUDADO	. 103
5.1.Apresentação dos Resultados	. 103
5.1.1. Hidrogramas e letogramas	. 103
5.1.2. Método para Leitura dos Mapas, Hidrogramas e Resultados por Trecho	. 103
5.1.3. Dados Analíticos que Compõem os Hidrogramas e os letogramas	. 104
5.1.4. Dados Gráficos que Compõem os Hidrogramas e os letogramas	
5.1.5. Extensão dos Arquivos	
5.1.6 Estruturação do banco de dados	. 109
6.DESCRIÇÃO DOS MAPAS ABORDADOS NA CARACTERIZAÇÃO,	444
MODELAGENS, ANÁLISES E RESULTADOS das intervenções propostas	
6.1.Diagrama Unifilar–(7546-DES-DIG-PDD)	
Enchentes Históricas Observadas(MEO) – (7548-DES-OCI-PDD)	. 111
6.3.Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas – (7548-DES-VER-PDD)	
6.4.Mapa Geológico– (7548-DES-GEO-PDD)	. 111
6.5.Mapa Hipsométrico- (7548-DES-HIP-PDD)	. 111
6.6.Mapa de Zoneamento- (7548-DES-ZON-PDD)	. 111
6.7.Ações Corretivas – Levantamento das Pontes, Passarelas e Galerias com Máximas Enchentes Históricas Observadas(MEO) – (7548-DES-ACO-PDD)	. 111
6.8.Bacias de Detenção e/ou Retenção – (7548-DES-DET-PDD)	. 112
6.9.Sistema de Esgotamento Sanitário- (7548-DES-SES-PDD)	
6.10.Mapa de Trechos e Nós – (7548-DES-NOS-PDD)	. 112
6.11.Base de Cálculo do Modelo Hidrológico - (7548-DES-MHO-PDD)	. 112
6.12.Base de Cálculo do Modelo Hidráulico – (7548-DES-MHA-PDD)	. 113
6.13.Condução - Mapa de Volume Disponível Distribuído e Acumulado (Canal Existente e Projetado) - (7548-DES-CON-PDD)	. 113
6.14.Detenção - Mapa de Volume Distribuídos e Concentrados - TR 100 Anos (Canal Existente E Projetado) - (7548-DES-DET-PDD)	
6.15.Velocidade nos Rios e Córregos – (7548-DES-VEL-PDD)	
7.ESTUDO DAS ALTERNATIVAS	
8.COMPOSIÇÃO DAS ANÁLISES	. 122
9.COMPOSIÇÃO DO CENÁRIO PROPOSTO	
10.BACIA DO RIO ATUBA	
10.1.Caracterização da Bacia do Rio Atuba	. 126

10.1.1. Hidrografia	126
10.1.2. Zoneamento e Uso do Solo	128
10.2.Infraestrutura Instalada na Bacia do Rio Atuba	129
10.2.1. Sistema de Abastecimento de Água	129
10.2.1.1. Sistema de Produção Iguaçu	129
10.3.Sistema de Esgotamento Sanitário na Bacia do Rio Atuba	130
10.3.1. Sistema Atuba Sul	131
10.3.2. Sistema Maracanã	133
10.3.3. Sistema Colombo	133
10.4.Transporte Urbano	133
10.5.Equipamentos Públicos na Bacia do Rio Atuba	133
10.6.Ocupação na Bacia do Rio Atuba	134
10.7.Meio Ambiente na Bacia do Rio Atuba	134
10.8.Qualidade das Águas da Bacia	134
10.9.Singularidades na Bacia do Rio Atuba	138
10.10.Hipsometria na Bacia do Rio Atuba	139
10.11.Parâmetros Físicos na Bacia do Rio Atuba	139
10.11.1. Coeficiente de Compatibilidade (kc)	139
10.11.2. Fator de Forma (<i>kf</i>)	140
10.11.3. Densidade de Drenagem (Dd)	140
10.11.4. Extensão Média do Escoamento Superficial (I)	140
10.11.5. Sinuosidade Do Curso Da Água(SIN)	141
10.12.Intervenções na Bacia do Rio Atuba	142
11. BACIA DO RIO BARIGUI	143
11.1.Caracterização da Bacia do Rio Barigui	143
11.1.1. Hidrografia da Bacia do Rio Barigui	143
11.2.Zoneamento e Uso do Solo da Bacia do Rio Barigui	148
11.3.Infraestrutura Instalada da Bacia do Rio Barigui	149
11.3.1. Energia Elétrica da Bacia doRio Barigui	149
11.3.2. Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitárioda Bacia do Rio Barigui	149
11.3.3. Sub-Bacia Barigui – Norte	149
11.3.4. Sub-Bacia Barigui – Fazendinha	150
11.3.5. Sub-Bacia Barigui – CIC	151
11.3.6. Sub-BaciaBarigui – Sul	151
11.4.Transporte Urbano	152
11.5.Equipamentos Públicos	152
11.6.Ocupação Da Bacia Do Rio Barigui	153
11.7.Meio Ambiente da Bacia do Rio Barigui	153
11.8.Qualidade das Águas da Bacia do Rio Barigui	154
11.9.Singularidades da bacia do rio Barigui	160
11.10.Hipsometria	161

11.11.Parametros Fisicos da Bacia Hidrografica do Rio Barigui Inserida em Curitiba	162
11.12.Intervenções na Bacia do Rio Barigui	
12.BACIA DO RIO BELÉM	
12.1.Caracterização da Bacia do Rio Belém	
12.1.1. Hidrografia da Bacia do Rio Belém	
12.1.2. Zoneamento e Uso do Solo	
12.2.Infraestrutura Instalada	
12.2.1. Energia Elétrica	
12.2.2. Abastecimento de Água	
12.2.3. Esgotamento Sanitário	
12.2.3.1 Sub-Bacia Belém Norte	
12.2.3.2. Sub-Bacia Belém Sul	
12.2.4. Transporte Urbano da Bacia do Rio Belém	
12.2.5. Equipamentos Públicos da Bacia do Rio Belém	
12.3.Meio Ambiente da Bacia do Rio Belém	
12.3.1. Qualidade das Águas da Bacia do Rio Belém	
12.4.Hipsometria da Bacia do Rio Belém	
12.5.Parâmetros Físicos da Bacia Hidrográfica do Rio Belém	
12.6.Intervenções na Bacia do rio Belém	
13.1.Caracterização Bacia do Ribeirão dos Padilhas	179
13.1.1. Hidrografia da Bacia do Ribeirão dos Padilhas	179
13.2.Zoneamento e Uso do Solo da bacia do Ribeirão dos Padilhas	181
13.3.Infraestrutura Instalada da bacia do Ribeirão dos Padilhas	181
13.3.1. Energia Elétrica	181
13.3.2. Abastecimento De Água	181
13.3.3. Esgotamento Sanitário	18′
13.3.4. Transporte Urbanoda bacia do Ribeirão dos Padilhas	182
13.3.5. Equipamentos Públicos da bacia do Ribeirão dos Padilhas	182
13.4.Ocupação da Bacia do Ribeirão dos Padilhas	183
13.5.Meio Ambiente da Bacia do Ribeirão dos Padilhas	183
13.5.1. Qualidade das Águas da Bacia da bacia do Ribeirão dos Padilhas	184
13.6.Singularidades da Bacia do Ribeirão dos Padilhas	186
13.7.Hipsometria na bacia do ribeirão dos Padilhas	187
13.8.Parâmetros Físicos da Bacia Hidrográfica da bacia do ribeirão dos Padilha	s 188
13.9.Intervenções Prevista para Bacia do ribeirão dos Padilhas	189
14.BACIA DO RIO IGUAÇU	190
14.1.1. Hidrografia da Bacia do Rio Iguaçu Inserida em Curitiba	190
14.1.2. Zoneamento e Uso do Solo na bacia do rio Iguaçu inserido em Curitiba	192
14.2. Infraestrutura Instalada na bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba	193

14.2.1. Equipamentos Públicos	193
14.3. Meio Ambiente na bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba	194
14.4. Qualidade das águas da bacia do rio Iguaçu	194
14.5. Singularidades na bacia do rio Iguaçu	199
14.6. Hipsometria na Bacia do Rio Iguaçu	199
14.7. Parâmetros Físicos da Bacia Hidrográfica da bacia do rio Iguaçu inserida	
em Curitiba	
15.BACIA DO RIOPASSAÚNA	
15.1. Caracterização da Bacia do RioPassaúna	
15.1.1. Hidrografia da bacia do rio Passaúna	
15.1.2. Zoneamento e Uso do Solo	
15.1.3. Infraestrutura Instalada na bacia do rio Passaúna	
15.1.4. Energia Elétrica na bacia do rio Passaúna	
15.1.5. Abastecimento de Água na bacia do rio Passaúna	
15.1.6. Esgotamento Sanitário na bacia do rio Passaúna	
15.1.7. Transporte Urbano na Bacia do Rio Passaúna	
15.1.8. Equipamentos Públicos na bacia do rio Passaúna	
15.1.9. Ocupação na Bacia do Rio Passaúna	
15.1.10. Meio Ambiente na Bacia do Rio Passaúna	
15.2. Qualidade das Águas da Bacia na bacia do rio Passaúna	
15.2.2. Hipsometria na bacia do rio Passaúna	
15.2.2. Parâmetros físicos da bacia Hidrográficada bacia do rio Passaúna	
15.4. Intervenções na Bacia do rio Passaúna	
16.REFERÊNCIAS	
LISTA DE QUADROS	
Quadro 1 – Divisão dos Bairros por Bacia Hidrográfica	28
Quadro 2 – Domicílios Particulares Permanentes e População absoluta por unidade de baciade bacia	
Quadro 3 – População por Bairro	31
Quadro 4 – Ocorrências Climatológicas Extremas em Curitiba	35
Quadro 5- Características do Relevo Curitibano	37
Quadro 6 – Altitudes Mínimas, Médias e Máximas por bacias hidrográficas por bacia em Curitiba em relação ao nível do mar	38
Quadro 7 – Estações de Tratamento de esgoto em Curitiba	42
Quadro 8 – Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Região Metropolitana de Curitiba	
Quadro 9 – Resíduos Sólidos em Curitiba	

Quadro 10 – Principais Parques de Curitiba	51
Quadro 11 – Principais Bosques de Curitiba	52
Quadro 12 – Reservas Particulares de Proteção Natural Municipal	53
Quadro 13 – Taxas de Impermeabilização em Curitiba	54
Quadro 14 – Dados utilizados na elaboração deste PDD6	65
Quadro 15 – Estações Fluviométricas ativas em Curitiba	73
Quadro 16 – Estações Pluviométricas ativas em Curitiba	74
Quadro 17 – Dados da EstaçãoPluviométrica2549075	75
Quadro 18 – Dados Pluviométricos Mensais da Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba	75
Quadro 19 – Dados Pluviométricos Mensais Médios, Máximos, Mínimos e Desvio Padrão da Estação 2549075 – Prado Velho – Curitiba (em mm)	76
Quadro 20 – Dias com Chuva na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba	76
Quadro 21 – Dias com Chuva Médios, Máximos, Mínimos e Desvio Padrão na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba	77
Quadro 22 – Resumo Anual das Precipitações na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba	77
Quadro 23 – Dias com Chuva Médios, Máximos, Mínimos e Desvio Padrão na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba	78
Quadro 24 – Série Histórica- Vazão por Ano	80
Quadro 25 – Série Histórica pela Metodologia Estatística - Método de Gumbel	81
Quadro 26 – Cheias Máximas Calculadas	82
Quadro 27 – Cheias Máximas Calculadas	83
Quadro 28 – Fator de Correção para Bacias pela Método SCS	83
Quadro 29 – Relações Obtidas da Chuva no Intervalo pela Chuva de 24 Horas	86
Quadro 30 – Principais Objetivos da estabilização e regularização das margem 10	01
Quadro 31 – Controle de Informações Contidas no CD Anexo – Resultados da Análise Hidrodinâmica10	05
Quadro 32 – Exemplo Analítico dos Resultados do Hidrograma e letograms por Trecho de Bacia10	05
Quadro 33 – Exemplo dos dados de saída no formato de tabela numérica do <i>ArcGIS</i> 10	80
Quadro 34 – Características do Sistema de Produção Iguaçu1	30
Quadro 35 – Principais características da ETE Atuba Sul1	32
Quadro 36 – Estações de amostragem da Bacia do Rio Atuba13	35
Quadro 37 – Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água 13	
Quadro 38 – Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Rio Atuba com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA13	36
Quadro 39 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Atuba (Al55) 13	
Quadro 40 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Atuba (Al08) 13	
Quadro 41 – Parâmetros de qualidade da água	
Quadro 42 – Singularidades na bacia do rio Atuba1	

Quadro 43 –	· Hipsometria na Bacia do RioAtuba Inserida em Curitiba	. 139
Quadro 44 –	Resumo dos dados físicos da Bacia do rio Atuba inserida em Curitiba	. 141
Quadro 45 –	· Descrição da ETE São Jorge	. 149
Quadro 46 –	Descrição da ETE da Santa Quitéria	. 151
Quadro 47 –	· Descrição da ETE CIC-Xisto	. 152
Quadro 48 -	- Estações de Amostragem da Bacia do Rio Barigui	. 154
Quadro 49 –	Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do RioBarigui no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.	. 155
Quadro 50 –	Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do RioBarigui com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA	. 156
Quadro 51 –	· Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui- Boichininga (Al57)	. 158
Quadro 52 –	· Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Av. Manoel Ribas (Al58)	. 158
Quadro 53 –	· Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Conectora 5 (Al60)	. 159
Quadro 54 –	· Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Av. João Bettega (Al61)	. 159
Quadro 55 –	· Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Ponte da Caximba (Al10)	. 159
Quadro 56 -	Parâmetros da qualidade da água	. 160
Quadro 57 –	Singularidades existentes na Bacia do Rio Barigui	. 160
Quadro 58 –	Hipsometria da Bacia do Rio Barigui no município de Curitiba	. 161
	Parâmetros Físicos da bacia do rio Barigui	
Quadro 60 –	· Descrição da ETE Belém	. 170
Quadro 61 –	Estações de Amostragem da Bacia do Rio Belém	. 172
Quadro 62 –	- Estações de Amostragem da Bacia do Rio Belém	. 173
Quadro 63 -	Estações de Amostragem da Bacia do Rio Belém	. 174
Quadro 64 –	Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do RioBelém com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA	. 174
Quadro 65 –	· Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no RioBelém (Al56)	
	Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no RioBelém Prado Velho (Al19)	
Quadro 67 –	Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no RioBelém Rodolfo Bernadelli(Al15)	
Quadro 68 -	· Estações de amostragem da Bacia do Rio Belém	
	· Hipsometria na bacia do rio Belém	
	· Características Físicas da Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém	
	· Descrição da ETE Padilha Sul	
	- Estação de amostragem da Bacia do Rib. dos Padilhas	

Quadro 73 –	Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Ribeirão dos Padilhas no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009	. 185
Quadro 74 –	Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Ribeirão dos Padilhas com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA	. 185
Quadro 75 –	Classe Predominante de Qualidade da Água, para o período de 2005 a 2009 do Ribeirão dos Padilhas, com parâmetros violados para Classe 2 do CONAMA	. 186
Quadro 76–	Parâmetros da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Ribeirão dos Padilhas (Al09)	. 186
Quadro 77 –	Singularidades na bacia do ribeirão dos Padilhas	. 187
Quadro 78 –	Hipsometria da bacia do ribeirão dos Padilhas	. 187
Quadro 79 –	Declividades na bacia do ribeirão dos Padilhas	. 188
Quadro 80 –	Dados físicos da Bacia do Ribeirão dos Padilhas	. 188
Quadro 81 –	Estações de amostragem da Bacia do Rio Iguaçu	. 195
Quadro 82 –	Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Riolguaçu no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009	405
Quadro 83 –	Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Riolguaçu com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA	
Quadro 84 –	Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu BR-277 (Al04)	
Quadro 85 –	Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu ETE SANEPAR (Al20)	. 198
Quadro 86 –	Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu Umbarazinho (Al24)	. 198
Quadro 87 –	Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu Umbarazinho (Al24)	. 199
Quadro 88 –	Singularidades da bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba	. 199
Quadro 89 –	Hipsometria da bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba	. 200
Quadro 90 –	Resumo dos dados físicos da Bacia do Alto Iguaçu inserida em Curitiba	. 200
Quadro 91 –	Zoneamento ambiental da APA Passaúna	. 204
	ETEs da Bacia Passaúna	
Quadro 93 –	Estações de amostragem da Bacia do Rio Passaúna	. 207
	Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do RioPassaúna no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.	. 208
Quadro 95 –	Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Passaúna no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.	. 209
Quadro 96 –	Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do RioPassaúna com parâmetros violados para a classe 2e 3 da CONAMA	. 209

Quadro 97 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al27)	211
Quadro 98 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al28)(Al28)	211
Quadro 99 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al29)(Al29)	212
Quadro 100 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al30)(Al30)	212
Quadro 101 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al32)	212
Quadro 102 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al36)(Al36)	213
Quadro 103 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al37)	213
Quadro 104 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al11)(Al11)	213
Quadro 105 – Parâmetros de Qualidade de Água	214
Quadro 106 – Singularidades na bacia do rio Passaúna inserida em Curitiba	214
Quadro 107 – Hipsometria da bacia do rio Passaúna inserido em Curitiba	214
Quadro 108 – Dados do reservatório/represa do rio Passaúna	215
Quadro 109 – Parâmetros Físicos da Bacia Rio Passaúna	216

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Região Metropolitana de Curitiba	27
Figura 2 – Região Hidrográfica do Rio Paraná	32
Figura 3 – Diagrama Unifilar das Bacias Hidrográficas de Curitiba	34
Figura 4 – Geologia do Escudo Paranaense	37
Figura 5 – Esquema proposto para determinação das cotas de longarina nas pontes	71
Figura 6 – Curvas Intensidade- Duração – Frequência da estação Prado Velho – Curitiba	79
Figura 7 – Modelo de Tormenta Sintético Obtido da Curva Intensidade- Duração-Frequência	88
Figura 8 – Método Chicago	88
Figura 9 – Esquema de desapropriação para alargamento de canal - Inicial	93
Figura 10 – Esquema de desapropriação para alargamento de canal - Final	93
Figura 11 – Ilustração de Amortecimento de Cheias em Reservatórios	98
Figura 12 – Solução gráfica em função do volume armazenado	99
Figura 13 – Solução gráfica em função da vazão efluente	100
Figura 14 – Projeto Multiplicadores – Bibliodecks - Diretrizes do IPPUC	102
Figura 15 – Projeto Multiplicadores – Ruas com canais - Diretrizes do IPPUC	102
Figura 16 – Exemplo - Resultados Hidrogramas	106
Figura 17 – Exemplo Resultados - letogramas	
Figura 18 – Exemplo Gráfico dos dados de saída no <i>ArcGis</i>	107
Figura 19 – Estruturação do banco de dados - Geral	109
Figura 20 – Estruturação do banco de dados - Entregas	
Figura 21 – Organograma de composição dos cenários atual, tendencial e de planejamento e estudos das alternativas	121
 Figura 22 – Organograma	
Figura 23 – Localização da Bacia do rio Atuba	
Figura 24 – Medições da qualidade da água entre 1992 e 2009	
Figura 25 – Localização da Bacia do rio Barigui	
Figura 26 – Localização da Bacia do rio Belém	165
Figura 27 – Localização da Bacia do Ribeirão dos Padilhas	179
Figura 28 – Localização da Bacia do Rio Iguaçu Inserida no Município de	
Curitiba	
Figura 29 – Localização da Bacia do Rio Passaúna	203

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Vista do Passeio Público– Primeira obra de macrodrenagem em Curitiba	53
Foto 2 – Primeiros registros de enchente em Curitiba – Região Central	55
Foto 3 – Enchentes na atual Av. Barão do Serro Azul, região central de Curitiba – Fachada da antiga metalúrgica Muller – Atual shopping	56
Foto 4 – Transbordamento da calha do rio Belém a partir da Rua Conselheiro Araújo – Foto de 1975	
Foto 5 – Enchentes na rua Mariano Torres – Rio Belém – Foto de 1976	
Foto 6 – Enchente de 1964	
Foto 7 – Troca de tubulações por galeria na Praça Osório sentido Av. Luiz Xavier (Boca Maldita) do rio Ivo – Tributário do rio Belém	
Foto 8 – Enchente de 1983 em áreas de ocupações irregulares - Área de várzea.	
Foto 9 – Enchente em área de Ocupação Irregular nas proximidades do rio Iguaçu (2011) - Fonte Defesa Civil	63
Foto 10 – Enchente em área de Ocupação Irregular nas proximidades do rio	
Foto11 – Equipamentos de Medições Pluviométricas da Estação Prado Velho, no Campus da PUCPR em Curitiba	
Foto 12 – Exemplo de Bacia de Detenção – Lagoa Parque Barigui - Curitiba	
Foto 13 – Exemplo de Bacia de Detenção –Parque São Lourenço - Curitiba	
Foto 14 – Exemplo de Diques - Detenção Distribuída - Obras Transversais	95
Foto 15 – Exemplo de Escalonamento de Fundo – Canal em Concreto Armado, Rio Belém – Rua Euclides Bandeira – bairro Centro Cívico – A Montante do Bosque João Paulo II - Curitiba	97
Foto16 – Execução do Tunnel Liner na rua Padre Anchieta – Córrego Carranguejinho - Bairro Bigorrilho - Curitiba	
Foto 17 – Rio Bacacheri e Parque Gal. Iberê de Matos	
Foto 18 – Rios Atuba e Iraíe Córrego Jardim Acrópole	128
Foto 19 – Parque Bacacheri	128
Foto 20 – Parque Barigui	145
Foto 21 – Rio Barigui Na Cheia	146
Foto 22 – Parque Barigui	146
Foto 23 – Parque Barigui	147
Foto 24 – Parque Tanguá	147
Foto 25 – Desassoreamento do rio Barigui	148
Foto 26 – Nascente do Rio Belém	166
Foto 27 – Pedreira Paulo Leminski	166
Foto 28 – Universidade Livre do Meio Ambiente	167
Foto 29 – Ribeirão dos Padilhas	180
Foto 30 – Arroio Cercado	180
Foto 31 – Rio Iguaçu e Parque Iguaçu	191
Foto 32 – Lago do Rio Passaúna	202
Foto 33 – Parque do Passaúna	203

CODIFICAÇÃO DOS MAPAS

Código	Tema do Mapa
ACO	Ações corretivas
COM	Condução
CRI	Pontos críticos
DET	Detenção
DIG	Diagrama Unifilar
GEO	Geologia
HIP	Hipsometria
MES	Modelo de escoamento
МНА	Modelo Hidráulico
МНО	Modelo Hidrológico
NOS	Nós
OCI	Ocupações Irregulares
SES	Sistema de esgotamento sanitário
VAC	Volumes acumulados
VAZ	Vazão
VEL	Velocidade
VER	Áreas Verdes
ZON	Zoneamento

LISTA DE MAPAS DA BACIA DO RIO ATUBA

7548-DES-DIG-PDD-ATU-01	Diagrama Unifilar da Bacia do Rio Atuba.
7548-DES-OCI-PDD-ATU-02	Áreas de Ocupações Irregulares e Pontos de Erosão com as Máximas Enchentes Históricas Observadas na bacia do Rio Atuba Inserida No Município De Curitiba
7548-DES-VER-PDD-ATU-03	Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas e Cavas na Bacia do Rio Atuba Inserida No Município De Curitiba
7548-DES-GEO-PDD-ATU-04	Mapa geológico da bacia do rio Atuba inserida no município de Curitiba
7548-DES-HIP-PDD-ATU-05	Mapa Hipsométrico da bacia do rio Atuba inserida no município de Curitiba
7548-DES-ZON-PDD-ATU-06	Mapa de zoneamento da bacia do rio Atuba
7548-DES-ACO-PDD-ATU-07	Ações corretivas - levantamento das pontes, passarelas e galerias com máximas enchentes históricas observadas na bacia do rio Atuba inserida município de Curitiba.

7548-DES-DET-PDD-ATU-08	Mapa de detenção e/ou retenção da bacia do rio Atuba inserida no município de Curitiba
7548-DES-SES-PDD-ATU-09	Sistema de esgotamento sanitário na bacia do rio Atuba
7548-DES-NOS-PDD-ATU-10	Mapa de trechos e nós da bacia do rio Atuba inserida no município de Curitiba
7548-DES-MHO-PDD-ATU-11	Base de cálculo do modelo hidrológico da bacia do rio Atuba
7548-DES-MHA-PDD-ATU-12	Base de cálculo do modelo hidráulico da bacia do rio Atuba
7548-DES-MES-PDD-ATU-13	Modelo de escoamento para tempo de retorno de 10 anos
7548-DES-MES-PDD-ATU-14	Modelo de escoamento para tempo de retorno de 25 anos
7548-DES-MES-PDD-ATU-15	Modelo de escoamento para tempo de retorno de 50 anos
7548-DES-MES-PDD-ATU-16	Modelo de escoamento para tempo de retorno de 100 anos
7548-DES-CON-PDD-ATU-17	Condução - Mapa de Volume Disponível Acumulado (Canal Existente)
7548-DES-CON-PDD-ATU-18	Condução - Mapa de Volume Disponível Distribuído (Canal Existente)
7548-DES-CON-PDD-ATU-19	Condução - Mapa de Vazão Insuficiente (Canal Existente)
7548-DES-CON-PDD-ATU-20	Condução - Mapa de Volume Disponível Acumulado (Canal Projetado)
7548-DES-CON-PDD-ATU-21	Condução - Mapa de Volume Disponível Distribuído (Canal Projetado).
7548-DES-DET-PDD-ATU-22	Detenção - Mapa de Volume Concentrado- TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-ATU-23	Detenção - Mapa de Volume Distribuído- TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-ATU-24	Detenção - Mapa de Volume Concentrado- TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-DET-PDD-ATU-25	Detenção - Mapa de Volume Distribuído- TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-VAZ-PDD-ATU-26	Capacidade das Calhas na Bacia do Rio Atuba
7548-DES-VAC-PDD-ATU-27	Volumes Acumulados na Bacia do Rio Atuba
7548-DES-VEL-PDD-ATU-28	Velocidade nos Rios e Córregos na Bacia do Rio Atuba
7548-DES-VEL-PDD-ATU-29	Layout de Diretrizes de Implementação de Obras Na Bacia do Rio Barigui– Talude Natural

7548-DES-VEL-PDD-ATU-30	Layout de Diretrizes de Implementação de Obras Na Bacia
7340-DE3-VEE-1 DD-A10-30	do Rio Barigui– Canal em Concreto

LISTA DE MAPAS DA BACIA DO RIO BARIGUI

	·
7548-DES-DIG-PDD-BAR-01	Diagrama Unifilar da Bacia do Rio Barigui
7548-DES-OCI-PDD-BAR-02	Áreas de Ocupações Irregulares, Pontos de Erosão com as Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Rio Barigui Inserida no Município de Curitiba.
7548-DES-VER-PDD-BAR-03	Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas e Cavas na Bacia do Rio Barigui Inserida no Município de Curitiba.
7548-DES-GEO-PDD-BAR-04	Mapa Geológico da Bacia do Rio Barigui Inserida no Município de Curitiba.
7548-DES-HIP-PDD-BAR-05	Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio Barigui Inserida no Município de Curitiba.
7548-DES-ZON-PDD-BAR-06	Mapa de Zoneamento da Bacia do Rio Barigui.
7548-DES-ACO-PDD-BAR-07	Ações Corretivas - Levantamento das Pontes, Passarelas e Galerias com Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Rio Barigui Inserida Município de Curitiba.
7548-DES-DET-PDD-BAR-08	Mapa De Detenção e/ou Retenção da Bacia do Rio Barigui Inserida no Município de Curitiba.
7548-DES-SES-PDD-BAR-09	Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia do Rio Barigui.
7548-DES-NOS-PDD-BAR-10	Mapa de Trechos e Nós da Bacia do Rio Barigui Inserida No Município de Curitiba.
7548-DES-MHO-PDD-BAR-11	Base de Cálculo do Modelo Hidrológico da Bacia do Rio Barigui
7548-DES-MHA-PDD-BAR-12	Base de Cálculo do Modelo Hidráulico da Bacia do Rio Barigui
7548-DES-MES-PDD-BAR-13	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 10 Anos
7548-DES-MES-PDD-BAR-14	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 25 Anos
7548-DES-MES-PDD-BAR-15	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 50 Anos
7548-DES-MES-PDD-BAR-16	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 100 Anos
7548-DES-DET-PDD-BAR-17	Detenção - Mapa de Volume Concentrado - TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-BAR-18	Detenção - Mapa de Volume Distribuído - TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-BAR-19	Detenção - Mapa de Volume Concentrado - TR 100 Anos (Canal Projetado)

7548-DES-DET-PDD-BAR-20	Detenção - Mapa de Volume Distribuído - TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-VEL-PDD-BAR-21	Velocidade nos Rios e Córregos na Bacia do Rio Barigui
7548-DES-LAY-PDD-BAR-22	Layout de Diretrizes de Implementação de Obras Na Bacia do Rio Barigui- Talude Natural

LISTA DE MAPAS DA BACIA DO RIO BELÉM

7548-DES-DIG-PDD-BEL-01	Diagrama Unifilar da Bacia do Rio Belém
7548-DES-OCI-PDD-BEL-02	Áreas de Ocupações Irregulares E Pontos de Erosão com As Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Rio Belém Inserida no Município De Curitiba
7548-DES-VER-PDD-BEL-03	Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas e Cavas Na Bacia do Rio Belém Inserida No Município de Curitiba
7548-DES-GEO-PDD-BEL-04	Mapa Geológico da Bacia do Rio Belém Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-HIP-PDD-BEL-05	Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio Belém Inserida No Município de Curitiba
7548-DES-ZON-PDD-BEL-06	Mapa de Zoneamento da Bacia do Rio Belém
7548-DES-ACO-PDD-BEL-07	Ações Corretivas - Levantamento das Pontes, Passarelas e Galerias com Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Rio Belém
7548-DES-DET-PDD-BEL-08	Mapa de Detenção e/ou Retenção da Bacia do Rio Belém
7548-DES-SES-PDD-BEL-09	Mapa do Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia do Rio Belém
7548-DES-NOS-PDD-BEL-10	Mapa de Trechos e Nós da Bacia do Rio Belém
7548-DES-MHO-PDD-BEL-11	Base de Cálculo do Modelo Hidrológico da Bacia do Rio Belém
7548-DES-MHA-PDD-BEL-12	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 10 Anos
7548-DES-MES-PDD-BEL-13	Base de Cálculo do Modelo Hidráulico da Bacia do Rio Belém
7548-DES-MES-PDD-BEL-14	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 25 Anos
7548-DES-MES-PDD-BEL-15	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 50 Anos
7548-DES-MES-PDD-BEL-16	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 100 Anos
7548-DES-CON-PDD-BEL-17	Condução - Mapa de Volume Disponível Distribuído (Canal Existente)

7548-DES-DET-PDD-BEL-18	Detenção - Mapa de Volume Concentrado - TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-BEL-19	Detenção - Mapa de Volume Distribuído - TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-BEL-20	Detenção - Mapa de Volume Concentrado - TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-DET-PDD-BEL-21	Detenção - Mapa de Volume Distribuído - TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-VAZ-PDD-BEL-22	Capacidade Das Calhas na Bacia do Rio Belém
7548-DES-VEL-PDD-BEL-23	Velocidade Nos Rios e Córregos na Bacia do Rio Belém
7548-DES-LAY-PDD-BEL-24	Layout de Diretrizes de Implementação de Obras na Bacia do Rio Belém – Talude Natural
7548-DES-LAY-PDD-BEL-25	Layout de Diretrizes de Implementação de Obras na Bacia do Rio Belém – Canal em Concreto

LISTA DE MAPAS DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS PADILHAS

7548-DES-DIG-PDD-PAD-01	Diagrama Unifilar da Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-OCI-PDD-PAD-02	Áreas de Ocupações Irregulares e Pontos de Erosão com as Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-VER-PDD-PAD-03	Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas e Cavas Na Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-GEO-PDD-PAD-04	Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-HIP-PDD-PAD-05	Mapa Hipsométrico da do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-ZON-PDD-PAD-06	Mapa De Zoneamento da Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-ACO-PDD-PAD-07	Ações Corretivas – Levantamento das Pontes, Passarelas e Galerias com Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-CRI-PDD-PAD-08	Mapa de Pontos Críticos de Enchente da bacia do Ribeirão dos Padilhas (TR 50 Anos)
7548-DES-DET-PDD-PAD-09	Mapa de Detenção e/ou Retenção da Bacia do Rio Padilhas Inserida No Município de Curitiba

7548-DES-NOS-PDD-PAD-10	Mapa de Trechos e Nós da Bacia do Rio Padilhas Inserida No Município de Curitiba
7548-DES-MHO-PDD-PAD-11	Base de Cálculo do Modelo Hidrológico da Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-MHA-PDD-PAD-12	Base de Cálculo Do Modelo Hidráulico da Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-MES-PDD-PAD-13	Modelo de Escoamento Para Tempo de Retorno de 10 Anos
7548-DES-MES-PDD-PAD-14	Modelo de Escoamento Para Tempo de Retorno de 25 Anos
7548-DES-MES-PDD-PAD-15	Modelo de Escoamento Para Tempo de Retorno de 50 Anos
7548-DES-MES-PDD-PAD-16	Modelo de Escoamento Para Tempo de Retorno de 100 Anos
7548-DES-DET-PDD-PAD-17	Detenção - Mapa De Volume Concentrado - TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-PAD-18	Detenção - Mapa De Volume Distribuído - TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-PAD-19	Detenção - Mapa De Volume Concentrado - TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-DET-PDD-PAD-20	Detenção - Mapa De Volume Distribuído - TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-VAZ-PDD-PAD-21	Capacidade Das Calhas da Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-VEL-PDD-PAD-22	Velocidade Nos Rios e Córregos da Bacia do Ribeirão dos Padilhas
7548-DES-LAY-PDD-PAD-23	Layout de Diretrizes de Implementação de Obras na Bacia do Ribeirão dos Padilhas- Talude Natural

LISTA DE MAPAS DA BACIA DO RIOIGUAÇU

7548-DES-DIG-PDD-IGU-01	Diagrama Unifilar da Bacia do Rio Iguaçu
7548-DES-OCI-PDD-IGU-02	Áreas de Ocupações Irregulares e Pontos de Erosão com Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Rio Iguaçu Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-VER-PDD-IGU-03	Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas e Cavas na Bacia do Rio Iguaçu Inserida no Município De Curitiba
7548-DES-GEO-PDD-IGU-04	Mapa Geológico da Bacia do Rio Iguaçu Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-HIP-PDD-IGU-05	Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio Iguaçu Inserida No Município de Curitiba

7548-DES-ZON-PDD-IGU-06	Mapa de Zoneamento da Bacia do Rio Iguaçu
7548-DES-ACO-PDD-IGU-07	Ações Corretivas - Levantamento das Pontes, Passarelas e Galerias com Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Rio Iguaçu inserida Município de Curitiba
7548-DES-DET-PDD-IGU-08	Mapa de Detenção e/ou Retenção da Bacia do Rio Iguaçuinserida no Município De Curitiba
7548-DES-SES-PDD-ATU-09	Mapa do Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia do Rio Iguaçu inserida no Município de Curitiba
7548-DES-NOS-PDD-IGU-10	Mapa de Trechos e Nós da Bacia do Rio Iguaçu Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-MHO-PDD-IGU-11	Base de Cálculo do Modelo Hidrológico da Bacia do Rio Iguaçu
7548-DES-MHA-PDD-IGU-12	Base de Cálculo Do Modelo Hidráulico da Bacia do Rio Iguaçu
7548-DES-MES-PDD-IGU-13	Modelo de Escoamento Para Tempo de Retorno de 10 Anos
7548-DES-MES-PDD-IGU-14	Modelo de Escoamento Para Tempo de Retorno de 25 Anos
7548-DES-MES-PDD-IGU-15	Modelo de Escoamento Para Tempo de Retorno de 50 Anos
7548-DES-MES-PDD-IGU-16	Modelo De Escoamento Para Tempo de Retorno De 100 Anos
7548-DES-DET-PDD-IGU-17	Detenção - Mapa De Volume Concentrado - TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-DET-PDD-IGU-18	Detenção - Mapa De Volume Distribuído - TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-LAY-PDD-IGU-19	Layout de Diretrizes de Implementação de Obras na Bacia do Rio Iguaçu Inserida No Município de Curitiba – Talude Natural

LISTA DE MAPAS DA BACIA DO RIOPASSAÚNA

7548-DES-DIG-PDD-PAS-01	Diagrama Unifilar da Bacia do Rio Passaúna
7548-DES-OCI-PDD-PAS-02	Áreas de Ocupações Irregulares e Pontos de Erosão com as Máximas Enchentes Históricas Observadas na Bacia do Rio Passaúna Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-VER-PDD-PAS-03	Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas e Cavas na Bacia do Rio Passaúna Inserida no Município de Curitiba

7548-DES-GEO-PDD-PAS-04	Mapa Geológico Da Bacia do Rio Passaúna Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-HIP-PDD-PAS-05	Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio Passaúna Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-ZON-PDD-PAS-06	Mapa de Zoneamento da Bacia do Rio Passaúna
7548-DES-ACO-PDD-PAS-07	Ações Corretivas - Levantamento das Pontes, Passarelas e Galerias com Máximas Enchentes Históricas Observadas Na Bacia do Rio Passaúna Inserida Município de Curitiba
7548-DES-DET-PDD-PAS-08	Bacias De Detenção e/ou Retenção-Represa do Passaúna
7548-DES-SES-PDD-PAS-09	Sistema de Esgotamento Sanitário Para A Bacia do Rio Passaúna
7548-DES-NOS-PDD-PAS-10	Mapa De Trechos e Nós da Bacia do Rio Passaúna Inserida no Município de Curitiba
7548-DES-MHO-PDD-PAS-11	Base De Cálculo do Modelo Hidrológico da Bacia do Rio Passaúna
7548-DES-MHA-PDD-PAS-12	Base De Cálculo do Modelo Hidráulico da Bacia do Rio Passaúna
7548-DES-MES-PDD-PAS-13	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 10 Anos
7548-DES-MES-PDD-PAS-14	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 25 Anos
7548-DES-MES-PDD-PAS-15	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 50 Anos
7548-DES-MES-PDD-PAS-16	Modelo de Escoamento para Tempo de Retorno de 100 Anos
7548-DES-DET-PDD-PAS-17	Detenção - Mapa de Volume Concentrado- TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-PAS-18	Detenção - Mapa de Volume Distribuído- TR 100 Anos (Canal Existente)
7548-DES-DET-PDD-PAS-19	Detenção - Mapa de Volume Concentrado- TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-DET-PDD-PAS-20	Detenção - Mapa De Volume Distribuído- TR 100 Anos (Canal Projetado)
7548-DES-VAZ-PDD-PAS-21	Capacidade das Calhas na Bacia do Rio Passaúna
7548-DES-VEL-PDD-PAS-22	Velocidade Nos Rios e Córregos na Bacia Do Rio Passaúna

7548-DES-LAY-PDD-PAS-23

Layout de Diretrizes de Implementação de Obras na Bacia do Rio Passaúna Inserida no Município de Curitiba – Talude Natural

ANEXO EM CD – HIDROGRAMAS E IETOGRAMAS

Conteúdo do CD anexo – Pasta Atuba						
	Hidrogramas e letogramas para TR 10 anos por trecho da bacia do rio Atuba					
Hidrológicos	Hidrogramas e letogramas para TR 25 anos por trecho da bacia do rio Atuba					
Thurblogicos	Hidrogramas e letogramas para TR 50 anos por trecho da bacia do rio Atuba					
	Hidrogramas e letogramas para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Atuba					
Hidráulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Existente para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Atuba					
niuraulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Projetado para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Atuba					

Conteúdo do CD anexo – PastaBarigui					
Hidrogramas e letogramas para TR 10 anos por trecho da bacia do rio Bari					
Hidrológicos	Hidrogramas e letogramas para TR 25 anos por trecho da bacia do rio Barigui				
Tharologicos	Hidrogramas e letogramas para TR 50 anos por trecho da bacia do rio Barigui				
	Hidrogramas e letogramas para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Barigui				
Hidráulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Existente para TR 100 anos por trechoda bacia do rio Barigui				
Hidraulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Projetado para TR 100 anos por trechoda bacia do rio Barigui				

Conteúdo do CD anexo – Pasta Belém					
Hidrogramas e letogramas para TR 10 anos por trecho da bacia do rioBel					
Hidrológicos	Hidrogramas e letogramas para TR 25 anos por trecho da bacia do rioBelém				
Thurblogicos	Hidrogramas e letogramas para TR 50 anos por trecho da bacia do rioBelém				
	Hidrogramas e letogramas para TR 100 anos por trecho da bacia do rioBelém				
Hidráulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Existente para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Belém				
Hidraulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Projetado para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Belém				

	Conteúdo do CD anexo – Pasta Padilhas					
Hidrológicos Padilhas Hidrogramas e letogramas para Padilhas Hidrogramas e letogramas para Padilhas	Hidrogramas e letogramas para TR 10 anos por trecho da bacia do rib. dos Padilhas					
	Hidrogramas e letogramas para TR 25 anos por trecho da bacia do rib. dos Padilhas					
	Hidrogramas e letogramas para TR 50 anos por trecho da bacia do rib. dos Padilhas					
	Hidrogramas e letogramas para TR 100 anos por trecho da bacia do rib. dos Padilhas					

Hidráulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Existente para TR 100 anos por trecho da bacia do rib. dos Padilhas
Hidraulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Projetado para TR 100 anos por trecho da bacia do rib. dos Padilhas

Conteúdo do CD anexo – Pasta Iguaçu					
Hidrogramas e letogramas para TR 10 anos por trecho da bacia do rio Igua Hidrogramas e letogramas para TR 25 anos por trecho da bacia do rio Igua					
	Hidrogramas e letogramas para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Iguaçu				
Hidráulicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Existente para TR 100 anos por trecho da bacia do riolguaçu				
Hidradiicos	Hidrogramas e letogramas de detenção do Canal Projetado para TR 100 anos por trecho da bacia do riolguaçu				

Conteúdo do CD anexo – Pasta Passaúna					
	Hidrogramas e letogramas para TR 10 anos por trecho da bacia do rio Passaúna				
Hidrológicos	Hidrogramas e letogramas para TR 25 anos por trecho da bacia do rio Passaúna				
	Hidrogramas e letogramas para TR 50 anos por trecho da bacia do rio Passaúna				
	Hidrogramas e letogramas para TR 100 anos por trecho da bacia do rio Passaúna				

APRESENTAÇÃO

Este documento faz parte do Volume Técnico – Tomo 4 – Caracterização e Medidas de Controle de Cheias que compõem o "Plano diretor de Macrodrenagem Urbana de Curitiba" conforme contrato 19390 que entre si fazem o Município de Curitiba com a interveniência do IPPUC e a COBRAPE.

O Objetivo do Plano é oferecer ferramentas e diretrizes técnicas e institucionais ao poder público e a sociedade, que permitam mitigar os impactos causados pelas enchentes em Curitiba.

O escoamento das águas pluviais se faz através de um sistema composto de tubulações, galerias fechadas em concreto e canais abertos, que podem ou não ser revestidos. A aceleração do processo de urbanização produz um maior escoamento devido à impermeabilização do solo e aumento do pico de vazão decorrendo a saturação do sistema existente de drenagem, aumentando assim a frequência das inundações.

Considerando os métodos tradicionais de escoamento, esse incremento de áreas impermeabilizadas deveria ser acompanhado de um aumento da seção de escoamento; o que ocorre na prática é o assoreamento dos canais e diminuição das seções, andando assim no outro sentido do que é necessário.

Dessa forma, o sistema de drenagem é duplamente penalizado, pois ao mesmo tempo em que ocorre o aumento da impermeabilização, há um maior carreamento de sólidos para as galerias e canais.

As obras de drenagem, via de regra, exigem períodos de maturação muito longos, nunca inferiores a dois anos, desde a tomada de decisão para equacionamento do problema até o inicio das obras. Este período é despendido com o desenvolvimento de projetos, prospecção e busca de recursos nos órgãos públicos, bancos e agências de fomento, preparo e conclusão da etapa de licitação de obras e finalmente execução das obras.

Segundo Fendrich (1999), a urbanização produz uma série de causas e efeitos sobre o escoamento superficial, tais como:

- Impermeabilização- ocasiona maiores picos de vazões.
- Revestimento das redes de drenagem- ocasiona maiores picos na jusante.
- Geração de resíduos sólidos urbanos- ocasiona entupimento das galerias e degradação a qualidade da água.

Em todas as bacias estudadas inseridas no município é essencial uma coordenação das medidas de controle entre as prefeituras, com soluções integradas, visto que as cabeceiras dos rios encontram-se nos municípios vizinhos em algumas bacias e em outras as áreas de contribuição drenagem parcialmente o município limítrofe.

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

1.1. Características Gerais de Curitiba

Curitiba está situada a uma altitude média de 945 metros em relação ao nível do mar, localiza-se a 25°25'48" Sul de latitude e 49°16'15" Oeste de longitude.

Ocupa uma área de 435,27 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2012). A extensão Norte-Sul é de 35 km e Leste-Oeste20 km.

É a cidade com o maior produto interno bruto da região sul e quarta do Brasil.

A área de projeto limita-se ao município de Curitiba, capital do Estado do Paraná, porém tem interface com seus municípios limítrofes, notadamente com Colombo, Pinhais (que compõem junto com Curitiba a Bacia do rio Atuba), Almirante Tamandaré (onde está localizada a nascente do rio Barigui), Campo Largo, Campo Magro e Araucária (tributário da margem direita do rio Passaúna).

A região Metropolitana de Curitiba (RMC) é composta por 29 municípios que, juntos, ocupam uma área de 15.622,33 km²; sendo eles: Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária; Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo do Tenente, Campo Largo, Campo Magro, Cerro Azul; Colombo, Contenda, Curitiba, Doutor Ulysses, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Lapa, Mandirituba, Piên, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, Rio Branco do Sul, Rio Negro, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná. Definido pela Lei Estadual nº 139/2011.

Segundo o IBGE, a taxa anual de crescimento da Região Metropolitana é de 3,02 % - superior, portanto, à média de 1,53% ao ano verificado nos demais centros urbanos do País.

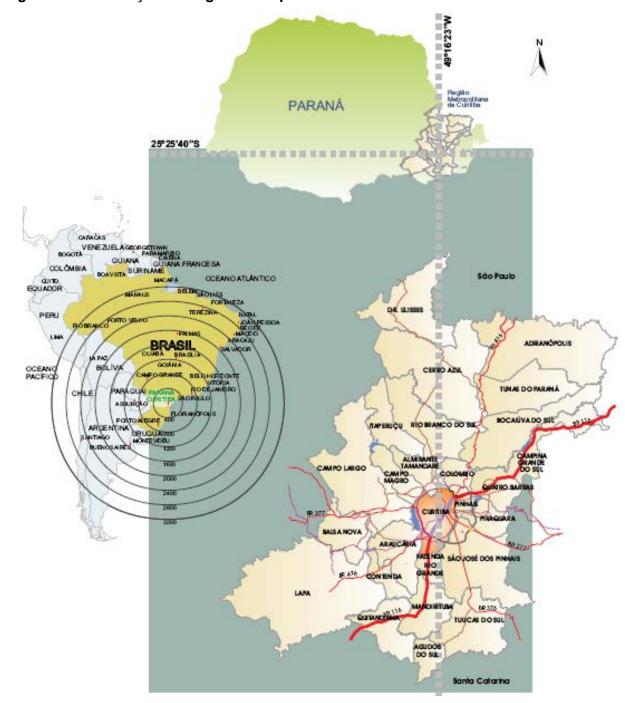


Figura 1 – Localização da Região Metropolitana de Curitiba

FONTE: COMECELABORAÇÃO: IPPUC

O município de Curitiba é dividido em75 bairros, em nove Regionais, tem seu território quase totalmente ocupado, o que leva a prefeitura a planejar e implantar ações sob um enfoque metropolitano, com o objetivo de manter e ampliar o padrão de qualidade de vida da população.

O quadro 1 mostra a que bacia pertence(m) cada um dos 75 bairros.

Quadro 1 – Divisão dos Bairros por Bacia Hidrográfica.

	Bacias Hidrográficas					
Bairros	Rio Passaúna	Ribeirão dos Padilhas	Rio Atuba	Rio Barigui	Rio Belém	Rio Iguaçu
Abranches				Х	Χ	
Água Verde				X	X	
Ahú					Χ	
Alto Boqueirão		Х			Χ	Х
Alto da Glória					Χ	
Alto da XV					Х	
Atuba			Χ			
Augusta	X			Х		
Bacacheri			Χ		Χ	
Bairro Alto			X			
Barreirinha			X		Х	
Batel			, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	X	X	
Bigorrilho				X	X	
Boa Vista			Х		X	
Bom Retiro					X	
Boqueirão					X	X
Butiatuvinha	X			X	^	^
Cabral	^			^		
			X		X	
Cachoeira			X			
Cajuru			X	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	X	
Campina do Siqueira				X		
Campo Comprido				X		
Campo de Santana				X		X
Capão da Imbuia			X		X	
Capão Raso		X		X		
Cascatinha				X		
Caximba				X		X
Centro					Χ	
Centro Cívico					Χ	
Cidade Industrial		X		X		
Cristo Rei			X		X	
Fanny					X	
Fazendinha				X		
Ganchinho		X				X
Guabirotuba					Χ	
Guaíra					Χ	
Hauer					Χ	
Hugo Lange			Χ		Χ	
Jardim Botânico					X	
Jardim das Américas			Χ		X	
Jardim Social			X			
Juvevê			<u> </u>		Х	
Lamenha Pequena	Χ				- · ·	
Lindóia					X	
Mercês				X	X	
Mossunguê				X		
Novo Mundo		X		X	X	

		Bacias Hidrográficas					
Bairros	Rio Passaúna	Ribeirão dos Padilhas	Rio Atuba	Rio Barigui	Rio Belém	Rio Iguaçu	
Orleans	X			X			
Parolin					Χ		
Pilarzinho				X	Χ		
Pinheirinho		X		X			
Portão				X	X		
Prado Velho					Χ		
Rebouças					X		
Riviera	X						
Santa Cândida			Χ				
Santa Felicidade			Χ				
Santa Quitéria				X			
Santo Inácio				X			
São Braz	X			X			
São Francisco					Х		
São João				X			
São Lourenço			X		Х		
São Miguel	X			X			
Seminário				X			
Sitio Cercado		X				X	
Taboão				X	Х		
Tarumã			Χ				
Tatuquara				X		X	
Tingui			Χ				
Uberaba			Χ		Χ	X	
Umbará						Х	
Vila Izabel				X	Χ		
Vista Alegre				X	Χ		
Xaxim		X			Χ	X	

Fonte: IPPUC

1.2. População de Curitiba

A cidade de Curitiba é a mais populosa da região sul e a oitava do país(IBGE,2010)

A bacia mais populosa é a do rio Barigui, representando um terço da população,e mais povoada é do rio Belém.

Quadro 2 – Domicílios Particulares Permanentes e População absoluta por unidade de bacia.

Bacia	Domicílios Pa Perman		População 2010		
	Absoluto	%	Absoluto	%	
Rio Atuba	113.337	17,84	324.610	18,53	
Rio Barigui	195.941	30,85	563076	32,17	
Rio Belém	205.321	32,32	496112	28,34	
Ribeirão dos Padilhas	78.475	12,35	238381	13,62	
Rio Iguaçu	32.199	5,07	99949	5,71	
Rio Passaúna	9.946	1,57	29.780 1,70		
Total	635.219	100,00	1.751.907 100,0		

Fonte: Domicílios Particulares Permanentes, IBGE, 2010, ajuste proporcional populacional, COBRAPE.

O bairro mais populoso é a CIC (Cidade Industrial de Curitiba) e o menos é o Riviera com apenas 289 habitantes como mostra o quadro 3.

Quadro 3 – População por Bairro

Bairros	Total de	38 – Butiatuvinha	12.876
	habitantes	39 – Tingui	12.319
1 - Cidade Industrial	172.669	40 – Santa Quitéria	12.075
2 - Sítio Cercado	115.525	41 - Vila Izabel	11.610
3 – Cajuru	96.200	42 – Juvevê	11.582
4 – Boqueirão	73.178	43 – Parolin	11.554
5 – Uberaba	72.056	44 – Ahú	11.506
6 – Xaxim	57.182	45 – Guabirotuba	11.461
7 – Alto Boqueirão	53.671	46 – Vista Alegre	11.199
8 – Tatuquara	52.279	47 - Ganchinho	11.178
9 – Água Verde	51.425	48 – Batel	10.878
10 – Pinheirinho	50.401	49 – Mossunguê	9.664
11 – Bairro Alto	46.106	50 – Cachoeira	9.314
12 – Novo Mundo	44.063	51 – Lindóia	8.584
13 – Portão	42.662	52 – Alto da Rua XV	8.531
14 – Centro	37.283	53 – Fanny	8.415
15 – Capão Raso	36.065	54 – Órleans	8.105
16 – Santa Cândida	32.808	55 – Tarumã	8.072
17 – Santa Felicidade	31.572	56 – Campina do Siqueira	7.326
18 – Boa Vista	31.052	57 – Seminário	6.851
19 - Campo Comprido	28.969	58 – Augusta	6.598
20 – Pilarzinho	28.480	59 – Santo Inácio	6.494
21 – Bigorrilho	28.336	60 – São Lourenço	6.276
22 – Fazendinha	28.074	61 – Jardim Botânico	6.172
23 – Campo de Santana	27.158	62 – São Francisco	6.130
24 – Bacacheri	23.734	63 – Prado Velho	6.077
25 – São Braz	23.559	64 – Jardim Social	5.698
26 – Capão da Imbuia	20.473	65 – Alto da Glória	5.548
27 – Umbará	18.730	66 – Bom Retiro	5.156
28 – Barreirinha	18.017	67 – Centro Cívico	4.783
29 – Atuba	15.935	68 – São Miguel	4.773
30 – Jardim das Américas	15.313	69 – Taboão	3.396
31 – Guaíra	14.904	70 – Hugo Lange	3.392
32 – Rebouças	14.888	71 – São João	3.253
33 – Cristo Rei	13.795	72 – Caximba	2.522
34 – Hauer	13.315	73 – Cascatinha	2.161
35 – Abranches	13.189	74 – Lamenha Pequena	1.056
36 – Cabral	13.060	75 – Riviera	289
37 – Mercês	12.907	População de Curitiba	1.751.907

Fonte: IBGE (2010)

1.3. Aspectos Hidrográficos de Curitiba

O Município de Curitiba está localizado à margem direita e a Leste da maior bacia do Rio Paraná, a Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu, como mostra a figura 2.

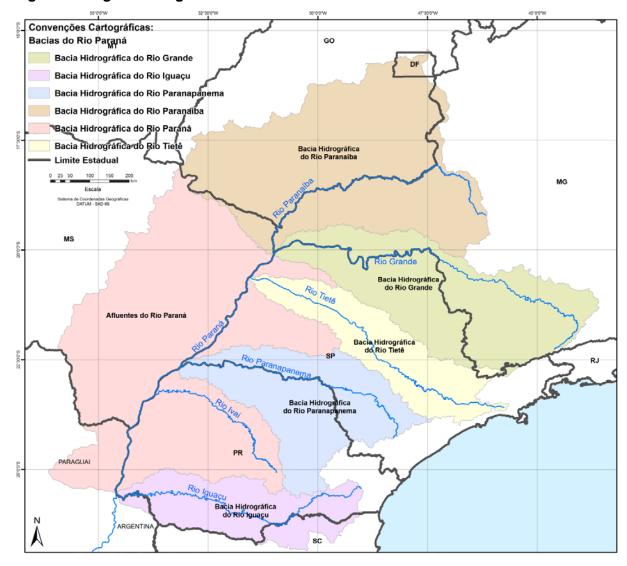


Figura 2- Região Hidrográfica do Rio Paraná

Fonte: ANA - Agencia Nacional de Águas (2010)

Elaboração: COBRAPE

As bacias hidrográficas de Curitiba são do: Rio Atuba, Rio Belém, Rio Barigui, Rio Passaúna, Ribeirão dos Padilhas e Rio Iguaçu, todos com características idênticas de drenagem, sendo a maior delas a do Rio Barigui, que corta o município de Norte a Sul e perfaz um total de 139,9 Km². Ao sul do município tem-se a menor bacia hidrográfica de Curitiba, a do Ribeirão dos Padilhas, com

33,6 km² de área.

As maiores altitudes ocorrem na região norte do município, dessa forma suas seis bacias hidrográficas correm para o Sul desembocando no Rio Iguaçu, que, por sua vez, deságua no Rio Paraná, a Oeste do Estado.

INSERIR MAPA EM A3DO DIAGRAMA UNIFILAR GERAL

Figura 3- Diagrama Unifilar das Bacias Hidrográficas de Curitiba.

1.4. Aspectos Climatológicos de Curitiba

Vários fatores interferem na característica climática do Município de Curitiba, entre eles destacam-se - sua localização em relação ao Trópico de Capricórnio - a topografia do primeiro planalto - a altitude média do município - e a barreira geográfica natural da Serra do Mar.

Tendo-se por referência a classificação de Köeppen (MACK, 1981), a cidade apresenta clima temperado úmido, mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos e inverno com geadas frequentes e ocasionais precipitações de neve (última ocorrência em17/07/1975).

A pluviosidade média mensal de precipitação do período compreendido entre janeiro de 1998 e fevereiro de 2008 foi de 115,18mm. A média anual ficou 1.379,31mm de 1998 a 2007, não apresentando déficit hídrico e as chuvas são bem distribuídas durante o ano, com leve declínio no inverno. A precipitação média anual da RMC corresponde a 1413 mm/ano.

Quadro 4 – Ocorrências Climatológicas Extremas em Curitiba

Temperatura Extrema Máxima, em 17/11/85.	35,2 °C
Temperatura Extrema Mínima, em 18/07/75.	− 6,0 °C
Precipitação Anual Máxima – 1957	2.165,2 mm
Precipitação Anual Mínima – 1985	765,50 mm
Dias com Chuvas/Ano, Máximo - 1932.	240
Dias com Chuvas/Ano, Mínimo - 1924.	118

Fonte: SIMEPAR - Os dados são provenientes da Estação Meteorológica Curitiba localizada na Latitude 25°41′67"S, Longitude49°13′33"W e Altitude de 930m.

1.5. Hidrogeologia e Relevo de Curitiba

O estado do Paraná é dividido morfologicamente em três Planaltos, subdivididos de acordo com suas características geológicas. O Primeiro Planalto localiza-se na região de Curitiba, chamado de Planalto de Curitiba ou Escudo Paranaense possui quatro conjuntos litológicos, ou compartimentos, são definidos com base em parâmetros estratigráficos, tectônicos e geocronológicos.

Arqueano e Proterozóico Inferior - terrenos cristalinos de alto grau metamórfico (fácies anfibolito a granulito);

Proterozóico Superior - terrenos cristalinos de baixo grau metamórfico (fácies xisto verde a anfibolito), que afloram principalmente na porção Norte noroeste do Primeiro Planalto Paranaense;

Proterozóico Superior ao Paleozóico Inferior - representado pelo magmatismo ácido, durando, com interrupções, até o começo do Paleozóico;

Paleozóico - bacias Vulcano - sedimentar e sedimentar restritas formadas no Ordoviciano, durante a transição entre o final do Ciclo Brasiliano e acratonização da Plataforma Sul-Americana, ao final das atividades orogênicas.

O Primeiro Planalto divide-se em três regiões: Planalto de Curitiba; Região Serrana do Assungui e o Planalto de Maracanã. Dessas três regiões o Planalto de Curitiba ocupa a parte sul, onde está situada a capital do Estado do Paraná.

Ao redor de Curitiba encontram-se sedimentos da formação Guabirotuba. Tais sedimentos ocorreram durante o Quaternários Antigo ou Pleistoceno, de origem flúvio-lacustre que preencheram uma antiga e grande depressão, formando a chamada bacia de Curitiba.

As unidades aquíferas são a pré-cambriana, formada de mignatitos, rochas granitoides e gnáissicas, e Guabirotuba, formada de areias arcosianas intercaladas com argilitos e siltitos.

A aptidão para ambas as unidades é adequada para o consumo humano, irrigação e uso industrial (com restrição na região de Guabirotuba quanto ao volume de produção).

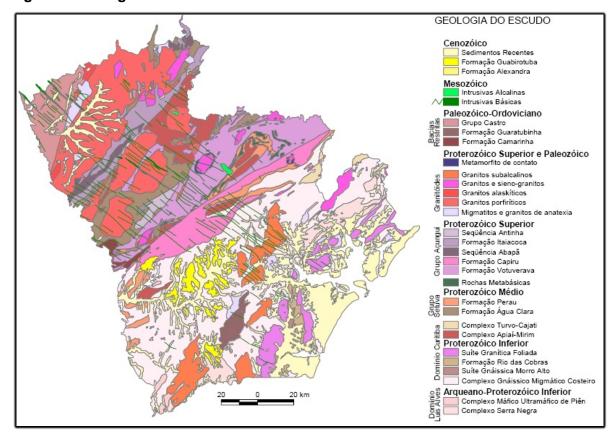


Figura4- Geologia do Escudo Paranaense

FONTE: Atlas Geológico do Estado Do Paraná, 2001 - MINEROPAR.

Quadro 5- Características do Relevo Curitibano

Origem da Formação do Relevo	Flúvio-lacustre
Período de Formação do Relevo	Pleistoceno

Uma série de terraços escalonados são dispostos em intervalos altimétricos caracterizando Curitiba com uma topografia ondulada de colinas suavemente arredondadas dando-lhe uma fisionomia relativamente regular.

O ponto mais elevado está ao Norte do município correspondendo a cota de 1.021,00m no Bairro Lamenha Pequena, dando-lhe uma feição topográfica relativamente acidentada composta por declividades mais acentuadas, devido à proximidade com a Região Serrana do Açungui.

Ao Sul do Município de Curitiba encontra-se a situação de mais baixo terraço, com cota de 856,17m localizada no bairro do Caximba, próximo ao deságue das águas do rio Barigui no rio Iguaçu.

Para elaboração da hipsometria foram utilizados os dados provenientes do IPPUC, com pequenos vazios na malha topográfica fornecida, assim poderá ter pequena variação com outros parâmetros utilizados em estudos diferentes.

Para a elaboração deste plano foram utilizados dados hipsométricos apresentados resumidamente na quadro 6.

Quadro 6 – Altitudes Mínimas, Médias e Máximas por bacias hidrográficas por bacia em Curitiba em relação ao nível do mar.

BACIA Altitude Mínima (m)		Altitude Média (m)	Altitude Máxima (m)
Ribeirão dos Padilhas	868,24	901,91	931,28
Rio Barigui	864,04	919,95	1.001,19
Rio Atuba	872,03	916,30	1.001,25
Rio Passaúna	872,17	933,20	933,20
Rio Belém	869,10	909,11	998,33
Rio Iguaçu	856,17	889,83	937,09

Dados: Curvas de Nível, (IPPUC)Elaboração: COBRAPE.

É bastante notória a mancha de sedimentos recentes (Qha) no desenvolvimento dos rios estudados. As manchas mais largas estão nas bacias do Belém e Atuba, e são indicadores físicos das áreas de inundação destas bacias.

Os sedimentos se sobrepõem à Formação Guabirotuba, que é notória por seus solos expansivos e friáveis de baixo suporte, com alto potencial de erosão, escorregamento e baixa permeabilidade.

O embasamento cristalino é em geral, Granito-Gnaisse ou Granito-Migmatito, a profundidades médias de 15 m.

Na parte norte da cidade, nos trechos de cabeceira dos rios Atuba, Barigui e Passaúna, entre os sedimentos recentes (QHc) estão situadas próximas a região do aquífero Karst, com a ocorrência de rochas metamórficas do tipo Calcário, altamente solúveis, passíveis de formação de cavernas e poços com nível de água varia entre aflorante até 5m de profundidade, nas cotas mais altas.

1.6. Logística e Infraestrutura Instalada

Os principais fatores que contribuem para o desempenho logístico e estrutural de Curitiba são: a proximidade com os portos de Antonina e Paranaguá, presença de dois aeroportos (Bacacheri e Afonso Pena) e uma malha viária e ferroviária bem interligada.

1.6.1. Transporte Ferroviário

O Paraná é o quarto estado com maior extensão de malha ferroviária, sendo 2.287 km de extensão total, fundamentais para que o Paraná em relação à produção e escoamento de grãos, nas diversas regiões produtoras do Estado. Essa malha é operada por empresas privadas, interligando o município de Curitiba aos principais pólos regionais do Estado e aos Estados de São Paulo e Santa Catarina. De toda a malha ferroviária a América Latina Logística do Brasil S/A (ALL) opera com 2.039 km, a Ferrovia Paraná com 248 km.

1.6.2. Transporte Aeroviário

Curitiba dispõe de dois aeroportos, o Aeroporto Bacacheri e o Aeroporto Internacional Afonso Pena, este o maior do Estado do Paraná.

O Aeroporto Bacacheri é utilizado para pequenas e médias aeronaves. Possui pista revestida em asfalto com 1.390 x 30 m e dispõe de 24 posições para estacionamento de aeronaves. Das empresas que operam no aeroporto seis são de Táxi Aéreo e seis de Manutenção de Aeronaves.

O Aeroporto Afonso Pena está localizado a 18 km do centro da cidade de Curitiba, Em São José dos Pinhais. As pistas têm 2.215 x 45 m e oferecem 14 posições para estacionamento das aeronaves. O estacionamento de veículos do aeroporto possui 688 vagas não cobertas. Atualmente o município contra com 10 espaços para helicópteros, entre helipontos e heliportos.

1.6.3. Transporte Rodoviário

As principais rodovias federais que cortam o município de Curitiba são BR 376/101, BR 277, BR 476 e BR 116. A rede de transportes é complementada

por rodovias estaduais e o sistema viário local. A extensão total da malha no Paraná considerando vias estaduais e federais é de 15.778 km.

Curitiba está localizada a apenas 100 km de distância de dois grandes portos: Paranaguá e Antonina. Isso a torna mais atrativa, pois representa redução de custos para a atividade produtiva principalmente para empresas que dependem do transporte marítimo para adquirir insumos ou distribuir seus produtos. Além desses, existem mais três portos próximos à capital paranaense que se localizam no Estado de Santa Catarina, o Porto de Itapoá, distante 130 km, Porto de São Francisco do Sul a 180 km e Porto de Itajaí a 192 km.

O Porto de Paranaguá possui área total de mais de 2,4 milhões de m², segundo dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), o porto está em 3° lugar dos principais portos brasileiros com maior movimentação de carga com o total de 30.360.149 toneladas.

1.6.4. Infraestrutura Aduaneira

O Paraná possui seis Portos Secos e uma Estação Aduaneira, os quais juntos possuem área total de 706 mil m² e 60,5 mil m² de armazéns. Em Curitiba estão localizados dois Portos Secos que totalizam área de 222 mil m² e um Centro de Distribuição com área de 30 mil m².

1.6.5. Transporte Viário

Curitiba possui o Sistema Integrado de Transporte Coletivo (RIT), formado por uma rede, terminais de integração, linhas expressas, alimentadoras, interbairros e diretas, além de convencionais que atendem aos terminais situados nos eixos de transporte de massa e em bairros que possuem um desenvolvimento urbano representativo. A estrutura básica é formada por 5 eixos onde estão localizados os terminais que atendem a RIT caracterizados por Canaletas exclusivas. Outra característica é o sistema trinário que é constituído por uma via central com canaleta exclusiva para o transporte coletivo e duas pistas de tráfego lento, e pelas vias externas, para o tráfego contínuo, de sentidos opostos, destinadas às ligações centro-bairro e bairro-centro, priorizando a circulação de veículos particulares.

O transporte coletivo é composto por 1.910 ônibus, que atendem 347 linhas. Em 2010, Curitiba atingiu uma frota de 1,2 milhões de veículos, são 69 veículos para cada 100 habitantes, porém a taxa de crescimento da frota está diminuindo, era de 7,51% em 2007 e baixou para 4,22%%. Tendo em vista o crescimento do número de veículos circulando em Curitiba, a prefeitura iniciou um projeto de ampliação e revitalização viária denominada Linha Verde. A linha Verde já é o sexto corredor de Transporte de Curitiba, todo o projeto prevê 18 km atravessando 10 bairros da cidade (Pinheirinho ao Atuba). A Linha Verde foi implantada na antiga BR 116, que foi transformada em avenida e corredor de transporte. Além da linha Verde estão sendo feitas obras para implantação de quatro grandes binários. O binário é um sistema formado por ruas paralelas que operam em sentidos opostos, visando melhorar a mobilidade urbana.

1.6.6. Energia Elétrica

A companhia Paranaense de Energia (COPEL), quarta maior geradora de energia elétrica do país, é a responsável pelo fornecimento de energia para quase todos os municípios do Estado. A COPEL possui 18 usinas, sendo 17 hidrelétricas e uma termelétrica. Curitiba totaliza em 703 mil consumidores de eletricidade, havendo aumento de 2,8% em relação ao ano de 2009. Os consumidores residenciais representam 86,9% e os comerciais 10,4%.

Em relação as tarifas de energia elétrica, segundo a Companhia de Energia Elétricas do estado do Paraná como as demais Regiões Sul (dados de 2010), apresentam tarifas inferiores na maioria das classes de consumo, sendo a tarifa média de R\$ 248,36/MWh, esta mais barata em 7% do que a média do país.

1.6.7.Gás Natural

A companhia Paranaense de Gás (Compagás) é a empresa responsável pela distribuição do Gás Natural canalizado no Paraná.

A rede de distribuição de Gás em Curitiba tem extensão de 262 km e está disponível em 27 bairros da cidade, ou seja, 36% dos bairros são atendidos por ela.

1.6.8.Sistema de Abastecimento de Água (SAA)e Esgotamento Sanitário (SES) de Curitiba

A seguir os dados das principais características do sistema de esgotamento sanitário de Curitiba.

Quadro 7 – Estações de Tratamento de esgoto de grande porte em Curitiba

ETE	Vazão de Projeto (L/s)	Vazão Atual (L/s)	Status
Atuba Sul	1.120	1.000	Ativa com Ampliação prevista para 2013
Belém	1.200	2.520	Ativa com Ampliação prevista para 2013
CIC Xisto	490	400	Ativa
Padilha Sul	420	280	Ativa
Santa Quitéria	420	400	Ativa
Total	3650	4600	

Fonte: SANEPAR (2012).

Quadro 8 – Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Região Metropolitana de Curitiba.

Item	Quantidade
Quantidade de Água Total que é Consumida por Dia na Cidade (em litros)(SANEPAR 2007)	256.833.559
Domicílios Particulares Permanentes em Curitiba (IBGE Censo 2000)	471.163
Domicílios Particulares Permanentes Ligados a Rede Geral de Água (IBGE Censo 2000)	98,61%

Item	Quantidade
Unidades Residenciais Atendidas com Abastecimento de Água (SANEPAR 2007)	567981
Unidades Comerciais Atendidas com Abastecimento de Água (SANEPAR 2007)	50077
Unidades Industriais Atendidas com Abastecimento de Água (SANEPAR 2007)	1169
Unidades de Utilidade Pública Atendidas com Abastecimento de Água (SANEPAR 2007)	3556
Unidades de Poder Público Atendidas com Abastecimento de Água (SANEPAR 2007)	2023
Ligações de Abastecimento de Água em Unidades Residenciais (SANEPAR 2007)	369358
Ligações de Abastecimento de Água em Unidades Comerciais (SANEPAR 2007)	34980
Ligações de Abastecimento de Água em Unidades Industriais (SANEPAR 2007)	1162
Ligações de Abastecimento de Água em Unidades de Utilidades Públicas (SANEPAR 2007)	2575
Ligações de Abastecimento de Água em Unidades do Poder Público (SANEPAR 2007)	2023
Unidades Residenciais Atendidas com Esgoto (SANEPAR 2007)	471776
Unidades Comerciais Atendidas com Esgoto (SANEPAR 2007)	44650
Unidades Industriais Atendidas com Esgoto (SANEPAR 2007)	631
Unidades de Utilidade Pública Atendidas com Esgoto (SANEPAR 2007)	1919
Unidades de Poder Público Atendidas com Esgoto (SANEPAR 2007)	1421
Quantidade de Esgoto Tratado por ano (m³) (SANEPAR 2007)	69.314.329
Quantidade de Esgoto Coletado por ano (m³) (SANEPAR 2007)	76.834.749
Ligações de Esgoto em Unidades Residenciais (SANEPAR 2007)	283.731
Ligações de Esgoto em Unidades Comerciais (SANEPAR 2007)	29.980
Ligações de Esgoto em Unidades Industriais (SANEPAR 2007)	627
Ligações em Utilidades Públicas (SANEPAR 2007)	1902
Ligações em Unidades do Poder Público (SANEPAR 2007)	1421
Total de Reservatórios de Água que Abastecem Curitiba (SANEPAR 2008)	22
Capacidade dos Reservatórios de Água de Curitiba (SANEPAR 2008) Litros	261.750.000
Consumo de Água Diário Per Capita em Curitiba - Média (SANEPAR 2008) Litros	132
Atendimento à População com Água Tratada em Curitiba (IBGE Censo 2000) %	99,6
População urbana Curitiba (2010)	1.751.907
População urbana Curitiba e Região Metropolitana (2010)	3.149.061
População com coleta de esgotos Curitiba (2010)	1.625.069
População com coleta de esgotos (hab.) Curitiba e Região Metropolitana (2010)	2.258.915

Item	Quantidade
População urbana Curitiba (2011)	1.769.251
População urbana Curitiba e Região Metropolitana (2011)	3.193.496
População com coleta de esgotos Curitiba (2011)	1.656.727
População com coleta de esgotos Curitiba e Região Metropolitana (2011)	2.299.317
Índice da população urbana de Curitiba com esgoto coletado em 2011	93,64%
Índice da população urbana da RMC com esgoto coletado em2011	72%
Índice da população urbana de Curitiba com esgoto tratado - (SANEPAR 2011)	98,50%
Índice da população urbana da RMC com esgoto tratado -(SANEPAR 2011)	100%
Ligações totais de esgoto coletado (ode.) -(SANEPAR 2011)	576.620
Ligações residenciais de esgoto coletado (ud) -(SANEPAR 2011)	522.866
Economias totais de esgoto coletado (ud) - (SANEPAR 2011)	849.801
Economias totais de esgoto tratado (ud) - (SANEPAR 2011)	840.184
Economias residenciais de esgoto coletado (ud) - (SANEPAR 2011)	777.618
Economias residenciais de esgoto tratado (ud) - (SANEPAR 2011)	769.812
Capacidade de tratamento total (L/s) -(SANEPAR 2011)	4600

Fonte: SANEPAR E IBGE conforme indicado.

1.7. Zoneamento

O Plano de Zoneamento e Ocupação do Solo de Curitiba, instituído pela Lei 9.800de 03 de janeiro de 2000, divide a cidade em zonas e setores, cujos parâmetros e critérios de ocupação do solo diferenciam-se de acordo com as diretrizes de crescimento urbano para a cidade de Curitiba, com o sistema viário, a topografia e a infraestrutura existente.

Complementarmente a Lei nº 9.800, sobre o Zoneamento, uso e Ocupação do Solo do Município de Curitiba conta ainda com os seguintes instrumentos legais:

A Lei nº 11.266, de 16 de Dezembro de 2004, faz a adequação do Plano Diretor de Curitiba ao Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/01, para orientação e controle do desenvolvimento integrado do Município.

O zoneamento do município de Curitiba ficou estabelecido de acordo com os mapas anexos a este relatório e cujas zonas e setores estão abaixo relacionados:

- Zona Central ZC, caracterizada por promover uma grande concentração de atividades e funções urbanas de caráter setorial;
- Zonas Residenciais ZR, subdivididas segundo suas características e intensidade de uso e ocupação do solo:
 - Zona Residencial de Ocupação Controlada ZR-OC;
 - Zona Residencial Um ZR-1;
 - Zona Residencial Dois ZR-2;
 - Zona Residencial Três ZR-3;
 - Zona Residencial Quatro ZR-4;
 - Zona Residencial Batel ZR-B;
 - Zona Residencial Mercês ZR-M;
 - Zona Residencial Alto da Glória ZR-AG;
 - Zona Residencial Santa Felicidade ZR-SF;
 - Zona Residencial Umbará ZR-U;
 - Zona Residencial Passaúna ZR-P.
- Zonas de Serviços ZS definidas como áreas ao longo de rodovias ou de eixos viários, planejadas para a implantação de atividades comerciais e de serviços que exijam confinamento em áreas próprias, ou seja, ainda geradoras de tráfego pesado ou intenso. Suas subdivisões:
 - o Zona de Serviço 1 − ZS-1;
 - o Zona de Serviço 2 − ZS-2;
 - Zona Especial de Serviços ZES.
- Zonas de Transição ZT são áreas limítrofes a zoneamentos "conflitantes", onde se pretendeu amenizar os impactos de uso e ocupação do solo. São elas:
 - Zona de Transição da Av. Mal. Floriano Peixoto ZT-MF;

- Zona de Transição Nova Curitiba ZT-NC;
- Zona de Transição BR-116 ZT-BR-116.
- Zonas Industriais ZI são destinadas à implantação de atividades industriais de grande porte, localizadas em sua maioria na Cidade Industrial de Curitiba (CIC).
- Zonas de Uso Misto ZUM são áreas de ocupação mista, com média densidade habitacional, para dar apoio às zonas industriais e de serviços localizadas na Cidade Industrial de Curitiba (CIC).
- Zonas Especiais ZE são grandes espaços físicos cuja ordenação de uso e ocupação do solo promove a permanência ou a implantação de edificações, equipamentos e instalações destinados a grandes usos institucionais. Estão assim subdivididos:
 - Zona Especial Educacional ZE-E;
 - Zona Especial Desportiva ZE-D;
 - Zona Especial Militar ZE-M.
- Zona de Contenção Z-CON são áreas periféricas do território municipal, lindeiras a municípios vizinhos, cuja ordenação de uso e ocupação do solo promove a preservação e manutenção das características naturais dos terrenos, estabelecendo-lhes parâmetros construtivos compatíveis com a proteção ambiental.
- Áreas de Proteção Ambiental APA áreas sob regulamentação específica;
- Setores Especiais SE são áreas para as quais foram estabelecidas ordenações especiais de uso e ocupação do solo, condicionadas às suas características existentes ou projetadas locacionais, funcionais ou de ocupação urbanística e aos objetivas e diretrizes de ocupação da cidade. São suas subdivisões:

Setor Especial Estrutural - compõem o sistema viário estrutural, principais eixos de crescimento da cidade, caracterizados como áreas de expansão do centro tradicional e como corredores comerciais, de serviços e de transportes, tendo como suporte o sistema trinário de circulação

Setor Especial dos Eixos de Adensamento são eixos de crescimento, complementares da estruturação urbana, de ocupação mista e de média-alta densidade habitacional. Ainda subdivididas em:

- Setor Especial da BR-116 SE-BR-116;
- Setor Especial da Av. Mal. Floriano Peixoto SE-MF;
- Setor Especial da Av. Comendador Franco SE-CF;
- Setor Especial da Av. Pres. Wenceslau Braz SE-WB;
- Setor Especial da Av. Pres. Affonso Camargo SE-A
- Setor Especial da Rua Eng. Costa Barros SE-CB.

Setor Especial Conector – são eixos de ocupação mista, de média densidade habitacional, fazendo a conexão entre o Setor Especial Estrutural e a CIC;

Setor Especial do Centro Cívico – é uma área onde se concentram atividades administrativo-institucionais do Serviço Público Estadual e Municipal

Setor Especial do Sistema Viário Básico – áreas sob regulamentação específica, onde a hierarquização das vias constitui o suporte físico da circulação urbana do território do Município e garante sua integração ao uso do solo;

Setor Especial Histórico – área sob regulamentação específica na área central da cidade, com edificações originárias do processo de ocupação do fim do século XIX e início do século XX, caracterizando o núcleo urbano com maior expressão histórica e cultural;

Setor Especial Preferencial de Pedestres – terrenos com testada para as vias públicas bloqueadas total ou parcialmente ao tráfego de veículos;

Setor Especial Comercial do Umbará – áreas para implantação de atividades comerciais e de prestação de serviços visando ao atendimento do bairro / região;

Setor Especial Comercial de Santa Felicidade – áreas para implantação de

atividades comerciais e de prestação de serviços visando ao atendimento do bairro / região;

Setor Especial Nova Curitiba – eixo de desenvolvimento urbano de ocupação mista, localizado no prolongamento oeste do Setor Estrutural Norte, caracterizado por um sistema trinário;

Setor Especial Institucional – área de ocupação mista com predominância de prestação de serviços e de média densidade habitacional. Concentração de equipamentos educacionais e de serviços públicos de grande porte;

Setor Especial dos Pontos Panorâmicos – locais de observação da paisagem e terrenos situados na encosta dessas elevações, onde os parâmetros de uso e ocupação do solo serão controlados para não lhe causar interferências;

Setor Especial de Habitação de Interesse Social - áreas onde há interesse público em ordenar a ocupação por meio de urbanização e regularização fundiária, em implantar ou complementar programas habitacionais de interesse social, e que se sujeitam a critérios especiais de parcelamento, uso e ocupação do solo;

Setor Especial Linhão do Emprego – área de ocupação mista com predominância de atividades de comércio, prestação de serviços e pequenas indústrias voltadas à vocação da região e com incentivos à geração de emprego e renda;

Setor Especial do Pólo de Software – área incentivada à ocupação voltada ao comércio, serviços, desenvolvimento e manutenção de equipamentos de informática (Parque de Softwares);

Setor Especial de Ocupação Integrada – empreendimentos habitacionais, de comércio e serviço e a equipamentos de uso público, o qual será objeto de plano de ocupação específico;

Setor Especial de Áreas Verdes – áreas sob regulamentação específica;

Setor Especial do Anel de Conservação Sanitário-Ambiental – áreas sob regulamentação específica.

1.8. Uso e Ocupação do Solo

A ocupação urbana é predominante nas bacias dos rios Atuba, Belém, Padilhas e Barigui, onde a densidade é alta, o que torna crítica a suscetibilidade à inundação e complica a implantação de parques e bacias de detenção e retenção pela ausência de espaços livres e pelo custo das áreas existentes consolidadas.

Nas cabeceiras têm maior concentração de áreas verdes, o desenvolvimento urbano é refreado pela condição acidentada.

As fozes dos rios, às margens do Iguaçu, estão conservadas pela existência das cavas de areia, cuja abertura impediu a ocupação irregular.

O rio Passaúna tem boa conservação à montante do município de Araucária, mas a Região de Campo Magro pode comprometer o Manancial se não for saneada adequadamente.

O rio Belém tem a maior densidade populacional na área central (até 200 hab/ha), o que não conta a população flutuante, e esta é uma das causas da bacia do Belém ter a maior suscetibilidade de enchentes, dentre as demais.

1.9. Meio Ambiente em Curitiba

1.9.1. Resíduos Sólidos

Segundo o plano municipal de controle ambiental e desenvolvimento sustentável (2008), o contínuo crescimento populacional e o padrão de consumo predominante na sociedade atual resultam em um incremento na produção de alimentos e bens de consumo. Em decorrência deste cenário, mais matérias-primas são transformadas em produtos acabados, resultando num crescimento constante da quantidade de resíduos gerados e ainda, através de programas e projetos diferenciados, Curitiba vem conseguindo minimizar ao longo dos anos os impactos negativos decorrentes deste aumento de resíduos gerado. Por outro lado, as áreas utilizadas de forma ambientalmente adequadas para seu tratamento e destinação final são cada

vez mais escassas. Torna-se,assim, essencial priorizar programas que visem à redução da geração e alternativas que minimizem a necessidade de áreas para disposição final.

O sistema de limpeza de Curitiba e a gestão de resíduos sólidos, referência nacional, garantem que a pressão exercida na rede de drenagem não ocorra como nas cidades que não tem este planejamento com os resíduos sólidos.

No quadro 7 são listados os principais dados e características do sistema de coleta e tratamento dos resíduos sólidos em Curitiba.

Quadro 9 - Resíduos Sólidos em Curitiba

Resíduos Sólidos	Quantidade
Coleta Domiciliar em Toneladas (Dia) - 2007	1.340,86
Coleta Domiciliar em Toneladas (Mês) - 2007	33.521,38
Domicílios Particulares Permanentes com Coleta de Lixo em 2000	468.976
Resíduos Sólidos Coletados pela Limpeza Pública por Tipo (toneladas) - 2007	615.398,71
Resíduos Tóxicos Coletados nos Terminais de Ônibus kg/mês – 2007	2.891.52
Resíduos Depositados no Aterro Sanitário da Caximba em Toneladas - 2007	764.324,67
Lixo Reciclável coletado ao ano no projeto Lixo que não é Lixo, em toneladas - 2007	12.558,00
Lixo Reciclável coletado ao mês no projeto Lixo que não é Lixo, em toneladas - 2007	1.046,00
Total de Lixo que é Reciclado (ton/ano)	120.654,29
Total de Lixo que é Reciclado e Coletado por Carriolas -2007	105.300,00
Orientação a Condomínios sobre o projeto Lixo que não é Lixo - 2007 Programas e Atividades de Educação Ambiental (SMMA 2007)	12.430
Média de Lixo Reciclável coletado no Projeto Câmbio Verde (ton/ano) 2007	2.795.000
Média de Lixo trocado por alimento no Projeto Câmbio Verde (ton/mês) - 2007	62.317
Média de Pessoas Atendidas ao Ano - 2007	82.070
Pontos de Troca no Projeto Câmbio Verde - 2007	88
Número de espaços de ContraturnoSócio-Ambiental - 2008	31
Mudas Plantadas no Plantio Comunitários - 2007	9.712

FONTE:SMMA

1.9.2. Áreas Verdes

Alguns parques são lineares, ou seja, existem à medida que diversos deles se unem, ao longo das calhas principais de cada bacia e em fundos de vale, estes funcionam como barreiras naturais para impedir a ocupação indevida dessas áreas sujeitas a enchentes, e para livrar os rios e córregos da degradação (como sua transformação em depósitos de lixo). Os lagos formados em alguns parques contêm naturalmente as enchentes porque funcionam como reguladores da vazão de suas águas, tanto aumentando a área permeável, ou aqueles com lagos, como bacia de retenção.

A "área verde" quantificada é composta por recobrimento de massa foliar, maciço florestal efetivamente e não por gramados, áreas de lago e semelhantes, como é feito em outras cidades.

A atualização do levantamento da cobertura florestal do Município, apresentado pela SMMA em 2005, aponta que a área de maciço florestal, ao longo destes 18 anos manteve-se estável, estando hoje em 49,02m² por habitante, somando-se ainda um acréscimo de 2,48m² em função da cobertura que perfaz a arborização viária.

Portanto o total da cobertura florestal existente hoje em Curitiba é de 51,5m² de área verde por habitante.

O valor absoluto hoje representa que, 17,97% da superfície do Município, é recoberta por vegetação de porte arbóreo.

Nos quadros 10, 11 e 12 são apresentados os dados referentes a 2012.

Quadro 10 – Principais Parques de Curitiba

Parques (1)	Inauguração	Área (m²)
Parque Barreirinha	1972	275.380
Parque Barigui	1972	1.400.000
Parque São Lourenço	1972	203.918
Parque Iguaçu	1978	8.264.316
Parque General Iberê de Mattos	05/11/88	152.000
Parque das Pedreiras	30/09/90	103.500
Parque Passaúna	10/03/91	6.500.000
Passeio Público	02/05/1886	69.285

Parques (1)	Inauguração	Área (m²)
Parque dos Tropeiros	25/09/94	173.474
Parque Diadema	25/09/94	112.000
Parque Caiuá	25/09/94	46.000
Parque Tingui	01/10/94	380.000
Parque Tanguá	23/11/96	235.000
Parque Nascentes do Belém	24/11/01	11.178
Parque linear Cajuru	29/03/03	104.000
Parque Atuba	28/03/04	173.265
Parque Cambuí	12/04/08	99.301
Parque Lago azul	09/12/08	126.615
Parque Tulio Vargas	Não inaugurado	65.073
Parque Italiano	16/03/10	82.600
Parque Centenário da Imigração Japonesa	Em execução	271.000
	Total	18.847.905
Jardim Botânico Municipal	05/10/91	278.000
FONTE ON A COLO	PARQUES + BOTÂNICO	19.125.905

FONTE: SMMA, 2012

Nota:(1) Segundo a Lei Orgânica 9804 essas áreas são consideradas Unidades de Conservação, sendo definidas por regulamentação específica.

Quadro 11 - Principais Bosques de Curitiba

Bosques (1)	Inauguração	Área (m²)
Bosque Dr. Martim Lutero (Boa Vista)	Implantado: 1974	11.682
Bosque João Paulo II	05/07/1980	48.000
Bosque Pilarzinho	Não inaugurado	28.146
Bosque do Capão da Imbuia	Implantado: 1981	42.417
Bosque Gutierrez	12/09/86	35.586
Bosque Reinhard Maack	04/11/89	78.000
Bosque Zaninelli	15/06/92	47.416
Bosque Sambaqui	Implantado: 12/2011	60.769
Bosque de Portugal	19/03/94	20.850
Bosque da Fazendinha	09/12/95	72.851
Bosque Alemão	13/04/96	40.000
Bosque do Trabalhador	1996	210.015
Bosque São Nicolau	04/06/2000	20.520
Bosque Irmã Clementina	29/03/2008	19.144
Bosque Professor Erwin Gröger	03/07/2010	3.000
Biodiversidade Santa Paula	08/01/2010	11.000
		749.396

FONTE:SMMA, 2012

Nota:(1) Segundo a Lei Orgânica9804 essas áreas são consideradas Unidades de Conservação, sendo definidas por regulamentação específica.

Quadro 12 – Reservas Particulares de Proteção Natural Municipal

RPPNM – Reservas Particulares de Proteção Natural Municipal (1)	ÁREA (m²)
Barigui	4.563
Cascatinha	8.200
Ecoville	15.961
Bacacheri	5.010
Bosque da Coruja	5.407
Canela	7.371
Erva Mate	7.290
Guabiroba	7.424
Taboa	7.509
Jerivá	7.380
Cedro Rosa	7.181
Total: 11	83.296

FONTE:SMMA, 2012 conforme Lei Municipal 12.080 de 19/12/2006 (1).

Foto 1 – Vista do Passeio Público – Primeira obra de macrodrenagem em Curitiba



Taxas de Impermeabilização em Curitiba 1.10.

Para este estudo não foram considerados jardins, gramados particulares, vias permeáveis, estádios, jóqueis clubes ou pequenas áreas permeáveis.

Quadro 13 - Taxas de Impermeabilização em Curitiba

Bacias Hidrográficas	Maciço Florestal em Curitiba (km²)	Área Total da Bacia(km²)	Área Total da Bacia em Curitiba(km²)	Impermeável(km²)	% Impermab. (2011)
Bacia do rio Atuba	8,64	127,2	63,70	55,06	86,43%
Bacia do rio Barigui	27,99	266,73	140,8	112,81	80,12%
Bacia do rio Belém	5,36	87,8	87,8	82,44	93,89%
Bacia do rio Iguaçu	18,58	25,17	69,69	51,11	73,34%
Bacia do rib. dos Padilhas	2,86	32,28	32,28	29,42	91,14%
Bacia Passaúna	14,32	217,14	37,9	23,58	62,23%
Área Total	77,75	756,32	432,17	354,42	82,01%

FONTE:Maciços Florestais, SMMA (2011) – Área total da bacia,SUDERHSA (2001) **Elaboração:**COBRAPE.

2. EVOLUÇÃO DA MACRODRENAGEM EM CURITIBA

A evolução da macrodrenagem de Curitiba permite entender como foi que os governantes solucionavam os problemas com inundações e enchentes pontualmente, e seu progresso para atualidade.

Os primeiros registros de ocupação de Curitiba, relatam que os charcoseram frequentemente inundados, sobretudo na região da atual Av. Barão do Serro Azul nos limites do passeio público.





Para resolver os problemas de saúde pública causadas por inundações na região, em 1886, como uma das primeiras obras de saneamento em Curitiba, foi inaugurado o Passeio Públicopor iniciativa do presidente da província, Alfredo d'Escragnolle Taunay, criado como o primeiro parque com a clara concepção da moderna engenharia à época.

Foto 3 – Enchentes na atual Av. Barão do Serro Azul, região central de Curitiba – Fachada da antiga metalúrgica Muller – Atual shopping.



O projeto constistia em transformar a região de charcos em espaço de lagos e áreas de lazer.

O Rio Belém, entao, foi saneado com obras de engenharia, transformando-se em umlago, que recebeu algumas canoas para o lazer dos curitibanos.

De 1886 até 1970 as obras de engenharia consistiam em canalizações, apenas depois iniciaram as obras de contenção.

No final da década de 30, aproveitando a presença no Brasil do famoso urbanista francês Alfred Agache, que orientava a elaboração de planos diretores para diversas cidades, o governo estadual resolveu encomendar um plano diretor para Curitiba.

A motivação básica para o trabalho era, sem dúvida, o saneamento do centro, sujeito aos desastres frequentes das enchentes, sobretudo na região do atual rio Bigorrilho, rio Ivo e rio Belém.

No inicio da década de 40 os estudos levaram a outras soluções e um relatório da prefeitura dizia:

"A solução do plano de remodelagem do sistema de águas pluviais será a construção de canalizações que estão sendo estudadas. A sua realização seria através de tubulações etc., algumas abertas, possibilitando a construção de avenidas-parques."

Segundo essa orientação, foram projetadas três avenidas - parques sendo urna delas retificando as Águas do rio Ivo (Rua Vicente Machado) que se dirigem ao centro da cidade, outra retificando as águas do rio Belém (Rua Mariano Torres) até o encontro com o rio Ivo e urna terceira do rio Água Verde que foi suprimida posteriormente.

Uma solução de sucesso, relativa porque, chegando ao centro da cidade a avenida-canal termina na perimetral prevista e a drenagem passa a ser em galerias subterrâneas, porém com vazões insuficientes para chuvas com de TR 25 anos.

Foto 4 – Transbordamento da calha do rio Belém a partir da Rua Conselheiro Araújo – Foto de 1975.



Foto 5 – Enchentes na rua Mariano Torres – Rio Belém – Foto de 1976.



As propostas de drenagem das pluviais com o propósito de combater as enchentes na área central da cidade se estenderam substituição das galerias de águas pluviais da Rua 15, que estavam com capacidade de vazão insuficiente por exemplo.

Em 25 de Novembro de 1941, o francês Agache, concedeu uma primeira entrevista à impressa curitibana e disse o seguinte:

"Todo aquele que interessa pela urbanização de Curitiba topará, logo de início, com sério problema". Refiro-me aos rios que a banham como o Belém e o rio Ivo. São cursos de água muito irregulares e sua retificação, portanto, redunda num pesado ônus aos cofres do Município.

Ainda estou preocupado com uma solução satisfatória, e não muito dispendiosa, para essa dificuldade. Acredito que talvez já a tenha mesmo encontrado. O plano em vista é o do aproveitamento das grandes curvas dos rios para construção de lagos. Assim evitar-se-ia a retificação que aludi.

"Com isso Curitiba se encobriria de novos encantos e um grande mal seria definitivamente sanado"

Esta proposta, feita um tanto prematuramente, não se confirmou inteiramente, porém com medidas significantes como:

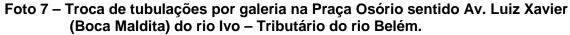
- Na cabeceiras do rio Belém com a construção do lago do parque São Lourenço e
- Na bacia do rio Barigui com o lago do Parque homônimo.
- Na bacia do rio Atuba, com orio Bacacheri, que já tinha um velho lago e parque denominado "dos ingleses" que foi transformado em parque público.
- Nos limites do município, foi represado o rio Passaúna, formando um lago.

Do conjunto de documentos que constituem o Plano, foi aprovado o "Plano de Avenidas",pelo decreto lei em 23 de fevereiro de 1942.

Na década de 60 as cheias dos rios Ivo e Belém provocavam inundações nas regiões mais baixas do centro urbano. O rio Ivo é estrangulado quando cruza a Rua 15 e as cheias periódicas eram desastrosas.

Foto 6 - Enchente de 1964







Anos mais tarde, foi demonstrado que a solução estava a 50 km de Curitiba, pelos estudos do Departamento de Hidráulica da Universidade do Paraná.

O Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) realizou um trabalho desde as cabeceiras da bacia do rio Belém, chegando ao centro da cidade na década de 60, quando um importante canal extravasor coberto deu vazão rápida às águas do rio Ivo. Mas até se chegar à realização destas obras de base, o poder público municipal se resumiu a assentar tubulações, sem alcançar os resultados reclamados pela imprensa e população.

Além dos prejuízos decorrentes das enchentes, como a invasão das lojas comerciais pelas águas, paralisação da circulação de veículos, acumulação de lama e lixo, havia uma ameaça onipresente na memória da população,

atribuída as más condições sanitárias da capital.

Nos anos setenta, quando eram implantadas as obras estruturantes, foram criados quatro grandes parques urbanos: o do Iguaçu com o Zoológico, da divisa leste até o sul, o do Barigui e os da Barreirinha e do São Lourenço ao norte e alguns bosques públicos. Os lagos, já existentes nesses parques, serviram para conter transbordamentos, assoreamentos e a vazões nos maiores cursos d'água e várzeas da cidade.

Esses parques urbanos pioneiros funcionam até hoje como centros de lazer, pelos equipamentos de recreação ali instalados, servindo aos bairros mais distantes do centro pioneiro.

Década de 80, aprimoraram-se as ações para dotar a maioria dos logradouros de arborização e paisagismo, atividades ainda restritas ao Horto Municipal e ao Departamento de Parques e Praças. São então agregadas nessas rotinas as de limpeza pública, criando-se a Secretaria Municipal deMeio Ambiente, que passa a monitorar as demais questões do suporte natural urbano, tais como a cobertura vegetal particular, destinação e reciclagem de resíduos, permeabilidade no Uso do Solo e obras locais de drenagem e esgotamento. São implantados o Parque do Bacacheri e inúmeros jardinetes urbanos e criados instrumentos de manejo.



Foto 8 – Enchente de 1983 em áreas de ocupações irregulares - Área de várzea.

Dos anos noventa para cá a legislação de Uso do Solo incorpora instrumentos como os Relatórios Ambientais Prévios - RAPs, o Anel Sanitário-Ambiental no Zoneamento de 2000 e a transferência de Potencial Construtivo para fins de conservação e/ou preservação de patrimônio ambiental.

Essas medidas, que hoje são melhor amparadas pela lei federal do Estatuto da Cidade, permitem manter, conservar e recuperar inúmeras unidades de interesse, transformando-as em bosques temáticos na cidade e em três novos parques urbanos ao longo do rio Barigui: o do Tropeiro, cujo projeto se iniciara dez anos antes, à jusante do rio, e os do Tingui do Tanguá situados na sua cabeceira.

Surgem também, os bosques Pilarzinho, 300 anos, Zaninelli, Fazendinha, Alemão, doTrabalhador, Italiano e Portugal que acrescentam mais 8 milhões de m² na oferta de áreas verdes públicas.

Em 2000 é implantado o Bosque São Nicolau na Cidade Industrial e em 2003 o Parque linear Cajuru, às margens do rio Atuba.

Em 2004 surge o Parque do Atuba, na várzea do rio homônimo, em 2008 o Parque do Cambuí no Bairro do Fazendinha, o Bosque Irmã Clementina no Bairro Alto e o Parque do Lago Azul no Bairro Ganchinho, totalizando 15 bosques e 19 parques municipais que contribuem para aumento e consolidação das áreas permeáveis e outras diretamente na diminuição dos picos de vazão nas bacias .

Os grandes desafios de hoje são as redes de saneamento e drenagem que não são completamente independente, ou seja, o sistema separador não funciona perfeitamente, porém a concessionária do sistema de esgoto identifica lançamentos clandestinos e corrige ligações irregulares.

A política de controle dos impactos na drenagem ainda se baseiano conceito de escoar a água precipitada o mais rápido possível. Segundo UrbonaseStahre (1993), este princípio vem sendo abandonado nos países desenvolvidos desdeo início da década de 1970.

A consequência imediata dos projetos baseados nesse conceito é o aumento

das inundações a jusante devido às canalizações. Na medida em que a precipitação ocorre, e a água não é infiltrada, este aumento de volume escoa pelos condutos.

Para transportar todo esse volume, é necessário ampliar a capacidade de condutos e canais ao longo de todo o seu trajeto dentro da cidade, até um local onde o seu efeito de ampliação não atinge a população.

Segundo Tucci (2003), "o paradoxo é que países ricos verificaram que os custos de canalização e condutos eram muito altos e abandonaram esse tipo de solução, enquanto países pobres adotam sistematicamente essas medidas, perdendo duas vezes: custos muito maiores e aumento dos prejuízos". Segundo Tucci, no rio Tamanduateí o custo da canalização foi de US\$ 50 milhões por quilômetro (com o retorno das inundações), enquanto que no rio Arrudas, em Belo Horizonte, chegou a US\$ 25 milhões por quilômetro (e, logo após sua conclusão, sofreu inundações), ambos valores muito elevados.

Foto 9 – Enchente em área de Ocupação Irregular nas proximidades do rio Iguaçu (2011) - Fonte Defesa Civil.



Os serviços em redes de drenagem nas vias e logradouros, bem como de canalização de córregos e o manejo em fundos de vale é executado diretamente pela prefeitura de Curitiba, abrangendo a conservação das margens naturais e ciliares do sistema hídrico, quando adjacentes à malha urbana e não associados ao tratamento de Parques e Praças.

Uma das diretrizes da PMC é não transferir passivo de cheia para jusante, indo totalmente contra as canalizações e obras que aumentem as velocidades e vazões sem prever amortecimento das vazões.

Foto 10– Enchente em área de Ocupação Irregular nas proximidades do rio Iguaçu



FONTE:Defesa Civil de Curitiba,2011

3. DADOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO PLANO

Após as coletas de dados foi feita uma seleção dos dados que seriam utilizados neste plano e o plano foi consolidado conforme fontes exibidos no quadro 14..

Quadro 14 – Dados utilizados na elaboração deste PDD

	Documentos, projetos, planos, mapas, registros e outros (nome/descrição).	Fonte:	Data da Fonte
	Registros de enchentes observadas		
1	Máxima Enchente Observada Bacia Rio Barigui	SMOP	2011
2	Máxima Enchente Observada Bacia Rio Belém	SMOP	2011
3	Máxima Enchente Observada Bacia Rio Iguaçu (Contem as manchas do ribeirão dos Padilhas)	SMOP	2011
4	Máxima Enchente Observada Bacia Rio Atuba	SMOP	2011
5	Máxima Enchente Observada Bacia Rio Passaúna	SMOP	2011
6	Máxima Enchente Observada	SMOP	1999
7	Áreas Inundáveis Belém	SMOP	2000
8	Áreas Inundáveis (Curitiba)	IPPUC	2001
9	Dados da Defesa Civil (Alagamentos)	IPPUC	2011
10	El Niño - Alagamentos - Levantamento 1997	IPPUC	2001
11	El Niño - Ocorrências - Levantamento 1997	IPPUC	2001
12	El Niño –Sub habitação - Levantamento 1998	IPPUC	2002
13	Manchas de Inundação para TR=50 anos	SUDERSHA	2001
14	Pontos Críticos de Enchentes	SUDERSHA	2001
	Mapa (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Hidrografia		
1	Nomenclaturados rios/córregos	SMOP	2001
2	Áreas de Manancial	IPPUC	2002
3	Hidrografia de Curitiba (diagnóstico e definições das Medidas de Controle Estrutural)	IPPUC	2010
	Mapa (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Cartografia e Geologia		
1	Curvas de nível a cada 1 metro (Aerofotogrametria)	IPPUC	2010
2	Curvas de nível a cada 5 metro (Aerofotogrametria)	IPPUC	2010

3	Fitogeográfico	INST. DE TERRA	2002
4	Erosão	SMOP	2011
5	Mapa Geológico de Curitiba	MINEROPAR	2005
	Mapa (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Dados cadastrais Arruamento		
1	Arruamento	IPPUC	2010
	Mapa (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Áreas Verdes		
1	APA do Passaúna (Limite Estadual)	COMEC	2005
2	Parques e Praças	SMMA	2011
3	Maciços Verdes	SMMA	2011
4	Área de RPPNM	SMMA	2011
5	APA do Passaúna (Limite Municipal)	SMMA	2011
6	APA do Iguaçu	SMMA	2011
	Mapa (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Limites Municipais e Hidrográficos		
1	Limites entre municípios da Região Metropolitana de Curitiba	COMEC	2005
2	Divisão das bacias Hidrográficas de Curitiba	IPPUC	2010
3	Divisa e Nomenclatura das Regionais de Curitiba	IPPUC	2006
4	Divisa e Nomenclatura dos Bairros de Curitiba	IPPUC	2001
5	Limite do Município de Curitiba	IPPUC	2001
	Mapa (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Zoneamento e ocupação		
1	Bacias Hidrográficas Segundo a Área, Domicílios e População	IPPUC	2000
2	Áreas de Ocupações Irregulares	IPPUC	2010
3	Uso e Ocupação do Solo Atual	IPPUC	2002
4	Vazios Urbanos	IPPUC	2008
5	Zoneamento 2000	IPPUC	1999
6	Indicação Fiscal dos Lotes	SMU	2010

	Planos (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Institucional		
1	Plano de Regularização Fundiária em Área de Preservação Permanente	URBS / IPPUC	2001
2	Plano Diretor de Drenagem da Bacia do Alto Iguaçu	SUDERSHA	2001
	Registros (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Telemetria		
1	Estações de monitoramento da qualidade de água	Instituto Água	2011
2	Qualidade das Águas Superficiais	IAP	2011
3	Relação de Estações de Monitoramento Pluviométricos	Instituto Águas	2011
4	Relação de Estações de Monitoramento Fluviométricos	Instituto Águas	2011
5	Análise Laboratorial	IAP	2011
6	Chuvas	ANA/ SUDERHSA	2011
7	Cota-Vazão	ANA	2011
8	Cotas	IPPUC	2011
9	Índice de Qualidade de Água na Bacias	IAP	2010
10	Seção Transversal	SMOP	2011
11	Sedimentos	ANA	2011
12	Vazões Diárias	Instituto Águas	2011
13	Vazões Mensais	Instituto Águas	2011
	Registros (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Dados Populacionais		
1	Dados Populacionais	2010	IBGE
	Mapa (nome/descrição)	Fonte:	Data da Fonte
	Saneamento		
1	Sistema de Abastecimento de Água de Curitiba e RMC	SANEPAR	2010
2	Sistema de Esgotamento Sanitário de Curitiba e RMC	SANEPAR	2010

Os demais dados foram elaborados pela COBRAPE para determinar os parâmetros de cálculo hidrológicos e hidráulicos desse plano diretor, que está apresentado neste volume técnico e detalhados nos relatórios mensais de andamento, como eixo de talvegue, dimensões da calha do canal existente, hipsometria e taxa de impermeabilização por unidade de bacia.

4. MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS

As medidas estruturais compreendem as obras de engenharia, que podem ser caracterizadas como medidas intensivas e extensivas.

As medidas intensivas, de acordo com seu objetivo, podem ser de quatro tipos:

- Aceleração do escoamento: canalização e obras correlatas;
- Retardamento do fluxo: reservatórios (bacias de detenção/retenção), restauração de calhas naturais, obras transversais, escalonamento de fundo;
- Desvio do escoamento: túneis de derivação e
- Medidas que englobem a introdução de ações individuais visando tornar as edificações à prova de enchentes.

Por sua vez, as medidas extensivas correspondem aos pequenos armazenamentos disseminados nas bacias, à recomposição de cobertura vegetal e ao controle de correção do solo, ao longo da bacia.

As medidas de controle de enchentes, adotam como princípios básicos:

- Não ampliar a cheia natural para a regularização de áreas de ocupações irregulares;
- Priorizar medidas não-estruturais para o zoneamento de enchentes nas áreas de inundação natural onde não houver ocupação por invasão ou por outras medidas irregulares;
- Evitar medidas que transfiram as enchentes para jusante.

O plano diretor de Curitiba está voltado para reduzir as enchentes, sem transferir os impactos à jusante, o que é basicamente a definição de um sistema de drenagem por detenção, para isto foram calculados os volumes de detenção concentrada e distribuída por trechos por unidade de bacia de drenagem.

Como a implantação de canais implica na redução do tempo de concentração, as vazões solicitantes tendem a crescer bastante com a abertura dos canais, exigindo maior dimensão para passagem da onda de cheia, houve a

necessidade de se prever elementos de retardo para mitigar este efeito, permitindo o aproveitamento da capacidade de armazenamento do canal, já que os dados de ocupação do solo e da topografia da cidade, indicam que não existem mais áreas disponíveis para formação de reservatórios de grande porte, e quando existe o valor das áreas torna esta solução pouco atraente e, as vezes, impeditiva.

4.1. Modelagem Hidrodinâmica

Segundo TUCCI (2005), os modelos surgiram com a necessidade de se obter séries hidrológicas mais longas e representativas de vazões para diferentes projetos de recursos hídricos. As séries de precipitação, normalmente, sãomais longas que as de vazão. Além disso, com a modificação das bacias pela construção de obras hidráulicas e alterações no uso do solo, as séries de vazões deixaram de ser homogêneas ou estacionárias. Partindo da precipitação, é possível determinar ou estimar as vazões desconhecidas para os novos cenários existentes ou previstos para as bacias.

A modelagem hidráulica das bacias de contribuição abrangidas pelo plano diretor de drenagem do município de Curitiba foi uma etapa fundamental para definição das medidas de controle de enchentes que estão propostas neste volume técnico.

4.1.1. Metodologia e Parâmetros para Determinação da Vazão de Projeto

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto foi definida em função das áreas das bacias hidrográficas, dividindo a bacia em áreas com até 2 km² por se tratar do HUS portando fora da faixa de aplicação do Método Racional.

O modelo faz a conexão dos diversos nós da bacia, com coordenadas UTM SAD-69 e cotas, permitindo calcular as vazões para os diversos tempos de recorrência (10, 25, 50 e 100 anos), com base noHidrogramas Unitário Sintético do Soil Conservation Service (HUS-SCS) com a equação de chuva de Curitiba estabelecida para a Estação Prado Velho e Distribuição das Chuvas

pelo Método Chicago, por considerar um fator de assimetria na chuva que tem duração e intensidade definida pela equação de chuva, utilizando uma discretização com os mesmos parâmetros.

O modelo do hidrograma será do U. S. Soil Conservation Service (SCS), com formato triangular e algoritmo de infiltração baseado no índice de cobertura (Curve Number - CN), que agrega variáveis como a cobertura da superfície da bacia, tipo do solo e nível precedente de chuva, o detalhamento dos CN está nos resultados dos trechos por unidade de bacia estudada, inseridas no anexo em CD (dados dos hidrogramas e ietogramas) e o método de aplicação está no Manual de drenagem.

Os dados de partida do modelo são os nós e os trechos, onde aparecem o indicador do nó, as conexões entre nós e trechos, as vazões para os tempos de recorrência, o tempo de concentração de cada trecho da simulação, a velocidade média de cada trecho, a lâmina de água por trecho, o comprimento do talvegue, a inclinação (em m/m), a vazão máxima no trecho, a área de drenagem a montante do nó por sub bacia, a velocidade máxima, as cotas topográficas, e o volume hidrológico de cada trecho.

Os dados de saída estão apresentados em mapas, porém os dados completos estão em tabelas anexas no CD deste volume.

Os critérios para a formulação dos cenários visa avaliar a eficiência das alternativas propostas como medidas de controle de cheias, possibilitando a otimização das soluções e fornecer elementos para o Plano Diretor de Drenagem (PDD).

Os talvegues são representados como seu eixo na modelagem, sendo uma cota a montante e uma a jusante deste talvegue teórico para determinação de todos os dados hidrológicos para determinação das vazões e volumes para os tempos de recorrência estudados conforme o mapas com identificação MHO (base de cálculo da modelagem hidrológica).

4.1.2. Escolha do Período de Retorno

Houve a necessidade de se estimar o porte das vazões em cada bacia para tempos de recorrência específicos, cuja aplicação nos modelos hidráulicos forneceram diversos indicadores, sendo os principais:

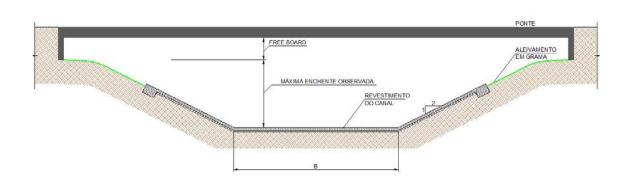
As vazões com tempo de recorrência de 10 anos são referência para o sistema de macrodrenagem;

As vazões com tempo de recorrência de 25 anos serão utilizadas para aferir a capacidade de escoamento dos canais existentes, fornecendo o indicativo de substituição das obras onde necessário, com a comparação direta entre a vazão disponível e a requerida pela contribuição da bacia. No caso de substituição de obras, esta vazão será usada para o dimensionamento do canal ou galeria, conforme o caso.

As vazões com 50 anos de tempo de recorrência serão usadas para determinar o comprimento das pontes, sendo utilizada a dimensão do canal estabelecido para 25 anos de tempo de recorrência. Haverá duas cotas de referência, uma correspondente à máxima enchente observada e outra calculada para seção plena do canal. Caberá ao departamento de obras a escolha final da cota a ser utilizada, de acordo com o ritmo de implantação das obras do plano diretor.

O critério para escolha dependerá da implantação completa dos canais a jusante da obra a ser definida, podendo-se manter a longarina inferior ou no mínimo a superfície da obra acima do MEO.

Figura 5 – Esquema proposto para determinação das cotas de longarina nas pontes.



71

As vazões com 100 anos de tempo de recorrência foram usadas para definir o limite da faixa teórica de inundação, com base na geometria existente, e deverá corresponder à capacidade de coroamento dos canais.

Para os trechos com transbordo devido à restrição de espaço, este será o indicador do uso de diques e bacias de detenção.

Para definição das vazões foi utilizado o método de conversão de chuva em vazão, que aproveita os dados físicos da bacia de contribuição (área, comprimento e desnível do talvegue, cobertura da superfície e tipo do solo) para estabelecer dados hidrológicos (tempo de concentração, coeficiente de escoamento) que associados as relações de intensidade - duração - frequência permitem calcular as vazões de projeto e estabelecer os hidrogramas de escoamento para todos os tempos de recorrência de referência.

O tempo de recorrência das vazões é tomado igual ao tempo de recorrência da chuva que a provoca, admitido uniforme em toda a bacia.

Para os cálculos de vazão nos sistemas operando por condução (galerias e canais), a duração da chuva (t) será tomada igual ao tempo de concentração da bacia, por ser a que produz o maior deflúvio.

Nos sistemas de detenção (bacias concentradas ou distribuídas), a duração da chuva (t) adotada igual à duração da chuva crítica, por ser a que produz o maior volume de detenção.

4.1.3. Definição da Chuva de Projeto - Intensidade Pluviométrica

Nos projetos de drenagem o fator mais importante a considerar é a vazão de projeto, ou seja, os pico dos deflúvios junto com uma precipitação crítica e a um determinado risco. Portanto, outras precipitações que levem a picos de vazão menores serão sempre conduzidas com segurança pelo sistema existente ou projetado. Ou seja, o volume das cheias, associado às diferentes precipitações, passa a ter interesse secundário.

Nos projetos de obras de detenção, é essencial a definição do ietograma da precipitação e do volume de deflúvio (apresentados no anexo deste volume).

A determinação da intensidade média da precipitação, em muitos casos é suficiente para o dimensionamento das calhas, porém não é para o projeto de detenção.

A intensidade pluviométrica foi calculada a partir da aplicação da equação de chuvas da estação Curitiba - Prado velho (PUC/ANA/SUDERHSA), para duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia. A duração mínima da chuva será de 5 minutos.

A duração da chuva crítica é sempre igual ou maior que o tempo de concentração, avaliado com base na geometria da bacia e da vazão exutória, sendo esta tomada inicialmente nula para avaliação dos volumes acumulados e dos volumes diferenciais de detenção

Quadro 15 – Estações Fluviométricas ativasem Curitiba

Código da Estação	Nome das Estações	Rio	Data da Instalação
65007010	Jusante Córrego Monjolo	Rio Atuba	25/10/1993
65007020	Parque Bacacheri	Rio Bacacheri	11/03/1993
65007022	Jusante Frigorífico Bacacheri	Afluente Bacacheri	31/03/1991
65007030	Jusante da BR-116	Rio Bacacheri	11/03/1993
65011000	Montante Pq. São Lourenço	Rio Belém	19/10/1993
65011030	Parque São Lourenço telemétrica	Rio Belém	26/11/2003
65011200	Foz do rio Ivo	Rio Ivo	11/03/1993
65011350	Foz do rio Água Verde	Rio Água Verde	11/01/1993
65011400	Prado Velho - PUC	Rio Belém	25/03/1981
65011420	Foz do rio Parolin	Rio Parolin	11/01/1993
65011430	Foz do rio Fany	Rio Fany	11/01/1993
65013005	ETE Sane par	Rio Iguaçu	04/05/1984
65014000	Jardim Paranaense	Rio Padilha	04/04/1981
65019655	Próximo à foz	Rio Uvú	25/10/1993
65019675	Santa Quitéria telemétrica	Rio Barigui	26/11/2003
65019700	Ponte da Caximba	Rio Barigui	18/12/1973
65021000	Jusante aterro sanitário	Rio Passaúna	21/04/1976

Fonte: ANA

Quadro 16 – Estações Pluviométricas ativas em Curitiba

Código da Estação	Nome da Estação
2549002	Curitiba
2549006	Curitiba
2549018	Curitiba – SUREHMA
2549074	Vila Izabel – AB
2549075	Prado Velho - PUC
2549078	Passaúna - Santa Felicidade
2549092	Umbará - SE Copel
2549094	Campo Comprido – SE Copel
2549126	Universidade Positivo

Fonte: ANA

A chuva de projeto foi definida pelas curvas de intensidade – duração – frequência definidas pela fórmula da Estação Prado Velho, abaixo, definida para chuvas com duração de 5 minutos a 24 horas, adequado ao tempo de concentração das bacias estudadas.

Foto11 – Equipamentos de Medições Pluviométricas da Estação Prado Velho, no Campus da PUCPR em Curitiba







Fonte: PUC – Pontifícia Universidade Católica

Quadro17- Dados da EstaçãoPluviométrica2549075.

Código ANEEL:	2549075
Estação:	Prado Velho - PUC
Município:	Curitiba
Bacia:	Iguaçu
Bacia:	1
Latitude:	25° 27' 00"
Longitude:	49º14' 56"
Altitude:	884 metros
Tipo:	PPRT
Entidade:	ANA
Data da instalação:	25/03/1981

FONTE: Instituto das Águas (2011), ANNEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica

Quadro 18 – Dados Pluviométricos Mensais da Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba.

	ALTURAS MENSAIS (mm)											
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1981	-	ı	ı	64,7	44,6	17,6	21,7	35,2	60,3	113,7	111	143,3
1982	36,1	230,8	55,6	36,1	63,9	240,9	102,2	41,4	18,6	191,5	249,7	141,1
1983	203,6	64,3	89,1	156,7	300,6	218,4	262,4	5,1	235,8	77,3	43,2	221,3
1984	111,5	22,3	192	121,2	150,2	145,7	51,6	193,6	118,3	41,3	164,8	127,2
1985	33,7	132,9	64,6	97,7	17,1	37,6	27,8	7,3	126,2	55	45,4	88,6
1986	227,9	125,4	123,1	84,2	84,1	12,2	36,1	116,1	59,5	98,4	184,7	264,3
1987	120,5	213,5	26	130	283,8	112,6	41,4	53,7	87,7	121	59	141,2
1988	120,1	125,6	133,2	99,1	276,1	75,4	19,6	1,9	75,9	101,5	28,8	176,3
1989	304,6	122,8	59,2	154,8	103,2	47,7	130,5	37,5	144,9	85,8	76,4	139,1
1990	288,3	105,3	214,1	165	88,8	88,1	236,9	142,5	116	145,1	163,3	82,8
1991	136,7	137	188,8	51	49,6	131,7	1,6	69,2	38,1	167,5	56,5	163,8
1992	108,5	157,8	172	17,3	292,2	26	154	150	70,1	63,4	115,4	54,8
1993	249,6	191,2	125,5	87,3	169,9	80,7	110,6	27,4	360,5	178,3	91,8	119,6
1994	228,6	161,6	56,1	77	80,4	88,4	124	3,4	5	139,4	149,9	164
1995	423,5	120,9	126	63,6	37,4	104,7	102,1	65,3	148,4	149,9	82,4	150,2
1996	246	243,8	238,7	27	2,4	113,3	95,9	79,4	192,6	177,1	168,1	233,5
1997	370	260,6	52,5	16,5	54,3	144,6	45,6	105,9	159,8	209,4	245,2	160,2
1998	131,5	181,4	318,2	112,6	33,2	93,8	133,8	267,8	369	206,4	14,1	108,8
1999	303,6	374,6	120,6	62,8	70,6	64,2	141,2	12,6	116,2	105,4	70,2	120
2000	100	193,1	119,6	11,4	21,8	121,2	72	74,2	223,4	149,6	139	183,7
2001	131	376,4	171,8	78,8	180,2	104,2	175,8	46,4	48,6	238	132,6	135,4
2002	225,8	186,6	69,2	100	106,2	25,6	41,6	104,2	179,2	116,6	170,4	162,1
2003	208,4	141,4	233,2	63,2	10,8	98	138,4	10,8	158,4	71,3	154	204
2004	141,6	57,2	218,6	120	117,4	69,5	42,2	18,2	53	154	58	163,4
2005	108,4	82	62,8	121,6	87,7	83,6	136,4	144,4	327,2	230,2	82,3	30,2
2006	159,2	175,4	151,2	13	13	34,4	45,4	39,2	185,6	52,9	134,8	126,4

	ALTURAS MENSAIS (mm)											
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2007	203,4	119,8	128	120	194	0	93,4	12,8	89,4	140,2	108,6	168,6
2008	133,4	67	188,8	137,8	45,4	111	27,4	94,8	36,2	218,6	54,4	60,4
2009	141,6	111,2	79,6	52,2	28,2	60,3	216,2	71,8	284,6	148,4	196,4	156,4
2010	348,2	132,2	205,8	195,6	97,6	84,8	120,2	47,4	50,6	152,8	88,6	333,6
2011	310,2	325,8	71,4	119,4	29,4		-	1	-	- 1	1	-

FONTE: Instituto das Águas (2011)

Quadro 19 – Dados Pluviométricos Mensais Médios, Máximos, Mínimos e Desvio Padrão da Estação 2549075 – Prado Velho – Curitiba (em mm).

	ALTURAS MENSAIS (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	195,2	164,7	135,2	89	101,1	87,9	98,3	69,3	138	136,7	114,6	150,8
Máxima	423,5	376,4	318,2	195,6	300,6	240,9	262,4	267,8	369	238	249,7	333,6
Mínima	33,7	22,3	26	11,4	2,4	0	1,6	1,9	5	41,3	14,1	30,2
D. P.	60,4	51,5	42,3	28,5	38	28,7	33,1	26	47,3	40,7	36	45

FONTE: Instituto das Águas (2011)

Quadro 20 – Dias com Chuva na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba.

					DIAS [DE CHU	VA					
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1981	-	1	-	13	9	7	6	8	7	10	9	13
1982	10	12	18	9	9	14	8	8	9	16	19	20
1983	20	14	13	14	17	17	14	6	15	15	12	16
1984	10	7	18	15	9	7	3	13	7	5	14	14
1985	7	19	12	10	4	2	9	2	8	8	8	8
1986	16	15	14	9	11	1	10	7	15	11	13	19
1987	12	18	5	10	16	7	7	8	13	16	8	12
1988	14	13	10	12	19	8	5	3	7	11	6	13
1989	27	19	15	11	8	9	10	8	11	11	11	15
1990	25	8	16	16	5	7	13	9	13	13	16	9
1991	14	9	19	10	5	9	1	7	7	14	12	18
1992	11	17	18	4	12	6	12	13	10	13	9	9
1993	19	16	18	9	9	6	10	8	17	11	8	10
1994	16	16	11	10	10	7	8	1	2	15	14	14
1995	20	13	13	4	5	7	6	4	10	12	10	12
1996	17	16	18	10	2	11	8	4	10	12	14	15
1997	17	13	5	5	4	9	5	7	10	17	18	11
1998	13	13	17	10	3	4	6	10	19	16	8	9
1999	24	20	10	9	7	8	7	2	7	9	11	10
2000	16	12	12	4	7	6	8	10	13	11	12	11
2001	12	21	13	11	12	8	8	5	6	8	7	18
2002	16	10	12	6	12	3	6	8	8	10	17	13
2003	16	13	12	4	3	6	7	4	8	8	11	15
2004	10	12	11	11	12	5	6	2	6	10	5	8

	DIAS DE CHUVA											
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2005	4	5	10	7	6	5	11	6	12	9	6	2
2006	7	8	12	2	2	6	3	4	9	7	15	12
2007	17	9	9	8	11	0	8	3	6	12	7	13
2008	14	16	10	9	2	8	1	10	11	14	19	13
2009	14	11	9	7	10	12	17	10	13	14	9	13
2010	25	16	26	17	18	11	11	6	14	20	14	23
2011	28	22	23	16	8	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: Instituto das Águas (2011)

Quadro21 – Dias com Chuva Médios, Máximos, Mínimos e Desvio Padrão na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba.

	DIAS DE CHUVA(2011)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	15,7	13,8	13,6	9,4	8,6	7,2	7,8	6,5	10,1	11,9	11,4	12,9
Máxima	28	22	26	17	19	17	17	13	19	20	19	23
Mínima	4	5	5	2	2	0	1	1	2	5	5	2
D. P	4,6	4	4	2,9	2,8	2,2	2,4	2	3	3,4	3,3	3,8

FONTE: Instituto das Águas (2011)

Quadro 22 – Resumo Anual das Precipitações na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba.

			RESUMO ANUAL (mm)	
Ano	T. Anual	Máxima	Dia máxima	Dias de Chuva
1981	-	-	1	-
1982	1407,9	94,6	05/02/1982	152
1983	1877,8	91,8	11/02/1983	173
1984	1439,7	60,6	13/06/1984	122
1985	733,9	37,2	16/05/1985	97
1986	1416	61	19/02/1986	141
1987	1390,4	78,1	07/02/1987	132
1988	1233,5	77,2	23/05/1988	121
1989	1406,5	67,3	04/01/1989	155
1990	1836,2	63,8	09/11/1990	120
1991	1191,5	63,2	04/02/1991	125
1992	1381,5	68,5	31/05/1992	134
1993	1792,4	95,4	14/05/1993	141
1994	1277,8	87,4	22/01/1994	124
1995	1574,4	113,8	08/01/1995	116
1996	1817,8	85	27/02/1996	137
1997	1824,6	114,8	12/02/1997	121
1998	1970,6	92,4	14/08/1998	128
1999	1562	112,8	22/02/1999	124
2000	1409	68,2	01/02/2000	122
2001	1819,2	74,6	11/11/2001	129

	RESUMO ANUAL (mm)								
Ano	T. Anual	Máxima	Dia máxima	Dias de Chuva					
2002	1487,5	71	13/01/2002	121					
2003	1491,9	81	07/07/2003	107					
2004	1213,1	76,4	20/03/2004	98					
2005	1496,8	67,8	05/10/2005	83					
2006	1130,5	57	26/03/2006	87					
2007	1378,2	73,2	12/12/2007	103					
2008	1175,2	83	11/03/2008	127					
2009	1546,9	73,6	23/09/2009	139					
2010	1857,4	125,4	14/12/2010	201					
2011	-	-	-						

FONTE: Instituto das Águas (2011)

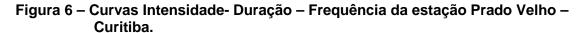
Quadro 23 – Dias com Chuva Médios, Máximos, Mínimos e Desvio Padrão na Estação 2549075 – Prado Velho - Curitiba.

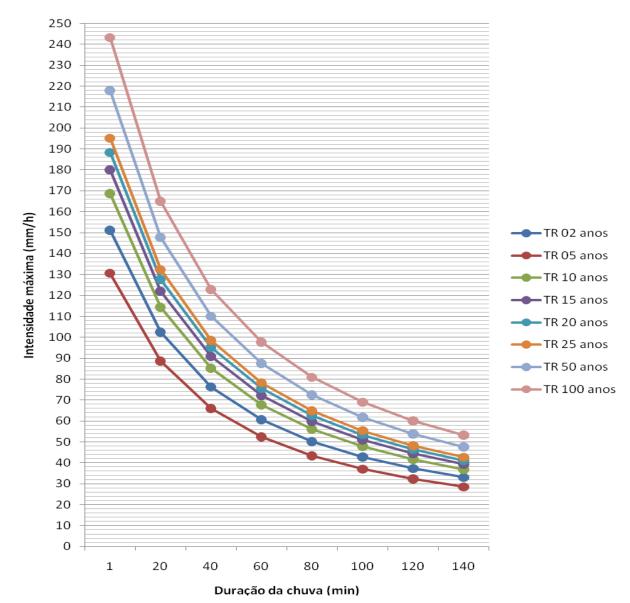
RESUMO ANUAL (mm)								
	T. Anual	Máxima	Dias de Chuva					
Média:	1487,6	79,9	127,9					
Máxima:	1970,6	249,7	201					
Mínima:	733,9	37,2	83					
D. P.:	276,1	19,3	24,1					

FONTE: Instituto das Águas (2011)

4.1.4. Curva Intensidade Duração Frequência (IDF) de Curitiba

A curva IDF foi construída a partir dos dados históricos de altura de precipitação versus duração como mostra o quadro 18 e o resultado para diferentes tempo de recorrência apresenta-se na figura 6.





Equação da Estação Curitiba – Prado Velho- PUCPR/ANA/SUDERHSA-Atualizada em 2000.

$$i = \frac{5726,64 * Tr^{0.159}}{(t+41)^{1.041}}$$

4.2. Metodologia de Aplicação do Método Estatístico

A série histórica de precipitações máximas anuais foi analisada segundo o método de Gumbel para o período de 1984 a 2011, permitindo avaliar as cheias de projeto para tempos de recorrência de 2 a 10.000 anos. A áreas de contribuição citada na estação de monitoramento, de 127km², difere um pouco do valor encontrado no PDD (112,32 km²), tomado como referência. A série histórica utilizada esta apresentada no Quadro 24, abaixo:

Quadro 24 - Série Histórica- Vazão por Ano

Ano	Q (m³/s)		
1984	16.23		
1985	17.77		
1986	30.60		
1987	22.20		
1988	31.90		
1989	30.00		
1990	27.00		
1991	21.40		
1992	22.20		
1993	32.80		
1994	16.43		
1995	44.65		
1996	38.00		
1997	41.50		
1998	36.00		
1999	21.52		
2000	50.08		
2001	102.97		
2002	43.83		
2003	27.00		
2004	22.20		
2005	88.36		
2006	79.38		
2007	76.59		
2008	35.85		
2009	132.04		
2010	160.46		
2011	131.52		

A série histórica foi organizada em ordem decrescente, com uma posição de plotagem definida pelo critério de Kimbal, com 28 amostras. Também foi calculada a variável reduzida "y", que define a recorrência da vazão observada em relação ao universo amostral. Os resultados estão apresentados no Quadro 25, abaixo:

Quadro 25 – Série Histórica pela Metodologia Estatística - Método de Gumbel

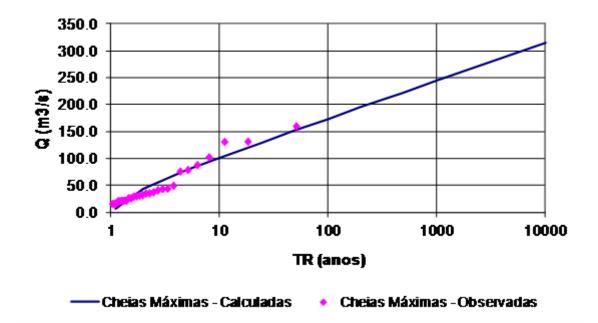
Série Ordenada		Cheias	Máximas	Observadas		
Ano	Q (m ³ /s)	n	F	TR(n)	У	TR=F(y)
2010	160.46	1	0.0199	50.21	4.17648	65.63747
2009	132.04	2	0.0555	18.03	3.250272	26.30058
2011	131.52	3	0.0910	10.98	3.233325	25.86714
2001	102.97	4	0.1266	7.90	2.30288	10.51128
2005	88.36	5	0.1622	6.17	1.82674	6.727001
2006	79.38	6	0.1977	5.06	1.534081	5.15502
2007	76.59	7	0.2333	4.29	1.443155	4.753697
2000	50.08	8	0.2688	3.72	0.579194	2.331052
1995	44.65	9	0.3044	3.29	0.40223	2.050479
2002	43.83	10	0.3400	2.94	0.375506	2.012528
1997	41.5	11	0.3755	2.66	0.299571	1.910483
1996	38	12	0.4111	2.43	0.185506	1.772268
1998	36	13	0.4467	2.24	0.120326	1.7008
2008	35.85	14	0.4822	2.07	0.115438	1.695648
1993	32.8	15	0.5178	1.93	0.016038	1.596881
1988	31.9	16	0.5533	1.81	-0.01329	1.569832
1986	30.6	17	0.5889	1.70	-0.05566	1.532365
1989	30	18	0.6245	1.60	-0.07521	1.515694
1990	27	19	0.6600	1.52	-0.17298	1.437964
2003	27	20	0.6956	1.44	-0.17298	1.437964
1987	22.2	21	0.7312	1.37	-0.32942	1.331622
1992	22.2	22	0.7667	1.30	-0.32942	1.331622
2004	22.2	23	0.8023	1.25	-0.32942	1.331622
1999	21.52	24	0.8378	1.19	-0.35158	1.318214
1991	21.4	25	0.8734	1.14	-0.35549	1.315889
1985	17.77	26	0.9090	1.10	-0.47379	1.251055
1994	16.43	27	0.9445	1.06	-0.51746	1.229697
1984	16.23	28	0.9801	1.02	-0.52398	1.226623

FONTE: Vazões (Estação Prado Velho) Elaboração: COBRAPE

A análise abrangeu 26 anos de registro, sendo que os anos de 2003 e 2004 tiveram suas falhas preenchidas com base na análise da Estação Prado Velho, no rio Belém, cujo registro apresentou vazões com TR baixo (1.2 a 1.3 anos), escolhendo-se valores de mesmo TR na bacia do rio Atuba para preenchimento das falhas.

Os dados indicam que historicamente Curitiba já sofreu ação de vazões de TR=50 anos, em 2010, que corresponde a TR=65 anos na curva de Gumbel regularizada para o universo amostral.

O gráfico de ajustamento para a série histórica esta apresentado abaixo, onde se pode observar a qualidade do ajuste para as vazões de maior porte, estimadas no Quadro 26:



Fonte: Instituto das Águas, Elaboração COBRAPE

Quadro 26 - Cheias Máximas Calculadas

Cheias Máximas Calculadas				
TR	Q	у	q (m³/s/m²)	
1	5.4	-0.9	0.05	
2	43.5	0.4	0.39	
5	78.3	1.5	0.70	
10	101.3	2.3	0.90	
25	130.4	3.2	1.16	
50	152.0	3.9	1.35	
100	173.4	4.6	1.54	
200	194.8	5.3	1.73	
500	222.9	6.2	1.98	
1000	244.2	6.9	2.17	
10000	314.9	9.2	2.80	

Fonte: Instituto das Águas, Elaboração COBRAPE

As vazões calculadas com base no HUS do Soil Conservation Service para o posto em questão apresentavam resultados com quase o dobro da vazão registrada na estação de monitoramento, de acordo com a tabela abaixo:

Quadro 27 - Cheias Máximas Calculadas

TR (anos)	Q(m³/s)
10	213.0
25	270.9
50	321.3
100	387.9

Elaboração: COBRAPE

Este resultado indica que os dados da estação de monitoramento estão afetados pelo volume armazenado na bacia, em especial ao que transborda do canal, exigindo um tratamento mais apurado para estabelecer os hidrogramas, pois se usarmos as séries históricas as vazões seriam subdimensionadas e se aplicarmos o HU-SCS sem considerar o armazenamento na bacia teremos um superdimensionamento.

O método do SCS foi definido inicialmente para bacias de 8km², e precisam de correção a partir de 250 km². A forma de correção é o ajuste do fator multiplicador do tempo de base do escoamento (X), que foi estabelecido em X=1.67 para bacias pequenas, variando da forma apresentada no Quadro 28, abaixo:

Quadro 28 – Fator de Correção para Bacias pela Método SCS.

X	Descrição
1.00	Método Racional
1.25	Áreas urbanas (declividade grande)
1.67	Método SCS
2.25	Uso misto(rural / urbano)
3.33	Áreas rural (ondulada)
5.50	Áreas rural (declividade pequena)
12.00	Áreas rural (declividade muito pequena)

Fonte: DRENAGEM URBANA, TUCCI, 2002

O critério para seleção do fator de armazenamento, foi a análise do amortecimento do hidrograma inicial pelo método de reservatórios lineares da Cascata de Nash, que fixa os parâmetros em função da chuva, da ocupação e dos parâmetros geométricos da bacia, que indicam que as bacias sem o transbordamento, tem um coeficiente de armazenamento da ordem de 3.5, que

corresponde à regiões de terreno ondulada.

4.3. Geração de Hidrogramas pelo Método Service Conservation Soil.

Para determinar os hidrogramas utiliza-se a metodologia do Hidrograma Unitário Adimensional do U. S. Soil Conservation Service.

A partir da observação de um grande número de hidrogramas unitários, o hidrograma unitário adimensional do SCS, também conhecido como hidrograma unitário curvilíneo (SCS), possuí o tempo de base igual a cinco unidades do tempo de pico (5tp) e cerca de 3/8 (37,5%) do volume total escoado superficialmente, ocorre antes do tempo de pico. Também sugere que o tempo de recessão (TR) seja de aproximadamente 1,67 tp. Este fator foi ajustado para 3.5 tp em função do porte das bacias, conforme definido no capítulo anterior.

4.4. Duração da Chuva Critica

Para sistemas de condução , a chuva critica tem duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Essa hipótese é valida quando se admite que a contribuição do escoamento superficial a seção de saída da bacia atinja um regime permanente, após a duração da chuva ter superado o tempo de concentração da bacia.

Nos sistemas de detenção, a chuva critica tem duração igual ou normalmente maior que tempo de concentração da bacia, sendo definida de forma iterativa, com base na análise dos hidrogramas de projeto e da vazão de saída dos dispositivos de detenção, escolhendo-se a duração crítica como aquela que gera o maior volume de detenção para uma dada vazão de saída (FRANCO, 2003).

O ietograma de projeto foi definido com base no método Chicago, para duração crítica com parâmetros da equação de chuva do Prado Velho.

4.4.1. Determinação da Precipitação Excedente

O escoamento superficial direto, ou precipitação excedente, é a parcela da precipitação total que escoa inicialmente pela superfície do solo, concentrandose em enxurradas e, posteriormente, em cursos de água maiores e mais bem definidos.

A chuva excedente é a maior responsável pelas vazões de cheia, principalmente em bacias pequenas e urbanizadas.

A lâmina de chuva excedente (h_{exc}) , multiplicada pela área de drenagem (AD), fornece o volume de escoamento superficial direto.

$$V_{esd} = AD \cdot h_{esc} \tag{4.2}$$

A impermeabilização do solo, que normalmente acompanha o processo de urbanização, altera dramaticamente a parcela da chuva que escoa superficialmente. Aumentos de (h_{exc}) da ordem de 300 a 400% não são incomuns quando a bacia passa de uma ocupação natural ou rural para uma ocupação de alo grau de urbanização.

Distingue-se duas abordagens principais para o cálculo da chuva excedente:

A chuva excedente é calculada diretamente por meio de relações funcionais que levam em conta o total precipitado, o tipo de solo, sua ocupação, a umidade antecedente, etc.

$$h_{exc} = f(P, TS, OS, UA...)$$

Onde: (h_{exc}) = chuva excedente (mm); P= total precipitado (mm); TS, OS UA... = Parâmetros que exprimem numericamente o tipo de solo, sua ocupação é umidade antecedente.

Esses métodos baseiam-se normalmente em relações empíricas, sendo alguns de frágil fundamentação teórica. São largamente utilizados, entretanto, pois, normalmente são de uso fácil e fornecem resultados satisfatórios quando empregados com discernimento.

4.4.2. Método U.S. Soil Conservation Service - SCS

Um dos métodos de utilização corrente, que se aplica especialmente quando não se dispões de dados hidrológicos, é o do "U. S. Soil Conservation Service" (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Existe uma adaptação do método para os solos do estado de São Paulo, superficialmente abrangente para ser aplicada a solos de outros estados.

A fórmula proposta pelo SCS é:

$$H_{EXC} = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}, P > 0.2S$$
 (4.4)

Onde: Q = escoamento superficial direto em mm; P = Precipitação em mm; S= Retenção potencial do solo em mm.

O valor de S depende do tipo e da ocupação do solo e pode ser determinado, facilmente, por tabelas próprias. A quantidade de 0,2S é uma estimativa de perdas iniciais (Ai), devidas a interceptação e retenção em depressões. Por essa razão, impõe-se a condição P>0,2S.

Para facilitar a solução da equação acima, faz-se a seguinte mudança de variável.

Onde: CN é chamado de "numero de curva" e varias entre 0 e 100.

Quadro 29 - Relações Obtidas da Chuva no Intervalo pela Chuva de 24 Horas.

t_d	t _d /24	SCS TIPO	Distancia	Desvios
(horas)	ι _d /24	II	Média	(%)
1	0,041	0,011	0,010	8,3
2	0,083	0,022	0,021	7,6
3	0,125	0,035	0,032	7,8
4	0,167	0,049	0,044	8,4
5	0,208	0,63	0,058	7,9
6	0,250	0,080	0,074	7,5
7	0,292	0,098	0,091	7,1
8	0,333	0,120	0,112	6,5
9	0,375	0,147	0,139	4,6

t_d	t _d /24	SCS TIPO	Distancia	Desvios
(horas)	t _d 124	II	Média	(%)
10	0,417	0,181	0,177	1,9
11	0,458	0,235	0,244	-3,6
12	0,500	0,663	0,677	-2,1
13	0,542	0,772	0,786	-1,9
14	0,583	0,819	0,837	-2,2
15	0,625	0,854	0,869	-1,8
16	0,667	0,880	0,894	-1,5
17	0,708	0,901	0,913	-1,2
18	0,750	0,920	0,929	-0,9
19	0,792	0,937	0,944	-0,7
20	0,833	0,951	0,957	-0,5
21	0,875	0,965	0,969	-0,3
22	0,917	0,977	0,980	-0,2
23	0,958	0,989	0,990	-0,1
24	1,000	1,000	1,000	0,0

A altura de chuva para a duração; t_d é, graficamente, represebtada pela área de um retângulo, representada na figura 2.15. Essa altura é expressa por P é igual a:

$$P = I_M \frac{T_D}{60} {(2.13)}$$

ou

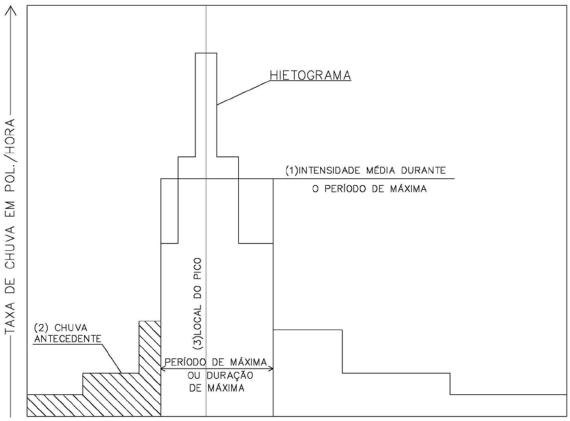
$$P = \frac{1}{60} \int_0^{T_d} i dt_d \tag{2.14}$$

Onde P é a chuva total, em mm.

Substituindo-se a equação (2.12) em (2.13) tem-se:

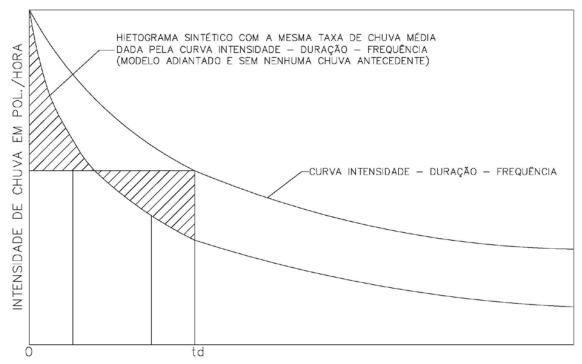
$$P = \frac{a_1}{(t_d + C)^b} \cdot t_d \tag{2.15}$$

Figura 7- Modelo de Tormenta Sintético Obtido da Curva Intensidade- Duração-Frequência.



FONTE: Zahed e Marcellini

Figura 8 - Método Chicago



FONTE: Zahed e Marcellini

Para obtenção do ietograma de projeto desse tipo de modelo, procede-se da seguinte maneira:

 Da figura 2.15, a área sob a curva do ietograma resulta na altura de chuva e pode ser expressa por:

$$P = \frac{1}{60} \int t_{d_0} i d_t \tag{2.16}$$

• Diferenciando a equação (2.16) em relação a t_d ; $\frac{dP_t}{dt_d} = \frac{i}{60}$ (2.17)

• Diferenciando-se a equação (2.15) em relação a t_d , tem-se:

$$\frac{dP}{dt_d} = \frac{a}{60} \frac{[(1-b)t_d^b + c]}{(t_d + c)^{1+b}}$$
 (2.18)

Combinando-se as equações (2.17 e (2.18), tem-se:

$$i = \frac{a[(1-b)t_d+c]}{(t_d+c)^{1+b}} \tag{2.19}$$

A equação (2.19) representa o ietograma de projeto da tormenta do tipo completamente adiantada e com a mesma intensidade para todas as durações; figura (2.16).

Para tornar a equação (2.18) aplicável a um tipo de tormenta intermediaria, deve-se proceder da seguinte maneira:

- Dentro do período de duração da chuva máxima, t_d, há a divisão entre o período que ocorre antes do pico da chuva e o que ocorre depois do pico. É introduzido o símbolo "r" para representar a duração que ocorre antes do momento mais intenso. Expresso com relação da duração da chuva máxima conforme ilustrado na figura 2.16.
- Da figura 2.16, tem-se:

$$t_d = rt_d \tag{2.20}$$

$$t_a = (1 - r)t_d (2.21)$$

Onde : t_d é o tempo d concentração anterior ao pico em minutos, medidos do pico para a esquerda; t_a é o tempo posterior ao pico em minutos, medido do pico para a direita; r é a media do avanço da tormenta.

Resolvendo a equação (2.21) para t_d e substituindo na equação (2.19):

Antes do pico

$$i_b = \frac{a[(1-b)(\frac{t_b}{r}) + c]}{[(\frac{t_b}{r}) + c]^{1+b}}$$
 (2.22)

Depois do pico

$$i_a = \frac{a[(1-b)(\frac{t_a}{r}) + c]}{[(\frac{t_a}{1-r}) + c]^{1+b}}$$
 (2.23)

Onde : i_b é a intensidade de chuva antes do pico, em mm/h para o caso estudado; i_a é a intensidade de chuva depois do pico, em mm/h e o tempo anterior ao pico em minutos, medido do pico a esquerda; t_a é o tempo posterior ao pico em minutos, medido do pico para a direita; para a acidade de Chicago, foi obtido um coeficiente de avanço variável de 0,36 a 0,45 para chuvas com durações entre 15 minutos e 2 horas. O valor médio adotado foi de 0,375. Para cada local, esse valor pode ser obtido por observação dos ietogramas.

4.4.3. Distribuição Espacial

Os valores de precipitação registrados em um posto pluviométrico são representativos para uma área ao redor do posto.

Dependendo das condições topográficas e das características climáticas de uma região, essa área limite varia de 1km² a 25 km².

O calculo da precipitação media de um evento em uma área pode ser feito por três processos simples. O da media aritmética, em que a média das precipitações registradas nos vários postos é considerada a media precipitada na área, é o mais simples. Pode ser utilizado quando a rede de postos é densa

e não há grandes variações de medidas entre os postos.

Os dois outros processos são o dos polígonos de Thiessen e o das isoietas, em que a precipitação media é ponderada por áreas de influência.

O método dos polígonos de Thiessen admite que a chuva, em um dado ponto, é igual aquela medida no posto mais próximo. Os limites das áreas de influencia são as mediatrizes dos segmentos que unem dois postos vizinhos.

No método das isoietas, admite-se uma variação continua entre os valores medidos em dois postos vizinhos. As áreas de influencia são delimitadas por duas isoietas (linhas de mesma precipitação consecutivas).

Existem diversas relações empíricas do tipo:

$$P_m = P_0 \cdot e^{-k \cdot A^m}$$

Onde P_M é a chuva media sobre uma área A; P_0 é a chuva registrada no epicentro de tormenta; k e m são parâmetros de ajuste.

Com o desenvolvimento dos radares meteorológicos, a cinemática das tormentas será mais bem analisados, o que permitirá obter modelos de distribuição espacial de tormentas de projeto mais próximos a realidades física.

4.5. Alternativas para Medidas de Controle Estrutural

Para as alternativas de medidas de controle estruturais, após a análise dos resultados hidrológico-hidráulico, priorizou-se as técnicas:

4.5.1. Ampliação da Capacidade de Escoamento do Canal

Como alternativa prioritária entre as outras estudadas pelo fato de proporcionar o aumento da capacidade de escoamento do rio durante o fenômeno de cheia modificando as características geométricas do canal.

Essas ações compreendem: manter ou restaurar o leito maior (várzea) dos córregos, preservar as sinuosidades (meandros), dotar de canalizações de revestimento rugoso para reduzir as velocidades de escoamento, e consequentemente, os picos vazão esperados (pela ampliação do tempo de

concentração), restaurar a vegetação ciliar e outras medidas que buscam o saneamento do fundo de vale.

A alternativa do alargamento da calha principal dos rios proporciona o aumento da capacidade de vazão dos diversos elementos que compõe a rede de drenagem, ampliando as dimensões dos canais e dos seus dispositivos.

No caso de desapropriação nas áreas de alargamento de calha utilizando o esquema ilustrado nas figuras 9 e 10 diminuem as áreas a ser desapropriada.

O alargamento das calhas poderá ser executado apenas em canais que não estão canalizadas (galerias) ou em canais em concreto, visto que, grande parte das bacias encontra-se intensamente urbanizada.

Os canais, especialmente próximo às fozes precisaram ser alargados para melhoria da capacidade de escoamento, que hoje fica abaixo do tempo de retorno de 10 anos.

O volume escavado deverá ser disposto lateralmente, na forma de diques de terra, no limite da faixa de preservação, para auxiliar a formação de volumes de detenção.

Caso do material escavado esteja contaminado, com efluentes provenientes de esgoto sanitário (formação de lodo ao fundo), poderá ser enterrado sob o dique de terra.

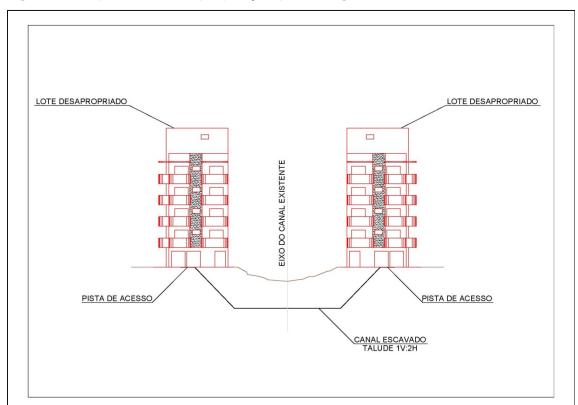


Figura 9 – Esquema de desapropriação para alargamento de canal - Inicial

Elaboração: COBRAPE

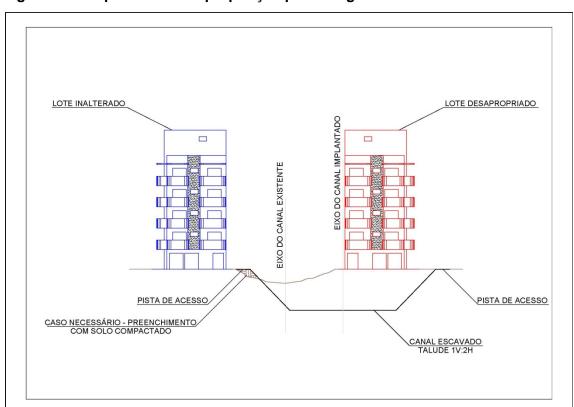


Figura 10 – Esquema de desapropriação para alargamento de canal - Final

4.5.2. Confinamento do Escoamento com Diques de Contenção

Através da implantação de muro lateral de revestimento para os trechos onde não há possibilidade efetiva de alargamento, deverá ser levado em consideração os seguintes critérios:

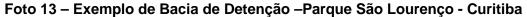
- Drenagem do escoamento urbano das bacias de contribuição lateral
- Sistema de bombeamento para a drenagem forçada das áreas laterais, neste caso prever áreas de amortecimento para reduzir a capacidade das bombas
- Sistema de manutenção e operação da rede telemétrica com sistema de alerta.
- Cota de um metro de borda livre para o tempo de recorrência de 100 anos.

4.5.3. Detenções Concentradas

As lagoas de detenção e retenção, visam reduzir as dimensões de seção do canal projetado e a compatibilização às diretrizes da Prefeitura Municipal de Curitiba.

Foto 12 - Exemplo de Bacia de Detenção - Lagoa Parque Barigui - Curitiba







4.5.4. Detenções Distribuídas na Calha

Quando não houver disponibilidade de espaço em áreas urbanas consolidadas, é possível diferenciar os volumes de detenção trecho a trecho, obtendo uma distribuição de volumes ao longo de toda a bacia (Os volumes de detenção do canal existente e do canal projetado podem ser verificados nos mapas com código" *DET*".





4.5.5. Indutores de Retardo

Os resultados de todas as bacias estudas, conforme indicados nos mapas de intervenções (7548 – DES – LAY), indicam a necessidade de escalonamento e conformação do fundo, que não deverá ter declividade maior que S0=0,10% para assegurar velocidade compatível com revestimento de grama ou em canal de concreto, diminuindo assim a velocidade para a recomendada de U<2 m/s e conseqüentemente diminuindo a erosão.

Os dados obtidos com a análise do canal existente e dos estudos hidrológicos de condução e detenção, indicam que todas as bacias que estão inseridas em Curitiba, se encontram sob efeito de erosão nas cabeceiras, o que se comprova com a elevada inclinação do álveo e a profundidade do curso principal. O fluxo transporta o material erodido até próximo da foz, assoreando o canal e diminuindo a capacidade de escoamento.

A mudança de traçado dos canais ao longo dos anos, provavelmente afeta a dinâmica de sedimentação, aumentando o ritmo do assoreamento.

A forma de controlar a erosão do fundo é a implantação de obras transversais ao longo do curso. Estas obras funcionam como escadas e criam controles hidráulicos que podem ser aproveitados como indutores de retardo, operando em cascata, o que permitirá reduzir o pico de vazão em até 1/3 do valor original.

Foto 15 – Exemplo de Escalonamento de Fundo – Canal em Concreto Armado, Rio Belém – Rua Euclides Bandeira– bairro Centro Cívico – A Montante do Bosque João Paulo II - Curitiba



4.5.6. Utilização das Galerias de Águas Pluviais (GAP) Existentes e Projetadas para Detenção Distribuída

A utilização das GAP estão previstas quando não há possibilidade de bacia de detenção concentrada ou distribuída na calha, como exemple na Bacia do rio Belém.

A análise consiste em utilizar o hidrograma de projeto, as características físicas do reservatório (curva cota x área x volume, níveis d'água máximo e mínimo admissível), curva (cota x vazão) da estrutura de controle de saída, o hidrograma das vazões efluentes, os níveis d'água atingidos na saída da galeria e o volume possível armazenado.

A variação do volume armazenado em um reservatório pode ser descrita pela equação: $I-Q=\frac{dS}{dt}$

Onde: I – vazão afluente;Q – vazão efluente;S – volume.

I,Q máx. I Volume armazenado

máx. Q I(t)

Volume armazenado

Q(t)

Tempo

Figura 11 – Ilustração de Amortecimento de Cheias em Reservatórios

FONTE: CANHOLI, Aluísio Pardo; Drenagem urbana e controle de enchentes, 2005.

Para um intervalo de tempo Δt , a equação acima pode ser escrita na forma de diferenças finitas e rearranjadas como:

$$(I_1 + I_2) + \left(\frac{2S_1}{\Delta t} - Q_1\right) = \left(\frac{2S_2}{\Delta t} + Q_2\right)$$

Onde:

I₁ E I₂ – vazões afluentes nos instantes 1 e 2;

 Δt – período de tempo entre 1 e 2;

 S_1 e S_2 – volumes reservados nos instantes 1 e 2;

 Q_1 e Q_2 – vazões efluentes nos instantes 1 e 2.

As incógnitas são, portanto, S_2 e Q_2 , que podem ser obtidas pelas relações das curvas (cota x volume) e (cota x vazão efluente).

Para obter o hidrograma de saída do reservatório, um dos métodos é utilizar um algoritmo matemático que permite pesquisar soluções no instante t, baseadas nos volumes armazenados no instante t-1.

Desta forma, rearranja-se a equação de diferenças finitas, $(I_1+I_2)+\left(\frac{2S_1}{\Delta t}-Q_1\right)=\left(\frac{2S_2}{\Delta t}+Q_2\right), \text{ na forma:} (I_1+I_2-Q_1)\Delta t+2S_1=Q_2\Delta t+2S_2$

E definindo-se uma função F_t em unidades de volume, como: $F_t = Q_t \Delta t + 2S_2$

Tem-se o volume afluente S_1 : $F_2 = (I_1 + I_2 - Q_1)\Delta t + 2S_2$

Conforme ilustrado na figura abaixo, as curvas $Q_t xS$ e $F_t xS$ indicam como as soluções, para cada instante, podem ser obtidas.

A solução para as duas incógnitas Q_2 e S_2 é o par de valores S e Q, cuja função F_t satisfaz $F_2=Q_2\Delta t+2S_2$ (solução no instante 2).

Repetindo-se o processo para cada instante considerado, obtém-se o hidrograma de saída do reservatório.

 F_{2}^{*} Q_{2} $Q \times S$ Volume S_{2}

Figura 12 – Solução gráfica em função do volume armazenado

FONTE: CANHOLI, Aluísio Pardo; Drenagem urbana e controle de enchentes, 2005.

Para obter o hidrograma da vazão efluente do reservatório, partindo da equação básica de amortecimento em diferenças finitas, deve ser rearranjada como $\frac{2S_2}{\Delta}+Q_2=I_1+I_2+\left(\frac{2S_1}{\Delta t}-Q_1\right)-2Q_1$ definindo-se a função F_t^* , em unidades de vazão, como $F_t^*=\frac{2S_t}{\Delta t}+Q_1$

Tem-se:

 $F_2^* = I_1 + I_2 + F_1^* - 2Q_1$ (conhecidas as vazões afluentes e efluentes no instante 1) e $F_2^* = \frac{2S_2}{\Delta t} + Q_2$ (soluções no instante 2).

A solução, portanto, da equação rearranjada é o par de valores (S_2, Q_2) que satisfazem a relação F_2^* . A repetição desse processo permite obter o hidrograma efluente.

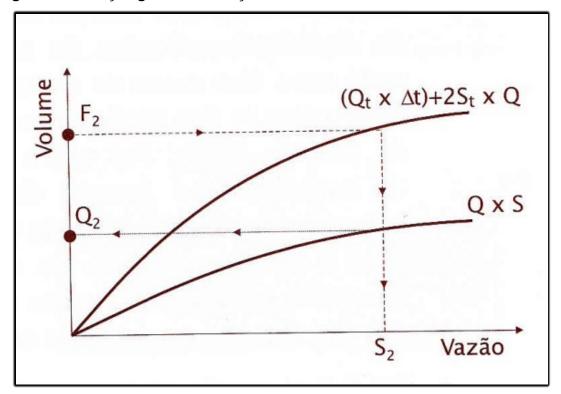


Figura 13- Solução gráfica em função da vazão efluente

FONTE: Canholi, Aluísio Pardo; Drenagem urbana e controle de enchentes, 2005

A proposição para a detenção distribuída ao longo das canalizações de drenagem pluvial existentes, é implementar um dispositivo junto ao poços de visita e galerias existentes, como uma estrutura de controle mista contemplando dois modos de extravasão: orifício de fundo e vertedor de soleira superior. A função do dispositivo é restringir a vazão de escoamento do tubo, realizando uma detenção no local formando um pequeno reservatório ou uma bacia para armazenamento temporário de escoamento, sendo que, a lâmina ou altura d'água, acima do orifício e abaixo do vertedor, forma o volume de retenção na galeria.

Foto16- Execução do Tunnel Liner na rua Padre Anchieta - Córrego Carranguejinho - Bairro Bigorrilho - Curitiba



4.5.7. Regularização, Proteção e Estabilização de Margens, Revestimentos de Canais , Recomposição da Mata Ciliar e Parques Lineares.

O propósito fundamental da estabilização e proteção de margens com adequação de parques lineares, é aumentar a área de infiltração do leito maior dos rios, aspectos paisagísticos, organizar a ocupação nas adjacências e manter a seção do curso d'água estável e dentro dos limites estabelecido como componentes do sistema de drenagem, tornando a área do parque para sua utilização recreativa

Quadro 30 - Principais Objetivos da estabilização e regularização das margem.

Objetivos Principais	Exemplos Específicos
Melhorar o alinhamento do fluxo, manter a forma da seção transversal	Proteção de pistas de tráfego junto às margens, pontes, encontros e acessos.
Contribuir com a manutenção, aspectos visuais e paisagísticos, limpeza e etc.	Proteção de propriedades às margens do curso d'água.
Contribuir com a estabilidade geotécnica	Proteção de tomadas d'água e estruturas de descarga.

FONTE: CANHOLI, Aluísio Pardo; Drenagem urbana e controle de enchentes, 2005

Figura 14 - Projeto Multiplicadores - Bibliodecks - Diretrizes do IPPUC



FONTE: IPPUC, Planos Regionais, 2007

Figura 15- Projeto Multiplicadores - Ruas com canais - Diretrizes do IPPUC



FONTE: IPPUC, Planos Regionais, 2007

5. RELATÓRIO DAS VAZÕES E VOLUMES POR TEMPO DE RECORRENCIA POR UNIDADE DE BACIA POR TRECHO DE ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO ESTUDADO

5.1. Apresentação dos Resultados

5.1.1. Hidrogramas e letogramas

Os hidrogramas estão anexos gravados no CD junto com este volume. O anexo contém os hidrogramas e ietogramas por trecho com a representação analítica e gráfica.

A melhor leitura dos resultados deste plano pode ser feito pelos hidrogramas e ietogramas que contem os dados hidrológicos, hidráulicos e de detenção por trecho de rio/córrego estudado.

5.1.2. Método para Leitura dos Mapas, Hidrogramas e Resultados por Trecho.

Os dados de partida do modelo são os nós e os trechos, conforme apresentado nas tabelas a seguir, onde aparecem o indicador do nó, as conexões entre nós e trechos, as vazões para os tempos de recorrência de 10, 25, 50 e 100 anos, o tempo de concentração de cada trecho da simulação, a velocidade média de cada trecho, a lâmina de água por trecho, o comprimento do talvegue, a inclinação (em m/m), a vazão máxima no trecho, a área de drenagem a montante do nó por sub bacia, a velocidade máxima, as cotas topográficas, e o volume hidrológico de cada trecho. Todos os dados estão apresentados em mapas para melhor compressão dos dados de saída da simulação.

Nos mapas, tabela e hidrogramas a nomenclatura "Trecho: 01-01(1)-TR10"visa identificar a organização dos ramos, trechos e nós sendo que o primeiro número indica o rio (EX.: Ribeirão dos Padilhas, representado pelo numero 12), o segundo numero é uma organização interna do programa (sequência do trecho no ramo), entre parênteses significa o trecho que esta em questão.

5.1.3. Dados Analíticos que Compõem os Hidrogramas e os letogramas

As abreviações que estão nos resultados analíticos dos hidrogramas e ietogramas nesta sequência são:

Pacm - Precipitação Acumulada no trecho (mm)

Pmed – Intensidade média precipitada (mm/h)

P ef – Chuva efetivamente que escoa na bacia(mm)

TR - Período de retorno/recorrência (em anos)

Área – em Hectares

CN – Curve Number

S – Coeficiente de Infiltração

F - Fator de Distribuição

r- Coeficiente de Assimetria

X – Coeficiente de Armazenamento

Tc – Tempo de Concentração (minutos)

Td – Tempo de duração da chuva crítica (minutos)

Qmax – Vazão Máxima (m³/s)

tu – Tempo unitário (horas)

tp – Tempo de pico (horas)

td – Tempo de descida (horas)

tb – Tempo de Base (horas)

Qp – Vazão de pico (cm/Km²).

Relação - Tempo(h) x Vazão - Q(m³/s)

V Hidr – Volume de armazenamento da Bacia de detenção (m³).

Pelo fato da grande extensão dos resultados, 34 volumes está disponibilizado apenas como arquivo eletrônico na extensão *pdf no CD anexo a este volume conforme demonstrada no quadro 31.

Quadro 31 – Controle de Informações Contidas no CD Anexo – Resultados da Análise Hidrodinâmica

RESULTADOS		BACIA / N º DE PÁGINAS					
RESULTA	4003	ATUBA	BARIGUI	BELÉM	PADILHAS	IGUAÇU	PASSAÚNA
HIDROGRAMAS	Canal Existente - TR 100 anos	342	400	213	76	133	243
E IETOGRAMAS DE DETENÇÃO	Canal Projetado - TR 100 anos	481	400	306	150	252	243
HIDROGRAMAS	TR 10 anos	18	248	168	59	84	243
E IETOGRAMA	TR 25 anos	17	236	168	59	84	243
DE	TR 50 anos	17	249	168	59	84	
ESCOAMENTO	TR 100 anos	17	248	168	59	84	

TOTALIZA: 6019 PÁGINAS

Quadro 32- Exemplo Analítico dos Resultados do Hidrograma e letograms por Trecho de Bacia

20-3(30)-TR10 - RIO ALTO BOQUEIRÃO	
Precipitação	
	Hidrograma
0.124 5.948	tu= 0.06
0.186 8.851	tp= 0.31
0.248 9.335	td= 0.52
0.310 7.048	tb= 0.83
0.371 5.495	Qp= 30.845
0.433 4.393	·
	t (h) Q(m³/s)
Pacm= 45.33 44.96	0.000 0.000
	0.062 0.000
Pmed= 97.63 103.74	0.124 0.000
	0.186 0.357
Precipitação Efetiva	0.248 2.275
0.062 0.000	0.310 5.974
0.124 0.000	0.371 11.335
0.186 0.578	0.433 18.167
0.248 2.531	0.495 24.428
0.310 2.887	0.557 28.193
0.371 2.694	0.619 29.111
0.433 2.384	0.681 27.372
	0.743 23.281
TR= 10anos	0.805 19.190
	0.867 15.099
Area= 463.479Ha	0.929 11.008
CN= 80.0	0.990 7.056
S= 63.50	1.052 3.787
f= 1.000	1.114 1.537
r= 0.400	1.176 0.308
X= 1.67	1.238 0.000
tc= 27.9min - 0.46h	
td= 27.9min - 0.46h	V Hidr(m³)= 50918
Qmáx= 29.11m³/s - 0.62h	

5.1.4. Dados Gráficos que Compõem os Hidrogramas e os letogramas

Figura 16 – Exemplo - Resultados Hidrogramas



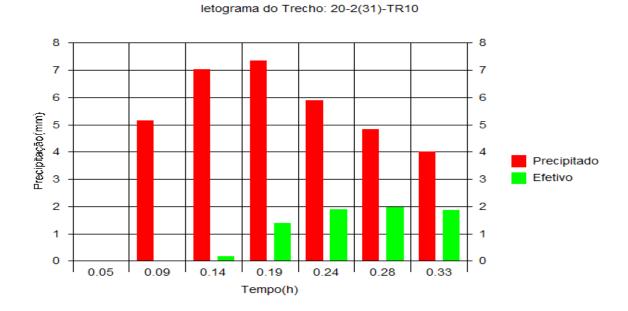
0.5 Tempo(h)

Hidrograma do Trecho: 20-2(31)-TR10

Figura 17 – Exemplo Resultados - letogramas

0.3

0.0



5.1.5. Extensão dos Arquivos

Os dados estão espacialmente posicionados conforme um sistema de coordenadas, possibilitando assim a manipulação destes dados através de técnicas específicas de geoprocessamento.

Neste banco de dados digital são fornecidos os arquivos eletrônicos produzidos em arquivos no formato AutoCAD ®. (.dwg e .dxf), ArcGIS (.shp) ®., Corel Draw® (.cdr), WORD ®. (.doc) image raster (jpg), ADOBE (.pdf) e arquivos EXCEL® (.xls).

Todos os dados digitais coletados estão referenciados ao sistema de coordenadas *UTM* e e *datum SAD-69*.

Os resultados obtidos estão apresentados na forma de tabela numérica, e plantas gráficas em que a largura dos segmentos (width /height no programa ArcGIS ou AutoCAD) corresponde às grandezas de vazão(m³/s), velocidade(m/s) e volume (m³/1000). A visualização dos dados pode ser feita no banco de dados no *ArcGIS* no formato *GEODATABASE* e pode ser editada no *MS Excel* e no *MS Access*.

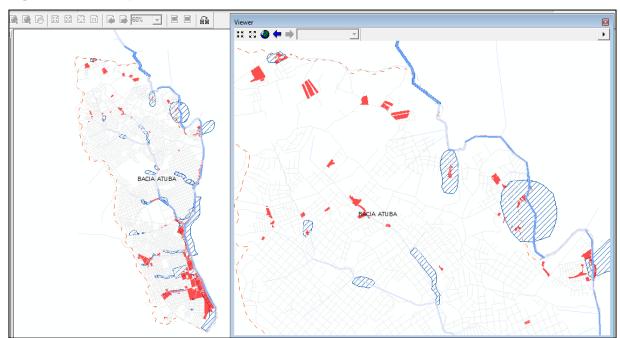


Figura 18 – Exemplo Gráfico dos dados de saída no ArcGis

Quadro33 – Exemplo dos dados de saída no formato de tabela numérica do *ArcGIS*.

Ramo	Trecho	No Mon	No Jus	Xmon	Ymon	Tp Mon	Fn Mon	Xjus	YJus	Tp Jus	Fn Jus	Comp	Inc f(m/m)	Bmed	Hmad	Qmax(m3/s)	Umed(m/s)	Vt(m3)	VAcum(m3)
10	3																		
	26	34	35	679576.03	7182271.5	887	885	679751.76	7182421.74	887	885	231.2	0	9.42	3	83.45	2.95	6533.64	6533.64
	27	35	36	679751.76	7182421.74	887	885	680898.19	7182667.61	883.5	882.5	1172.5	-0.00213	9.85	2.5	63.72	2.59	28872.79	35406.43
	28	36	37	680898.19	7182667.61	883.5	882.5	681796.88	7182956.32	873	870.9	943.92	-0.01229	12.64	2.55	212.81	6.6	30424.52	65830.95
9	3																		
	23	30	31	678974.62	7183435.77	898	895.9	679272.57	7183349.16	891	888.9	310.29	-0.02256	6.1	3.1	151.34	8	5867.51	5867.51
	24	31	32	679272.57	7183349.16	891	888.9	679952.18	7183328.66	885	883	679.92	-0.00868	9.13	3.05	155.15	5.57	18933.25	24800.76
	25	32	33	679952.18	7183328.66	885	883	681306.46	7183810.01	877	874	1437.28	-0.00626	18.38	3.5	378.53	5.88	92460.18	117260.94
8	3																		
	20	26	27	678823.77	7184289.11	891	890	679139.73	7184500.95	891	890	380.41	0	7.5	2	36.17	2.41	5706.16	5706.16
	21	27	28	679139.73	7184500.95	891	890	680072.75	7184527.35	881	880	933.39	-0.01071	7.5	2	74.14	4.94	14000.9	19707.05
	22	28	29	680072.75	7184527.35	881	880	681029.68	7184646.44	880	879	964.31	-0.00104	15.21	2	53.22	1.75	29324.71	49031.76
20	3																		
	72	83	84	678456.08	7185729.26	894	893	679237.04	7185957.57	887	885	813.64	-0.00983	8.11	2.5	107.46	5.3	16486.33	16486.33
	73	84	85	679237.04	7185957.57	887	885	679865.88	7186231.06	883	882	685.74	-0.00437	8.47	2.5	75.69	3.58	14512.04	30998.37
	74	85	82	679865.88	7186231.06	883	882	680304.28	7186556.81	880.5	879	546.18	-0.00549	13.72	2.25	130.01	4.21	16854.29	47852.66
6	1																		

Ramo: é o numero dados a calha principal ou para o tributário;

Trecho - Número do segmento de cada ramo;

Nó Mon Nó Jus - Números dos nós de montante e jusante.

X Mon, Y Mon, X Jus, Y Jus: as coordenadas UTM dos nós, nos extremos de cada trecho:

Fn, Tp - Cotas de fundo e de topo de cada nó (m);

Comp - Comprimento do eixo do trecho (m);

Incl - Inclinação do fundo do canal (m/m);

Bmed - Largura média do canal (m);

Hmed - Altura média do canal (m);

Qmax - Vazão máxima do canal, sem transbordo em m³/s;

Umed - Velocidade média do canal, em m/s;

Vt - Volume armazenável no trecho, em m³;

Vacum - Volume acumulável no Ramo ou Afluente, em m³/s;

A visualização dos dados será feita no *ArcGIS* e pode ser editada no MS Excel e no MS Access.

Os dados e resultados do PDD Curitiba no programa *ArcGIS* estão com a equipe técnica da Secretaria de Obras (SMOP-OPO) e permite a constante atualização do Plano conforme as intervenções sejam implantadas.

5.1.6Estruturação do banco de dados

A estruturação do banco de dados permite a localização imediata dos temas por assunto e por bacia, usando a ferramenta de pesquisa do Windows Explorer, além de facilitar a vinculação com ferramentas de geoprocessamento.

O banco de dados de informações básicas esta estruturado com a seguinte cadeia:

Figura 19 – Estruturação do banco de dados - Geral

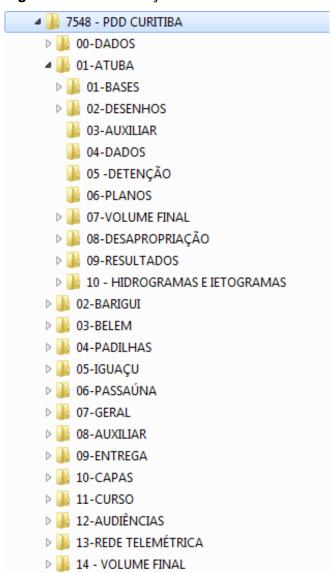


Figura 20 – Estruturação do banco de dados - Entregas

	,							
⊿ ╟ 0	■ July 19-ENTREGA							
▶ <a> □ <a> □	Diagnóstico da Situação Atual							
D 🏬	Ofícios Originais							
Þ 🏬	Pautas de Reunião							
Þ 🏬	PDF Completo							
D 📗	Plano de Trabalho							
▶ <a> □	Relatório Mensal 01							
Þ 🏬	Relatório Mensal 02							
D 🏬	Relatório Mensal 03							
▶ <a> □	Relatório Mensal 04							
Þ 🏬	Relatório Mensal 05							
Þ 🏬	Relatório Mensal 06							
D 🏬	Relatório Mensal 07							
D 🏬	Relatório Mensal 08							
Þ 🏬	Relatório Mensal 09							
D 🏬	Relatório Mensal 10							
D 🏬	Relatório Mensal 11							
Þ 🏬	Relatório Mensal 12							
Þ 🏬	Relatório Mensal 13							
▶ <a> □	Relatório Mensal 14							
Þ 🏬	Relatório Mensal 15							
Þ 🏬	Relatório Mensal 16							
Þ 🏬	Relatório Mensal 17							
▶ <a> □	Relatório Mensal 18							
▶ <a> □	Relatório Mensal 19							
▶ <a> □	Volume Final							

6. DESCRIÇÃO DOS MAPAS ABORDADOS NA CARACTERIZAÇÃO, MODELAGENS, ANÁLISES E RESULTADOS DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS.

6.1. Diagrama Unifilar—(7548-DES-DIG-PDD)

Representa os rios principais e seus tributários com áreas de contribuição e o comprimento do talvegue.

6.2. Áreas de Ocupações Irregulares e Pontos de Erosão com as Máximas Enchentes Históricas Observadas(MEO) – (7548-DES-OCI-PDD)

Mapas que determinaram as áreas de grande vulnerabilidade em Curitiba.

6.3. Áreas Verdes e Impermeabilizadas com Lagos/Lagoas – (7548-DES-VER-PDD)

Áreas verdes por unidade de bacia.

6.4. Mapa Geológico (7548-DES-GEO-PDD)

Levantamento geológico por unidade de bacia.

6.5. Mapa Hipsométrico (7548-DES-HIP-PDD)

Base altimétrica utilizada na modelagem hidrodinâmica deste Plano diretor.

6.6. Mapa de Zoneamento (7548-DES-ZON-PDD)

Zoneamento por unidade de bacia inserida em Curitiba por unidade de bacia.

6.7. Ações Corretivas – Levantamento das Pontes, Passarelas e Galerias com Máximas Enchentes Históricas Observadas(MEO) – (7548-DES-ACO-PDD)

As singularidades estão listadas e indicadas neste levantamento por unidade de bacia. O banco de dados contem os detalhes das singularidades levantadas

e mostram que precisam de verificação com relação as cotas, manutenção e readequação de todas as singularidades .

6.8. Bacias de Detenção e/ou Retenção – (7548-DES-DET-PDD)

O mapeamento de todas as bacias de detenção/retenção utilizada no Plano diretor da Bacia Alto Iguaçu (SUDERHSA, 2001) com seu status – para detalhamento verificar no Tomo 1 – Sistema Institucional.

6.9. Sistema de Esgotamento Sanitário (7548-DES-SES-PDD)

O SES de cada bacia está apresentado os principais elementos que a compõe, na caracterização das bacias está descrita a divisão de bacias utilizada pela SANEPAR.

6.10. Mapa de Trechos e Nós – (7548-DES-NOS-PDD)

Este mapa visa coadjuvar a localização e relação entre trechos e nós por unidade de bacia e sua relação entre os resultados apresentados nos diagramas, ietogramas e pelas tabelas anexas.

6.11. Base de Cálculo do Modelo Hidrológico - (7548-DES-MHO-PDD)

Os dados de entrada para cálculo da modelagem hidrológica está detalhado nos desenhos com nomenclatura "MHO", neste estão os dados do eixo do talvegue, cotas de montante e jusante de cada trecho e área de contribuição da bacia.

Os dados de saída do modelo são as conexões entre nós e trechos, as vazões para os tempos de recorrência de 10, 25, 50 e 100 anos, o tempo de concentração de cada trecho da simulação, a velocidade média de cada trecho, a lâmina de água por trecho, o eixo do talvegue, a inclinação (em m/m), a vazão máxima no trecho, a área de drenagem a montante do nó por sub bacia, a velocidade máxima, as cotas topográficas, e o volume hidrológico de cada trecho. Todos os dados estão apresentados em mapas com nomenclatura "MES" (Modelo de escoamento) dos dados de saída da simulação.

6.12. Base de Cálculo do Modelo Hidráulico – (7548-DES-MHA-PDD)

Os dados de entrada para cálculo da modelagem hidráulica estão detalhadosna base do Modelo Hidráulico – (7548-DES-MHA-PDD), o que o diferencia do modelo hidrológico são os dados das seções transversais para obtenção da capacidade e volumes de detenção das calhas.

Para este modelo foram levantados as cotas das margens, cota de fundo da calha, larguras da margem e fundo.

6.13. Condução - Mapa de Volume Disponível Distribuído e Acumulado (Canal Existente e Projetado) - (7548-DES-CON-PDD)

O volume disponível distribuído para os mapas de condução representa a capacidade de volume por trecho da calha estudada e o acumulado é a somatória dos volume distribuídos.

Foram calculadas para todas as bacias a capacidade do canal existente e do canal projetado.

6.14. Detenção - Mapa de Volume Distribuídos e Concentrados - TR 100 Anos (Canal Existente E Projetado) - (7548-DES-DET-PDD)

A definição de "volume de detenção concentrado ou acumulado" é o que seria necessário em uma bacia de detenção concentrada para deter toda a inundação à montante da seção considerada.

E o conceito de "volume de detenção distribuída ou diferencial" é o que seria necessário em uma bacia de detenção distribuída ou concentrada para deter a inundação entre a seção considerada e a imediatamente à montante.

A detenção consiste em represar parte do volume do hidrograma de escoamento reduzindo a vazão na seção exutória da bacia para um nível desejado.

Para o cálculo dos volumes de detenção foram consideradas as características físicas da bacia, como área, ocupação, tempo de concentração e duas

hipóteses para vazão de controle:

- (1) a capacidade atual dos canais e,
- (2) a capacidade dos canais projetada para TR=25 anos.

Os hidrogramas foram estabelecidos para duração da chuva crítica, de acordo com a metodologia neste volume.

A duração da chuva crítica é normalmente maior que o tempo de concentração da bacia e produz o maior volume de detenção para um dado tempo de recorrência, neste caso tomado TR=100 anos.

Os volumes concentrados foram discretizados trecho a trecho gerando os volumes distribuídos correspondentes.

A distribuição espacial dos volumes de detenção permite avaliar a o porte e utilidade das áreas disponíveis para construção de reservatórios, e seu impacto no regime de escoamento.

Os volumes distribuídos são de menor porte, trecho a trecho, no entanto, a somatória de volumes alocados é maior no conjunto, do que se usasse uma detenção concentrada, para a mesma vazão na exutória.

Os volume concentrado, a espessura da linha corresponde ao volume necessário à construção de uma bacia concentrada a jusante do trecho correspondente, para regularizar um hidrograma de Tempo de Recorrência TR=100 anos com a vazão exutória de cada caso específico.

6.15. Velocidade nos Rios e Córregos – (7548-DES-VEL-PDD)

Foram calculados para todas as bacias as velocidades em cada trechos a fim de verificar as velocidades menores ou iguais a 2 m/s para então estabelecer as intervenções de diminuição de velocidade – Obras de indução de retardo.

7. ESTUDO DAS ALTERNATIVAS

Os critérios para a formulação dos cenários visa avaliar a eficiência das alternativas propostas como medidas de controle de cheias, possibilitando a otimização das soluções e fornecer elementos para tomada de decisões.

Desta forma, foram avaliados 4 Cenários:

Cenário 1 – Situação existente, no qual se estuda o impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente, identificando o comportamento atual das bacias face ao processo de urbanização, associando custo aos danos decorrentes das inundações.

Cenário 2 – Tendencial, no qual se estuda o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente, significa a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando a expansão da mancha urbana e adensamento da população alocada nas áreas de risco sem a implantação de nenhuma medida de controle.

Avalia-se o comportamento esperado da bacia considerando o crescimento urbano da cidade e o aumento das áreas impermeáveis conservando o sistema de drenagem pluvial em suas condições atuais.

Cenário 3 – Alternativo, corresponde às diversas alternativas de controle de cheias estudadas para implantação de obras nas bacias como medidas de controle de cheia visando à suficiência operacional dos canais e condutores de macrodrenagem.

Cenário 4 – Proposto, corresponde ao cenário alternativo proposto que apresentar maior eficiência considerando os critérios de melhor relação benefício/custo.

Visando solucionar os problemas de cheia na bacia em estudo, foram consideradas duas vias ações:

a) Remover a população que se encontra em área de risco para liberação das áreas inundável, sujeitas a enchente;

 b) Implantar medidas de controle para atenuar os picos de vazão e possibilitar o escoamento da vazão de cheia sem provocar enchentes.

Para o Cenário3, foram propostas as alternativas de obras descritas a seguir, para o controle de cheias na Região Metropolitana de Curitiba, com os arranjos possíveis de obras de drenagem para cada sub bacia.

Alternativa 1– Consiste na implantação das obras de construção visando à melhoria da capacidade de condução dos canais, proporcionando suficiência operacional dos canais e condutores de macrodrenagem para acomodar adequadamente as ondas de cheia sem ocasionar transbordamentos e/ou inundações nas áreas ribeirinhas.

Os canais existentes se encontram com sua capacidade de condução inferior a normalizada, fixada como a condução necessária para o tempo de recorrência de 25 anos e borda livre de 1,00 metros.

A implantação deste tipo de obras acaba sendo normalmente a alternativa mais barata em relação à desapropriação de áreas lindeiras necessária para construção de parques, principalmente em áreas densamente urbanizadas. Além disso, a implantação dos canais aumenta a capacidade de armazenamento do sistema e cria um volume que pode também ser aproveitado como dispositivo de detenção.

Nesta alternativa todas as obras são dimensionadas para a vazão de pico que percorre os diversos trechos da rede de macrodrenagem, no entanto, a melhoria da capacidade de condução implica na redução do tempo de concentração. Sua grande desvantagem está em que ao transferir para jusante os picos de vazão, sem a inundação das várzeas laterais, os picos de cheia dos trechos a jusante são significativamente aumentados, aumentando a dimensão dos canais.

Desta forma, será necessário prover um sistema de indução de retardo do fluxo dos rios, para evitar a transferência das enchentes para jusante, preferencialmente com a defasagem dos picos de enchentes nos afluentes.

Para possibilitar o aumento de capacidade de vazão dos diversos elementos que compõem a rede de macrodrenagem, as dimensões dos diversos canais e dispositivos devem ser ampliadas, impactando diretamente sobre as construções existentes na beira rio, necessitando em muitos casos remoção e realocação de moradores das áreas vizinhas.

O alargamento normalizado não se torna viável em toda a extensão dos rios estudados devido à urbanização consolidada, desta forma, o volume previsto para ser retido no canal deverá ser armazenado em algum outro lugar da bacia, implicando na necessidade do uso de detenção à montante destes locais.

É importante considerar que a melhoria de condução hidráulica dos canais deverá considerar o controle de velocidades nas cabeceiras e na foz, para evitar os processos erosivos e de assoreamento. Para a regularização da velocidade dos canais, serão utilizadas obras transversais e escalonamento de fundo como regularização do perfil longitudinal dos cursos d'água.

Alternativa 2 – consiste na implantação das obras de construção de reservatórios de detenção de cheias com o objetivo de diminuir pontualmente as vazões de pico, com a retenção de parte do escoamento superficial gerado durante as precipitações, para depois fazer sua devolução de forma lenta e gradual aos leitos dos córregos e rios, atenuando o pico dos hidrogramas e redistribuindo as vazões ao longo do tempo. Com isso diminui a onda de cheia nos trechos a jusante, amortecendo o pico da cheia afluente.

Para atingir este objetivo, em cada bacia analisada, são procurados locais livres que possibilitem a construção de reservatórios de detenção de cheias. Os atuais pontos de inundação são ideais pra locação de bacias de detenção concentrada.

Com a redução dos picos de cheia, esta alternativa gera um impacto de menores proporções em relação à alternativa anterior no aspecto de desapropriação/relocação de populações ribeirinhas.

Por se tratar de uma solução pontual que contribui para toda a bacia, reduzindo as vazões para jusante devido ao amortecimento da cheia com a retenção local

do excesso de vazão, seus benefícios muitas vezes são proporcionados não somente na bacia em estudo, mas nos trechos situados a jusante. A utilização apenas do sistema de condução, vai contra a diretriz ambiental de não transferir os passivos das enchentes para jusante.

O uso de bacias permite um procedimento de melhoria de qualidade de água. Sabe-se que o armazenamento de água nas bacias de detenção contribui eficientemente para a precipitação de material suspenso, uma fração significativa dos metais pesados e do fósforo fica retida nos sedimentos do fundo das bacias e também para a assimilação de nutrientes. Estes processos tendem a provocar uma melhoria na qualidade da água, no sentido em que minimizam a descarga de efluentes não tratados diretamente para o ambiente.

Neste tipo de dispositivos, o escoamento do reservatório se dá pela ação da gravidade. O controle de vazão é realizado por dispositivos hidráulicos que restringem a vazão de saída do reservatório fazendo com isso que o excesso da vazão se acumule no interior do reservatório.

O esvaziamento do reservatório é realizado quando da diminuição da vazão afluente, ocasião em que a vazão de saída passa a superar a de entrada até o esvaziamento do reservatório.

Alternativa 3 – consiste na implantação das obras de construção de reservatórios de detenção de cheias ao longo de toda a extensão territorial da bacia em estudo, formando assim um sistema de reservatórios distribuídos, com o objetivo de regularizar a vazão de cheia e minimizar as inundações pontuais.

Para os casos onde ocorrem altas taxas de impermeabilização dos solos e não existem espaços para construção de reservatórios, pode ser realizada uma compensação para a bacia, reservando a vazão de pico desde a nascente. Uma das vantagens é que estas obras são implantadas em áreas não urbanizadas diminuindo os gastos com desapropriação de áreas altamente valorizadas no mercado imobiliário.

Nos locais de implantação das obras transversais, propostas na alternativa 1, além de ponto de controle dos processos erosivos e de assoreamento, este dispositivo também funciona como um reservatório, ajudando no ordenamento do deflúvio das águas pluviais, gerando ao longo da bacia pontos de detenção distribuída dentro da própria calha do rio.

Outra alternativa de retenção distribuída, é a utilização das rede de drenagem pluvial. O objetivo da implantação deste dispositivo é o incremento no armazenamento de parte do volume escoado, obtendo-se o amortecimento nos picos das enchentes e o retardamento da onda de cheia, com a diminuição da velocidade média de translação do escoamento pela canalização; isso resulta no aumento do tempo de percurso da onda de cheia, com a consequente ampliação do tempo de concentração da bacia e, finalmente, a redução nos picos de vazão.

Entende-se como sistema de drenagem pluvial do conjunto de redes, dispositivos e equipamentos necessários para conduzir a um destino final adequado o deflúvio superficial, em especial as galerias subterrâneas ou tubulações de seção circular.

A proposição para a detenção distribuída ao longo das canalizações de drenagem pluvial existente é executar um dispositivo junto aos elementos de transição ou pontos de manutenção: poços de visita e/ou alas, como uma estrutura de controle mista contemplando dois modos de extravasão: orifício de fundo e vertedor de soleira superior.

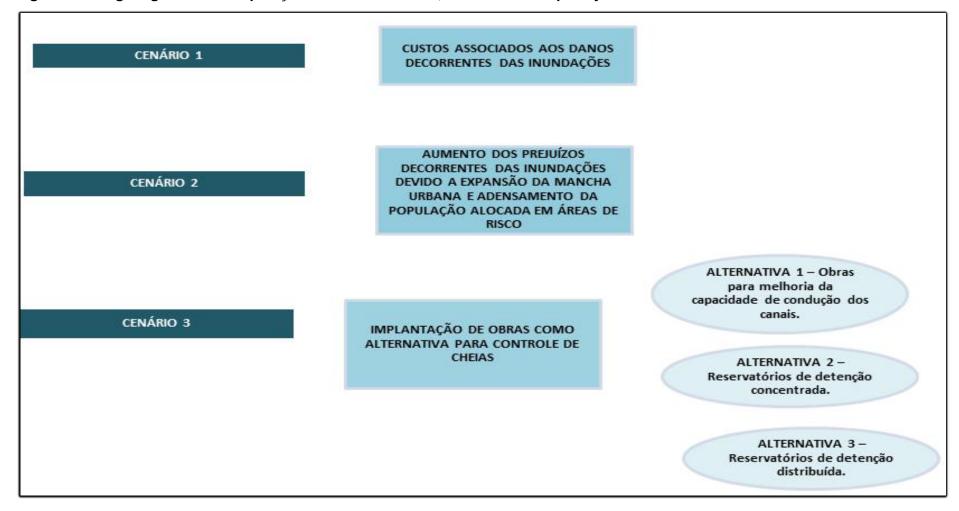
A função do dispositivo é restringir a vazão de escoamento do tubo, realizando uma detenção no local formando um pequeno reservatório ou uma bacia para armazenamento temporário de escoamento, sendo que, a lâmina ou altura d'água, acima do orifício e abaixo do vertedor, forma o volume de retenção na galeria.

Para as galerias de macrodrenagem projetadas, pode-se analisar a possibilidade de um dimensionamento utilizando parte da área da galeria para armazenamento da vazão do pico de cheia.

A área a ser utilizada para implantação desta alternativa são os próprios logradouros públicos, utilizando processos não destrutivos para construção das galerias minimizando os impactos de interferência no tráfego local.

Desta forma, foi realizada a primeira etapa dos estudos, através do organograma de composição dos cenários atual, tendencial e de planejamento com os estudos das alternativas de implantação de obras adotadas para o controle de cheias.

Figura 21 – Organograma de composição dos cenários atual, tendencial e de planejamento e estudos das alternativas.



8. COMPOSIÇÃO DAS ANÁLISES

Para analisar comparativamente as alternativas em estudo, e selecionar a alternativa mais adequada, foram mensurados os prejuízos gerados atualmente por evento de cheia de 1.00 metro, considerando o tempo de recorrência de 50 anos, na área de abrangência em estudo.

A primeira solução para o controle de cheias é não ocupar a área sujeita à inundação. Para isto, seria necessário remover toda população que ocupa atualmente estes locais e restringir sua ocupação. Para a estimativa do custo desta solução, foi considerada a desapropriação integral dos imóveis afetados pela mancha de inundação observada.

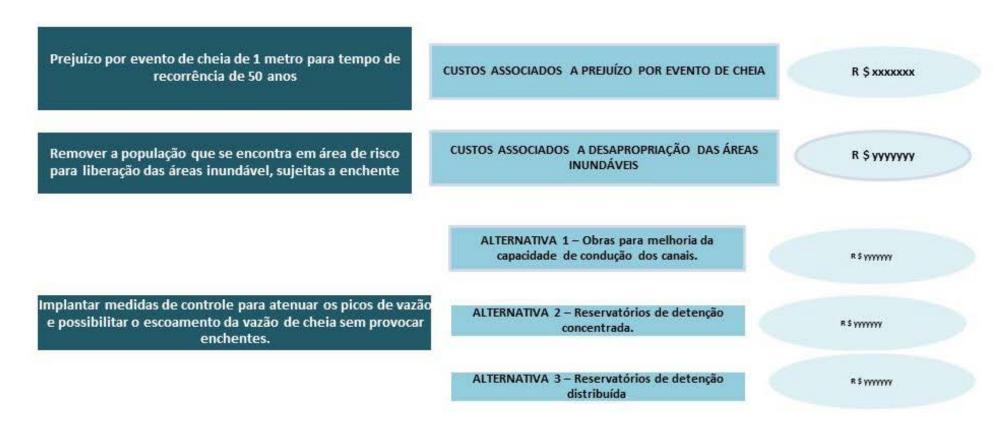
Para implantar a alternativa 1, visando à melhoria da capacidade de condução dos canais, o canal existente deve ser redimensionado para atender a capacidade de condução normatizada para o tempo de recorrência de 25 anos e borda livre de 1.00 metros. Considerando que na área urbana, os canais de drenagem têm suas margens ocupadas, e, em geral, não há espaço para ampliação do canal, foi mensurada a desapropriação integral dos imóveis afetados, tomando como referência o eixo do canal existente.

Para implantar a alternativa 2, reservatórios de detenção concentrada, utilizando o traçado da rede de drenagem em uma bacia, avaliou-se a existência de terrenos disponíveis para a implantação de reservatórios em suas proximidades e com cotas adequadas para sua implantação, considerando a área necessária para armazenar o volume excedente que ocasiona inundação.

A implantação a alternativa 3, detenção distribuída, será aplicada para os casos onde ocorrem altas taxas de impermeabilização dos solos e não existem espaços para construção de reservatórios.

Para a Bacia do Atuba, a análise comparativa dos custos das soluções e por alternativas apresenta-se sistematizada através do organograma.

Figura 22 – Organograma



9. COMPOSIÇÃO DO CENÁRIO PROPOSTO

Verificados os trechos dos rios em cada bacia, e concluídos os estudos hidrológicos e de capacidade hidráulica, é possível identificar os dispositivos cuja capacidade é insuficiente para o escoamento das vazões previstas no horizonte de planejamento do PDD.

Buscando a minimização dos impactos gerados pelas cheias, foi analisado o conjunto de soluções e as alternativas possíveis para identificar a melhor solução técnico - econômica e ambiental, tanto para o controle das cheias e das erosões, pois na maioria das vezes as mesmas encontram-se inter-relacionadas.

Para análise das alternativas de obra, em princípio, a alternativa1, para melhoria da capacidade de condução dos canais, não pode ser implantada isoladamente porque vai contra a diretriz ambiental de não transferir os passivos das enchentes para jusante, e precisa necessariamente de uma complementação por detenção à montante destes locais.

Além disso, o alargamento normalizado, fixado como a condução necessária para o tempo de recorrência de 25 anos e borda livre de 1.00 metros, não é possível em toda extensão dos rios estudados devido à urbanização consolidada, sendo que o custo das desapropriações na maioria dos casos inviabiliza economicamente a implantação desta alternativa.

O dimensionamento dos canais deverá limitar as velocidades nas cabeceiras e na foz, a fim de controlar o processo erosivo e de assoreamento. Os fundos de todos os canais e galerias deverão ser livres de revestimento para permitir a infiltração de águas e a recarga do lençol freático.

A seção dos canais será dividida em duas partes, uma maior, para a seção plena para TR 25 anos e outra menor, para vazão média (TR 2 anos), correspondente à vazão formadora.

Deverão ser implantados nos canais estruturas para indução de retardo visando à redução da velocidade e a defasagem dos picos de enchentes dos afluentes. Nos trechos de grande inclinação, as obras de retardo deverão ser aproveitadas também

para redução da inclinação de fundo, diminuindo a erosão à montante e por consequência o assoreamento a jusante.

Os volumes disponíveis nos canais e canalizações serão também aproveitados para detenção distribuída.

Já a alternativa 2 tem outros aspectos a serem considerados para sua implantação. Como seus efeitos são produzidos a jusante e não no local de implantação, sua utilização deve ser sempre considerada quando existirem possibilidades técnicas e econômicas de implantação. Definido o traçado da rede de drenagem em uma bacia, deve ser avaliada a existência de terrenos disponíveis para a implantação de reservatórios em suas proximidades e com cotas adequadas para sua implantação. Os locais preferenciais para locação das bacias de detenção são onde ocorrem naturalmente inundações.

Da mesma forma que na alternativa 1, a concepção de solução adotando a alternativa 2 em cada bacia está condicionada à existência de condições adequadas para sua implantação.

Na impossibilidade de implantar as alternativas 1 e 2, a adoção da alternativa 3 distribuindo os volumes excedentes em detenção ao longo dos cursos de água. A detenção distribuída pode ser a melhor alternativa para áreas urbanas altamente adensadas, além de atenuar os picos de vazão, possibilita conter a geração de vazões na sua origem.

Para os locais com restrições de área por adensamento urbano, como dispositivo complementar para aumento da seção dos canais, poderão ser construídas contenções laterais. As contenções servem também como uma barreira, impedindo o alagamento das áreas ribeirinhas com urbanização consolidada.

Desta forma, o cenário proposto é a implantação de um conjunto de obras para a gestão de toda a bacia em estudo, visando limitar ou diminuir a geração de vazões na sua origem, possibilitando através de um conjunto de dispositivos, diminuir o tamanho das obras a serem implantadas para o escoamento das cheias.

10. BACIA DO RIO ATUBA

10.1. Caracterização da Bacia do Rio Atuba

10.1.1. Hidrografia

O rio Atuba é, junto com o rio Iraí, um dos formadores rio Iguaçu, do qual é afluente pela margem direita. O rio Atuba e o rio Bacacheri são pontos de referência histórica, pois em suas margens começou a ocupação do Município de Curitiba, na região conhecida como Vilinha situada no bairro do Atuba.

A sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de aproximadamente 128,6km² de área de drenagem e seu principal contribuinte é a bacia do rio Bacacheri, com área aproximada de 30km². A bacia do rio Atuba abrange no Município de Curitiba cerca de 63,7km² e possui 29,5km de extensão.

COLONIO

ALMINOTE TAMACAPE

RACIA DO
RIO BALEM

RACIA DO
RIO BALEM

RACIA DO
RIO ROLACI

ROLAC

Figura 23 – Localização da Bacia do rio Atuba

Elaboração: Cobrape

O rio Atuba nasce em Colombo, no Distrito de Boichininga, localidade que se situa entre os municípios de Almirante Tamandaré e Colombo, e está no limite do Município de Curitiba e Pinhais. Localizam-se, nesta bacia, partes dos municípios de Almirante Tamandaré, Colombo, Curitiba e Pinhais. Ao encontrar-se com o rio Iraí, dentro da Área de Proteção Ambiental do Rio Iguaçu – APA Iguaçu, forma o rio Iguaçu. Nesse ponto localiza-se o marco zero do rio Iguaçu, ponto onde faz divisa de três municípios: Curitiba, São José dos Pinhais e Pinhais.

Os principais afluentes do rio Atuba são os rios Bacacheri, Bacacheri-Mirim, Tarumã, Córrego Capão da Imbuia, Córrego Jardim Itatiaia e Córrego Jardim Mercúrio.

Nas cabeceiras da bacia do rio Atuba encontra-se parte da formação geológica que constitui o Aquífero Karst, um dos mananciais de água potável da Região Metropolitana de Curitiba.

É importante ressaltar também que o volume de cheias que provocam as inundações na bacia do rio Atuba vêem da cabeceira, que se está no município de Colombo e de contribuições diretas do município de Pinhais.

Recomenda-se a busca de soluções integradas com esses municípios vizinhos para a prevenção e minimização dos impactos provocados pelas cheias.

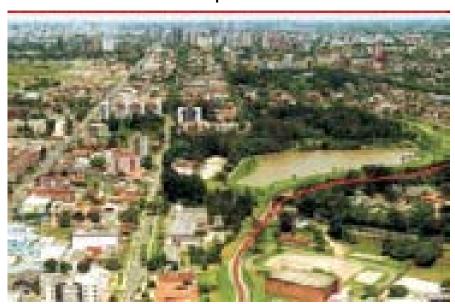


Foto 17 - Rio Bacacheri e Parque Gal. Iberê de Matos

Foto 18 -Rios Atuba e Iraíe Córrego Jardim Acrópole



Foto 19 – Parque Bacacheri



10.1.2. Zoneamento e Uso do Solo

Quanto aos aspectos de uso e ocupação do solo, a bacia do rio Atuba abrange diversas zonas de setores de uso, sendo elas:

ZR-OC – Zona Residencial de Ocupação

ZR-1 - Zona Residencial 1

ZR-2 – Zona Residencial 2

ZR-3 - Zona Residencial 3

ZR-4 - Zona Residencial 4

SE-CB – Setor Especial Costa Barros

ZS-1 - Zona de Serviço 1

SE – Setor Especial Estrutural

SE-AC – Setor Especial Afonso Camargo

SE-BR-116 – Setor Especial BR-116

APA IGUAÇU – Área de Proteção Ambiental do Iguaçu

SEHIS – Setor Especial de Habitação de Interesse Social

ZT-BR-116 – Zona de Transição BR-116

ZE – Zona Especial

10.2. Infraestrutura Instalada na Bacia do Rio Atuba

10.2.1. Sistema de Abastecimento de Água

Segundo informações da SANEPAR, 99% dos domicílios são atendidos por abastecimento de água, o atendimento é feito pelo sistema de abastecimento Iguaçu.

10.2.1.1. Sistema de Produção Iguaçu

Este sistema abastece Curitiba e São José dos Pinhais em uma população estimada de 900.000 pessoas com uma capacidade nominal de 3.300,0 L/s.

Sua produção abastece cerca de 40,3% do consumo total das cidades integradas.

O sistema de Produção Iguaçu é formado pela Captação Iguaçu, Estação Elevatória, Adutora de Água Bruta e Estação de Tratamento de Água do Iguaçu.

A água do rio Iguaçu passa direto pela tomada de água; a água captada é proveniente dos rios Pequeno e Itaqui, sendo este ultimo alimentado pelas barragens Irai, Piraquara 1 e Piraquara 2.

A água do rio Pequeno e do rio Itaqui, passam da margem esquerda para a margem direita do Iguaçu (tomada de água) através de um sifão construído sob o leito do Iguaçu.

Quadro34 – Características do Sistema de Produção Iguaçu

Manancial	Rio Iguaçu
Captação	Barragem de nível com tomada direta
Localização	BR 277, Km 6,2
Estações de	EEB1 – (2+1)
Bombeamento de	P = 400 cv
Água Bruta	EEB2 – (2+1)
	P = 450 cv
Adutoras de água	AAB-1 – 1.700m / FD DN 1100
bruta	AAB-2 – 1.700m / FD – DN 1100
Estação de	Ano de operação: década de 70
Tratamento	Localização: BR-277 Km 4,5. Margem direita sentido litoral
de Água – ETA	Capacidade nominal: 3.200,0 L/s
Iguaçu	Capacidade atual: 3.300,0 L/s
	Processo de tratamento: convencional

FONTE:SANEPAR

10.3. Sistema de Esgotamento Sanitário na Bacia do Rio Atuba

Segundo informações da SANEPAR, 83% são atendidos por rede de esgoto nesta bacia juntamente com a região metropolitana no qual ela está inserida. Ressalta-se que parte dos bairros Santa Cândida e Atuba não possuem rede de esgoto.

Nesta bacia existem duas subestações de tratamento de esgoto, uma ao norte,

próxima da Estrada das Olarias na divisa do Município e outra mais ao sul, junto ao Parque dos Peladeiros.

Na bacia Atuba-Norte representada pelo rio Atuba até a confluência com o rio Bacacheri, Nesta área existe o coletor paralelo ao córrego Bairro Alto e estão previstas muitas obras de ampliação em Colombo, Almirante Tamandaré e Pinhais previsto pelo PAC.

Na bacia do rio Bacacheri representada pelo rio de mesmo nome até a sua confluência com o rio Atuba. O principal coletor é o CT Bacacheri e o CT que fica paralelo ao córrego da rua Vicente Cicarino. Ao norte desta bacia estão previstas diversas ampliações de rede com recursos do PAC.

Na bacia Atuba-Sul, a partir da confluência dos rios Bacacheri e Atuba até a fozdeste último no rio Iguaçu. Nesta área tem o coletor do bairro Cajuru, chamado CT-Atuba-Sul além do Coletor paralelo ao Conjunto Mercúrio ambos coletores transportam o esgoto até a ETE Atuba-Sul para tratamento.

A bacia do rio Atuba é atualmente ocupada, na maior parte de seu território, por áreas urbanizadas. Nas regiões mais ao sul, de urbanização mais densa, encontram-se áreas ocupadas pelos municípios de Curitiba, Pinhais e Colombo. Mais ao norte a urbanização apresenta menor densidade, estando localizadas nessa região as sedes dos municípios de Almirante Tamandaré e Colombo.

Os principais sistemas componentes dessa bacia estão descritas no seguimento, sendo o sistema Atuba Sul, sistema Maracanã e sistema Colombo.

10.3.1. Sistema Atuba Sul

O sistema Atuba Sul é composto por rede coletora, coletores troncos, interceptor Atuba Sul, estação elevatória de esgotos e estação de tratamento de esgotos ETE Atuba Sul.

Quadro 35- Principais características da ETE Atuba Sul

Loca	aliza	ação	Bairro Jardim Acrópoles – Rua n.2 - nº 1000.				
Mun	icíp	oio	Curitiba				
Cap	aci	dade nominal atual	1.120 L/s – 16 reatores de 70,0 L/s				
Vazā	ão (de operação	1.000L/s				
Cap	aci	dade nominal futura	1.680,0 L/s – 24 reatores de 70,0 L/s				
Corp	oo r	receptor	Rio Atuba				
		Estação Elevatória de Esgo	oto Bruto (1.915 L/s – ano 2020)				
		2 gradeamentos mecanizad	dos rotativos com esteira transportadora				
တ္သ		1 gradeamento manual	1 desarenador tipo detritor				
ade	S		io de vazão 1 caixa de distribuição principal				
hinu	stituinte	3 caixas de alimentação do	s RALF's (atualmente 2 implantadas)				
Principais unidades			m³ cada(atualmente existem 16 implantados)				
Jcip	Son	1adensador de lodo					
Pri		1 prédio para secagem mecanizada (prensa desaguadora)					
		1 prédio para oficina de ma	nutenção 1 guarita				
		1 edificação abrigando: pré	dio de laboratório, administração e almoxarifado.				

No laboratório da ETE são realizados os ensaios de acompanhamento de DBO, DQO, Sólidos em suspensão, temperatura, sedimentos, análise completa de sólidos. A ETE Atuba Sul possui para uma parcela do efluente tratado, um sistema avançado de tratamento, como projeto piloto.

A fase sólida da ETE Atuba Sul é gerida com bastante sucesso, pois a totalidade do lodo gerado na unidade é encaminhado, após adensamento e adequação bacteriologia para a atividade agrícola. Está prevista, ainda para este ano, a implantação de mais 8 reatores o que levaria seu horizonte de atendimento até o ano 2021. A ETE Atuba Sul não possui pós tratamento.

A ETE Atuba Sul recebe, além dos efluentes de sua própria bacia, também os esgotos provenientes das bacias do Irai, do Palmital e do Itaqui que para ela são revertidos através de bombeamentos.

10.3.2. Sistema Maracanã

A principal unidade desse sistema é o Interceptor de mesmo nome, além de coletores trocos na maioria nos fundo de vale margeando os principais rios da bacia.

O efluente deste interceptor vai para ETE Atuba Sul.

10.3.3. Sistema Colombo

O sistema Colombo consiste no coletor de mesmo nome e numa pequena estação de tratamento de médio porte que contém apenas um RALF com vazão de projeto de 24,0 L/s e vazão atual 5,0 L/s desconsiderado na caracterização por se encontrar fora do limite do estudo.

As obras de alargamento do canal proposta não atingem os coletores tronco que estão próximos a margem da calha do rio Atuba.

10.4. Transporte Urbano

Quanto ao sistema de transporte coletivo, toda a bacia é servida por transporte coletivo, com o trajeto dos ônibus coincidindo com as vias que possuem pavimentação definitiva ou antipó. Nessa bacia praticamente todas as vias são pavimentadas com pavimentação definitiva ou antipó.

Apenas algumas áreas em ocupações irregulares não possuem esse tipo de infraestrutura.

10.5. Equipamentos Públicos na Bacia do Rio Atuba

Encontram-se implantados na bacia do rio Atuba, os seguintes equipamentos públicos de atendimento social:

- Escolas Estaduais 29
- Escolas Municipais 28
- Centros Municipais de Educação Infantil 19
- Faróis do Saber 9

- Unidades de Saúde 20
- Unidades de Abastecimento 26
- Liceu de Ofícios 5
- Vila de Ofícios 2

10.6. Ocupação na Bacia do Rio Atuba

A bacia do rio Atuba está em franca ocupação urbana, com forte urbanização na sua parte mais central e com densificação tanto a montante como a jusante. O crescimento populacional da bacia do rio Atuba ocasiona um aumento da impermeabilização do solo e do risco de inundação.

Os dados demográficos da bacia do rio Atuba revelam a existência de 84.794 domicílios correspondendo a uma população de 293.780 habitantes. Desses domicílios 13.079 estão localizados em assentamentos espontâneos, 1.490 em loteamentos clandestinos e 172 em assentamentos do programa PROLOCAR.

Na bacia do rio Atuba foram contabilizados 55 assentamentos espontâneos e 28 loteamentos clandestinos, com 13.079 domicílios, e 1.490 domicílios respectivamente. Nos assentamentos espontâneos há uma população de 50.354 habitantes e 5.737 habitantes nos loteamentos clandestinos. Os assentamentos do Programa PROLOCAR totalizam 10 áreas com 172 domicílios e 662 habitantes.

10.7. Meio Ambiente na Bacia do Rio Atuba

Na bacia do rio Atuba as áreas verdes e áreas de lazer perfazem um total de 8.642.990m², que representam um índice de 29,42m² de área verde/habitante.

As áreas de maciço florestal na bacia do rio Atuba são de 8,64 km².

10.8. Qualidade das Águas da Bacia

Para a avaliação da qualidade das águas no estado do Paraná, o IAP - Instituto Ambiental do Paraná, visando avaliar os níveis de comprometimento da poluição dos

rios através do indicador de Avaliação Integrada da Qualidade das Águas(AIQA), monitora vários pontos ao longo dos rios da Região Metropolitana de Curitiba.

Na Bacia do Rio Atuba, são monitorados 4 estações, conforme localização demonstrada na quadro 35.

Quadro36 - Estações de amostragem da Bacia do Rio Atuba

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA		DENADAS RÁFICAS
Al62	Bacacheri	Parque Bacacheri	Curitiba	2	698076	7190770
Al63	Bacacheri	Jusante BR-16	Curitiba	2	679175	7188541
AI55	Atuba	Jusante Córrego Monjolo	Colombo	2	674163	7188533
AI08	Atuba	Terminal Afonso Camargo	Curitiba	2	681040	7184868

FONTE: IAP

Os resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Atuba, são apresentados na Quadro 36.

Quadro37 – Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água

	B	BACACHERI BACACHERI		ACHERI		ATUBA	ATUBA		
		AI62		AI63		AI55	AI08		
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	
mar/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	NC	NC	0,95	Poluída	
jun/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída	
set/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
fev/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
abr/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
out/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
dez/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	
abr/07	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
jul/07	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,07	Muito Poluída	0,95	Poluída	
out/07	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
mar/08	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
set/08	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
fev/09	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
Percentil do AIQA	0,96	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	

FONTE: IAP

Os valores numéricos do AIQA no período de Março de 2005 a Fevereiro de 2009 apresentaram uma condição predominante "POLUÍDA" com variações de "MUITO POLUÍDA", no período amostral.

Quadro 38 – Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Rio Atuba com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
AI62	OD, DBO, P Total, N	0,96	Poluída	92% Classe 4
Aloz	Amoniacal, E. coli	0,90	Folulua	8% Fora de Classe
AI63	OD, DBO, P Total, N Amoniacal, E. coli	0,95	Poluída	100% Classe 4
AI55	OD, DBO, P Total, N	0,95	Poluída	98% Classe 4
Alss	Amoniacal, Toxicidade e. coli	0,55	roidida	2% Fora de Classe
AI08	OD, DBO, P Total, N	0,95	Poluída	92% Classe 4
AIUO	Amoniacal, E. coli	0,95	Folulua	8% Fora de Classe

FONTE: IAP

A Tabela 16 mostra a classificação da qualidade da água como "Poluída" nas duas estações do rio Bacacheri (Al62 E Al63) e nas duas estações do rio Atuba (Al55 e Al08). A qualidade da água é prejudicada devido a violações dos limites máximos para parâmetros físico-químicos (Oxigênio dissolvido, DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal), bacteriológicos (Escherichia coli) eeco toxicológicos. Devido à intensa ocupação urbana, os esgotos domésticos de indústrias e serviços, não tratados, são as principais causas da deterioração da qualidade da água.

Na estação Al62 (Bacacheri), a avaliação da qualidade da água está "Poluída" (Classe 4), desde o ano de 1992, e o comprometimento se deve as altas concentrações de DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal e coliformes fecais (E. coli), evidenciando a presença de esgotos de origem doméstica com pouco ou nenhum tratamento. A classe 4 foi evidenciada em 92% das amostragens realizadas. Na estação Al63 (Bacacheri) os resultados são similares aos da estação Al62, devido aos despejos orgânicos.

Na estação Al55 (Atuba) a qualidade da água encontra-se "Poluída" (Classe 4), desde o ano de 1992, devido aos baixos teores de Oxigênio Dissolvido, alta DBO, teor elevado de Nitrogênio amoniacal, Fósforo total, coliformes fecais e ocorrência de

toxicidade aguda. A classe 4 foi predominante em 98% das amostragens. A estação Al08 (Atuba) teve registro de baixas concentrações de Oxigênio Dissolvido, altas concentrações de DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal e coliformes fecais, contribuindo para que este corpo hídrico seja mantido na Classe 4 (Poluída), desde o início do monitoramento, em março de 1992. A Classe 4 foi evidenciada em 92% das amostragens.

Quadro 39- Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Atuba (Al55)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA				
Rio Atuba - Jusante Corr. Monjolo (AI55)				
Período	AIQA			
mar92/fev95	0,89			
mar95/fev97	0,89			
mar97/fev99	0,86			
mar99/fev01	0,95			
mar01/fev05	0,95			
mar05/fev09	0,95			

FONTE: IAP

Quadro 40- Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Atuba (Al08)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA					
Rio Atuba (Al08)					
Período	AIQA				
mar92/fev95	0,97				
mar95/fev97	0,96				
mar97/fev99	0,96				
mar99/fev01	0,95				
mar01/fev05	0,95				
mar05/fev09	0,95				

FONTE: IAP

Quadro 41-Parâmetros de qualidade da água

Qualidade Geral - AIQA					
0,00 a 0,20	Muito Boa				
>0,20 a 0,40	Воа				
>0,40 a 0,60	Pouco Poluída				
>0,60 a 0,80	Medianamente Poluída				
>0,80 a 1,00	Poluída				
>1,00 a 1,20	Muito Poluída				
>1,20	Extremamente Poluída				

FONTE: IAP

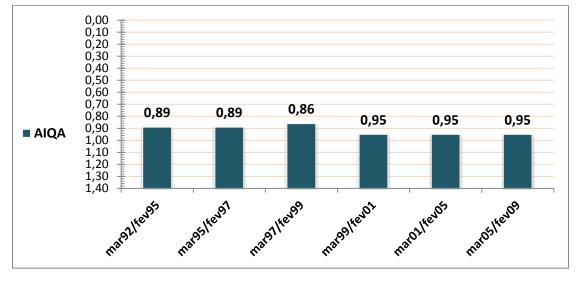


Figura 24 – Medições da qualidade da água entre 1992 e 2009

FONTE: IAP

10.9. Singularidades na Bacia do Rio Atuba

Caracterizam-se por singularidade as obstruções existentes ao longo do caminhamento do rio. Estas podem ser travessias de ruas (bueiros, galerias e pontilhões), passarelas e qualquer outro obstáculo existente que dificulte a passagem da vazão afluente a um determinado ponto.

Quadro 42 - Singularidades na bacia do rio Atuba

Rio	Passarelas	Galerias /Bueiros	Pontes	Total
Córrego Estribo Ahú		2		2
Rio Bacacheri Mirim	4	9	2	15
Rio Bacacheri	9	11	12	32
Córrego Tarumã		5		5
Córrego da Vila Marumbi		5	1	6
Córrego Capão do Imbuia		8		8
Córrego da Vila Oficinas		5	6	11
Córrego da Rua Teófilo	2	6	6	14
Córrego Jardim Natália	1	10	4	15
Córrego Jardim Mercúrio		1	5	6
Córrego Jardim Acrópole		1		1
Rio Atuba	1	1	22	24
Total de s	139			

10.10. Hipsometria na Bacia do Rio Atuba

As regiões mais altas na bacia do rio Atuba encontram-se ao norte, é possível verificar uma grande área de plana do leito maior do rio na área próxima a sua foz, que coincide exatamente com a mancha de inundação da região.

Para os cálculos hidrodinâmicos foram utilizados os dados conforme mostra o quadro 42.

Quadro 43-Hipsometria na Bacia do Rio Atuba Inserida em Curitiba.

Altitude (m)	Bacia do Rio Atuba
870 - 880	5,09%
880 - 890	12,10%
890 -900	12,00%
900 - 910	15,40%
910 - 920	16,25%
920 - 930	12,89%
930 - 940	8,58%
940 - 950	7,12%
950 - 960	4,05%
960 - 970	2,63%
970 - 980	2,27%
980 - 990	1,06%
990 - 1000	0,57%

Fonte: Curvas de Nível- IPPUC Elaboração e Adaptação da Hipsometria: COBRAPE

10.11. Parâmetros Físicos na Bacia do Rio Atuba

Os parâmetros físicos da bacia do rio Atuba foram calculados para a área inserida no município de Curitiba, já que não havia informações precisas dos talvegues na região metropolitana, nesta bacia estão as definições de cada parâmetro e nas bacias apresentadas ao longo deste relatório estão apresentados apenas os resultados.

10.11.1. Coeficiente de Compatibilidade (k_c)

O Coeficiente de Compatibilidade do da bacia do rio Atuba inserida no município é 1,82.

Sendo que um coeficiente mínimo igual a 1 corresponderia à bacia circular. Com isso, quanto maior o Kc menos propensa à enchente é a bacia.

10.11.2. Fator de Forma (k_f)

Este índice também indica a maior ou menor tolerância para enchentes de uma bacia.

Uma bacia com k_f baixo, ou seja, com comprimento total do talvegue principal grande, terá menor propensão a enchentes que outra com a mesma área, mas o k_f maior.

Na bacia do rioAtuba inserida em Curitiba, o fator de forma é 0,27.

10.11.3. Densidade de Drenagem (Dd)

É a relação entre o comprimento total de cursos de água de uma bacia ea área total da mesma.

São chamadas áreas de baixa densidade de drenagem quando constituídas por relevo plano e suave, cuja condição de alta permeabilidade permite rapidez de infiltração de água e consequente formação de lençóis aquíferos.

O regime pluvial apresenta escoamento superficial pouco significativo, gerando mecanismos de erosão hídrica ligados ao processo inicial da gota de chuva e provocando a erosão laminar ou em lençol, decorrente do atrito do próprio escoamento superficial que conduz material erodido dos pontos abaixo das encostas para as calhas fluviais. Geralmente são áreas abaixo de 5 km/km².

As áreas de alta densidade de drenagem, maiores de 13 km/km², apresentam terrenos com relevo de maior movimentação topográfica. O escoamento superficial mais rápido nas encostas provoca o aparecimento da ação erosiva em sulco ou voçoroca, que em épocas de chuvas abrem grandes fendas, por onde o escoamento concentrado tende a alargar a escavação, progredindo e aumentando a voçoroca formada, até transformá-la em ravina.

A densidade de drenagem na bacia rio Atuba inserida em Curitiba é 2,55 km/km².

10.11.4. Extensão Média do Escoamento Superficial (I)

Este parâmetro indica a distância média que a chuva teria que escoar sobre os terrenos da bacia (em linha reta) do ponto onde ocorreu sua queda até o curso d'água

mais próximo.

Para isso transforma-se a bacia em estudo em um retângulo de mesma área, onde o lado maior é a soma dos comprimentos dos rios da bacia.

A extensão média do escoamento superficial do rio Atuba inserida em Curitiba é 0,100 Km.

10.11.5. Sinuosidade Do Curso Da Água(SIN)

É a relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento do talvegue que é a medida em linha reta entre o ponto inicial e o final do curso deágua principal.

A Sinuosidade do curso da água na bacia rio Atuba inserida no município de Curitiba é 1,29.

Quadro 44- Resumo dos dados físicos da Bacia do rio Atuba inserida em Curitiba

Dados	Rio Atuba
Área (km²)	63,70
Perímetro (km)	51,96
Ordem da Bacia	4 ^a ordem
Comprimento Talvegue Principal (km)	19,78
Comprimento Axial (km)	15,30
Comprimento Total dos talvegues na bacia (km)	162,29
Coeficiente de Compatibilidade (kC)	1,82
Fator de Forma (kf)	0,27
Densidade de Drenagem (Km/km²)	2,55
Extensão Média do Escoamento Superficial (I)	0,10
Sinuosidade do Curso da Água (SIN)	1,29
Altitude Máxima (nascente) Margem	945,00
Altitude Máxima na Bacia	1001,25
Altitude Mínima na Bacia	872,03
Altitude Máxima (nascente) Fundo	943,00
Altitude Mínima (foz) Margem	872,00
Altitude Mínima (foz) Fundo	868,00
Altitude Média (m)	907,00

FONTE: Curvas de Nível e limite das bacias- IPPUCElaboração: COBRAPE

10.12. Intervenções na Bacia do Rio Atuba

Após analise hidrológica e hidráulica da bacia os dados conduziram a um conjunto de intervenções que estão apresentados nos mapas que compõe este volume e são representados basicamente por alargamento de canal, bacias de detenção/retenção, obras transversais e escalonamento de fundo.

O rio Atuba está previsto o alargamento da calha em toda sua extensão no limite curitibano, da entrada do córrego cachoeira na calha principal até a foz, além de trechos do rio Bacacheri e do Córrego Marumbi, os cálculos contemplam as seções em taludes trapezoidais com revestimento natural e em canais retangulares de concreto.

no desenho 7548-DES-LAY-PDD-ATU-29 estão as bacias de detenção/retenção previstas, com a distinção das que estão em fase de projeto, os trechos de alargamento ou conformação da calha em concreto, além dos trechos com velocidades acima de 2 m/s que estão previstas as obras transversais e escalonamento de fundo.

A análise comparativa dos custos/benefícios dos canais (talude natural e em concreto) fará parte do tomo 5 – Subsídios Técnicos e Econômicos.

11. BACIA DO RIO BARIGUI

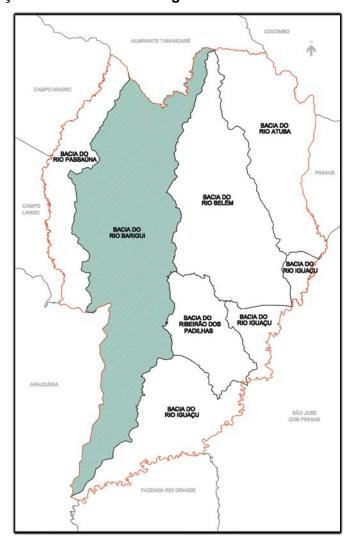
11.1. Caracterização da Bacia do Rio Barigui

11.1.1. Hidrografia da Bacia do Rio Barigui

A bacia do rio Barigui está confinada entre as bacias do rio Atuba, Belém e do Ribeirão dos Padilhas a leste e a bacia do rio Passaúna a oeste.

A bacia do rio Barigui contém em sua área total de aproximadamente 279,11 km² compreendo os municípios de Almirante Tamandaré, Curitiba e Araucária. E inserida em Curitiba apresenta área aproximada de 140,80 km².Possui uma extensão total de 60 km e dentro de Curitiba tem 45 km.

Figura 25 – Localização da Bacia do rio Barigui



Os afluentes do rio Barigui pela margem direita são os rios Cascatinha, Mossunguê e Campo Comprido, e pela marguem esquerda os rios Campina do Siqueira, Hermes Fontes, Vila Izabel, Vila Formosa, Capão Raso e Campo do Santana.

Em Curitiba ele inicia seu caminho pelo bairro Abranches, passando Taboão, Pilarzinho, Vista Alegre, Cascatinha Mercês, Bigorrilho, Santo Inácio, Mossunguê, Campina do Siqueira, Seminário, Campo Comprido, Santa Quitéria, Fazendinha, Cidade Industrial, Tatuquara, Campo do Santana e finalmente no bairro do Caximba, alcançando o Rio Iguaçu, na divisa com o Município de Araucária.

O rio Barigui, de padrão de drenagem predominante dendrítico, tem suas nascentes na serra da Betera, no município de Almirante Tamandaré, numa cota de 1.080 metros, desenvolve-se por Curitiba de norte para sul, faz divisado município de Curitiba com Araucária, perto da sua foz tem cota de 870 metros e é afluente da margem direita do rio Iguaçu.

O rio Barigui, a partir de suas nascentes, até a altura da Conectora 3, onde recebe as contribuições do rio Campo Comprido e Vila Formosa, tem seu leito sobre um embasamento cristalino, formado de rochas metamórficas, em geral paragnaisses. A partir deste ponto, até a sua foz, ele percorre região formada por sedimentos recentes, de várzeas de inundação, constituídos por argilas e areias de aluviões e também de argilas turfosas.

Quanto à morfologia, na primeira parcela, numa faixa de aproximadamente 25 km de extensão por 3 km de largura, o trecho apresenta-se com uma feição topográfica relativamente acidentada, com declividades acima de 12%, sujeita à erosão e desmoronamentos. Na segunda parcela, após a Conectora 3, o perfil é bem mais plano, com a existência de solo hidromórfico, sujeito à inundação.

Quanto aos aspectos hidrológicos, analisa-se a seguir, as faixas sujeitas à inundação ou enxurrada do rio Barigui, conforme a sua periodicidade, nos diversos trechos:

a) da nascente até o Parque Barigui:

O rio apresenta um gradiente acentuado, com canal de escoamento rápido, sendo, no entanto, sujeito a enxurradas, devido a pouca extensão lateral, nas épocas de

precipitações elevadas, geralmente no verão, e nas mudanças de estação primaveraverão, verão-outono. A faixa de risco, sujeita a enxurradas, varia de 4m a 80m de largura, principalmente na sua margem direita, de montante à jusante.

b) do Rio Barigui à Conectora 3:

O rio encontra-se canalizado e suas margens apresentam solos bem drenados, porém com riscos de inundações quando ocorrem as cheias mais elevadas. A faixa de risco, sujeita a enxurradas, fica em torno de 100m largura.

c) da Conectora 3 à sua Foz:

As margens do rio, mais rebaixadas, são regularmente ocupadas pelas cheias, ao menos uma vez ao ano. Essa faixa, que varia de 100 a 1000 metros de largura. É caracterizada pela presença de material orgânico; é área insalubre, devido ao alto teor de umidade, estando diretamente relacionada com o comportamento do rio. Esta área deve ser considerada como de equilíbrio ecológico natural, bastante suscetível ao processo de degradação pela ação antrópica.

Foto 20 - Parque Barigui



Foto 21-Rio Barigui Na Cheia



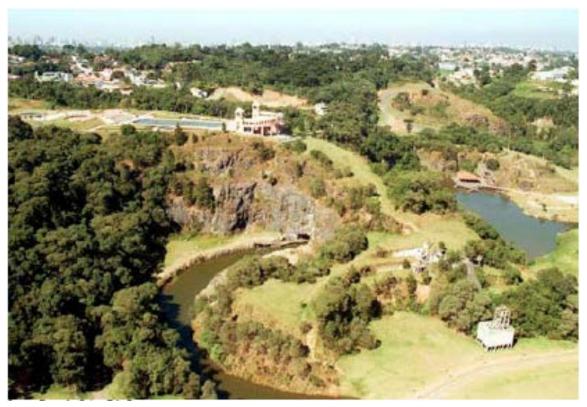
Foto 22- Parque Barigui



Foto 23- Parque Barigui



Foto 24- Parque Tanguá







11.2. Zoneamento e Uso do Solo da Bacia do Rio Barigui

Nas regiões mais de montante da bacia, pertencentes ao município de Almirante Tamandaré, predomina o uso rural do solo, com a ocorrência de alguns núcleos urbanos dispersos e baixa densidade urbana.

Na parte central do rio, no município de Curitiba a ocupação urbana é densa, a taxa de impermeabilização é alta, com predominância dos usos residencial, comércio e de serviços.

Mais ao sul, em áreas ocupadas pelo município de Curitiba ao longo da margem esquerda e de Araucária ao longo da margem direita predomina o uso industrial, localizando-se nesta região: a Cidade Industrial de Curitiba (CIC), parte da Cidade Industrial de Araucária (CIA), a Refinaria da Petrobrás (Repar), etc.

Nos últimos sete quilômetros possui sua faixa de preservação ainda desocupada, é predominantemente rural, porém é previsto um forte crescimento populacional nesta área.

11.3. Infraestrutura Instalada da Bacia do Rio Barigui

11.3.1. Energia Elétrica da Bacia doRio Barigui

O atendimento por energia elétrica e água abrange praticamente 99% da bacia.

11.3.2. Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitárioda Bacia do Rio Barigui

Os coletores nesta bacia são Coletor Tronco (CT) Antártica, CT Bariguizinho, CT Caiuá-Diadema, CT Cajueiro, CT Campo Alegre, CT Campo Comprido, CT Capão CT Raso, CT Cascatinha, CT Diadema, CT Diorina Klentz, CT Fátima Bark, CT Formosa, CT Frimesa, CT Jardim da Ordem, CT Luiz Losso Filho, CT Moradias Santana, CT Mueller, CT Nossa Senhora da Luz, CT Oswaldo Cruz, CT Uvú, CT Patrício, CT Portão, CT Rio Bonito, CT Santa Helena, CT Viera Fazendo, CT Vila Isabel e CT Vila Isabel todos os coletores estão em nosso banco de dados para que caso haja intervenções nessas áreas estas possam ser analisadas antecipadamente assim como os Interceptores INT Barigui- CIC, INT Pilarzinho, INT Barigui- Santa Quitéria, INT Capão Raso e INT Tamandaré- São Jorge.

As linhas de recalque são a LR Lisboa, LR Passo de França e LR Vista Alegre.

A área da bacia é dividida em quatro bacias apresentadas a seguir, de montante para jusante, conforme o recebimento dos efluentes:

11.3.3. Sub-Bacia Barigui – Norte

Das cabeceiras do rio Barigui no município de Almirante Tamandaré até a entrada do riacho afluente em sua margem direita e que nasce nos bairros São Braz e Santo Inácio. Um sistema composto pela EEE Tranqueira conecta ao interceptor Tamandaré até a ETE São Jorge atende alguns bairros do município de Almirante Tamandaré.

Quadro 45 – Descrição da ETE São Jorge

Localização	Rodovia dos Minérios	
Município	Almirante Tamandaré	
Capacidade	30,00 L/s	
Corpo receptor	Rio Barigui	
Processo	Tratamento do tipo anaeróbio	
Principais	Tratamento Preliminar	

unidades	RALF (Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado)
	Flotador

O principal interceptor nesta bacia é chamado Barigui- Pilarzinho, recebe pelo coletor tronco Uvú a contribuição dos bairros de Santa Felicidade, Cascatinha e de grande parte do São Braz, bairros com perfis residências da capital. Este coletor acompanha a margem do rio Cascatinha toda sua extensão estendendo até o espigão desta bacia.

O CT Divisa faz coleta do bairro Pilarzinho, bairro com características de revelo levemente acidentado, com regiões e altitudes acima da média de Curitiba. Este coletor acompanha o Córrego do Jardim Nori estendendo até a divisa com o bairro Taboão.

Depois da execução do CT São João que faz coleta do bairro homônimo a ETE Monte Verde pôde ser desativada, este coletor transporta toda contribuição da bacia do rio Wolf.

No Bairro Vista Alegre a EEE Vista Alegre transporta o esgoto da rede coletora para o interceptor principal desta bacia.

11.3.4. Sub-Bacia Barigui – Fazendinha

A jusante da entrada do riacho citado anteriormente até a entrada do ribeirão Campo Comprido, afluente da margem direita. Nesta Sub-Bacia o interceptor é chamado de Barigui - Santa Quitéria. O CT Campo Comprido com quase 6000 metros, acompanha o Rio Mossunguê estendendo-se até próximo a divisa com a Bacia Passaúna. Conectado a este coletor estão outro 7 coletores ainda sem nome. Faz a coleta dos bairros Orleans, Santo Inácio, Mossunguê, Campo Comprido e a região sul do São Braz. O CT Vila Isabel tem seu caminhamento às margens do córrego Vila Isabel e coleta o esgoto do bairro de mesmo nome e da região norte do bairro Portão..

O Coletor tronco mais extenso nesta bacia, é o Muller com quase 8 km, acompanha o Ribeirão do Muller, toda região norte da Cidade Industrial de Curitiba é atendido por este coletor, nele se conecta o CT Patrício, com pouco mais de 3 km na divisa dos bairros CIC e Campo Comprido, margeia o ribeirão Campo Comprido até o Interceptor principal desta bacia, bairros como Bigorrilho, Seminário, Santa Quitéria, Santo Inácio contribuem diretamente no interceptor ou por coletores menores.

A ETE Santa Quitéria está nesta bacia e trata todo esgoto da baciaBarigui – Norte e Barigui- Fazendinha por gravidade além de receber das EEE Ecoville e EEE Vista Alegre e da bacia Barigui e das EEE Cecília e EEE Passaúna provenientes da Bacia do Passaúna.

Quadro 46 – Descrição da ETE da Santa Quitéria

Localização	Rua Travessa do Rosário, s/n - Bairro Santa Quitéria
Município	Curitiba
Capacidade nominal	420,00 L/s
Corpo receptor	Rio Barigui
Processo	Tratamento do tipo anaeróbio
Principais unidades	06 tanques de aeração do tipo Lodo Ativado.

FONTE: SANEPAR

11.3.5. Sub-Bacia Barigui – CIC

A jusante do ribeirão Campo Comprido até a confluência do rio Passo do França com o rio Barigui. Tem o interceptor principal homônima a bacia.

O CT formosa, CT Oswaldo Cruz, CT Portão transportam o esgoto do Bairro Novo Mundo e Fazendinha.

O CT Viera Fazenda e o CT Antarctica são importantes porque fazem coleta de parte do bairro Portão, um dos mais densos de Curitiba.

No bairro CIC, dentro desta bacia, vários coletores de menor extensão fazem a conexão com o interceptor principal.

O interceptor Capão Raso segue o traçado do rio Pulador e do córrego Capão Raso, é o maior nesta bacia com quase 5 km, transporta até o interceptor principal o esgota da região oeste do Capão Raso e do Pinheirinho.

11.3.6. Sub-Bacia Barigui – Sul

A jusante da confluência anteriormente citada até a foz do rio Barigui no riolguaçu.O sistema abrange a área oeste de Curitiba, desde a área onde rio Barigui limita o município de Araucária, incluindo, também, na porção sul desse município a cidade industrial.

As características principais das ETEs estão descritas no quadro a seguir.

Quadro 47 – Descrição da ETE CIC- Xisto

Localização	Avenida Santa Rita s/n - Bairro Tatuquara
Município	Curitiba
Capacidade	600,00 L/s
Corpo receptor	Rio Barigui
Processo	Tratamento do tipo anaeróbio
	06 tanques de aeração do tipo Lodo Ativado.
Principais unidades	6 RALF's
	1 lagoa anaeróbia e 1 lagoa que será aerada.

Fonte: Sane par

A rede coletora que está sendo implantada a norte e a leste da ETE São Jorge não chega por gravidade a ela. É necessário um estudo para esta área.

11.4. Transporte Urbano

No tocante ao sistema de transporte coletivo, toda a bacia é servida pela rede, e seu trajeto coincide com as vias que possuem pavimentação definitiva e antipó. O revestimento em saibro se concentrando nas áreas de habitação de interesse social e ocupações irregulares, principalmente na região sul da cidade. Nas demais regiões a pavimentação em saibro se restringe a pequenos trechos de rua.

11.5. Equipamentos Públicos

A rede de equipamentos públicos de atendimento social encontra-se distribuída para toda a bacia do rio Barigui com maior concentração das áreas próximas a ocupações irregulares e áreas de interesse social. Encontram-se implantados os seguintes equipamentos públicos de atendimento social:

- Escolas Estaduais 45
- Escolas Municipais 67
- Centros Municipais de Educação Infantil 51
- Faróis do Saber 13
- Unidades de Saúde-37
- Unidades de Abastecimento 84
- Liceu de Ofícios 9
- Vila de Ofícios 5

11.6. Ocupação Da Bacia Do Rio Barigui

Os dados demográficos da bacia do Rio Barigui demonstram a existência de 143.081 domicílios, que correspondem a 495.390 habitantes. Nos assentamentos espontâneos nessa bacia encontram-se 21.503 domicílios; nos loteamentos clandestinos 3.339 domicílios e originários do Programa PROLOCAR 1.066 domicílios. Na bacia do rio Barigui as ocupações irregulares e os assentamentos do programa PROLOCAR acontecem nas Zonas Residenciais 2, Zonas Residências 3 Zona Residencial de Santa Felicidade, Zona de Transição Nova Curitiba, Setores Especiais de Habitação de Interesse Social, Setor Especial de Ocupação Integrada, Zonas Industriais e Área de Proteção Ambiental do rio Iguaçu.

Na bacia do rio Barigui existem 96 assentamentos espontâneos e 31 loteamentos clandestinos, onde o número estimado de domicílios é de 21.503 em assentamentos e 3.339 em loteamento clandestinos. Esses domicílios correspondem a um número estimado de habitantes de 82.787 em assentamentos espontâneos e 12.855 em loteamentos clandestinos. Os assentamentos do programa PROLOCAR são em número de 17, com 1.066 domicílios e 4.104 habitantes. O total de ocupações irregulares e assentamentos do Programa PROLOCAR na bacia do rio Barigui é de 144 com 25.908 domicílios e 99.746 habitantes.

11.7. Meio Ambiente da Bacia do Rio Barigui

Localizam-se na bacia do rio Barigui diversos parques ecológicos, destacando-se o Parque Tanguá, Parque Tingui e o Parque Barigui, situados às margens do rio, que com seus reservatórios e áreas inundáveis exercem efeitos de amortecimento dos picos de enchentes, funcionando assim como bacias de retenção.

Na bacia do Rio Barigui, as áreas verdes e áreas de lazer perfazem um total de 27.987.024m² o que representa um índice de 56,49m² de área verde/habitante. As áreas de lazer correspondem a um total de 1.034.071m².

As áreas de maciço florestal na bacia do rio Barigui são de 27,99km².

A bacia hidrográfica do rio Barigui, por ser uma bacia urbana, sofre muitos desequilíbrios ambientais, consequência de uma infraestrutura de esgotamento sanitário precária, ocupações irregulares nas margens, presença de lixo, de desmatamento, alteração da faixa original do rio (retificação do canal), confinamento do seu leito e impermeabilização do solo devido ao processo de urbanização, entre outras causas. No que se refere à coleta de efluentes sanitários, a bacia do Barigui conta hoje com aproximadamente 60% de coleta de esgotos. Possui duas ETEs: a de Santa Quitéria e a CIC- Xisto no qual o rio Barigui é o corpo receptor do efluentes destas estações de tratamento.

11.8. Qualidade das Águas da Bacia do Rio Barigui

Para a avaliação da qualidade das águas no estado do Paraná, o IAP - Instituto Ambiental do Paraná, visando avaliar os níveis de comprometimento da poluição dos rios através do indicador de Avaliação Integrada da Qualidade das Águas(AIQA), monitora vários pontos ao longo dos rios da Região Metropolitana de Curitiba.

Na Bacia do Rio Barigui, são monitorados 6 estações, conforme localização demonstrada no quadro 47.

Quadro 48 – Estações de Amostragem da Bacia do Rio Barigui

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA		DENADAS RÁFICAS
AI57	Barigui	Boichininga	Alm. Tamandaré	2	670849	7202239
AI58	Barigui	Av. Manoel Ribas	Curitiba	2	670441	7188145
AI59	Barigui	Foz	Curitiba	2	670273	7187249
AI60	Barigui	Av. Conectora 5	Curitiba	3	669521	7184163
Al61	Barigui	R. J. Bettega - Jusante CIC	Curitiba	3	667169	7177069
AI10	Barigui	Ponte da Caximba	Curitiba	3	664920	7165946

Fonte: IAP

Os resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Barigui, são apresentados no quadro 48.

Quadro 49 – Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Barigui no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.

	BARIGUI		В	BARIGUI		UVU	
		AI57	AI58			AI59	
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	
abr/05	0,76	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
jun/05	0,95	Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	
set/05	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
fev/06	0,95	Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	
abr/06	0,5	Pouco Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	
out/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
dez/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
abr/07	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
jul/07	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	
out/07	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
mar/08	0,5	Pouco Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	
set/08	0,5	Pouco Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
fev/09	0,76	Med. Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	
Percentil do AIQA	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
	BARIGUI		BARIGUI		BARIGUI		
		A160		AI61		Al10	
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	
abr/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
jun/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	
set/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
fev/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,22	Extre. Poluída	
abr/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
out/06	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
dez/06	0,95	Poluída	1,22	Extre. Poluída	1,12	Muito Poluída	
abr/07	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
jul/07	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	
out/07	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
mar/08	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
set/08	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	
fev/09	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	
Percentil do AIQA	0,95	Poluída	1,05	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	

Os valores numéricos do AIQA no período de Março de 2005 a Fevereiro de 2009 apresentaram uma condição predominante "POLUÍDA" com variações de "MUITO POLUÍDA" chegando a "EXTREMAMENTE POLÚIDA", no período amostral.

Quadro 50 – Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Rio Barigui com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA.

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
AI57	DBO, P Total, Cobre, Mercúrio e	0,95	Poluída	33% Classe 4
7.1.57	E. coli	0,55	rolalaa	67% Classe 3
AI58	DBO, P Total, Fenóis, Cobre e E. coli	0,95	Poluída	100% Classe 4
4150	OD, DBO, P Total, N amoniacal,	0.05	Dal Gla	97% Classe 4
AI59	Surfactantes, Fenóis, Chumbo, Cobre e E. coli	0,95	Poluída	3% Fora de Classe
AI60	OD, DBO, P Total, N amoniacal, Surfactantes, Cobre, Zinco e E. coli	0,95	Poluída	100% Classe 4
ALCA	OD, DBO, P Total, N amoniacal,	4.05	Maria Dal Zila	75% Classe 4
Al61	Surfactantes, Fenóis, Cobre, Zinco, Toxicidade e E. coli	1,05	Muito Poluída	25% Fora de Classe
	OD, Ph, DBO, P Total, N Amoniacal, Surfactantes, Fenóis,			42% Classe 4
Al10	Cobre, Níquel, Mercúrio, Toxicidade e E. coli	1,12	Muito Poluída	58% Fora de Classe

Fonte: IAP

O quadro 49 mostra a classificação da qualidade da água como "Poluída" nas quatro estações do rio Barigui (Al57, Al58, Al59 e Al60) e nas outras duas estações (Al61 e Al10) como "Muito Poluída".

Observa-se que a situação do rio piora de montante para jusante, já se apresentando bastante crítica na primeira estação de amostragem, Al57, localizada próxima as nascentes, apresentando qualidade da água "Poluída", com ocorrência de teores elevados de DBO, Fósforo total, Cobre, Mercúrio e Coliformes Fecais.

Na estação Al58, localizada em área urbanizada, a qualidade piorou no período de amostragem pela ocorrência de fenóis e cobre, além do aumento da DBO, teor de Fósforo, fenóis, Cobre e Coliformes Fecais.

Na estação Al59, o rio Uvú, tem como classificação "Poluída" e enquadramento Classe 4. O comprometimento da qualidade ocorre devidos aos valores altos de DBO, teores de Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, surfactantes (detergentes) e fenóis, acima do limite permitido, além de ocorrências ocasionadas de metais como Cobre, Chumbo, Coliformes fecais e baixos valores de Oxigênio dissolvido.

Na estação Al60, o rio Barigui, tem como meta enquadramento na Classe 3, podendo admitir poluição mediana, com padrões-limite de concentrações de poluentes maiores. Ainda assim, a qualidade tem sido ao longo dos anos de monitoramento considerada "Poluída". Os parâmetros que violam os limites da Classe 3 e qualificam a qualidade da água nessa estação como poluída são: alta DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, surfactantes, Cobre, Zinco e coliformes fecais.

A estação Al61, do rio Barigui está localizada a jusante da Cidade Industrial de Curitiba. Os resultados do monitoramento desde 1992 têm mostrado classe variando de "Poluída" a "Muito Poluída". O rio deveria apresentar-se na Classe 3 da CONAMA, mas ocorrem muitas violações dos limites estabelecidos para a classe devido a ocorrência de baixos teores do Oxigênio Dissolvido e as altas concentrações de DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal e coliformes fecais. Também foi detectada esporadicamente a presença de surfactantes, Cobre, Zinco e toxicidade aguda para Daphnia magna.

A estação Al10 se localiza a jusante do rio Barigui, próxima a foz no rio Iguaçu, tendo passado pela zona urbana e industrial da cidade a qualidade da água nessa estação apresenta-se "Muita Poluída" e fora da classe de enquadramento (Classe 3). O comprometimento nessa estação assemelha-se as estações Al57, Al58, Al60 e Al61 e podem ser observadas nas figuras 6,7,8,9 e 10, respectivamente.

Quadro51 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui-Boichininga (Al57)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA			
RioBarigui Boichininga (AI57)			
Período	AIQA		
mar92/fev95	0,76		
mar95/fev97	0,76		
mar97/fev99	0,75		
mar99/fev01	0,77		
mar01/fev05	0,76		
mar05/fev09	0,95		

Qualidade Geral - AIQA		
0,00 a 0,20	Muito Boa	
>0,20 a 0,40	Воа	
>0,40 a 0,60	Pouco Poluída	
>0,60 a 0,80	Medianamente Poluída	
>0,80 a 1,00	Poluída	
>1,00 a 1,20	Muito Poluída	
>1,20	Extremamente Poluída	

Fonte: IAP

Quadro 52 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Av. Manoel Ribas (Al58)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA Rio Barigui Av. Manoel Ribas (AI58)				
Período AIQA				
mar92/fev95	0,84			
mar95/fev97	0,79			
mar97/fev99	0,79			
mar99/fev01	0,79			
mar01/fev05	0,82			
mar05/fev09	0,95			

Fonte : IAP

Quadro 53 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Conectora 5 (Al60)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA			
Rio Barigui Conectora 5 (AI60)			
Período	AIQA		
mar92/fev95	1,01		
mar95/fev97	0,89		
mar97/fev99	0,95		
mar99/fev01	0,84		
mar01/fev05	0,95		
mar05/fev09	0,95		

Quadro 54 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Av. João Bettega (Al61)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA Rio Barigui Av. João Bettega (AI61)			
Período AIQA			
mar92/fev95	1,12		
mar95/fev97	0,98		
mar97/fev99	0,95		
mar99/fev01	0,95		
mar01/fev05	0,96		
mar05/fev09	1,05		

Fonte: IAP

Quadro 55 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Barigui Ponte da Caximba (Al10)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA Rio Barigui Ponte do Caximba (AI10)							
Período AIQA							
mar92/fev95	1,02						
mar95/fev97	0,95						
mar97/fev99	0,95						
mar99/fev01	0,95						
mar01/fev05	0,95						
mar05/fev09	1,12						

Fonte: IAP

Quadro 56 – Parâmetros da qualidade da água.

Qualidade Geral - AIQA					
0,00 a 0,20	Muito Boa				
>0,20 a 0,40	Воа				
>0,40 a 0,60	Pouco Poluída				
>0,60 a 0,80	Medianamente Poluída				
>0,80 a 1,00	Poluída				
>1,00 a 1,20	Muito Poluída				
>1,20	Extremamente Poluída				

11.9. Singularidades da bacia do rio Barigui

Na bacia do rio Barigui foram levantados 64 pontes, 57 passarelas e 116 unidades entre galerias, bueiros e pontilhões a ser verificados frente as intervenções previstas nesta bacia.

Quadro 57 – Singularidades existentes na Bacia do Rio Barigui.

Rio	Passarelas	Galerias /Bueiros /Pontilhões	Pontes	Total
Rio Cascatinha	2	3	7	12
Rio Uvú	2	4	3	9
Rio Mossunguê	2	8	5	15
Ribeirão do Mueller	9	10	10	29
Ribeirão Campo Comprido	1			1
Córrego Alto Barigui	2	4	4	10
Córrego Mór Diadema	5	4		9
Arroio gleba da Ordem	1	2	3	6
Arroio do Andrade		4		4
Rio Pulador	1	6	2	9
Córrego Passo do França		2		2
Córrego da Vila Pinheiros		3		3
Córrego da Ferrovia	6	8	1	15
Rio da Vila Formosa	3	6	1	10
Córrego Novo Mundo		6	1	7
Rio da Vila Leão	2	3		5
Córrego Vila Rosinha		4		4
Córrego Vista Algere	1	5	1	7
Córrego Vila Isabel		10		10
Córrego Santo Inácio			1	1

Rio	Passarelas	Galerias /Bueiros /Pontilhões	Pontes	Total
Rio Barigui	13	6	21	40
Córrego Hermes Fontes		3		3
Rua Dr. Aluizio França	1	2	1	4
Rua Maria Luiza de Alves Moraes		4		4
Rua Cyro Correia Pereira		3		3
Rua Lourdes Betezek		3		3
Rua Ida L. Mazalotti Siqueira	1	1	3	5
Rua Martha Gembaroski Tuleski	5	2		7
Total de singularida	des para a Baci	a do Barigui	·	237

Fonte: SMOP Elaboração: COBRAPE

11.10. Hipsometria

Como nas outras bacias estudadas ao norte encontram – se as maiores altitudes e ao sul, próximo a sua foz grandes áreas planas.

Quadro 58- Hipsometria da Bacia do Rio Barigui no município de Curitiba

Altitude (m)	Bacia do Rio Barigui
860 - 870	1,50%
870 - 880	4,24%
880 - 890	8,27%
890 - 900	11,20%
900 - 910	13,98%
910 - 920	14,29%
920 - 930	14,01%
930 - 940	8,61%
940 - 950	7,53%
950 - 960	7,33%
960 - 970	4,74%
970 - 980	2,76%
980 - 990	1,08%
990 - 1000	0,45%

Fonte : Curvas de Nível - IPPUC Elaboração: COBRAPE

11.11. Parâmetros Físicos da Bacia Hidrográfica do Rio Barigui Inserida em Curitiba

O Quadro 59 mostra as principais características físicas da bacia do rio Barigui.

Quadro 59 – Parâmetros Físicos da bacia do rio Barigui

Bacia	Do Barigui em Curitiba
Área (km²)	140,80
Perímetro (km)	102,57
Ordem da Bacia	4 ^a ordem
Comprimento Talvegue Prinicipal (km)	34,66
Comprimento Axial (km)	29,60
Comprimento Total dos talvegues na bacia (km)	612,66
Coeficiente de Compatibilidade (kc)	2,42
Fator de Forma (kf)	0,16
Densidade de Drenagem (Km/km²)	4,35
Extensão Média do Escoamento Superficial (I)	0,06
Sinuosidade do Curso da Água (SIN)	1,17
Altitude Máxima (nascente) Margem	1002
Altitude Máxima (nascente) Fundo	1000
Altitude Mínima (foz) Margem	868
Altitude Mínima (foz) Fundo	864
Altitude Média (m)	933,50

Elaboração: COBRAPE

11.12. Intervenções na Bacia do Rio Barigui

O conjunto das intervenções estão apresentados nos mapas que compõe este volume e são representados basicamente por alargamento de canal, bacias de detenção/retenção, obras transversais e escalonamento de fundo.

O rio Barigui está previsto o alargamento da calha, escalonamento de fundo e obras transversais em toda sua extensão do trecho caracterizado dentro da área estudada, do bairro Taboão atravessando toda a cidade até a foz no bairro da Caximba.

O PAC 2 está em fase de execução de obras de perfilamento do canal e alinhamento de fundo do Rio Barigui, com extensão de 22,00 km, no trecho compreendido entre os Km 0,00 (foz com o Rio Iguaçu) e Km 22,00 (Rua Dionira Moletta Klemtz), dentro do Município de Curitiba, concretizando parte das obras previstas neste plano diretor de drenagem.

No desenho 7548-DES-LAY-PDD-BAR-22 estão as bacias de detenção/retenção previstas, com a distinção das que estão em fase de projeto, os trechos de alargamento, além dos trechos com velocidades acima de 2 m/s que estão previstas as obras transversais e escalonamento de fundo.

Para a bacia do rio Barigui está previsto somente o alargamento da calha com taludes naturais, pois as dimensões atuais estão próximas as dimensões de projeto.

12. BACIA DO RIO BELÉM

12.1. Caracterização da Bacia do Rio Belém

12.1.1. Hidrografia da Bacia do Rio Belém

Diferente dos principais rios de Curitiba que possuem nome indígena como Barigui, Atuba, Iguaçu e Passaúna, o rio Belém e um dos seus principais afluentes, o rio Ivo, receberam nomes dos portugueses como forma de demarcar o território dos imigrantes recém-chegados.

Historicamente assistiu, ao longo de três séculos, uma ocupação gradativa ao longo do seu eixo principal e dos seus afluentes, onde, nos primórdios se constituía em manancial superficial para vários usos.

A bacia do Rio Belém é uma das mais importantes, pois ocupa uma área de drenagem de 87,80 km², equivalente a 20,32% da área total da cidade que é de 432km².

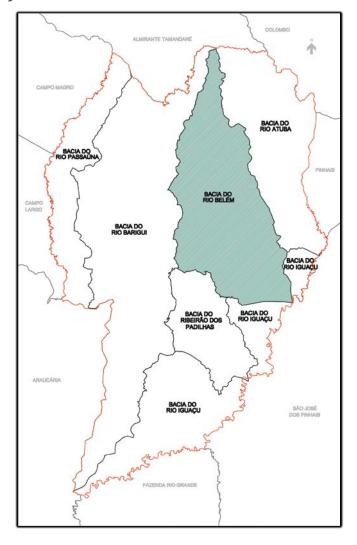


Figura 26 – Localização da Bacia do rio Belém

O rio Belém é o mais curitibano dos rios, pois ele nasce e morre dentro da cidade, atravessando-a de norte a sul. Os limites da sua bacia – a Avenida Anita Garibaldi, José Bajerski, Manoel Ribas, Avenida Brasília, Francisco Derosso, Avenida Nossa Senhora da Luz – que são os divisores de água e foram os primeiros caminhos das tropas e continuam entre os principais caminhos da cidade.

No seu percurso passa pelo Parque São Lourenço, pelo Bosque do Papa e começa a ser canalizado no bairro Centro Cívico. No ponto onde ele reaparece ao lado da Rodoferroviária, podemos observar a foz de dois afluentes importantes que estão canalizados, o rio Ivo e o rio Juvevê.

Na cidade, a maior parte dos rios não possui nome, sendo muitas vezes confundidos com valetas a céu aberto. O rio Belém possui 46 afluentes, sendo que os principais

são: o rio Bigorrilho, que passa na Rua Fernando Moreira, rio Ivo, rio Água Verde, rio Juvevê, rio Vila Guaíra e rio Areãozinho.

Devido à intensa impermeabilização das áreas de drenagem da Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém, por meio da expansão e urbanização da região mais central da cidade de Curitiba, a ocorrência de enchentes tem se tomado cada vez mais frequente na bacia deste rio.

Foto 26 - Nascente do Rio Belém



Foto 27 – Pedreira Paulo Leminski

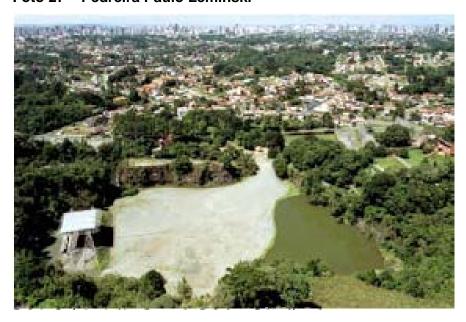


Foto 28-Universidade Livre do Meio Ambiente



12.1.2. Zoneamento e Uso do Solo

Quanto aos aspectos de uso e ocupação do solo, a bacia do rio Belém é a mais densamente ocupada em Curitiba.

APA IGUAÇU – Área de proteção ambiental do Iguaçu

PRAÇAS, PARQUES E BOSQUES PÚBLICOS

SE – Setor Especial Estrutural

SE-OI – Setor Especial de Ocupação Integrada

SE-PS – Setor Especial De Polo De Software

SEHIS – Setor Especial de Habitação de Interesse Social

SC-SF – Setor Comercial Santa Felicidade

SER-CIC – Setor Especial Residencial – Áreas Verdes – CIC

SE-NC – Setor Especial Nova Curitiba

ZUM - Zona De Uso Misto

ZT-NC – Zona De Transição Nova Curitiba

ZR-SF - Zona Residencial Santa Felicidade

ZR-OC – Zona Residencial De Ocupação

ZR-1 - Zona Residencial Um

ZR-1 – Zona Residencial Dois

ZR-1 – Zona Residencial Três

ZR-1 - Zona Residencial Quatro

ZE - Zona Especial

ZS-1 – Zona de Serviço Um

ZS-2 – Zona de Serviço Dois

ZS-I – Zona Industrial

Os dados demográficos da bacia do Rio Belém demonstram a existência de 151.944 domicílios que correspondem a 468.433 habitantes. Os assentamentos espontâneos possuem 4.623 domicílios, os loteamentos clandestinos 581 domicílios e os assentamentos do Programa PROLOCAR 181 domicílios.

Na bacia do rio Belém, as ocupações irregulares e assentamentos PROLOCAR estão distribuídos, nas Zonas Residenciais-2, nas Zonas Residências-3 e no Setor Especial Wenceslau Brás.

Na bacia do Rio Belém existe 33 assentamentos espontâneos e 5 loteamentos clandestinos com um número estimado de 4.623 domicílios em assentamentos espontâneos e 581 em loteamentos clandestinos. Esses domicílios correspondem a um número estimado de habitantes de 17.799 em assentamentos espontâneos e 2.237 em loteamentos clandestinos. Os assentamentos do programa PROLOCAR são em número de 15 com 181 domicílios e 697 habitantes. O total de ocupações irregulares e assentamentos do Programa PROLOCAR na bacia do rio Belém é de 53, com 5.353 domicílios e 20.732 habitantes.

12.2. Infraestrutura Instalada

12.2.1. Energia Elétrica

Na bacia do rio Belém praticamente, 100% dos domicílios são atendidos rede de energia elétrica.

12.2.2. Abastecimento de Água

Na bacia do Rio Belém praticamente, 100% dos domicílios são atendidos por rede de água.

12.2.3. Esgotamento Sanitário

O sistema de esgotamento sanitário da bacia do rio Belém encontra graves problemas principalmente na região central, isso pode ser verificado quando é feito um comparativo entre as qualidades da água antes a montante da Av. Barão do Rio Branco e depois da passagem deste rio pelo centro, ao lado da estação rodoferroviária, onde é possível verificar grande carga de esgoto *in natura* que foi lançado no rio.

O Coletor Tronco (CT), Vicente Machado, CT Inácio Lustosa, CT João Negrão são exemplos de coletores importantes na região central de Curitiba.

Na bacia Juvevê, existe um interceptor junto ao rio Juvevê Norte, que faz a coleta de esgoto do bairro de mesmo nome, estendendo-se até a confluência com o rio Belém próximo à rodoviária de Curitiba. Nesta mesma bacia existe um coletor que faz coleta do bairro Hugo Lange, pela Rua Schiller, Rua Doutor Goulin e Avenida Augusto Stresser.

12.2.3.1 Sub-Bacia Belém Norte

Abrange a área drenada pelo rio Belém até um pequeno afluente da margem direita, próximo à Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC), no bairro Prado Velho.

Na Sub-bacia Belém Sul, que abrange a área drenada pelo rio Belém a jusante do afluente próximo à PUC, até a confluência com o rio Iguaçu. Os principais coletores nesta área são o CT Henry Ford, CT Santa Bernadete 1, CT Santa Bernadete 2, CT-

Antônio Cardona, CT Valetão, CT Cortume (que está previsto ampliação), CT Moradias Belém, CT Quartel Boqueirão, CT Boqueirão Sul. Nesta bacia está inserido.

12.2.3.2. Sub-Bacia Belém Sul

Abrange a área drenada pelo rio Belém a jusante do afluente próximo à PUC, até a confluência com o rio Iguaçu. Nesta área está inserido o bairro Boqueirão, que é um dos mais populosos de Curitiba.

Englobando a parte central e os bairros mais populosos de Curitiba, o sistema conta com rede coletora, coletores troncos e a estação de tratamento de esgotos – ETE Belém, cujas principais características estão descritas no quadro a seguir:

Quadro60 – Descrição da ETE Belém

Localização	Parque Iguaçu s/n
Município	Curitiba
Capacidade nominal	1.200 L/s
Vazão de operação	2.520 L/s
Corpo receptor	Rio Iguaçu
Processo	Tratamento do tipo Aeróbio
	Tratamento Preliminar – Gradeamento e Desarenação
	02 tanques de aeração do tipo Lodo Ativado.
Principais Unidades	02 decantadores Secundários
	Adensador de lodo
	Desaguamento
	Laboratório

Apesar de atualmente a ETE Belém estar tratando uma vazão duas vezes acima de sua capacidade nominal, ela apresenta boa eficiência seu efluente sai com uma concentração de 8 mg/L de DBO.

O projeto para sua ampliação está em andamento e tem sua conclusão prevista para 2013.

12.2.4. Transporte Urbano da Bacia do Rio Belém

No que diz respeito ao sistema de transporte coletivo, toda bacia é servida pela rede, e seu trajeto coincide com as vias que possuem pavimentação definitiva e antipó. Nessa

bacia 50% das vias possuem pavimentação definitiva, epraticamente 50% pavimentação em antipó. Poucos trechos de vias possuem revestimento de saibro.

12.2.5. Equipamentos Públicos da Bacia do Rio Belém

Encontram-se implantadas na bacia do Rio Belém, os seguintes equipamentos públicos de atendimento social:

- Escolas Estaduais 57
- Escolas Municipais 25
- Centros Municipais de Educação Infantil 11
- Faróis do Saber 7
- Unidades de Saúde-20
- Unidades de Abastecimento 20
- Liceu de Ofícios 1
- Vila de Ofícios 1

12.3. Meio Ambiente da Bacia do Rio Belém

Na bacia do rio Belém as áreas verdes e áreas de lazer perfazem 5.363.156m² e representam um índice de 11,45 m² de área verde/habitante.

As áreas de maciço florestal na bacia do rio Belém são de 5,36 km².

Destacam-se os quatro parques de :

- Parque São Lourenço de drenagem superficial,
- Bosque do Papa trecho em canal de concreto do rio Belém,
- Passeio Público e
- Jardim Botânico.

Outras áreas de preservação, de recreação e lazer para a comunidade também podem ser destacadas: a Ópera de Arame, a Pedreira Paulo Leminski, ambas nas proximidades do Parque São Lourenço; a Universidade Livre do Meio Ambiente –

UNILIVRE e o Bosque do Alemão, próximo à nascente do rio Pilarzinho, tributário do rio Belém.

No bairro da Cachoeira, o Parque Nascente do Belém, situado em área pública, foi implantado como forma de proteger a área e contribuir para a recuperação do rio preservando a sua nascente principal.

A bacia hidrográfica do rio Belém, por ser uma bacia urbana sofre muitos desequilíbrios ambientais, consequência de uma infraestrutura de esgotamento sanitário precária, ocupações irregulares nas margens, presença de lixo, de desmatamento, alteração da forma original do rio – retificação do canal, confinamento do seu leito e impermeabilização do solo devido ao processo de urbanização, entre outros.

12.3.1. Qualidade das Águas da Bacia do Rio Belém

Para a avaliação da qualidade das águas no estado do Paraná, o IAP - Instituto Ambiental do Paraná, visando avaliar os níveis de comprometimento da poluição dos rios através do indicador de Avaliação Integrada da Qualidade das Águas (AIQA), monitora vários pontos ao longo dos rios da Região Metropolitana de Curitiba.

Na Bacia do Rio Belém, são monitorados sete estações, conforme localização demonstrada no quadro 58.

Quadro 61 – Estações de Amostragem da Bacia do Rio Belém

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA		ENADAS RÁFICAS
AI56	Belém	Montante Pq. São Lourenço	Curitiba	2	674388	7191940
AI65	lvo	Foz	Curitiba	2	675033	7185624
AI64	Água Verde	Foz	Curitiba	2	675842	7184527
Al19	Belém	Prado Velho	Curitiba	3	676030	7184089
AI67	Parolin	Foz	Curitiba	2	675113	7181906
Al66	Fany	Foz	Curitiba	2	675697	7184929
AI55	Belém	Rodolfo Bernadelli	Curitiba	3	678002	7179484

FONTE: IAP

Os resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Belém, são apresentados noQuadro59.

Quadro 62 – Estações de Amostragem da Bacia do Rio Belém

	В	ELÉM	BELÉM		В	ELÉM		VO
		AI56		Al19	AI15		A	N65
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe
abr/05	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	NC	NC	1,12	Muito Poluída
jun/05	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	1,22	Extre Poluída	1,33	Extre Poluída
set/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,06	Muito Poluída	0,95	Poluída
fev/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	1,22	Extre Poluída
abr/06	0,95	Poluída	1,22	Extre Poluída	1,22	Extre Poluída	1,07	Muito Poluída
out/06	0,95	Poluída	1,22	Extre Poluída	1,12	Muito Poluída	1,22	Extre Poluída
dez/06	0,95	Poluída	1,07	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída
abr/07	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída	1,22	Extre Poluída
jul/07	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	1,22	Extre Poluída	1,22	Extre Poluída
out/07	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída
mar/08	0,95	Poluída	1,22	Extre Poluída	1,12	Muito Poluída	1,22	Extre Poluída
set/08	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída	1,22	Extre Poluída
fev/09	0,74	Med. Poluída	0,99	Poluída	0,99	Poluída	1,11	Muito Poluída
Percentil do AIQA	0,95	Poluída	1,22	Extre Poluída	1,22	Extre Poluída	1,22	Extre Poluída

FONTE: IAP

Quadro 63 – Estações de Amostragem da Bacia do Rio Belém

	Į.	ÁGUA VERDE		PAROLIN		FANNY
		AI64		AI67		AI66
	AIQA	Classe	AIQA	AIQA Classe		Classe
abr/05	1,22	Extre Poluída	1,3	Extre Poluída	1,3	Extre Poluída
jun/05	1,2	Muito Poluída	1,22	Extre Poluída	1,22	Extre Poluída
set/05	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída
jan/06	1,22	Extre Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída
abr/06	1,22	Extre Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída
out/06	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída
dez/06	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída
abr/07	1,12	Muito Poluída	1,22	Extre Poluída	1,22	Extre Poluída
jul/07	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída
out/07	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída
mar/08	1,22	Extre Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída
set/08	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída
fev/09	0,95	Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída
Percentil do AIQA	1,22	Extre Poluída	1,2	Muito Poluída	1,2	Muito Poluída

FONTE: IAP

Os valores numéricos do AIQA no período de Março de 2005 a Fevereiro de 2009, para as tabelas, apresentaram uma condição predominante "MUITO POLUÍDA" com variações de "EXTREMAMENTE POLUÍDA", no período amostral.

Quadro 64 – Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Rio Belém com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
AI56	OD, DBO, P Total, N	0,95	Poluída	83% Classe 4
71130	amoniacal e E. coli	0,33	Totalaa	17% Fora de Classe
AI65	OD, DBO, P Total, N amoniacal, Toxicidade,	1 22	Extre Poluída	17% Classe 4
Alos	Turbidez e E. coli	1,22	Extre Polulda	83% Fora de Classe
AI64	OD, DBO, P Total, N	1 22	Extre Poluída	25% Classe 4
A104	amoniacal, Toxicidade e E. coli	1,22	Extre Polulda	75% Fora de Classe
A110	OD, DBO, P Total, N	1 22	Estro Dobrédo	25% Classe 4
AI19	amoniacal, Toxicidade e E. coli	1,22	Extre Poluída	75% Fora de Classe
A167	OD, DBO, P Total, N	1.2	Marita Daluída	25% Classe 4
AI67	amoniacal, Toxicidade e E. coli	1,2	Muito Poluída	75% Fora de Classe

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
AI66	OD, DBO, P Total, N amoniacal, Toxicidade e E.	1.2	Muito Poluída	25% Classe 4
Aloo	coli	1,2	Muito Poluída	75% Fora de Classe
Al15	OD, DBO, P Total, N amoniacal, Toxicidade e E.	1 22	Extre Poluída	25% Classe 4
AIIS	coli	1,22	Extre Polulua	75% Fora de Classe

FONTE: IAP

A estação Al56 (Belém) tem se mantido como "Poluída" (Classe 4) desde 1992, devido a presença de poluentes acima dos limites da Classe 2 (Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, DBO e coliformes fecais), bem como o baixo teor de Oxigênio. A Classe 4 foi detectada em 83% das amostragens.

Na estação Al19 (Belém), a qualidade da água está "Extremamente Poluída", nos últimos anos de monitoramento. Esta classe representa que o rio está fora das classes de enquadramento do CONAMA, inclusive para a Classe 4. Ao longo dos anos de 1992 a 2005, o rio tem apresentado condições de poluição notáveis, com classificação de qualidade variando de "Poluída" a "Muito Poluída", devido às precárias condições se saneamento, cujos efluentes não tratados geram no rio baixos teores de Oxigênio dissolvido, níveis altos de DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal e coliformes fecais, além da ocorrência frequente de efeito tóxico agudo para Daphnia magna. A situação "Fora de Classe" foi detectada em 75% das amostragens.

Na estação de amostragem Al15 (Belém), tem se apresentado como "Muito Poluído", desde o início do monitoramento em 1992. Nos últimos quatro anos observa-se que a situação piorou e encontra-se "Extremamente poluída" (Fora de Classe). A situação foi detectada em 75% das amostragens (figuras 3, 4 e 5, respectivamente).

Quadro 65- Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no RioBelém (Al56)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA		
Rio Belém — Montante do Parque São Lourenço (AI56)		
Período	AIQA	
mar92/fev95	0,96	
mar95/fev97	0,89	
mar97/fev99	0,96	
mar99/fev01	0,95	
mar01/fev05	0,95	
mar05/fev09	0,95	

FONTE: IAP

Quadro 66 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no RioBelém Prado Velho (Al19)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA Rio Belém - Prado Velho (AI19)		
Período	AIQA	
mar92/fev95	1,05	
mar95/fev97	1,03	
mar97/fev99	1,07	
mar99/fev01	0,95	
mar01/fev05	1,10	
mar05/fev09	1,22	

FONTE: IAP

Quadro 67 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no RioBelém Rodolfo Bernadelli(Al15)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA Rio Belém - Rodolfo Bernadelli (AI15)		
Período	AIQA	
mar92/fev95	1,05	
mar95/fev97	1,03	
mar97/fev99	1,07	
mar99/fev01	0,95	
mar01/fev05	1,10	
mar05/fev09	1,22	

FONTE:IAP

Quadro 68 – Estações de amostragem da Bacia do Rio Belém

Qualidade Geral - AIQA		
0,00 a 0,20	Muito Boa	
>0,20 a 0,40	Воа	
>0,40 a 0,60	Pouco Poluída	
>0,60 a 0,80	Medianamente Poluída	
>0,80 a 1,00	Poluída	
>1,00 a 1,20	Muito Poluída	
>1,20	Extremamente Poluída	

FONTE:IAP

12.4. Hipsometria da Bacia do Rio Belém

Nesta bacia 76% da bacia está entre a cota 880,00 e 930,00, apresenta grandes áreas com baixas inclinações do trecho retificado a jusante da estação rodoferroviária.

Quadro 69 - Hipsometria na bacia do rio Belém

Altitude (m)	Bacia do Rio Belém
860 - 870	0,29%
870 - 880	8,64%
880 - 890	13,24%
890 - 900	14,53%
900 - 910	18,05%
910 - 920	19,17%
920 - 930	11,03%
930 - 940	5,16%
940 - 950	3,21%
950 - 960	2,02%
960 - 970	1,84%
970 - 980	1,57%
980 - 990	0,87%
990 - 1000	0,38%

FONTE: Curvas de Nível: IPPUC e ELABORAÇÃO: COBRAPE

12.5. Parâmetros Físicos da Bacia Hidrográfica do Rio Belém

O quadro 70 mostra as principais características físicas da bacia do rio Belém.

Quadro70 – Características Físicas da Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém

Bacia	rio Belém
Área (km²)	87,80
Perímetro (km)	55,03
Ordem da Bacia	4ª ordem
Comprimento Talvegue Principal (km)	21,00
Comprimento Axial (km)	18,89
Comprimento Total dos talvegues na bacia (km)	105,91
Coeficiente de Compatibilidade (kc)	1,64
Fator de Forma (kf)	0,24
Densidade de Drenagem (km/km²)	1,20
Extensão Média do Escoamento Superficial (I)	0,20
Sinuosidade do Curso da Água (SIN)	1,11
Altitude Máxima (nascente) Margem	992,25
Altitude Máxima (nascente) Fundo	990,00
Altitude Mínima (foz) Margem	872,00
Altitude Mínima (foz) Fundo	870,00
Declividade Média da Bacia (m/m)	0,554
Altitude Média (m)	931,00

Elaboração: COBRAPE

12.6. Intervenções na Bacia do rio Belém

O conjunto das intervenções estão apresentados nos mapas que compõe este volume e são representados basicamente por alargamento de canal, bacias de detenção/retenção, obras transversais e escalonamento de fundo para esta bacia.

A bacia do rio Belém por se tratar de uma área 100% ocupada, inclusive no seu leito menor, não permite que seja feita somente as obras previstas nas outras bacias que compõem o plano diretor como canal trapezoidal pois isso inviabilizaria a execução por ter grandes áreas a desapropriar.

Grande parte das bacias de detenção prevista pelo PDD do Alto Iguaçu estão atualmente fora do proposto por este PDD por estarem densamente ocupadas.

Nesta bacia o alargamento da calha só é possível se feita em canal de concreto nos trechos que permitem que seja feito, pois na maior parte da bacia os rios e córregos já estão alargados e em canal de concreto ou galerias encobertas, contudo a solução seriam obras não destrutivas de detenção (ex:Tunnel Linner).

Para esta bacia o desenho 7548-DES-LAY-PDD-BEL-25 mostra as principais bacias de detenção/retenção previstas porém seu custo de implantação as torna impeditivas por se tratar de áreas com alto custo de desapropriação e também as obras transversais e de escalonamento de fundonos locais ainda disponíveis.

No tomo 5 – Subsídios Técnicos e Econômicos será apresentado os valores referentes as obras prevista para esta bacia.

13. BACIA DO RIBEIRÃO DOS PADILHAS

13.1. Caracterização Bacia do Ribeirão dos Padilhas

13.1.1. Hidrografia da Bacia do Ribeirão dos Padilhas

O ribeirão Padilha é afluente do rio Iguaçu pela margem direita. Tem sentido Norte-sul. A sua bacia hidrográfica, totalmente situada na parte sul/sudeste do município de Curitiba, abrange uma extensão territorial de 32,28 km² e talvegue com 10,55 km de extensão.

CAMPO MAGRO

RIO PASSAUNA

BACIA DO RIO BACIA DO RIO BACIA DO RIO GUAÇU

BACIA DO RIO BACIA DO RIO GUAÇU

Figura 27 – Localização da Bacia do Ribeirão dos Padilhas

Compreende, total ou parcialmente, os seguintes bairros: Capão Raso, Xaxim, Pinheirinho, Sítio Cercado, Alto Boqueirão e Ganchinho.

Nasce no bairro Capão Raso próximo a Avenida Winston Churchill, que é o divisor de águas naquele ponto com a bacia do Rio Barigui e deságua no rio Iguaçu no bairro Ganchinho.

Tem como principais afluentes o Arroio Pinheirinho, Arroio Cercado, Arroio Boa Vista, Córrego Vila Osternack e Rio Ganchinho.

Foto 29 - Ribeirão dos Padilhas



Foto 30 - Arroio Cercado



13.2. Zoneamento e Uso do Solo da bacia do Ribeirão dos Padilhas

A bacia do Ribeirão dos Padilhas compreende, de acordo com mapa anexo à Lei de Zoneamento Uso e Ocupação do Solo, as seguintes zonas e setores:

Zona Residencial 2 (ZR-2),

Zona Residencial 3 (ZR-3),

Zona Residencial 4 (ZR-4),

Zona de Transição da BR-116 (ZT-116),

Setor especial de Habitação de Interesse Social (SEHIS),

Setor especial de Linhão do Emprego (SE-LE),

Setor Especial da BR-116 (SE-116),

Parte reduzida da Área de Proteção Ambiental do Iguaçu (APA-IGUAÇU),

Zona Residencial de Ocupação Controlada (ZR-OC) e uma parte insignificante do setor Estrutural Sul (SE).

13.3. Infraestrutura Instalada da bacia do Ribeirão dos Padilhas

13.3.1. Energia Elétrica

Praticamente 100% dos domicílios são abastecidos por rede de energia elétrica.

13.3.2. Abastecimento De Água

Nesta bacia 99% dos domicílios possuem abastecimento de água.

13.3.3. Esgotamento Sanitário

Divide em 2 (duas) bacias:

Sub-bacia Padilha Norte, na confluência do ribeirão Padilha com o córrego Pinheirinho; e sub-bacia Padilha-Sul, a partir dessa confluência até a foz do ribeirão dos Padilha

com o rio Iguaçu.

Na Bacia do Ribeirão dos Padilhas existem os coletores: CT Boa Vista, CT Cachoeira, CT Cercado, CT Dona Nenê, CT Ganchinho, CT Jussara, CT Pinheirinho, CT Padilhas Sul, CT Guaraituba, CT Guarani, CT Principal Ganchinho e CT Mina. Linhas de Recalque Ponta Grossa e EEE Ponta Grossa.

A área da ETE Padilha Sul recebe os esgotos de parte da porção sul de Curitiba, e ainda apresenta pouca extensão de rede coletora implantada.

Quadro 71 – Descrição da ETE Padilha Sul

Localização	Rua Pedrina A. Costa, s/n – Bairro Sitio Cercado
Município	Curitiba
Capacidade	400 L/s
Corpo receptor	Ribeirão dos Padilhas
Processo	Tratamento do tipo Anaeróbio
Principais	10 reatores do tipo RALF (Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado)
unidades	2 lagoas de polimento.

Atualmente a ETE Padilha Sul recebe o efluente da Estação Elevatória de Esgoto Bruto Ponta Grossa que reverte da bacia Iguaçu.

13.3.4. Transporte Urbano da bacia do Ribeirão dos Padilhas

No que diz respeito ao sistema de transporte coletivo, toda bacia é servida pela rede de transporte coletivo, coincidindo o trajeto, com as vias com pavimentação definitiva e em antipó. Predomina na bacia do Ribeirão dos Padilhas a pavimentação em antipó e saibro, sendo este, implantado em parte da Região do Sítio Cercado e na área compreendida entre a Linha Férrea, Contorno Sul e Ribeirão dos Padilhas.

13.3.5. Equipamentos Públicos da bacia do Ribeirão dos Padilhas

Encontram-se implantados na Sub-Bacia do Ribeirão dos Padilhas os seguintes equipamentos públicos de atendimento social:

- Vila de Ofícios - 3

- Liceu de Ofícios 5
- Unidades de Abastecimento 21
- Unidades de Saúde-19
- Faróis do Saber 7
- Escolas Municipais 26
- Escolas Estaduais 12
- Centros Municipais de Educação Infantil 23

13.4. Ocupação da Bacia do Ribeirão dos Padilhas

As ocupações irregulares e assentamentos PROLOCAR estão mais concentradas na Zona Residencial-2, Setor Especial de Habitação de Interesse Social, encontram-se nas margens dos Ribeirão Padilhas e nos seus afluentes como Arroio Cercado, Córrego Vila Osternack, Córrego Piratini e Córrego Jardim Esmeralda.

As principais ocupações que estão em áreas de risco de inundações são aquelas as margens do Ribeirão dos Padilhas no Bairro Xaxim, Sítio Cercado e Ganchinho— Áreas de ocupações irregulares e compilação das manchas enchente.

Segundo os dados demográficos, na bacia do Ribeirão dos Padilhas existem 59.376 domicílios, dos quais 8.109 em assentamentos espontâneos, 89 em loteamentos clandestinos e 86 domicílios referentes ao programa PROLOCAR. Esses domicílios correspondem a uma população total de 214.095 habitantes.

13.5. Meio Ambiente da Bacia do Ribeirão dos Padilhas

Dentre as bacias hidrográficas de Curitiba, é a que têm a menor incidências de áreas verdes e de bosques, perfazendo um total de 2.859.791m², índice de 13,36m² de área verde/habitante. As áreas verdes, independentemente do seu porte, foram reduzidas a pequenas manchas espalhadas, exceto o parque Iguaçu, que ocupa na margem esquerda do ribeirão dos Padilhas um expressivo espaço no trecho próximo à sua foz.

As áreas de lazer representam um total de 407.998m², destacam-se o Parque do Semeador e uma parte do Jardim Zoológico.

As áreas de maciço florestal na bacia do rio Padilhas são de 2,86 km².

Atualmente suas águas têm sido usadas para a diluição de despejos e dessa maneira são impróprias ao abastecimento público, à vida aquática (fauna e flora) e ao contato primário (balneabilidade).

Nestas áreas urbanas podem ser observadas diversas situações, desde fragmentos de mata ciliar, trechos com vegetação herbácea, vegetação nativa com espécies introduzidas, até faixas de proteção como componente de jardins ou quintais dos moradores ribeirinhos.

A área industrial segue principalmente o traçado da rodovia Régis Bittencourt, influindo no impacto ambiental negativo por se tratar da localização de nascentes; foram constadas canalizações precárias do esgoto diretamente nos cursos fluviais.

As significativas manchas de solo exposto estão diretamente associadas às atividades econômicas da área industrial ou da extração de areia, entre outras.

A existência da faixa de proteção adequada pode ser encontrada apenas em alguns trechos ao longo do rio, sendo que em grande parte é necessário sua recuperação.

13.5.1. Qualidade das Águas da Bacia da bacia do Ribeirão dos Padilhas

Para a avaliação da qualidade das águas no estado do Paraná, o IAP - Instituto Ambiental do Paraná, visando avaliar os níveis de comprometimento da poluição dos rios através do indicador de Avaliação Integrada da Qualidade das Águas (AIQA), monitora vários pontos ao longo dos rios da Região Metropolitana de Curitiba.

Na Bacia do Rio Padilhas, o monitoramento conta com apenas uma estação, conforme localização demonstrada no quadro 69.

Quadro 72 – Estação de amostragem da Bacia do Rib. dos Padilhas

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA	COORDENADAS GEOGRÁFICA	
AI09	Padilha	Jardim Paranaense	Curitiba	2	676308	7173242

FONTE:SUDERHSA

Os resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água no rio da Bacia do Ribeirão dos Padilhas, são apresentados no quadro 70.

Quadro 73 – Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Ribeirão dos Padilhas no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.

	RIB PADILHAS					
		A109				
	AIQA	Classe				
abr/05	1,12	Muito Poluída				
jun/05	0,95	Poluída				
set/05	0,95	Poluída				
fev/06	1,12	Muito Poluída				
abr/06	0,95	Poluída				
out/06	0,95	Poluída				
dez/06	0,95	Poluída				
abr/07	0,95	Poluída				
jul/07	0,95	Poluída				
out/07	0,95	Poluída				
mar/08	0,95	Poluída				
set/08	0,95	Poluída				
fev/09	0,95	Poluída				
Percentil do AIQA	0,95	Poluída				

FONTE: IAP

Os valores numéricos do AIQA no período de Março de 2005 a Fevereiro de 2009 apresentaram uma condição "POLUÍDA" no período amostral.

Quadro 74 – Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Ribeirão dos Padilhas com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
AIO9	OD, DBO, P Total, N	O OF Polyida		83% Classe 4
Alu9	Amoniacal e E. coli	0,95	Poluída	17% Fora de Classe

FONTE: IAP

A Tabela 3 mostra a classificação da qualidade da água predominante como "Poluída" na estação do ribeirão dos Padilha (Al09). A qualidade da água é prejudicada devido a violações dos padrões de qualidade para classe 2 estabelecidas pela resolução do CONAMA. Devido ao despejo de esgotos não tratados, ocorre o aumento dos

parâmetros físico-químicos (DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal), bacteriológicos (Escherichia coli) e diminuição dos teores de Oxigênio dissolvido na água.

Quadro 75 – Classe Predominante de Qualidade da Água, para o período de 2005 a 2009 do Ribeirão dos Padilhas, com parâmetros violados para Classe 2 do CONAMA.

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA					
Ribeirão dos Padilhas (AIO9)					
Período AIQA					
mar92/fev95	0,95				
mar95/fev97	1,18				
mar97/fev99	0,95				
mar99/fev01	0,95				
mar01/fev05	0,95				
mar05/fev09	0,95				

FONTE: IAP

Quadro 76- Parâmetros da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Ribeirão dos Padilhas (Al09)

Qualidade Ger	al - AIQA
0,00 a 0,20	Muito Boa
>0,20 a 0,40	Воа
>0,40 a 0,60	Pouco Poluída
>0,60 a 0,80	Medianamente Poluída
>0,80 a 1,00	Poluída
>1,00 a 1,20	Muito Poluída
>1,20	Extremamente Poluída

FONTE: IAP

13.6. Singularidades da Bacia do Ribeirão dos Padilhas

As singularidades na bacia do Ribeirão dos Padilhas são: 16 Pontes, 29 Passarelas e 59 Galerias/Pontilhão/Bueiros a ser verificadas frente as intervenções previstas para esta bacia.

Quadro 77 – Singularidades na bacia do ribeirão dos Padilhas.

		Singularidades				
Rio	Passarelas	Galerias /Bueiros /Pontilhões	Pontes	Total		
Córrego Piratini		4		4		
Arroio Pinheirinho	4	7	1	12		
Arroio Cercado	3	8	2	13		
Arroio da Boa Vista	2	3	4	9		
Rua Lupionópolis		5		5		
Rua Nova Aurora		12		12		
Córrego Vila Osternack	5	5		10		
Rio Ganchinho		4	1	5		
Córrego Jardim Esmeralda	5	2		7		
Ribeirão dos Padilhas	10	9	8	27		
Total de sin	104					

FONTE:SMOP ELABORAÇÃO: COBRAPE

13.7. Hipsometria na bacia do ribeirão dos Padilhas

A bacia do ribeirão dos Padilhas possui uma variação altimétrica de aproximadamente de 70 metros entre a nascente e a foz conforme pode ser visualizados na tabela abaixo.

Confirmam-se, portanto, as características anteriormente descritas de uma bacia em relevo plano, que ainda sofre alterações por causa de novas construções na região realizando assim aterros que modificam o terreno e a dinâmica do sistema de drenagem da região.

Quadro 78- Hipsometria da bacia do ribeirão dos Padilhas.

Altitude (m)	Bacia do ribeirão dos Padilhas
860 - 870	0,53%
870 - 880	6,81%
880 - 890	18,94%
890 - 900	19,84%
900 - 910	19,74%
910 - 920	20,51%
920 - 930	13,35%
930 - 940	0,29%

FONTE: Curvas de Nível, IPPUC e elaboração: COBRAPE

Quadro 79- Declividades na bacia do ribeirão dos Padilhas

CLASSES	Área (km²)	%	
0 - 5 %	21,81	67,32	
5 - 12 %	8,35	25,77	
12 - 30 %	1,8	5,55	
30 - 47 %	0,4	1,23	
Acima de 47 %	0,04	0,13	
Total	32,4	100	

FONTE:SUDERHSA

13.8. Parâmetros Físicos da Bacia Hidrográfica da bacia do ribeirão dos Padilhas.

O quadro 80 mostra as principais características físicas da bacia do ribeirão dos Padilhas.

Quadro 80- Dados físicos da Bacia do Ribeirão dos Padilhas.

Bacia do Ribeirão dos Padilhas	Dados Físicos
Área (km²)	32,28
Perímetro (km)	32,308
Ordem da Bacia	3ª ordem
Comprimento Talvegue Principal (km)	10,557
Comprimento Axial (km)	9,677
Comprimento Total dos talvegues na bacia (km)	40,103
Coeficiente de Compatibilidade (kc)	1,592
Fator de Forma (kf)	0,345
Densidade de Drenagem (Km/km²)	1,242
Extensão Média do Escoamento Superficial- 1 (km)	0,201
Sinuosidade do Curso da Água (SIN)	1,091
Declividade Média do Ribeirão dos Padilhas (m/m)	0,00493
Altitude Máxima (nascente) Margem	920,000
Altitude Máxima (nascente) Fundo	919,000
Altitude Mínima (foz) Margem	870,000
Altitude Mínima (foz) Fundo	865,000
Altitude Média (m)	893,500

Elaboração: COBRAPE

13.9. Intervenções Prevista para Bacia do ribeirão dos Padilhas

Após analise hidrológica e hidráulica da bacia os dados conduziram a um conjunto de intervenções que estão apresentados nos mapas que compõe este volume e são representados basicamente por alargamento de canal, bacias de detenção/retenção, obras transversais e escalonamento de fundo.

As calhas que compõem a bacia do ribeirão dos Padilhas está em sua maior parte com capacidade de atender a demanda do TR 25 anos, e nos locais onde há necessidade de alargamento da calha, esta encontra-se desocupada sendo que ampliação da calha neste trecho pode ser executado na totalidade sem a necessidade de desapropriação o que a torna a viável economicamente.

No desenho 7548-DES-LAY-PDD-PAD-23 estão as bacias de detenção/retenção previstas, com a distinção das que estão em fase de projeto, os trechos de alargamento da calha trapezoidal, além dos trechos com velocidades acima de 2 m/s que estão previstas as obras transversais e escalonamento de fundo.

A análise dos custos destas intervenções fará parte do tomo 5 – Subsídios Técnicos e Econômicos.

14. BACIA DO RIO IGUAÇU

14.1. Caracterização da Bacia do Rio Iguaçu

14.1.1. Hidrografia da Bacia do Rio Iguaçu Inserida em Curitiba

O rio Iguaçu, em tupi-guarani significa água grande. Ele é formado a partir do encontro dos rios Atuba e Irai e em Curitiba recebe o nome de Iguaçu. É conhecido como o rio dos três municípios, porque seu marco zero divide os municípios de Curitiba, Pinhais e São José dos Pinhais. Na sua foz, é conhecido como o rio dos três países, dividindo o Brasil, o Paraguai e a Argentina. Este rio abastece Curitiba e várias outras cidades encontradas até sua foz.

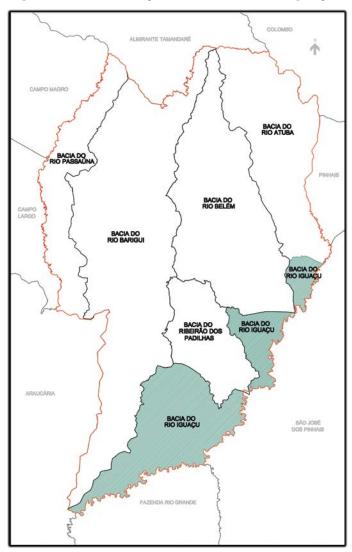
Historicamente o riolguaçu possibilitou a incursão para o oeste do Estado, marcando os ciclos econômicos da erva-mate e da madeira com grande movimentação dessas mercadorias. Este rio, apesar de estar mais próximo do mar, corre em direção do oeste do Estado, em função da grande muralha da Serra do Mar. Ele recebe as águas de todos os rios de Curitiba. Ao longo do rio Iguaçu, em Curitiba, situam-se o Parque Municipal do Iguaçu e o Jardim Zoológico de Curitiba. Como forma de controlar as atividades desenvolvidas na área do Rio Iguaçu foi criada, em 1991, a Área de Proteção Ambiental (APA) do Iguaçu.

A bacia do rio Iguaçu inserido em Curitiba tem sentido Leste-Oeste.

Foto 31-Rio Iguaçu e Parque Iguaçu



Figura 28 – Localização da Bacia do Rio Iguaçu Inserida no Município de Curitiba.



Apresenta inúmeros afluentes. Os principais são os rios formadores das cinco bacias da cidade: o rio Passaúna, o rio Barigui, o Rio Belém, o Ribeirão dos Padilhas e o rio Atuba. Também tem grande importância o rio do Moinho, o Arroio-Espigão, o Arroio da Prensa, entre outros.

Os principais afluentes do rio Iguaçu, são:

- Arroio Prensa com comprimento do talvegue de 7,39km e área de contribuição de10,19km²;
- Arroio Espigão com comprimento do talvegue de 5,39 km e área de contribuição de6,42 km²;
- Arroio Ponta Grossa (com rio Moinho) com comprimento do talvegue de 20,52
 km e área de contribuição de12,05 km²;
- Córrego Alto Boqueirão com comprimento do talvegue de 4,63 km e área de contribuição de4,69 km²;
- Rio Negro (tributário do Arroio Prensa) com comprimento do talvegue de 1,26
 km e área de contribuição de 0,72 km²;

Compreende parcialmente, os seguintes bairros: Uberaba, Boqueirão, Alto Boqueirão, Ganchinho, Umbará, Campo do Santana e Caximba.

14.1.2. Zoneamento e Uso do Solo na bacia do rio Iguaçu inserido em Curitiba

A bacia do Iguaçu inserida em Curitiba compreende, de acordo com mapeamento regulamentado pelo Plano Diretor - Lei de Zoneamento Uso e Ocupação do Solo, as seguintes zonas e setores:

APA Iguaçu;

ZI- Zona Industrial;

SEOI – Setor Especial de Ocupação Integrada;

ZS-2- Zona de Serviço2;

ZR - OC – Zona Residencial de Ocupação Controlada;

SEHIS – Setor Especial de Habitação de Interesse Social;

ZRU – Zona Residencial Umbará;

SE LE – Setor Especial Linhão do Emprego;

ZT MF – Zona de Transição Marechal Floriano;

ZR – 2 – Zona Residencial 2

SC - UM - Setor Comercial Umbará

As ocupações irregulares estão mais concentradas na Zona Residencial-2 e Setor Especial de Habitação de Interesse Social.

Se analisarmos proporcionalmente, a bacia do Rio Iguaçu inserida em Curitiba aparece em primeiro lugar com 52% das suas ocupações em áreas sujeitas à inundação, seguida da bacia do Alto Iguaçu com 45% e da bacia do Rio Atuba-Bacacheri com 41%.

As principais concentrações de ocupações irregulares encontram-se nas margens do Arroio Ponta Grossa no bairro do Umbará (Zona Residencial Umbará- ZR UM)com 15 áreas de ocupações irregulares e quatro áreas no bairro do Tatuquara.

No Rio Alto Boqueirão existe sete áreas no bairro homônimo e uma no bairro Xaxim.

Ainda na bacia lateral Rio Iguaçu inserida em Curitiba na região do Bairro Uberaba existe uma grande área de ocupação sobre área de proteção Ambienta (APA Iguaçu) dentro do anel sanitário e na área do leito maior de inundação do riolguaçu entre a BR-277 e Rua João Miguelleto.

14.2. Infraestrutura Instalada na bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba

14.2.1. Equipamentos Públicos

A rede de equipamentos públicos de atendimento social encontra-se distribuída em toda a bacia do Iguaçu com maior concentração em parte dos bairros Uberaba e Alto Boqueirão, próximos às áreas de ocupação irregular.

Encontram-se implantados os seguintes equipamentos públicos de atendimento social.

- Escolas Estaduais 8
- Escolas Municipais 13
- Centros Municipais de Educação Infantil 9
- Faróis do Saber 3
- Unidades de Saúde 7
- Unidades de Abastecimento 31
- Liceu de Ofícios 2
- Vila de Ofícios 2

14.3. Meio Ambiente na bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba

Na Bacia do Iguaçu as áreas verdes e áreas de lazer perfazem um total de 18.579.483 m² correspondendo a um índice de 205,98 m² de área verde/habitante da bacia.

As áreas de maciço florestal na bacia do rio Iguaçu são de 18,58 km².

Ao longo do rio Iguaçu, em Curitiba, situam-se o Parque Municipal do Iguaçu e o Jardim Zoológico de Curitiba. Como forma de controlar as atividades desenvolvidas na área do Rio Iguaçu foi criada, em 1991, a Área de Proteção Ambiental (APA) do Iguaçu.

É grande a atividade de extração de areia e argila nas margens do rio, que ainda persiste essencialmente na planície aluvionar do Rio Iguaçu, coincidentemente junto a APA do Iguaçu (bairros Caximba e Campo de Santana), gerando passivos ambientais e degradação junto as margens.

14.4. Qualidade das águas da bacia do rio Iguaçu

Para a avaliação da qualidade das águas no estado do Paraná, o IAP - Instituto Ambiental do Paraná, visando avaliar os níveis de comprometimento da poluição dos rios através do indicador de Avaliação Integrada da Qualidade das Águas(AIQA), monitora vários pontos ao longo dos rios da Região Metropolitana de Curitiba.

Na Bacia do Rio Iguaçu, são monitorados 6 estações, sendo 3 estações localizadas na região metropolitana de Curitiba, conforme localização demonstrada no quadro 81.

Quadro 81 – Estações de amostragem da Bacia do Rio Iguaçu

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA		DENADAS RÁFICAS
AI04	lguaçu	Ponte BR-277	S. J. dos Pinhais	2	681965	7180213
Al20	Iguaçu	ETE Sane par	Curitiba	Curitiba 2		7175380
Al24	Iguaçu	Umbarazinho	Curitiba	2	674651	7167552
Al14	Iguaçu	Guajuvira	Araucária	2	649271	7167719
Al25	Iguaçu	Balsa Nova	Balsa Nova	2	637392	7169157
Al13	lguaçu	Porto Amazonas	Porto Amazonas	2	611651	7173903

FONTE:IAP

Os resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Iguaçu, são apresentados no quadro 82.

Quadro 82 – Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Iguaçu no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.

	IGUAÇU			IGUAÇU		IGUAÇU	
	AI04			AI20		Al24	
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	
abr/05	0,82	Poluída	1,04	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
jun/05	1,04	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
set/05	0,82	Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	
fev/06	0,82	Poluída	1,04	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
abr/06	0,82	Poluída	0,82	Poluída	1,12	Muito Poluída	
out/06	0,82	Poluída	0,82	Poluída	1,12	Muito Poluída	
dez/06	1,04	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	0,95	Poluída	
mar/07	1,04	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
jul/07	0,63	Med. Poluída	1,04	Muito Poluída	0,95	Poluída	
out/07	1,04	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
mar/08	0,82	Poluída	1,04	Muito Poluída	0,95	Poluída	
jun/08	0,82	Poluída	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída	
set/08	1,04	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
fev/09	0,82	Poluída	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída	
Percentil do AIQA	1,04	Muito Poluída	1,07	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	

	I	IGUAÇU Al04		IGUAÇU AI20		IGUAÇU Al24
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe
jan/05	NC	NC	0,82	Poluída	0,82	Poluída
abr/05	1,12	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	0,95	Poluída
jun/05	1,12	Muito Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída
set/05	0,95	Poluída	0,63	Med. Poluída	0,92	Poluída
fev/06	1,12	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	0,95	Poluída
mai/06	1,07	Muito Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída
out/06	1,12	Muito Poluída	0,82	Poluída	NC	NC
dez/06	1,12	Muito Poluída	0,74	Med. Poluída	0,82	Poluída
abr/07	1,12	Muito Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída
jul/07	0,95	Poluída	0,82	Poluída	0,82	Poluída
set/07	1,12	Muito Poluída	NC	NC	0,82	Poluída
nov/07	0,95	Poluída	0,63	Med. Poluída	0,82	Poluída
mar/08	1,12	Muito Poluída	0,82	Poluída	0,82	Poluída
jul/08	0,99	Poluída	0,82	Poluída	0,76	Med. Poluída
set/08	1,12	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	NC	NC
fev/09	1,12	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	0,82	Poluída
Percentil do AIQA	1,12	Muito Poluída	1,04	Muito Poluída	0,95	Poluída

Os valores numéricos do AIQA no período de Março de 2005 a Fevereiro de 2009 apresentaram uma condição "POUCO POLUÍDA" com variações a "MUITO POLÚIDA", no período amostral.

Quadro 83 – Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Rio Iguaçu com parâmetros violados para a classe 2 da CONAMA

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
AI04	OD, DBO, P total, N amoniacal, Surfactante, Fenóis, Chumbo,	1,04	Muito Poluída	93% Classe 4
7110-4	Cromo, Níquel e E. coli	1,04	Widito i oldida	7% Classe 3
AI20	OD, DBO, P total, N amoniacal,	1,07	Muito Poluída	23% Classe 4
AIZU	Turbidez e E. coli	1,07	Widito Foldida	77% Fora de Classe
Al24	OD, DBO, P total, N amoniacal e E.	1,12	Muito Poluída	38% Classe 4
AIZ4	coli	1,12	Widito Polulua	62% Fora de Classe
A11.4	OD, DBO, P total, N amoniacal,	1 12	Muita Daluída	28% Classe 4
Al14	Surfactante, Cobre, Mercúrio, Toxicidade e E. coli	1,12	Muito Poluída	72% Fora de Classe
AI25	OD, DBO, P total, N amoniacal,	1,04	Muito Poluída	79% Classe 4
AIZS	Turbidez e E. coli	1,04	Multo Polulda	21% Classe 3
A112	DBO, P Total, N amoniacal,	0.05	Doluída	93% Classe 4
Al13	Chumbo, Turbidez, Cobre, Níquel e E. coli	0,95	Poluída	7% Fora de Classe

O quadro 80mostra a classificação da qualidade da água como "Muito Poluída" nas cinco estações do rio Iguaçu (AI04, AI20, AI24, AI14 eAI25) e na estação AI13 como "Poluída". A qualidade da água é comprometida por teores elevados de DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, Surfactantes, Turbidez, Toxicidade e Coliformes fecais. Ocorrem ainda violações nos teores de Oxigênio dissolvido, Fenóis, Cobre, Chumbo, Cromo, Níquel e Mercúrio.

A estação Al04, LOCALIZADA NA BR-277, comparativamente aos períodos anteriores, passou de Classe 4 "Poluída" para Fora de Classe (Muito Poluída) devido a presença de matéria orgânica oriunda de esgotos e metais pesados (Chumbo, Níquel e Cromo), bem como Fenóis e Surfactantes.

A estação Al20 do rio Iguaçu, comparada a períodos anteriores, passou da Classe 4 "Poluída" para fora classe (Muito Poluída). A degradação da qualidade se deve a violação dos limites de Oxigênio dissolvido, DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, Turbidez e Coliformes fecais.

Na estação Al24, ocorre a extrapolação dos limites de Oxigênio Dissolvido, DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacais e coliformes fecais, que comprometeram a qualidade da água de modo que a mesma passou da Classe 4 "Poluída", no período anterior. De 1992 a março de 2005, para a situação Fora de Classe (Muito Poluída), de março de 2005 a 2009.

Quadro 84 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu BR-277 (Al04)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA		
Rio Iguaçu BR277 (AI04)		
Período	AIQA	
mar92/fev95	1,00	
mar95/fev97	0,79	
mar97/fev99	0,95	
mar99/fev01	0,95	
mar01/fev05	0,95	
mar05/fev09	1,04	

FONTE:IAP

Quadro85 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu ETE SANEPAR (Al20)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA		
Rio Iguaçu ETE SANEPAR (AI20)		
Período AIQA		
mar92/fev95	0,96	
mar95/fev97	0,95	
mar97/fev99	0,95	
mar99/fev01	0,95	
mar01/fev05	0,95	
mar05/fev09	1,07	

FONTE:IAP

Quadro86 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu Umbarazinho (Al24)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA		
Rio Iguaçu Umbarazinho (AI24)		
Período	AIQA	
mar92/fev95	0,97	
mar95/fev97	0,95	
mar97/fev99	0,95	
mar99/fev01	0,95	
mar01/fev05	0,95	
mar05/fev09	1,12	

Quadro87 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Iguaçu Umbarazinho (Al24)

Qualidade Geral - AIQA		
0,00 a 0,20	Muito Boa	
>0,20 a 0,40	Воа	
>0,40 a 0,60	Pouco Poluída	
>0,60 a 0,80	Medianamente Poluída	
>0,80 a 1,00	Poluída	
>1,00 a 1,20	Muito Poluída	
>1,20	Extremamente Poluída	

14.5. Singularidades na bacia do rio Iguaçu

As singularidades levantadas na bacia do rio Iguaçu estão locadas no desenho 7548-DES-ACO-PDD-IGU-07.

As principais singularidades na bacia do Rio Iguaçu são: 9 pontes, 10 passarelas e 21 entre galerias, bueiros ou pontilhões a ser verificados quanto as intervenções previstas para esta bacia.

Quadro88 - Singularidades da bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba.

	Singularidades			
Rio	Passarelas	Galerias /Bueiros/ Pontilhões	Pontes	Total
Rio Iguaçu	1	5	7	13
Córrego jardim Paranaense		2	1	3
Córrego Alto Boqueirão	4	4	1	9
Canal Tanimatsu Hamazaki	5	2		7
Córrego do Parque Iguaçu		8		8
Total de singularidades para a Bacia do Iguaçu			40	

14.6. Hipsometria na Bacia do Rio Iguaçu

A bacia do Rio Iguaçu inserida em Curitiba possui uma variação altimétrica de aproximadamente de 70 metros entre a nascente e a foz conforme pode ser visualizados na tabela abaixo.

Confirmam-se, portanto, as características anteriormente descritas de uma bacia em relevo plano, que ainda sofre alterações por causa de novas construções na região realizando assim aterros que modificam o terreno e a dinâmica do sistema de drenagem da região.

Quadro 89 – Hipsometria da bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba.

Altitude (m)	Bacia do Rio Iguaçu
850 - 860	1,73%
860 - 870	16,48%
870 - 880	20,24%
880 - 890	12,55%
890 - 900	16,39%
900 - 910	15,97%
910 - 920	10,32%
920 - 930	4,73%
930 - 940	1,60%

FONTE: Curvas de nível, IPPUC e ELABORAÇÃO: COBRAPE

14.7. Parâmetros Físicos da Bacia Hidrográfica da bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba

As principais características físicas da bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba estão apresentadas no quadro 86.

Quadro 90 - Resumo dos dados físicos da Bacia do Alto Iguaçu inserida em Curitiba

Bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba	
Área (km²)	68,20
Perímetro (km)	75,54
Ordem da Bacia	4ª ordem
Comprimento Talvegue Principal (km)	29,07
Comprimento Axial (km)	24,84
Comprimento Total dos talvegues na bacia (km)	49,76
Coeficiente de Compatibilidade (kc)	2,56
Fator de Forma (kf)	0,11
Densidade de Drenagem (Km/km²)	0,73
Extensão Média do Escoamento Superficial (I)	0,34
Sinuosidade do Curso da Água (SIN) 1,17	
Altitude Máxima do Talvegue (nascente) Margem 877,000	
Altitude Máxima do Talvegue (nascente) Fundo 870,000	
Altitude Mínima do Talvegue (foz) Margem 865,000	

Bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba	
Altitude Mínima do Talvegue (foz) Fundo	864,000
Altitude Média (m)	869,000

14.8 Intervenções na bacia do rio Iguaçu na bacia do rio Iguaçu inserida em Curitiba

Após analise hidrológica e hidráulica da bacia os dados conduziram a um conjunto de intervenções que estão apresentados nos mapas que compõe este volume e são representados basicamente por alargamento de canal, bacias de detenção/retenção, obras transversais e escalonamento de fundo.

O rio Atuba está previsto o alargamento da calha em toda sua extensão no limite curitibano, da entrada do córrego cachoeira na calha principal até a foz, além de trechos do rio Bacacheri e do Córrego Marumbi, os cálculos contemplam as seções em taludes trapezoidais com revestimento natural e em canais retangulares de concreto.

no desenho 7548-DES-LAY-PDD-ATU-29 estão as bacias de detenção/retenção previstas, com a distinção das que estão em fase de projeto, os trechos de alargamento ou conformação da calha em concreto, além dos trechos com velocidades acima de 2 m/s que estão previstas as obras transversais e escalonamento de fundo.

A análise comparativa dos custos/benefícios dos canais (talude natural e em concreto) fará parte do tomo 5 – Subsídios Técnicos e Econômicos.

15. BACIA DO RIOPASSAÚNA

15.1. Caracterização da Bacia do Rio Passaúna

15.1.1. Hidrografia da bacia do rio Passaúna

O rio Passaúna é afluente pela margem direita do rio Iguaçu. A sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de cerca de 217km². Localizam-se, nesta bacia, parte dos territórios dos municípios de Almirante Tamandaré, Campo Magro, Campo Largo, Curitiba e Araucária. O rio Passaúna nasce no Distrito de Marmeleiro em Almirante Tamandaré e possui 48,3km de extensão. Tem a sua nascente principal preservada em uma área particular de proteção ambiental e divide o Município de Curitiba, na sua porção oeste, e os Municípios de Campo Magro e Campo Largo, desaguando no rio Iguaçu no Município de Araucária. No Município de Curitiba, a bacia do rio Passaúna possui extensão territorial de 37,9km².

Foto 32 - Lago do Rio Passaúna



Foto 33 – Parque do Passaúna

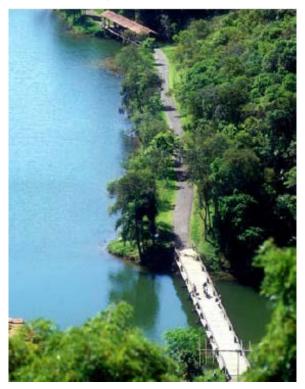
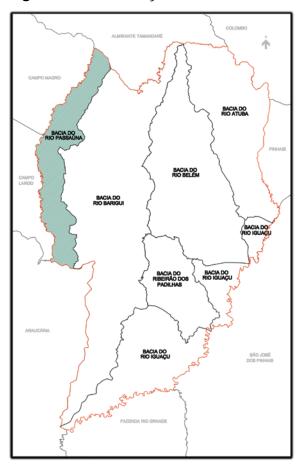


Figura 29 – Localização da Bacia do Rio Passaúna



O rio Passaúna, dentro do Município de Curitiba, possui vários afluentes que não possuem denominação oficial.

15.1.2. Zoneamento e Uso do Solo

Segundo a lei de zoneamento da bacia do rio Passaúna é divida conforme quadro abaixo:

Quadro 91- Zoneamento ambiental da APA Passaúna

Símbolo / Código	Descrição
ZUC – II	Zona de Urbanização Consolidada II
Z00	Zona de Ocupação Orientada
ZEI - I	Zona Especial de Industrial I (CIC)
ZES	Zona Especial de Serviços
SEVS	Setor Especial de Vias Setoriais
SEVC	Setor Especial de Vias Coletoras
ZREP	Zona da Represa
ZPRE	Zona de Proteção da Represa
ZPFV	Zona de Preservação de Fundo de Vale
zcvs	Zona de Conservação da Vida Silvestre
ZPAR	Zona de Parques
ZRA	Zona de Recuperação Ambiental

FONTE:SMMA, 1999

15.1.3. Infraestrutura Instalada na bacia do rio Passaúna

15.1.4. Energia Elétrica na bacia do rio Passaúna

Praticamente 100% dos domicílios são abastecidos com energia elétrica.

15.1.5. Abastecimento de Água na bacia do rio Passaúna

Praticamente 100% dos domicílios são abastecidos por rede de água.

O rio Passaúna abastece de água a parte oeste da cidade de Curitiba.

15.1.6. Esgotamento Sanitário na bacia do rio Passaúna

É composto por sistema que não estão interligados o Coletor Tronco Butiatuvinha 1 (2247,00m) e o Butiatuvinha 2 (2039,00m) são os mais extensos e a Estação Elevatória Cecília faz a reversão para a ETE Santa Quitéria. O sistema que contem o CT Dona Fina e CT São Braz que enviam para a EEE Passaúna faz a reversão para a bacia do rio Barigui. O sistema Dona Fina contem o Interceptor Dona Fina, o Coletor Tronco Dona Fina, a EEE Guarani e LR Guarani.

As características principais das ETEs estão descritas no quadro a seguir:

Quadro92 - ETEs da Bacia Passaúna

	Município: Araucária	
ETE Iguaçu	Capacidade: 20 L/s	
	Corpo receptor: Rio Iguaçu	
	Município: Araucária	
ETE Cachoeira	Capacidade: 86 L/s	
	Corpo receptor: Rio Iguaçu	

15.1.7. Transporte Urbano na Bacia do Rio Passaúna

Quanto ao sistema de transporte coletivo, os loteamentos existentes e as ocupações irregulares são servidas por este serviço. As ruas existentes na bacia do Passaúna possuem pavimentação predominante em antipó.

15.1.8. Equipamentos Públicos na bacia do rio Passaúna

Os equipamentos comunitários na bacia do rio Passaúna estão implantados para o atendimento dos loteamentos e ocupações irregulares existentes na bacia. Encontramse implantados na bacia, os seguintes equipamentos:

- Escolas Estaduais 4
- Escolas Municipais 3
- Centros Municipais de Educação Infantil 3
- Unidades de Saúde -1

- Unidades de Abastecimento – 17

15.1.9. Ocupação na Bacia do Rio Passaúna

A urbanização da bacia do Rio Passaúna apresenta baixa ocupação com características rurais e alguns núcleos urbanos. A densidade populacional é de 6,05 habitantes/ha.

Os bairros São Miguel, Augusta, Riviera, parte do Orleans, parte do São Braz, o Butiatuvinha e Lamenha Pequena, fazem parte da bacia.

As áreas de lazer totalizam 40.379m². Segundo dados demográficos de 2000 na bacia do rio Passaúna existem 7.010 domicílios, dos quais 1.061 em assentamentos espontâneos, 1.041 em loteamentos clandestinos e 89 domicílios referentes ao Programa PROLOCAR. Esses domicílios correspondem a uma população total de 25.416 habitantes com renda demonstrada no Mapa a seguir.

Todos os loteamentos existentes e ocupações irregulares anteriores ao ano de 2000 estão classificados como ZUC-II – Zona de Urbanização Consolidada II, onde é possível a regularização fundiária, desde que o Conselho Gestor dos Mananciais dê parecer favorável.

As ocupações irregulares compreendem os assentamentos espontâneos e os loteamentos clandestinos. Na bacia do Rio Passaúna existem 9 assentamentos espontâneos e 11 loteamentos clandestinos, onde o número estimado de domicílios é de 1.061 e 1.041 respectivamente. Esses domicílios correspondem a um número de habitantes em 2005 de 4.085 em assentamentos espontâneos e 4.008 em loteamentos clandestinos.

Os assentamentos do programa PROLOCAR são em número de 6, com 89 domicílios e uma população de 343 habitantes. O total de ocupações irregulares e assentamentos do Programa PROLOCAR na bacia do rio Passaúna é de 26 com 2.191 domicílios e 8.435 habitantes.

15.1.10. Meio Ambiente na Bacia do Rio Passaúna

As áreas de maciço florestal na bacia do rio Passaúna são de 14,32 km².

Às margens da represa situa-se o Parque do Passaúna, criado em 1991, localizado na Área de Proteção Ambiental Estadual do Passaúna – APA Passaúna e tem como função proteger a bacia do rio Passaúna fazendo o controle das atividades realizadas na APA.

Dentre as bacias hidrográficas de Curitiba, é a que tem a maior incidência de áreas verdes e bosques, com um total de 14.315.327m² correspondendo a 563,24m² de área verde/habitantes.

A baciado rio Passaúna está toda contida na Área de Proteção Ambiental do Passaúna, estabelecida pelo Decreto Estadual nº 5063/01 e Decreto Municipal nº 250/2004.

15.2. Qualidade das Águas da Bacia na bacia do rio Passaúna

Para a avaliação da qualidade das águas no estado do Paraná, o IAP - Instituto Ambiental do Paraná, visando avaliar os níveis de comprometimento da poluição dos rios através do indicador de Avaliação Integrada da Qualidade das Águas(AIQA), monitora vários pontos ao longo dos rios da Região Metropolitana de Curitiba.

Na Bacia do Rio Passaúna, são monitorados 11 estações, conforme localização demonstrada no quadro 89.

Quadro 93 – Estações de amostragem da Bacia do Rio Passaúna

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA		ENADAS RÁFICAS
Al27	Passaúna	Nascente	Curitiba	2	664537	7199677
Al28	Passaúna	Montante A. Sanitário Desativado	Curitiba	2	667065	7196424
AI29	Passaúna	Jusante A. Sanitário Desativado	Curitiba	2	665533	7193588
Al30	Passaúna	Jusante Antigo Frigorífico Túlio	Curitiba	2	664935	7191179
Al31	Cachoeirinha	Colônia D. Pedro	Curitiba	2	662436	7187880

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA		ENADAS RÁFICAS
Al32	Passaúna	BR-277	Curitiba	2	662106	7186767
AI33	Cachoeira	Jusante BR-277	Curitiba	2	661741	7186496
Al35	Ferraria	Montante da Cruz da Ferraria	Curitiba	2	660633	7183145
Al36	Passaúna	Jusante da Barragem	Curitiba	2	661575	7175760
Al37	Passaúna	Olaria Pioli	Curitiba	2	659770	7173441
Al11	Passaúna	Campina das Pedras	Curitiba	2	675707	7170506

Os resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Passaúna, são apresentados no quadro 90.

Quadro 94 – Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Passaúna no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.

	PA	ASSAÚNA	PA	SSAÚNA	P	ASSAÚNA	PA	SSAÚNA
		AI27		AI28		AI29		Al30
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe
nov/06	0,63	Med. Poluída	0,93	Poluída	1,01	Muito Poluída	0,82	Poluída
abr/07	0,5	Pouco Poluída	0,75	Med. Poluída	0,93	Poluída	0,75	Med. Poluída
jul/07	0,63	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída
out/07	0,52	Pouco Poluída	0,75	Med. Poluída	0,82	Poluída	0,82	Poluída
mar/08	0,5	Pouco Poluída	0,75	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída
jun/08	0,5	Pouco Poluída	0,82	Poluída	0,82	Poluída	0,82	Poluída
set/08	0,5	Pouco Poluída	0,5	Pouco Poluída	0,63	Med. Poluída	0,82	Poluída
jan/09	0,52	Pouco Poluída	0,5	Pouco Poluída	0,75	Med. Poluída	0,76	Med. Poluída
Percentil do AIQA	0,63	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,78	Med. Poluída	0,95	Poluída

FONTE:IAP

Quadro 95 – Resultados do AIQA para o monitoramento da qualidade da água nos rios da Bacia do Rio Passaúna no período de abril de 2005 a fevereiro de 2009.

	CACHOEIRINHA			PASSAÚNA		CACHOEIRA	
	AI36			Al37		Al11	
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	
mai/05	NC	NC	NC	NC	0,82	Poluída	
jun/05	0,63	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,96	Poluída	
set/05	0,75	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	
jan/06	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,96	Poluída	
abr/06	0,52	Pouco Poluída	1,12	Muito Poluída	1,12	Muito Poluída	
set/06	1	Poluída	1,12	Muito Poluída	0,96	Poluída	
out/06	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,96	Poluída	
nov/06	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,96	Poluída	
abr/07	0,76	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,96	Poluída	
jul/07	0,52	Pouco Poluída	0,95	Poluída	1,12	Muito Poluída	
out/07	0,75	Med. Poluída	0,76	Med. Poluída	0,96	Poluída	
mar/08	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	
jun/08	0,5	Pouco Poluída	0,82	Poluída	0,82	Poluída	
out/08	0,5	Pouco Poluída	0,75	Med. Poluída	0,95	Poluída	
fev/09	0,75	Med. Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	
Percentil do AIQA	0,76	Med. Poluída	0,95	Poluída	0,95	Poluída	

Os valores numéricos do AIQA no período de Março de 2005 a Fevereiro de 2009 apresentaram uma condição "MEDIANAMENTE POLUÍDA" com variações de "POLUÍDA" chegando a "MUITO POLÚIDA", no período amostral.

Quadro 96 – Classes predominantes de qualidade da água, para o período de 2005 a 2009, dos rios da Bacia do Rio Passaúna com parâmetros violados para a classe 2e 3 da CONAMA

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
Al27	OD, P Total, N Amoniacal,		Med. Poluída	23% Classe 4
AIZI	Toxicidade e E. coli	0,63	Med. I oldida	77% Classe 3
Al28	Al20 D Total Tayloidada a E cali		Med. Poluída	7% Classe 4
AIZO	Al28 P Total, Toxicidade e E. coli	0,75	ivieu. Folulua	92% Classe 3
A120	DBO, P Total, Toxicidade e E.	0.70	Med. Poluída	15% Classe 4
Al29	coli	0,78		84% Classe 3
A120	DDO DT (E	0,95	Daladala	76% Classe 4
AISU	Al30 DBO, P Total e E. coli		Poluída	23% Classe 3

ESTAÇÕES	VIOLAÇÕES	VALOR AIQA	CLASSE AIQA	CLASSE PREPONDERANTE
Al31	DBO B Total a E coli	0,82	Poluída	38% Classe 4
AlST	DBO, P Total e E. coli	0,62	Polulua	62% Classe 3
Al32	D. Total a E. gali	0.05	Doluído	6% Classe 4
AISZ	P Total e E. coli	0,95	Poluída	94% Classe 3
Algo	DBO, P Total, Turbidez,	0.86	Doluído	38% Classe 4
Alss	Toxicidade e E. coli	0,86	Poluída	62% Classe 3
A125	DDO D Total a E poli	0,78	Med. Poluída	30% Classe 4
Al35	Al35 DBO, P Total e E. coli			70% Classe 3
Alae	DBO a E gali	0.76	Mad Daluída	7% Classe 4
Al36	DBO e E. coli	0,76	Med. Poluída	93% Classe 3
A127	OD, DBO, P Total, N	0.05	Doluído	69% Classe 4
Al37	Amoniacal e E. coli	0,95	Poluída	31% Classe 3
Al11	OD, DBO, P Total, Turbidez e	0.05	D 1 / 1	93% Classe 4
AIII	E. coli	0,95	Poluída	7% Classe 3

No quadro 93,mostra a classificação da qualidade da água como "Medianamente Poluída" nas cinco estações do rio Passaúna (Al27, Al28, Al29, Al35 eAl36) e nas outras seis estações (Al30, Al31, Al32, Al33, Al37 eAl11) como "Poluída".

Verifica-se que a qualidade da água do rio Passaúna é melhor nas cabeceiras (Al27, Al28, Al29) e a jusante da barragem (Al35 eAl36).

Na maior parte das estações, as alterações da qualidade da água se devem a ocorrência de teores elevados de DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, turbidez, toxicidade, coliformes fecais e baixos valores de Oxigênio Dissolvido.

As estações Al27, Al28, Al29 e Al36, no rio Passaúna são classificas como "Medianamente Poluída". Ocasionalmente ocorre maior comprometimento da qualidade da água nestes locais devido a valores de Oxigênio Dissolvido abaixo do limite, violação dos limites de DBO, elevados valores de Fósforo, Coliformes fecais e toxicidade aguda para Daphnia magna. No monitoramento da estação Al36, a qualidade esteve classificada como variando de "Pouco Poluída" a "Poluída. Após

2005, a qualidade da água melhorou significativamente apresentando-se "Medianamente Poluída.

As estações Al30, Al32 E Al37 foram classificadas como "Poluída" como violações para Classe 2 nos limites de DBO, Fósforo total, Toxicidade e Coliformes fecais para a estação Al30; Fósforo total e coliformes fecais para a estação Al32; para os parâmetros Oxigênio dissolvido, DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal e coliformes fecais para a estação Al37. Na estação Al37, a situação de comprometimento da qualidade da água esteve homogênea ao longo dos 13 anos de monitoramento.

Na estação Al11, a classe de qualidade da água variou de "Medianamente Poluída" a "Muito Poluída", durante o monitoramento. Ocorreram violações para a Classe 2, nos parâmetros Oxigênio dissolvido, DBO, Fósforo Total, Turbidez Coliformes fecais. (figuras, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18, respectivamente).

Quadro 97 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al27)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA				
Rio Passaúna (AI27)				
Período	AIQA			
mar92/fev95	0,84			
mar95/fev97	0,79			
mar97/fev99	0,79			
mar99/fev01	0,79			
mar01/fev05	0,82			
mar05/fev09	0,63			

FONTE: IAP

Quadro 98- Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al28)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA				
Rio Passaúna (AI28)				
Período	AIQA			
mar92/fev95	0,85			
mar95/fev97	0,75			
mar97/fev99	0,82			
mar99/fev01	0,76			
mar01/fev05	0,75			
mar05/fev09	0,75			

FONTE: IAP

Quadro 99 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al29)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA					
Rio Passaúna (AI29)	Rio Passaúna (Al29)				
Período	AIQA				
mar92/fev95	0,87				
mar95/fev97	0,76				
mar97/fev99	0,50				
mar99/fev01	0,71				
mar01/fev05	0,77				
mar05/fev09	0,78				

Quadro 100 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al30)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA Rio Passaúna (AI30)				
Período	AIQA			
mar92/fev95	0,96			
mar95/fev97	0,78			
mar97/fev99	0,77			
mar99/fev01	0,76			
mar01/fev05	0,82			
mar05/fev09	0,95			

FONTE: IAP

Quadro 101 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al32)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA					
Rio Pa	Rio Passaúna BR277 (AI32)				
Período	AIQA				
mar92/fev95	0,82				
mar95/fev97	0,75				
mar97/fev99	0,77				
mar99/fev01	0,87				
mar01/fev05	0,76				
mar05/fev09	0,95				

FONTE: IAP

Quadro 102 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al36)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA				
Rio Passaúna Barragem (Al36)				
Período	AIQA			
mar92/fev95	0,95			
mar95/fev97	1,18			
mar97/fev99	0,95			
mar99/fev01	0,95			
mar01/fev05	0,95			
mar05/fev09	0,76			

Quadro 103 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al37)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA		
Rio Passaúna Olaria Pioli (Al37)		
Período	AIQA	
mar92/fev95	1,02	
mar95/fev97	0,95	
mar97/fev99	0,95	
mar99/fev01	0,95	
mar01/fev05	0,95	
mar05/fev09	0,95	

FONTE:IAP

Quadro 104 – Evolução da Qualidade da Água de 1992 a 2009 no Rio Passaúna (Al11)

Evolução da Qualidade Geral das Águas - AIQA		
Rio Passaúna (Al11)		
Período	AIQA	
mar92/fev95	0,67	
mar95/fev97	0,76	
mar97/fev99	0,84	
mar99/fev01	0,82	
mar01/fev05	0,95	
mar05/fev09	0,95	

FONTE: IAP

Quadro 105 – Parâmetros de Qualidade de Água

Qualidade Geral - AIQA		
0,00 a 0,20	Muito Boa	
>0,20 a 0,40	Воа	
>0,40 a 0,60	Pouco Poluída	
>0,60 a 0,80	Medianamente Poluída	
>0,80 a 1,00	Poluída	
>1,00 a 1,20	Muito Poluída	
>1,20	Extremamente Poluída	

15.2.1. Singularidades na bacia do rio Passaúna

No quadro 106 estão relacionadas as singularidades que devem ser verificadas frente as intervenções previstas para esta bacia.

Quadro 106 – Singularidades na bacia do rio Passaúna inserida em Curitiba.

	Singularidades			
Rio	Passarelas	Galerias/ Bueiros/ Pontilhões.	Pontes	Total
Rio Passaúna		1	12	13
Rodovia Contorno Norte de Curitiba com Rua Emilio P. dos Anjos	1	2		3
Total de singularidades para a Bacia do Passaúna			16	

Elaboração: COBRAPE

15.2.2. Hipsometria na bacia do rio Passaúna

A Bacia que contem as maiores altitudes estão ao norte desta bacia, no bairro Lamenha Pequena. Na bacia do rio Passaúna 56% está entre as cotas 910m e 960m.

Quadro 107 - Hipsometria da bacia do rio Passaúna inserido em Curitiba

Altitude (m)	Bacia do Rio Passaúna
870 - 880	4,18%
880 - 890	5,60%
890 - 900	6,08%
900 - 910	7,88%
910 - 920	9,05%

Altitude (m)	Bacia do Rio Passaúna
920 - 930	11,45%
930 - 940	12,61%
940 - 950	12,25%
950 - 960	10,59%
960 - 970	7,67%
970 - 980	7,50%
980 - 990	3,06%
990 - 1000	2,11%

FONTE: Curvas de Nível, IPPUC elaboração COBRAPE.

Quadro 108 - Dados do reservatório/represa do rio Passaúna.

Dados do Reservatório do Passaúna	
Volumes disponíveis máximos (m³)	48.000.000
Cota extravasor (m)	887
Cota inferior da curva (m)	879,5
Cota superior da curva (m)	887
Nível máximo normal de operação (m)	887
Vol. (cota inferior) (hm³)	0
Vol. (cota superior) (hm³)	48
Capacidade (hm³)	48
Volume morto (hm³)	0
Área da bacia hidrográfica (km²)	155,58
Comprimento do rio principal (km)	37,511
Vazão média afluente (m³/ano)	74424960
Vazão regularizada (m³/s)	2
Precipitação média na bacia (mm)	1507,6
Cota do coroamento (m)	892
Comprimento da barragem principal (m)	1325
Largura do coroamento (m)	10
Altura máxima (m)	22
Largura do vertedouro (m)	60
Revanche (m)	4,8
Cota soleira vertedouro (m)	887,2
Lâmina máxima (m)	2,3
Cota máxima maximorium (m)	889,5
Borda livre (m)	2,5

FONTE:SANEPAR, 2012

15.3. Parâmetros físicos da bacia Hidrográfica da bacia do rio Passaúna.

O quadro 109 mostra as principais características físicas da bacia do rio Passaúna.

Quadro 109 - Parâmetros Físicos da Bacia Rio Passaúna

	Bacia do rio Passaúna em Curitiba
Área (km²)	37,90
Perímetro (km)	71,22
Ordem da Bacia	4ª ordem
Comprimento Talvegue Principal (km)	22,27
Comprimento Axial (km)	11,69
Comprimento Total dos talvegues na bacia (km)	55,28
Coeficiente de Compatibilidade (kc)	3,24
Fator de Forma (kf)	0,28
Densidade de Drenagem (Km/km²)	1,46
Extensão Média do Escoamento Superficial (I)	0,17
Sinuosidade do Curso da Água (SIN)	1,91
Altitude Máxima (nascente) Margem	930,00
Altitude Máxima (nascente) Fundo	928,50
Altitude Mínima (foz) Margem	891,00
Altitude Mínima (foz) Fundo	888,00
Altitude Média (m)	909,38

Elaboração: COBRAPE

15.4. Intervenções na Bacia do rio Passaúna

O alargamento do rio Passaúna visa aumentar a capacidade de escoamento do canal sem a necessidade de bacias de detenção ao longo do rio, pois o reservatório devido ao seu volume amortece os maiores picos de vazão previstos sem causar enchentes.

16. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Luis Carlos R. de. Conheça Curitiba. Curitiba, ed. Estética, 1997. 116p

CANHOLI, Aluísio Pardo; Drenagem Urbana e Controle de Enchentes, 2009

CHANG, Howard H.; Fluvial Processes – River Engineering, John Wiley & Song, 1986

CHOW, V. T.. Handbook of Applied Hydrology",1964.

CHOW, V. T.. Open –channel hydraulics. Mc Graw-Hill: Kogakusha l=Ltd Tokyo-Japan, 6801964.

COMPANIA DE HABITAÇÃO DE CURITBA, INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE CURITIBA, Plano municipal de regularização fundiária em áreas de preservação permanente, 2007

FENIANOS, Eduardo Emílio. *Centro, Aqui Nasceu Kúr`ýt`ýba:* Coleção Bairros de Curitiba, vol.4. Curitiba: Ed. UniverCidade, 1996. 100p

FENDRICH, R. et Al. Drenagem e Controle da Erosão Urbana, 4 Ed, Editora Universitária Champagnat, 485p., Curitiba-PR, 1997

FENDRICH, R. Chuvas Intensas para obras de drenagem no estado do Paraná. 2 Ed. Editor, Curitiba-PR, 101 p., 2003

FENDRICH, R. Histórico de acidentes hidrológicos em Curitiba. Bacia Hidrográfica do rio Belém. *In:* LIMA, R. E. Uso dos solos e dos rios, Conceitos e aplicações para a região de Curitiba, UFPR –NIMAD. 2000. 194p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNÓLOGICO DE HIDRAÚLICA. *Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo*, São Paulo, abril de 1999, 279 p.

HAZEN, A. M., Data of yield and storage, *in* American civil engineers handbook, edited by Thaddeus Merriman and others: New York, John Wiley & Sons, p.1452. 1930.

HOERNER Jr, Valério. Ruas e Histórias de Curitiba, 2° edição. Curitiba: Artes & Textos, 2002. 183p

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE CURITIBA - IPPUC . Plano Diretor de Curitiba, 2004.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE CURITIBA - IPPUC. Planos Regionais, 2007

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE CURITIBA - IPPUC. Curitiba em Dados, 2009

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE CURITIBA - IPPUC. Memória da Curitiba urbana. Curitiba, mai.1990. v.3

Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNER, Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, 1990.

JOSÉ SETZER. Tentativa de Avaliação do Escoamento Superficial de Acordo com o Solo e o seu Recobrimento Vegetal nas Condições do Estado de São Paulo. Boletim Técnico DAEE n.º 2 (Maio/Agosto-1979).

LIMA, Dinarte G. de. Guia Turístico de Curitiba e do Paraná de 1987. Curitiba; Ed. Mapas e Guias, 1987. 168p

RAYK. Linsleye Joseph B. Franzini, Water – Resources Enginnerring, Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda, 797p. 1978 BY ROBERT L. SMITH FRY K. LINSLEY

SGANZERLA, Eduardo, RODRIGUES, Júlio C., Curitiba, Curitiba; P.M.C., 1996. 310p

SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS). IN: Design of small dam. 2 ed. United States Department of Interior; Bureau of Reclamation, Washington – DC, U.S.A, 816p., 1974

SUDERHSA, CH2M HILL DO BRASIL. 2002. *Manual de drenagem urbana* – *Região metropolitana de Curitiba/PR - versão 1.0.* SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Não publicado.

SUDERHSA, CH2M HILL DO BRASIL. 2002. *Plano Diretor de Drenagem da Bacia do Alto Iguaçu – Região metropolitana de Curitiba/PR - versão 1.0*. SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Não publicado.

TUCCI, C. E. M. *Gestão de águas pluviais urbanas*. Saneamento para todos. Brasília, outubro de 2005.

TUCCI, C.E.M. e Marques, D.M.L.M. 2000. *Avaliação e controle da drenagem urbana* - Volume 1. ABRH- Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 558 p.

TUCCI, C.E.M. e Marques, D.M.L.M. 2001. *Avaliação e controle da drenagem urbana* - Volume 2. ABRH- Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 547 p.