



## Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba

---

RELATÓRIO FINAL – VOLUME 4  
CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL E MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS

TOMO 4.18  
MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO PONTA GROSSA

---

DEZEMBRO 2 002

**GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ**

**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**SUDERHSA Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**

**PROGRAMA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA  
PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO IGUAÇU  
NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA**

RELATÓRIO FINAL - VOLUME 4

**CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL E MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS**

TOMO 4.18

**MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO PONTA GROSSA**

**CH2M HILL DO BRASIL SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA.  
DEZEMBRO DE 2002  
EDIÇÃO FINAL**

## RELAÇÃO DE VOLUMES

---

- Volume 1 SISTEMA INSTITUCIONAL  
Propõe um sistema institucional para a concretização e gestão do Plano Diretor de Drenagem.
- Volume 2 POLÍTICAS E AÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS  
Apresenta a um elenco de políticas e ações para o controle do uso do solo urbano com o objetivo de promover a redução das vazões de águas pluviais e dos impactos das cheias.
- Volume 3 CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL E MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS - RELATÓRIO GERAL (4 tomos)  
Apresenta as questões relacionadas às linhas de inundação, capacidade do sistema de macrodrenagem e medidas estruturais de controle de cheias comuns a toda área de projeto. Abrange os seguintes assuntos: metodologia, critérios e parâmetros de modelagem; caracterização do sistema; pesquisa sobre inundações; estudo da evolução da mancha urbana; programas de melhorias; análise geral de impactos ambientais e medidas mitigadoras; integração com o Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu.
- Volume 4 CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL E MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS - MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO (30 tomos)  
Apresenta, para cada bacia de afluente do rio Iguaçu, as linhas de inundação para diversos cenários e períodos de retorno, um diagnóstico das inundações, as medidas estruturais de controle propostas, o anteprojeto dessas medidas, orçamentos estimativos e programas específicos. Apresenta também um estudo sobre os impactos das medidas de controle propostas para os afluentes, nas cheias do rio Iguaçu.
- Volume 5 PLANO DE AÇÃO PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA (2 tomos)  
Identifica as áreas críticas sob risco de inundação; analisa os planos de ações emergenciais existentes; propõe uma logística operacional baseada no Sistema de Monitoramento e Alerta de Cheias e no Sistema Metropolitano de Defesa Civil identificando os estados de alerta e as ações de emergência com os respectivos responsáveis.
- Volume 6 MANUAL DE DRENAGEM URBANA  
Apresenta critérios para elaboração de projetos, com sua fundamentação teórica, dentro dos princípios do Plano Diretor de Drenagem. Apresenta também a regulamentação por distrito de drenagem das ações a serem implementadas.
- Volume 7 SUBSÍDIOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS (2 tomos)  
Avalia os benefícios das intervenções propostas para a redução das enchentes em uma bacia piloto através da metodologia da disposição a pagar, a partir da valoração dos imóveis beneficiados.
- Volume 8 CAPACITAÇÃO TÉCNICA  
Apresenta o roteiro e a análise dos resultados do curso de capacitação ministrado para técnicos da SUDERHSA, das prefeituras e das entidades responsáveis pela implantação do Plano Diretor de Drenagem.
- Volume 9 SISTEMA DE DIVULGAÇÃO E INTERAÇÃO COM OS USUÁRIOS  
Desenvolve o projeto de quatro folderes, de um cartaz e de um sítio na internet para a divulgação do Plano Diretor de Drenagem e abertura de canais de comunicação com a população.
- Volume 10 SÍNTESE  
Apresenta o resumo do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu com a síntese dos trabalhos elaborados e das ações propostas.

## TOMOS DO VOLUME 4

---

Tomos 4.1 a 4.27      CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL E MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS –  
 MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO PARA AS BACIAS DOS  
 AFLUENTES DO RIO IGUAÇU, CONFORME A RELAÇÃO ABAIXO:

Tomos	Bacia
4.1	RIO DO MOINHO
4.2	RIO AVARIÚ
4.3	ARROIO MASCATE
4.4	RIO ATUBA
4.5	RIO ITAQUI
4.6	RIO PEQUENO
4.7	RIO CAMBUI
4.8	RIO BELÉM
4.9	RIO BARIGUI
4.10	RIO PALMITAL
4.11	RIBEIRÃO PADILHA
4.12	RIO ITAQUI (CAMPO LARGO)
4.13	RIO DA RESSACA
4.14	RIBEIRÃO DA DIVISA
4.15	RIO ALTO BOQUEIRÃO
4.16	RIO IRAI
4.17	RIO MAURÍCIO
4.18	RIBEIRÃO PONTA GROSSA
4.19	ARROIO ESPIGÃO
4.20	ARROIO DA PRENSA
4.21	RIO PASSAÚNA
4.22	RIO DO ENGENHO
4.23	RIO DO CERNE
4.24	RIO MIRINGUAVA
4.25	RIO COTIA
4.26	RIO DA CACHOEIRA
4.27	RIO VERDE

Tomos 4.28      ANTEPROJETO HIDRÁULICO PARA AS MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE

Tomos 4.29      PROJETO CONCEITUAL DE URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO PARA AS MEDIDAS  
 ESTRUTURAIS DE CONTROLE

Tomos 4.30      ESTUDO DOS EFEITOS DAS MEDIDAS DE CONTROLE PROPOSTAS SOBRE O  
 RIO IGUAÇU

# ÍNDICE

---

## **TOMO 4.18 – RIBEIRÃO PONTA GROSSA**

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA</b>	<b>04</b>
2.1	ÁREA DE ESTUDO	04
2.2	SISTEMA ATUAL DE DRENAGEM	04
2.3	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	05
2.4	USO DO SOLO	07
<b>3</b>	<b>MODELAGEM HIDRODINÂMICA</b>	<b>08</b>
<b>4</b>	<b>CENÁRIOS CONSIDERADOS</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>DADOS UTILIZADOS</b>	<b>11</b>
5.1	BASE CARTOGRÁFICA	11
5.2	PERFIL LONGITUDINAL	11
5.3	SEÇÕES TRANSVERSAIS	12
5.4	CONDIÇÕES DE CONTORNO	13
<b>6</b>	<b>RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDRODINÂMICAS</b>	<b>15</b>
6.1	CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL	15
6.2	CENÁRIO DIRIGIDO	19
<b>7</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS PROPOSTAS</b>	<b>30</b>
7.1	MEDIDAS DE CONTROLE PROPOSTAS	30

## **ANEXOS**

ANEXO 1 – RESSALVAS	
ANEXO 2 – TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO	
ANEXO 3 – HIDROGRAMAS DE ENTRADA	
ANEXO 4 – COTAGRAMAS	
ANEXO 5 – HIDROGRAMAS DE SAÍDA	
ANEXO 6 – SEÇÕES TRANSVERSAIS	
ANEXO 7 – COTAS DE NÍVEL DE ÁGUA	
ANEXO 8 – DESENHOS	

## RELAÇÃO DE DESENHOS

Nº	Título	Escala
IL-01	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Planta Geral com a Localização da Bacia	Gráfica
I001	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Inundações Segundo Pesquisa	1:50000
C001	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Diagrama Unifilar	S/ escala
T065	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Sub-Bacias Hidrográficas	1:50000
C002	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Condições de Contorno	Gráfica
C003	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Áreas de Risco de Inundação - Articulação das Folhas	1:5.000
CA1/3 a CA3/3	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Manchas de Inundação – Cenário Atual - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CT1/3 a CT3/3	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Manchas de Inundação – Cenário Tendencial - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CD1/3 a CD3/3	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Manchas de Inundação – Cenário Dirigido - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
C004/1 a C004/2	Bacia do Ribeirão Ponta Grossa Medidas de Controle	1:5.000

# 1 APRESENTAÇÃO

---

Este relatório é um dos componentes dos trabalhos referentes ao "Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu" objeto do contrato nº 04/99, firmado entre a SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná e a CH2M HILL do Brasil Serviços de Engenharia Ltda.

Este volume apresenta o estudo das áreas de risco de inundação ao longo da rede de macrodrenagem da bacia do ribeirão Ponta Grossa, resultado dos trabalhos de simulação de modelo matemático, conforme previsto no Terceiro Termo Aditivo do contrato acima mencionado.

As áreas de risco de inundação foram geradas a partir de modelagem matemática, sobre base cartográfica do SIGRH fornecida pela SUDERHSA, destinando-se à definição das medidas de controle de inundações a serem propostas para cada caso específico.

Como ferramenta de análise, utilizou-se o módulo hidrodinâmico HD do modelo Mike 11, desenvolvido pelo Danish Hydraulic Institute – DHI, o qual é voltado à simulação hidráulica de redes complexas de rios e canais. Foi também empregado o programa Spring, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, na preparação dos dados para a modelagem bem como na apresentação dos produtos.

Os elementos, parâmetros e dados necessários às simulações, tais como os: hidrológicos, de tipologia dos solos, de usos do solo atual e futuro, de topologia, hidráulico-fluviais, etc, foram preparados em estudos contidos em outros volumes deste Plano Diretor, os quais são citados sempre que necessário ao entendimento e à clareza dos serviços elaborados.

No Capítulo 2 – Características Principais da Bacia – são apresentadas, de forma sucinta, a descrição da bacia, a sua localização na área de estudo do Plano Diretor e citações dos principais elementos característicos da bacia que entraram na composição dos resultados, e/ou citados os volumes e capítulos do Plano Diretor onde se encontram os estudos que os definiram.

No Capítulo 3 – Modelagem Hidrodinâmica – são apresentados os principais critérios utilizados na modelagem matemática para a determinação das linhas de inundação.

No Capítulo 4 – Cenários Considerados – descrevem-se os cenários que constituem os objetos de estudo deste relatório, formulados para a avaliação das inundações dos rios da bacia do Alto Iguaçu, mencionando-se os principais critérios adotados nas simulações, em cada caso.

São apresentados, no Capítulo 5 – Dados Básicos Utilizados – os dados que serviram de apoio para o desenvolvimento dos trabalhos, compreendendo fundamentalmente a base cartográfica, em que foram alocadas as seções transversais, tendo também sido a mesma utilizada para o traçado

do perfil longitudinal dos rios analisados e pertencentes à bacia do ribeirão Ponta Grossa. São, ainda, fornecidos os hidrogramas afluentes, e indicadas às condições de contorno.

No Capítulo 6 – Resultados das Simulações Hidrodinâmicas – encontram-se os produtos resultantes das simulações, consistindo em perfis longitudinais com a representação do nível de água no canal do rio, tabela com as cotas e vazões em função das estacas, cotogramas, hidrogramas de saída, desenhos das áreas de risco de inundação. São também apresentadas análises, conclusões e recomendações efetuadas com base nas configurações e localizações das áreas de risco de inundação relativamente às áreas urbanizadas. Nesse capítulo são também propostas as medidas de controle para extinguir e/ou atenuar, quando for o caso, as inundações resultantes das simulações efetuadas.

As principais características das medidas de controle (MCs) recomendadas são apresentadas no Capítulo 7 – Medidas de Controle Estruturais Propostas – Neste capítulo são definidas as principais características hidráulicas, urbanísticas e de paisagismo das medidas propostas, bem como apresentados os seus custos estimativos de implantação.

No Anexo 1 são apresentadas algumas considerações sobre a precisão das linhas de inundação obtidas através do trabalho de modelagem. Nos demais anexos são apresentados os parâmetros e dados de entrada dos modelos e os desenhos com os resultados das simulações.

Como síntese dos resultados das simulações e da análise e interpretação das mesmas, foram propostas para a bacia do ribeirão Ponta Grossa as seguintes medidas de controle:

- implantação de 2 reservatórios de armazenamento, sendo 1 central (estaca 4+000) e 1 lateral (estaca 6+700), no curso principal do ribeirão Ponta Grossa;
- substituição de 2 travessias sob vias públicas (estacas 1+507 e 2+400), constituídas de galerias circulares por pontilhões, no curso principal do ribeirão Ponta Grossa;
- substituição de 1 travessia sob via pública (estaca 1+167) por pontilhão, no afluente da margem direita do ribeirão Ponta Grossa;
- substituição de 1 travessia sob via pública (estaca 1+167), constituída de galerias circulares por célula de seção retangular, no curso principal do ribeirão Ponta Grossa;
- reforço em 1 travessia sob a via férrea (estaca 6+257), com implantação de tubulação adicional, no curso principal do ribeirão Ponta Grossa;
- aumento da capacidade hidráulica do canal no afluente da margem direita, em um trecho de 1.260 m de extensão entre as estacas 0+750 e 2+010.

Os custos estimados para a implantação destas MCs alcançam, a preços de janeiro/2000, o montante de 4,8 milhões de reais.

## 2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA

---

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O ribeirão Ponta Grossa é afluente do rio Iguaçu pela margem esquerda. A sua bacia hidrográfica, totalmente situada no município de Curitiba, abrange uma extensão territorial de cerca de 11,8 km<sup>2</sup>.

A localização da bacia do ribeirão Ponta Grossa na área de abrangência do Plano Diretor de Drenagem é mostrada no desenho IL-01, e a planta geral da bacia no desenho I001.

À parte de cabeceira da bacia, com área de aproximadamente 3 km<sup>2</sup>, é a única que se encontra urbanizada, entre os núcleos urbanos implantados deve-se destacar o núcleo urbano de Umbará. O restante da bacia é de uso preponderantemente rural, localizando-se nela diversas lagoas marginais ao rio, algumas utilizadas para lazer.

Os principais elementos da área de estudo, pertinentes à bacia do ribeirão Ponta Grossa, considerados para as simulações hidrodinâmicas, são mostrados no Diagrama Unifilar do Sistema de Macrodrenagem, apresentado no desenho C001.

### 2.2 SISTEMA ATUAL DE DRENAGEM

#### 2.2.1 Cadastro do Sistema

A caracterização da situação atual de 10,5 km de trechos de rios da bacia do ribeirão Ponta Grossa é mostrada no Volume 3 – Tomo 3.1 do Relatório Final, compreendendo informações sobre os seguintes elementos:

- Traçado da rede de canais;
- Perfis longitudinais;
- Seções transversais;
- Rugosidades definidas pelo coeficiente de Manning.

#### 2.2.2 Singularidades

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.

As singularidades levantadas na bacia do ribeirão Ponta Grossa estão locadas nos desenhos CA1/3 a CA3/3 e CT1/3 a CT3/3. A tabela 2.1 mostra as principais características daquelas consideradas nas simulações.

**Tabela 2.1 Singularidades - Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**

Nº	Rio	Estaca	Tipo	Dimensões
1	Ponta Grossa	1+507	Galeria	2 x (2,5 x 2,5) m
2	Ponta Grossa	2+400	Galeria	2 x (2,2 x 2,2) m
3	Ponta Grossa	3+776	Galeria	2 x (2,3 x 2,3) m
4	Ponta Grossa	5+439	Galeria	2 x (1,5 x 1,5) m
5	Ponta Grossa	6+257	Galeria	(1,8 x 1,8) m
6	Ponta Grossa	7+435	Galeria	2 x (2,3 x 2,3) m
7	Ponta Grossa	8+484	Galeria	(3,5 x 2,2) m
8	Afluente	1+168	Bueiro tubular	1 $\phi$ 2,2 m
9	Afluente	1+977	Bueiro tubular	2 $\phi$ 1,5 m

Fonte: CH2M HILL

### 2.2.3 Obras e Projetos

A Prefeitura Municipal de Curitiba implantou recentemente, no sistema de microdrenagem, reservatórios de retenção na região do loteamento Moradias de Guaraqueçaba. Estes reservatórios são constituídos por valas com seções transversais de (2 x 3) m, recobertas por pedra britada e areia, com a função de reter a água da chuva que transborda do rio quando ocorrem precipitações intensas, diminuindo os níveis de enchentes no citado loteamento.

Não foram identificados outros projetos e programas específicos de obras de macrodrenagem para execução nesta bacia.

### 2.2.4 Áreas Inundáveis

Foram identificados pontos críticos de inundação na bacia, os quais estão indicados na Planta Geral da Bacia contida no desenho I001.

Estes pontos críticos de inundação foram definidos a partir de pesquisa realizada junto à Prefeitura Municipal de Curitiba. A pesquisa e seus resultados estão detalhadamente apresentados no Volume 3 do Relatório Final.

## 2.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

### 2.3.1 Atendimento Atual

As condições atuais do atendimento (1999) da bacia do ribeirão Ponta Grossa pelo sistema de esgotamento sanitário são as seguintes:

- População urbana total: 13.806 habitantes;

- População atendida pelo sistema de coleta esgoto: 6.451 habitantes; 46 % da população urbana;
- Extensão de redes coletoras: 18 km;
- Número de ligações: 880 unidades;
- O esgoto coletado na bacia é disposto, "in natura" nos cursos d'água, sem receber qualquer tratamento.

### 2.3.2 Prognósticos para o Horizonte do Plano

De acordo com o Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu, elaborado para a SUDERHSA pela CH2M HILL (Dezembro 2000), a evolução do atendimento da população urbana da bacia do ribeirão Ponta Grossa pelo sistema de esgotamento sanitário no Cenário Proposto (Cenário D) até o horizonte do plano, (2000-2005), é a mostrada na Tabela 2.1 a seguir:

O cronograma de implantação do Plano de Despoluição prevê o crescimento da rede coletora até o ano de 2005 apenas para a manutenção do índice de atendimento de 50% da população urbana, iniciando-se efetivamente o plano de expansão na segunda etapa do programa (2006 a 2010).

O Plano de Despoluição propõe que o esgoto dessa bacia seja revertido para a bacia do Padilha, para ser tratado na ETE Padilha Sul.

A reversão será feita pela estação elevatória Umbará, que apresentará em sua fase final capacidade de 90 l/s, recalcando também parte do esgoto da bacia do Rio Prensa que para ela será revertido.

**Tabela 2.1 Bacia do Ribeirão Ponta Grossa  
Programa de Atendimento pelo Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto**

Parâmetro de Atendimento	Ano			
	2005	2010	2015	2020
População Urbana (hab)	15.717	17.486	18.913	20.435
População Atendida pelos sistemas de coleta e tratamento de esgotos (hab)	6.600	12.636	14.158	18.392
Índice de Atendimento (%)	420	72	75	90
Extensões de Redes Coletoras (km)	19	34	37	46
Número de Ligações (unidades)	910	1.680	1.827	2.299

Fonte: CH2M HILL

## **2.4 USO DO SOLO**

A urbanização da bacia do Ribeirão Ponta Grossa, conforme a segmentação feita, descreve uma ocupação não uniforme da bacia. A bacia apresenta uma média populacional para o ano de 1999 de 9 hab/ha.

A área de maior ocupação localiza-se na porção de montante da bacia delimitada pelas sub-bacias A1, A2 e A4 com densidade populacional média de 21 hab/ha. A sub-bacia A5, foz da bacia, apresenta densidade populacional menor, de 3 hab/ha.

Os estudos de evolução da mancha urbana, elaborados para toda a área do plano de drenagem, são mostrados no Volume 3 – Tomo 3.2 do Relatório Final.

### 3 MODELAGEM HIDRODINÂMICA

---

O conhecimento da malha hídrica a ser modelada constitui o primeiro passo a ser considerado nos trabalhos de modelagem matemática. Sua definição deve-se basear em uma análise detalhada das características hidráulicas do sistema hídrico a ser simulado, de forma a adequar as características e limitações do modelo matemático adotado.

Visando subsidiar a modelagem matemática no modelo de simulação hidrodinâmico Mike 11, realizou-se preliminarmente um amplo trabalho de coleta, análise e processamento de dados, o que permitiu a composição de uma base de dados consistente e com nível de detalhamento compatível com os objetivos do Plano Diretor.

No estabelecimento da base de dados de entrada para a modelagem matemática, considerou-se o seguinte subsídio básico:

- Disponibilidade de seções transversais, de forma a contemplar toda a área a ser modelada. Neste caso, é desejável a disponibilidade de um cadastro da rede hídrica a ser simulada, com grau de precisão compatível com os objetivos do estudo. Tratando-se de eventos hidrológicos críticos de cheias, estes levantamentos deverão extrapolar a calha natural de vazão, de forma a poder retratar as inundações que podem ocorrer lateralmente;
- Os limites da modelagem devem estar localizados a uma distância suficiente das áreas onde serão implementadas ações de natureza estrutural do sistema hídrico, de forma que as alterações que possam ocorrer no escoamento não interfiram nas condições de contorno impostas;
- Disponibilidade de informações observadas, tendo em vista os trabalhos de aferição e calibragem do modelo de simulação.

A definição do esquema topológico constitui-se basicamente na definição da malha hídrica a ser considerada no processo de modelagem. O esquema topológico representativo da malha hídrica foi estabelecido de forma a representar o comportamento hidráulico, dentro de uma dada precisão desejada. Desta forma, no processo de modelagem, os afluentes podem ser considerados através de ramificações em trechos de rios ou aplicados lateralmente.

A bacia do ribeirão Ponta Grossa foi dividida em 05 sub-bacias e para elas foram definidos todos os parâmetros necessários para a modelagem. No contexto da bacia hidrográfica do ribeirão Ponta Grossa, o sistema hídrico simulado compreenderá o curso principal do rio e um de seus afluentes da margem direita, perfazendo cerca de 10,5 km, cuja abrangência espacial pode ser visualizada no desenho T065.

O curso d'água do ribeirão Ponta Grossa foi estaqueado de jusante para montante, tendo como origem o nó correspondente à sua foz. Esta sistemática estabelece um sistema de referência que permite o posicionamento de todos os elementos considerados no processo de modelagem, tais como:

- Pontos de confluência;
- Pontos onde serão aplicadas as condições de contorno de montante e jusante;

- Pontos de aplicação das vazões laterais;
- Localização das estruturas hidráulicas.

O Volume 3 – Capacidade do Sistema Atual e Medidas de Controle de Cheias – Relatório Geral, apresenta toda a metodologia adotada referente à modelagem hidrodinâmica.

## 4 CENÁRIOS CONSIDERADOS

---

O estudo do sistema de macrodrenagem da bacia do ribeirão Ponta Grossa se desenvolve em três cenários:

- Cenário Atual, retratando tanto as condições atuais de impermeabilização como do sistema de macrodrenagem das bacias hidrográficas contribuintes;
- Cenário Tendencial, em que são consideradas tanto as condições futuras de impermeabilização como do sistema de macrodrenagem das bacias, em decorrência do processo de urbanização previsto para o ano 2.020;
- Cenário Dirigido, representando a mesma mancha urbana projetada para o ano de 2.020 e a situação futura do sistema de macrodrenagem com as medidas de controle. Portanto, são justamente as medidas de controle propostas no Plano Diretor que transformam o Cenário Tendencial em Dirigido.

Na avaliação dos Cenários Atual e Tendencial da bacia do ribeirão Ponta Grossa, considerou-se que ao longo do período de planejamento não há alteração no sistema de macrodrenagem, uma vez que não existem obras e projetos em andamento ou previstos.

Portanto, nos Cenários Atual e Tendencial não foram contempladas a implantação de qualquer medida de controle visando à contenção e o controle de cheias.

Na bacia do ribeirão Ponta Grossa as condições de impermeabilização foram obtidas através de caracterização geológica dos solos e estudos demográficos e de ocupação urbana que levaram em conta a população atual e sua distribuição espacial, bem como a projeção e distribuição da população ao longo do período de planejamento, a partir da tendência de crescimento e das leis de zoneamento e uso do solo.

Os parâmetros adotados nas simulações para os cenários atual e tendencial são apresentados na Tabela 4.1 do Anexo 2. Os dados populacionais constantes desta tabela são decorrentes dos estudos de evolução e distribuição populacional apresentados do Plano Diretor de Despoluição Hídrica e adotados no Plano Diretor de Drenagem.

## 5 DADOS UTILIZADOS

---

### 5.1 BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica utilizada para a modelagem das linhas de inundação foi fornecida pela SUDERHSA e consiste em cartas planialtimétricas, escala 1:10.000 que, no caso da bacia do ribeirão Ponta Grossa, contém também elementos das cartas do Programa Paranaidade na escala 1:2.000, as quais fazem parte do Sistema de Informações para Gestão de Recursos Hídricos – SIGRH. As áreas que contém esses elementos são identificáveis nas plantas anexas por apresentarem curvas de nível a cada metro.

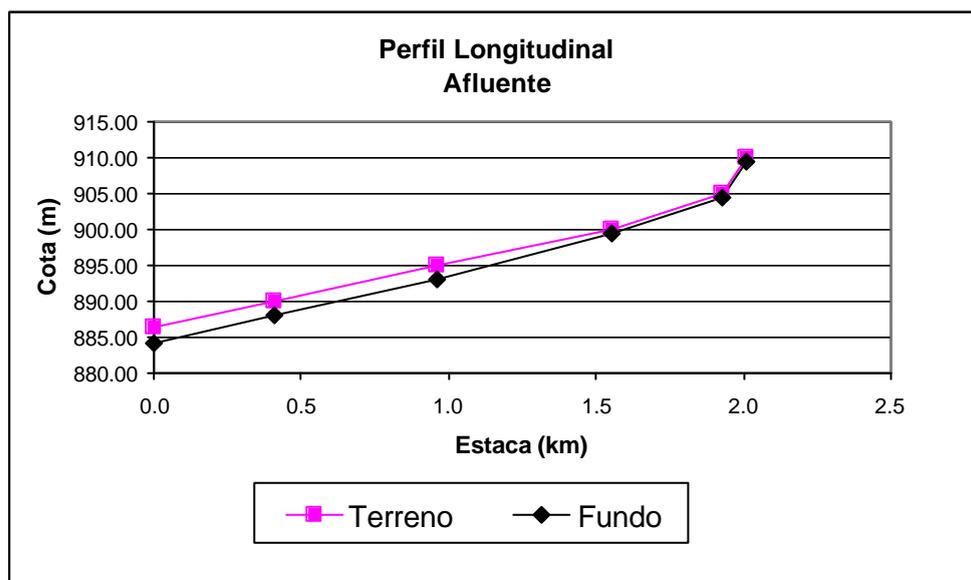
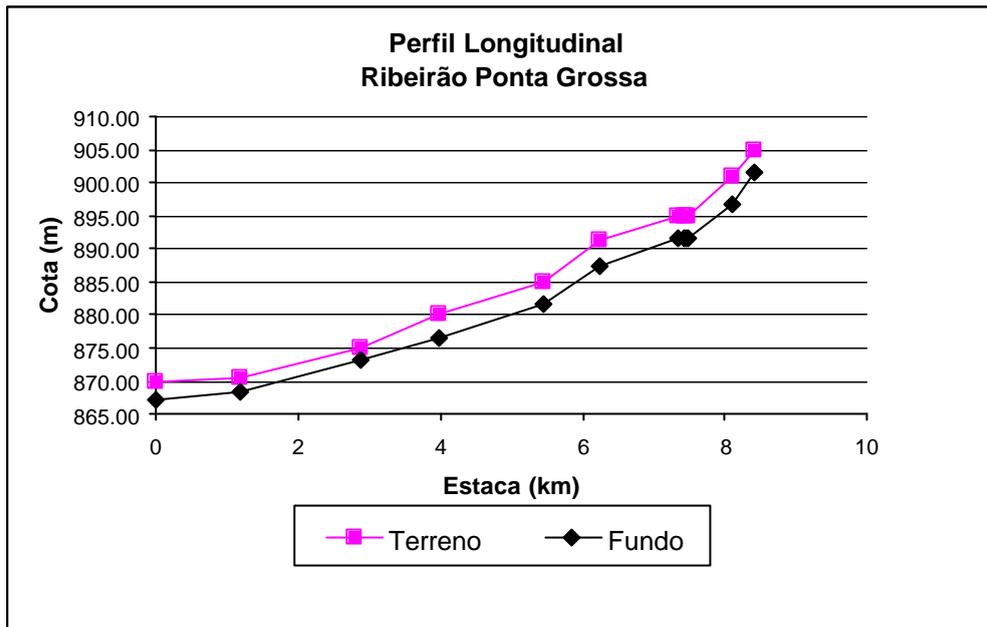
Foi feita a análise e a preparação dessa base de modo a possibilitar a utilização da mesma com o modelo de simulação hidrodinâmico Mike 11. Foram gerados modelos digitais do terreno (MDT) a partir da altimetria, com a inclusão e a validação de elementos de interesse que afetam o comportamento das inundações, como as cotas das margens dos rios, caracterizando-se, dessa maneira, a topologia ribeirinha.

Neste processo não foram feitas alterações nas informações contidas na base original e, portanto, eventuais imprecisões ou incorreções existentes podem ter afetado os resultados finais do trabalho aqui apresentado. Quando há evidências de dados incoerentes, estes são comentados nas análises apresentadas no presente relatório para que esses dados possam ser verificados pelos responsáveis pela confecção da base.

### 5.2 PERFIL LONGITUDINAL

A partir do traçado do curso d'água principal e a definição do trecho de macrodrenagem a ser modelado, procedeu-se ao estaqueamento do curso no sentido da foz para as cabeceiras. O perfil longitudinal do terreno, ao longo do trecho estaqueado, foi composto extraíndo-se da base cartográfica as cotas das margens nos pontos onde o traçado do curso d'água intercepta as curvas de nível.

O perfil longitudinal do fundo do curso d'água foi determinado a partir das cotas das margens indicadas no perfil longitudinal do terreno, descontando-se destas a profundidade média dos leitos menores (canal por onde ocorre o escoamento das águas em períodos normais, isto é, quando não há inundações) que compõem o trecho de macrodrenagem, obtendo-se, assim, as cotas de fundo do canal para os mesmos locais onde foram levantadas cotas do terreno. São apresentados, em seguida, dois perfis longitudinais, um do curso principal e outro de um afluente da margem direita do ribeirão Ponta Grossa, que também faz parte do trecho de macrodrenagem estudado.



### 5.3 SEÇÕES TRANSVERSAIS

Cada seção transversal considerada representa um trecho de rio e foi composta de duas partes, leito menor e várzea. As características geométricas das seções de leito menor foram obtidas em levantamentos de campo efetuados pela CH2M HILL. A várzea, ou fundo de vale inundável, foi caracterizada em situações de mudança de declividade, com o auxílio do modelo digital do terreno obtido da base cartográfica.

As características geométricas do leito menor de cada seção levantada foram supostas válidas para o trecho de macrodrenagem entre a estaca onde se localiza a seção e a seção seguinte. Essa consideração é feita no sentido da cabeceira para a foz.

Em função da conformação topográfica das várzeas do ribeirão Ponta Grossa e afluente, foram definidas 12 seções transversais para o curso principal e 6 seções para o afluente, caracterizando desta forma 11 tramos de macrodrenagem para o curso principal e 5 tramos para o citado afluente.

As seções transversais mais representativas em cada curso d'água são:

- Ribeirão Ponta Grossa – estacas 0+000 e 3+975;
- Afluente margem direita – estacas 0+000, 0+110, 1+485.

No Anexo 6 são apresentadas as seções transversais.

Foram adotados para os tramos de macrodrenagem dos dois cursos d'água os mesmos coeficientes de rugosidade (Manning). As seções transversais foram consideradas com duas componentes, leito menor e várzea. Para o leito menor foi considerado o valor de  $n = 0,040$  e para a várzea o valor de  $n = 0,060$ .

## 5.4 CONDIÇÕES DE CONTORNO

No desenho C002 são apresentadas as condições de contorno para o modelo hidrodinâmico, indicando-se os pontos de entrada de vazão no curso a partir dos hidrogramas gerados e abordados no item anterior. As áreas de risco de inundação foram definidas com base em dois eventos chuvosos extremos, associados respectivamente aos períodos de retorno de 10 e 25 anos.

O trecho de macrodrenagem do curso principal do ribeirão Ponta Grossa considerado nas simulações tem início na sua foz no rio Iguaçu, prolongando-se por uma extensão de 8.503 m, até a estaca 8+503, onde está localizada a primeira seção transversal, a partir de montante. O trecho de macrodrenagem do afluente da margem direita, tem uma extensão modelada de 2.011 m, iniciando na sua foz no ribeirão Ponta Grossa.

Como condição de contorno de jusante, considerou-se a cota correspondente à capacidade de vazão do rio Iguaçu para o período de retorno de  $TR=2$  anos, igual a 867,92 m.

Para geração dos hidrogramas de cheia foi utilizado o modelo IPHS1 que é um software desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Esse sistema permite calcular hidrogramas de cheias para bacias complexas utilizando métodos e algoritmos consagrados na literatura.

Para as operações de transformação chuva-vazão foi selecionado o método do Soil Conservation Service dos EUA, para cálculo da separação do escoamento e geração do hidrograma. Esse método combina um hidrograma unitário sintético triangular com um algoritmo de separação de escoamentos, conhecido pelo seu parâmetro CN (*curve number*).

O hidrograma unitário sintético proposto pelo SCS é definido com base no tempo de concentração da bacia, este sendo um dos parâmetros do modelo. Dessa forma, o tempo de concentração regula a forma do hidrograma e conseqüentemente a vazão de pico resultante. Dado que o tempo de concentração é função das condições de escoamento ao longo da bacia, e estas podem variar

com o grau de urbanização e demais alterações antrópicas, procurou-se estimar esse parâmetro de forma compatível com os cenários estabelecidos no plano.

O CN é um parâmetro adimensional que regula a separação do escoamento, ou seja, o volume da precipitação que infiltra no terreno. A partir do conhecimento do volume infiltrado obtém-se a precipitação efetiva disponível para escoamento superficial. Assim, o parâmetro CN é função das características do solo relacionadas com os processos de infiltração, tais como a sua permeabilidade e as condições de saturação. Este também é um parâmetro altamente influenciável pelas condições de ocupação da bacia. As impermeabilizações do solo provocadas pelo processo de urbanização diminuem as taxas de infiltração, aumentando conseqüentemente o volume de escoamento superficial.

A metodologia, critérios e parâmetros utilizados para a obtenção do parâmetro CN e cálculo dos hidrogramas são apresentados no Volume 3. Para as simulações hidrodinâmicas foram utilizadas as vazões dos hidrogramas gerados nos estudos hidrológicos, elaborados para os períodos de retorno de 10 e 25 anos. Os hidrogramas utilizados são apresentados no Anexo 3.

## 6 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDRODINÂMICAS

---

Os hidrogramas, cotagramas, vazões e cotas de nível d'água gerados nas simulações são apresentados neste relatório para seções consideradas mais representativas. Os elementos completos para as demais seções podem ser encontrados nos arquivos de entrada e saída do programa Mike 11, que estão disponíveis em meio digital.

### 6.1 CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL

#### 6.1.1 Perfis Longitudinais com Níveis de Água

Apresentam-se no final deste capítulo, na forma de gráficos ilustrativos, os perfis das linhas de água para o ribeirão Ponta Grossa e seu afluente da margem direita, resultados das simulações do módulo hidrodinâmico HD do modelo matemático Mike 11. Esses gráficos mostram a envoltória das cotas máximas de inundação para os Cenários Atual e Tendencial, ao longo dos perfis longitudinais do ribeirão Ponta Grossa e seu afluente, considerando os períodos de retorno de 10 e 25 anos. Para efeito de melhor comparação dos resultados, estão descritos também nessa parte os perfis longitudinais com nível de água no Cenário Dirigido.

Através desses gráficos e da Tabela 6.1, pode-se observar que a linha da envoltória das cotas máximas de inundação na bacia do ribeirão Ponta Grossa basicamente não se altera do Cenário Atual para o Cenário Tendencial, para ambos os períodos de retorno, devido principalmente à bacia não sofrer alterações significativas de impermeabilização de um cenário para o outro. Desta forma, as áreas de risco para os dois cenários e mesmo período de retorno apresentaram-se muito semelhantes.

As simulações destes dois cenários foram realizadas utilizando-se como “start” ou “partida” do modelo a condição inicial dos “arquivos de parâmetros”, utilizando-se a opção “initial conditions” igual a “parameter file”. Após uma primeira “rodada” destes cenários decidiu-se selecionar a opção “initial conditions” igual a “hot start”, onde o modelo inicia a simulação baseando-se nos resultados da primeira “rodada”, diminuindo desta forma a instabilidade gerada no cálculo matemático do modelo de simulação hidrodinâmico. O resultado deste segundo procedimento diminuiu os picos aleatórios nos resultados dos hidrogramas ao longo do curso do ribeirão Ponta Grossa.

#### 6.1.2 Tabela Estaca x Cota x Vazão

A seguir apresenta-se a Tabela 6.1, com os valores das cotas dos níveis máximos de água resultantes e as vazões de pico por estaca, para os Cenários Atual e Tendencial e períodos de retorno de 10 e 25 anos.

**Tabela 6.1 Nível Máximo e Vazão de Pico para os Cenários Atual e Tendencial  
Ribeirão Ponta Grossa**

Rio	Estaca	Cotas (m)				Vazões (m <sup>3</sup> /s)			
		Cenário Atual		Cenário Tendencial		Cenário Atual		Cenário Tendencial	
		TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Ponta Grossa	1+550	873,06	873,48	873,09	873,50	43,79	67,65	44,89	68,93
Ponta Grossa	2+450	875,47	875,80	875,49	875,82	48,49	69,19	49,54	70,46
Ponta Grossa	3+975	879,75	879,99	879,77	880,00	41,07	55,75	41,83	56,60
Ponta Grossa	5+444	885,09	885,26	885,10	885,27	28,49	35,93	28,91	36,38
Ponta Grossa	6+470	890,54	890,95	890,56	890,97	18,18	24,17	18,40	24,48
Ponta Grossa	7+450	894,18	894,54	894,20	894,56	20,86	30,72	21,30	31,20
Ponta Grossa	8+503	904,67	905,16	904,69	905,17	10,92	16,02	11,12	16,22
Afluente	1+180	897,63	898,09	897,65	898,12	6,73	9,15	6,81	9,23
Afluente	1+980	909,08	909,43	909,09	909,44	5,10	6,60	5,27	6,59

Fonte: CH2M HILL

Na Tabela 6.2 são indicadas por estaca as cotas de extravasamento e as lâminas de inundação para os cenários atual e tendencial e períodos de retorno de 10 e 25 anos.

**Tabela 6.2 Cotas de Extravasamento da Calha do Ribeirão Ponta Grossa e Lâminas de Inundação**

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)			
			Cenário Atual		Cenário Tendencial	
			TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Ponta Grossa	1+550	871,19	1,87	2,29	1,90	2,31
Ponta Grossa	2+450	873,77	1,70	2,03	1,72	2,05
Ponta Grossa	3+975	880,00	-	-	-	-

**Tabela 6.2 Cotas de Extravasamento da Calha do Ribeirão Ponta Grossa e Lâminas de Inundação (Continuação)**

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)			
			Cenário Atual		Cenário Tendencial	
			TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Ponta Grossa	5+444	885,00	0,09	0,26	0,10	0,27
Ponta Grossa	6+470	890,00	0,54	0,95	0,56	0,97
Ponta Grossa	7+450	895,00	-	-	-	-
Ponta Grossa	8+503	906,42	-	-	-	-
Afluente	1+180	896,84	0,79	1,25	0,81	1,28
Afluente	1+980	908,06	1,02	1,37	1,03	1,38

Fonte: CH2M HILL

Comparando-se os valores das cotas obtidas para os Cenários Atual e Tendencial e os períodos de retorno de 10 e 25 anos, verifica-se que no geral, ocorreu um acréscimo quase desprezível, máximo de 3 cm para TR = 25 anos na estaca 1+180 no afluente da margem direita, nos níveis máximos de água ao longo do período de planejamento.

### 6.1.3 Cotogramas e Hidrogramas

Nos Anexos 4 e 5 são apresentados, respectivamente, os cotogramas e hidrogramas para 7 seções transversais do ribeirão Ponta Grossa e para as 2 seções do afluente, ambas resultantes da modelagem para os períodos de retorno de 10 e 25 anos dos Cenários Atual e Tendencial. Através da leitura destes hidrogramas e cotogramas pode-se verificar que o comportamento hidráulico das ondas de enchentes no trecho de macrodrenagem definido permanece basicamente inalterado tanto para os cenários considerados (atual e tendencial), como para os dois tempos de recorrência analisados (TR=10 anos e TR=25 anos).

### 6.1.4 Áreas de Risco de Inundação

As áreas com risco de inundações na bacia do ribeirão Ponta Grossa para os Cenários Atual e Tendencial, e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CA1/3 a CA3/3, e CT1/3 a CT3/3.

Na bacia do ribeirão Ponta Grossa incluindo o afluente estudado, tanto para os Cenários Atual e Tendencial como para os períodos de retorno de TR=10 anos e TR=25 anos, em apenas um trecho de cerca de 200 m localizado a montante da travessia sob a RFFSA, a partir da estaca 6+257, as simulações hidrodinâmicas realizadas indicaram a ocorrência de área com riscos de inundação. A área atingida pertence ao loteamento denominado Morada Guaraqueçaba.

Os outros pontos com ocorrência de inundação, tanto no corpo principal como no afluente da margem direita, estão localizados em áreas rurais, onde as cheias não criam conflito com as estruturas urbanas implantadas. Nestes locais os problemas estão relacionados basicamente as capacidades hidráulicas de algumas estruturas de drenagem implantadas nas travessias e de alguns trechos de macrodrenagem.

Também devem ser abordadas as mínimas alterações nas manchas de inundações nos cursos d'água da bacia do ribeirão Ponta Grossa para os períodos de retorno de 10 anos e 25 anos, mostrando desta forma a pouca variação da ocupação urbana, e conseqüente impermeabilização do solo, nesta bacia hidrográfica.

Segundo informações da Prefeitura Municipal de Curitiba, colhidas da pesquisa de inundação do Plano Diretor de Drenagem, as áreas sujeitas às inundações são em um trecho muito maior do que o indicado pelo modelo, compreendendo basicamente todo o trecho entre a travessia sob a RFFSA e a rua Nicola Pelanda.

Embora o trecho verificado no modelo esteja compreendido na área citada acima, a área afetada segundo a modelagem é muito menor que a indicada pelos técnicos da Prefeitura de Curitiba na pesquisa. As razões desta discrepância devem estar relacionadas à precisão da base cartográfica, que mapeia curvas de nível de 5 em 5 metros, e pelas próprias distorções nos processos de cálculos hidrológicos do modelo matemático empregado para bacias com segmentação menor que 4 Km<sup>2</sup>, que na visão do Plano Diretor de Drenagem deveriam estar sendo tratadas através dos processos clássicos de microdrenagem.

Os desenhos apresentados foram elaborados com o auxílio de um módulo do programa Spring, desenvolvido pelo INPE, com a finalidade de representar a área de inundação a partir da envoltória de cotas máximas de nível de água. Esse módulo interpola as cotas em modelo digital de terreno (MDT), previamente gerado.

### **6.1.5 Análises dos Resultados das Simulações**

Como citado, o ribeirão Ponta Grossa e seu afluente da margem direita são atravessados em diversos pontos pelo sistema viário, criando singularidades que em alguns casos apresentam capacidade de escoamento menor que as determinadas pelo modelo matemático, causando desta forma represamento de suas águas. No caso do afluente temos ainda trechos com seções transversais sem capacidade para as vazões calculadas no modelo.

A modelagem do curso principal do ribeirão Ponta Grossa para o Cenário Tendencial, TR=10 anos, para o qual serão propostas medidas de controle, indicou na seção da estaca 6+469 uma inundação de pequena magnitude, ou seja, lâmina d'água acima da borda do leito menor atingindo aproximadamente 0,5 m. Já para o afluente da margem direita indicou lâminas d'água acima da borda do leito menor de 0,8 m e 1,1 m, para as estacas 1+180 e 1+980, respectivamente. Estes resultados indicam que serão necessárias algumas medidas para controlar as inundações ao longo destes dois cursos d'água que compõem a bacia do ribeirão Ponta Grossa.

Do cruzamento dos resultados das simulações efetuadas para os Cenários Atual e Tendencial, inspeções de campo na bacia e informações dos técnicos da Prefeitura de Curitiba, os pontos com risco de inundações que deverão ser contempladas com uma análise mais criteriosa são:

- Curso principal – travessias sob a RFFSA (est. 6+257) e as ruas Eduardo Pinto da Rocha (est. 5+439), José Ângelo Miquelleto (est. 2+400) e Miguel Ângelo Pelanda (est. 1+507);
- Afluente – travessia sob a rua Nicola Pelanda (est. 1+168) e capacidade hidráulica do leito menor entre as ruas Deputado Pinheiro Júnior (est. 1+977) e Nicola Pelanda.

Os trechos citados acima estão em locais urbanizados ou com outros usos antrópicos, sendo que as ocorrências de cheias nestes pontos causam transtornos e prejuízos a população.

Caso as simulações hidrodinâmicas do Cenário Dirigido mostrem que os ajustes citados acima são insuficientes para reduzir adequadamente as inundações, outras medidas deverão ser propostas.

## 6.2 CENÁRIO DIRIGIDO

### 6.2.1 Características do Cenário Dirigido

O trabalho de simulação hidrodinâmica para o Cenário Dirigido foi desenvolvido em duas fases.

Adotando a filosofia do Plano Diretor de Drenagem de conter ao máximo as águas nas bacias formadoras do rio Iguaçu, minimizando assim as cheias neste curso d'água; a primeira fase de simulação hidrodinâmica considerou e analisou a operação conjunta de 2 reservatórios laterais e 1 reservatório central, implantados em áreas que se encontram hoje totalmente desocupadas ao longo do trecho de macrodrenagem do curso principal do ribeirão Ponta Grossa. A Tabela 6.3 apresenta as características principais dos reservatórios previstos no Cenário Dirigido.

**Tabela 6.3 Principais Características dos Reservatórios para o Cenário Dirigido Ribeirão Ponta Grossa**

Rio	Estaca	Tipo	Volume (m <sup>3</sup> )
Ponta Grossa	7+900	Lateral	7.200
Ponta Grossa	6+700	Lateral	39.600
Ponta Grossa	4+000	Central	48.000

Fonte: CH2M HILL

Como as medidas de controle implantadas na fase inicial não conseguiram dirimir por completo os problemas de cheias, na segunda fase de simulação foram consideradas as proposições iniciais acrescidas de medidas de controle em algumas travessias dos dois cursos d'água (estacas 1+507, 2+400, 5+439 e 6+257 do curso principal e estaca 1+167 do afluente), e ainda um aumento de capacidade hidráulica de um trecho entre as estacas 0+750 e 2+010 do afluente da margem direita.

O reservatório lateral junto à estaca 7+900 proporciona, entre os Cenários Tendencial e Dirigido, um pequeno diferencial de vazão e níveis d'água, inviabilizando sua implantação.

A solução adotada no Cenário Dirigido para o sistema de controle de cheias do trecho de macrodrenagem da bacia do ribeirão Ponta Grossa será composto da implantação de 2 reservatórios citados acima, e das demais medidas de controle:

- Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da RFFSA (estaca 6+257), com adição de mais uma tubulação de diâmetro igual a 1,80 m;
- Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da rua Eduardo Pinto da Rocha (estaca 5+439), com implantação de galeria em célula retangular com 3,0 m de largura e 2,0 m de altura, em substituição as duas tubulações existentes de diâmetro 1,50 m;
- Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da rua José Ângelo Miquelleto (estaca 2+400), com implantação de pontilhão de vão livre igual a 6,0 m, em substituição as duas tubulações existentes de diâmetro 2,20 m;
- Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da rua Miguel Ângelo Pelanda (estaca 1+507), com implantação de pontilhão de vão livre igual a 6,0 m, em substituição as duas tubulações existentes de diâmetro 2,50 m;
- Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da rua Deputado Pinheiro Júnior (estaca 1+167), com implantação de pontilhão de vão livre igual a 6,0 m, em substituição à galeria circular existente;
- Aumento da capacidade hidráulica do canal do afluente da margem direita do ribeirão Ponta Grossa entre as estacas 0+750 e 2+010, num trecho de extensão total de 1260 m, através dos seguintes ajustes na seção hidráulica:
  - . Entre as estacas 0+750 e 0+963 – alargamento em cada margem da seção do leito menor, partindo da seção inicial de 2,0 m na estaca 0+750 até alcançar 4,0 m na seção da estaca 0+963;
  - . Entre as estacas 0+963 e 1+150 – alargamento em cada margem da seção do leito menor, partindo da seção de 4,0 m na estaca 0+963 até alcançar 6,0 m na seção da estaca 1+150;
  - . Entre as estacas 1+150 e 2+010 – alargamento em cada margem da seção do leito menor, para manter a largura da seção em 6,0 m.

A singularidade localizada na travessia com a rua Colomba Merlim (estaca 3+776), beneficiou-se da regularização de vazão provocada pela implantação do reservatório central junto à estaca 4+000 (MC PG01-03), não necessitando nenhum tipo de intervenção.

As travessias localizadas nas ruas Maria D. Bonato (estaca 7+435) e Nicola Pelanda (estaca 8+484) embora trabalhando afogadas apresentam capacidades muito próximas as ideais, não requerendo desta forma melhorias.

## 6.2.2 Tabelas Estaca x Cota x Vazão

A seguir apresenta-se a Tabela 6.4, com os valores das cotas dos níveis máximos de água resultantes e as vazões de pico por estaca, para o Cenário Dirigido e períodos de retorno de 10 e 25 anos.

**Tabela 6.4 Nível Máximo e Vazão de Pico para o Cenário Dirigido  
Ribeirão Ponta Grossa**

Rio	Estaca	Cotas (m)		Vazões (m <sup>3</sup> /s)	
		TR 10 anos	TR 25 anos	TR 10 anos	TR 25 anos
Ponta Grossa	1+550	871,47	871,72	32,71	46,59
Ponta Grossa	2+450	873,91	874,03	20,39	36,39
Ponta Grossa	3+975	878,61	879,55	15,95	34,32
Ponta Grossa	5+444	884,00	884,60	32,89	41,69
Ponta Grossa	6+470	889,16	889,79	14,56	19,72
Ponta Grossa	7+500	893,95	894,17	16,60	22,01
Ponta Grossa	8+503	904,69	905,17	11,12	16,22
Afluente	1+180	896,18	896,45	6,48	10,30
Afluente	1+980	908,59	908,96	3,14	5,02

Fonte: CH2M HILL

Na Tabela 6.5, são indicadas as cotas de extravasamento e as lâminas de inundação para o cenário dirigido e os períodos de retorno de 10 e 25 anos.

**Tabela 6.5 Cotas de Extravasamento da Calha do Ribeirão Ponta Grossa e Lâmina de Inundação**

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)	
			Cenário Dirigido	
			TR=10 anos	TR=25 anos
Ponta Grossa	1+550	871,19	0,28	0,53
Ponta Grossa	2+450	873,77	0,14	0,26
Ponta Grossa	3+975	880,00	-	-
Ponta Grossa	5+444	885,00	-	-
Ponta Grossa	6+470	890,00	-	-
Ponta Grossa	7+500	895,00	-	-
Ponta Grossa	8+503	906,42	-	-
Afluente	1+180	896,84	-	-
Afluente	1+980	908,06	0,53	0,9

Fonte: CH2M HILL

Quando comparamos às cotas de inundação e as vazões de pico dos Cenários Tendencial e Dirigido observamos um sensível abatimento entre os cenários, tanto para o curso principal como para o afluente da margem direita do ribeirão Ponta Grossa.

No trecho junto à estaca 6+470, principal ponto de inundação observado no curso principal no Cenário Tendencial, as medidas de controle propostas no Cenário Dirigido eliminam as inundações.

Em relação ao trecho do afluente da margem direita, entre as ruas Deputado Pinheiro Júnior e Nicola Pelanda, onde os problemas de capacidade hidráulica do canal poderiam acarretar prejuízos a população que ali reside; verifica-se um abatimento entre 0,5 m (estaca 1+980) e a eliminação das enchentes na estaca 1+180 para o período de retorno TR=10 anos.

### 6.2.3 Cotagramas e Hidrogramas de Saída

Nos Anexos 4 e 5 são apresentados, respectivamente, os cotagramas e hidrogramas para as 7 seções transversais do ribeirão Ponta Grossa e para as 2 seções do afluente da margem direita, todas resultantes da modelagem para os períodos de retorno de 10 e 25 anos do Cenário Dirigido. Através dos hidrogramas pode-se verificar a translação das ondas de enchentes nos trechos de macrodrenagem definidos com as medidas de controle de cheias.

### 6.2.4 Áreas de Risco de Inundação

As áreas com risco de inundações da bacia do ribeirão Ponta Grossa para o Cenário Dirigido e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CD1/3 e CD3/3.

Uma leitura dos desenhos citados indica que com a implantação das medidas de controle indicadas anteriormente, as áreas de risco de inundação passam a estar restritas a zonas não urbanizadas.

### 6.2.5 Conclusões

Com a inserção das medidas de controle indicadas anteriormente, verifica-se a eliminação das inundações no trecho junto à travessia com a RFFSA, principal ponto de interesse no controle de cheias da bacia do ribeirão Ponta Grossa; assim como se nota uma diminuição geral nas manchas de inundação no trecho jusante da confluência com o afluente da margem direita, indicando que as premissas contidas na filosofia do Plano Diretor de Drenagem estão sendo cumpridas, ou seja, as águas das bacias dos formadores do rio Iguaçu estão sendo contidas na própria bacia.

O levantamento de custos efetuado para as medidas de controle indicou um valor elevado, cerca de 1,8 milhões de reais, para a implantação do reservatório lateral junto à estaca 7+900 do curso principal. Este alto valor é acarretado pela localização da área, que embora desocupada encontra-se junto às áreas já urbanizadas, o que eleva o valor imobiliário, e por conseguinte o valor de desapropriação.

Verificando os diferenciais de vazão e níveis d'água que a implantação do referido reservatório proporciona entre os Cenários Tendencial e Dirigido, algo em torno de 4,3 m<sup>3</sup>/s e 0,25 m junto à estaca 7+450, para o período de retorno de TR=10 anos, consideramos que é muito baixa a relação custo x benefício da execução deste reservatório, e por isso entre as medidas de controle propostas para a bacia do ribeirão Ponta Grossa não é prevista a implantação deste reservatório.

Recomenda-se, no entanto, que medidas não estruturais sejam implantadas visando à preservação das características naturais de permeabilidade da bacia e a não alteração do regime

de escoamento das águas do escoamento superficial direto e que também atuam no sentido da recuperação, proteção e manutenção da qualidade das águas.

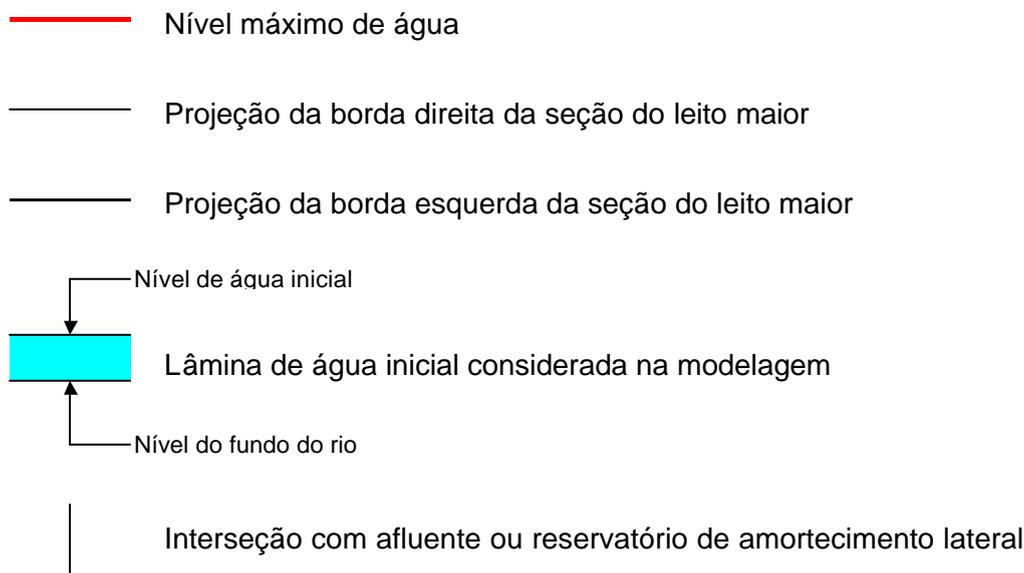
O aperfeiçoamento e enriquecimento de metodologias são possíveis e vastos. Porém, tendo em vista os estudos efetuados, recomenda-se, para a bacia do ribeirão Ponta Grossa, a configuração final do Cenário Dirigido, com a implantação dos 2 reservatórios de armazenamento, alargamento da seção transversal do canal do afluente no trecho entre as estacas 0+770 e 2+010, e a substituição das estruturas de drenagem das travessias acima mencionadas.

Estas soluções hidráulicas deverão diminuir consideravelmente os problemas e prejuízos das inundações ocorrentes nesta bacia, porém não se pode esquecer que os estudos aqui apresentados foram desenvolvidos com precisão compatível com nível de planejamento e os resultados encontrados estão condicionados à precisão dos dados utilizados. A implantação das obras propostas deverá ser precedida de um detalhamento dos estudos apresentados nesse trabalho, conforme recomendações apresentadas nos Volumes 3 e 6 do Plano Diretor de Drenagem.

### Figura 6.1

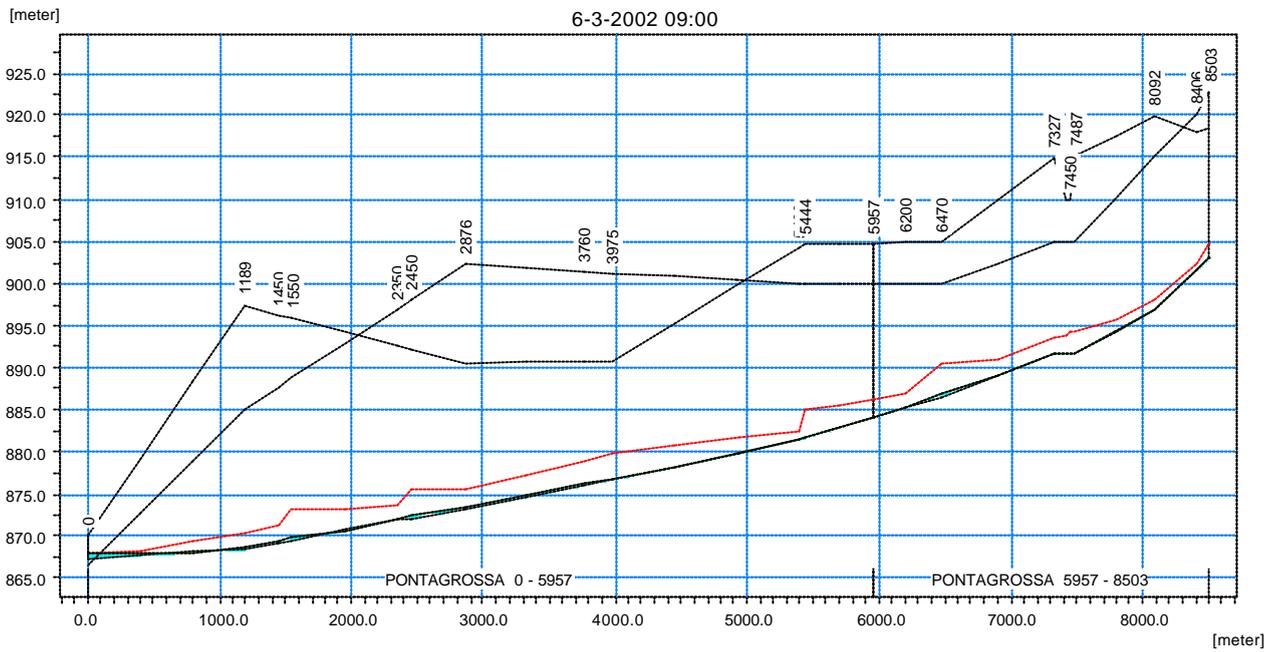
Legenda das figuras 6.2 em diante.

*As figuras a que se referem à legenda abaixo foram geradas pelo software Mike 11, utilizado para a modelagem hidrodinâmica, o qual possui limitações para a geração de imagens. Por isso, em algumas figuras, a representação de certos itens não corresponde exatamente ao grafismo apresentado na legenda.*



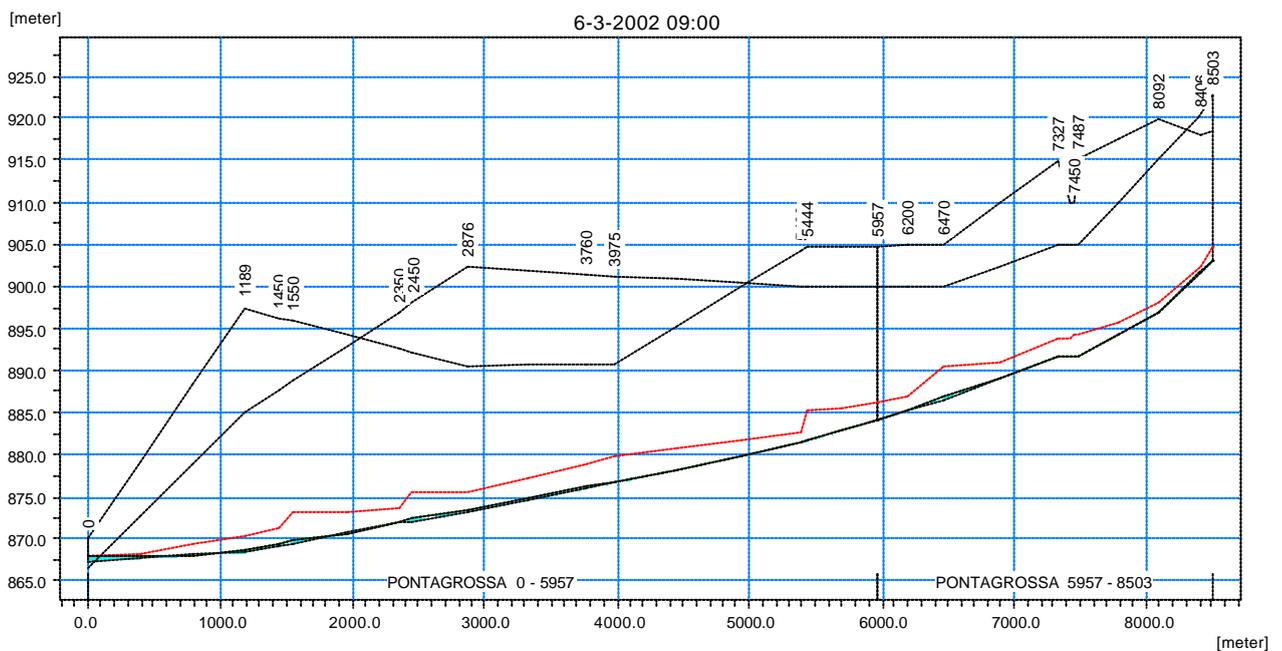
**Figura 6.2**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Curso Principal – Níveis Máximos na *Cenário Atual - Tr 10 anos*



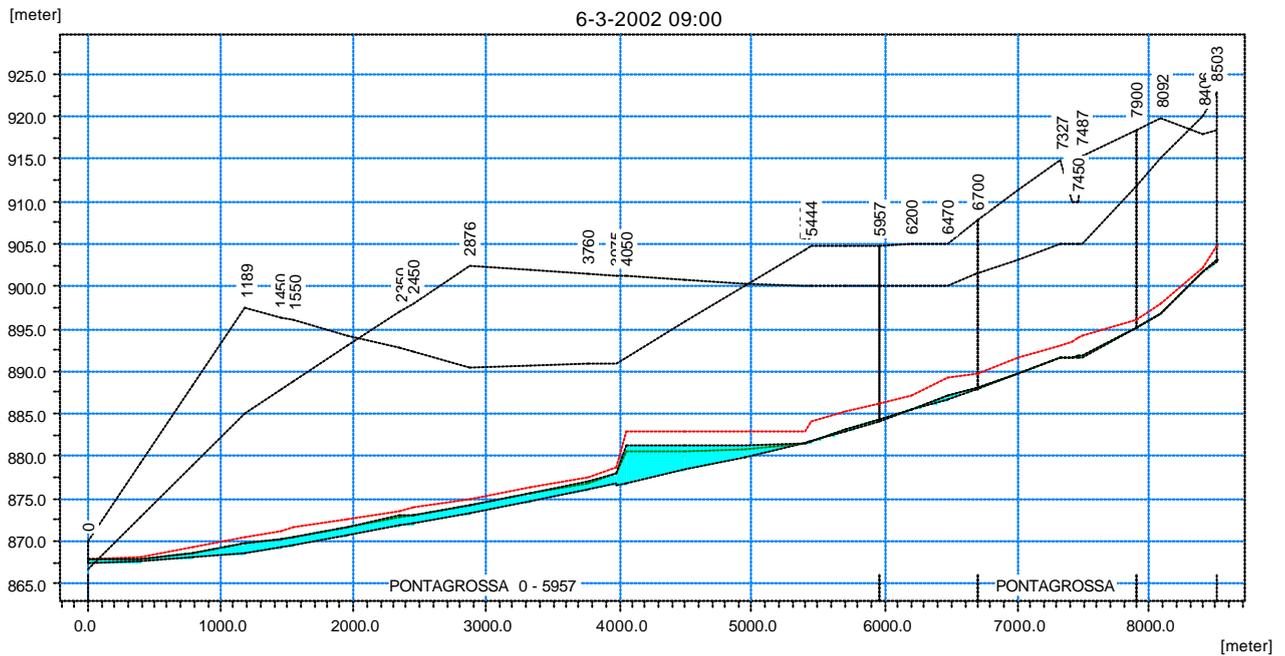
**Figura 6.3**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Curso Principal – Níveis Máximos na *Macro drenagem Cenário Tendencial - Tr 10 anos*



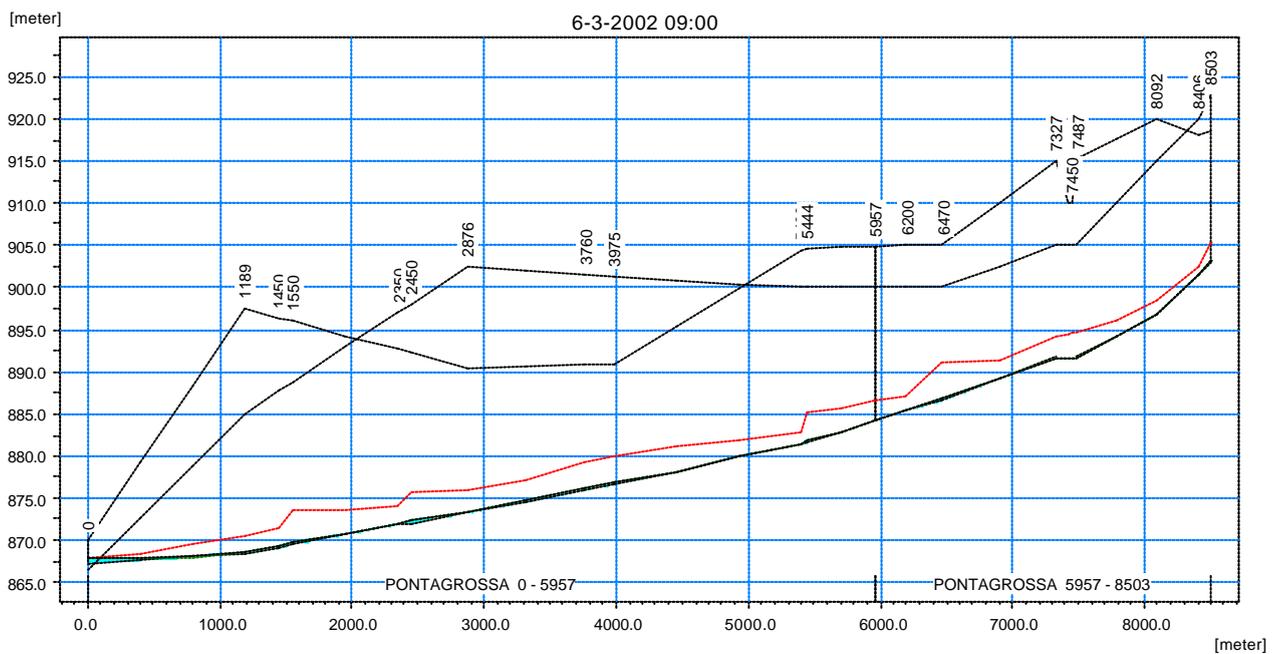
**Figura 6.4**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Curso Principal – Níveis Máximos na Macrodrenagem  
 Cenário Dirigido - Tr 10 anos



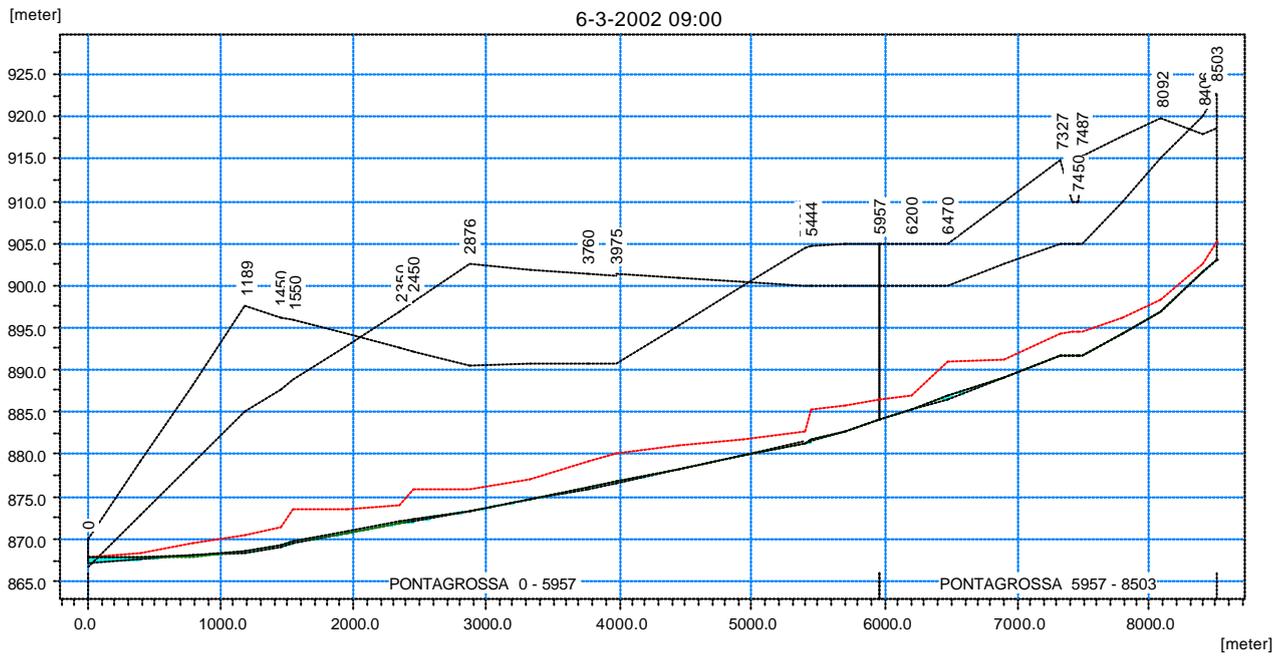
**Figura 6.5**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Curso Principal – Níveis Máximos na Macrodrenagem  
 Cenário Atual - Tr 25 anos



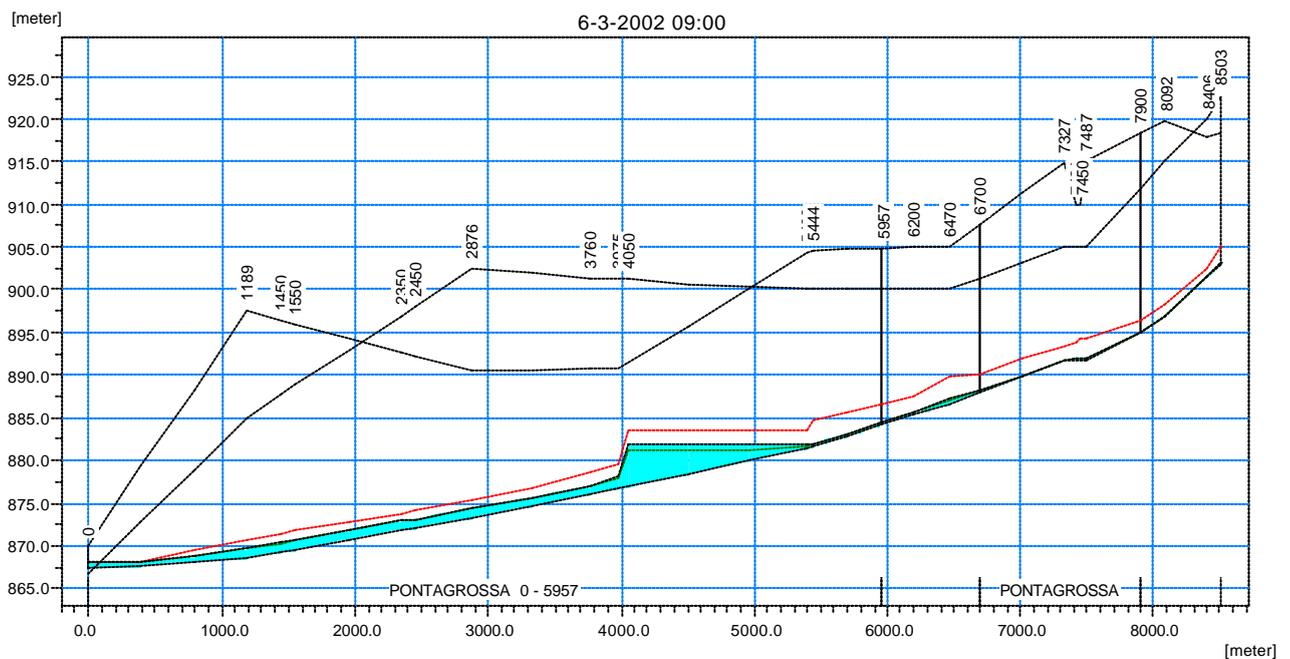
**Figura 6.6**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Curso Principal – Níveis Máximos na Macrodrenagem  
 Cenário Tendencial - Tr 25 anos



**Figura 6.7**

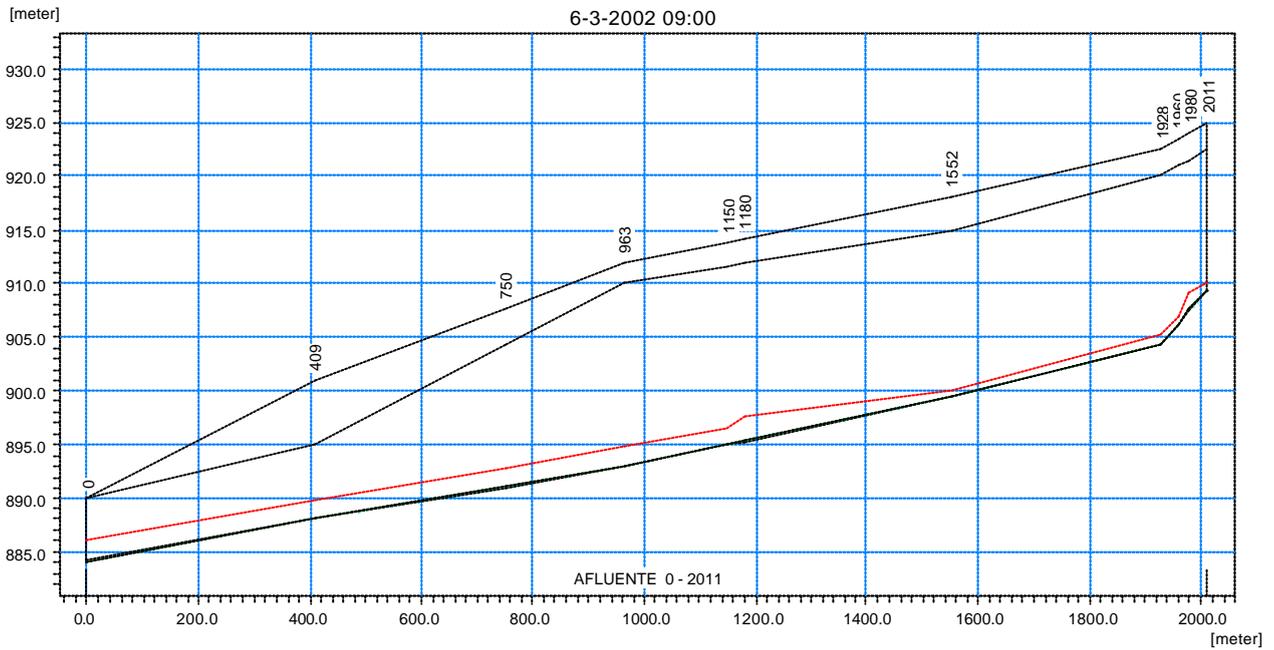
Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Curso Principal – Níveis Máximos na Macrodrenagem  
 Cenário Dirigido - Tr 25 anos



**Figura 6.8**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Afluente Mg Direita – Níveis Máximos na Macrodrenagem

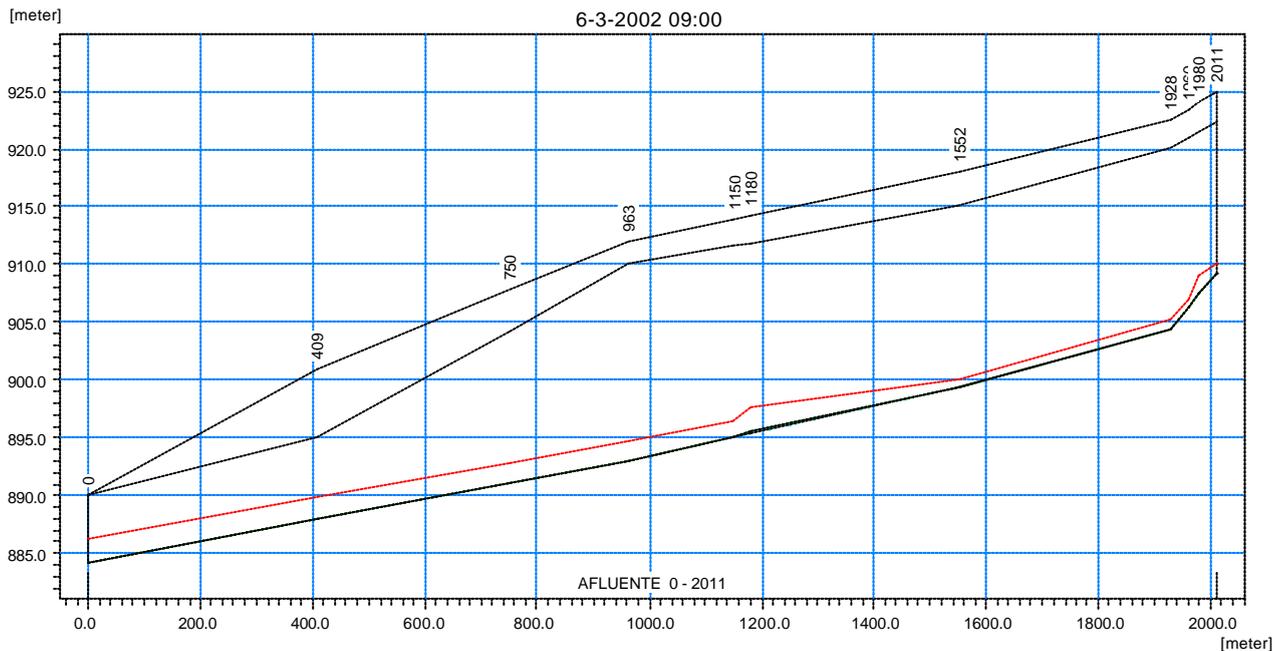
Cenário Atual - Tr 10 anos



**Figura 6.9**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Afluente Mg Direita – Níveis Máximos na Macrodrenagem

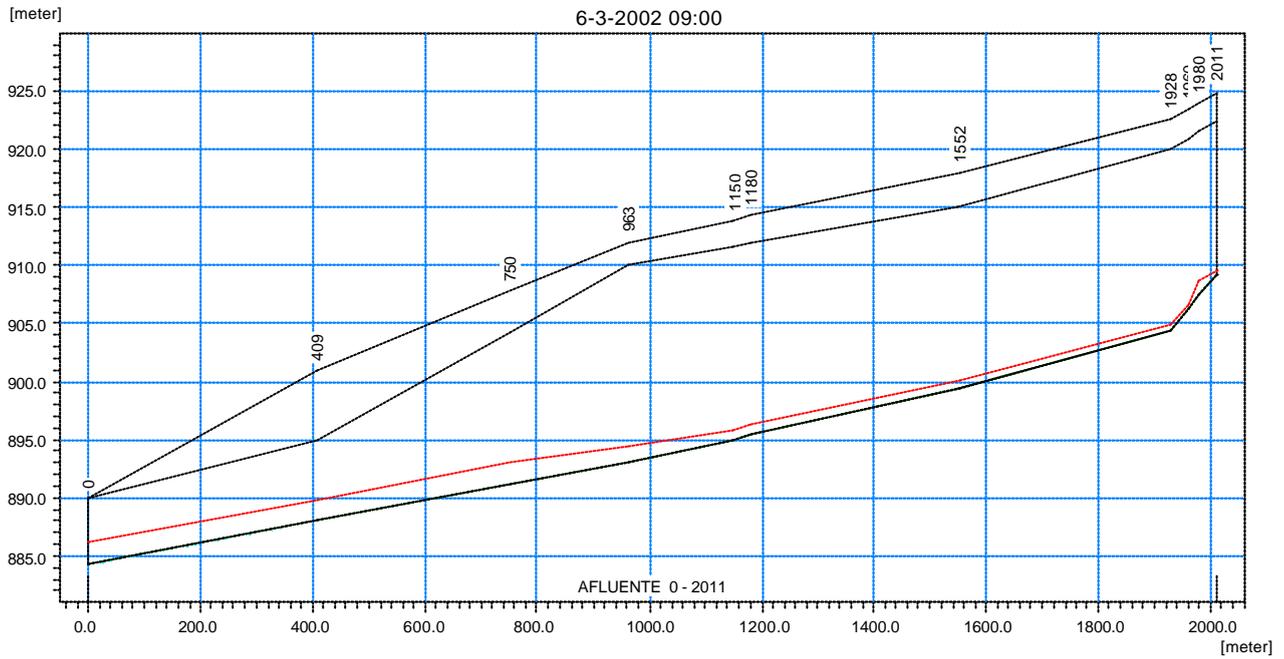
Cenário Tendencial - Tr 10 anos



**Figura 6.10**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Afluente Mg Direita – Níveis Máximos na Macrodrenagem

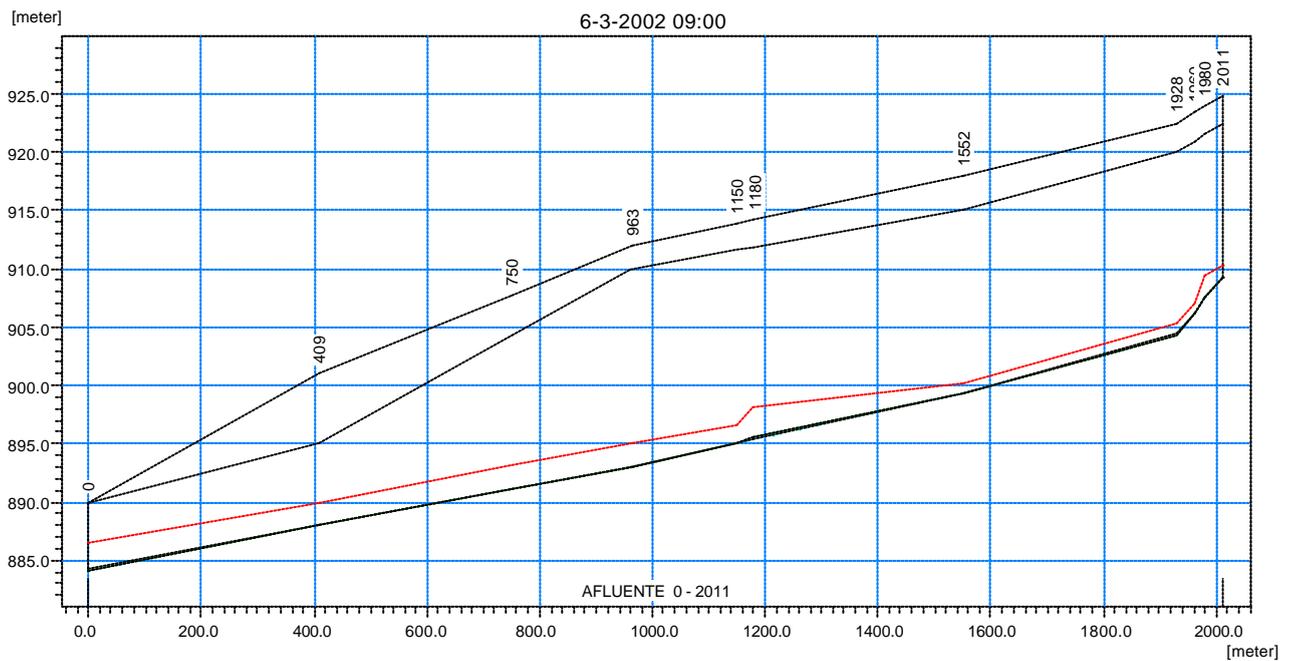
Cenário Dirigido - Tr 10 anos



**Figura 6.11**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Afluente Mg Direita – Níveis Máximos na Macrodrenagem

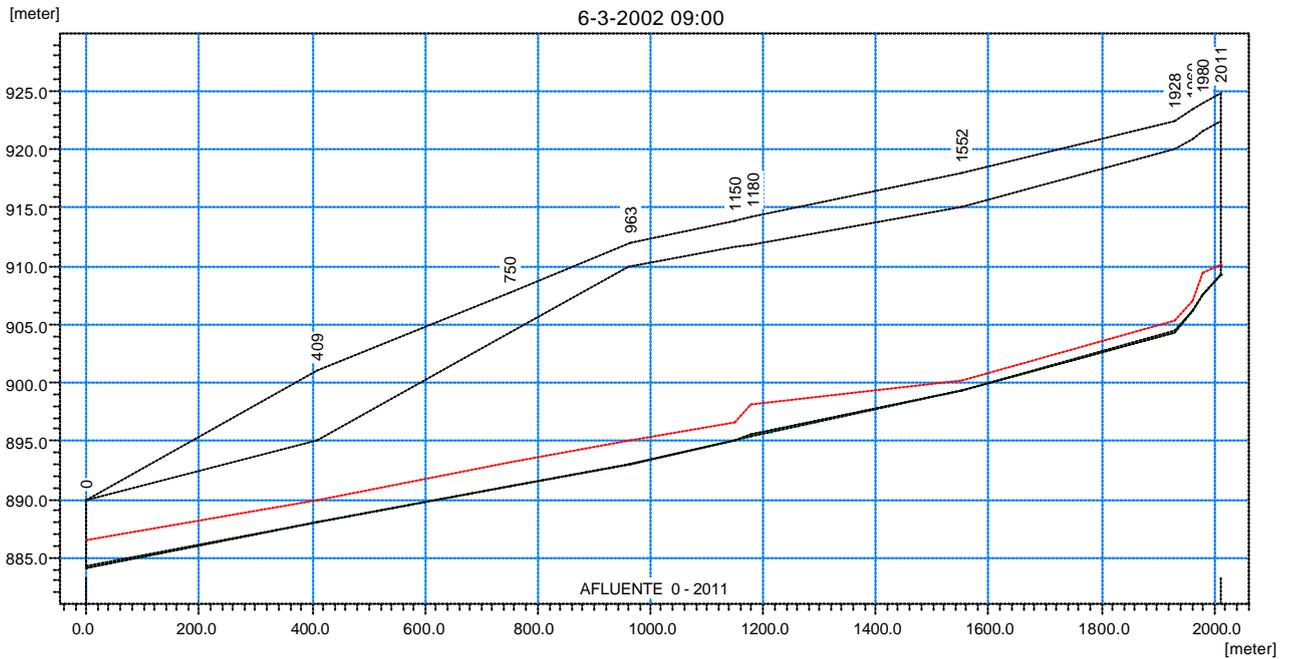
Cenário Atual - Tr 25 anos



**Figura 6.12**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Afluente Mg Direita – Níveis Máximos na Macrodrenagem

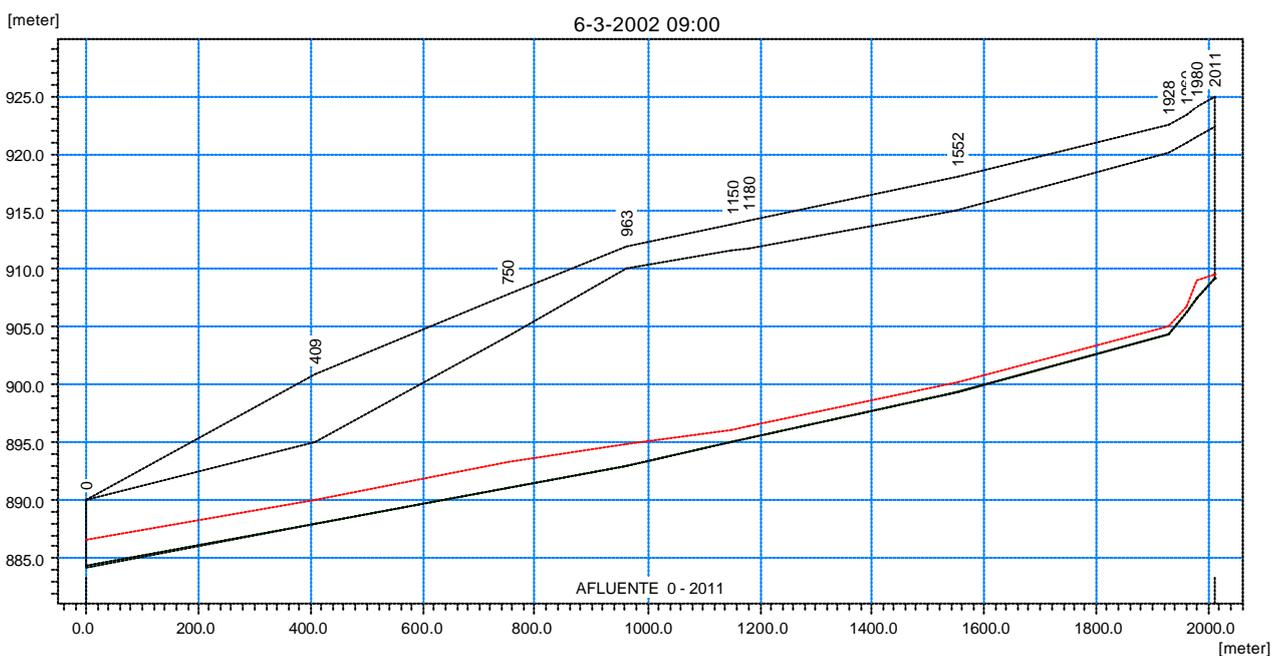
Cenário Tendencial - Tr 25 anos



**Figura 6.13**

Simulação Hidrodinâmica do Ribeirão Ponta Grossa / Afluente Mg Direita – Níveis Máximos na Macrodrenagem

Cenário Dirigido - Tr 25 anos



## 7 MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS PROPOSTAS

### 7.1 MEDIDAS DE CONTROLE PROPOSTAS

A partir das simulações efetuadas, para a determinação das áreas de risco de inundação nas margens do ribeirão Ponta Grossa, foi proposta a implantação de 2 lagoas de acumulação, a substituição de 4 travessias sob vias públicas e 1 travessia sob a rede ferroviária, e o aumento da capacidade hidráulica do canal de um afluente, em um trecho com extensão de 1.260 m, como descrito no capítulo anterior.

A localização das medidas de controle propostas é mostrada nos desenhos CD 1/3 a CD 3/3 contidos no Anexo 8.

O custo estimado para a implantação da totalidade das medidas propostas, a preços de jan/2000, alcança o valor de 4,8 milhões de reais.

#### 7.1.1 Anteprojeto da Lagoa de Acumulação

As principais características destas MCs são mostradas na Tabela 7.1 a seguir:

**Tabela 7.1 Principais Características das Lagoas de Acumulação da Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**

MC Nº	Localização			Situação Fundiária	Tipologia Urbanística	Áreas (m <sup>2</sup> )		Vazões (m <sup>3</sup> /s)	
	Rio	Estaca	Município			Lagoa	Total	Entrada	Saída
PG01-01	Ponta Grossa	6+700	Curitiba	pública	2	42.700	62.200	18,10	2,10
PG01-02	Ponta.Grossa	4+000	Curitiba	particular	1	54.700	74.100	47,96	11,00

Fonte: CH2M HILL

Quanto à urbanização e paisagismo, estas lagoas estão classificadas nas tipologias 1 e 2 como indicado na tabela acima.

As descrições de cada uma das tipologias são as seguintes:

- Tipologia 1- Esta tipologia compreende locais de baixo potencial para intervenção paisagística, e destinados essencialmente à implantação de cobertura vegetal. Ocasionalmente poderão ser implantados caminhos para circulação de pedestres e/ou ciclovias, associados a reduzidas obras de infra-estrutura (em especial de drenagem e iluminação pública) e mobiliário (principalmente bancos, luminárias e lixeiras).
- Tipologia 2 - Esta tipologia envolve locais de baixo a médio potencial para intervenção paisagística, destinada ao tratamento com cobertura vegetal, associada à alocação de equipamentos de pequeno e médio porte. Os equipamentos básicos previstos para a Tipologia 2, são os seguintes:

- . Área de estar, playground, cancha poliesportiva, ciclovia, pista de cooper, área de alimentação e instalações sanitárias.

As plantas de localização das lagoas de acumulação propostas, mostrando as áreas utilizadas para as lagoas e para urbanização e paisagismo, com indicação esquemática dos principais componentes das estruturas hidráulicas constam dos desenhos C004/1 e C004/2 apresentados em anexo.

O custo total estimado (a preços de jan/2000) para a implantação destas MCs é de 4,3 milhões de reais.

A tabela 7.2 a seguir mostra os custos dos principais componentes de cada uma das lagoas.

**Tabela 7.2 Estimativas de Custo das Lagoas de Acumulação - Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**

Lagoa de Acumulação	Custos (R\$x1000)			
	Obras Civas	Desapropriações	Urbanização e Paisagismo	Total
MC PG01-01	948	0	779	1.727
MC PG01-02	653	1.186	734	2.573
Custo Total				4.300

As principais características dos elementos hidráulicos e de urbanização e paisagismo dos anteprojetos das lagoas de acumulação, assim como as estimativas de custos, constam do Volume 4 - Tomo 4.31 deste Relatório Final.

### 7.1.2 Substituição de Travessias Sob Vias Públicas e Ferrovia

Observou-se na modelagem que 05 travessias existentes de rios sob vias públicas e ferrovia apresentam restrições ao fluxo, podendo causar inundações a montante.

Assim, são feitas as seguintes proposições:

- substituir três destas estruturas sob vias públicas por pontilhões de concreto armado;
- substituir uma travessia sob via pública por um bueiro unicelular de concreto armado com altura de 2m e largura 3m;
- reforçar uma travessia existente sob a via férrea com uma tubulação adicional de concreto armado de diâmetro 1,80m.

O custo total estimado para a implantação destas medidas de controle alcança o valor total de R\$ 331.200,00.

Os locais de implantação destas MCs, características principais e custos estimados de cada uma delas constam da Tabela 7.3 a seguir.

**Tabela 7.3 Travessias sob Vias Públicas a Serem Substituídas - Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**

MC	Rio	Estaca	Nova Travessia	Custo (R\$)
PG01-03 (1)	Ponta Grossa	6+257	Reforço Tubo de concreto D=1,8 m	81.200,00
PG01-04	Ponta Grossa	5+439	Bueiro unicelular de concreto 3m x 2 m	85.000,00
PG01-05	Ponta Grossa	2+400	Pontilhão de concreto Armado - Vão 6 m	55.000,00
PG01-06	Ponta Grossa	1+507	Pontilhão de Concreto Armado - Vão 6 m	55.000,00
PG02-01	Afluente Margem Direita	1+167	Pontilhão de Concreto Armado - Vão 6 m	55.000,00
<b>Custo Total</b>				<b>331.200,00</b>

(1) Reforço da travessia existente sob a ferrovia

### 7.1.3 Aumento da Capacidade Hidráulica do Canal do Afluente da Margem Direita

A MC PG02-02 propõe o aumento da capacidade do canal do afluente da margem direita do rio Ponta Grossa, no trecho entre as estacas 0+750 e 2+010, no qual seriam implantadas as seguintes ações:

- Aumento da seção de vazão com alargamento do canal;
- Regularização dos taludes laterais e do fundo;
- Proteção dos taludes com grama.

A Tabela 7.4 a seguir mostra a localização e as principais características desta medida proposta.

**Tabela 7.4 - Principais Características da MC Proposta para Aumento de Capacidade do Canal do rio Afluente da Margem Direita**

Medida de Controle	Características Principais
MC PG02-02	Localização do trecho: entre estacas 0+750 e 0+963 Extensão: 213 m Seção Atual: base $b = 2$ m ; altura $h = 2$ m Seção Proposta: base $b = 4$ m; altura $h = 2$ m;
	Localização do trecho: entre estacas 0+963 e 1+1+150 Extensão: 187 m Seção Atual: base $b = 1,7$ m ; altura $h = 1,55$ m, Seção Proposta: base $b = 6$ m; altura $h = 1,55$ m
	Localização do trecho entre estacas 1+150 e 2+010 Extensão: 860 m Seção atual: base $b=1$ m, altura $h = 0.6$ m Seção Proposta: base $b=6$ m; altura $h=0,6$

Fonte: CH2M HILL

Os custo estimado para a execução desta medida é de R\$ 162.000,00.



**ANEXO 1 – RESSALVAS**

---

## ANEXO 1 – RESSALVAS

Neste item são abordadas as ressalvas ao trabalho de espacialização das áreas de risco de inundação na área do município de Curitiba. Nessa área a base cartográfica do SIGRH, utilizada no estudo das linhas de inundação, apresenta baixa densidade de informações altimétricas, gerando resultados inconsistentes.

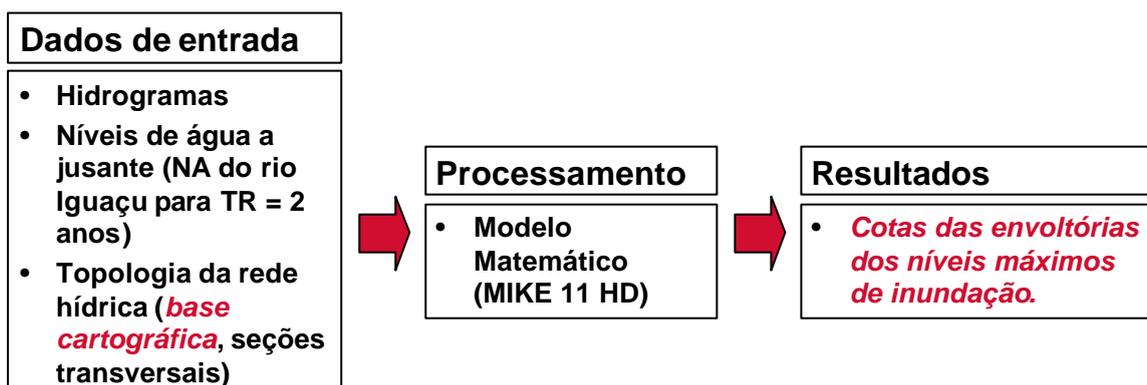
A modelagem das linhas de inundação é feita basicamente em duas etapas. A primeira, representada no diagrama da Figura A1, consiste na obtenção das cotas de inundação com a utilização de modelo matemático. A descrição topológica do sistema, obtida da base cartográfica, é um dos dados de entrada utilizados nessa etapa.

A segunda etapa, ilustrada no diagrama da Figura A2, consiste na geração das plantas de áreas inundáveis, com a utilização de um modelo de espacialização. Nesta etapa, dentre outros, são utilizados como dados de entrada os resultados da etapa anterior e a grade altimétrica que representa a topografia do terreno.

**Figura A1**

Primeira etapa da modelagem matemática das linhas de inundação.

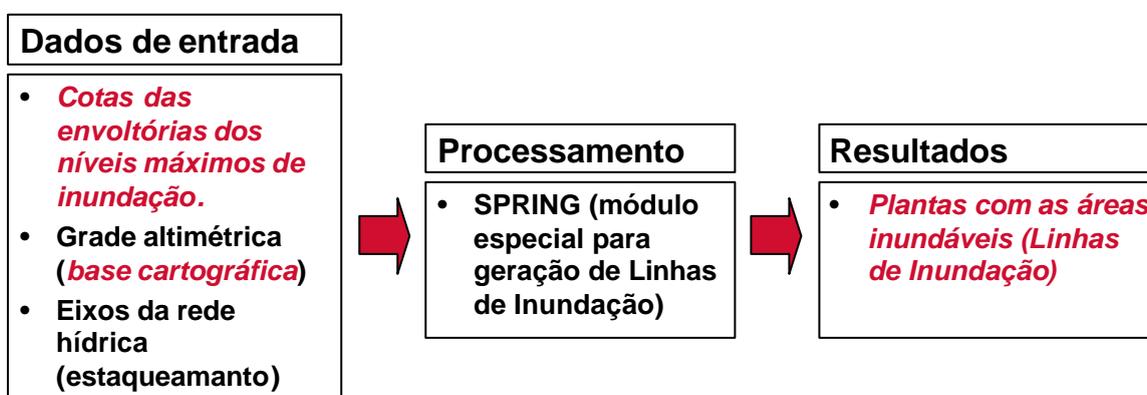
*O modelo processa os dados de entrada gerando os resultados que serão utilizados na etapa posterior.*



**Figura A2**

Segunda etapa da modelagem matemática das linhas de inundação.

*O modelo processa os dados de entrada gerando as plantas com as áreas de risco de inundação.*



O trabalho de modelagem consiste, portanto, basicamente na transformação dos *dados de entrada*, fornecidos aos modelos, em *resultados*. Quanto mais precisos e confiáveis esses dados, tanto mais precisos e confiáveis são os resultados.

A altimetria de Curitiba tem como origem plantas antigas do IPPUC e é representada no SIGRH somente pelas curvas de nível mestras, isto é: apenas por uma curva de nível a cada 5 m e sem cotas de pontos notáveis (como cruzamentos de vias públicas, talvegues ou pontos altos).

O modelo hidrodinâmico utilizado para o estudo da macrodrenagem tem a capacidade de simular níveis de água, com precisão maior que decímetro. Dadas essas características da base cartográfica, variações de nível menores que 5 m não são representadas de forma coerente em planta.

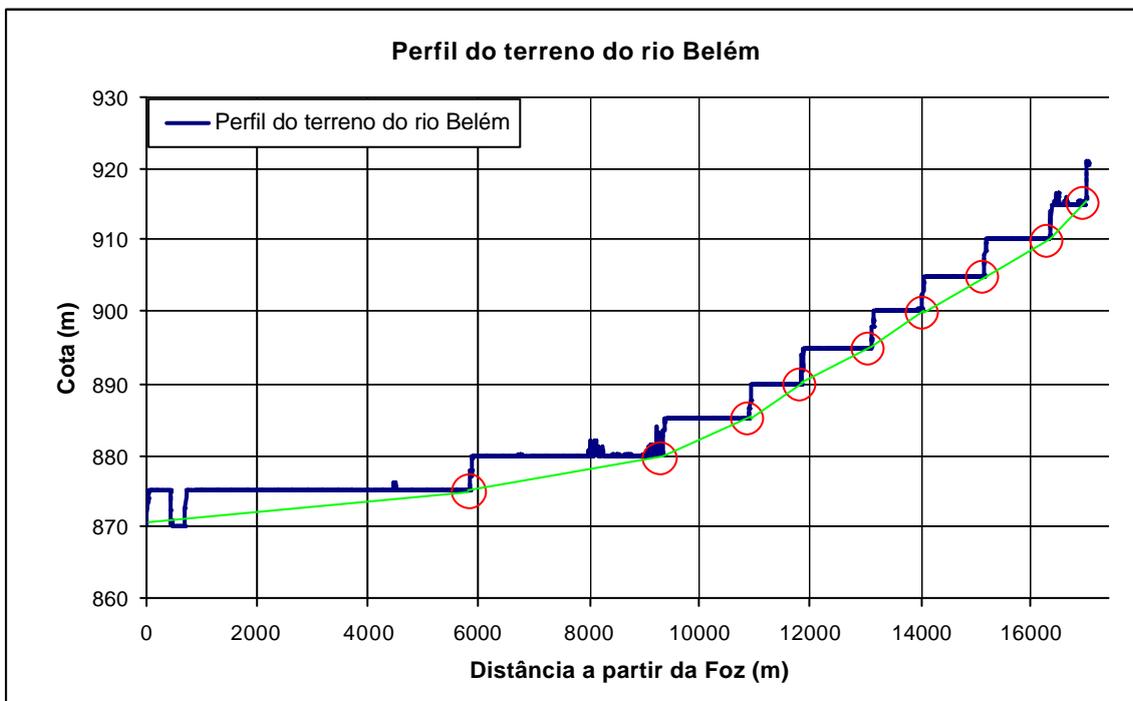
Também devido a essas características, a grade altimétrica regular do Modelo Digital do Terreno, gerada através do software Spring, não representa a topografia com exatidão. As seções transversais e perfis da macrodrenagem, obtidos a partir dessa grade, apresentam patamares horizontais, entre as curvas de nível.

A Figura A3 mostra, a título de exemplo, o perfil do terreno ao longo do eixo do rio Belém obtido por interpolação sobre a grade regular. Na figura notam-se os patamares formados ao longo do caminhamento do rio. Os pontos onde o traçado do rio cruza com as curvas de nível correspondem aos círculos vermelhos.

### Figura A3

Perfil do terreno ao longo do eixo do rio Belém

O perfil representado no MDT, gerado a partir da base do SIGRH, apresenta patamares horizontais que, na escala das cartas apresentadas no Plano Diretor de Drenagem, gera distorções nas linhas de inundação.



Devido aos patamares horizontais gerados pelo modelo para representar o rio, os resultados das simulações hidrodinâmicas ficam prejudicados, uma vez que a representação apurada do perfil é fundamental para se obter resultados confiáveis.

No exemplo acima, trechos horizontais como, por exemplo, entre as distâncias 0 e 6.000 m acabam sendo interpretados, pelo modelo de espacialização das manchas de inundação, como uma espécie de lago. No modelo hidrodinâmico, devido ao patamar com declividade nula, os níveis de água calculados são maiores do que os que seriam obtidos para um perfil gradual, dificultando também a análise das áreas de risco. Nesse caso foi necessário utilizar-se de alguns artifícios para que esse tipo de problema não inviabilizasse completamente o trabalho.

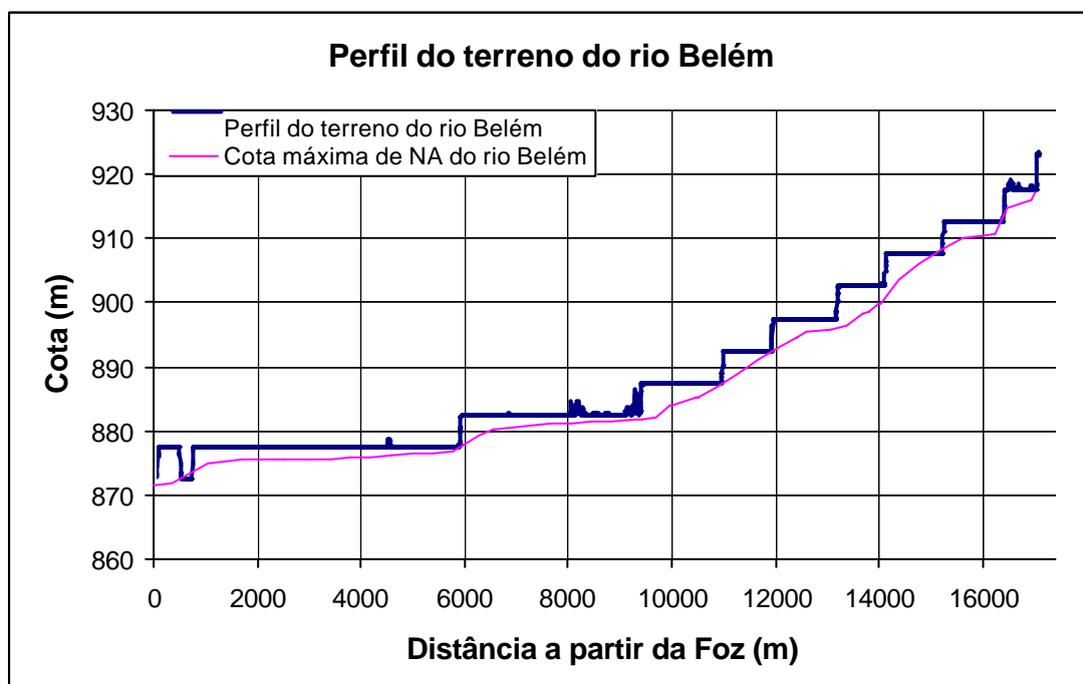
A espacialização das inundações apresenta também outros problemas devido às limitações da base cartográfica. A Figura A4 mostra como as cotas de nível de água são interpoladas sobre o MDT (Modelo Digital do Terreno).

As manchas que representam as áreas de risco são desenhadas pelo modelo nos locais onde o nível de água está acima do terreno. Como o terreno é representado por uma sucessão de degraus, estas áreas, quando transcritas para as plantas, acabam sendo truncadas, como se existisse uma série de obstáculos ao longo de seu caminhamento.

#### Figura A4

Perfil do terreno e da envoltória dos níveis máximos de inundação ao longo do eixo do rio Belém

*As manchas de inundação são desenhadas sempre que a cota do nível de inundação é maior que a cota do terreno. Neste caso, devido aos patamares gerados no MDT, as manchas são interrompidas bruscamente a cada patamar.*



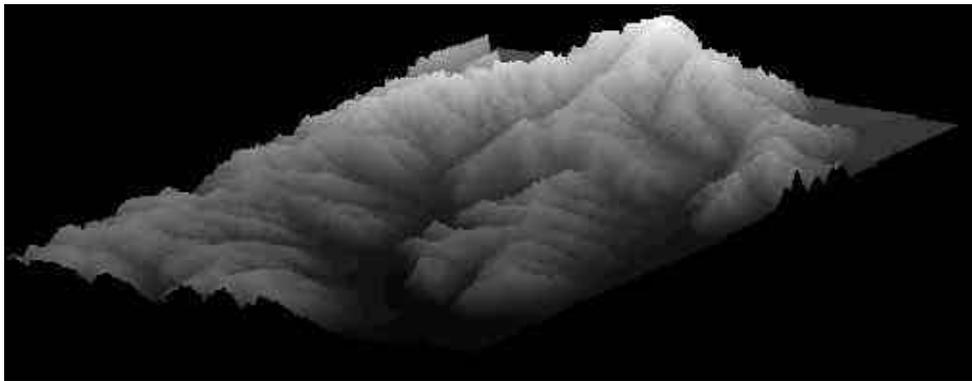
As duas figuras seguintes ilustram a conformação altimétrica representada pela grade regular gerada pelo software SPRING, numa visualização em 3 dimensões, com imagens em níveis de cinza. As partes mais escuras das figuras representam cotas mais baixas e as partes mais claras representam cotas mais altas da bacia.

A primeira figura é uma vista geral da bacia e a segunda mostra, em uma escala maior, um detalhe próximo à foz, onde é possível perceber os patamares representados pelos diferentes tons de cinza.

#### **Figura A5**

Representação da conformação topográfica da bacia do Rio Belém

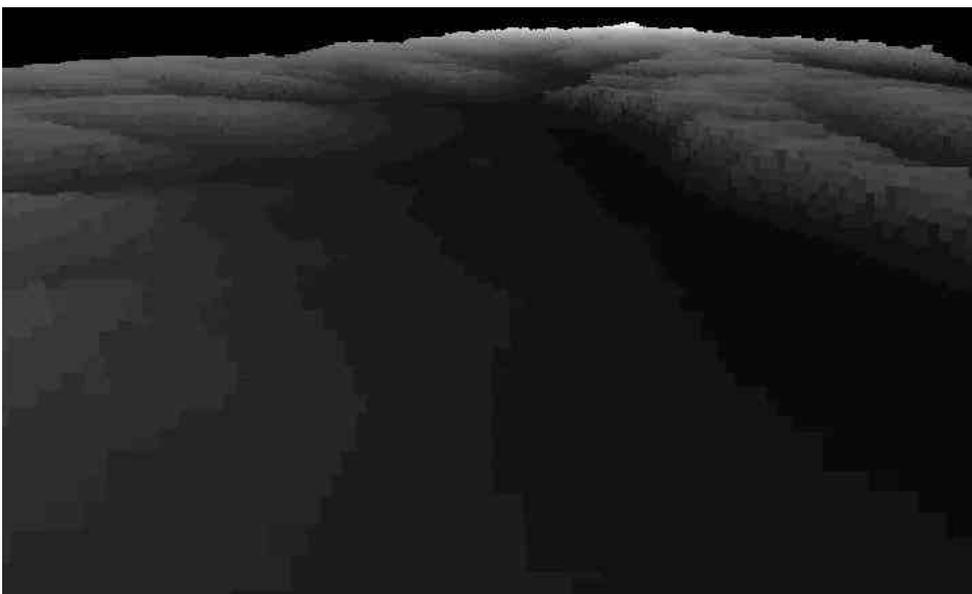
*Os tons claros representam as cotas mais altas e os escuros, as mais baixas.*



#### **Figura A6**

Representação da conformação topográfica de parte da bacia do Rio Belém

*Nesta figura, que mostra um detalhe ampliado da Figura A5, é possível perceber as variações bruscas da altimetria que, nos perfis do terreno, são representadas como patamares horizontais.*



Deve-se destacar que esses problemas na geração das linhas de inundação são praticamente desprezáveis nas áreas onde a base cartográfica do SIGRH foi montada a partir de outras cartas, que não as do IPPUC.

Nas áreas cobertas pelas cartas escala 1:2.000 do programa ParanaCidade, a base apresenta curvas de nível a cada metro e cotas dos pontos notáveis.

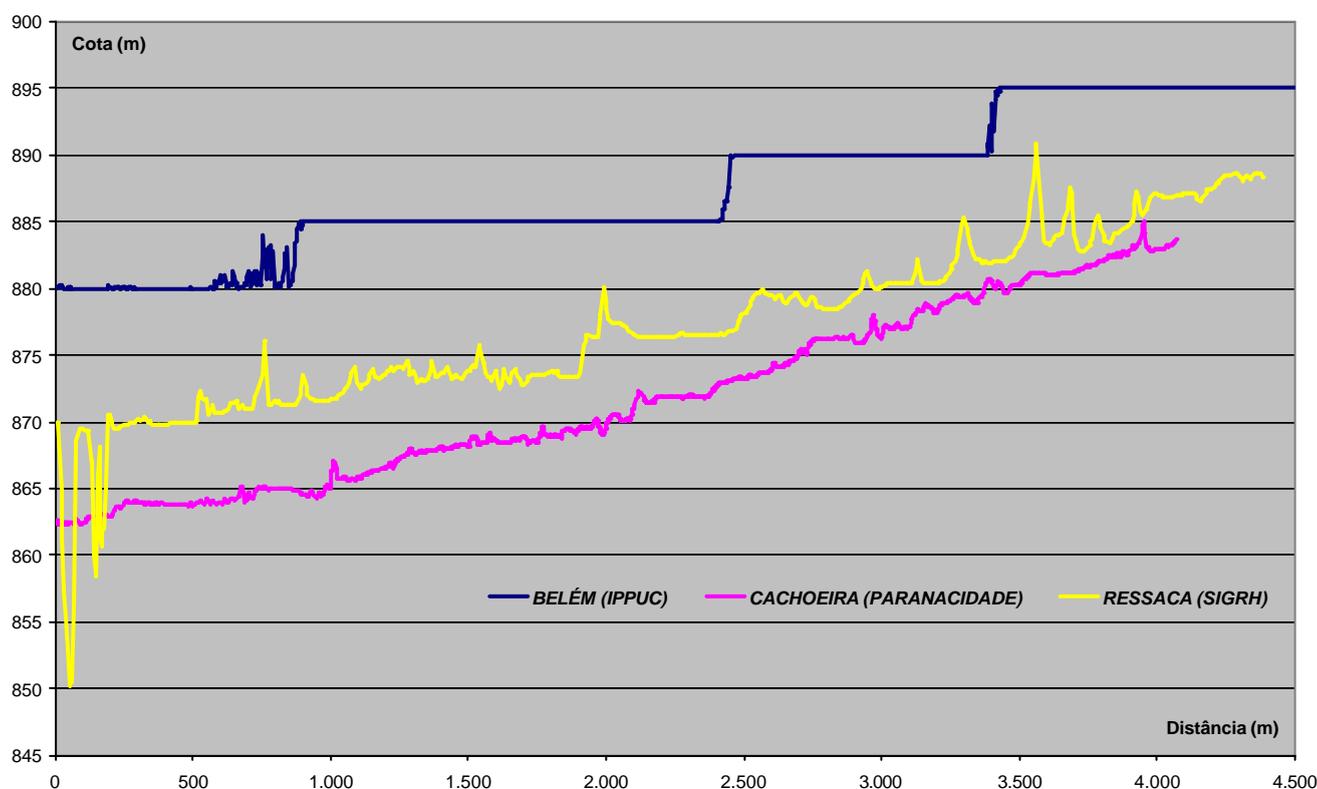
Nas áreas cobertas pela restituição elaborada recentemente pela SUDERHSA a cartografia apresenta cotas de pontos notáveis e cotas ao longo dos eixos dos rios, embora seja na escala 1:10.000 com curvas de nível a cada 5 m.

A figura A7 mostra uma comparação dos perfis longitudinais obtidos a partir das três bases cartográficas que compõem o SIGRH: trecho do rio Belém na área onde as cartas do SIGRH foram elaboradas a partir das cartas do IPPUC; trecho do rio da Cachoeira, onde as cartas do SIGRH foram elaboradas a partir das cartas escala 1:2.000 do programa ParanaCidade; trecho do rio da Ressaca onde as cartas do SIGRH foram elaboradas a partir da restituição aerofotogramétrica, escala 1:10.000 elaborada recentemente pela SUDERHSA.

#### Figura A7

Trechos dos perfis dos rios Belém, da Cachoeira e da Ressaca obtidos do MDT gerado a partir da base cartográfica do SIGRH.

A figura mostra os níveis de detalhes obtidos em locais da Bacia do Alto Iguaçu mapeados, na base do SIGRH, a partir de fontes diferentes.



No exemplo da figura acima notam-se as grandes variações de cotas obtidas entre duas curvas de nível para os casos do rio da Cachoeira e do rio da Ressaca. Os picos que aparecem nesses dois perfis, por exemplo, representam travessias do sistema viário. Já o perfil do rio Belém se mostra muito pobre em informações. Como a confiabilidade dos resultados é função da qualidade e precisão dos dados de entrada, é possível afirmar, pelas razões expostas, que as linhas de inundação geradas pela modelagem matemática, na área do município de Curitiba, não representam com a devida precisão as áreas de risco apresentadas no Plano Diretor de Drenagem.

Entretanto isso não invalida o trabalho realizado. Embora com precisão menor que para outras áreas, foi feito o pré-dimensionamento das medidas estruturais de controle, mesmo para as bacias cobertas por uma cartografia de precisão não apropriada, através de avaliações e recursos descritos nos relatórios. Além disso, os mesmos processos desenvolvidos no Plano Diretor de Drenagem, podem ser utilizados no futuro quando estiverem disponíveis bases cartográficas mais detalhadas.

## **ANEXO 2 – TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO**

---

TABELA 4.1  
BACIA DO PONTA GROSSA - CÁLCULO DOS TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO

Sub-Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Trecho	Velocidade Média (m/s)	L (m)	H (m)	Tempos de Concentração (h)				1999			2020			CN Atual	CN Tendencial
						Kirpich	Cinemático	Germano	Adotado	Densidade (hab/ha)	Área Imperm.		Densidade (hab/ha)	Área Imperm.			
											%	(Km <sup>2</sup> )		%	(Km <sup>2</sup> )		
A1	0,729	Ponta Grossa Cabec.	s/ dados	1.148	26,65	0,31	-	-	<b>0,31</b>	20,77	3,84	0,03	20,77	3,84	0,03	84,15	84,40
A2	2,514	Ponta Grossa Dist. 1	s/ dados	1.101	32,5	0,28	-	-	<b>0,28</b>	24,16	5,77	0,15	24,16	5,77	0,15	82,64	83,12
A3	0,554	Afluente Cabec.	s/ dados	844	20	0,25	-	-	<b>0,25</b>	1,61	0,00	0,00	1,61	0,00	0,00	76,52	76,67
A4	0,878	Afluente Dist.	s/ dados	484	15	0,14	-	-	<b>0,17</b>	13,26	0,00	0,00	13,26	0,00	0,00	80,73	81,48
A5	7,127	Ponta Grossa Dist. 2	s/ dados	1.074	35	0,26	-	-	<b>0,26</b>	2,80	0,00	0,00	2,80	0,00	0,00	75,57	75,98

Obs.: Foi adotado o tempo de concentração mínimo de 0,17 h.

## **ANEXO 3 – HIDROGRAMAS DE ENTRADA**

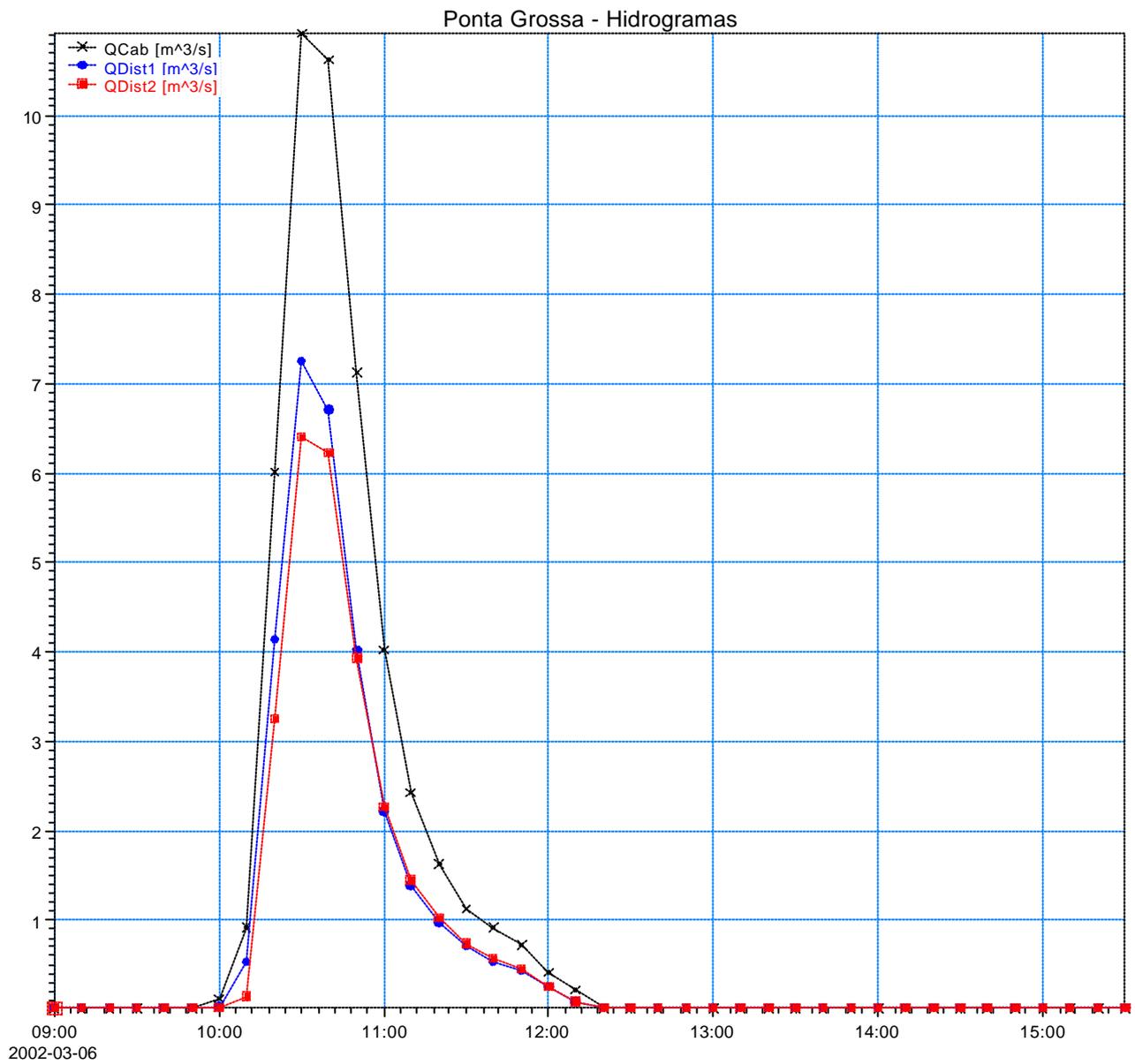
---

Rio Ponta Grossa  
Cenário Atual (TR = 10 anos)

Hidrograma: 18 — x x x

Hidrograma: 13 a 17 — \* \* \*

Hidrograma: 2 a 11 — ■ ■ ■

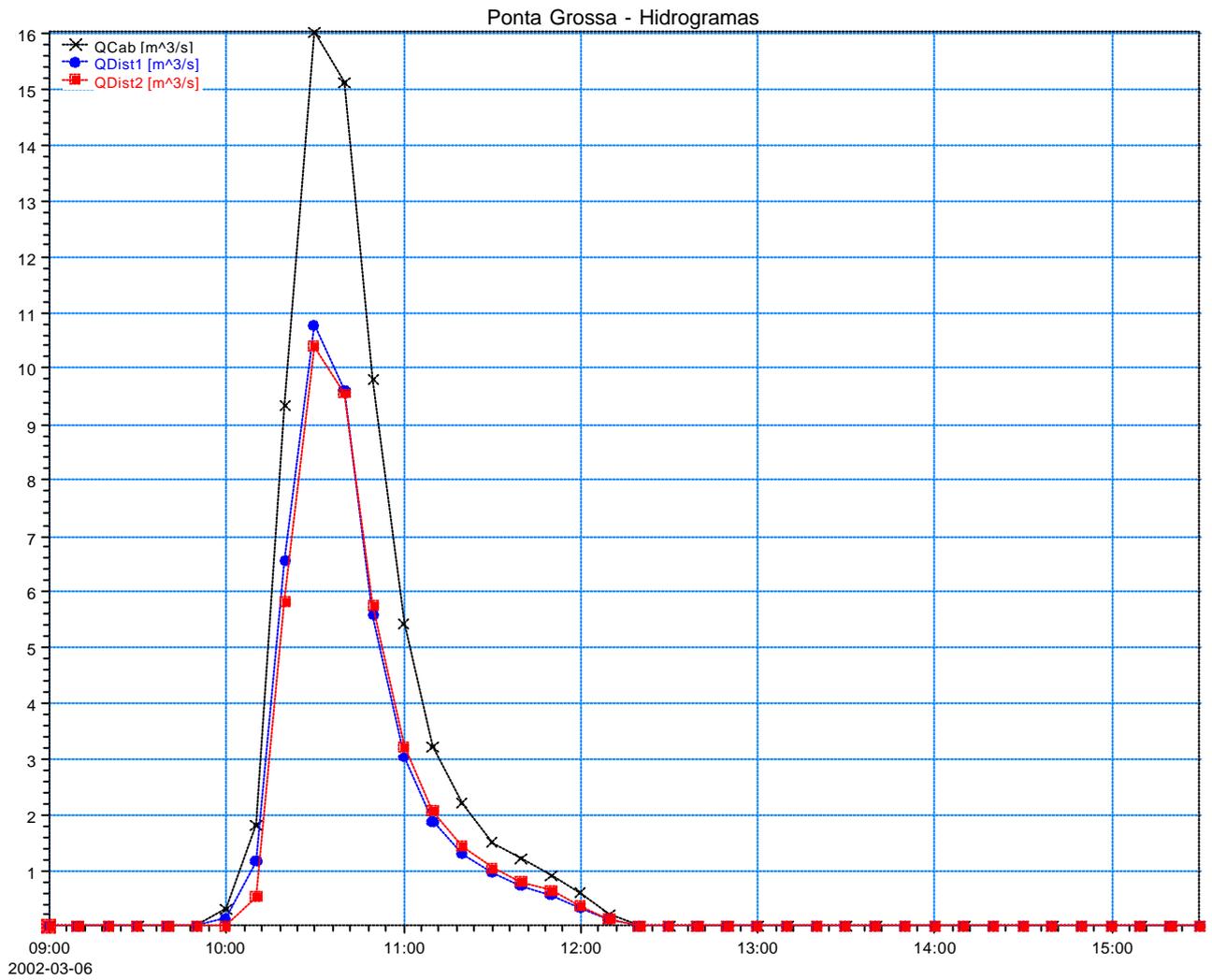


Rio Ponta Grossa  
Cenário Atual (TR = 25 anos)

Hidrograma: 18      - x x x

Hidrograma: 13 a 17      - \* \* \*

Hidrograma: 2 a 11      - ■ ■ ■

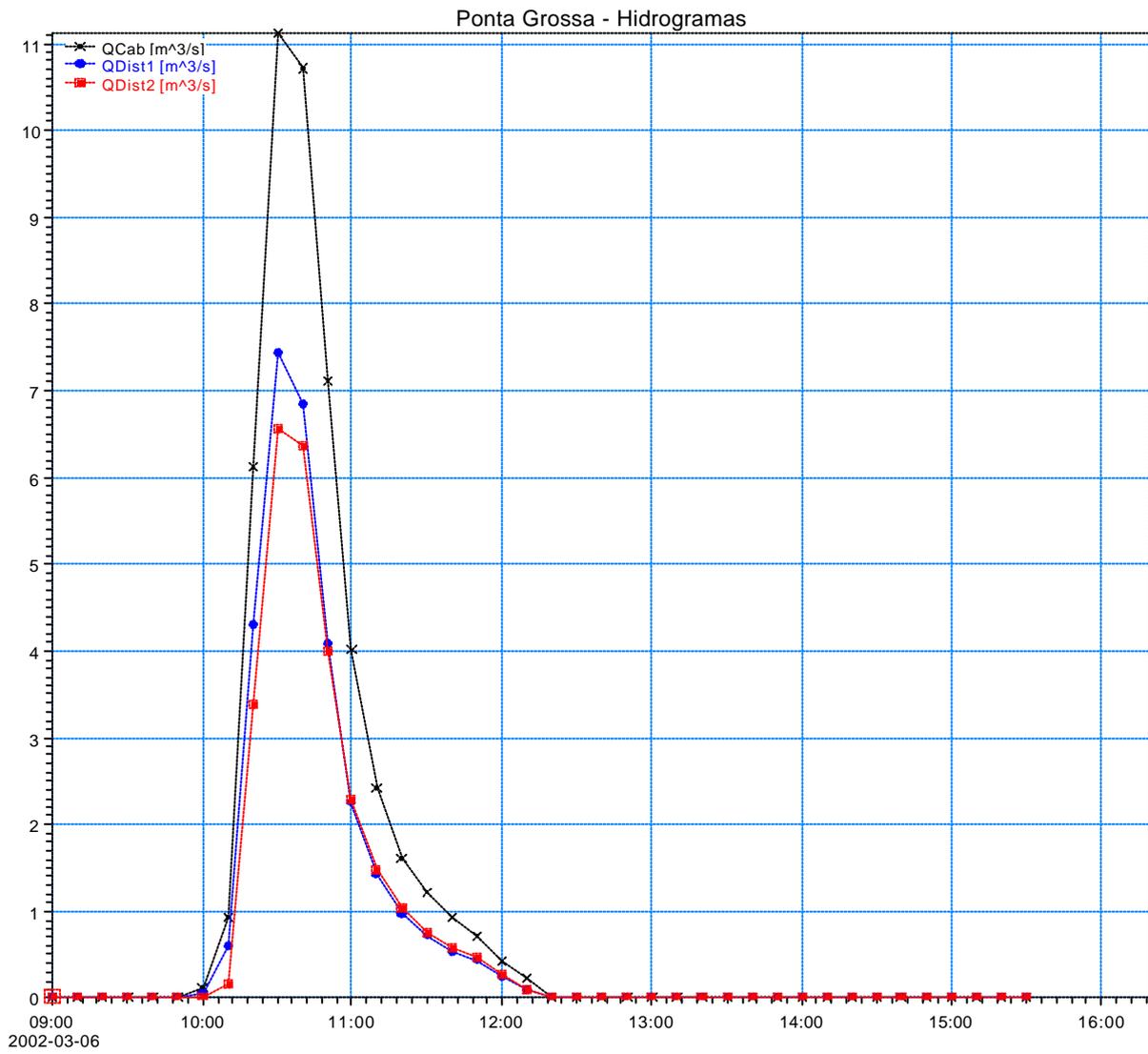


Rio Ponta Grossa  
Cenário Tendencial (TR = 10 anos)

Hidrograma: 18      - x x x

Hidrograma: 13 a 17      - \* \* \*

Hidrograma: 2 a 11      - ■ ■ ■

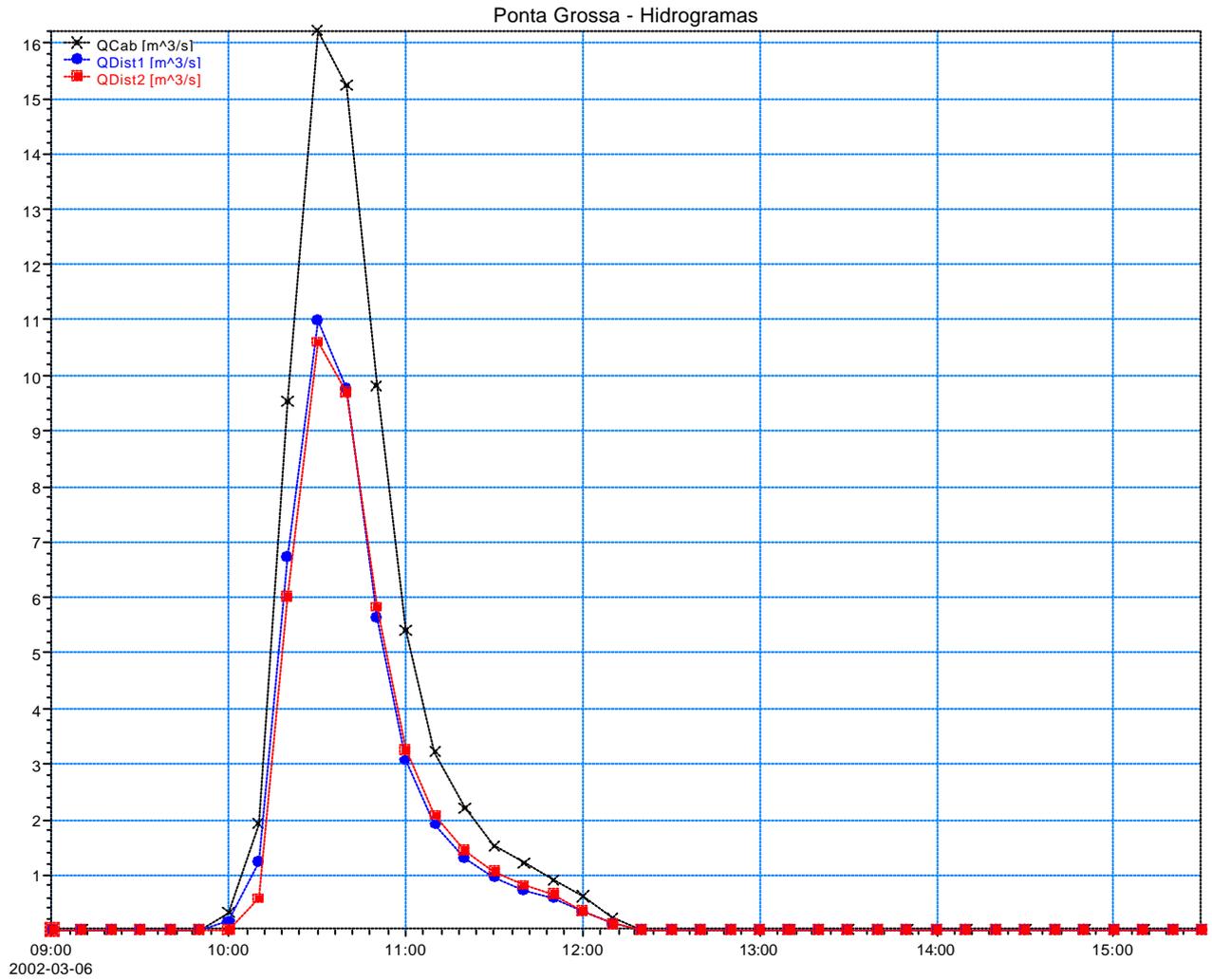


Rio Ponta Grossa  
Cenário Tendencial (TR = 25 anos)

Hidrograma: 18      - x x x

Hidrograma: 13 a 17      - \* \* \*

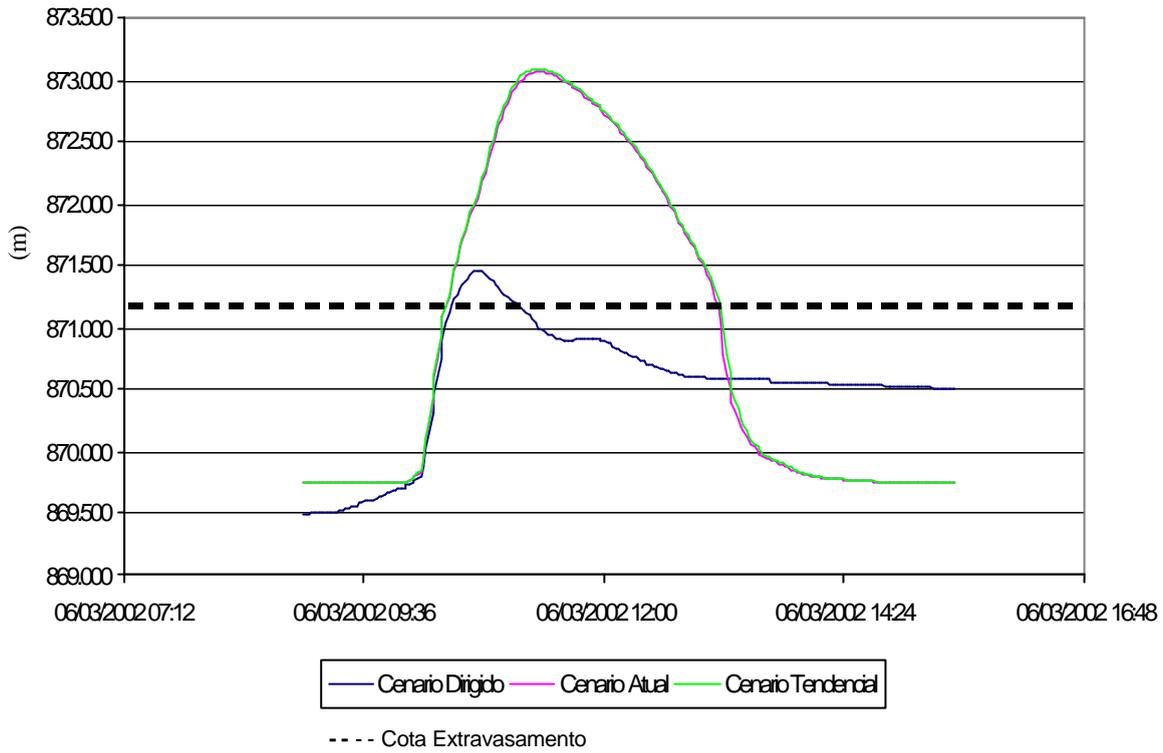
Hidrograma: 2 a 11      - ■ ■ ■



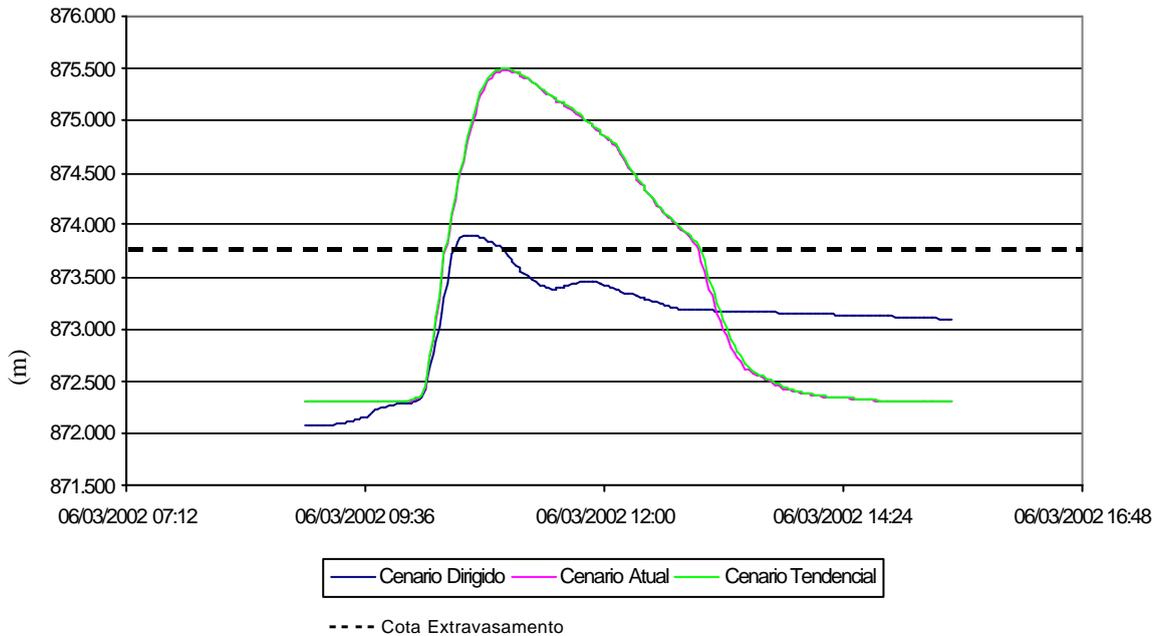
**ANEXO 4 – COTAGRAMAS**

---

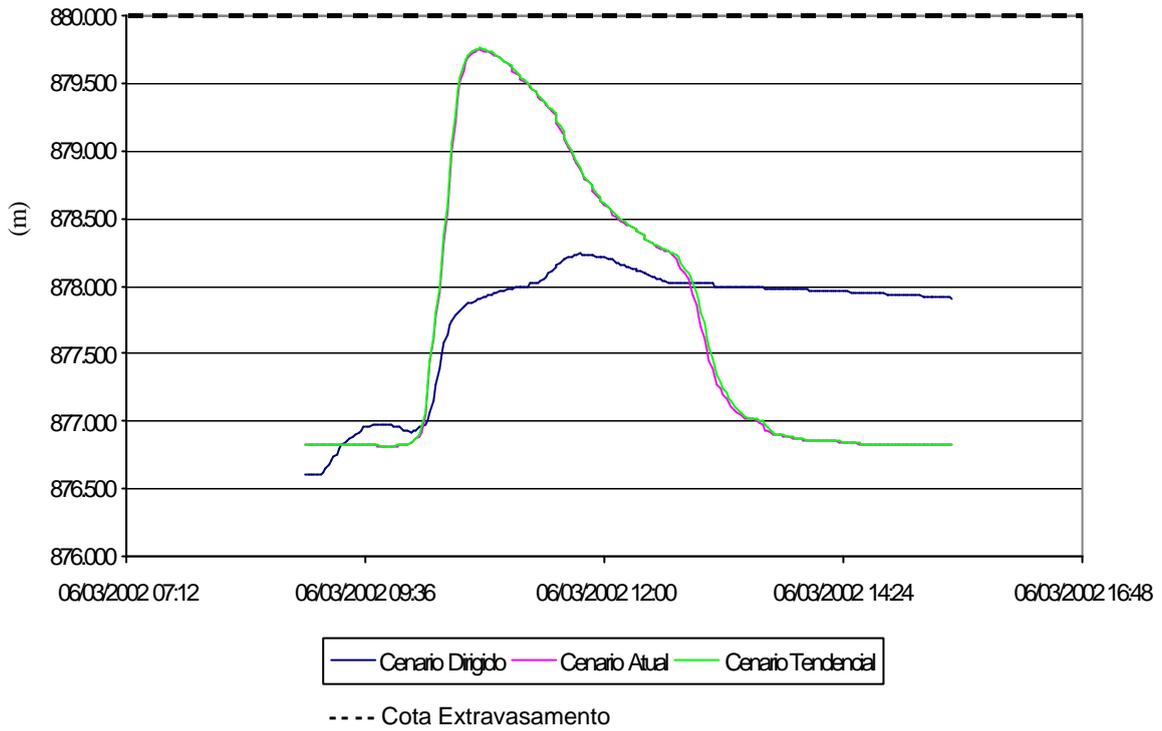
**Cotagrama Seção 1 + 550  
Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



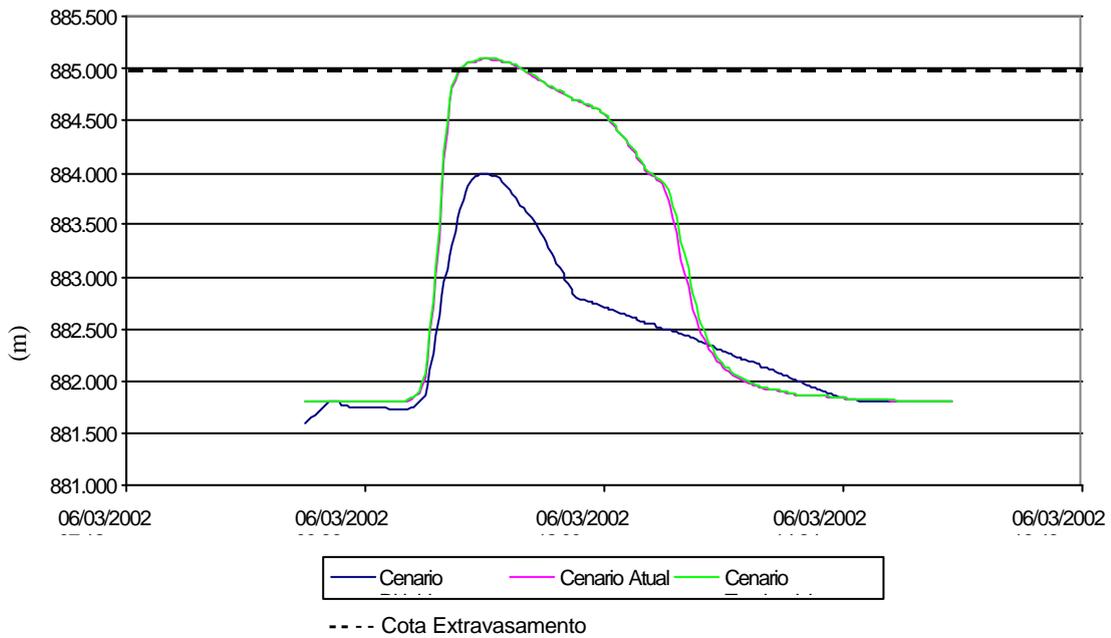
**Cotagrama Seção 2 + 450  
Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos**



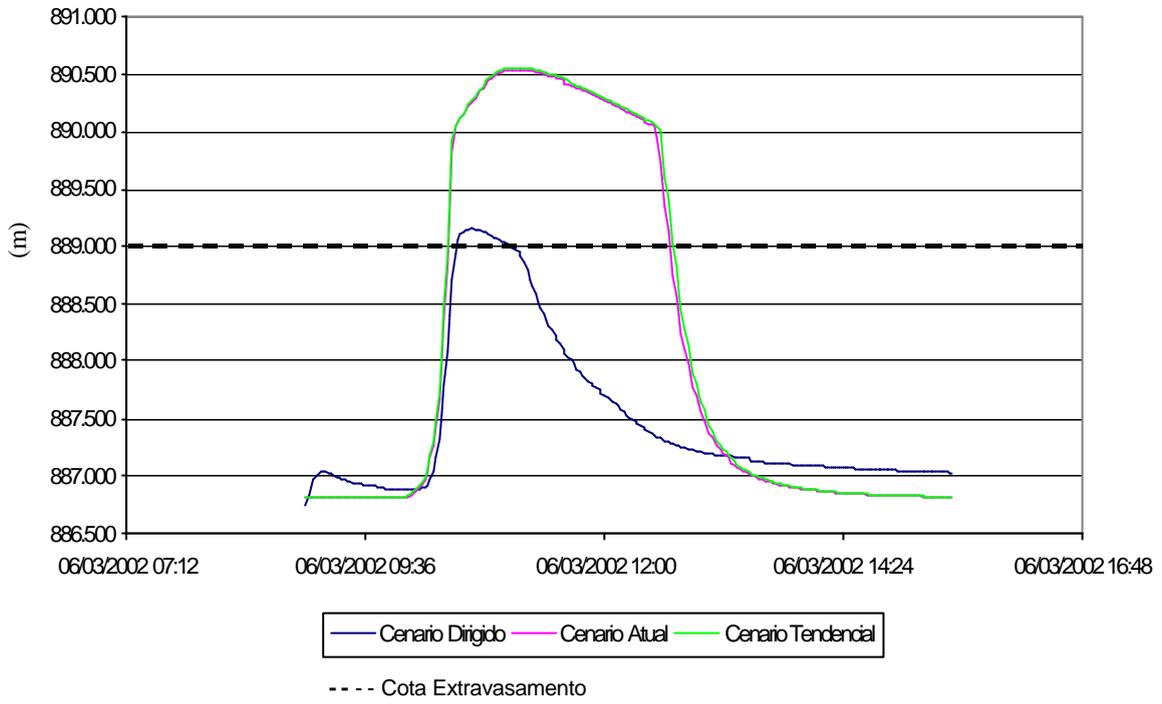
**Cotagrama Seção 3 + 975**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



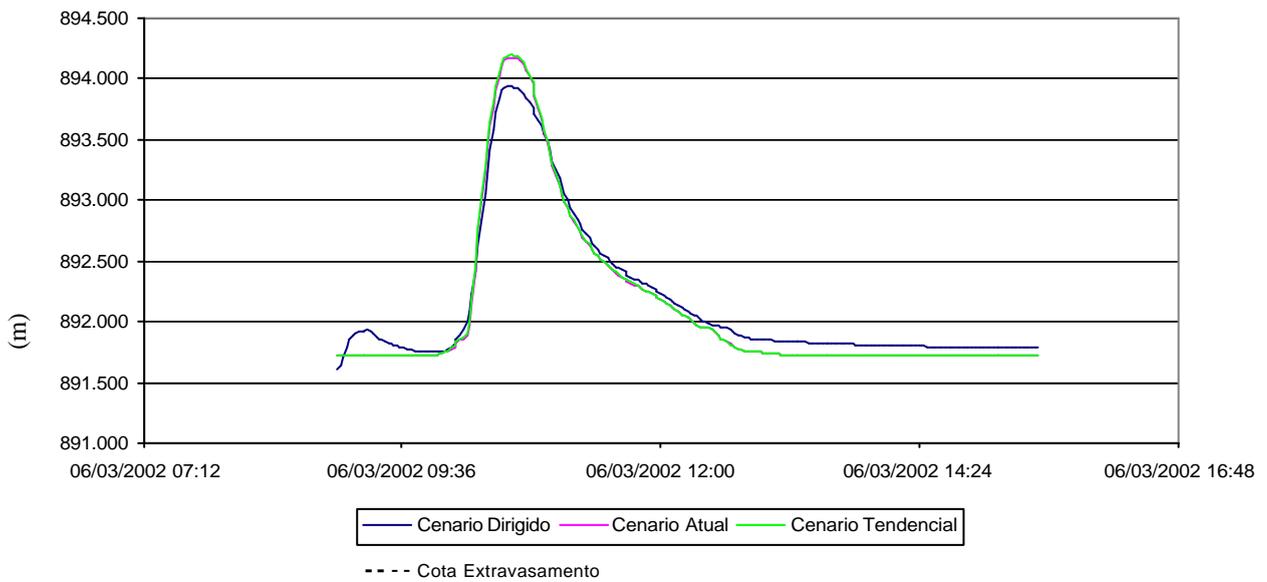
**Cotagrama Seção 5 + 444**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



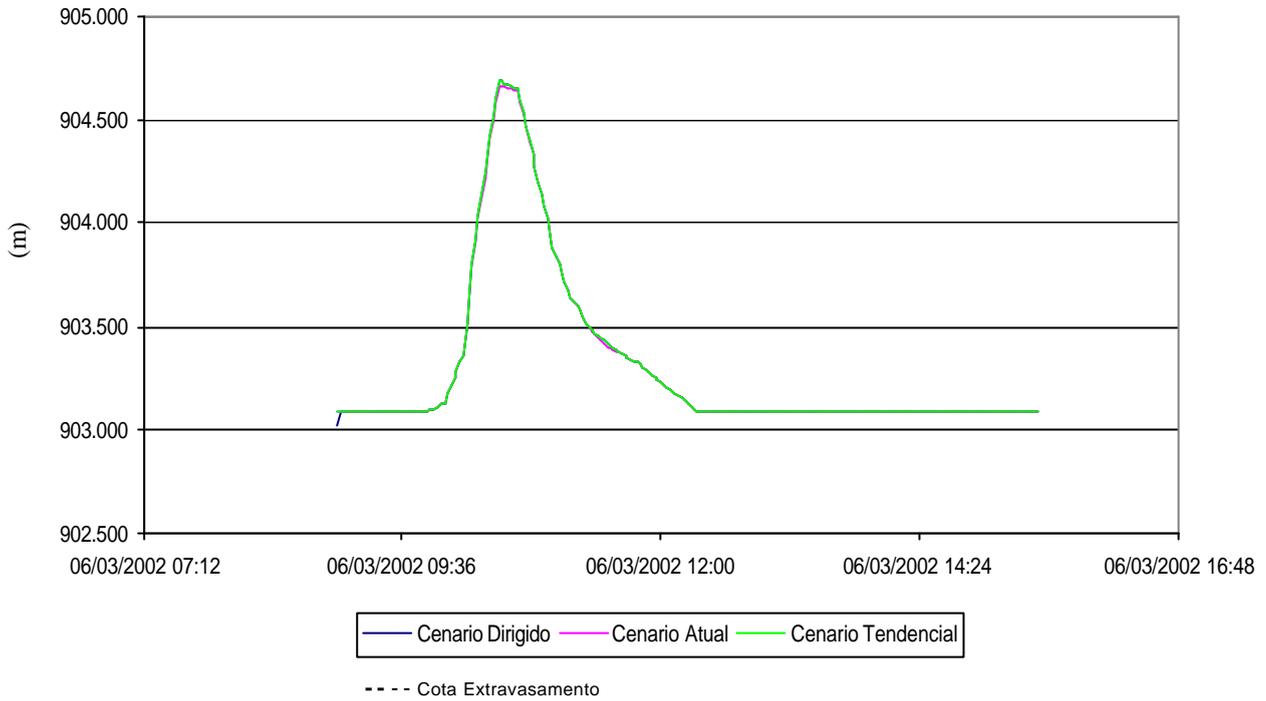
**Cotograma Seção 6 + 470**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



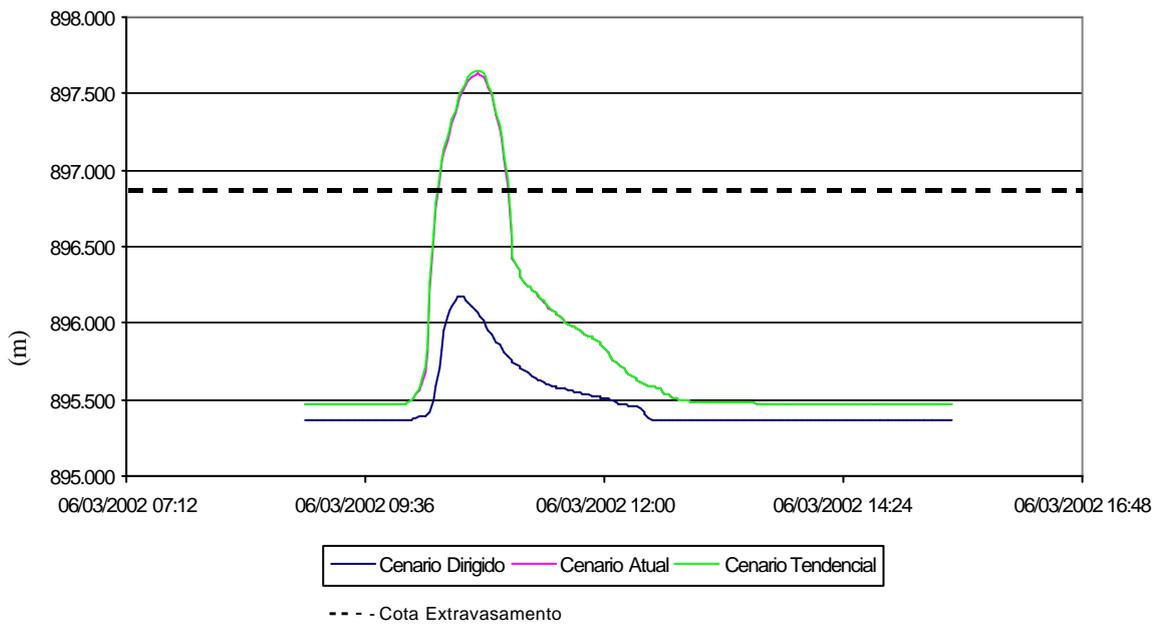
**Cotograma Seção 7 + 450**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



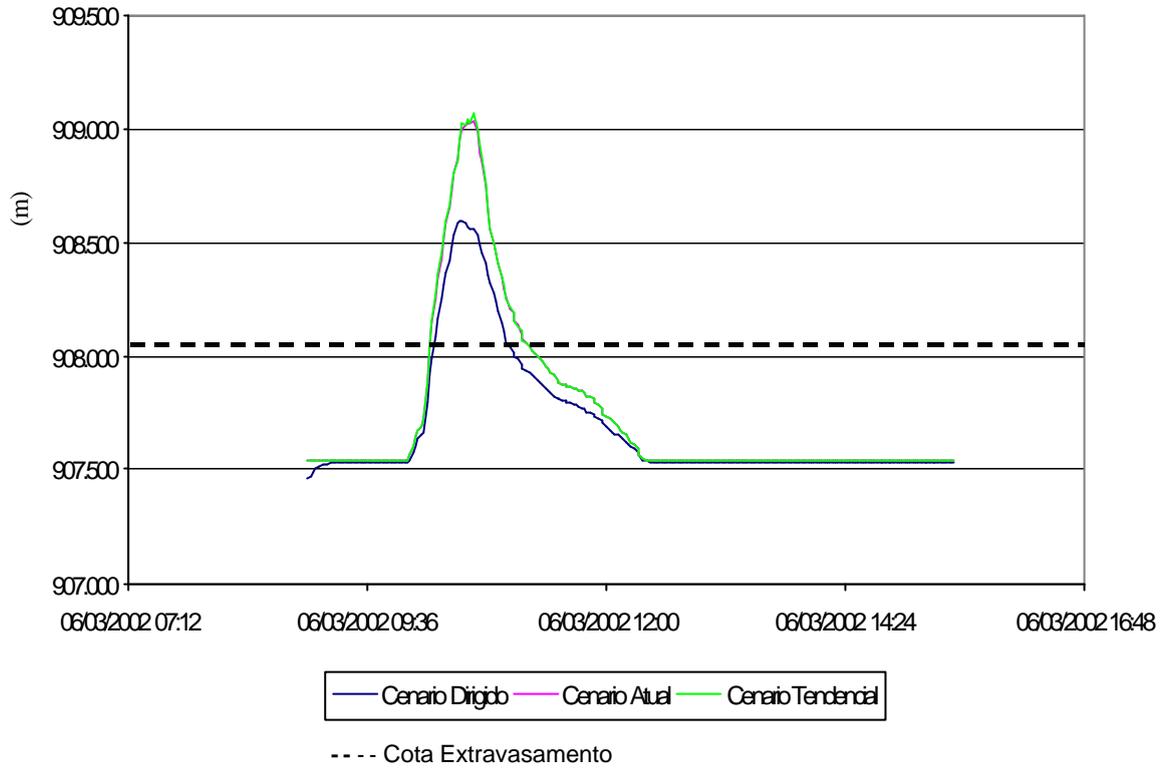
**Cotagrama Seção 8 + 503  
Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



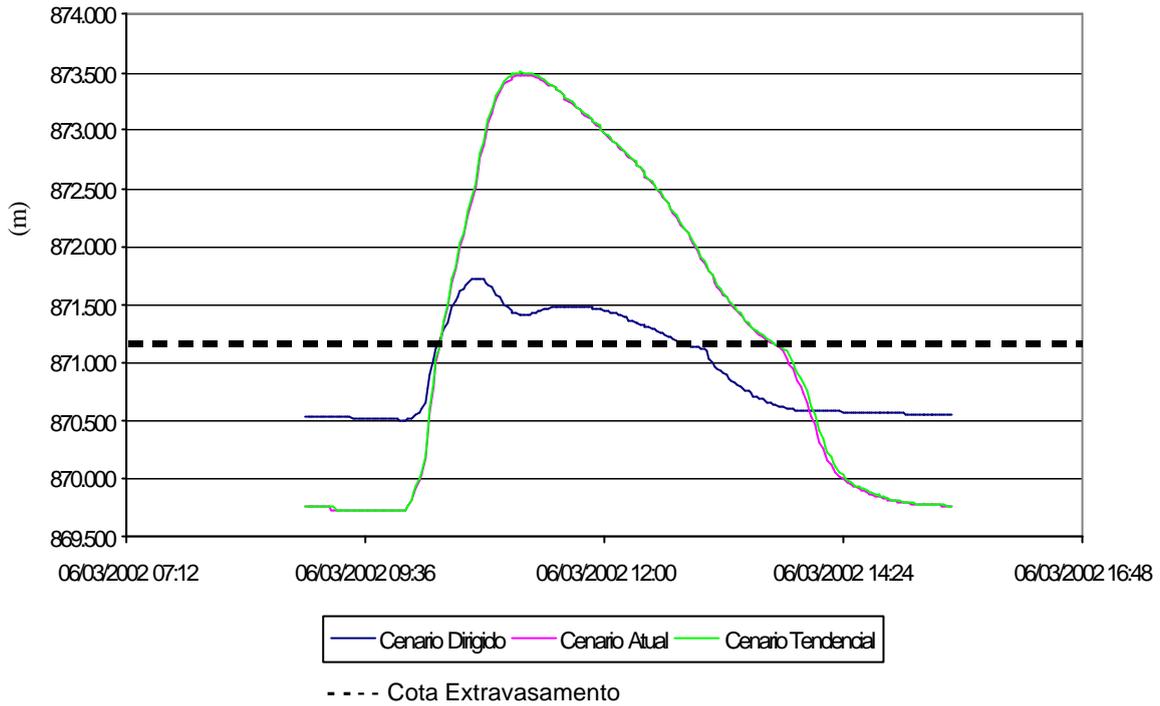
**Cotagrama Seção 1 + 180  
Afluente - TR=10 anos.**



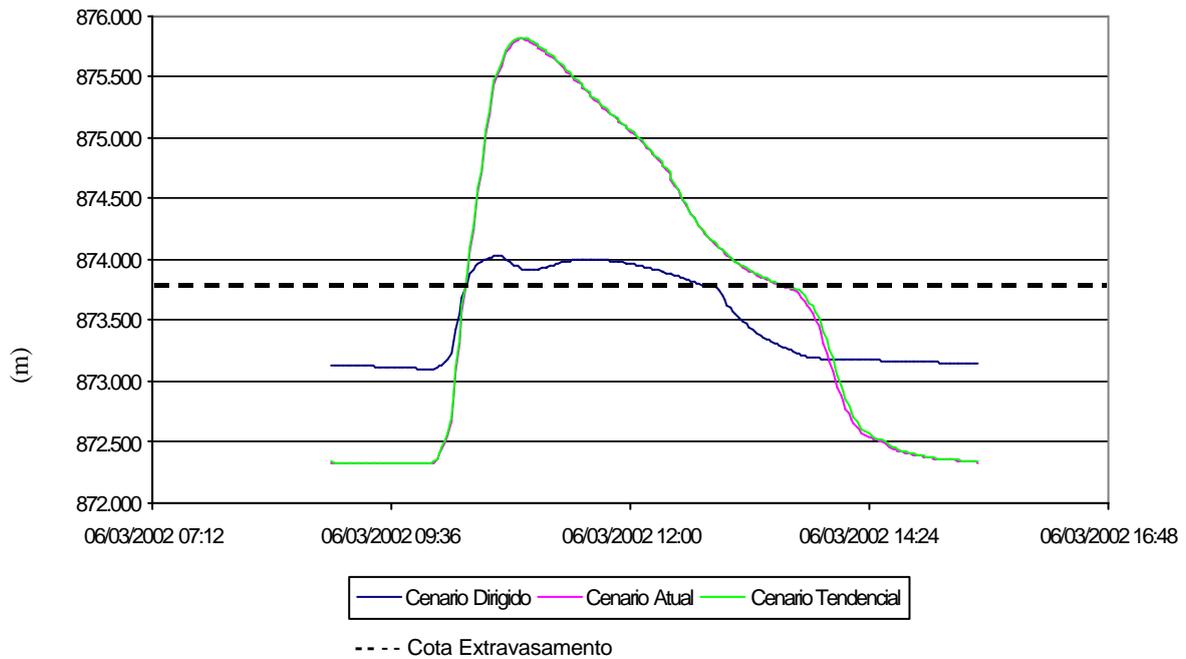
**Cotagrama Seção 1 + 980**  
**Afluente - TR=10 anos.**



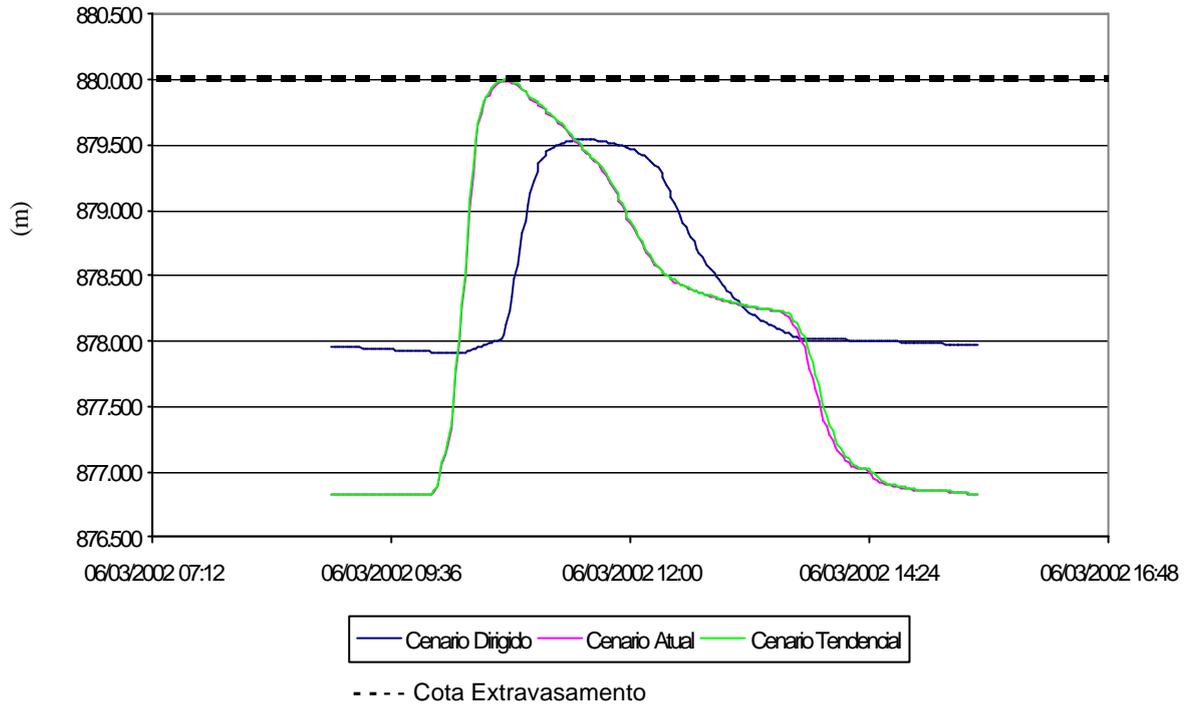
**Cotagrama Seção 1 + 550**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



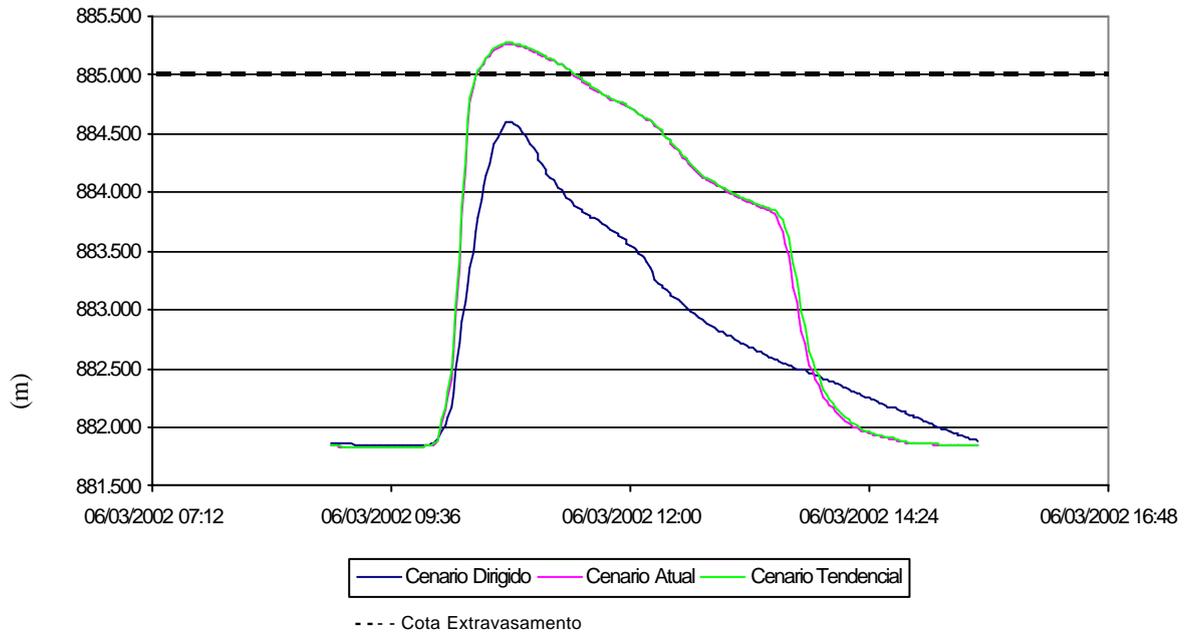
**Cotagrama Seção 2 + 450**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos**



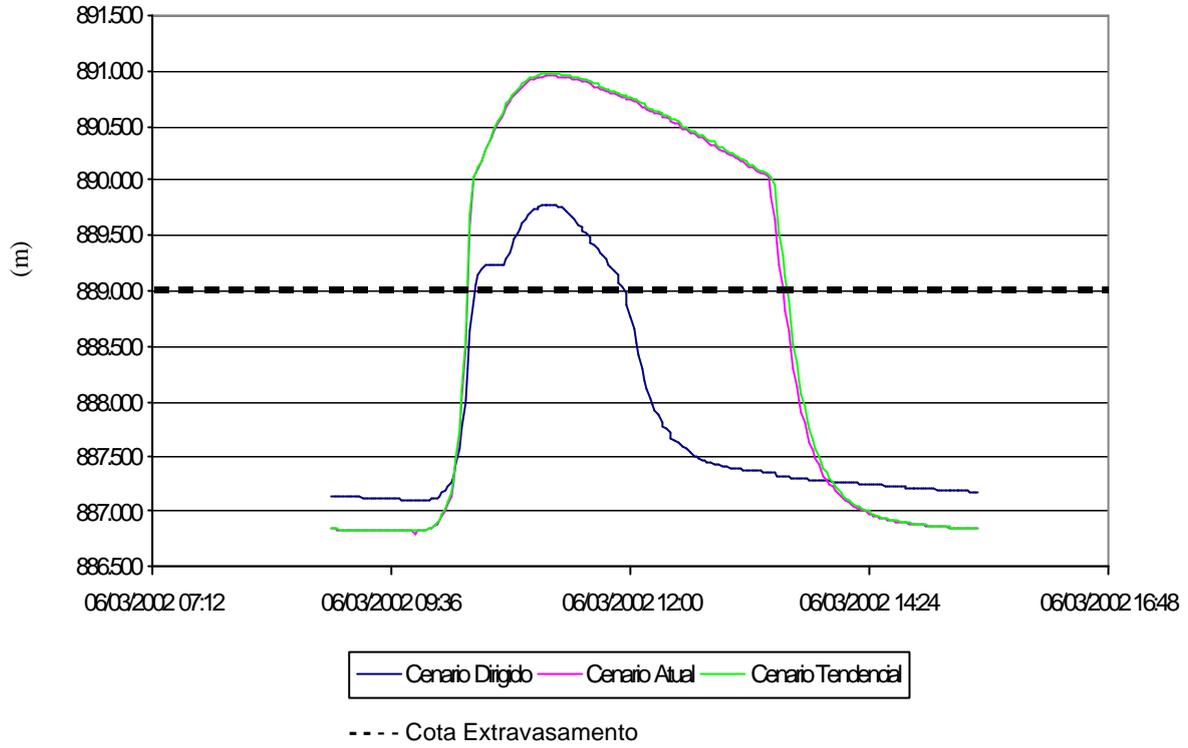
**Cotagrama Seção 3 + 975**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



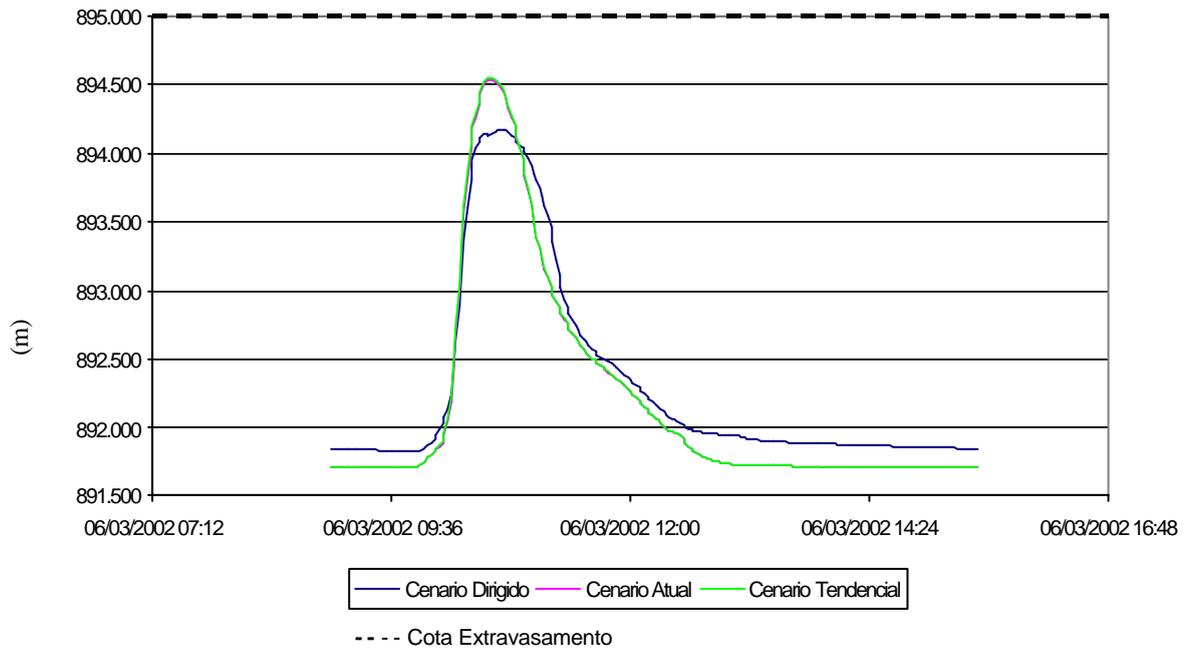
**Cotagrama Seção 5 + 444**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



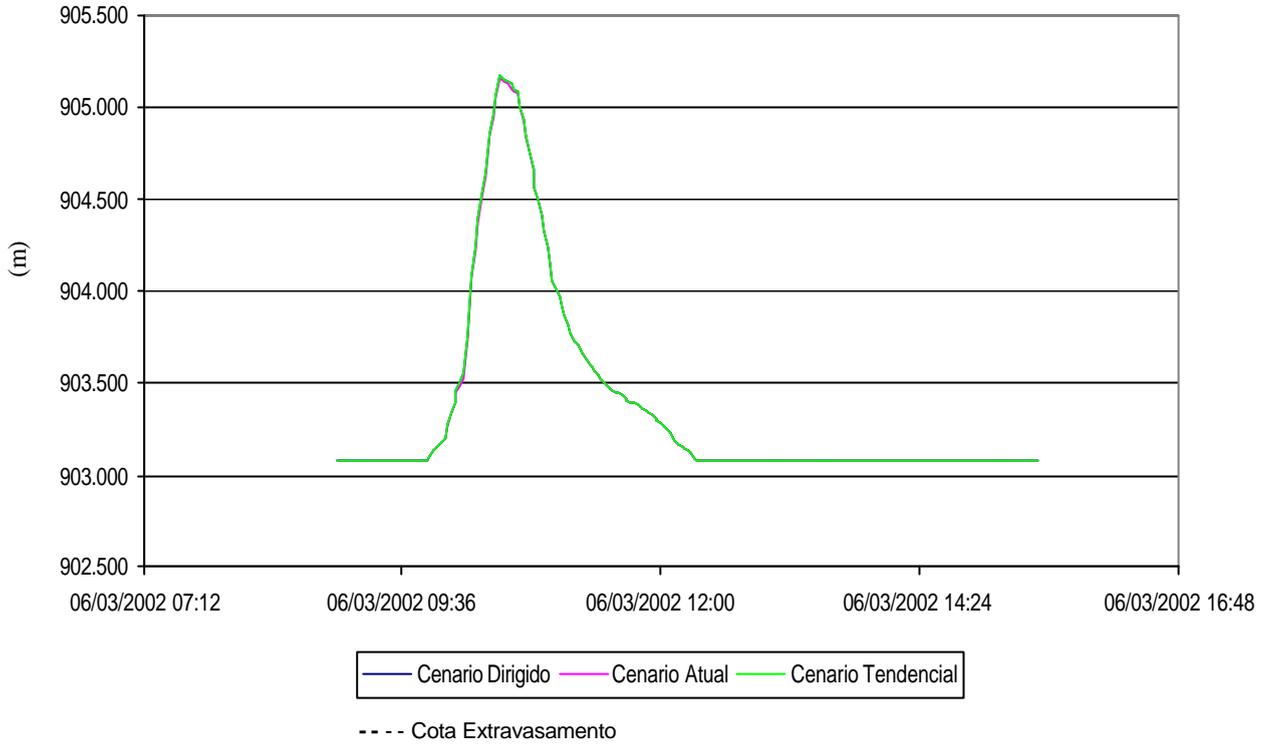
**Cotagrama Seção 6 + 470**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



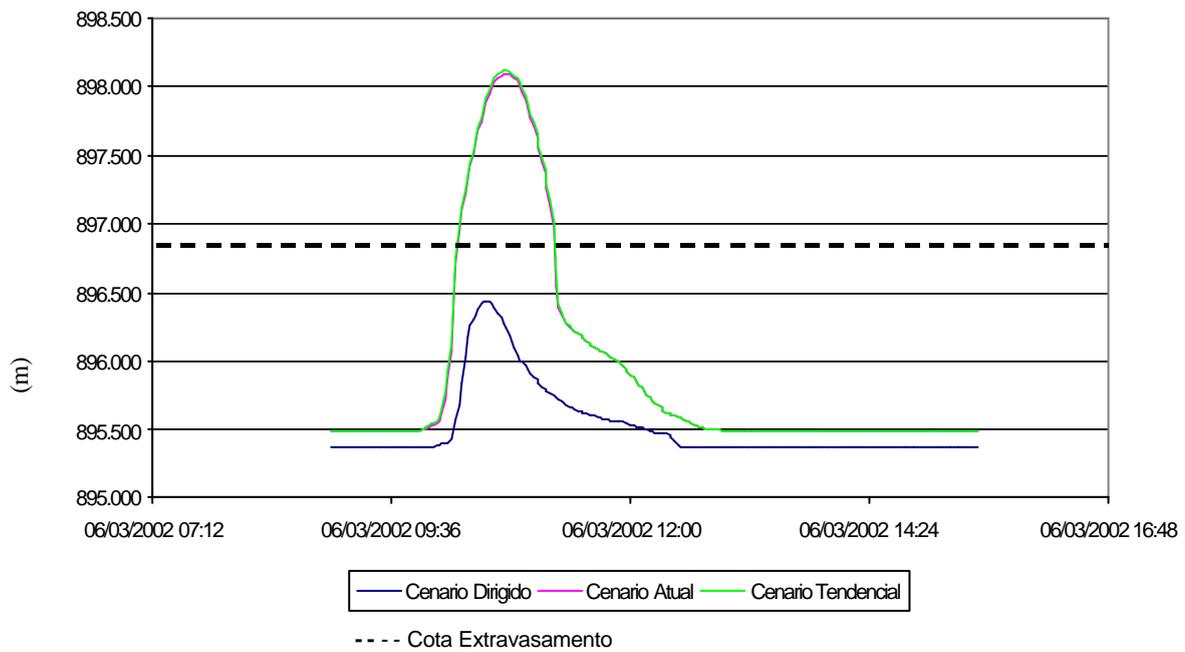
**Cotagrama Seção 7 + 450**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



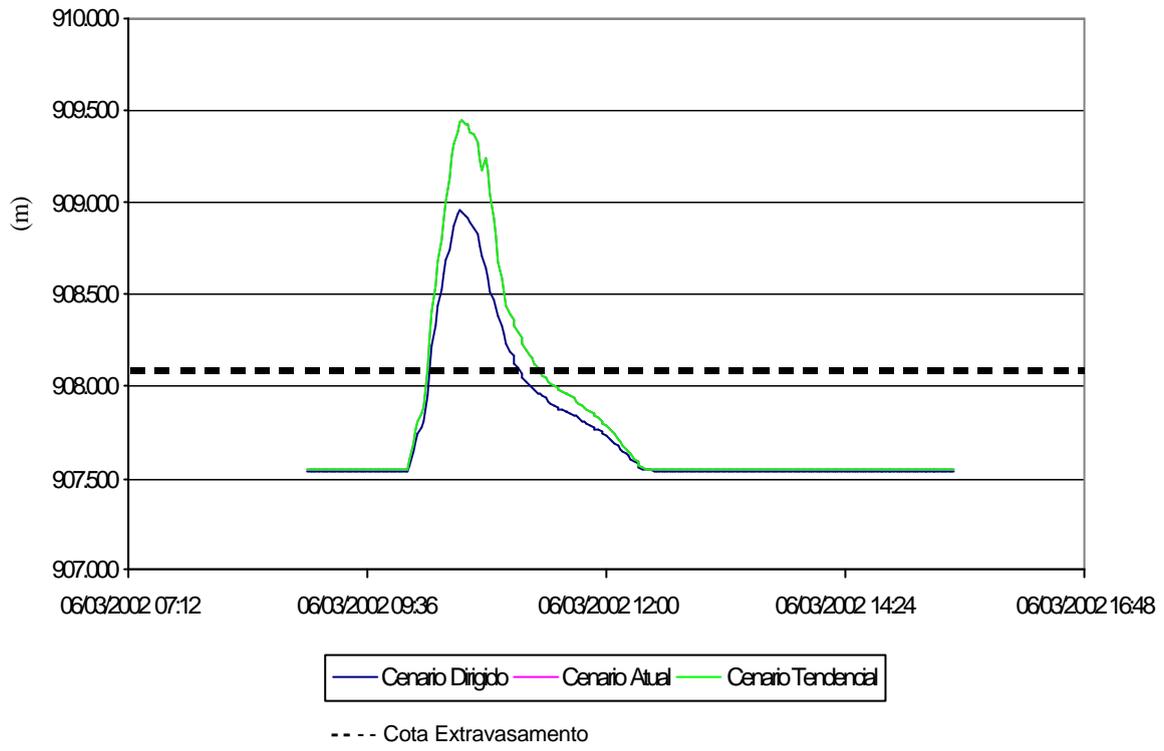
**Cotagrama Seção 8 + 503  
Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



**Cotagrama Seção 1 + 180  
Afluente - TR=25 anos.**



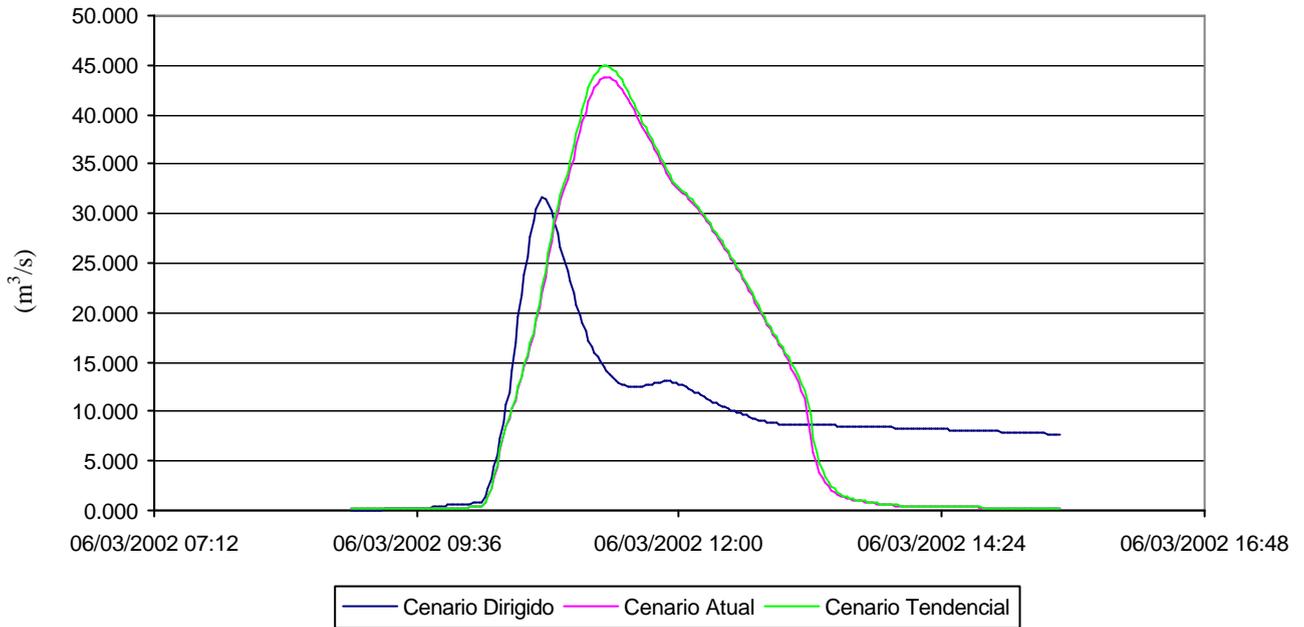
**Cotagrama Seção 1 + 980**  
**Afluente - TR=25 anos.**



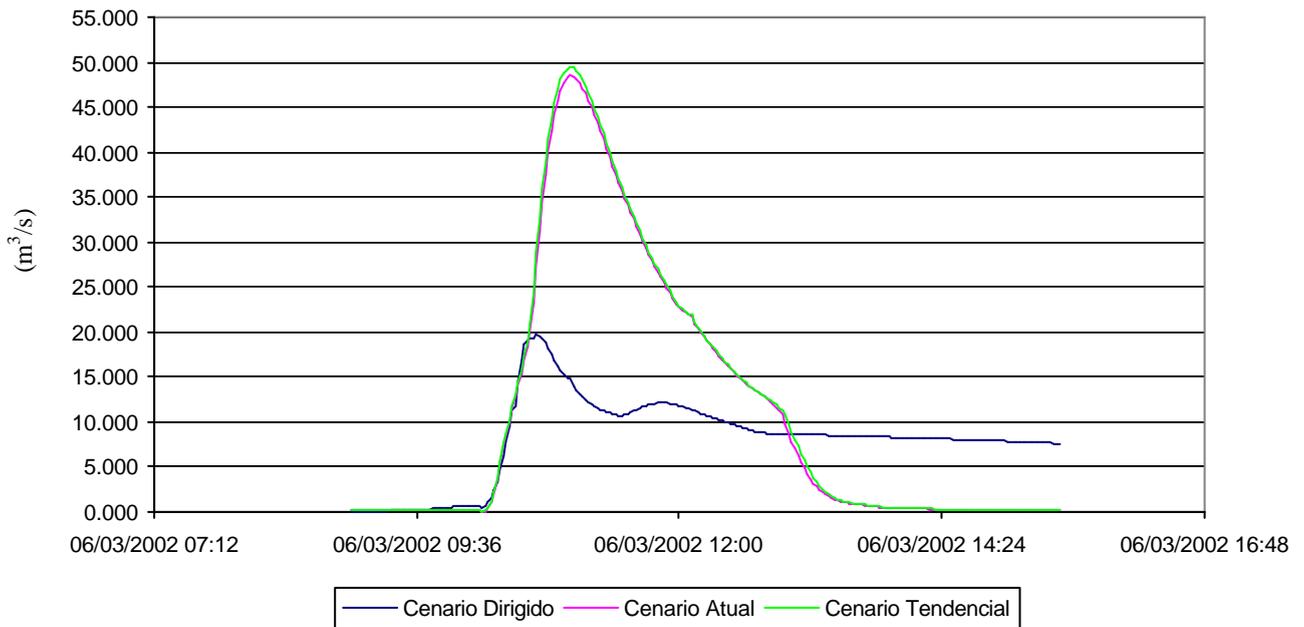
## **ANEXO 5 – HIDROGRAMAS DE SAÍDA**

---

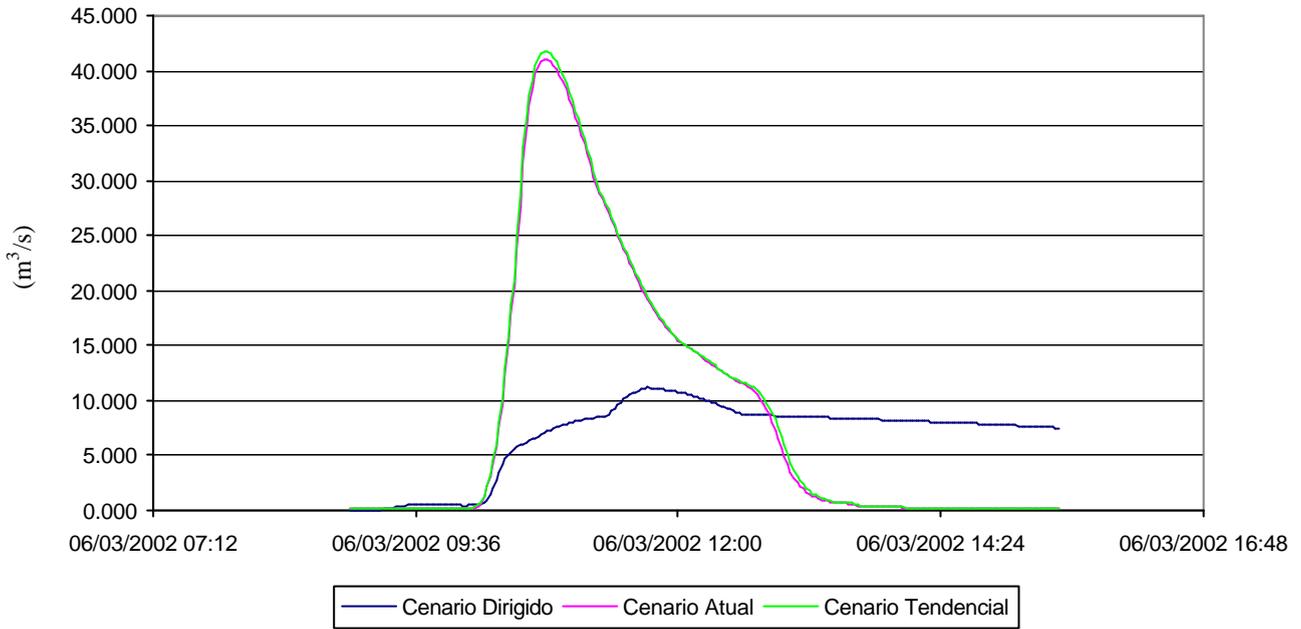
**Hidrograma Seção 1 + 550**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



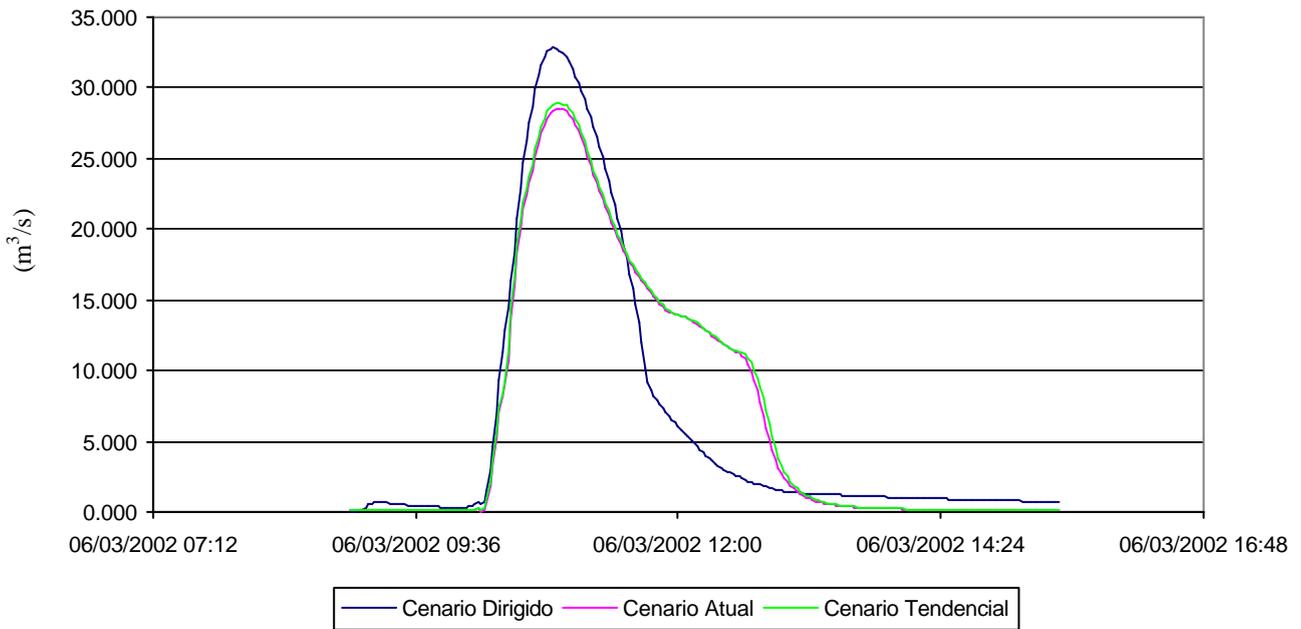
**Hidrograma Seção 2 + 450**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos**



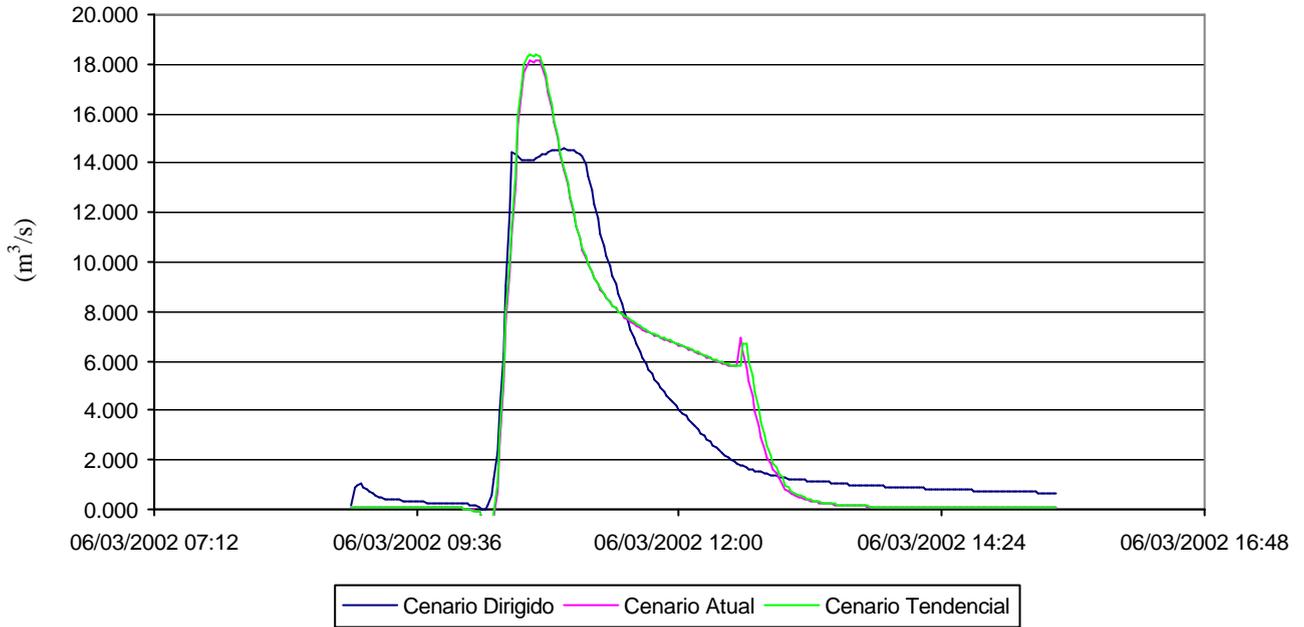
**Hidrograma Seção 3 + 975**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



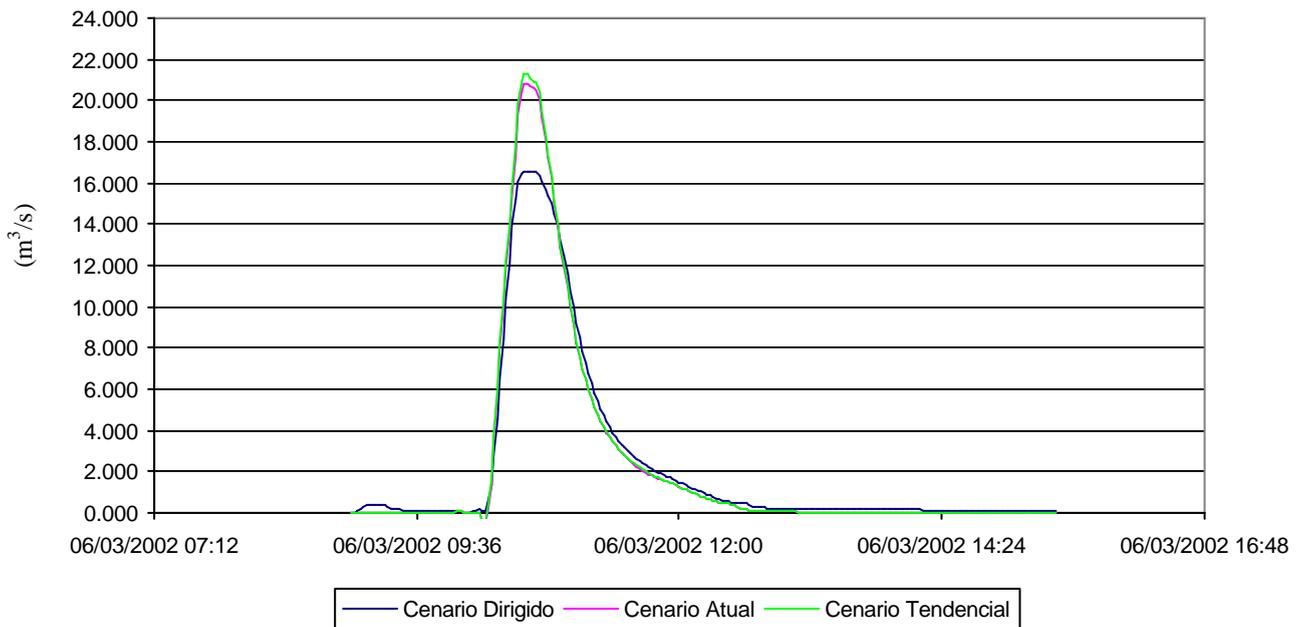
**Hidrograma Seção 5 + 444**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



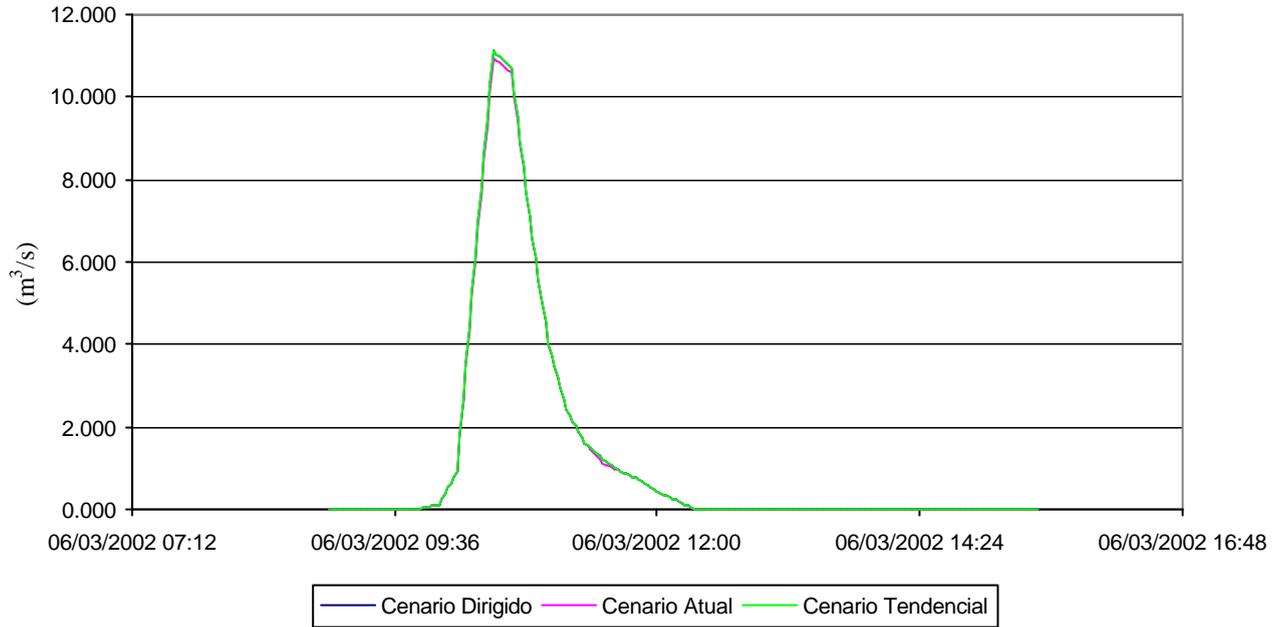
**Hidrograma Seção 6 + 470**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



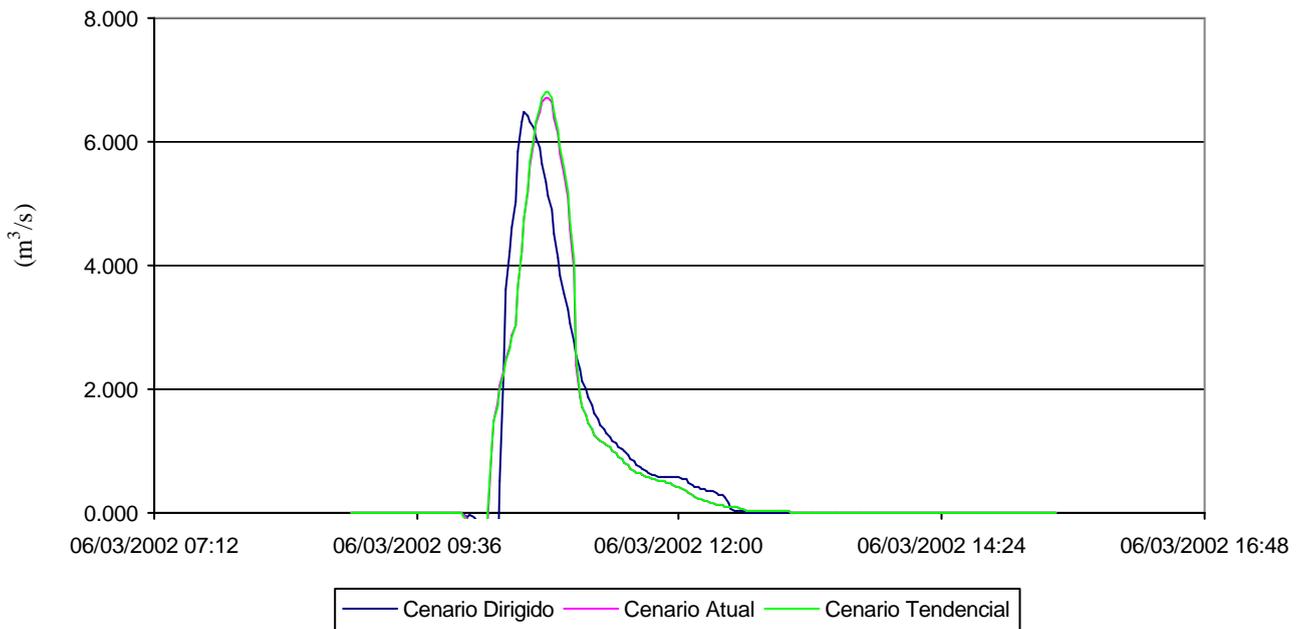
**Hidrograma Seção 7 + 450**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



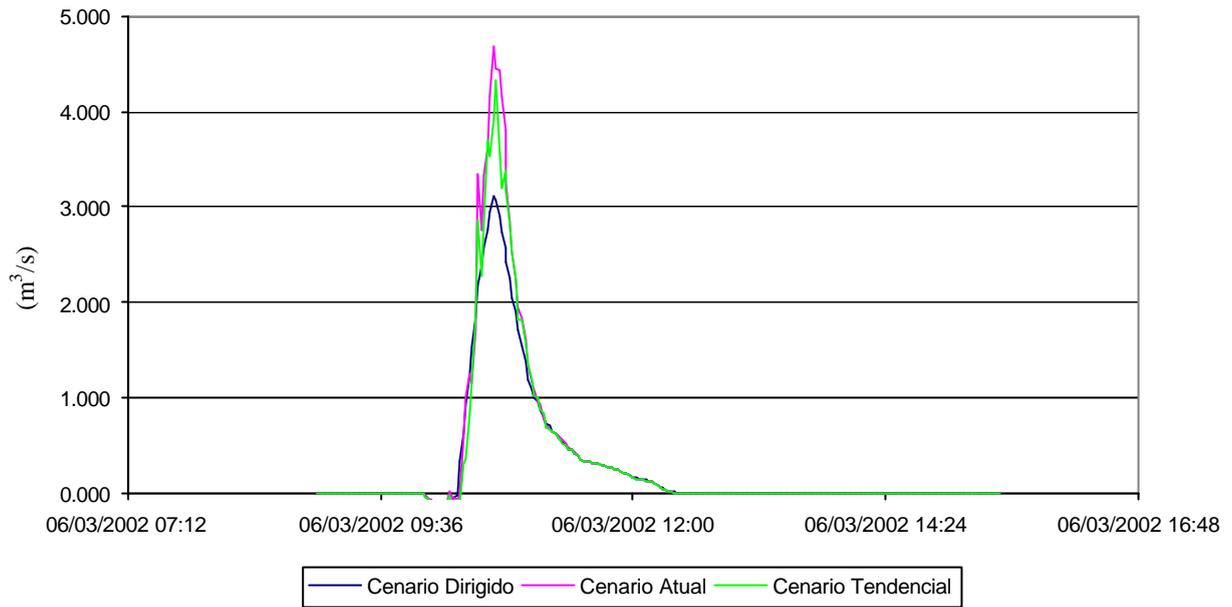
**Hidrograma Seção 8 + 503  
Ribeirão Ponta Grossa - TR=10 anos.**



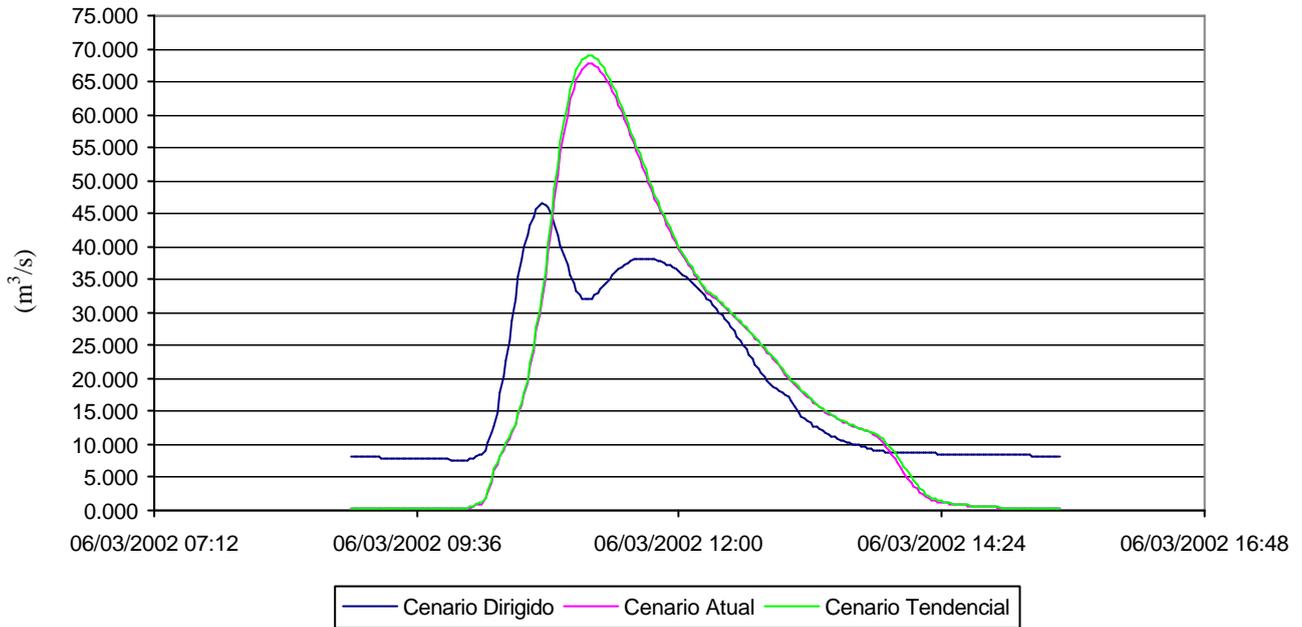
**Hidrograma Seção 1 + 180  
Afluente - TR=10 anos.**



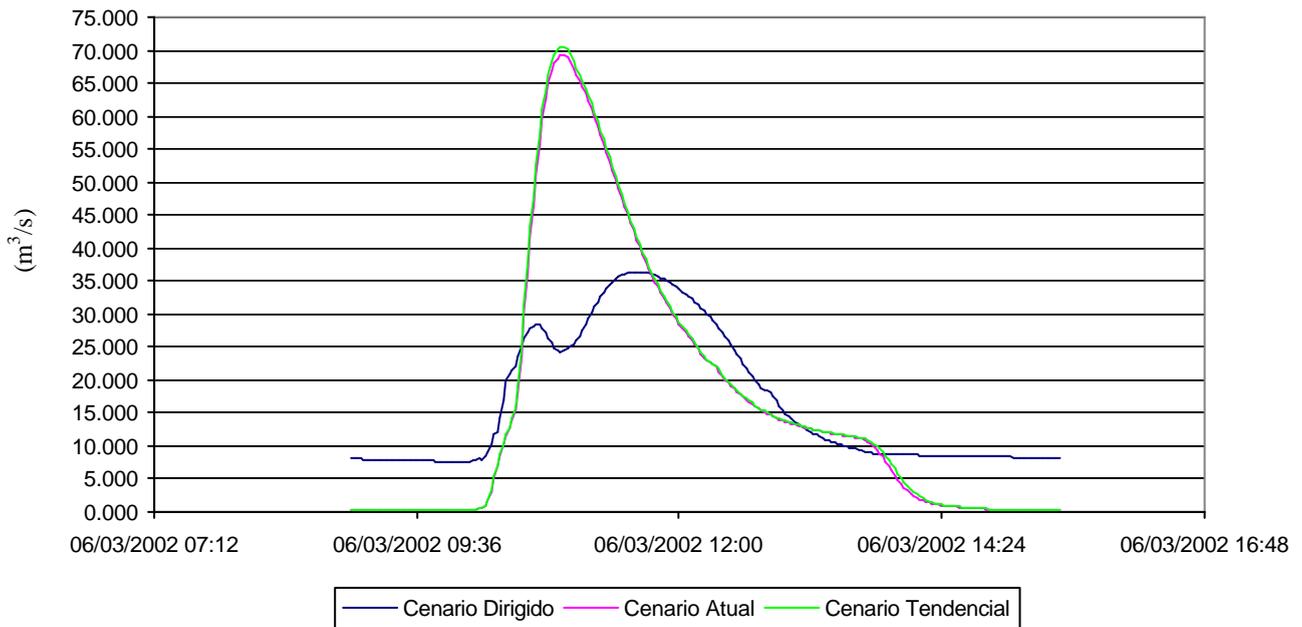
### Hidrograma Seção 1 + 980 Afluente - TR=10 anos.



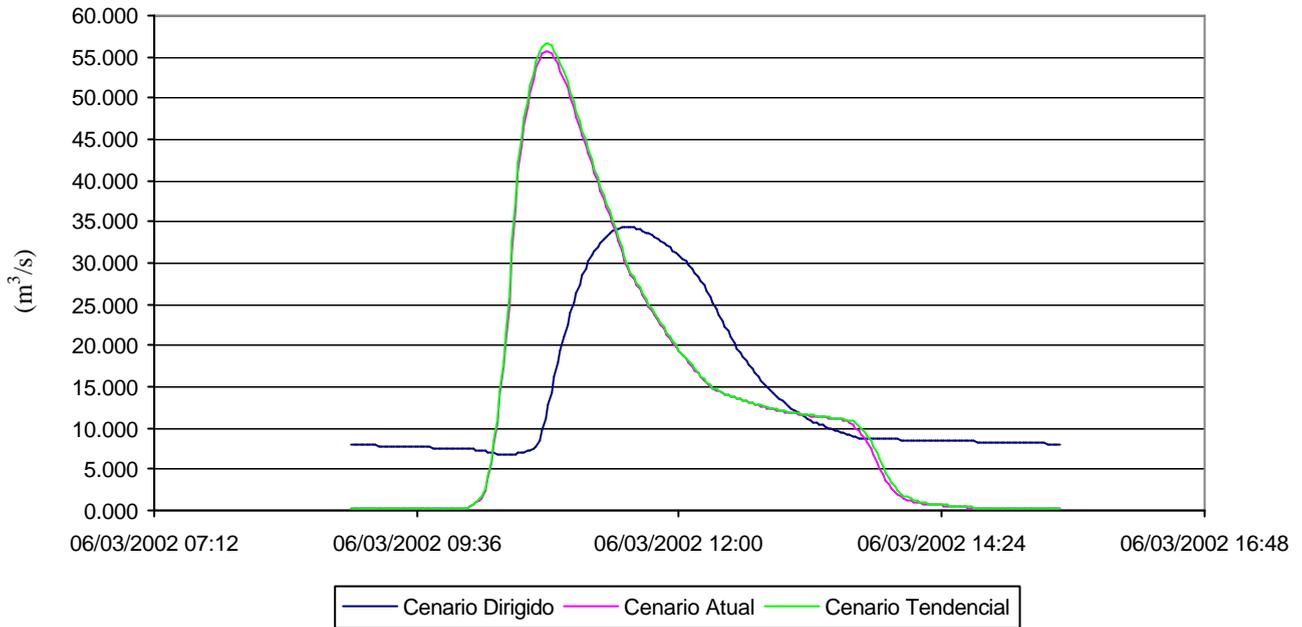
**Hidrograma Seção 1 + 550**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



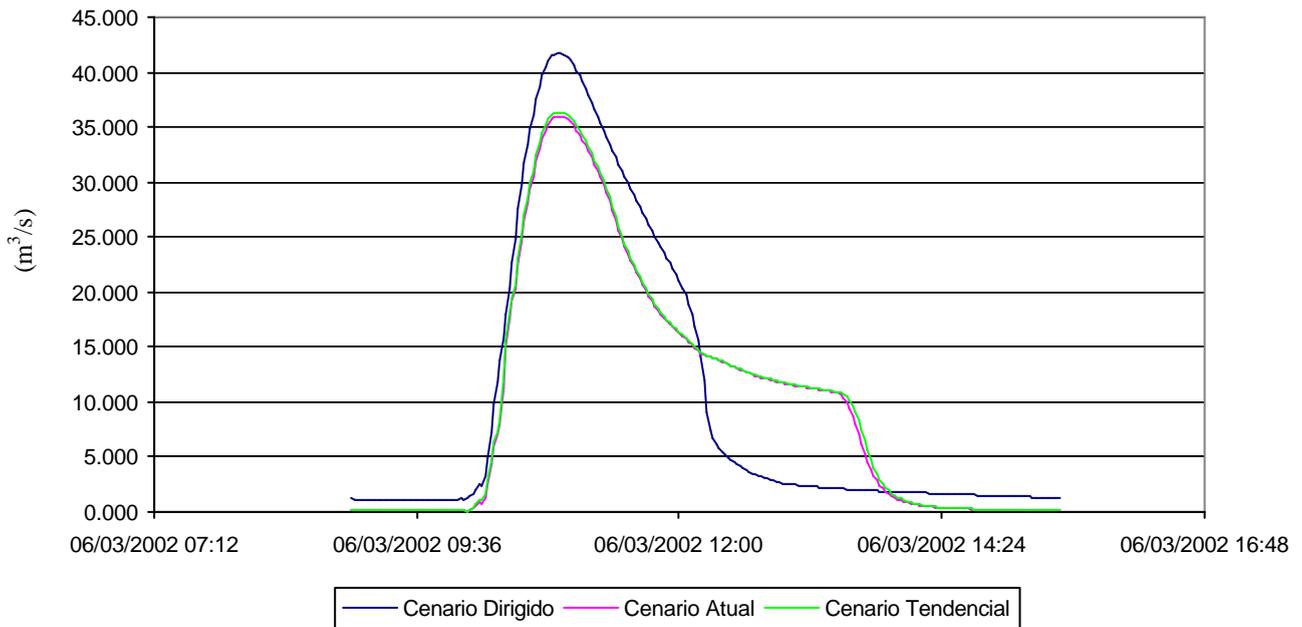
**Hidrograma Seção 2 + 450**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos**



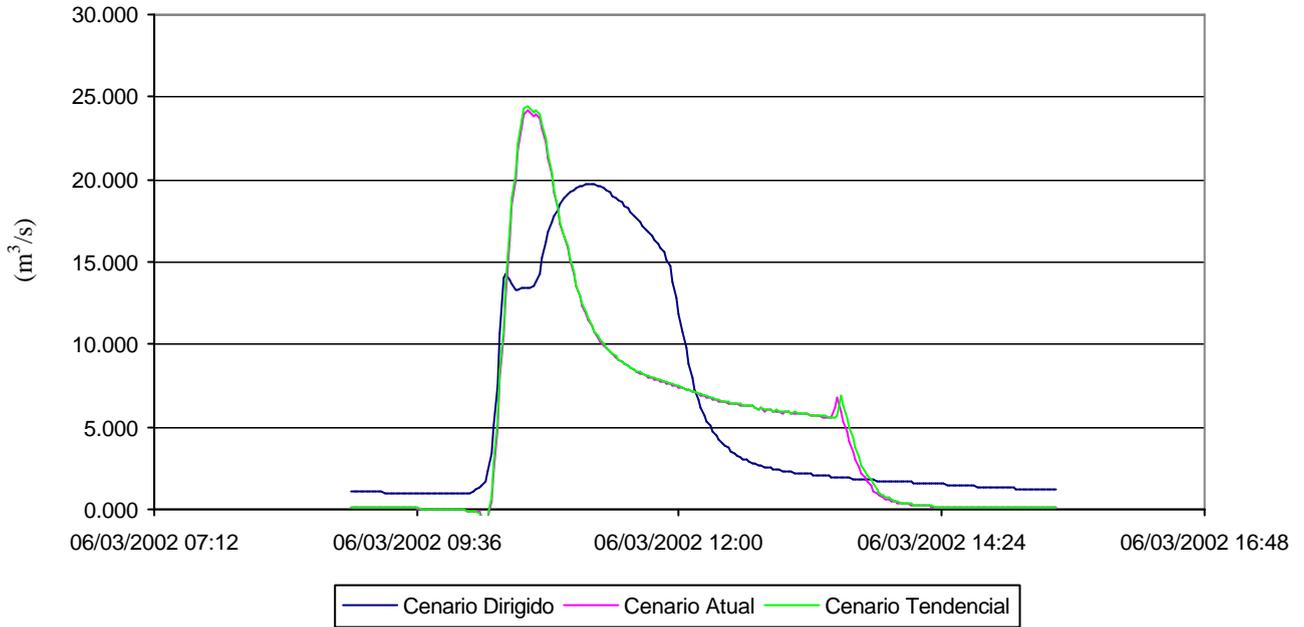
**Hidrograma Seção 3 + 975**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



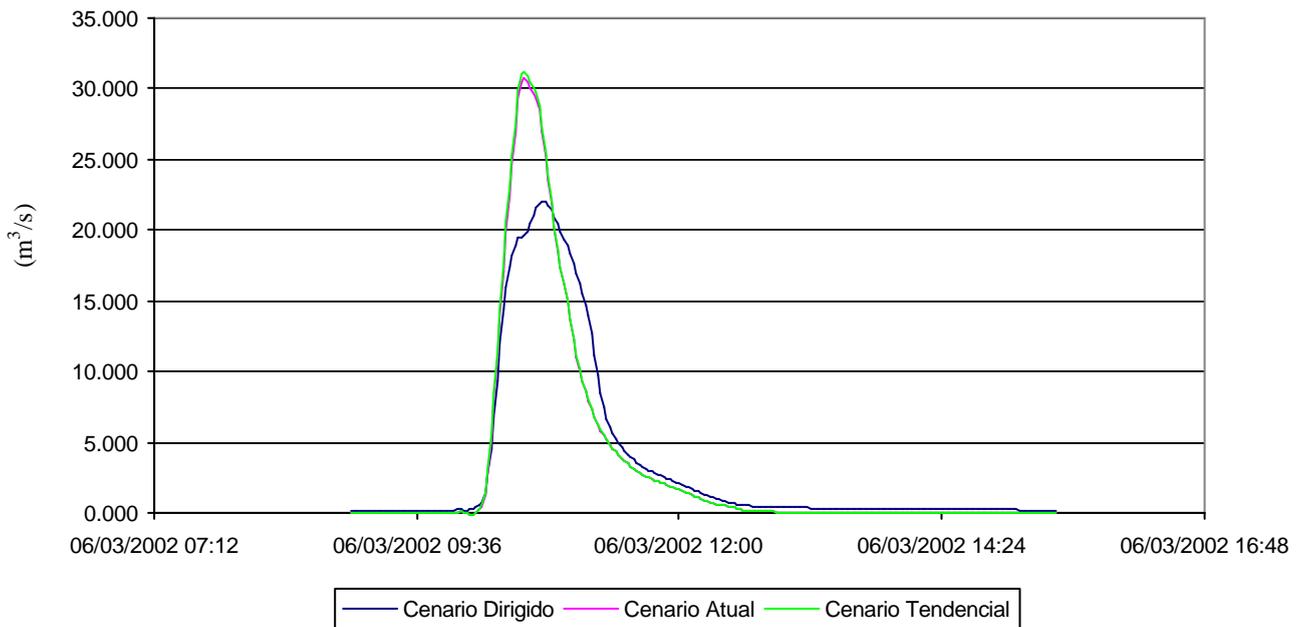
**Hidrograma Seção 5 + 444**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



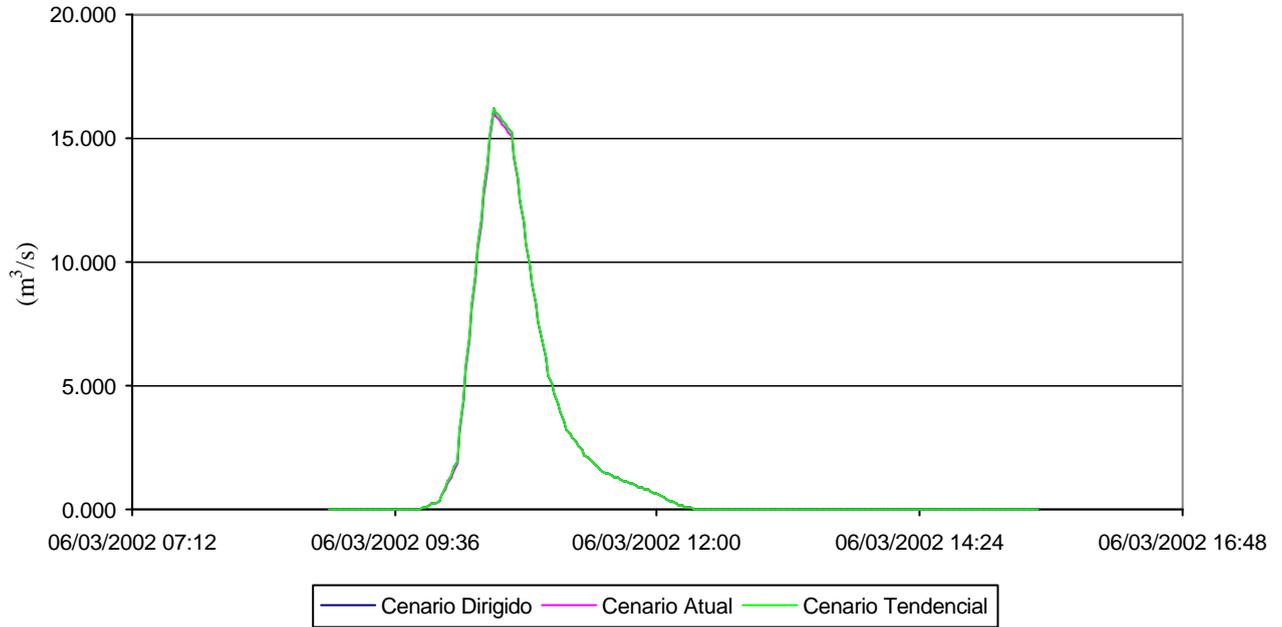
**Hidrograma Seção 6 + 470**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



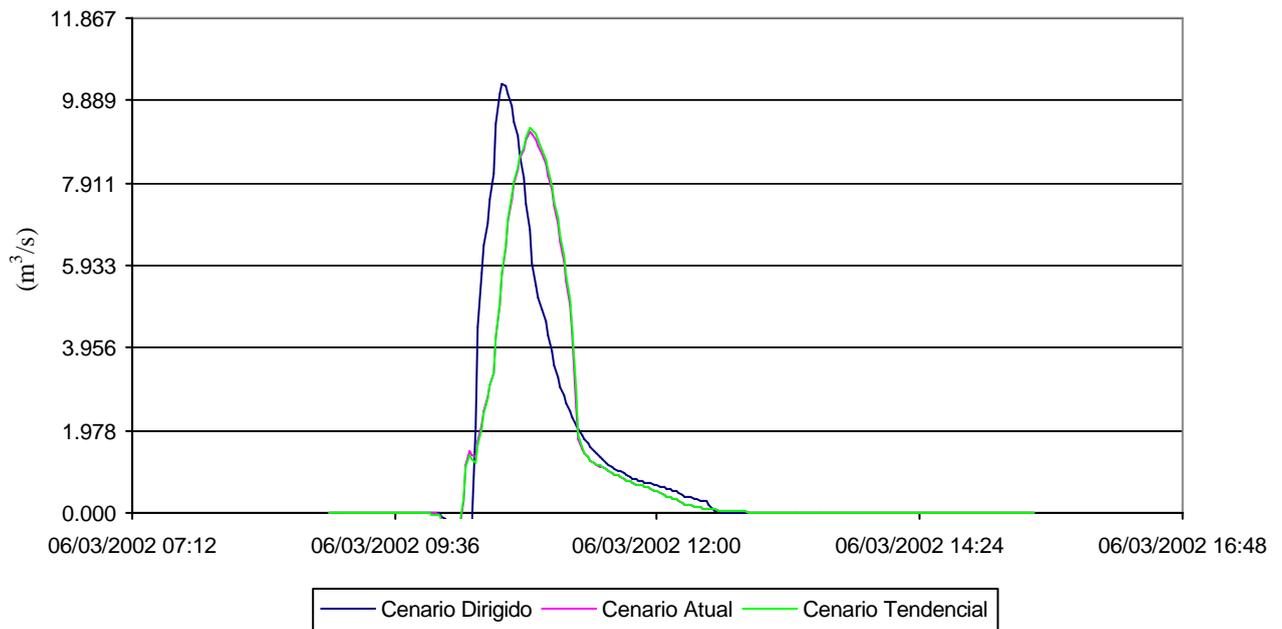
**Hidrograma Seção 7 + 450**  
**Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



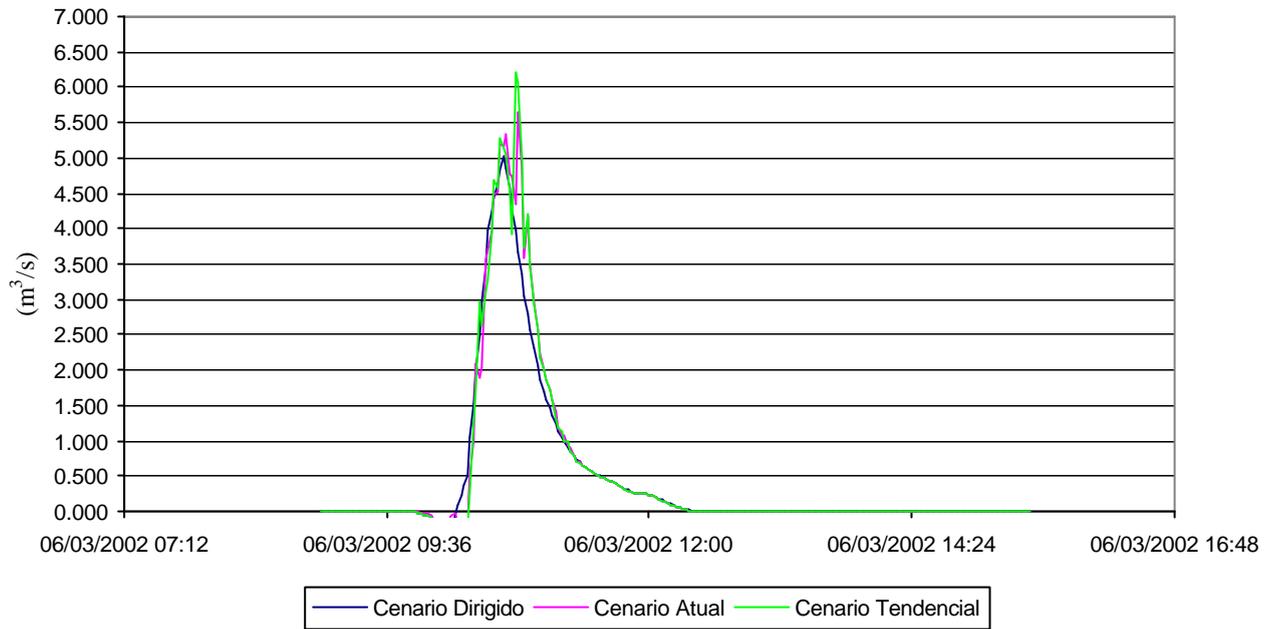
**Hidrograma Seção 8 + 503  
Ribeirão Ponta Grossa - TR=25 anos.**



**Hidrograma Seção 1 + 180  
Afluente - TR=25 anos.**



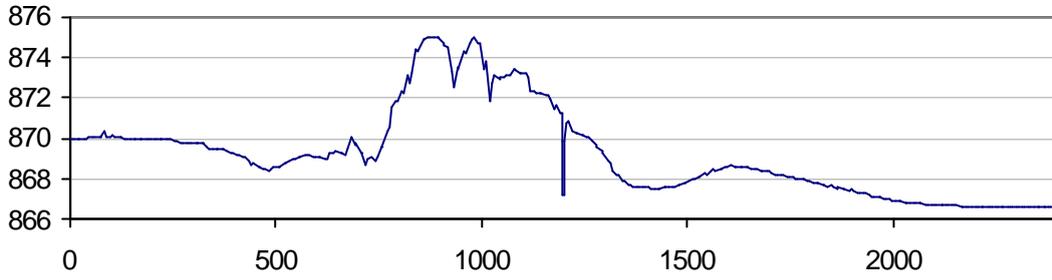
### Hidrograma Seção 1 + 980 Afluente - TR=25 anos.



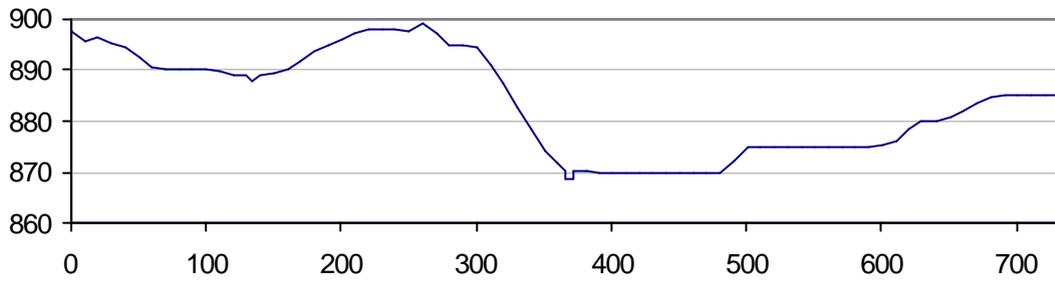
## **ANEXO 6 – SEÇÕES TRANSVERSAIS**

---

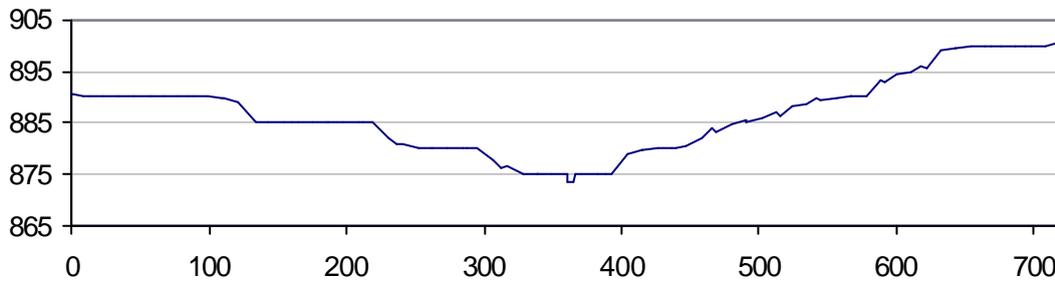
**Rio Ponta Grossa – Seção 1 – Estaca 0 + 0**



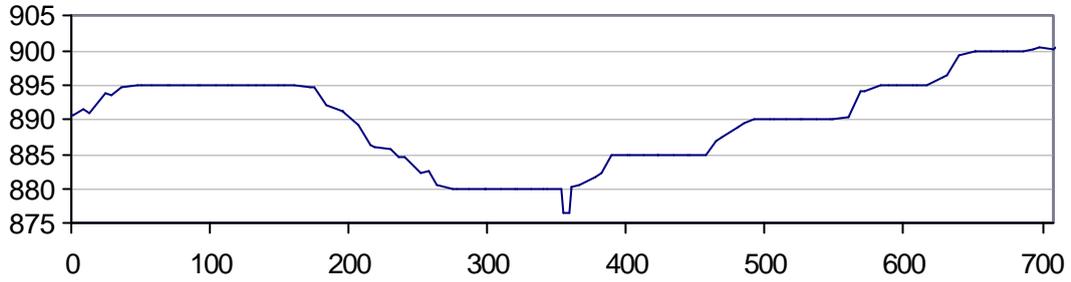
**Rio Ponta Grossa – Seção 2 – Estaca 1 + 189**



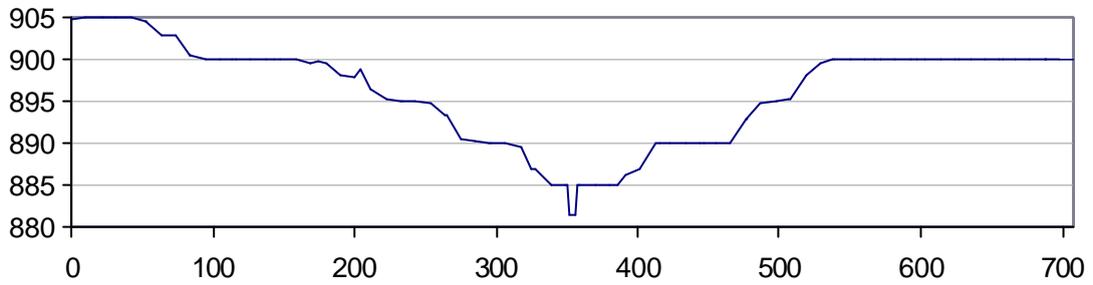
**Rio Ponta Grossa – Seção 3 – Estaca 2 + 876**



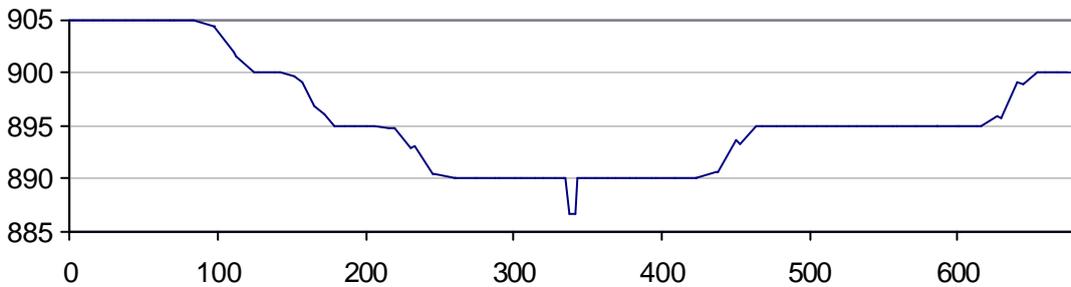
**Rio Ponta Grossa – Seção 4 – Estaca 3 + 974**



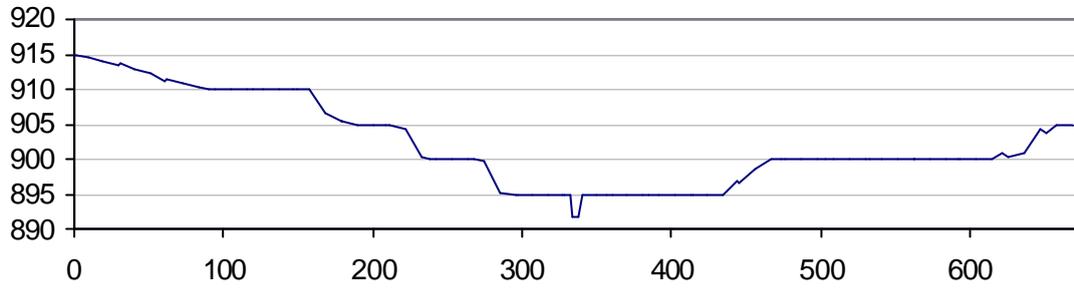
**Rio Ponta Grossa – Seção 5 – Estaca 5 + 443**



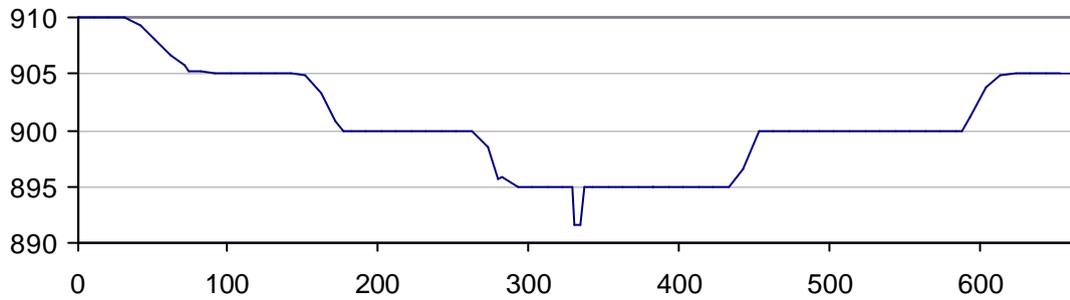
**Rio Ponta Grossa – Seção 6 – Estaca 6 + 469**



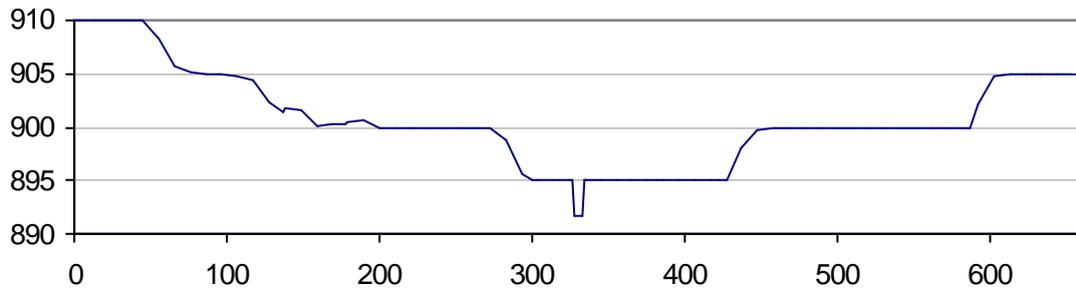
**Rio Ponta Grossa – Seção 7 – Estaca 7 + 327**



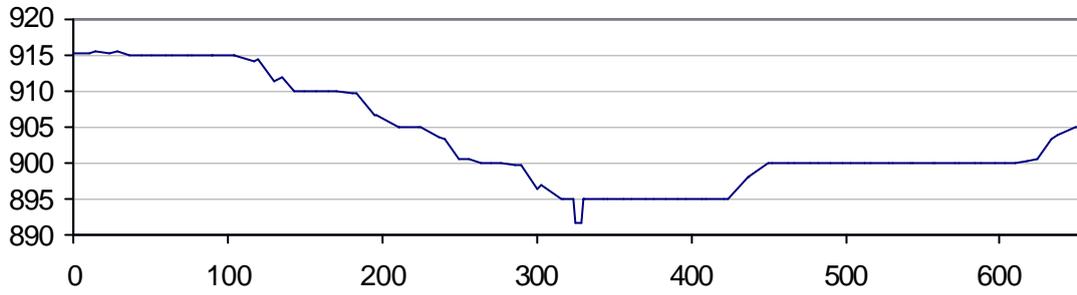
**Rio Ponta Grossa – Seção 8 – Estaca 7 + 421**



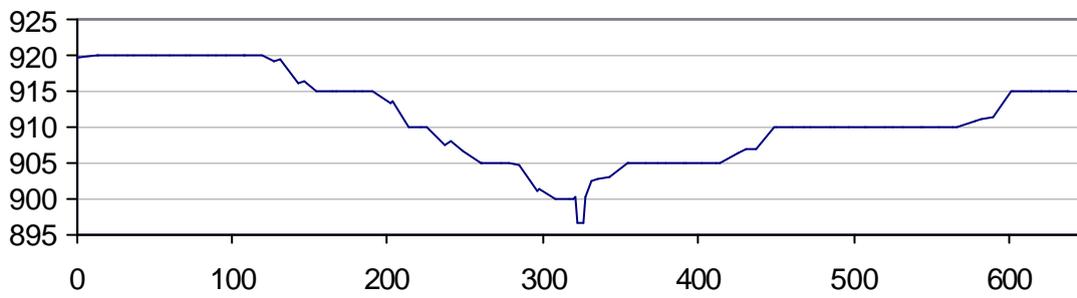
**Rio Ponta Grossa – Seção 9 – Estaca 7 + 449**



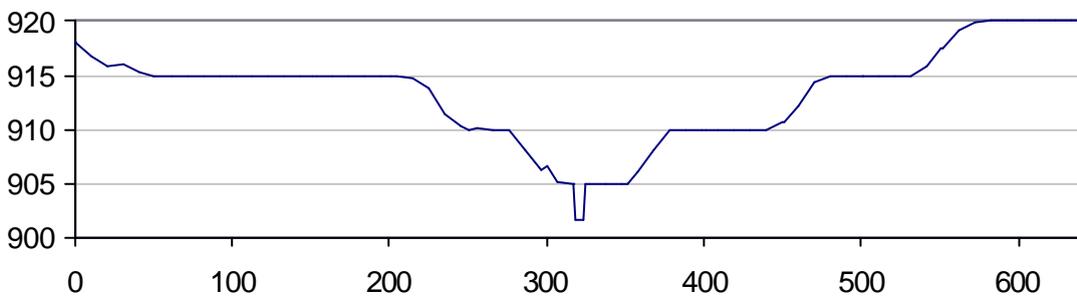
**Rio Ponta Grossa – Seção 10 – Estaca 7 + 487**



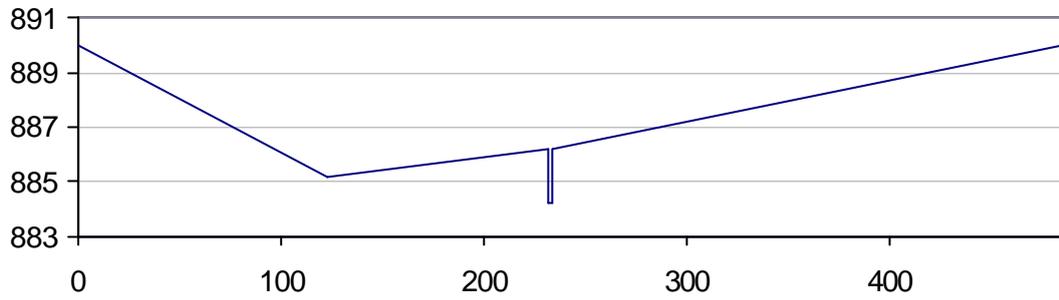
**Rio Ponta Grossa – Seção 11 – Estaca 8 + 92**



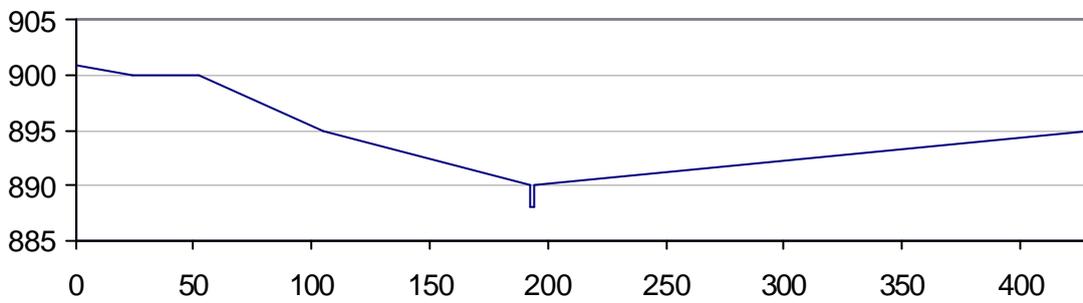
**Rio Ponta Grossa – Seção 12 – Estaca 8 + 406**



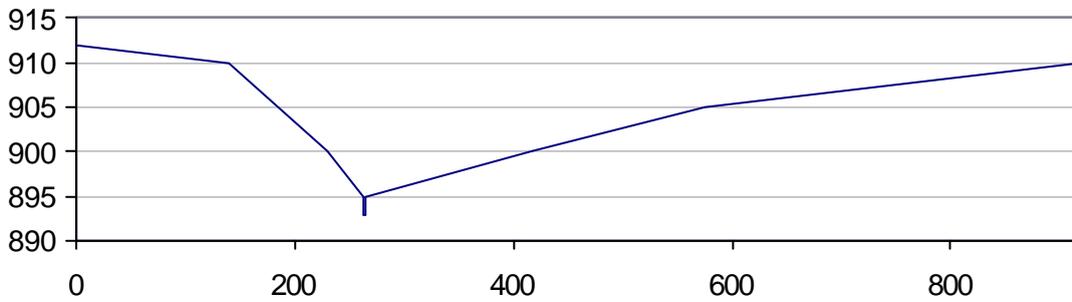
**Bacia Ponta Grossa – Afluente - Seção 1 – Estaca 0 + 0**



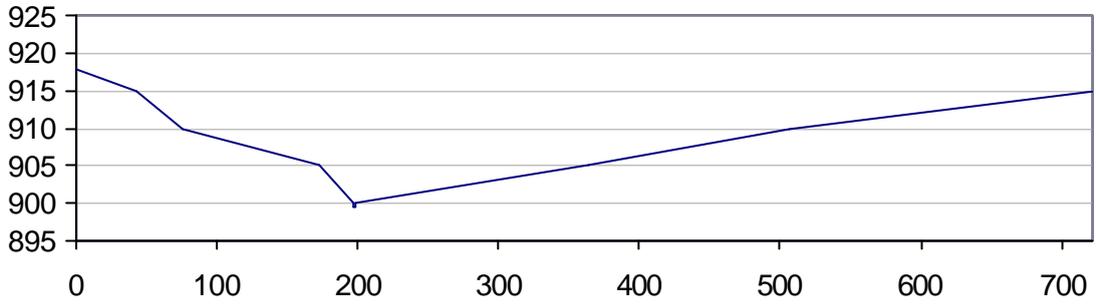
**Bacia Ponta Grossa – Afluente - Seção 2 – Estaca 0 + 409**



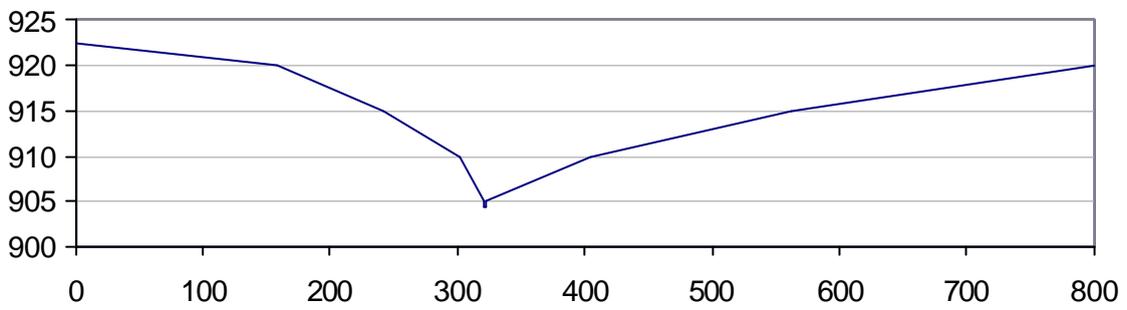
**Bacia Ponta Grossa – Afluente - Seção 3 – Estaca 0 + 963**



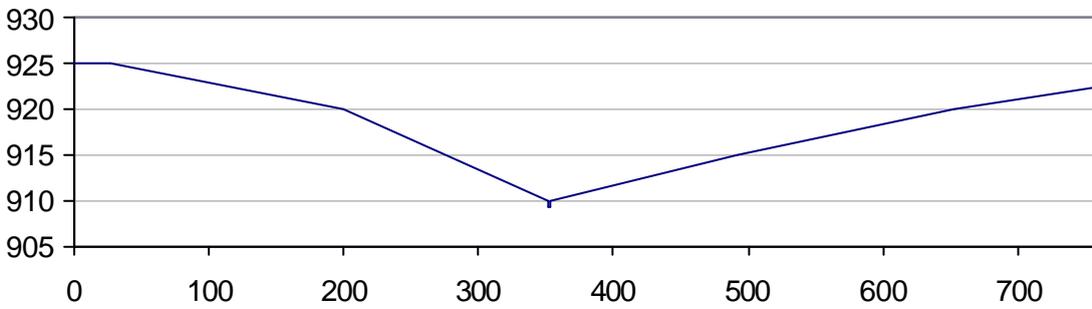
**Bacia Ponta Grossa – Afluente - Seção 4 – Estaca 1 + 551**



**Bacia Ponta Grossa – Afluente - Seção 5 – Estaca 1 + 928**



**Bacia Ponta Grossa – Afluente - Seção 5 – Estaca 1 + 980**



## **ANEXO 7 – COTAS DE NÍVEL DE ÁGUA**

---

**TABELA DE COTAS DE NÍVEIS MÁXIMOS DE ÁGUA SIMULADOS  
BACIA DO RIBEIRÃO PONTA GROSSA - CENÁRIO DIRIGIDO**

<b>RIO</b>	<b>DISTÂNCIA (m)</b>	<b>D 10</b>	<b>D 25</b>
PONTAGROSSA	0	867,9	867,9
PONTAGROSSA	396	868,1	868,2
PONTAGROSSA	500	868,4	868,4
PONTAGROSSA	793	869,2	869,4
PONTAGROSSA	1000	869,8	869,8
PONTAGROSSA	1189	870,4	870,5
PONTAGROSSA	1450	871,0	871,3
PONTAGROSSA	1500	871,3	871,3
PONTAGROSSA	1550	871,5	871,7
PONTAGROSSA	1950	872,5	872,7
PONTAGROSSA	2000	872,6	872,6
PONTAGROSSA	2350	873,6	873,7
PONTAGROSSA	2450	873,9	874,0
PONTAGROSSA	2500	874,0	874,0
PONTAGROSSA	2876	875,0	875,2
PONTAGROSSA	3000	875,3	875,3
PONTAGROSSA	3318	876,3	876,8
PONTAGROSSA	3500	876,8	876,8
PONTAGROSSA	3760	877,6	878,5
PONTAGROSSA	3975	878,6	879,5
PONTAGROSSA	4000	880,1	880,1
PONTAGROSSA	4050	882,9	883,4
PONTAGROSSA	4500	882,9	883,4
PONTAGROSSA	4500	882,9	882,9
PONTAGROSSA	4950	882,9	883,5
PONTAGROSSA	5000	882,9	882,9
PONTAGROSSA	5400	882,9	883,5
PONTAGROSSA	5444	884,0	884,6
PONTAGROSSA	5500	884,3	884,3
PONTAGROSSA	5700	885,2	885,6
PONTAGROSSA	5957	886,3	886,6
PONTAGROSSA	5957	886,3	886,6
PONTAGROSSA	6000	886,4	886,4
PONTAGROSSA	6200	887,1	887,3
PONTAGROSSA	6470	889,2	889,8
PONTAGROSSA	6500	889,2	889,2
PONTAGROSSA	6700	889,6	890,0
PONTAGROSSA	6700	889,6	890,0
PONTAGROSSA	7000	891,6	891,6
PONTAGROSSA	7014	891,7	892,0
PONTAGROSSA	7327	893,1	893,4
PONTAGROSSA	7421	893,5	893,8
PONTAGROSSA	7450	893,9	894,2
PONTAGROSSA	7487	894,0	894,3
PONTAGROSSA	7500	894,1	894,1
PONTAGROSSA	7900	896,0	896,3
PONTAGROSSA	7900	896,0	896,3
PONTAGROSSA	8000	897,1	897,1
PONTAGROSSA	8092	898,1	898,3
PONTAGROSSA	8406	902,3	902,5

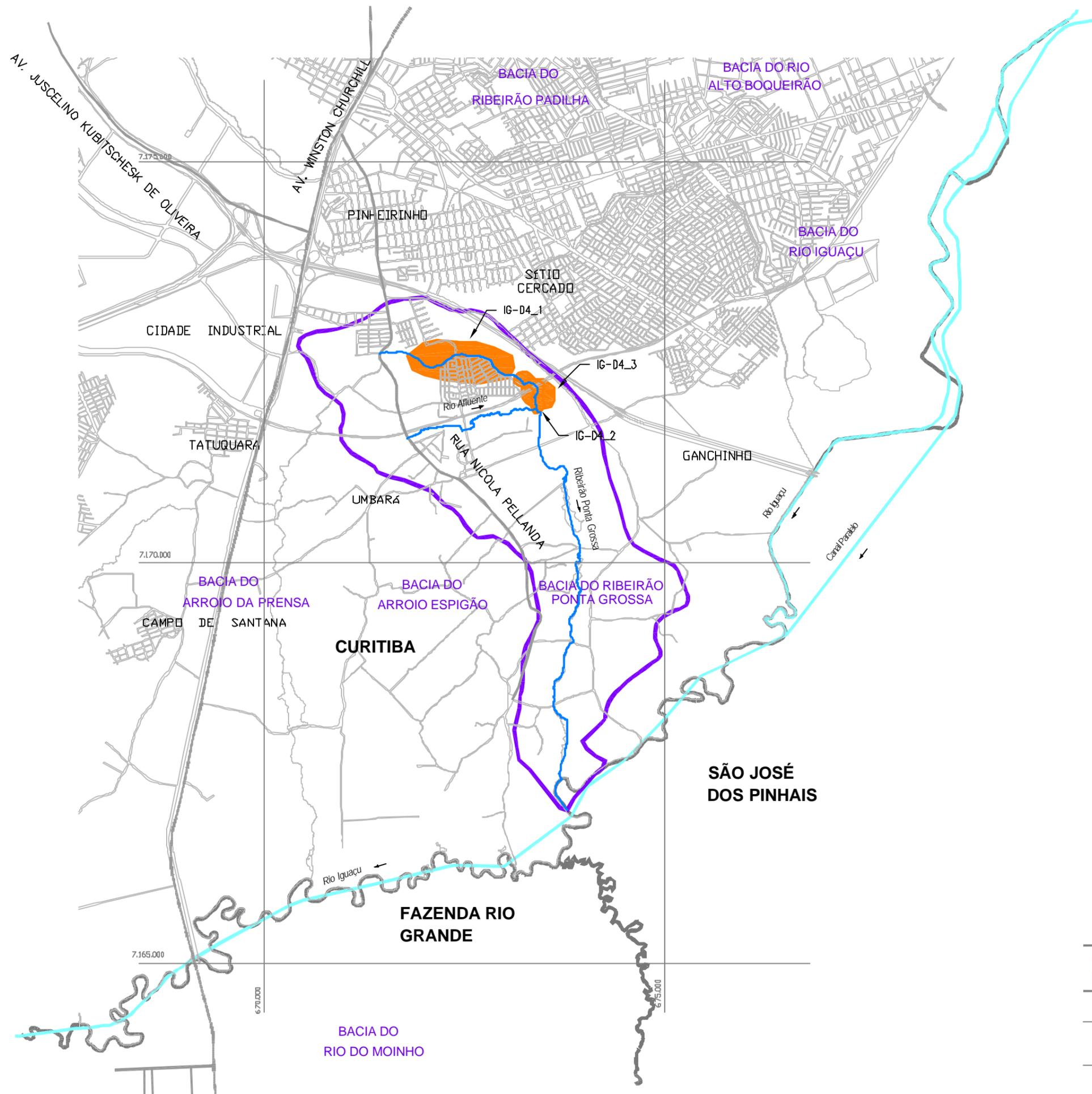
**TABELA DE COTAS DE NÍVEIS MÁXIMOS DE ÁGUA SIMULADOS  
BACIA DO RIBEIRÃO PONTA GROSSA - CENÁRIO DIRIGIDO**

<b>RIO</b>	<b>DISTÂNCIA (m)</b>	<b>D 10</b>	<b>D 25</b>
PONTAGROSSA	8500	904,6	904,6
PONTAGROSSA	8503	904,7	905,2
AFLUENTE	0	886,3	886,6
AFLUENTE	409	889,7	890,0
AFLUENTE	500	890,6	890,8
AFLUENTE	750	893,1	893,2
AFLUENTE	963	894,5	894,8
AFLUENTE	1000	894,8	895,1
AFLUENTE	1150	895,8	896,1
AFLUENTE	1180	896,2	896,4
AFLUENTE	1500	899,5	899,7
AFLUENTE	1552	900,1	900,2
AFLUENTE	1928	904,9	905,0
AFLUENTE	1960	906,6	906,7
AFLUENTE	1980	908,6	909,0
AFLUENTE	2000	909,2	909,4
AFLUENTE	2011	909,5	909,6

**ANEXO 8 – DESENHOS**

---





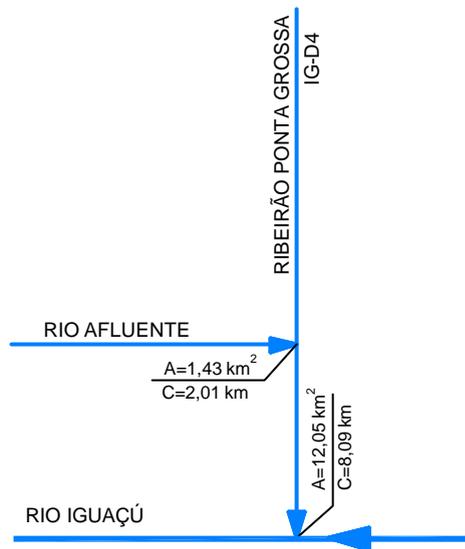
-  LIMITE DA BACIA
-  PONTOS CRÍTICOS DE INUNDAÇÃO
-  SISTEMA VIÁRIO PRINCIPAL
-  LIMITES DE MUNICÍPIO
-  IG-E1\_1 CÓDIGO DO PONTO CRÍTICO. Ver atributos nas tabelas apresentadas, no relatório M03-07 ou no arquivo Spring



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
 Planta Geral e Pontos Críticos de Inundação Segundo Pesquisa

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Julho 2002	Nº CHEMILL SUD0103SV-WR031-P2	M03 1001
-----------------------	---------------------	----------------------------------	-------------



RIOS ESTUDADOS NO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM  
PERTENCENTES À BACIA DO ALTO IGUAÇU



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

### Bacia do Ribeirão Ponta Grossa

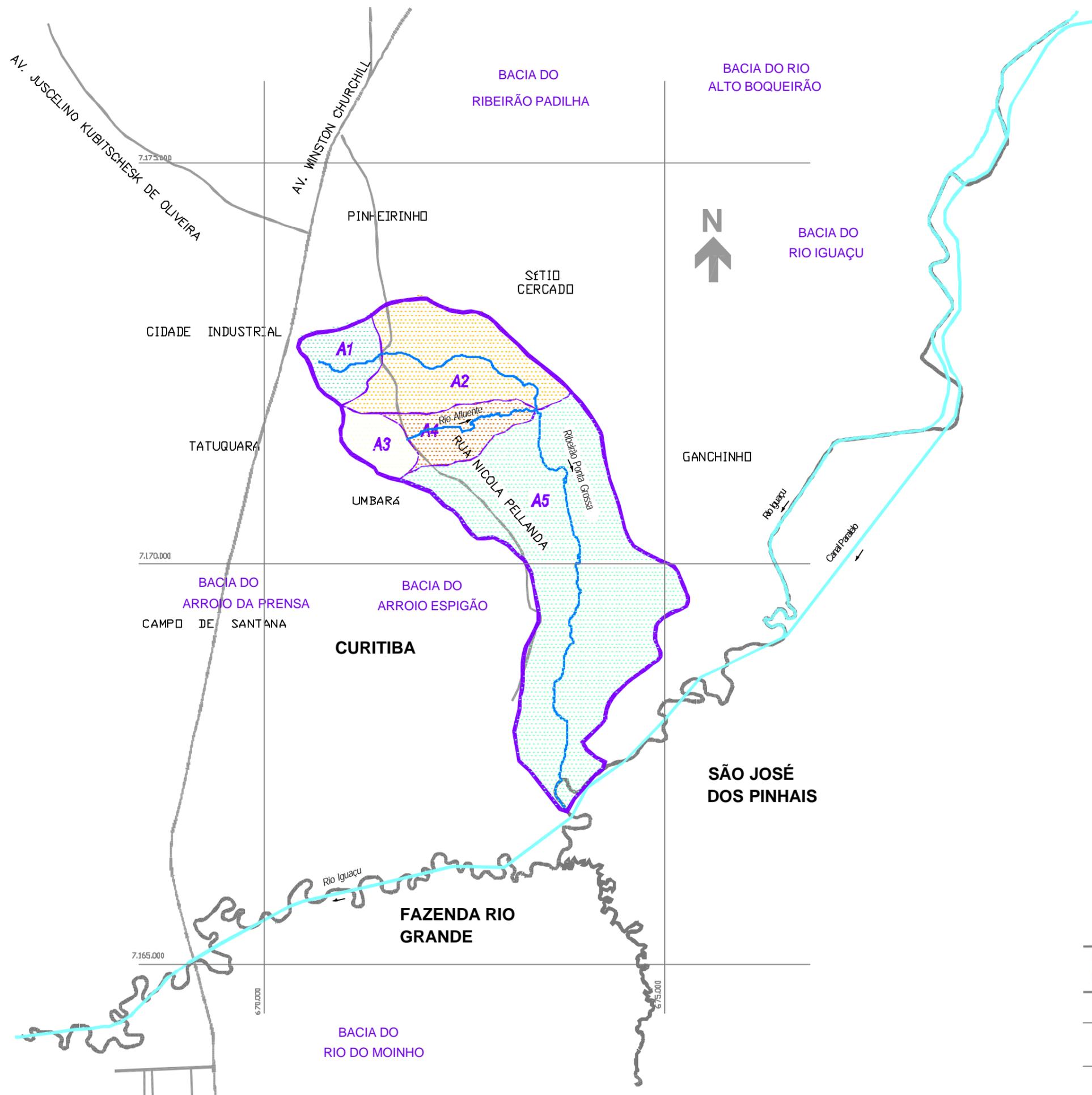
DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

ESCALA:  
S/ESCALA

DATA:  
Julho 2002

Nº CHEMILL  
SUD0103DW-WR247-P2

Nº3  
CO01



- SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS - BACIA DO RIBEIRÃO PONTA GROSSA
- A1 PONTA GROSSA CABECEIRA
  - A2 PONTA GROSSA DISTRIBUÍDA 1
  - A3 AFLUENTE CABECEIRA
  - A4 AFLUENTE DISTRIBUÍDA
  - A5 PONTA GROSSA DISTRIBUÍDA 2

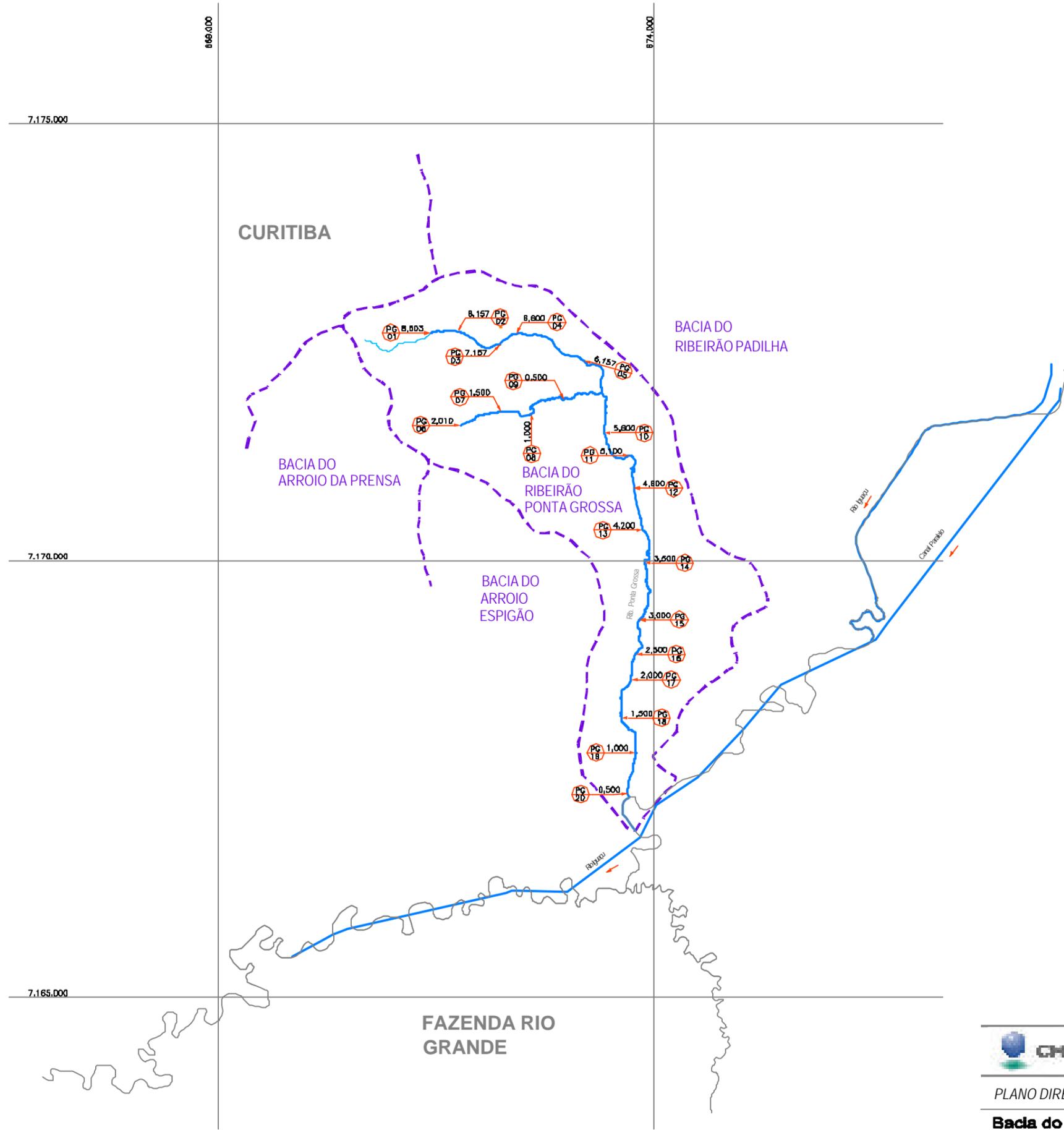
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
- SISTEMA VIÁRIO PRINCIPAL
- LIMITE DE MUNICÍPIO



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Julho 2002	Nº CH2MHILL SUD0103MP-WR065-P2	W03 T065
-----------------------	---------------------	-----------------------------------	-------------



**PONTOS DE ENTRADA DE VAZÃO**

Nº	OPERAÇÃO HIDROLÓGICA	SUB-BACIA
PC 01	Ponta Grossa Cabeceira	A1
PC 02	Ponta Grossa Distribuída 1.1	A2
PC 03	Ponta Grossa Distribuída 1.2	A2
PC 04	Ponta Grossa Distribuída 1.3	A2
PC 05	Ponta Grossa Distribuída 1.4	A2
PC 06	Afluente Cabeceira	A3
PC 07	Afluente Distribuída 1.1	A4
PC 08	Afluente Distribuída 1.2	A4
PC 09	Afluente Distribuída 1.3	A4
PC 10	Ponta Grossa Distribuída 2.1	A6
PC 11	Ponta Grossa Distribuída 2.2	A6
PC 12	Ponta Grossa Distribuída 2.3	A6
PC 13	Ponta Grossa Distribuída 2.4	A6
PC 14	Ponta Grossa Distribuída 2.5	A5
PC 15	Ponta Grossa Distribuída 2.6	A5
PC 16	Ponta Grossa Distribuída 2.7	A6
PC 17	Ponta Grossa Distribuída 2.4	A6
PC 18	Ponta Grossa Distribuída 2.5	A5
PC 19	Ponta Grossa Distribuída 2.6	A6
PC 20	Ponta Grossa Distribuída 2.7	A5

**LEGENDA**

- Limite de Bacia
- Trechos de Macrodrenagem
- Trechos de Microdrenagem



**NÍVEL DE ÁGUA NO IGUAÇU**

NA=870,75

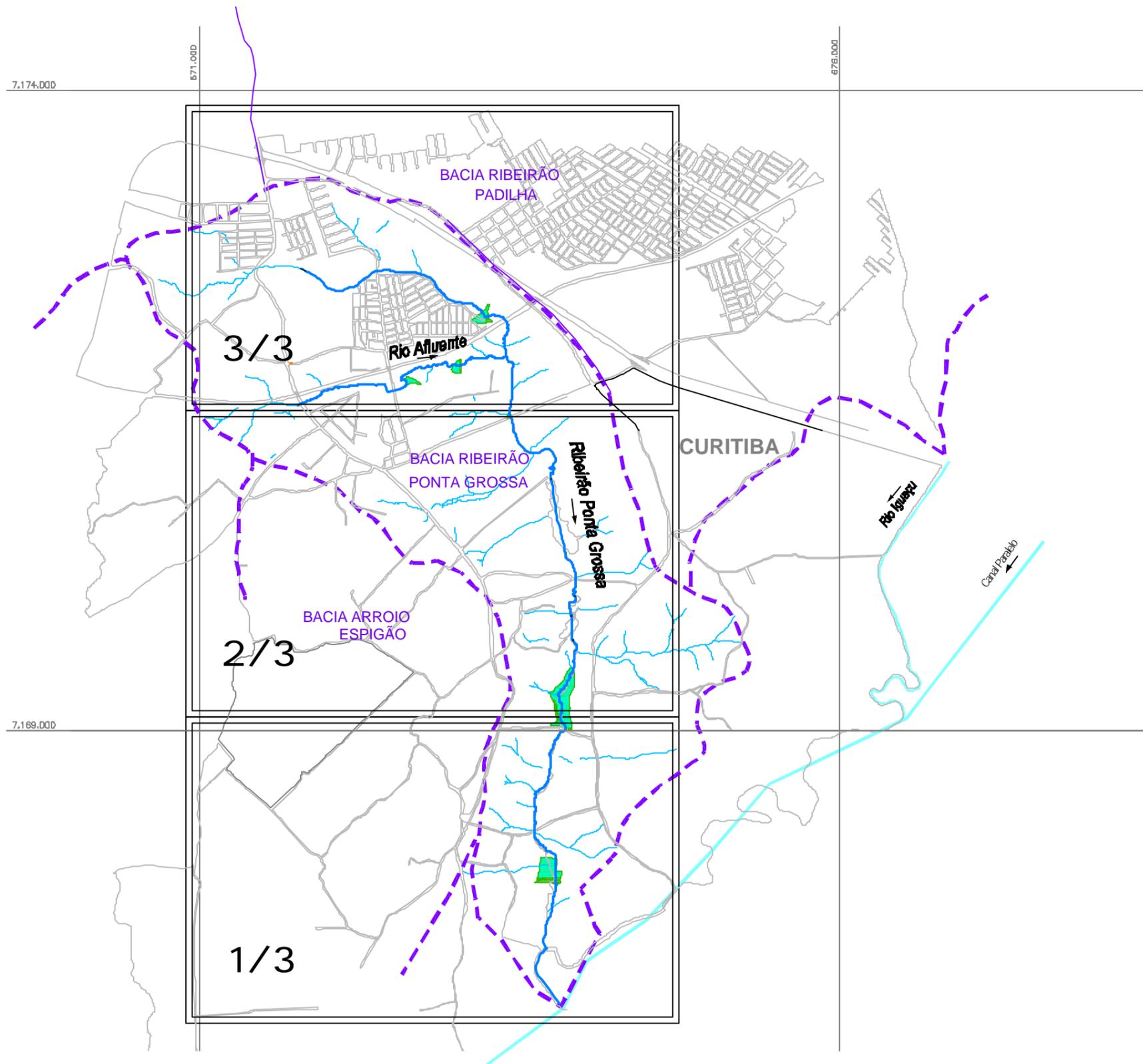


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**

Condições de Contorno para o Modelo Hidrodinâmico

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Jan 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR24B-P1	M03 CO02
--------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------



### CONVENÇÃO

-  ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
-  ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
-  LIMITE DE MUNICÍPIO
-  LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
-  SISTEMA DE MACRODRENAGEM
-  SISTEMA DE MICRODRENAGEM



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS 1:10.000

ESCALA GRÁFICA  
0 km 0,5 km 1,0 km 1,5 km

#### NOTA:

- 1- ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS À ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFEITURAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU.
- 2- AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO INDICADAS NESTE DESENHO, REFERE-SE AO CENÁRIO TENDENCIAL.

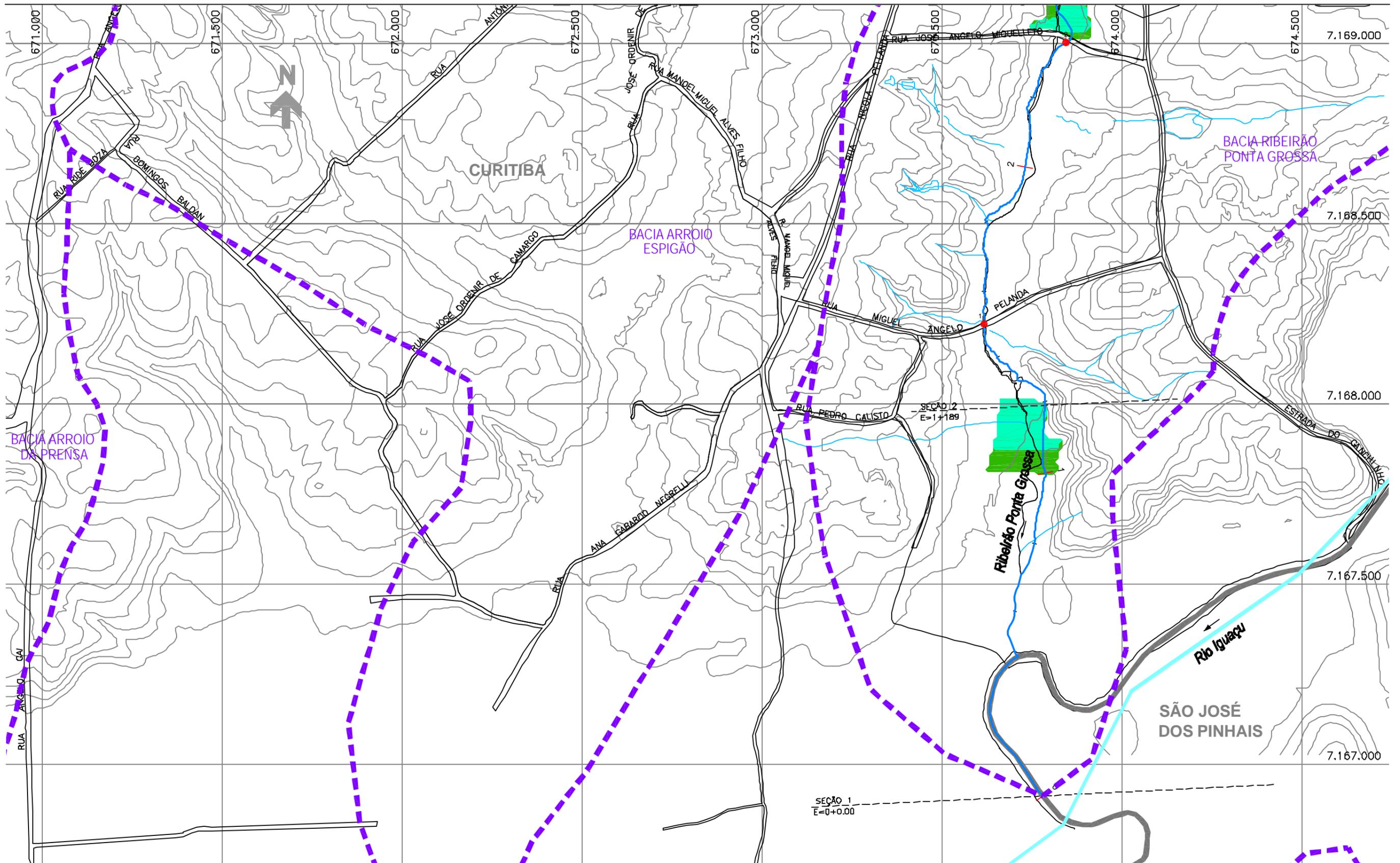
OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - PLANTA GERAL - ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

ESCALA: GRÁFICA | DATA: Jan. 2002 | Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR249-P1 | FL. CO03



**NOTAS:**

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFEITURAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA À PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

**ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

-	-	-
-	1/3	-
-	2/3	-

**CONVENÇÃO**

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

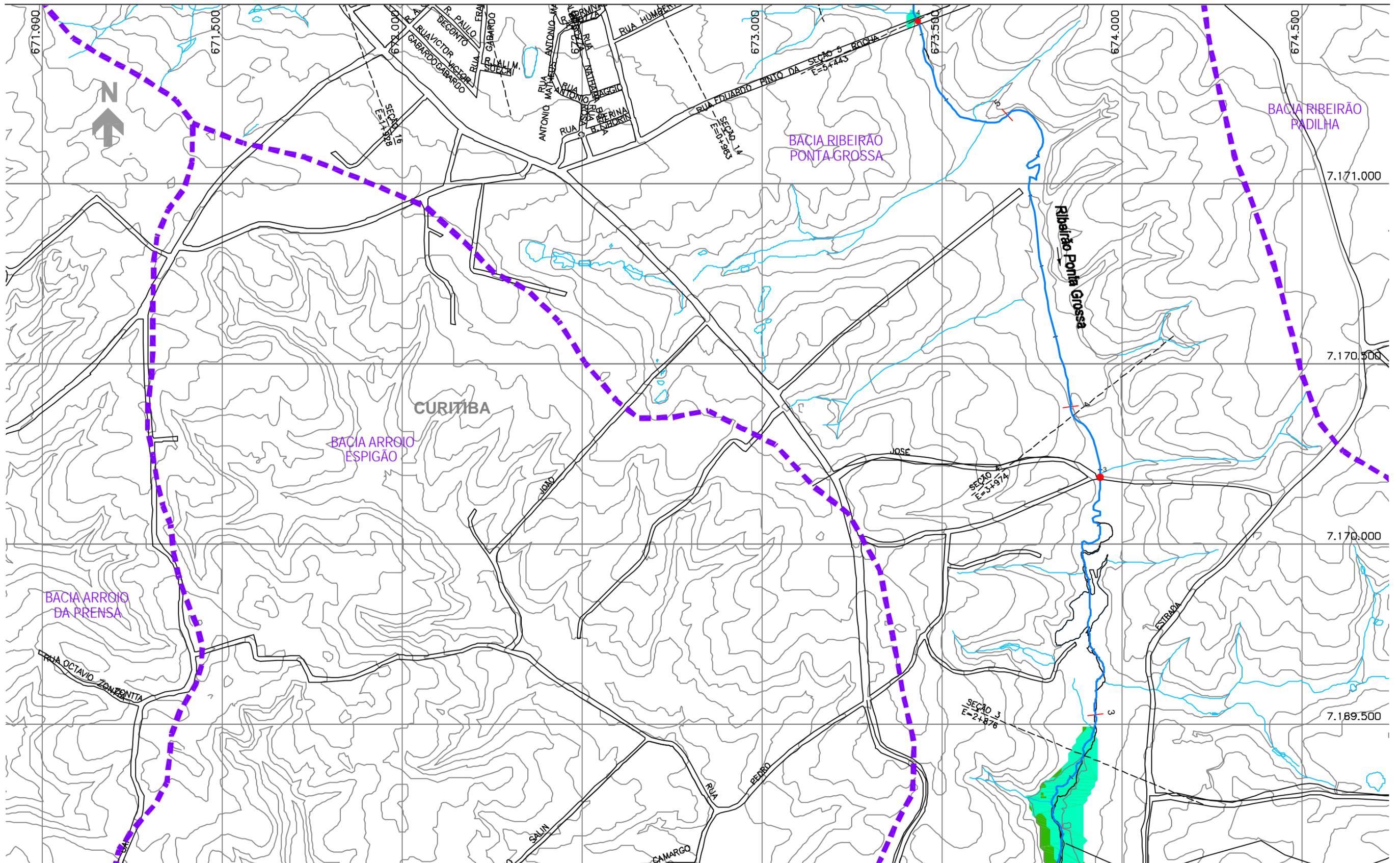
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL**

ESCALA: 1 : 10.000	DATA: Julho 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2	M03 CA 1/3
-----------------------	---------------------	-----------------------------------	---------------



**NOTAS:**

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFERÊNCIAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA A PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

**ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

-	1/3	-
-	2/3	-
-	3/3	-

**CONVENÇÃO**

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

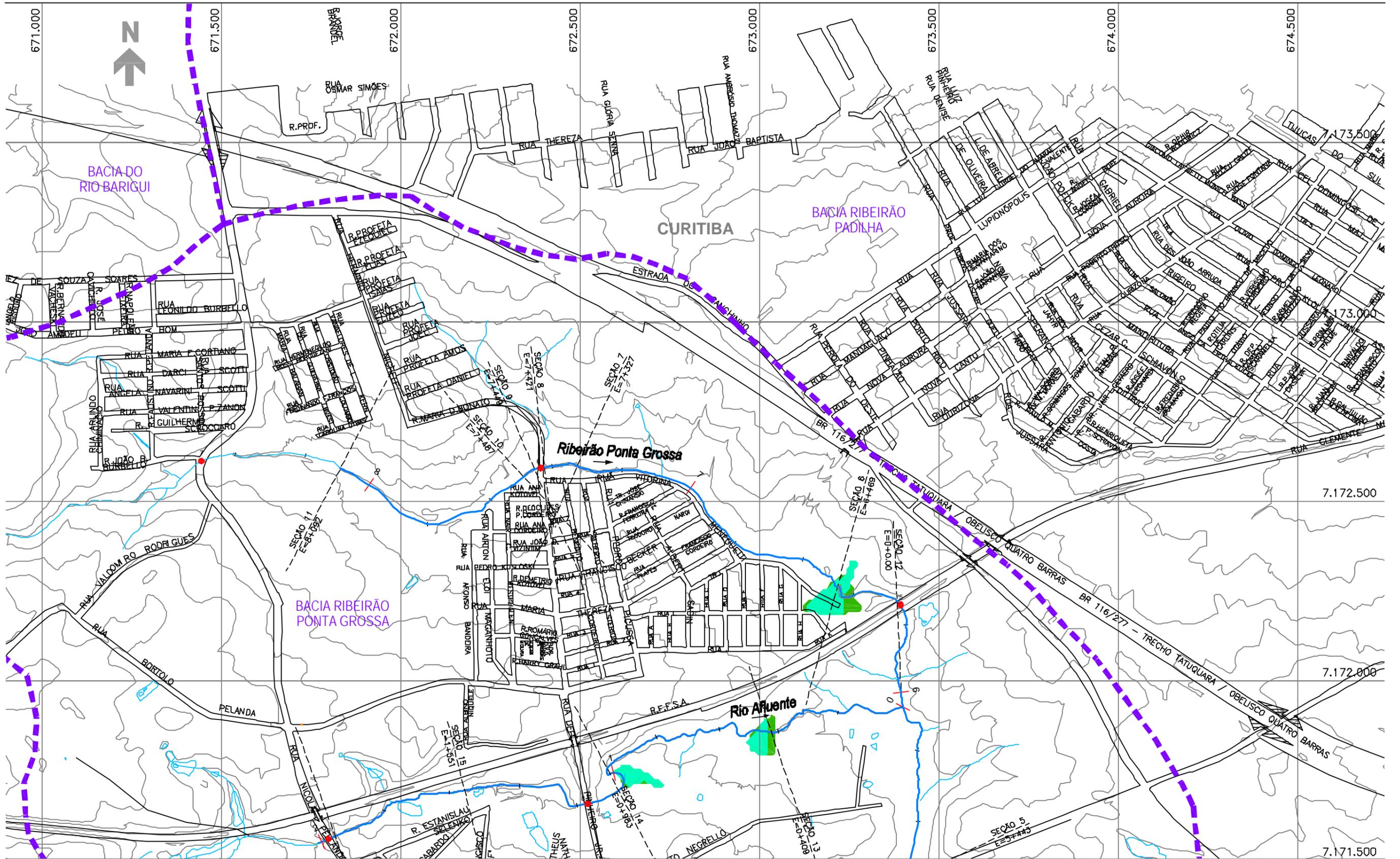
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL**

ESCALA: 1 : 10.000    DATA: Julho 2002    N° CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2    M03 CA 2/3



**NOTAS:**

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFEITURAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA À PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

**ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

-	2/3	-
-	3/3	-
-	-	-

**CONVENÇÃO**

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

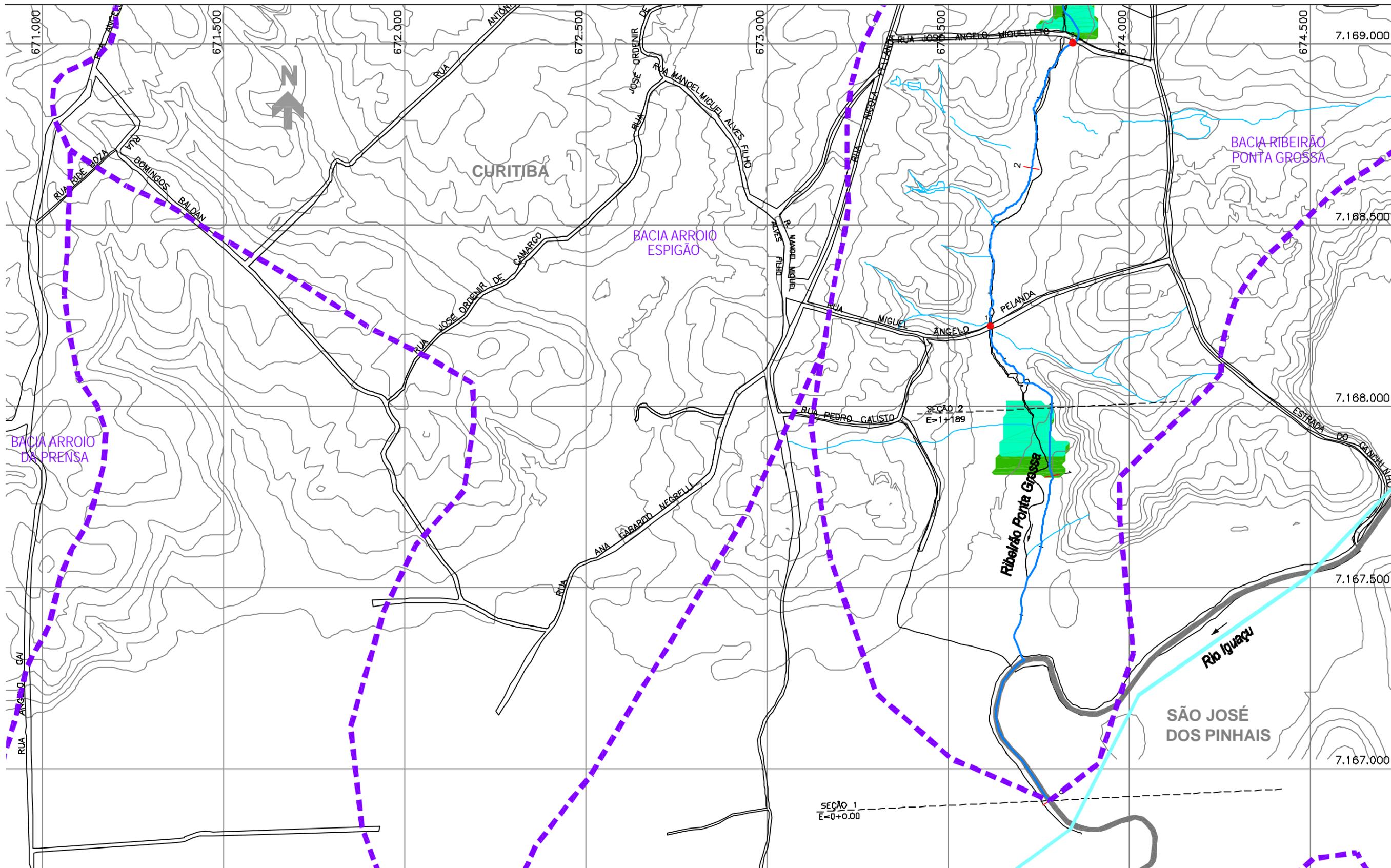
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL**

ESCALA: 1 : 10.000      DATA: Julho 2002      N° CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2      M03 CA 3/3



**NOTAS:**

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFEITURAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA À PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

**ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

-	-	-
-	1/3	-
-	2/3	-

**CONVENÇÃO**

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

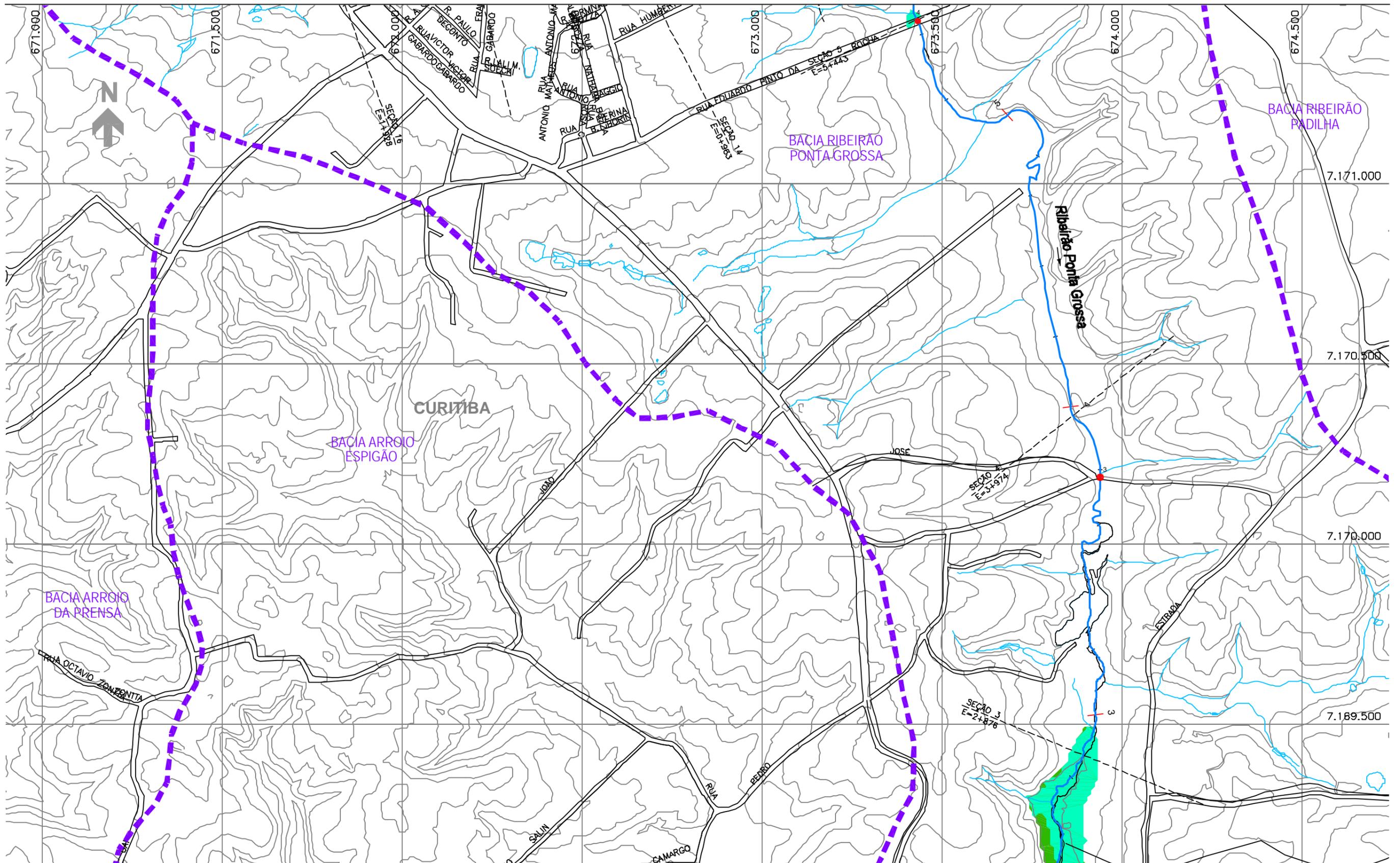
**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL**

ESCALA:  
1 : 10.000

DATA:  
Julho 2002

Nº CHEMILL  
SUD0103DW-WR250-P2

M03  
CT 1/3



**NOTAS:**

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFERÊNCIAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA A PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

**ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

-	1/3	-
-	2/3	-
-	3/3	-

**CONVENÇÃO**

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

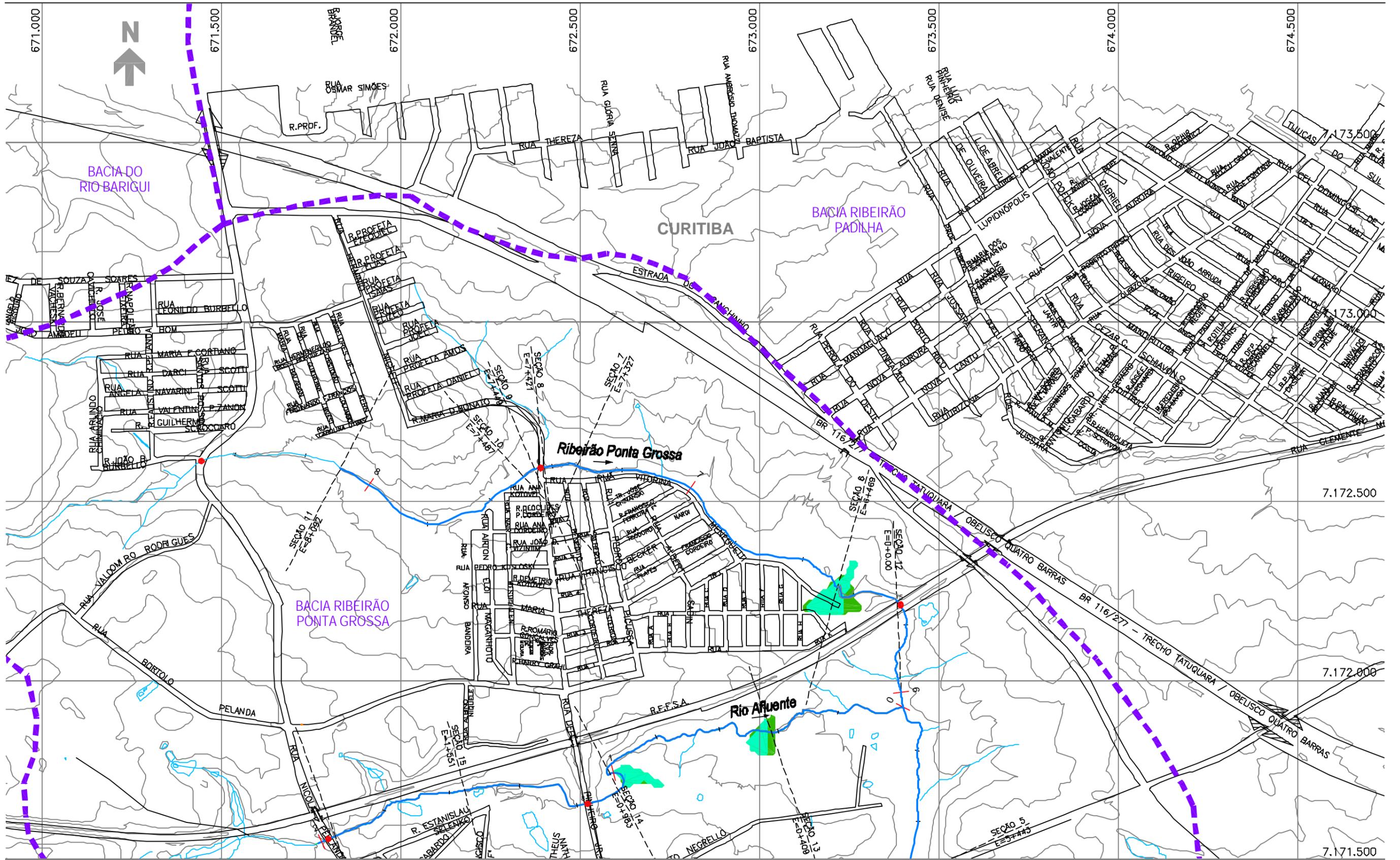
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL**

ESCALA: 1 : 10.000      DATA: Julho 2002      N° CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2      M03 CT 2/3



NOTAS:

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFEITURAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA À PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

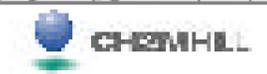
OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

-	2/3	-
-	3/3	-
-	-	-

CONVENÇÃO

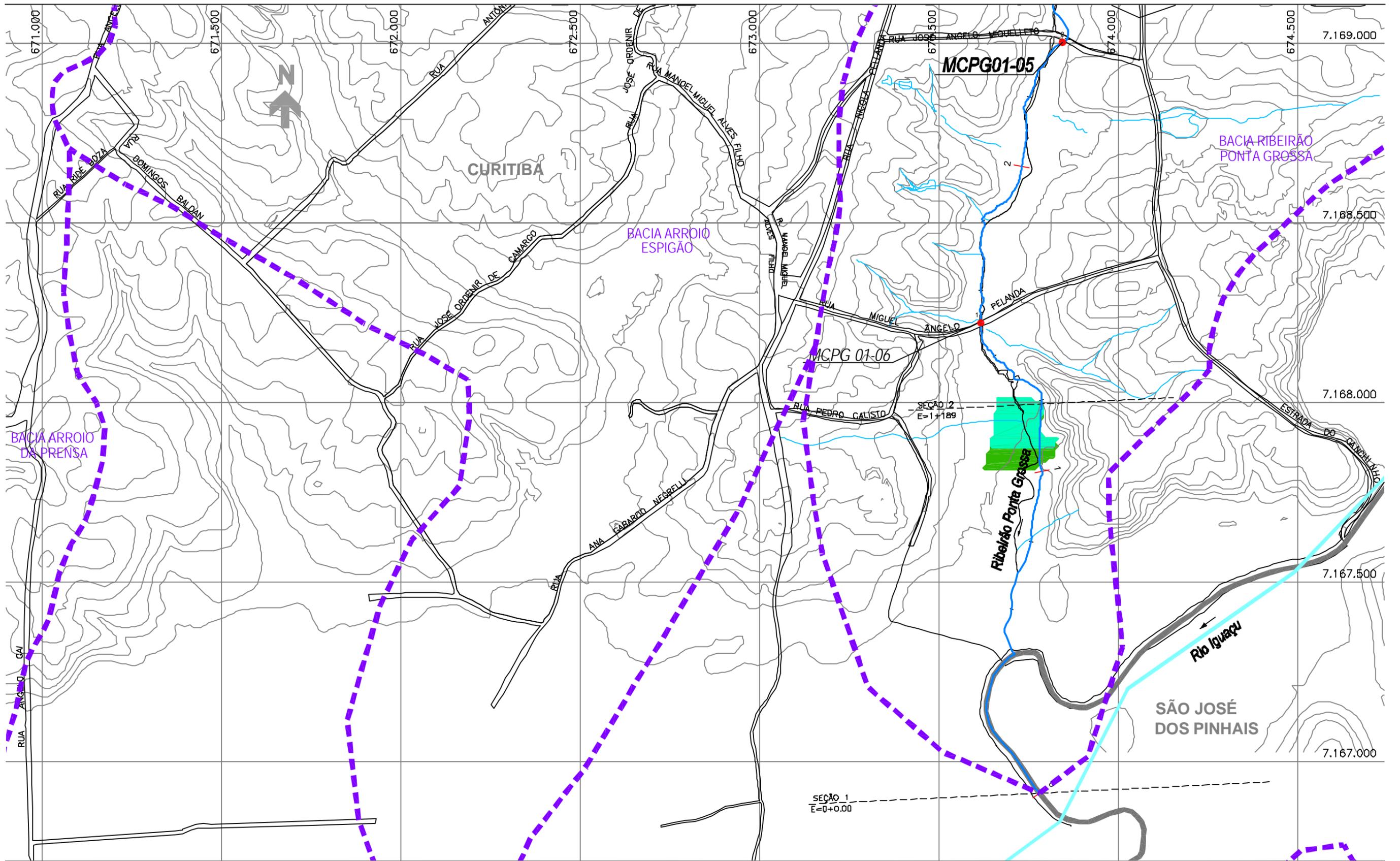
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL**

ESCALA: 1 : 10.000      DATA: Julho 2002      N° CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2      M03 CT 3/3



NOTAS:

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFEITURAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA À PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

-	-	-
-	1/3	-
-	2/3	-

CONVENÇÃO

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

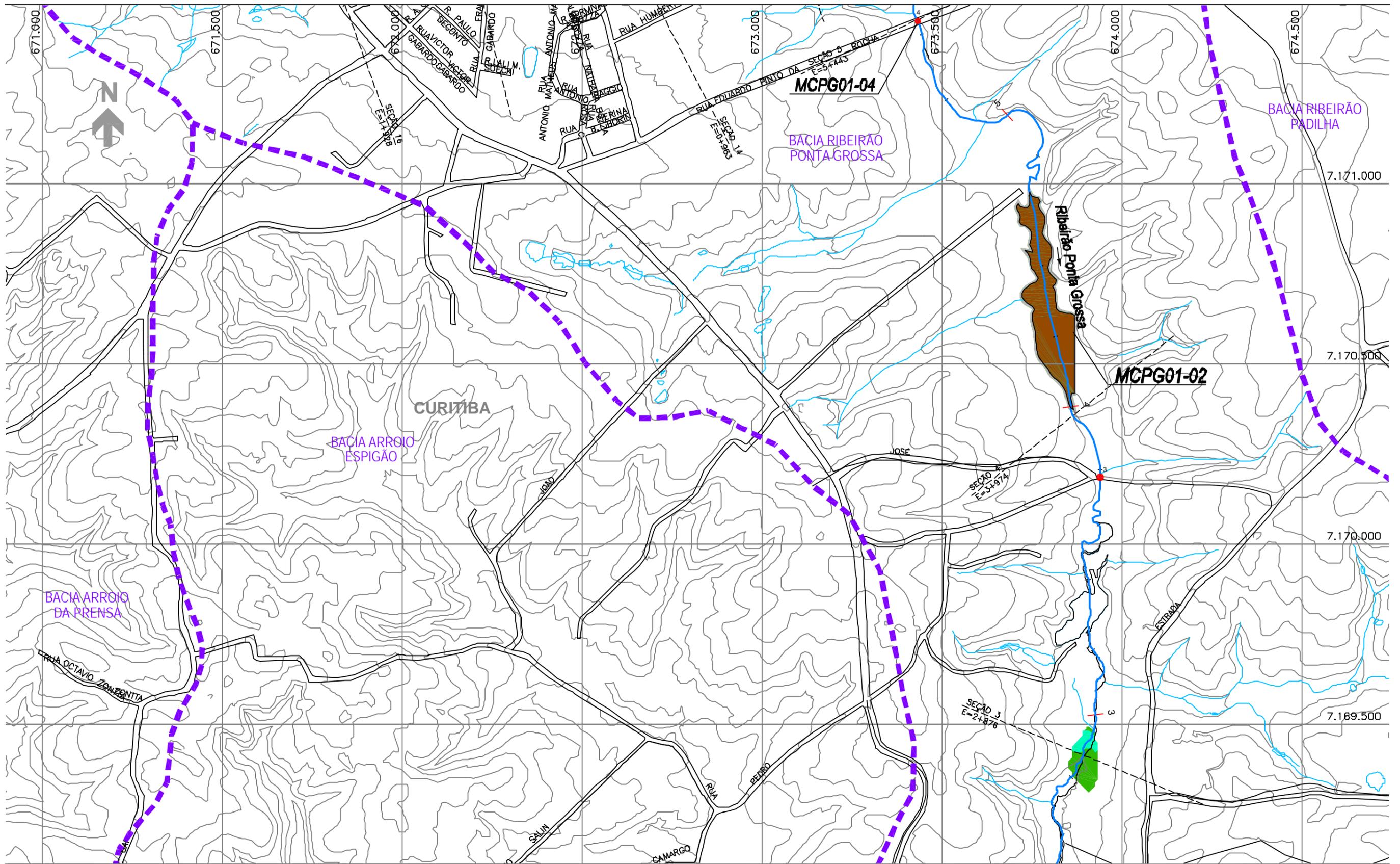
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO**

ESCALA: 1 : 10.000    DATA: Julho 2002    N° CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2    M03 CD 1/3



**NOTAS:**

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFERÊNCIAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA A PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

**ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

-	1/3	-
-	2/3	-
-	3/3	-

**CONVENÇÃO**

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

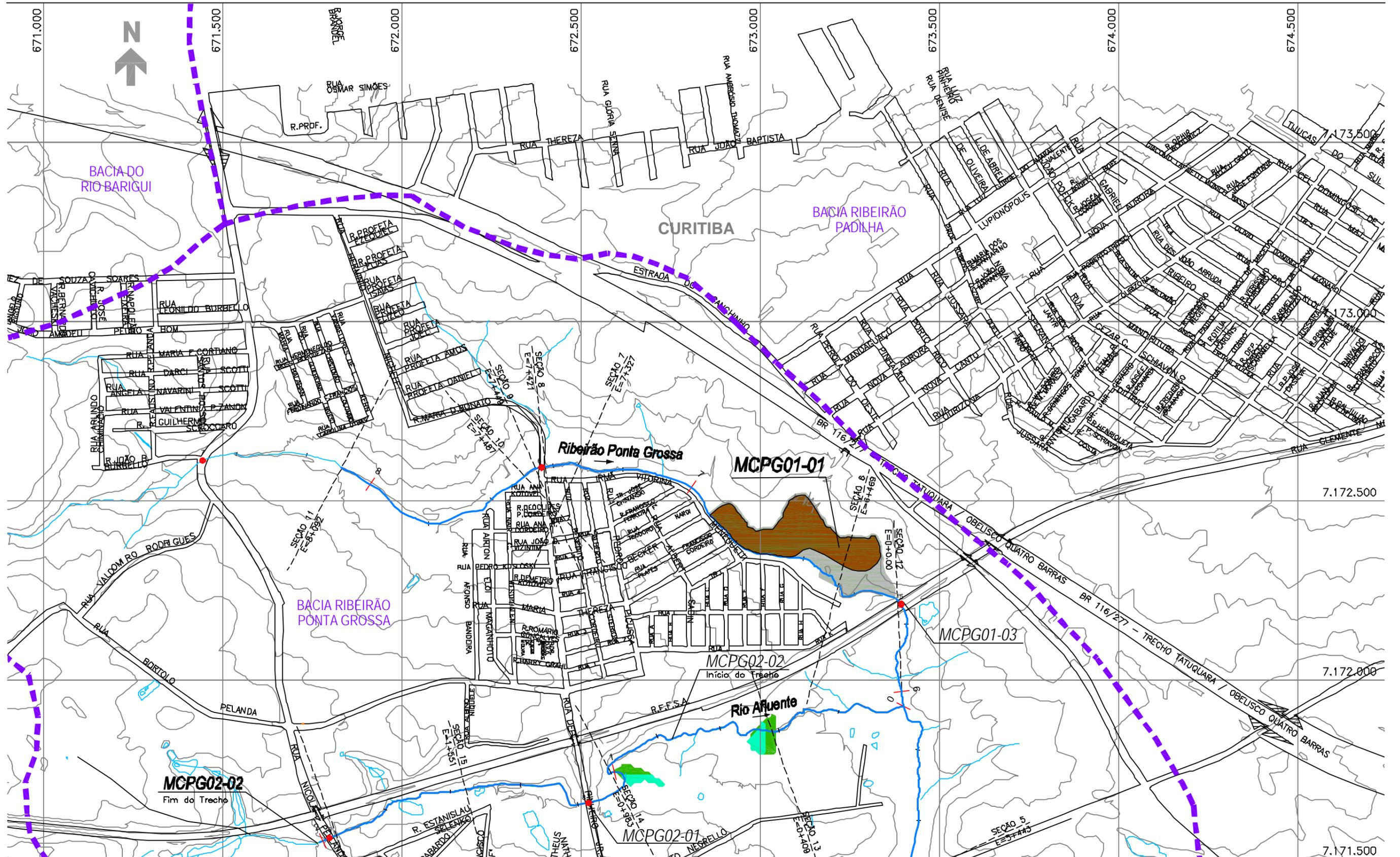
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO**

ESCALA: 1 : 10.000      DATA: Julho 2002      N° CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2      M03 CD 2/3



**NOTAS:**

- 1 - AS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO AQUI APRESENTADAS FORAM GERADAS A PARTIR DE MODELAGEM MATEMÁTICA, SOBRE BASE CARTOGRÁFICA DO SIGRH FORNECIDA PELA SUDERHSA
- 2 - ESTE É UM DOCUMENTO PRELIMINAR DESTINADO APENAS A ANÁLISE E COMENTÁRIOS DAS PREFEITURAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
- 3 - A PRECISÃO DO MODELO DE DESENHO DAS ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ESTÁ CONDICIONADA À PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM  
DATUM SAD69

**ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS**

-	2/3	-
-	3/3	-
-	-	-

**CONVENÇÃO**

- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS

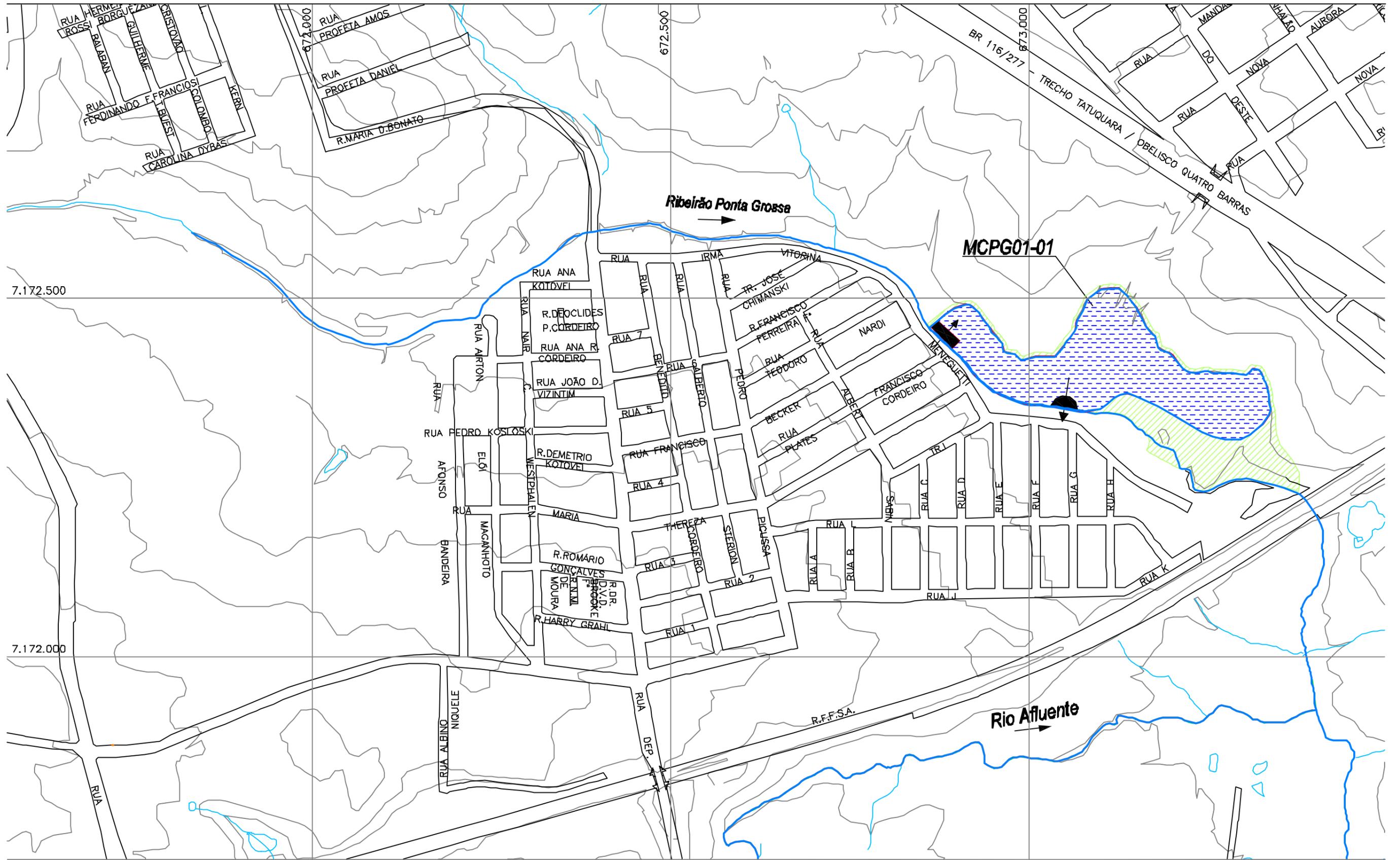
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

**Bacia do Ribeirão Ponta Grossa**  
**ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO**

ESCALA: 1 : 10.000      DATA: Julho 2002      N° CH2MHILL SUD0103DW-WR250-P2      M03 CD 3/3



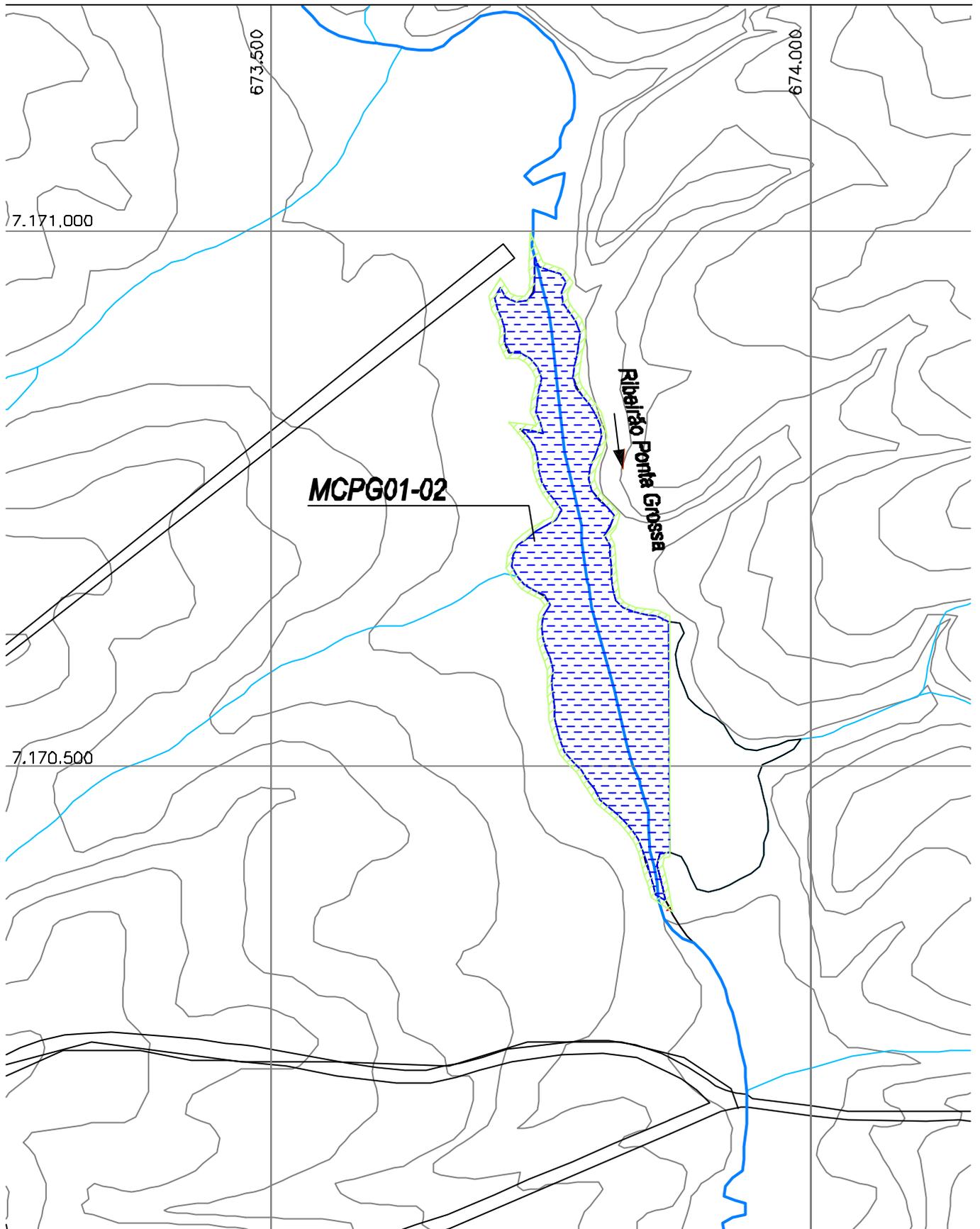
- CONVENÇÃO
- Limite da Lagoa de Acumulação
  - Unidade de Entrada
  - Unidade de Saída
  - Área Urbanizada
  - Área da Lagoa
  - Barragem

**CH2MHILL**

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Medidas de Controle de Enchentes - Bacia do Ribeirão Ponta Grossa  
**MCPG 01-01 - Lagoa de Acumulação Lateral**

ESCALA: 1 : 5.000	DATA: Julho 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR251-P2
		FL. C004/1



CONVENÇÃO

-  Limite da Lagoa de Acumulação
-  Unidade de Entrada
-  Unidade de Saída
-  Área Urbanizada
-  Área da Lagoa



PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Medidas de Controle de Enchentes - Bacia do Ribeirão Ponta Grossa  
MCPG 01-02 - Lagoa de Acumulação Central

ESCALA:  
1 : 5.000

DATA:  
Julho 2002

Nº CH2MHILL  
SUD0103DW-WR251-P2

FL.  
C004/2