



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 4.20
MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO ARROIO DA PRENSA

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 4.20

MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO ARROIO DA PRENSA

**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 CAMBUÍ
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 4.20 – ARROIO DA PRENSA

1	APRESENTAÇÃO	1
2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA	3
2.1	ÁREA DE ESTUDO	3
2.2	SISTEMA ATUAL DE DRENAGEM	3
2.3	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	4
2.4	USO DO SOLO	5
3	MODELAGEM HIDRODINÂMICA	6
4	CENÁRIOS CONSIDERADOS	8
5	DADOS UTILIZADOS	9
5.1	BASE CARTOGRÁFICA	9
5.2	PERFIL LONGITUDINAL	9
5.3	SEÇÕES TRANSVERSAIS	10
5.4	CONDIÇÕES DE CONTORNO	11
6	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDRODINÂMICAS	12
6.1	CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL	12
6.2	CENÁRIO DIRIGIDO	15
7	MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS PROPOSTAS	22
7.1	MEDIDAS DE CONTROLE PROPOSTAS	22

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 NÍVEIS DE ÁGUA
ANEXO 8 - DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS

Nº	Título	Escala
IL-01	Bacia do Arroio da Prensa Planta Geral com a Localização da Bacia	Gráfica
I001	Bacia do Arroio da Prensa Inundações Segundo Pesquisa	1:50000
C001	Bacia do Arroio da Prensa Diagrama Unifilar	S/ escala
T067	Bacia do Arroio da Prensa Sub-Bacias Hidrográficas	1:50000
C002	Bacia do Arroio da Prensa Condições de Contorno	Gráfica
C003	Bacia do Arroio da Prensa Áreas de Risco de Inundação - Articulação das Folhas	Gráfica
CA1/3 a CA3/3	Bacia do Arroio da Prensa Manchas de Inundação – Cenário Atual - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CT1/3 a CT3/3	Bacia do Arroio da Prensa Manchas de Inundação – Cenário Tendencial - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CD1/3 a CD3/3	Bacia do Arroio da Prensa Manchas de Inundação – Cenário Dirigido - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000

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 arroio Prensa, 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 arroio da Prensa. São, ainda, fornecidos os hidrogramas afluentes e indicadas as 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, estão sendo propostas as substituições das tubulações de duas travessias existentes do arroio da Prensa sob vias públicas por pontilhões de concreto armado.

O custo estimado para a implantação destas MCs alcança o valor de 119 mil reais a preços de janeiro de 2000.

2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O arroio da Prensa é afluente do rio Iguaçu pela margem direita. A sua bacia hidrográfica, totalmente situada no município de Curitiba, abrange área de cerca de 10 km².

A localização da bacia do arroio da Prensa na área de abrangência do Plano Diretor de Drenagem é mostrada no desenho IL01, e a planta geral da bacia no desenho I001

A bacia do arroio da Prensa é de uso predominantemente rural, contendo apenas um pequeno núcleo urbano na região de sua cabeceira, junto ao cruzamento existente entre a Rodovia BR-116 e a linha férrea.

Os principais elementos da área de estudo, pertinentes à bacia do arroio da Prensa, e considerados nas simulações hidrodinâmicas, são mostrados no Diagrama Unifilar do Sistema de Macrodrenagem, apresentado no desenho C001.

2.2 SISTEMA ATUAL DE DRENAGEM

2.2.1 Caracterização do Sistema

A caracterização da situação atual de 7,3 km de trechos de rios da bacia do arroio da Prensa 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 representadas pelo coeficiente de Manning.

2.2.2 Singularidades

Caracterizam-se por singularidade as obstruções existentes ao longo do caminamento 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 arroio da Prensa estão localizadas 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 Arroio da Prensa

Nº	Rio	Estaca	Tipo	Dimensões	Recobrimento
1	Prensa	5+710	Bueiro tubular	(1 x 1,80 + 1 x 1,20) m	0,5 m
2	Prensa	5+000	Bueiro tubular	(1 x 2,5) m	0,6 m
3	Prensa	2+900	Bueiro tubular	(3 x 1,80) m	0,5 m

Fonte: CH2M HILL

2.2.3 Obras e Projetos

Os levantamentos realizados junto à Prefeitura de Curitiba e órgãos estaduais mostraram que não existem projetos e programas específicos afetos à drenagem urbana para esta bacia.

2.2.4 Áreas Inundáveis

Não foram identificadas áreas urbanas inundáveis na bacia do arroio da Prensa nas pesquisas realizadas junto à prefeitura do município de Curitiba.

A pesquisa e seus resultados estão detalhadamente apresentados no Volume 3 -Tomo 3.1, do Relatório Final.

2.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

2.3.1 Atendimento Atual

As condições atuais do atendimento (1999) da bacia do arroio da Prensa pelo sistema de esgotamento sanitário são as seguintes:

- População Urbana total: 3.804 habitantes;
- População atendida pelo sistema de coleta de esgoto: 3.043 habitantes; 80% da população urbana;
- Extensão de redes coletoras: 8,5 km;
- Número de ligações: 429 unidades;
- Estações de tratamento de Esgotos: O esgoto coletado na bacia não é tratado, sendo despejado "in natura" nos cursos d'água da região.

2.3.2 Prognósticos para o Horizonte do Plano

De acordo com o Plano de Despoluição Hídrica da Bacia da Alto Iguaçu, elaborado para a SUDERHSA pela CH2M HILL (Dezembro 2000), a evolução do atendimento da população urbana

da bacia do arroio da Prensa pelo sistema de esgotamento sanitário no cenário Proposto (Cenário D) até o horizonte do plano, ano 2020, é a mostrada na Tabela 2.2 a seguir:

Tabela 2.2 – Bacia do Arroio da Prensa
Programa de Atendimento pelo Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto

Parâmetro de Atendimento	Ano			
	2005	2010	2015	2020
População Urbana (hab)	4.331	4.818	5.211	5.631
População atendida pelos sistemas de coleta e tratamento de esgotos (hab)	3.043	3.792	4.222	5.033
Índice de Atendimento (%)	70,3	79	81	90
Extensões de Redes Coletora (km)	8,5	10	11	13
Números de Ligações (unidades)	429	504	545	629

Fonte: CH2M HILL

Além dos elementos acima, o Plano Diretor de Despoluição prevê que o esgoto coletado nessa bacia tenha uma parte revertida para a bacia do ribeirão Ponta Grossa pela Estação Elevatória Britanite (8 l/s), de onde o esgoto será enviado para tratamento na ETE Padilha Sul e outra parte enviada para a bacia do rio Barigui (ETE CIC-XISTO), pela Estação Elevatória Campo de Santana (8l/s).

O cronograma de implantação do Plano de Despoluição prevê que as obras na bacia do arroio da Prensa sejam iniciadas na segunda etapa do programa, isto é, no período 2006-2010.

2.4 USO DO SOLO

A urbanização da bacia do arroio da Prensa, conforme a segmentação feita, descreve uma bacia com baixa ocupação, com características rurais. A bacia apresenta uma média populacional para o ano de 1999 de 3 hab/ha.

A área de maior ocupação localiza-se na porção de montante delimitada pela sub-bacia A1 com densidade populacional média de 8 hab/há, onde se localiza um núcleo urbano. A sub-bacia A2 apresentam densidade populacional menor da ordem de 1 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; e
- 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 arroio da Prensa foi dividida em 2 sub-bacias e para elas foram definidos todos os parâmetros necessários para a modelagem. No contexto da bacia hidrográfica deste curso d'água, o sistema hídrico simulado compreenderá apenas o curso principal do rio, com uma extensão de 5,7 km, cuja abrangência espacial pode ser visualizada no desenho T067.

O curso d'água do arroio da Prensa 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 arroio da Prensa 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; e
- 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 arroio da Prensa, 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 a contenção e o controle de cheias.

As condições de impermeabilização da bacia 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

Para o desenvolvimento dos trabalhos de delimitação de áreas de risco de inundação nos trechos de macrodrenagem da bacia do Alto Iguaçu, através de modelagem matemática, foi utilizada a base cartográfica, na escala 1: 10.000, preparada pela SUDERHSA como elemento de seu Sistema de Informações para Gestão de Recursos Hídricos -SIGRH.

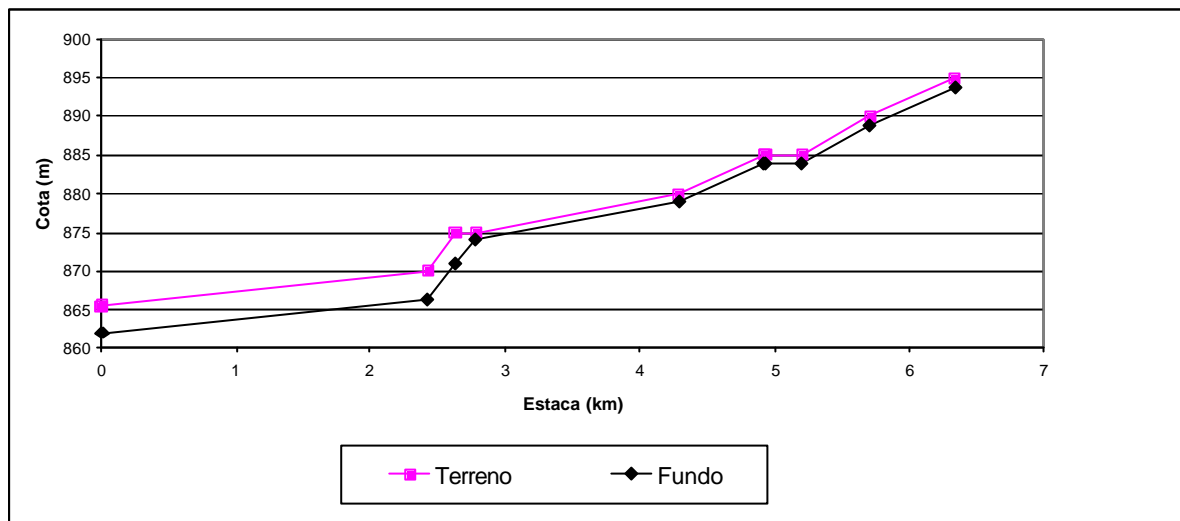
Foi feita a análise e a preparação dessa base de modo a possibilitar a utilização da mesma com o modelo de simulação hidrodinâmico Mike 11. Foram gerados modelos digitais do terreno (MDT) a partir da altimetria, com a inclusão e a validação de elementos de interesse que afetam o comportamento das inundações,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

5.2 PERFIL LONGITUDINAL

A partir do traçado do curso d'água principal e a definição do trecho de macrodrenagem, 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 extraindo-se da base cartográfica as cotas das margens nos pontos onde o traçado do curso 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. É apresentado, em seguida, o perfil longitudinal do arroio da Prensa.

Figura 5.1
Perfil Longitudinal do Arroio da Prensa



5.3 SEÇÕES TRANSVERSAIS

As seções transversais do curso de água são fundamentais para caracterizar a topologia da macrodrenagem. Cada seção transversal 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 do SIGRH, fornecida pela SUDERHSA.

As características geométricas do leito menor de cada seção levantada têm validade para um trecho de macrodrenagem do curso de água entre a seção considerada e a primeira seção a jusante.

Em função da conformação topográfica da várzea do arroio da Prensa, foram definidas 10 seções transversais e 9 tramos de macrodrenagem, de modo a caracterizar o comportamento do relevo do terreno. As seções transversais são apresentadas no Anexo 6.

Foram adotados os seguintes coeficientes de rugosidade (Manning) para as duas partes componentes da seção transversal, leito menor e várzea:

- Entre estaca 0+000 até estaca 2+625
Leito Menor = 0,040; Várzea = 0,050
- Entre Estacas 2+625 até 5+ 707
Leito Menor = 0,040; Várzea = 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 arroio da Prensa considerado nas simulações tem início na sua foz, no rio Iguaçu, prolongando-se por uma extensão de 5.723 m, nas proximidades da Seção 10.

Como condição de contorno de jusante, considerou-se a cota correspondente à vazão do rio Iguaçu para o período de retorno de $TR=2$ anos, igual a 867,15 m.

Para geração dos hidrogramas de cheia foi utilizado o modelo IPHS1, 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 utilizado 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 e 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, isto é: a separação do volume da precipitação que infiltra ou fica retido no terreno, do volume que escoar. A partir do conhecimento do volume infiltrado ou retido, obtém-se a precipitação efetiva disponível para escoamento superficial. Assim, o parâmetro CN e 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 e retenção, 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 arroio da Prensa, 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 do perfil longitudinal do rio, considerando os períodos de retorno de 10 e 25 anos. Para uma 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 arroio da Prensa 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.

Quanto ao processo de modelagem hidrodinâmica no modelo Mike 11, numa primeira tentativa foram adotadas, como condições iniciais, as estabelecidas no arquivo de parâmetros, utilizando-se a opção "initial conditions" igual a "parameter file". Foi admitido que a lagoa existente nas proximidades da estaca 2+900 estaria cheia no início da simulação, com o seu nível de água na cota 877,50 m.

Devido a instabilidade produzida com esse procedimento, alterou-se a condição inicial, passando-se a trabalhar com a opção "hot start", com o modelo partindo dos resultados da primeira simulação ("parameter file"). Este procedimento resultou na diminuição dos picos aleatórios nos resultados dos hidrogramas ao longo do arroio do Prensa, permitindo resultados estáveis e confiáveis.

6.1.2 Tabela 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 – Arroio da Prensa

Rio	Estaca	Cotas (m)				Vazões			
		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
Prensa	0+973	867,171	867,194	867,169	867,196	30,319	43,886	28,115	44,596
Prensa	1+454	867,240	867,357	867,244	967,362	22,603	32,166	20,279	32,700
Prensa	2+417	867,562	867,905	867,575	867,919	11,553	15,331	8,835	15,607
Prensa	2+625	871,248	871,386	871,254	871,391	10,056	13,093	7,908	13,289
Prensa	2+950	878,727	879,168	878,744	879,183	9,754	13,191	7,986	13,395
Prensa	4+288	880,314	880,382	880,315	880,385	16,266	31,918	16,666	32,445
Prensa	5+050	877,010	887,533	887,037	887,547	16,196	29,649	16,421	30,118
Prensa	5+723	892,568	892,771	892,575	892,776	24,569	37,668	24,970	38,068

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 0,17 cm para TR = 10 anos na estaca 2+950, nos níveis máximos de água ao longo do período de planejamento.

A Tabela 6.2 mostra as cotas de extravasamento da calha menor para as mesmas seções relacionadas na Tabela 6.1 acima, e as respectivas lâminas de inundação para os cenários atual e tendencial.

Tabela 6.2 Cotas de Extravasamento da Calha do Arroio da Prensa e Lâminas de Inundação - Cenários Atual e Tendencial

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
Prensa	0+973	865,00	2.171	2.194	2,169	2,196
Prensa	1+454	865,20	2.040	2.157	2,044	2,162
Prensa	2+417	865,25	2.312	2.655	2,325	2,669
Prensa	2+625	870,00	1.248	1.386	1,254	1,291
Prensa	2+950	875,56	3.167	3.608	3,184	3,623
Prensa	4+288	875,00	5.314	5.382	5,315	5,385
Prensa	5+050	885,018	-8.008	2.515	2,019	2,529
Prensa	5+723	890,134	2.434	2.637	2,441	2,642

Fonte: CH2M HILL

6.1.3 Cotagramas e Hidrogramas

Nos Anexos 4 e 5 são apresentados, respectivamente, os cotagramas e hidrogramas para 8 seções do arroio da Prensa, resultantes da modelagem para os períodos de retorno de 10 e 25 anos dos Cenários Atual e Tendencial.

Através da leitura destes hidrogramas e cotagramas 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 arroio da Prensa para os Cenários Atual e Tendencial, e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CA1/3, CA2/3, CA3/3, CT1/3, CT 2/3 e CT3/3; a articulação destes desenhos e mostrada no desenho C003.

Os desenhos apresentados foram elaborados com o auxílio de um módulo do programa Spring, desenvolvido pela CH2M HILL em colaboração com o INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 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 a partir das cartas do SIGRH fornecidas pela SUDERHSA.

A precisão da delimitação das áreas de risco depende da resolução do MDT, estando intimamente ligada com a escala de produção da cartografia utilizada como base para a criação do mesmo. Isto é, a precisão do modelo de desenho está diretamente relacionada com a escala em que a base cartográfica foi produzida. Após a interpolação, as manchas que representam as áreas de risco de inundação foram importadas para um programa CAD, gerando os desenhos com todas as informações necessárias.

Na bacia do arroio da Prensa, tanto para os Cenários Atual e Tendencial como para os períodos de retorno de TR=10 anos e TR=25 anos, existem três áreas de risco de inundação: uma entre a foz do rio Iguaçu e a travessia sob a Rua Ângelo Gabardo (estaca 2+779), a segunda sob a rua Ver. Ângelo Burbelo (estaca 4+914) e a terceira sob a rua Santo Antonio Tortato (estaca 5+707).

As manchas de inundação para os dois períodos de retorno permanecem basicamente inalteradas para os dois cenários, mostrando desta forma a pouca variação da ocupação urbana, e conseqüente da impermeabilização do solo, nesta bacia hidrográfica no período de planejamento.

6.1.5 Análises dos Resultados das Simulações

As três áreas inundáveis acima citadas não se encontram em áreas atualmente urbanizadas.

Verificou-se no entanto, que no caso das travessias sob as ruas Ver. Ângelo Burbelo e Santo Antonio Tortato, as causas das inundações são as baixas capacidades de escoamento das singularidades e dos trechos do canal nas proximidades das mesmas. Já as inundações na região da travessia sob a rua Ângela Gabardo Parolin, têm como causas principais as enchentes do rio Iguaçu.

As áreas nas proximidades das travessias sob as ruas Ver. Ângelo Burbelo e Santo Antonio Tortato não são urbanizadas, podendo-se nelas conviver com inundações, no entanto seria conveniente reduzir os riscos de que estas enchentes ultrapassem os greides das vias públicas.

Assim, com objetivo de diminuir o nível das inundações nestes pontos, para cotas abaixo das do nível dos greides das ruas, visando eliminar os transtornos causados por estas inundações ao tráfego, foram propostas as substituições das seguintes singularidades:

- Na travessia do arroio da Prensa sob a rua Ver. Ângelo Burbelo, substituir a travessia existente constituída por uma tubulação de diâmetro 2,5m por um pontilhão de concreto armado com vão de 6 m.
- Na travessia do arroio sob a rua Santo Antonio Tortato, substituir a travessia existente, constituída por duas tubulações uma de 1,80 m e outra de 1,2 m de diâmetro por um pontilhão de concreto armado com vão de 7 m.

6.2 CENÁRIO DIRIGIDO

6.2.1 Características do Cenário Dirigido

Os trabalhos de simulação hidrodinâmica para o Cenário Dirigido consideram a implantação das medidas de controle seguintes, referentes às proposições feitas no item anterior:

- MC PR01-01 : Substituição da travessia sob a rua Santo Antonio Tortato (Estaca 5+ 707) por um pontilhão com 7 m de vão
- MC PR01-02: Substituição da travessia sob a rua Ver. Ângelo Burbelo (Estaca 4+914), por um pontilhão de vão 6 m.

A implantação destas MCs tem o objetivo de reduzir os riscos de transtornos ao tráfego de veículos nos trechos correspondentes das vias públicas situados sobre as travessias.

6.2.2 Tabelas Estaca x Cota x Vazão

A seguir apresenta-se a Tabela 6.3, 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.

As modelagens efetuadas mostram que no Cenário Dirigido (TR=10 anos) os níveis de água ao longo do arroio da Prensa são praticamente semelhantes aos que ocorrem no Cenário Tendencial, com diferenças ocorrendo, em consequência das MCs propostas, nas proximidades das estacas 5+050 e 5+723, onde os níveis d'água no Cenário Dirigido são respectivamente 1,5 e 2,0 m inferiores aos do Cenário Tendencial para as condições de TR=10 anos.

Cabe salientar que estas diferenças dos níveis de águas entre os cenários tendencial e dirigido muitas vezes, em decorrência do nível de precisão das bases cartográficas, não ficam claramente demonstrados nos desenhos das áreas de risco de inundação.

Tabela 6.3 Nível Máximo e Vazão de Pico para o Cenário Dirigido Arroio da Prensa

Rio	Estaca	Cotas (m)		Vazões	
		TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Prensa	0+973	867,169	867,195	28,103	44,326
Prensa	1+454	867,244	867,360	20,276	32,436
Prensa	2+417	867,575	867,910	9,100	15,375
Prensa	2+625	871,285	871,434	9,035	15,193
Prensa	2+950	878,834	879,294	9,194	15,037
Prensa	4+288	880,463	880,578	31,380	50,243
Prensa	5+050	885,469	885,605	27,657	42,636
Prensa	5+723	890,409	890,488	24,970	37,892

Fonte: CH2M HILL

A Tabela 6.4 mostra as cotas de extravasamento da calha menor do arroio da Prensa para as mesmas seções incluídas na tabela 6.3 acima, indicando também as correspondentes lâminas de inundação para o cenário dirigido.

Tabela 6.4 Cotas de Extravasamento da Calha do Arroio da Prensa e Lâmina de Inundação -Cenário Dirigido

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)	
			Cenário Dirigido	
			TR=10 anos	TR=25 anos
Prensa	0+973	865,00	2,169	2,195
Prensa	1+454	865,20	2,044	2,160
Prensa	2+417	865,25	2,325	2,660
Prensa	2+625	870,00	1,285	1,434
Prensa	2+950	875,56	3,274	3,734
Prensa	4+288	875,00	5,463	5,578
Prensa	5+050	885,018	0,451	0,587
Prensa	5+723	890,134	0,275	0,354

Fonte: CH2M HILL

Comparando os resultados mostrados nas Tabelas 6.2 e 6.4, verifica-se que nas estacas 5+050 e 5+ 723 ocorreram sensíveis reduções nas alturas das lâminas de inundação (reduções superiores a 1,5 m) como efeito das MCs propostas que visam reduzir os riscos de inundação dos leitos das vias públicas sobre as travessias substituídas por pontilhões (ver item 6.2.1 acima).

6.2.3 Cotagramas e Hidrogramas de Saída

Nos Anexos 4 e 5 são apresentados, respectivamente, os cotagramas e hidrogramas para 8 seções do arroio da Prensa, 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 no trecho de macrodrenagem definido com as medidas de controle de cheias.

6.2.4 Áreas de Risco de Inundação

As áreas com risco de inundações da bacia do arroio da Prensa para o Cenário Dirigido e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CD1/3, CD 2/3 e CD3/3.

Com a inserção das medidas de controle indicadas anteriormente, verifica-se a redução dos níveis de enchentes nas proximidades das travessias do arroio da Prensa sob as ruas Ver. Ângelo Burbelo e Santo Antonio Tortato, de modo a reduzir os risco de inundação dos leitos das vias públicas, para os períodos de retorno de 10 e 25 anos. Observa-se no entanto que as áreas das várzeas nas proximidades destas travessias continuam inundadas também no Cenário Dirigido, o que não constitui problema pois as projeções são de que as mesmas permanecerão não urbanizadas em todo o período de planejamento (até 2020). As enchentes na região da várzea do rio Iguaçú, a jusante da rua Ângela G. Parolin, praticamente não são afetadas com as medidas propostas, o que não se constitui em problema para a comunidade local já que também para esta região as projeções são de que nela não ocorrerá urbanização no período de planejamento.

6.2.5 Conclusões

Conforme dito no item anterior, as MCs propostas alcançaram o objetivo de reduzir os riscos de inundação dos leitos das vias públicas sob as singularidades substituídas.

No entanto, continuam manchas de inundação nas proximidades destas travessias e no trecho das proximidades da foz do arroio da Prensa. Deve-se prever a preservação destas áreas, não permitindo que ali se instalem equipamentos urbanos sensíveis as inundações.

Recomenda-se, também, que medidas não estruturais sejam implantadas visando a 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.

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 a 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.

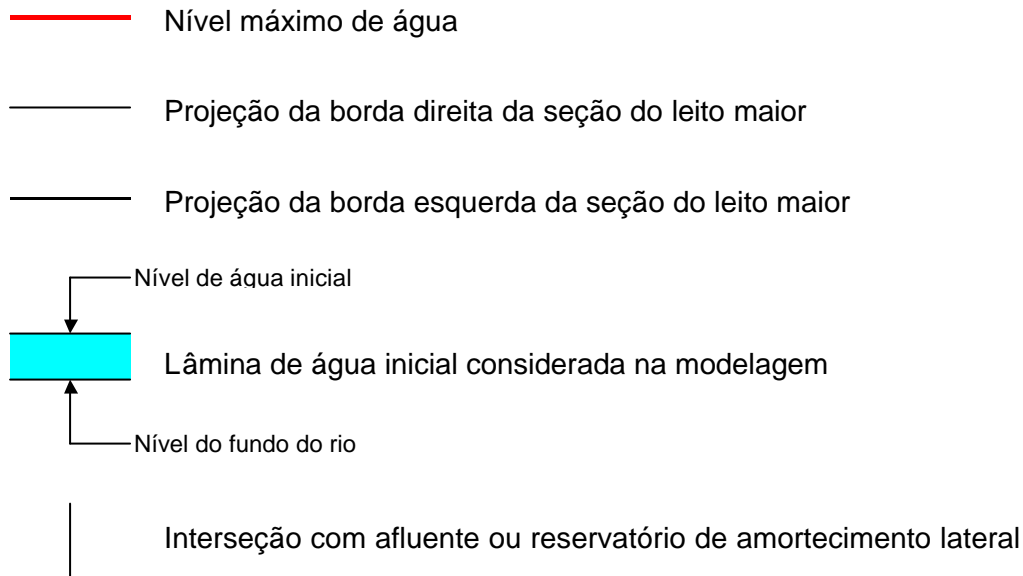


Figura 6.2
 Simulação Hidrodinâmica do Arroio da Prensa– Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Atual - Tr 10 anos

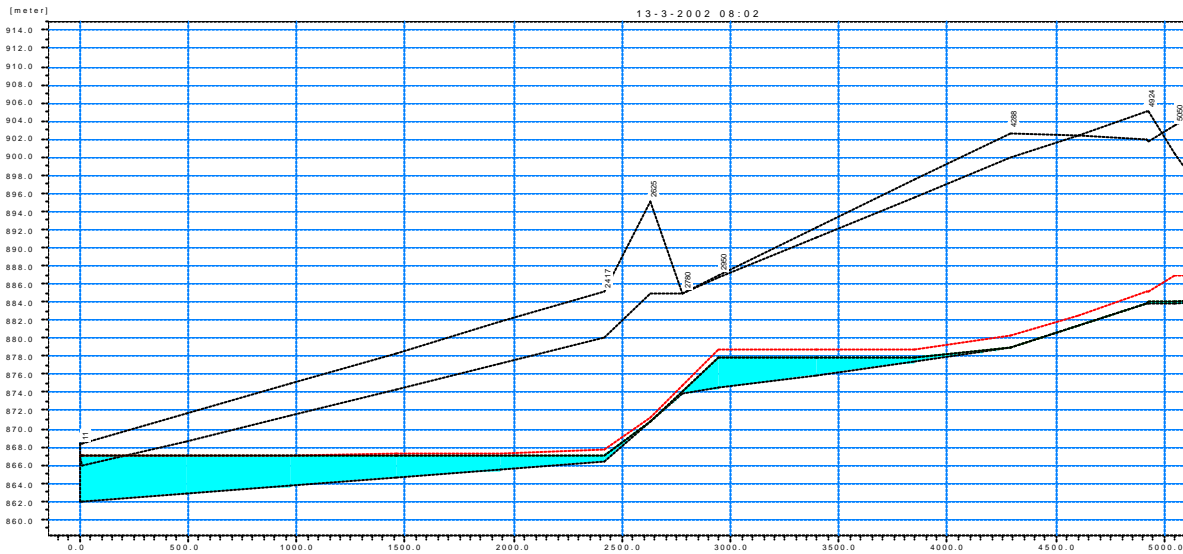


Figura 6.3
 Simulação Hidrodinâmica do Rio Pequeno– Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Tendencial - Tr 10 anos

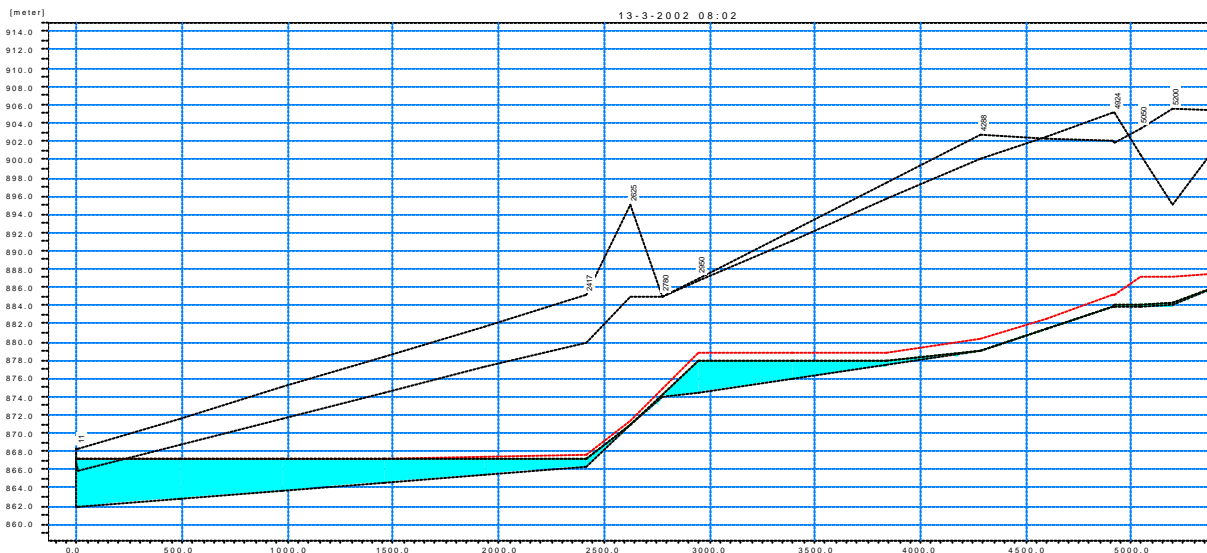


Figura 6.4
 Simulação Hidrodinâmica do Arroio da Prensa– Níveis Máximos na Macro drenagem
 Cenário Dirigido - Tr 10 anos

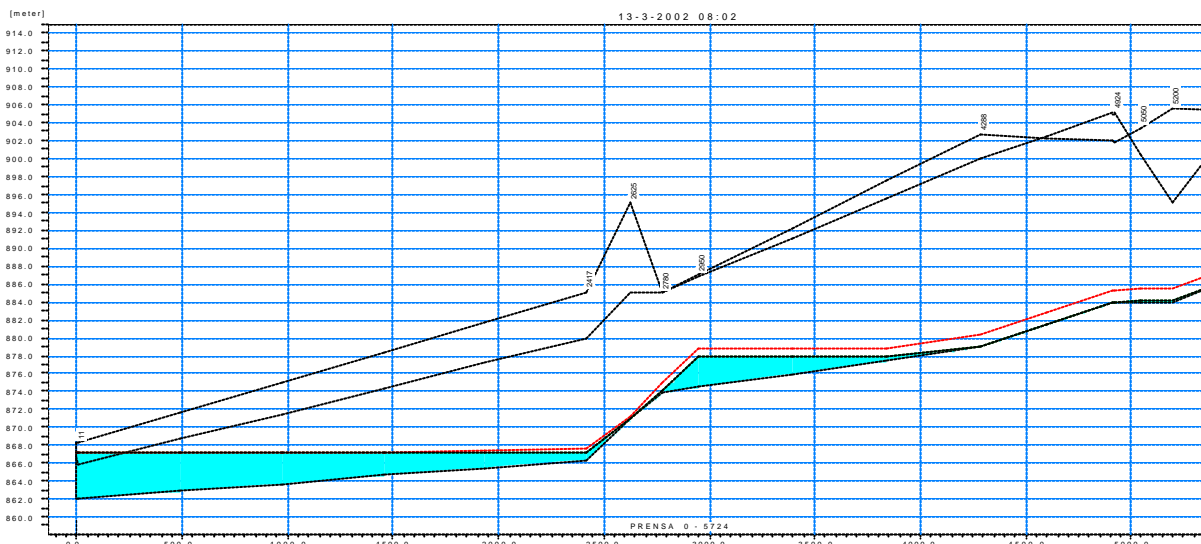


Figura 6.5
 Simulação Hidrodinâmica do Arroio da Prensa– Níveis Máximos na Macro drenagem
 Cenário Atual - Tr 25anos

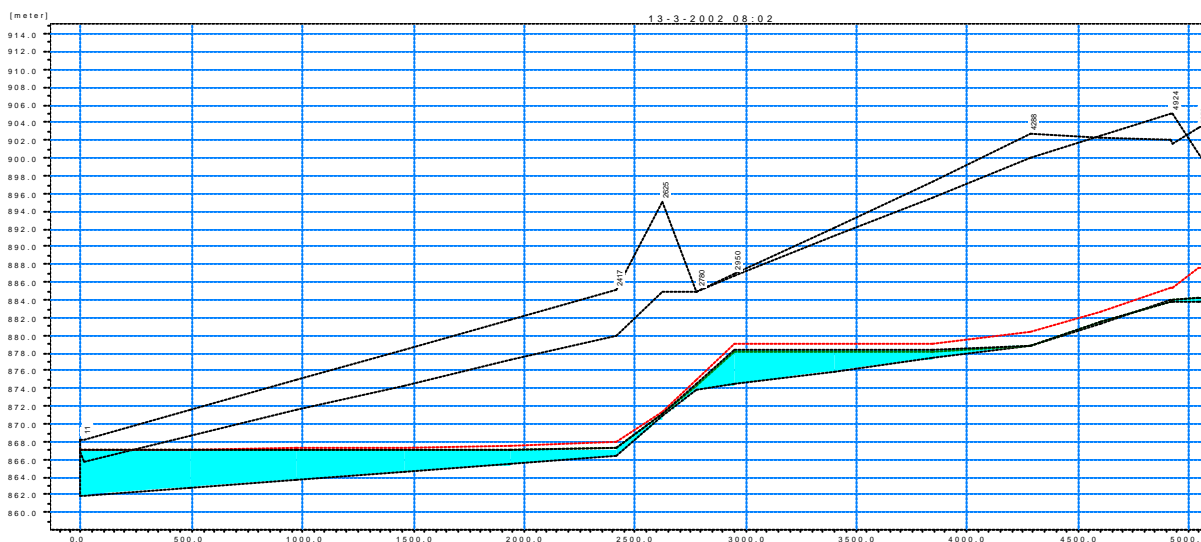


Figura 6.6

Simulação Hidrodinâmica do Arroio da Prensa- Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Tendencial - Tr 25anos

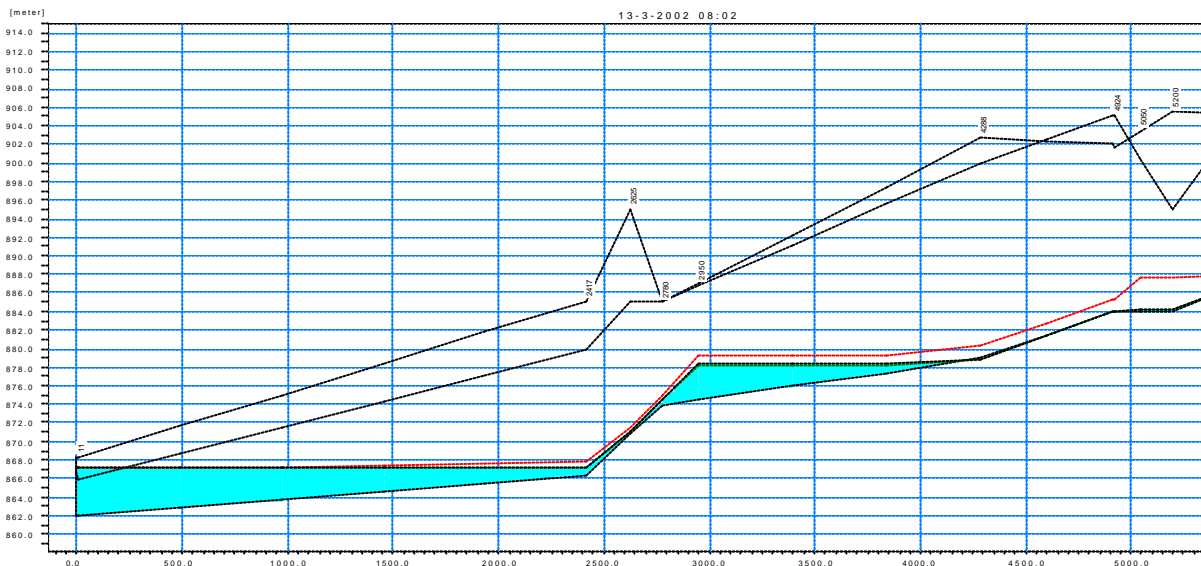
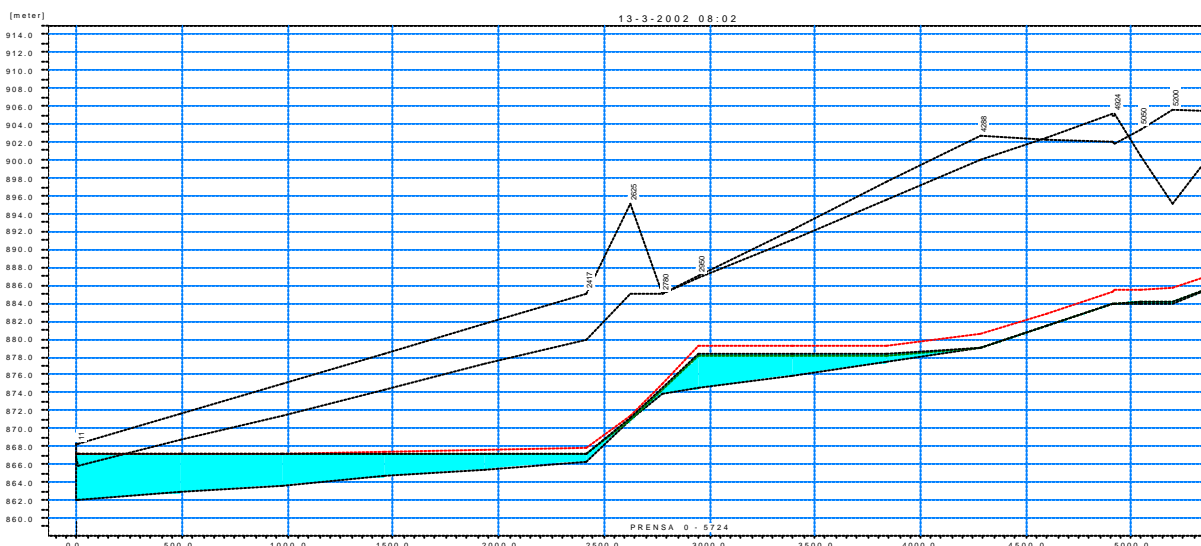


Figura 6.7

Simulação Hidrodinâmica do Arroio da Prensa- Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Dirigido - Tr 25anos



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 arroio da Prensa, foram propostas as duas medidas de controle a seguir descritas:

- MC PR01-01: substituição de uma travessia do arroio sob a rua Santo Antonio Tortato na estaca 5+ 707 por um pontilhão de 7 m de vão
- MC PR01-02: substituição de uma travessia do curso d'água sob uma via pública na estaca 4+914 por um pontilhão de 6 m de vão.

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

Os custo total estimado para a implantação destas medidas de controle, a preços de jan/2000 é de R\$ 119.000,00, assim distribuídos entre cada uma delas:

- MC PR01-01 – R\$ 64.000,00
- MC PR01-02 – R\$ 55.000,00

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.

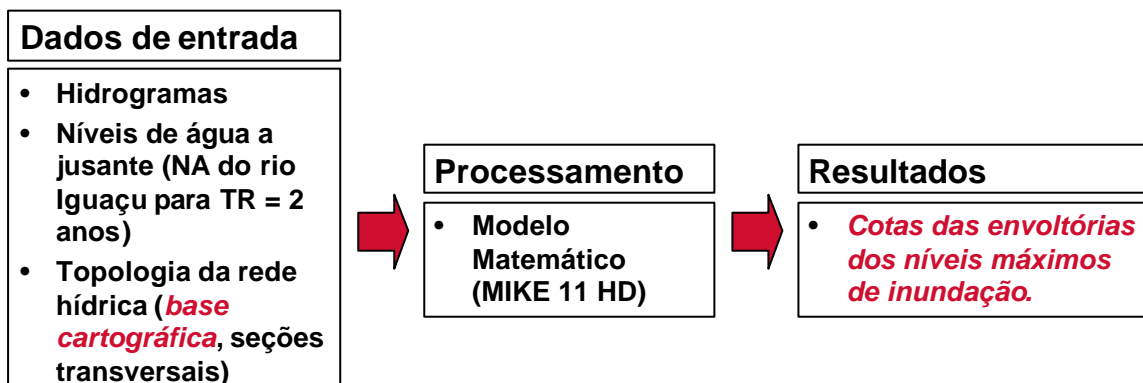
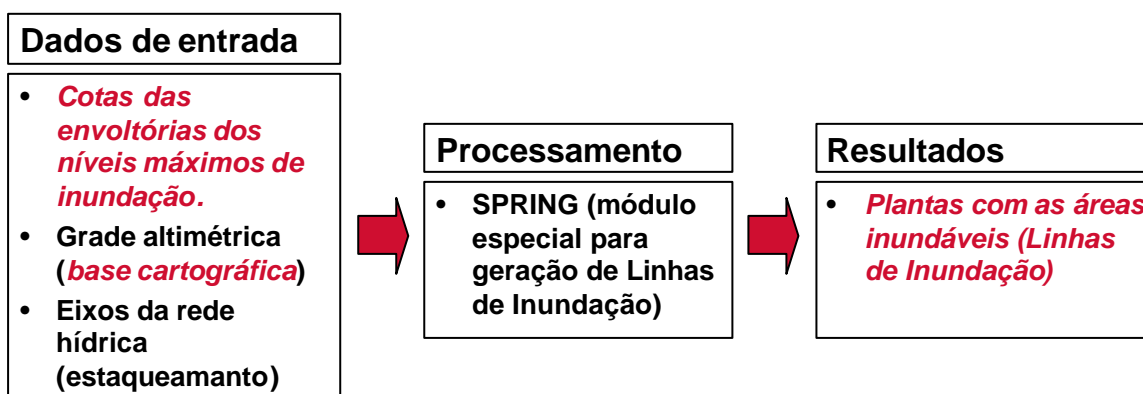


Figura A2

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.

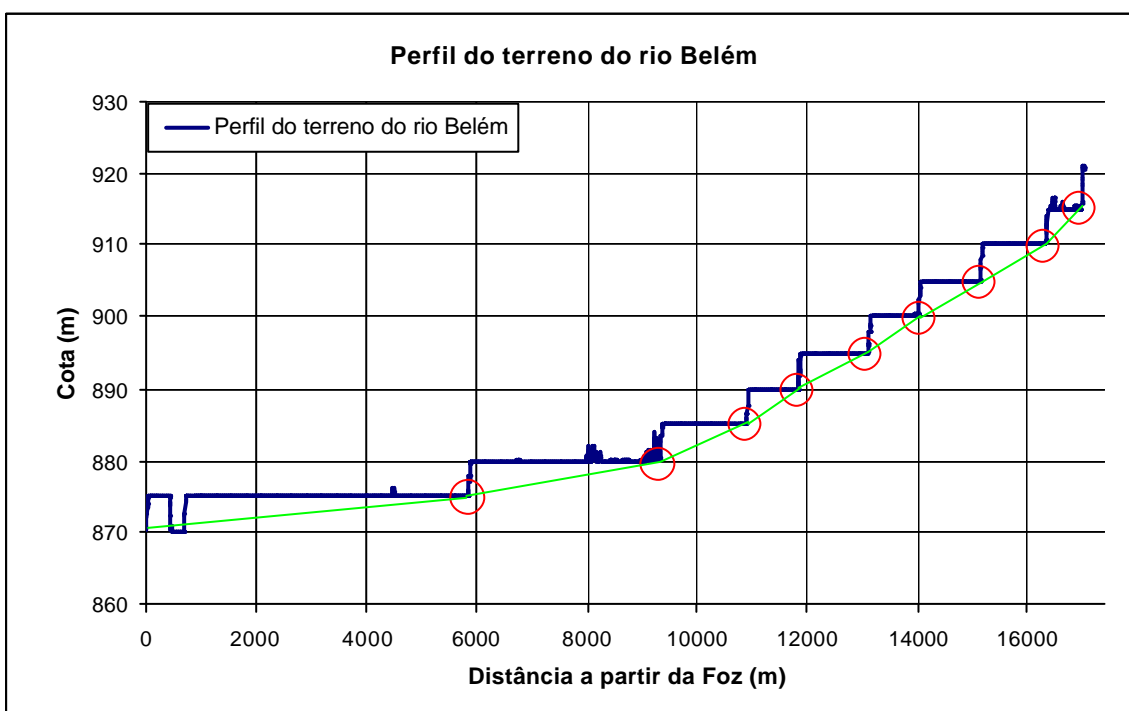
Também devido à essas características, a grade altimétrica regular do Modelo Digital do Terreno, gerada através do software Spring, não representa a topografia com exatidão. As seções transversais e perfis da macrodrenagem, obtidos a partir dessa grade, apresentam patamares horizontais, entre as curvas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

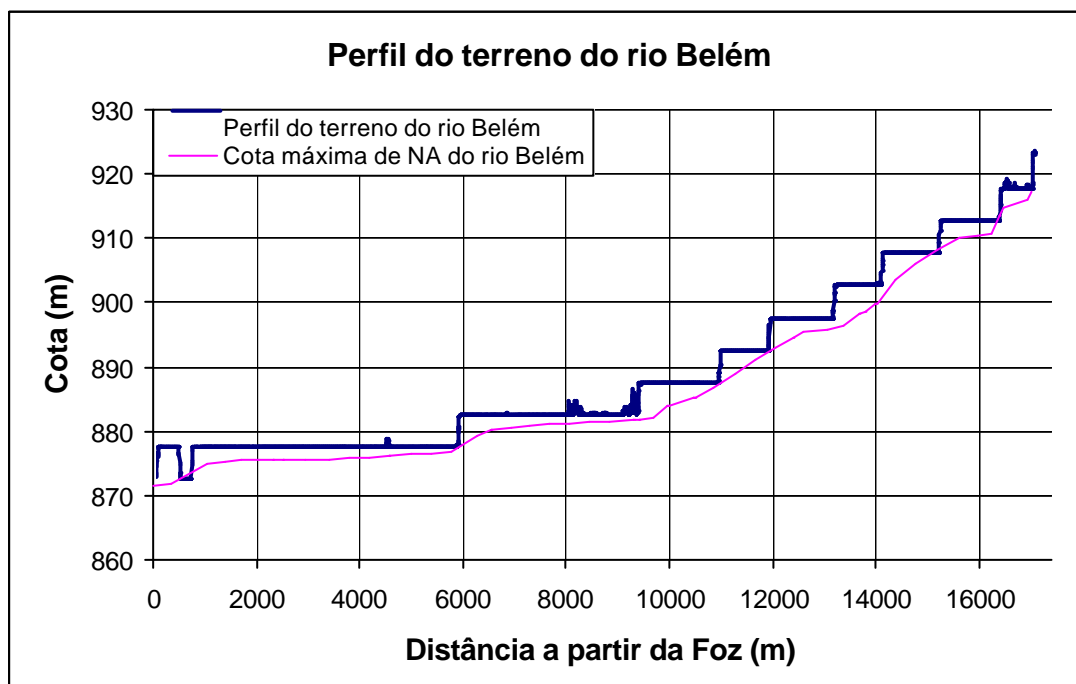
A espacialização das inundações apresenta também outros problemas devido às limitações da base cartográfica. A Figura A4 mostra como as cotas de nível de água são interpoladas sobre o MDT (Modelo Digital do Terreno).

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 caminhar.

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.

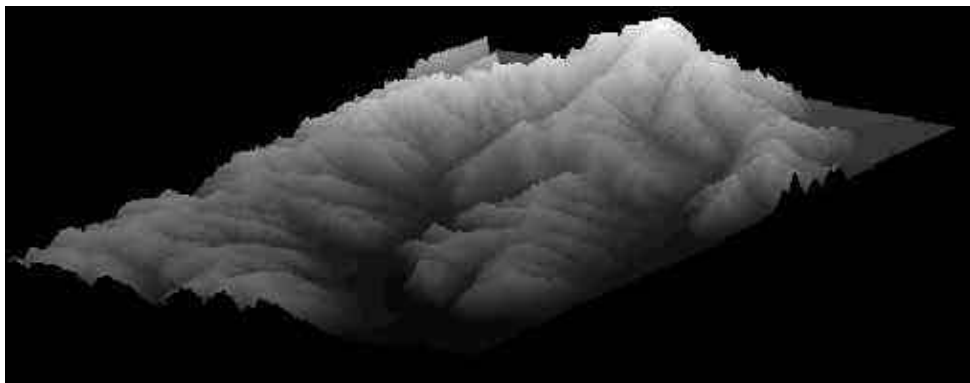
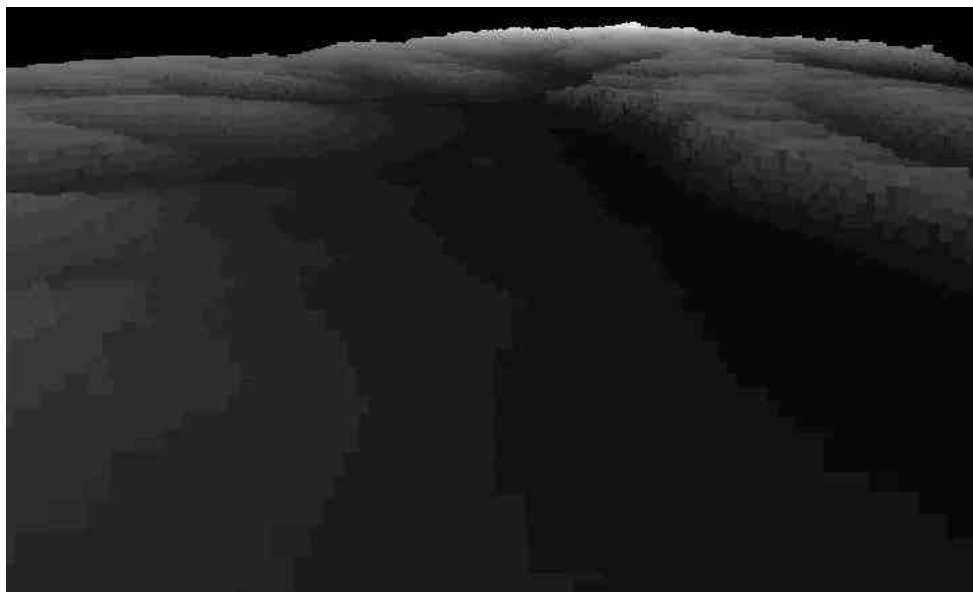


Figura A6

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.

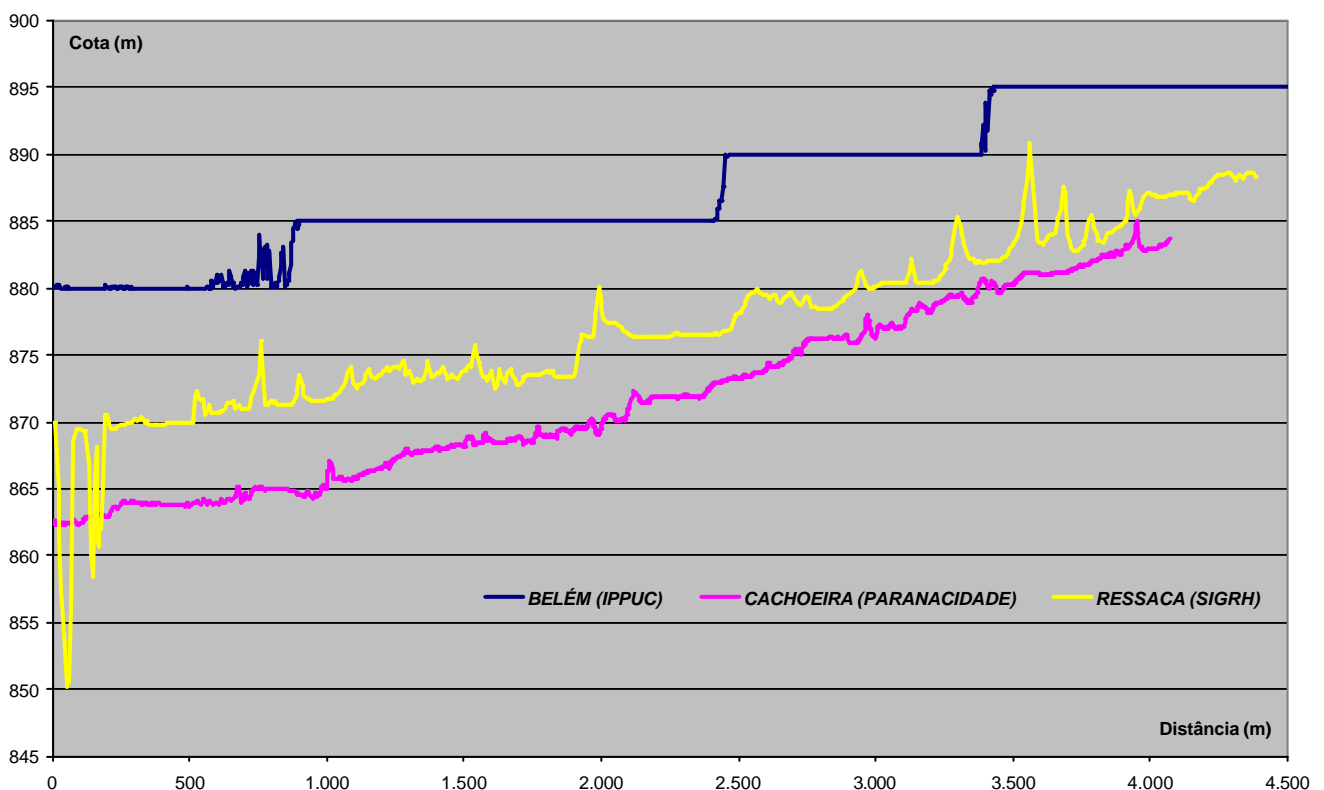
Nas áreas cobertas pela restituição elaborada recentemente pela SUDERHSA a cartografia apresenta cotas de pontos notáveis e cotas ao longo dos eixos dos rios, embora seja na escala 1:10.000 com curvas de nível a cada 5 m.

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 PRENSA - CÁLCULO DOS TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO


Sub-Bacia	Área (km ²)	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 ²)				%	(Km ²)
A1	2,845	Prensa Cabec.	s/ dados	2.570	44	0,66	-	-	0,66	8,8	0,00	0,00	8,8	0,00	0,00	78,49	78,79
A2	7,229	Prensa Dist.	s/ dados	1.451	42,95	0,34	-	-	0,34	0,9	0,00	0,00	0,9	0,00	0,00	75,66	76,03

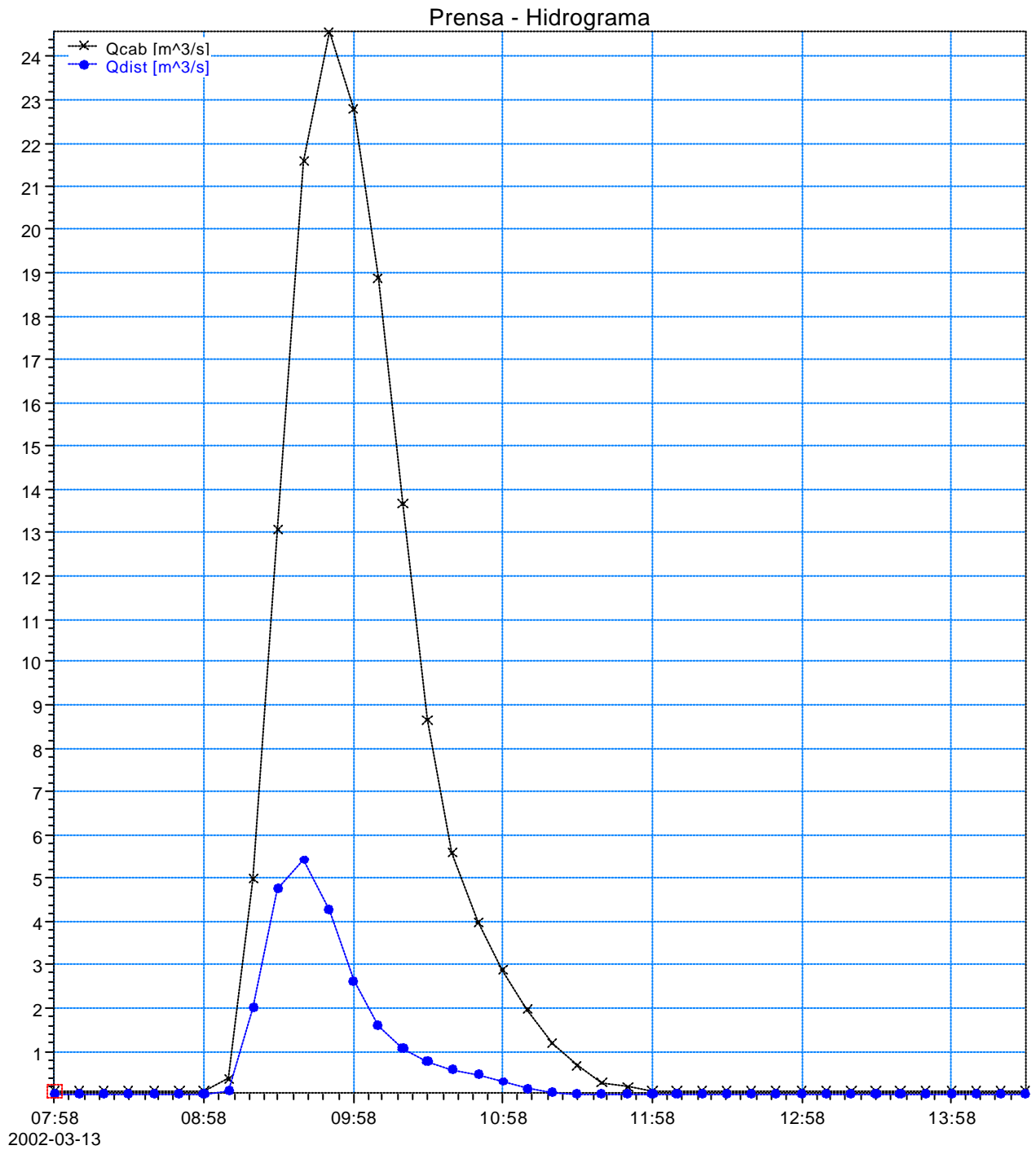
Obs.: Foi adotado o tempo de concentração mínimo de 0,17 h.

ANEXO 3 – HIDROGRAMAS DE ENTRADA

Rio Prensa
Cenário Atual (TR = 10 anos)

Hidrograma: 15 

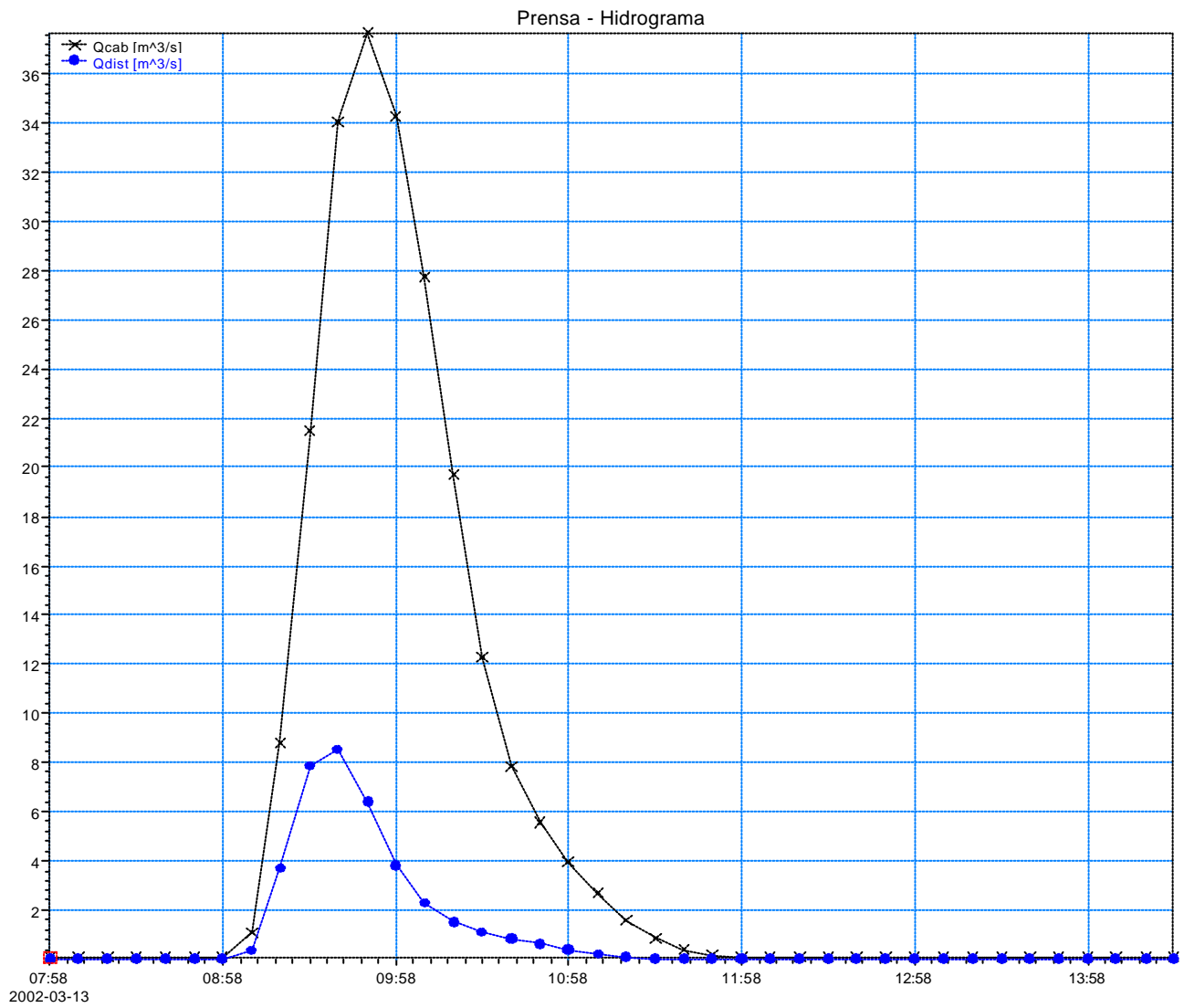
Hidrograma: 2 a 14 



Rio Prensa
Cenário Atual (TR = 25 anos)

Hidrograma: 15 - x x x

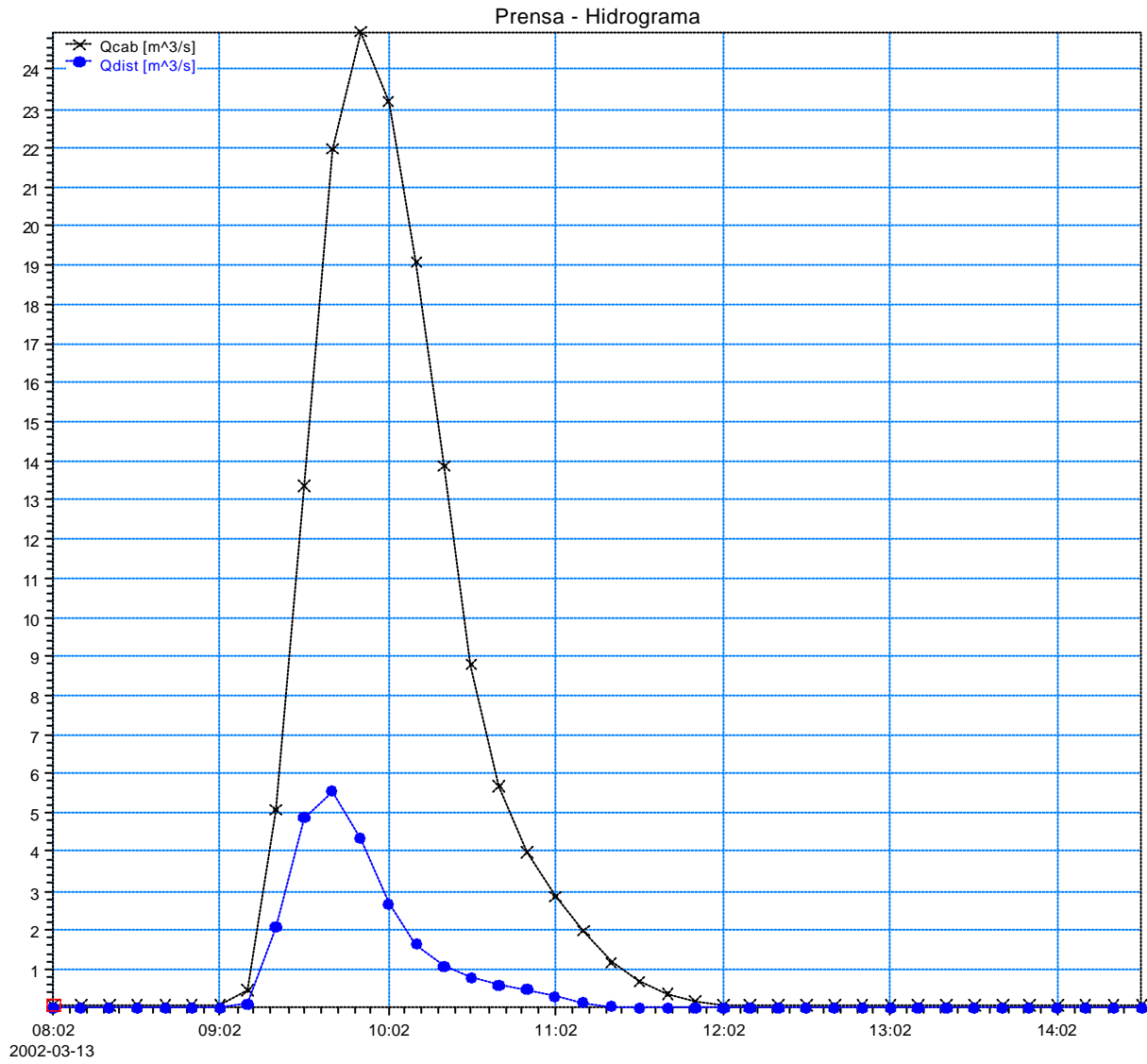
Hidrograma: 2 a 14 - * * *



Rio Prensa
Cenário Tendencial (TR = 10 anos)

Hidrograma: 15 - x x x

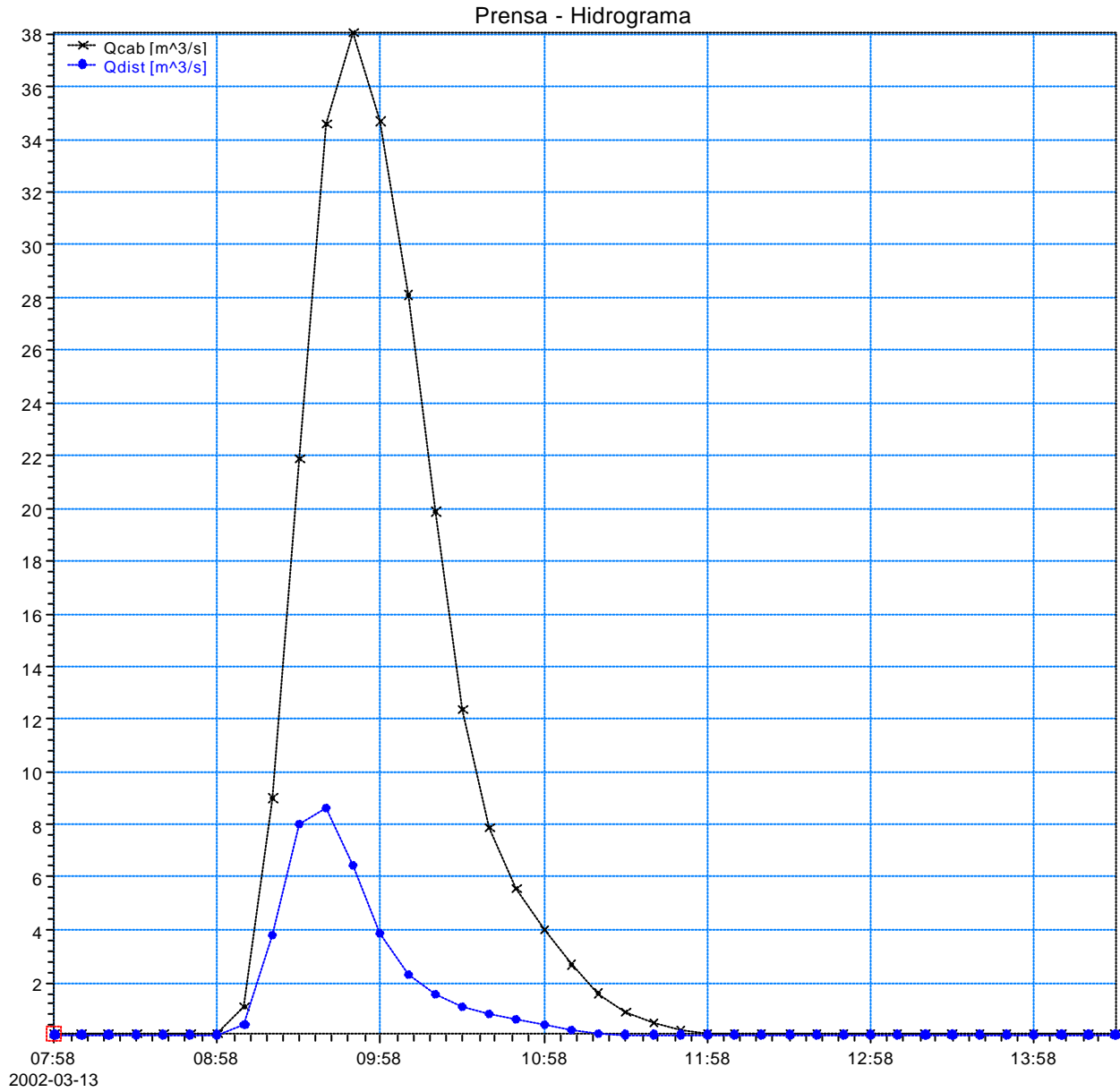
Hidrograma: 2 a 14 - * * *



Rio Prensa
Cenário Tendencial (TR = 25 anos)

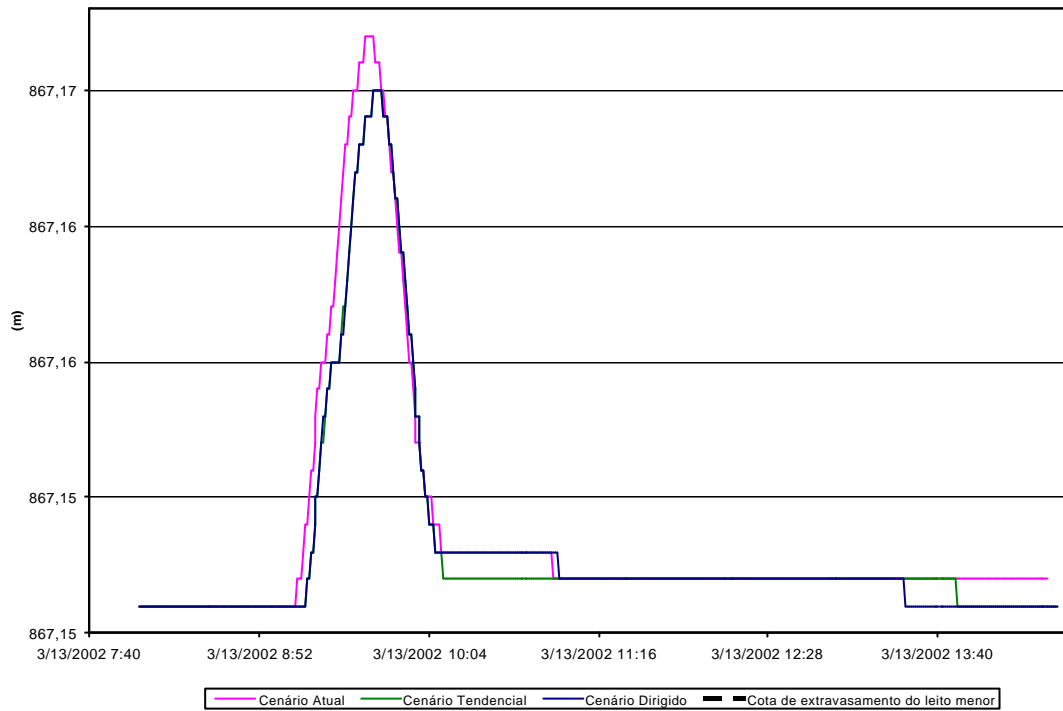
Hidrograma: 15 - x x x

Hidrograma: 2 a 14 - * * *



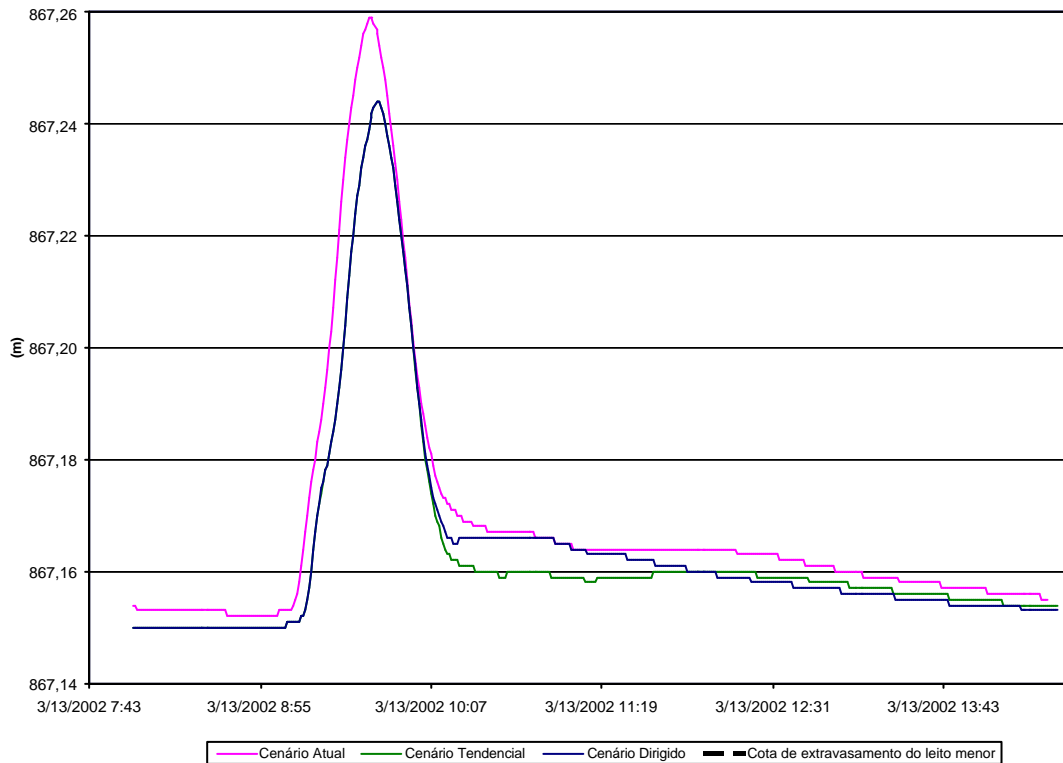
ANEXO 4 – COTAGRAMAS

**Cotograma Seção 0+973
Rio Prensa - TR=10 anos.**



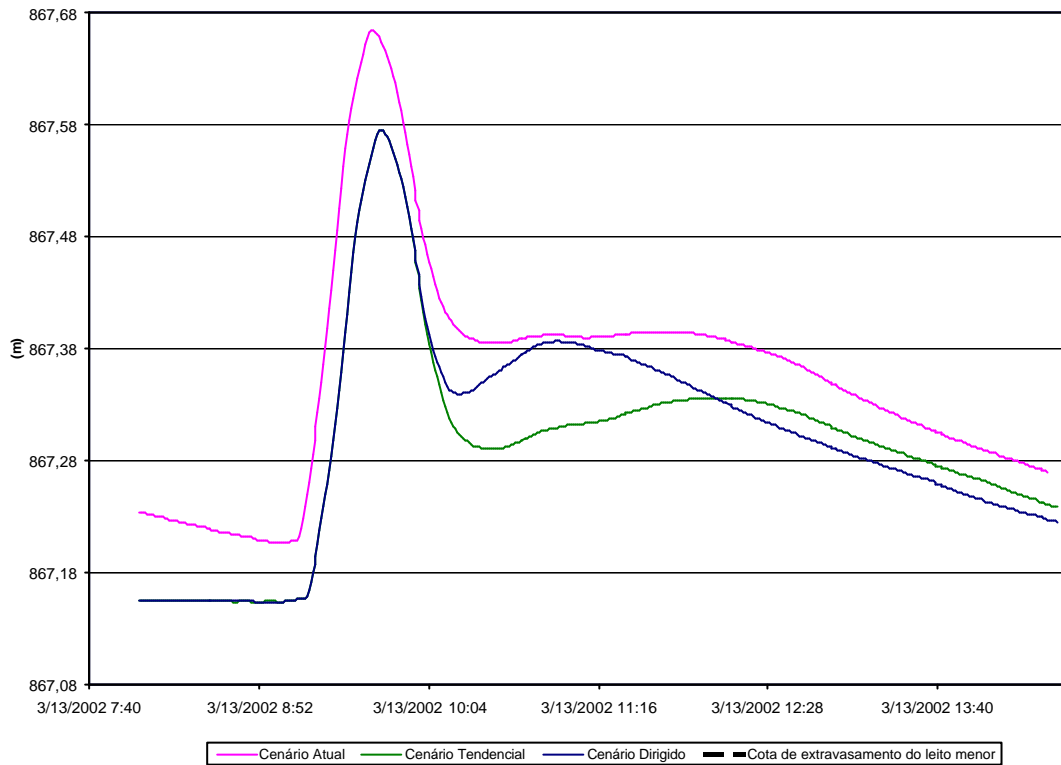
Obs.: Neste cotograma a cota de extravasamento do leito menor, de 867,30 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

**Cotograma Seção 1+454
Rio Prensa - TR=10 anos**



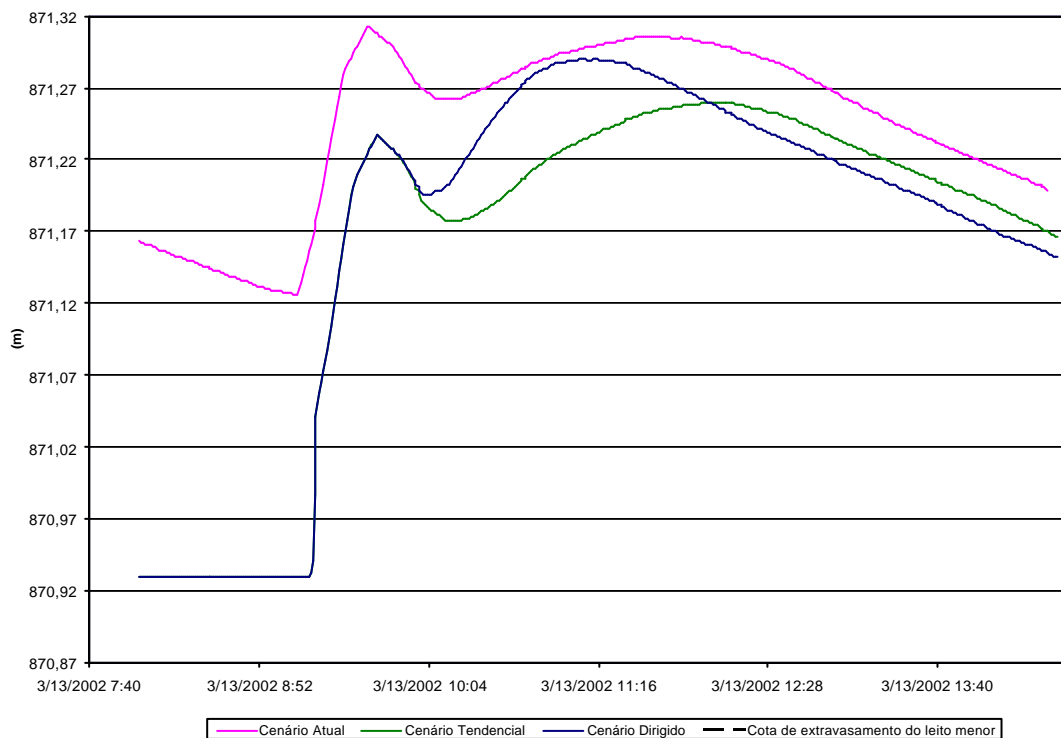
Obs.: Neste cotograma a cota de extravasamento do leito menor, de 868,20 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

**Cotagrama Seção 2+417
Rio Prensa- TR=10 anos.**



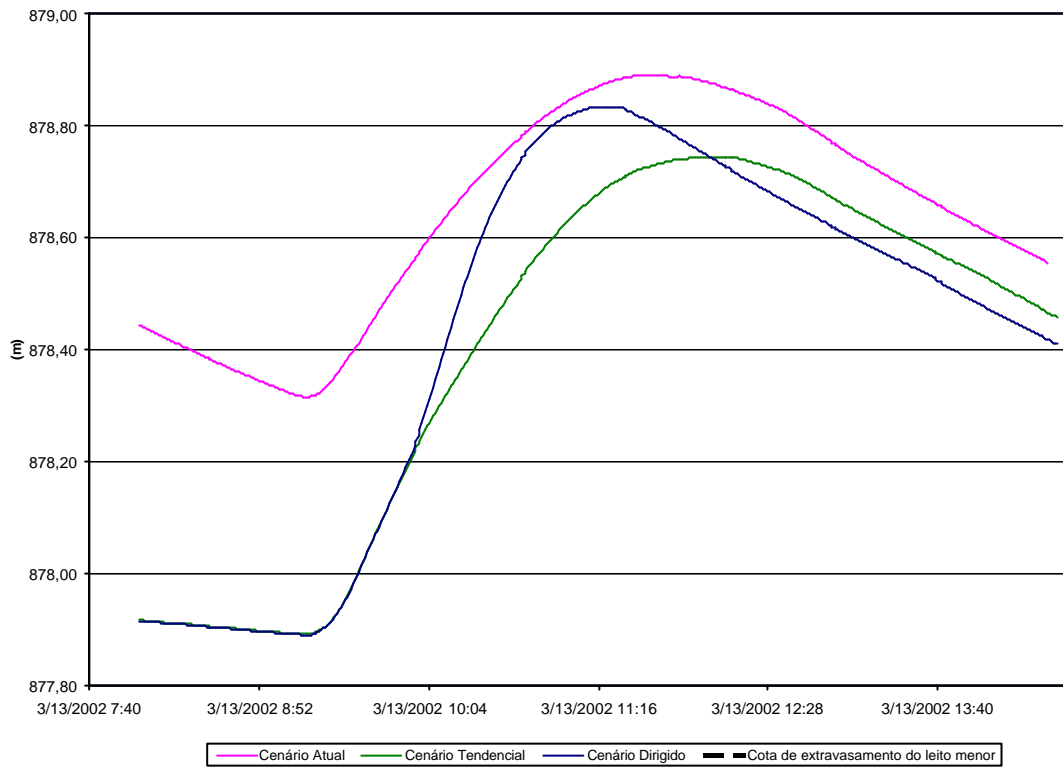
Obs.: Neste cotagrama a cota de extravasamento do leito menor, de 870,0 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

**Cotagrama Seção 2+625
Rio do Prensa - TR=10 anos.**



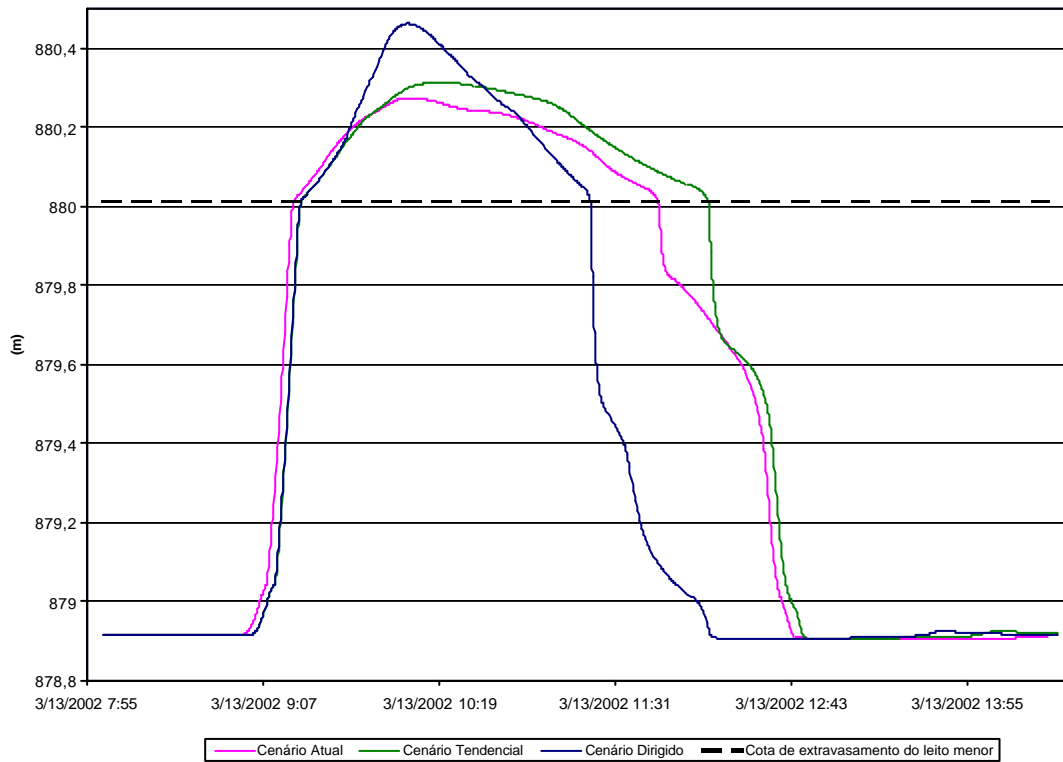
Obs.: Neste cotagrama a cota de extravasamento do leito menor, de 875,00 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

**Cotograma Seção 2+950
Rio do Prensa - TR=10 anos.**

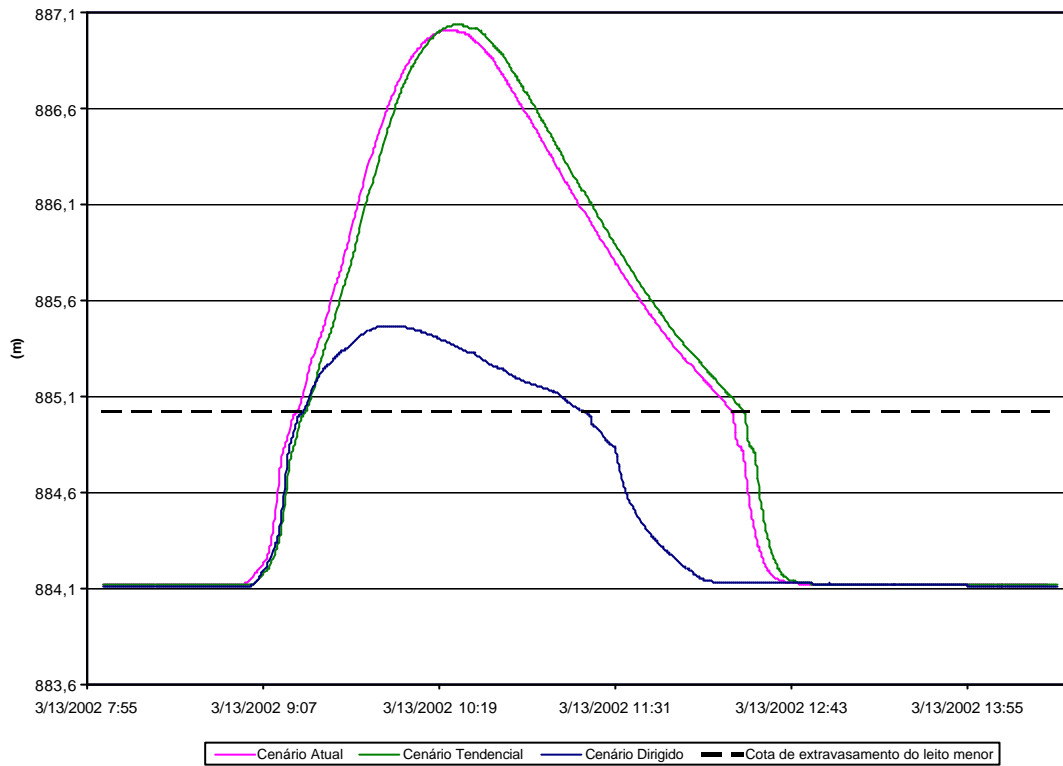


Obs.: Neste cotograma a cota de extravasamento do leito menor, de 875,56 m , não aparece pois se encontra abaixo da escala mínima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

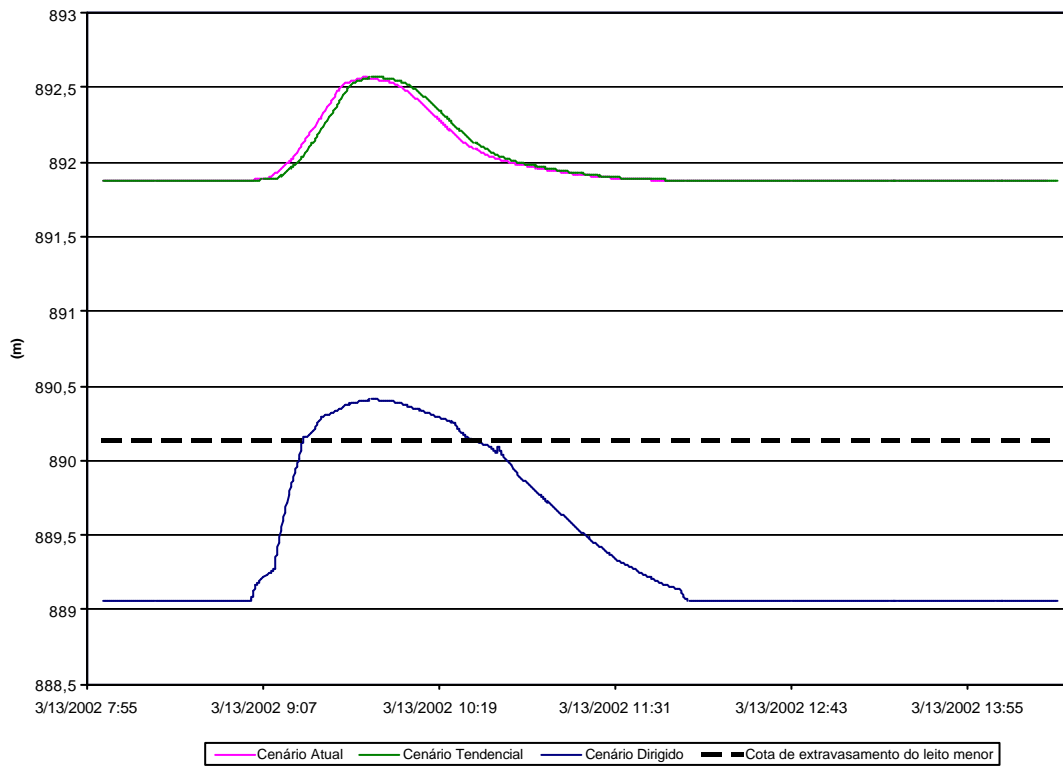
**Cotograma Seção 4+288
Rio Prensa - TR=10 anos.**



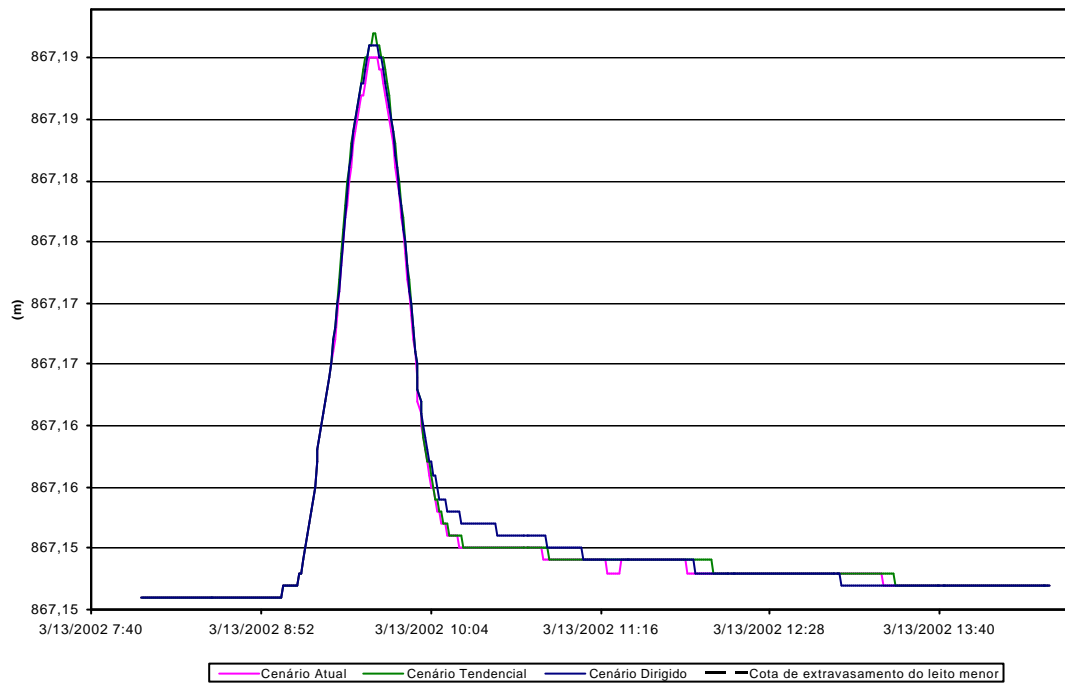
Cotagrama Seção 5+050 Rio do Prensa - TR=10 anos.



Cotagrama Seção 5+723 Rio Prensa - TR=10 anos.

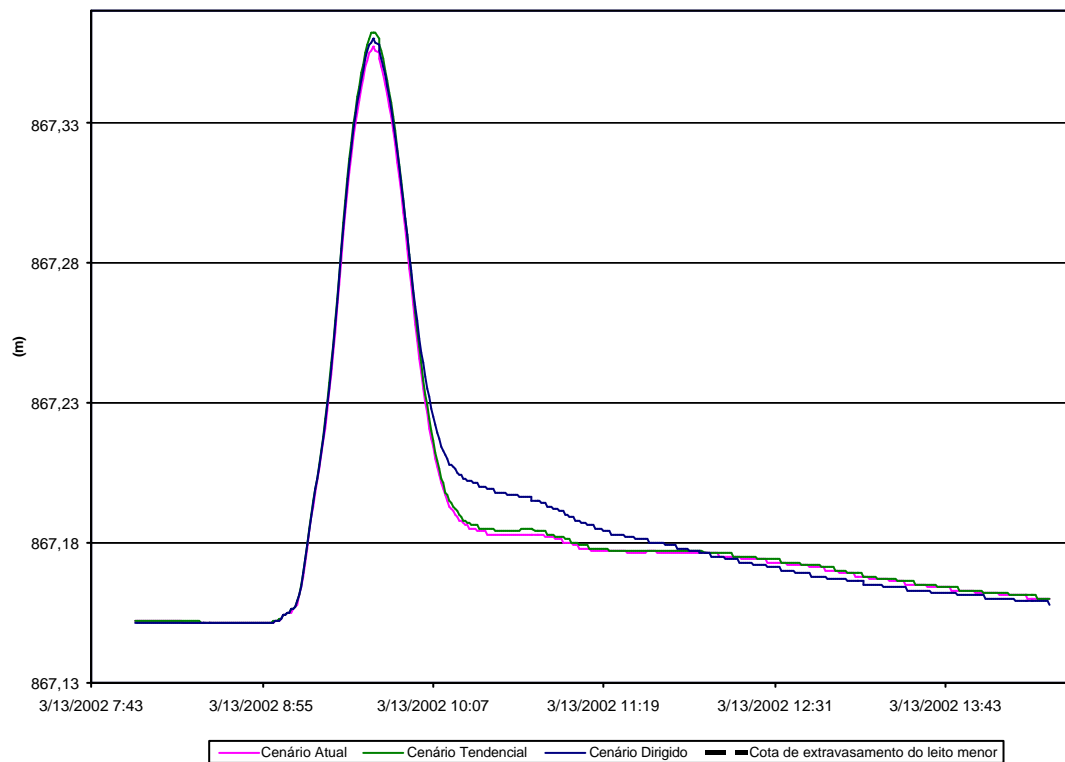


**Cotagrama Seção 0+973
Rio Prensa - TR=25 anos.**



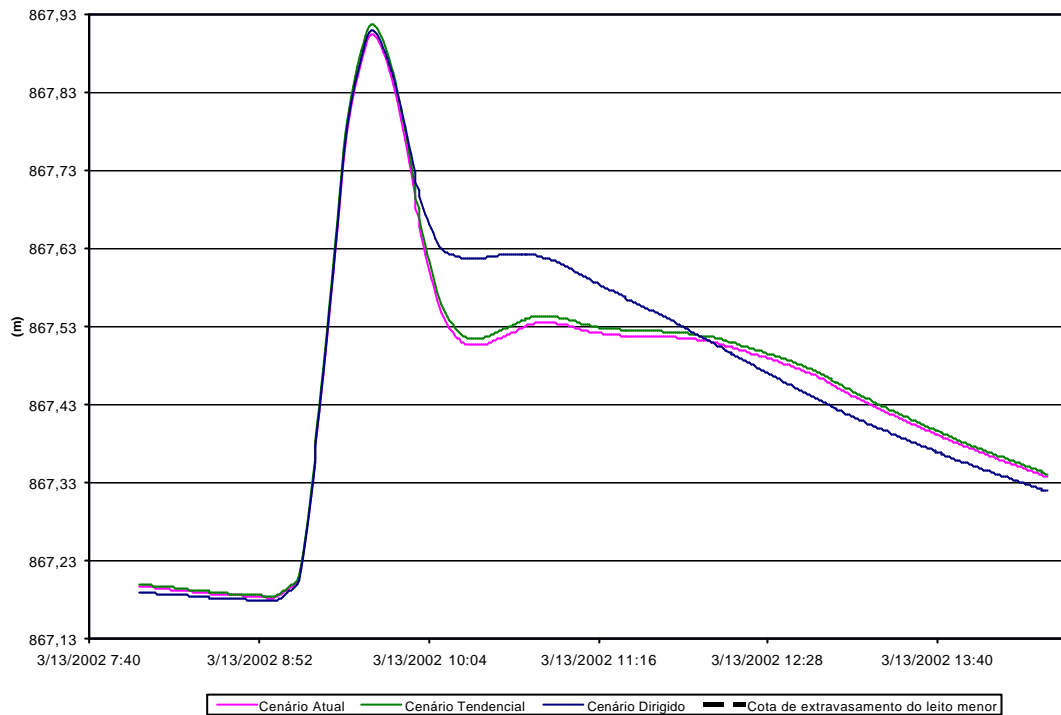
Obs.: Neste cotagrama a cota de extravasamento do leito menor, de 867,30 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

**Cotagrama Seção 1+454
Rio Prensa - TR=25 anos**



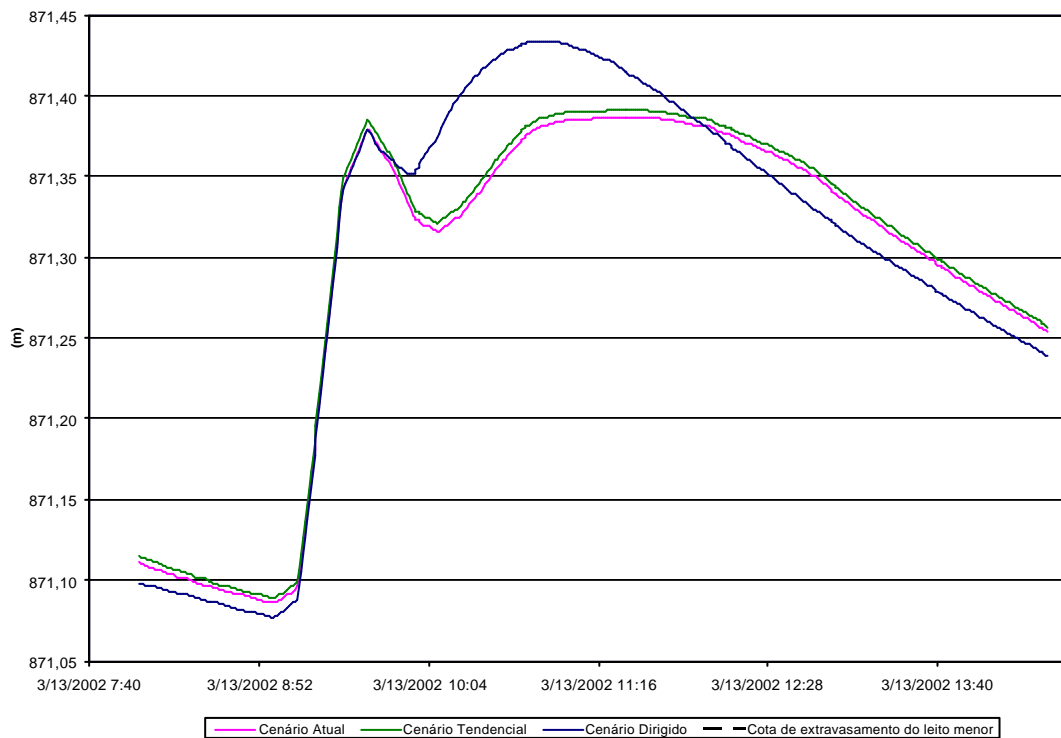
Obs.: Neste cotagrama a cota de extravasamento do leito menor, de 868,20 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

**Cotagrama Seção 2+417
Rio Prensa- TR=25 anos.**



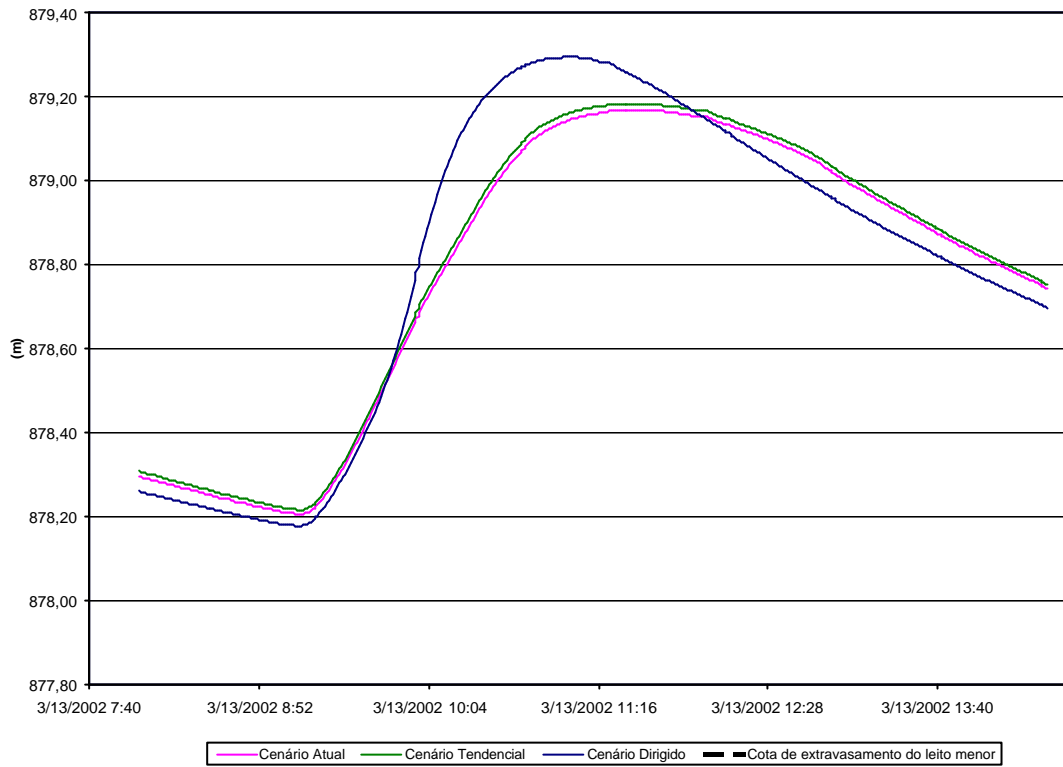
Obs.: Neste cotagrama a cota de extravasamento do leito menor, de 870,0 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

**Cotagrama Seção 2+625
Rio do Prensa - TR=25 anos.**



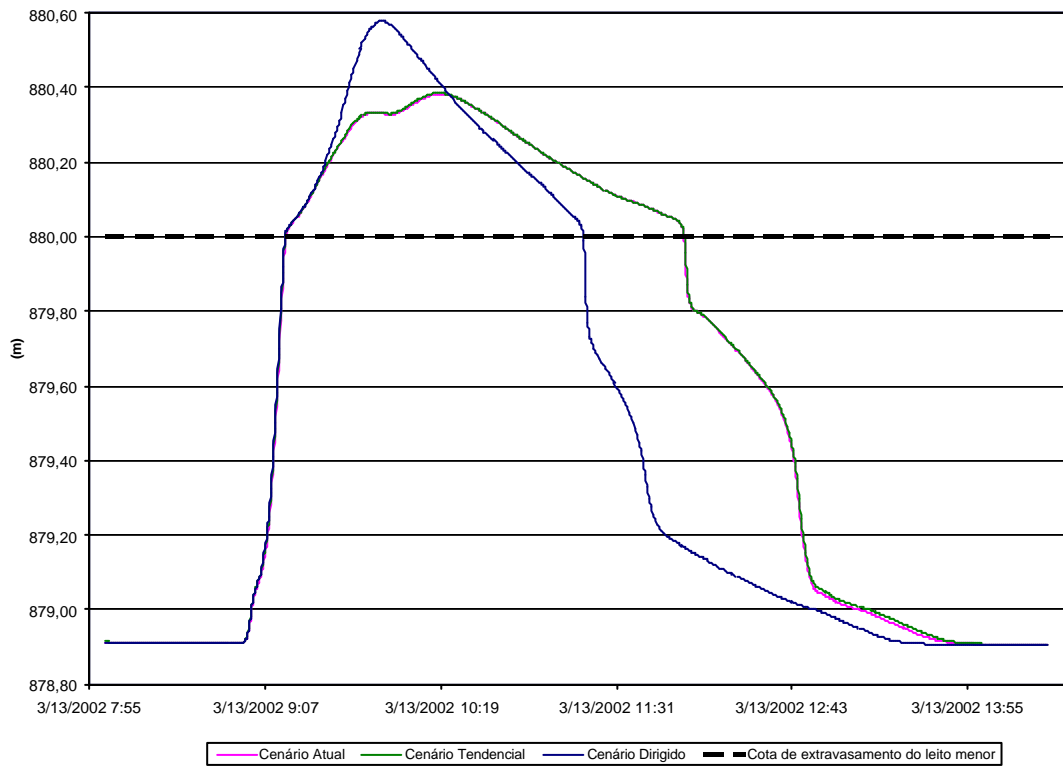
Obs.: Neste cotagrama a cota de extravasamento do leito menor, de 875,00 m , não aparece pois se encontra acima da escala máxima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

Cotograma Seção 2+950
Rio do Prensa - TR=25 anos.

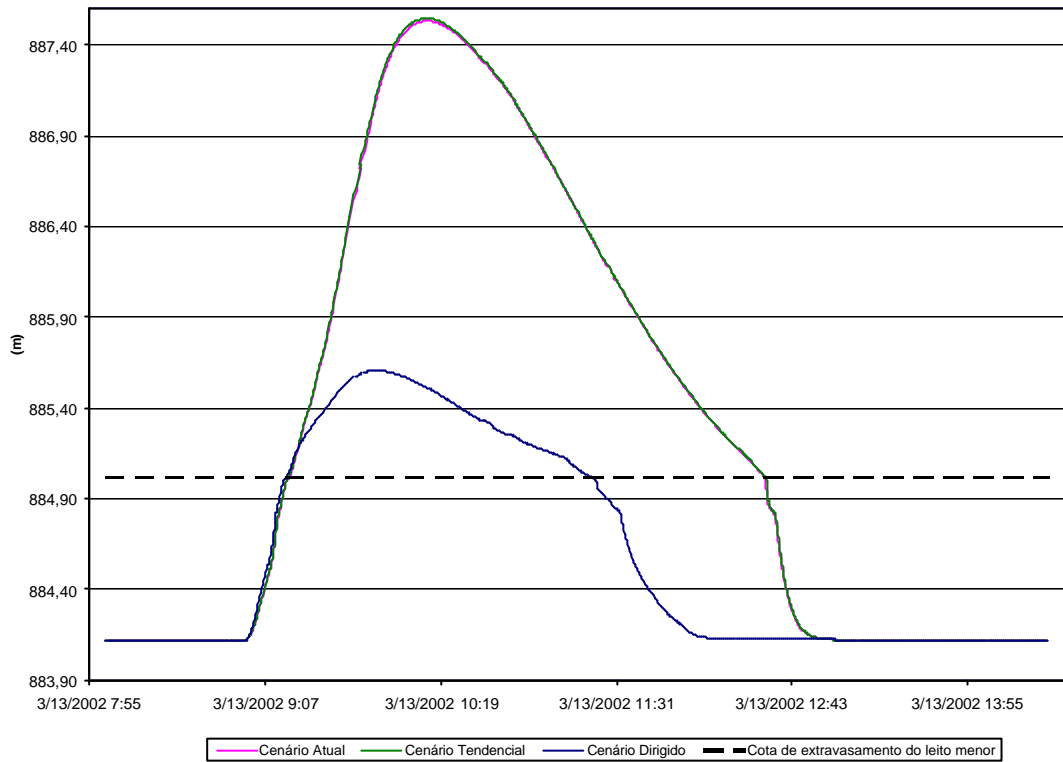


7

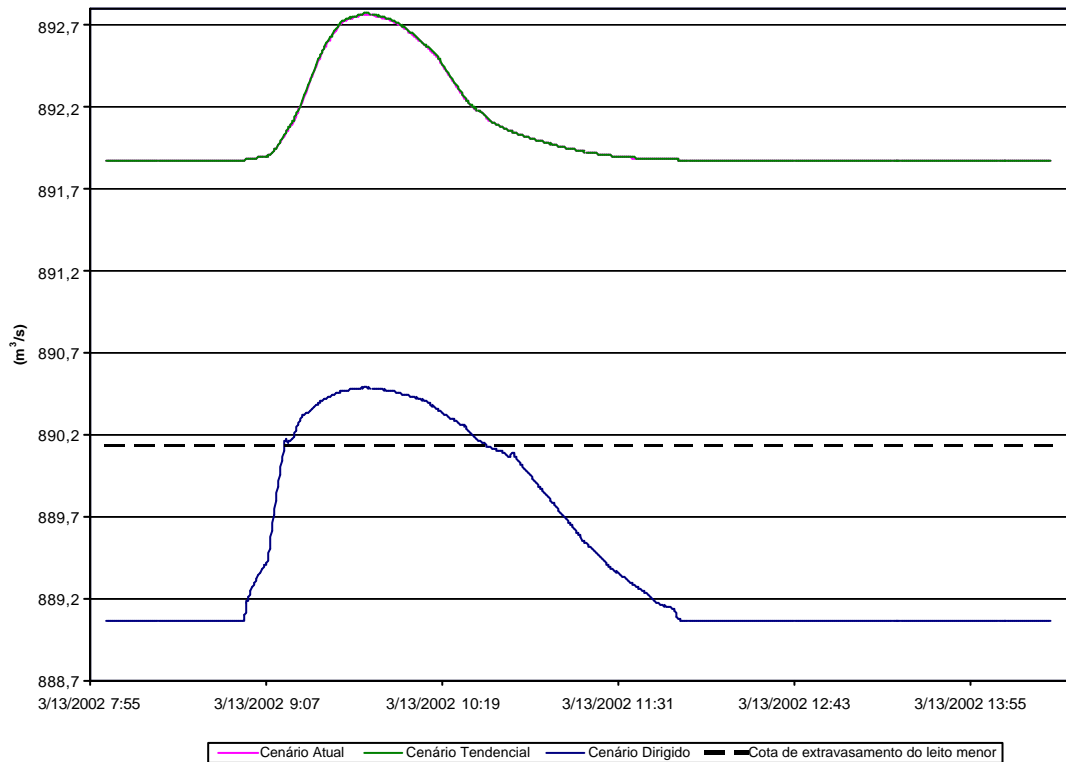
Cotograma Seção 4+288
Rio Prensa - TR=25 anos.



**Cotagrama Seção 5+050
Rio do Prensa - TR=25 anos.**

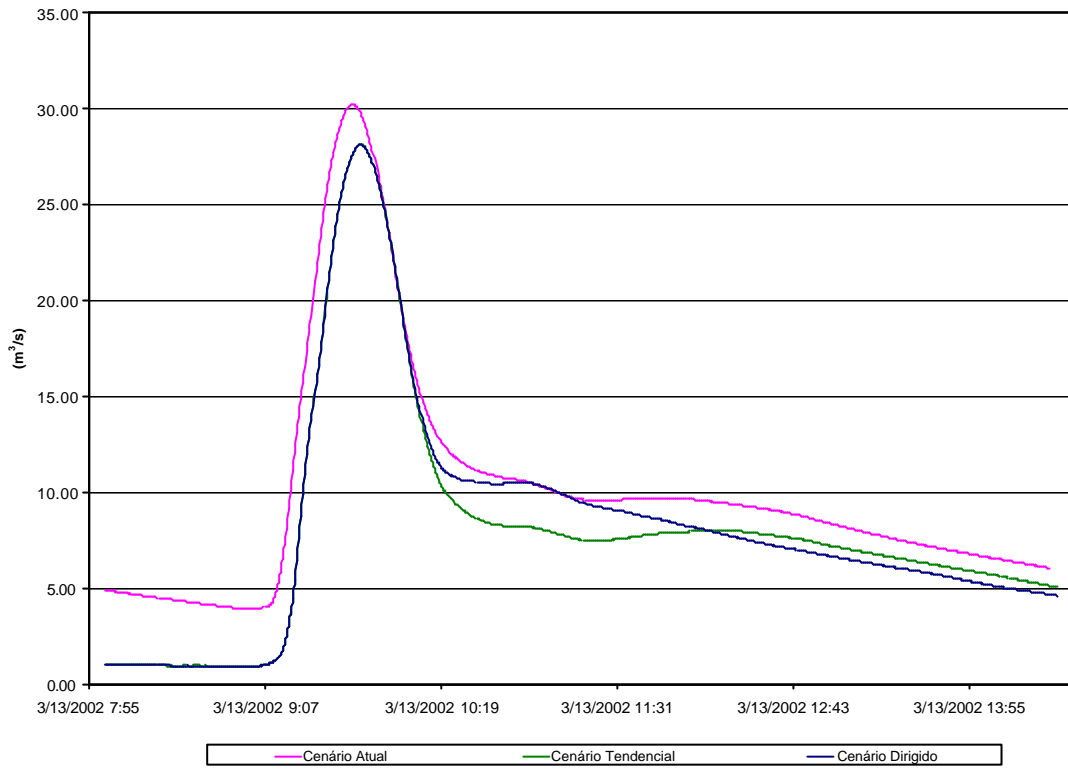


**Cotagrama Seção 5+723
Rio Prensa - TR=25 anos.**

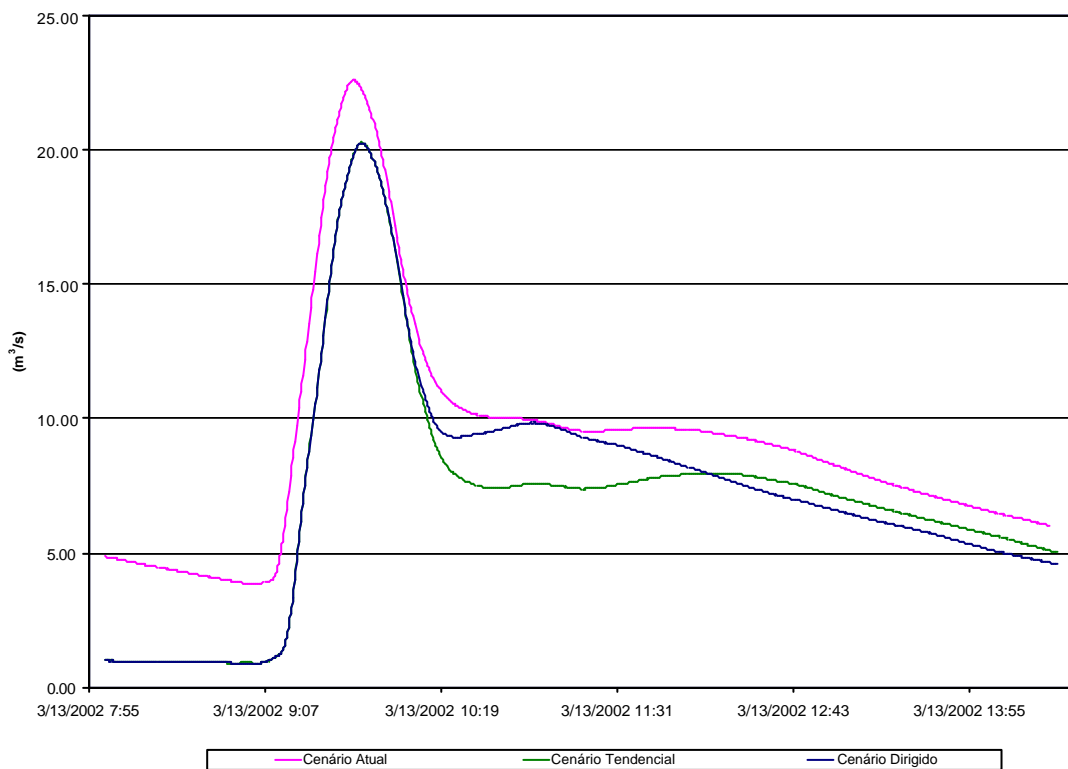


ANEXO 5 – HIDROGRAMAS DE SAÍDA

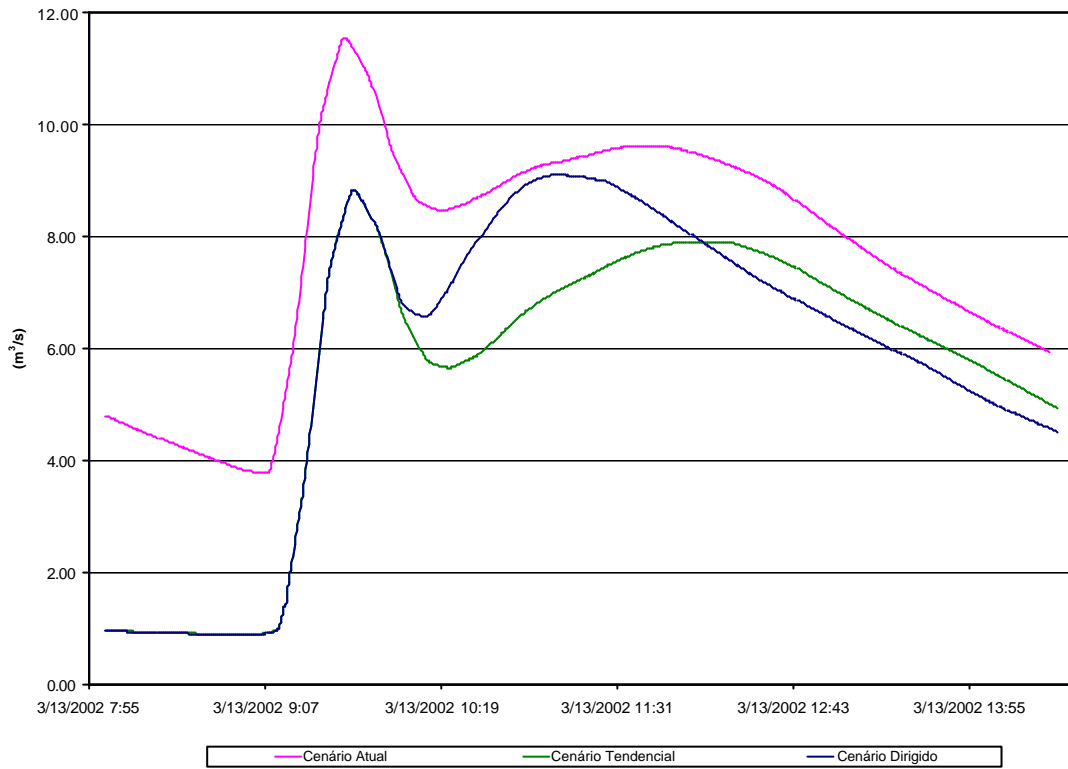
Hidrograma Seção 0+973 Rio Prensa - TR=10 anos.



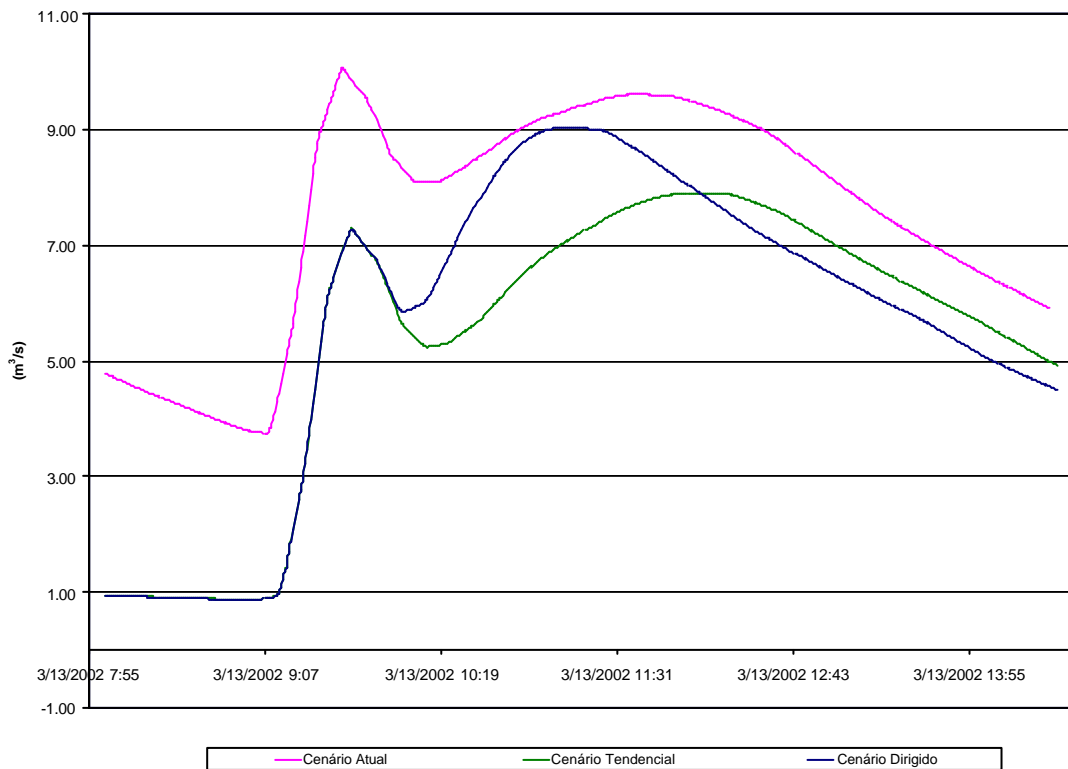
Hidrograma Seção 1+454 Rio Prensa - TR=10 anos



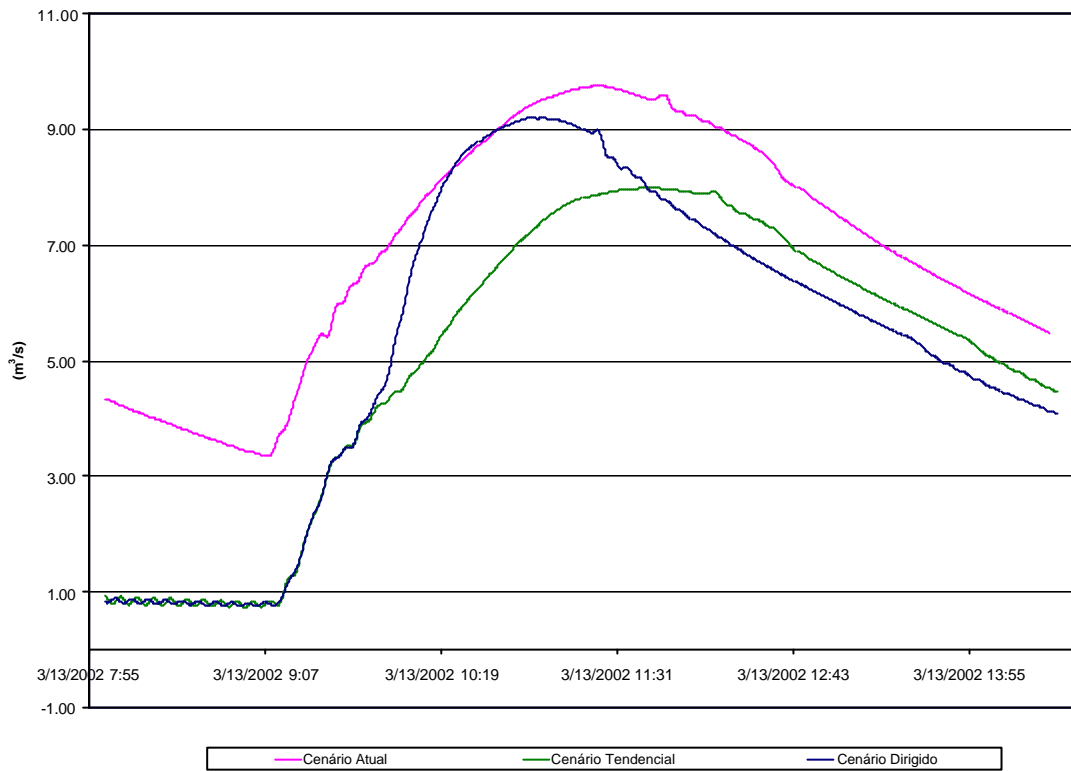
Hidrograma Seção 2+417 Rio Prensa- TR=10 anos.



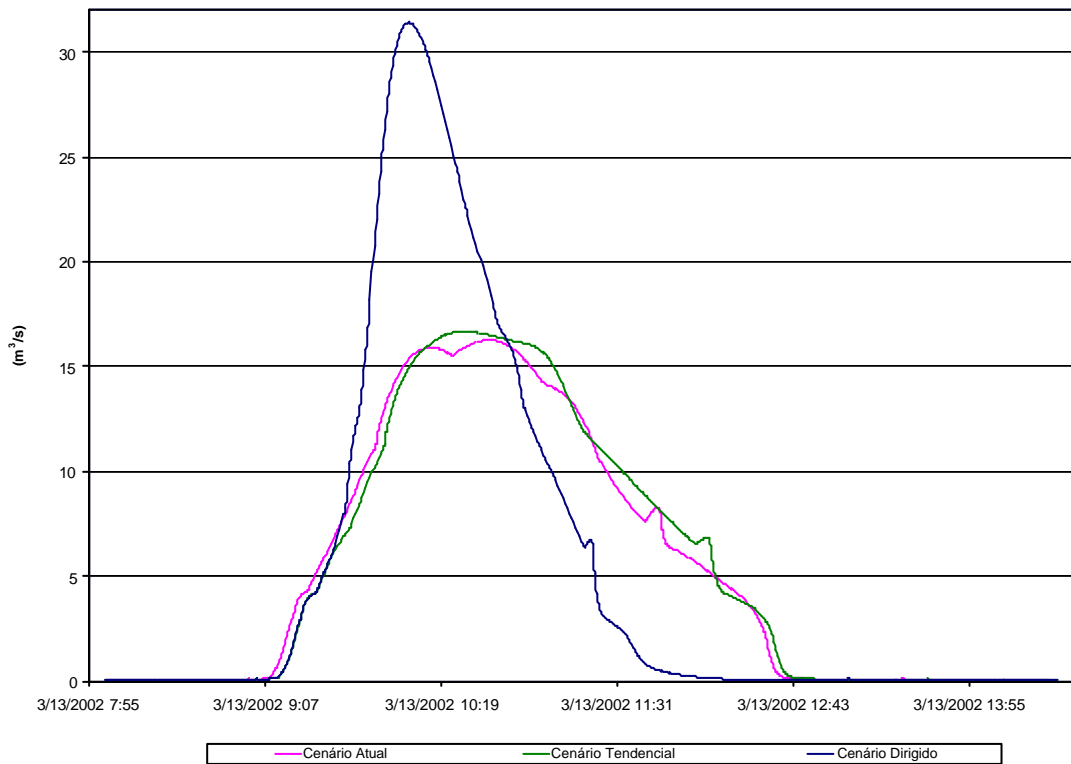
Hidrograma Seção 2+625 Rio do Prensa - TR=10 anos.



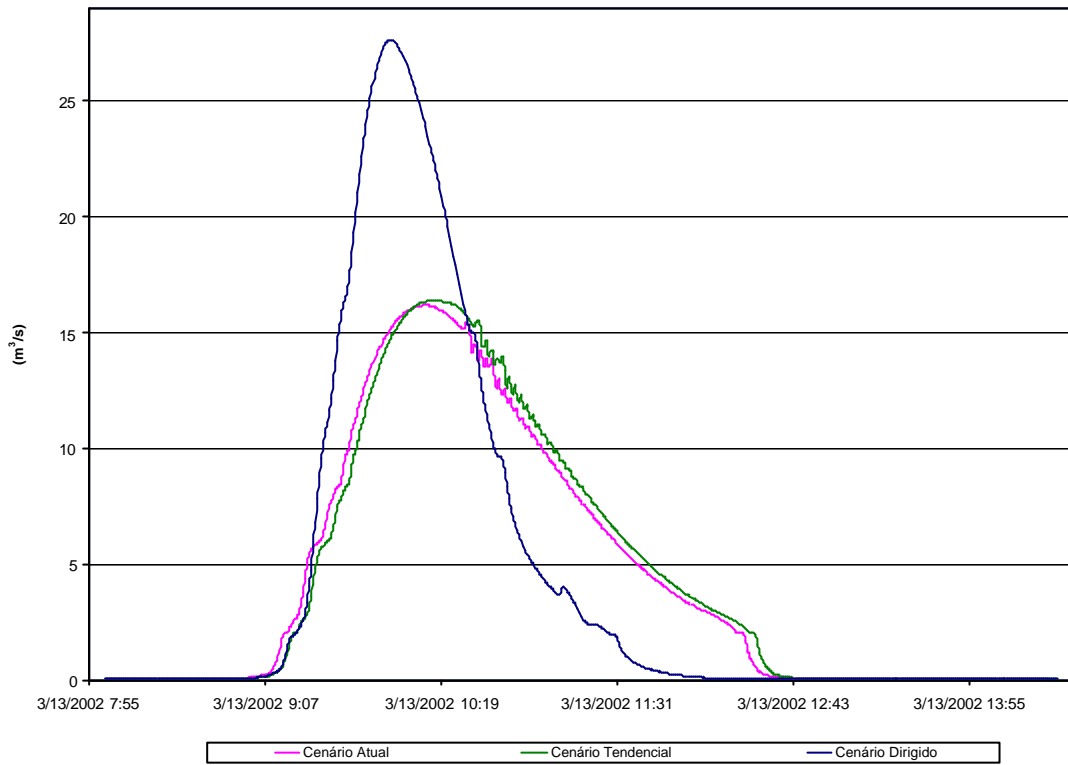
Hidrograma Seção 2+950 Rio do Prensa - TR=10 anos.



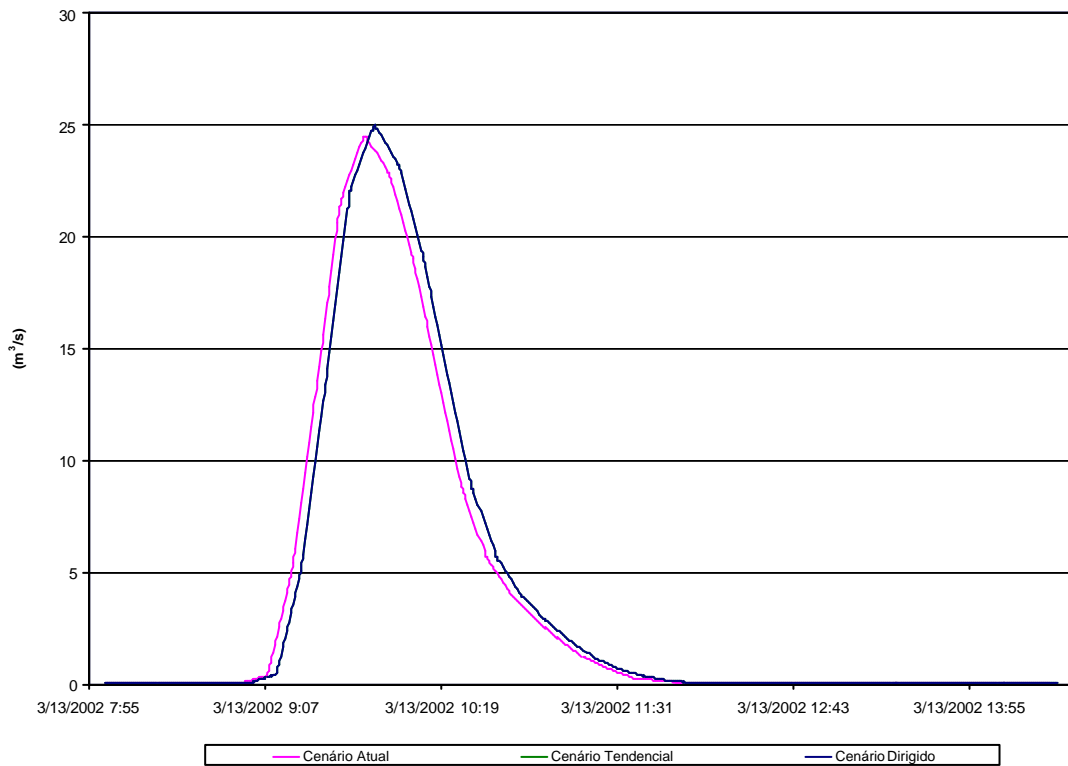
Hidrograma Seção 4+288 Rio Prensa - TR=10 anos.



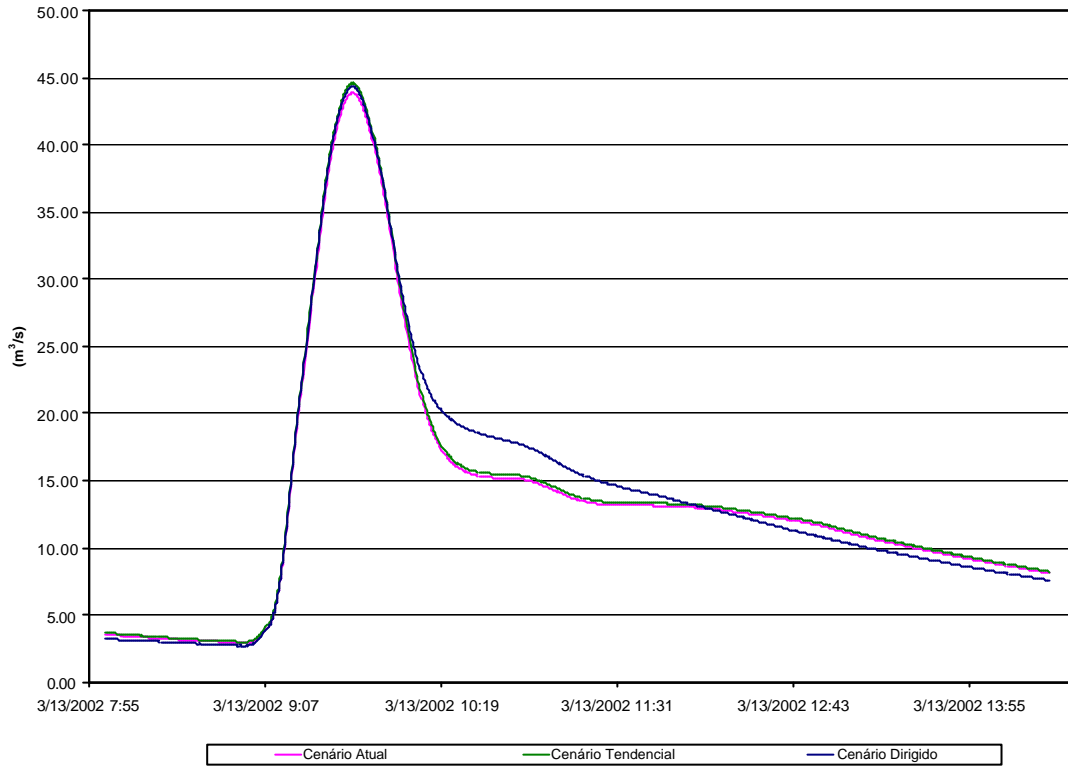
Hidrograma Seção 5+050 Rio do Prensa - TR=10 anos.



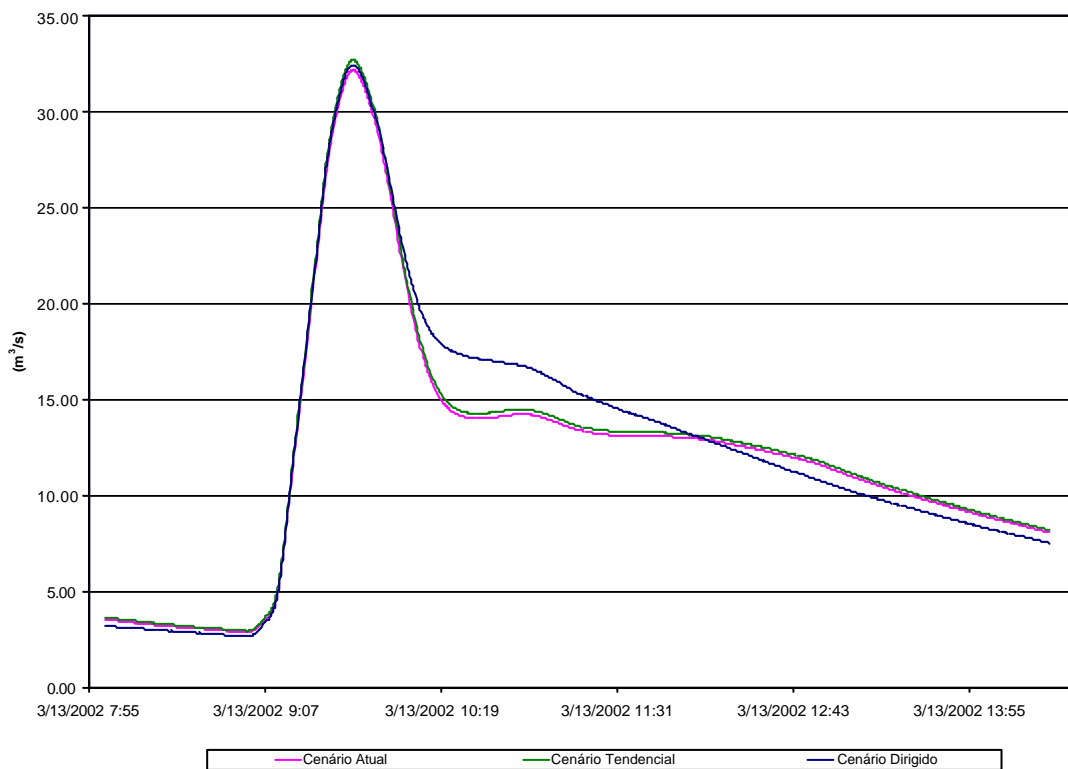
Hidrograma Seção 5+723 Rio Prensa - TR=10 anos.



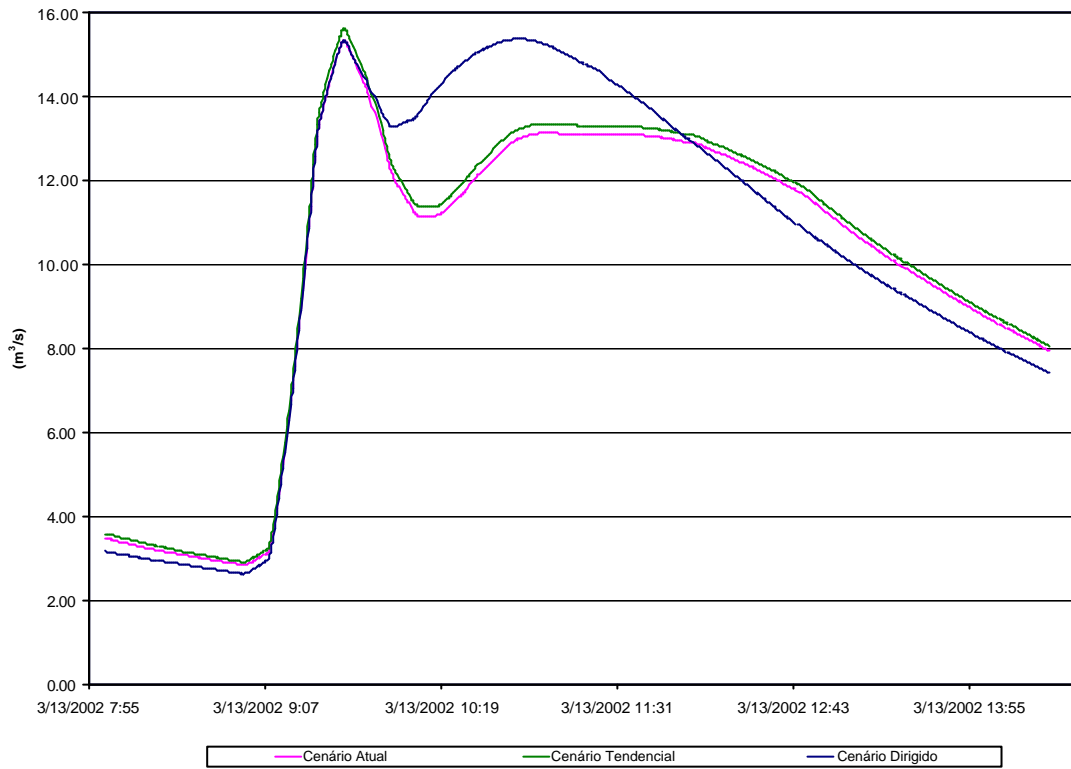
Hidrograma Seção 0+973 Rio Prensa - TR=25 anos.



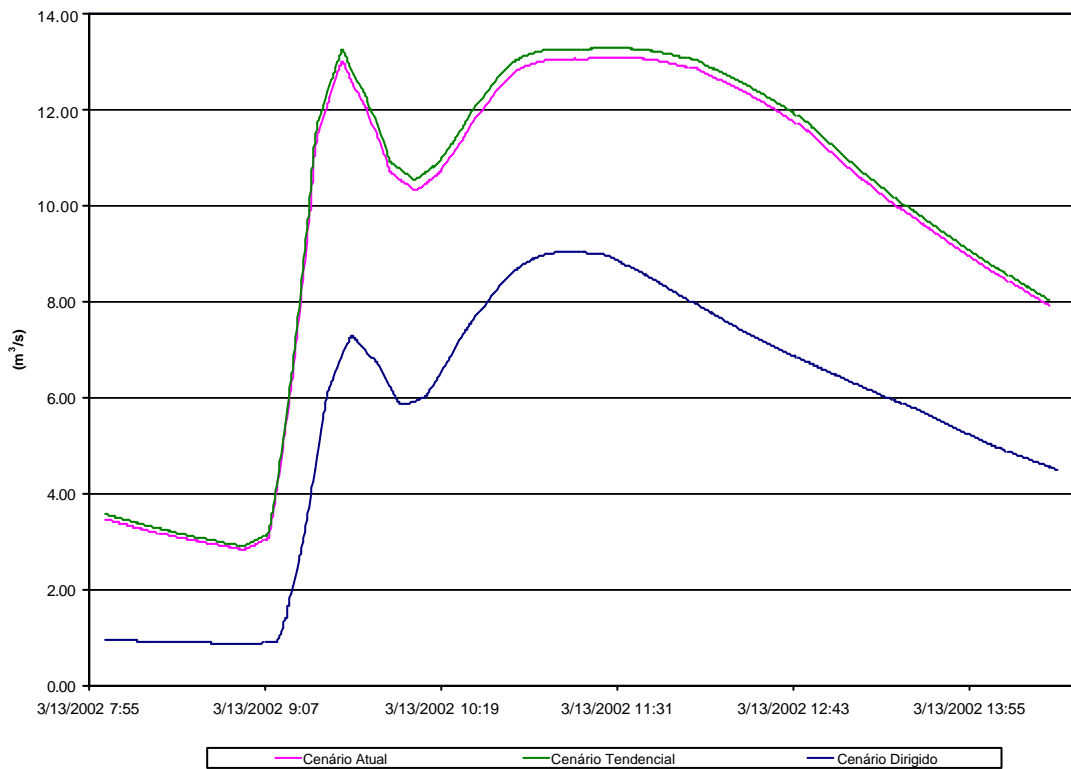
Hidrograma Seção 1+454 Rio Prensa - TR=25 anos



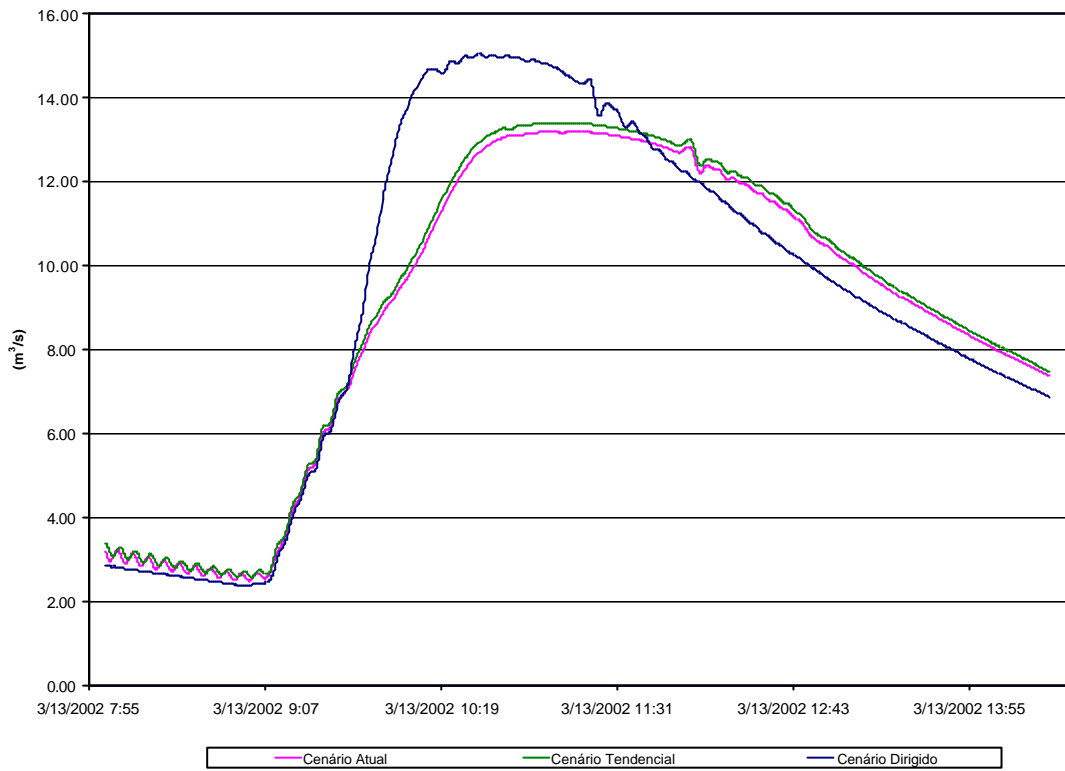
Hidrograma Seção 2+417 Rio Prensa- TR=25 anos.



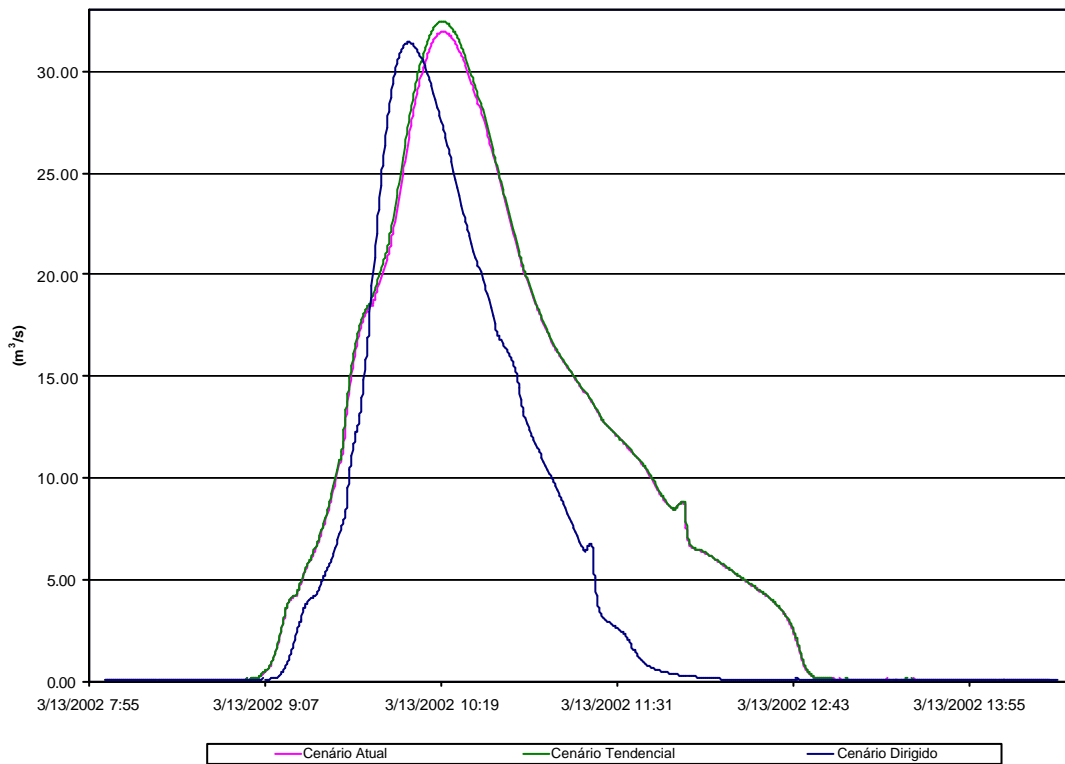
Hidrograma Seção 2+625 Rio do Prensa - TR=25 anos.



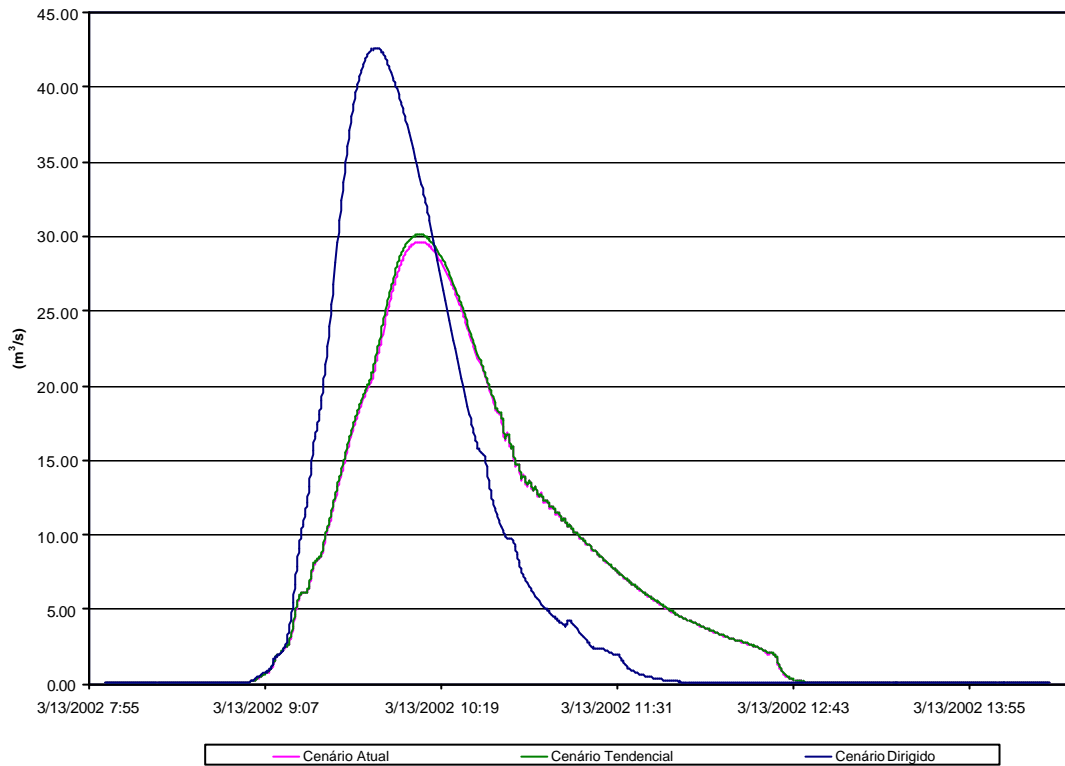
Hidrograma Seção 2+950 Rio do Prensa - TR=25 anos.



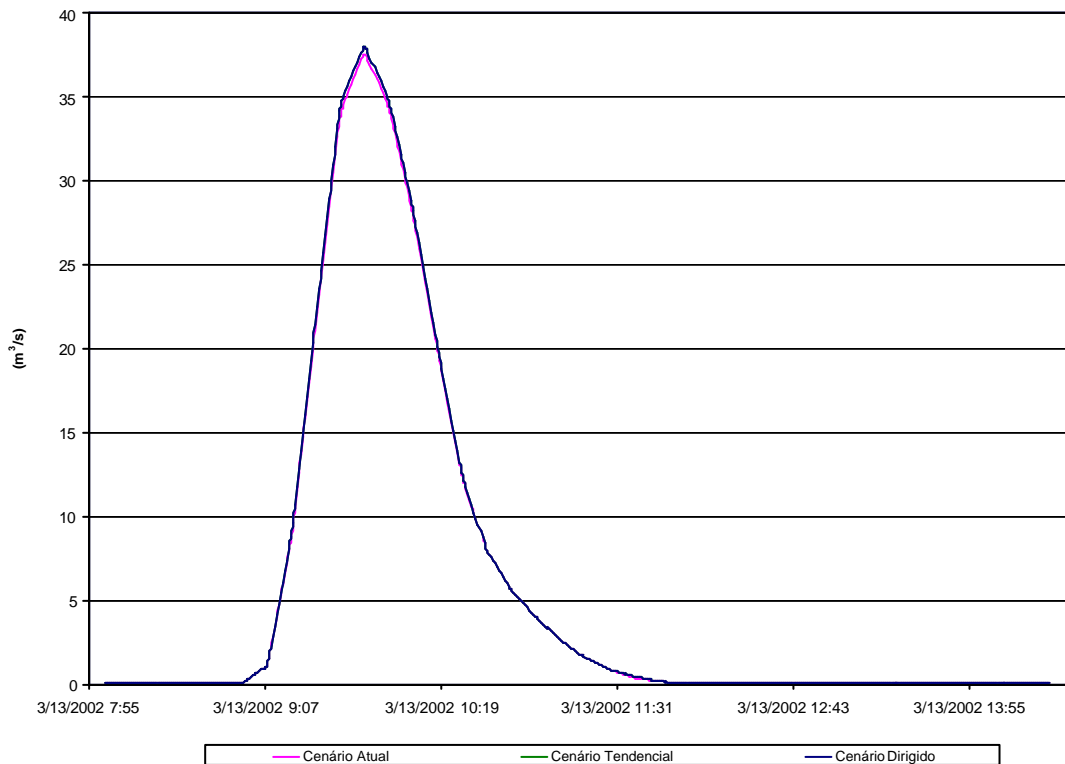
Hidrograma Seção 4+288 Rio Prensa - TR=25 anos.



Hidrograma Seção 5+050 Rio do Prensa - TR=25 anos.

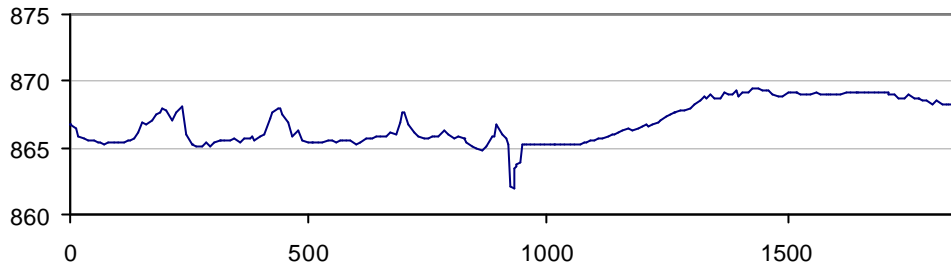


Hidrograma Seção 5+723 Rio Prensa - TR=25 anos.

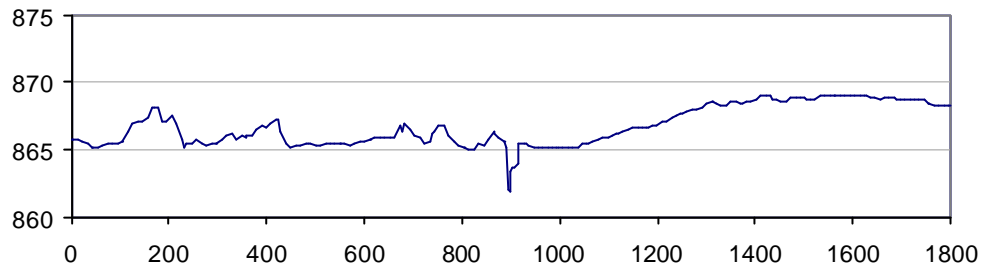


ANEXO 6 – SEÇÕES TRANSVERSAIS

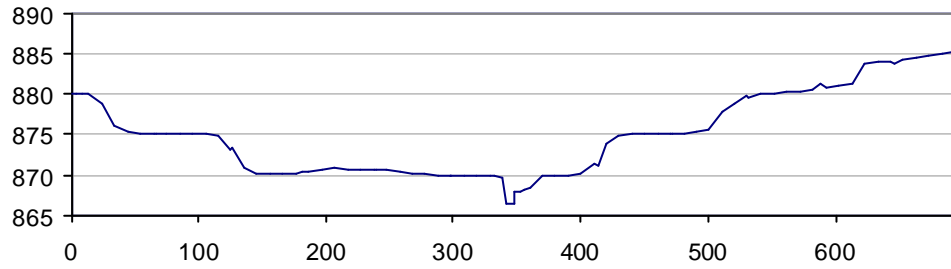
Rio Prensa – Seção 1 – Estaca 0 + 0



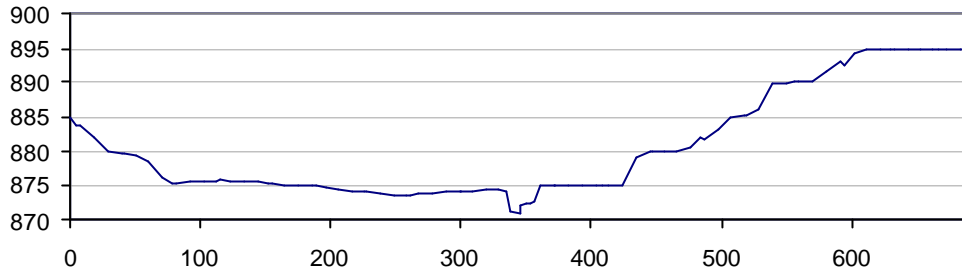
Rio Prensa – Seção 2 – Estaca 1 + 10



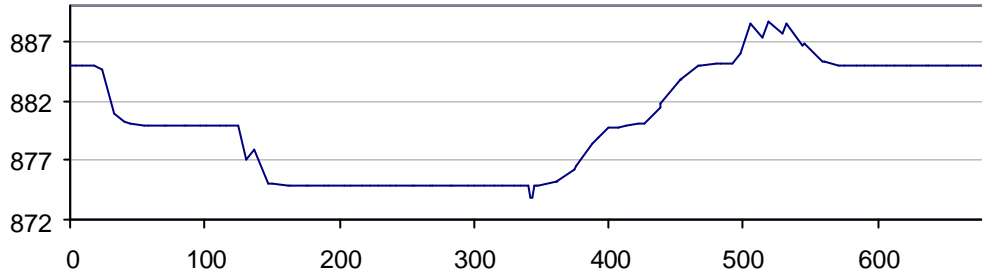
Rio Prensa – Seção 3 – Estaca 2 + 417



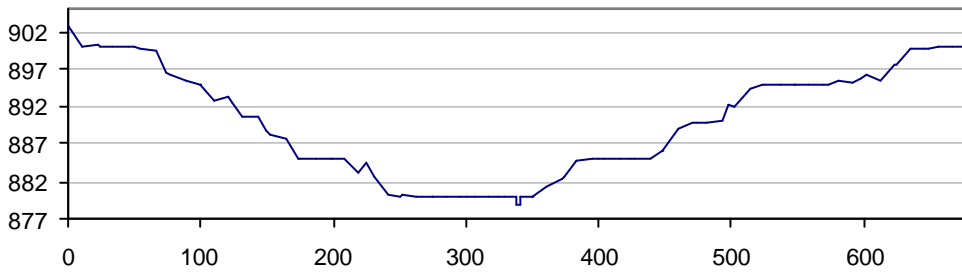
Rio Prensa – Seção 4 – Estaca 2 + 625



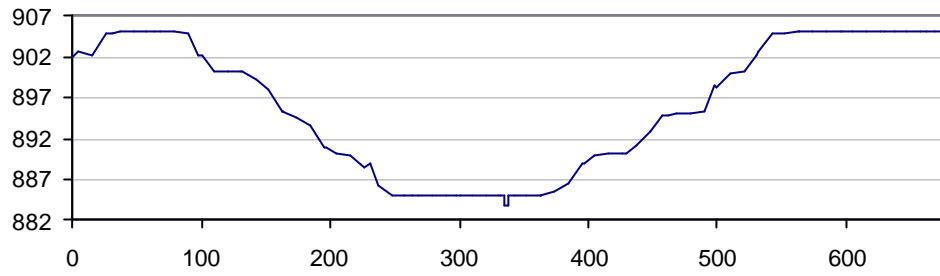
Rio Prensa – Seção 5 – Estaca 2 + 779



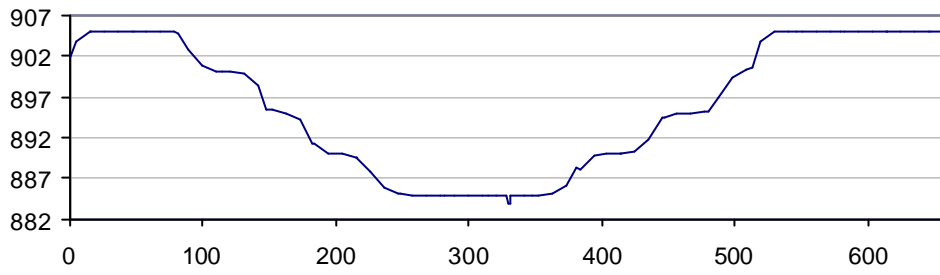
Rio Prensa – Seção 6 – Estaca 4 + 288



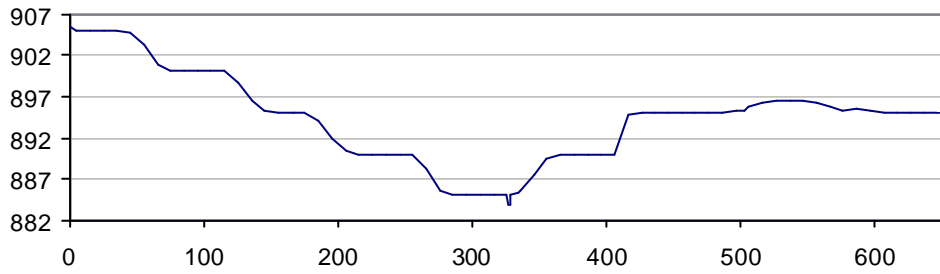
Rio Prensa – Seção 7 – Estaca 4 + 914



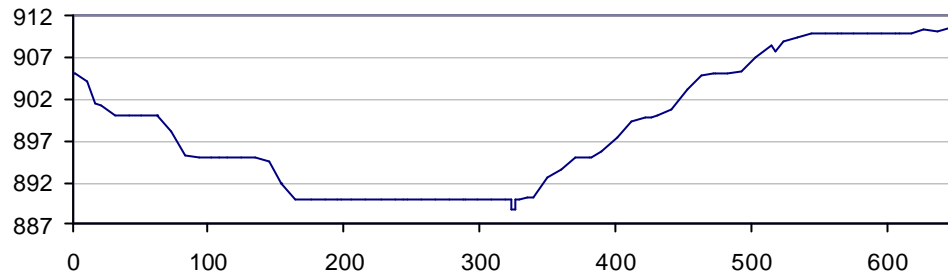
Rio Prensa – Seção 8 – Estaca 4 + 923



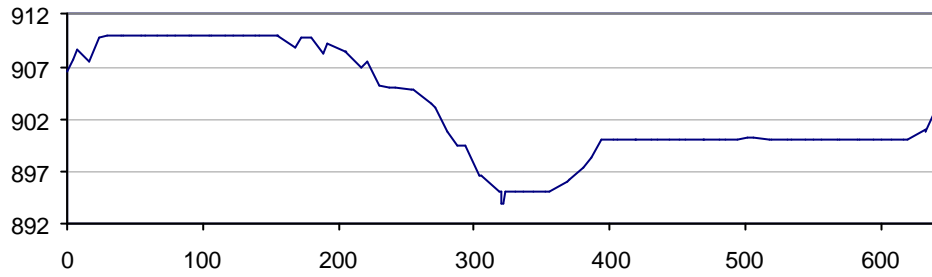
Rio Prensa – Seção 9 – Estaca 5 + 199



Rio Prensa – Seção 10 – Estaca 5 + 707



Rio Prensa – Seção 11 – Estaca 6 + 331

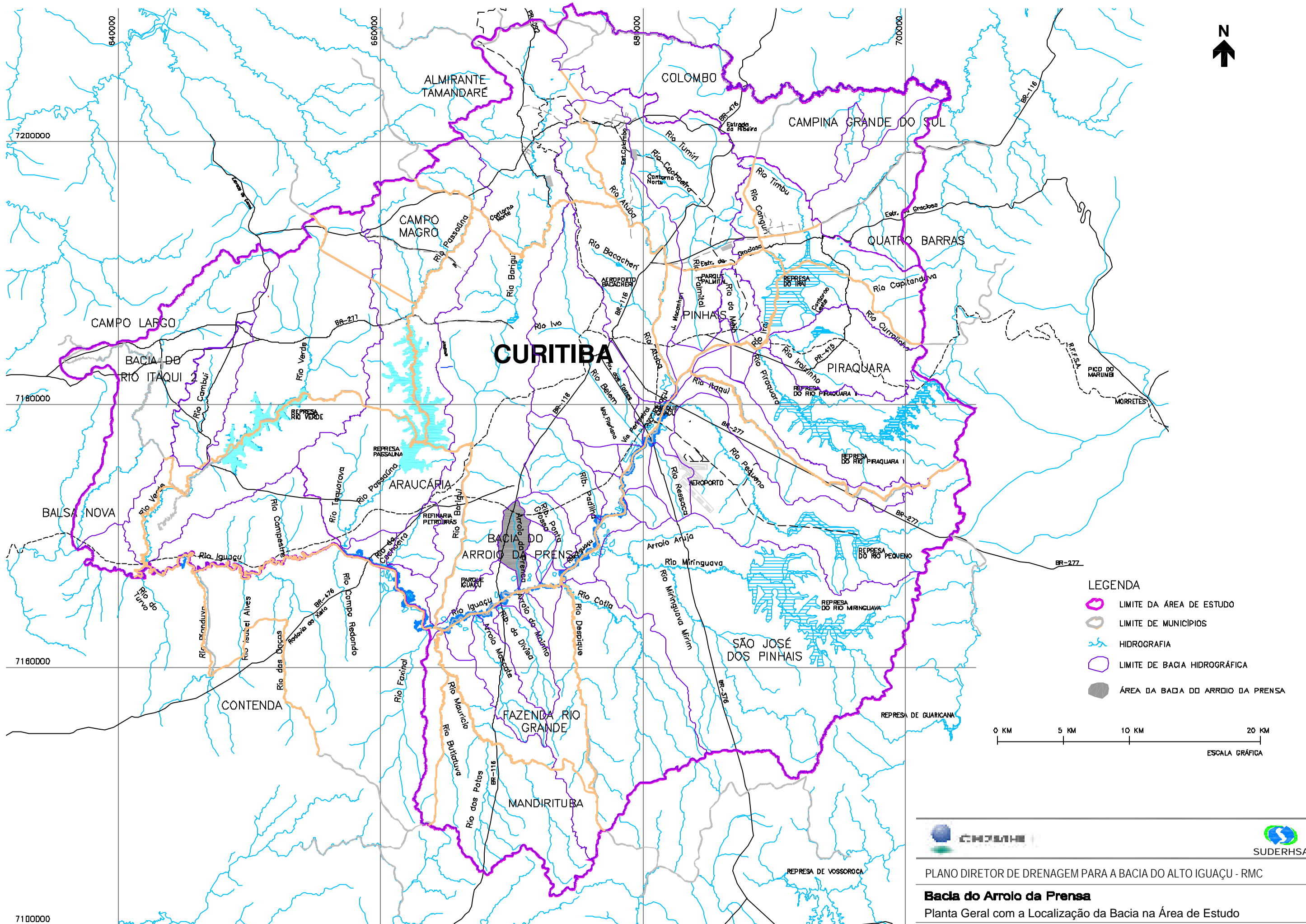







ANEXO 7 – COTAS DE NÍVEIS DE ÁGUA

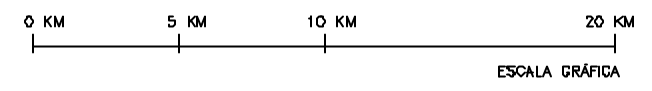
**TABELA DE COTAS DE NÍVEIS MÁXIMOS DE ÁGUA SIMULADOS
BACIA DO ARROIO DA PRENSA - CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL**

RIO	DISTÂNCIA (m)	A 10	A 25	T 10	T 25
PRENSA	0	867,2	867,2	867,2	867,2
PRENSA	11	867,2	867,2	867,2	867,2
PRENSA	492	867,2	867,2	867,2	867,2
PRENSA	500	867,2	867,2	867,2	867,2
PRENSA	973	867,2	867,2	867,2	867,2
PRENSA	1000	867,2	867,2	867,2	867,2
PRENSA	1455	867,2	867,4	867,2	867,4
PRENSA	1500	867,3	867,4	867,2	867,4
PRENSA	1936	867,4	867,6	867,3	867,6
PRENSA	2000	867,4	867,6	867,4	867,6
PRENSA	2417	867,6	867,9	867,5	867,9
PRENSA	2500	869,0	869,3	869,0	869,3
PRENSA	2625	871,2	871,4	871,2	871,4
PRENSA	2780	874,8	875,0	874,7	875,0
PRENSA	2950	878,7	879,2	878,0	879,2
PRENSA	3000	878,7	879,2	878,0	879,2
PRENSA	3396	878,7	879,2	878,0	879,2
PRENSA	3500	878,7	879,2	878,2	879,2
PRENSA	3842	878,8	879,2	878,8	879,2
PRENSA	4000	879,3	879,6	879,3	879,6
PRENSA	4288	880,3	880,4	880,3	880,4
PRENSA	4500	881,9	882,0	881,9	882,0
PRENSA	4601	882,6	882,8	882,6	882,8
PRENSA	4915	885,2	885,3	885,2	885,3
PRENSA	4924	885,2	885,3	885,2	885,3
PRENSA	5000	886,3	886,7	886,3	886,7
PRENSA	5050	887,0	887,5	887,0	887,5
PRENSA	5200	887,0	887,5	887,0	887,5
PRENSA	5453	887,6	887,8	887,6	887,8
PRENSA	5500	888,1	888,2	888,1	888,2
PRENSA	5707	890,2	890,2	890,2	890,2
PRENSA	5724	892,6	892,8	892,6	892,8

ANEXO 8 – DESENHOS



- LEGENDA**
-  LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO
 -  LIMITE DE MUNICÍPIOS
 -  HIDROGRAFIA
 -  LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
 -  ÁREA DA BADA DO ARROIO DA PRENSA

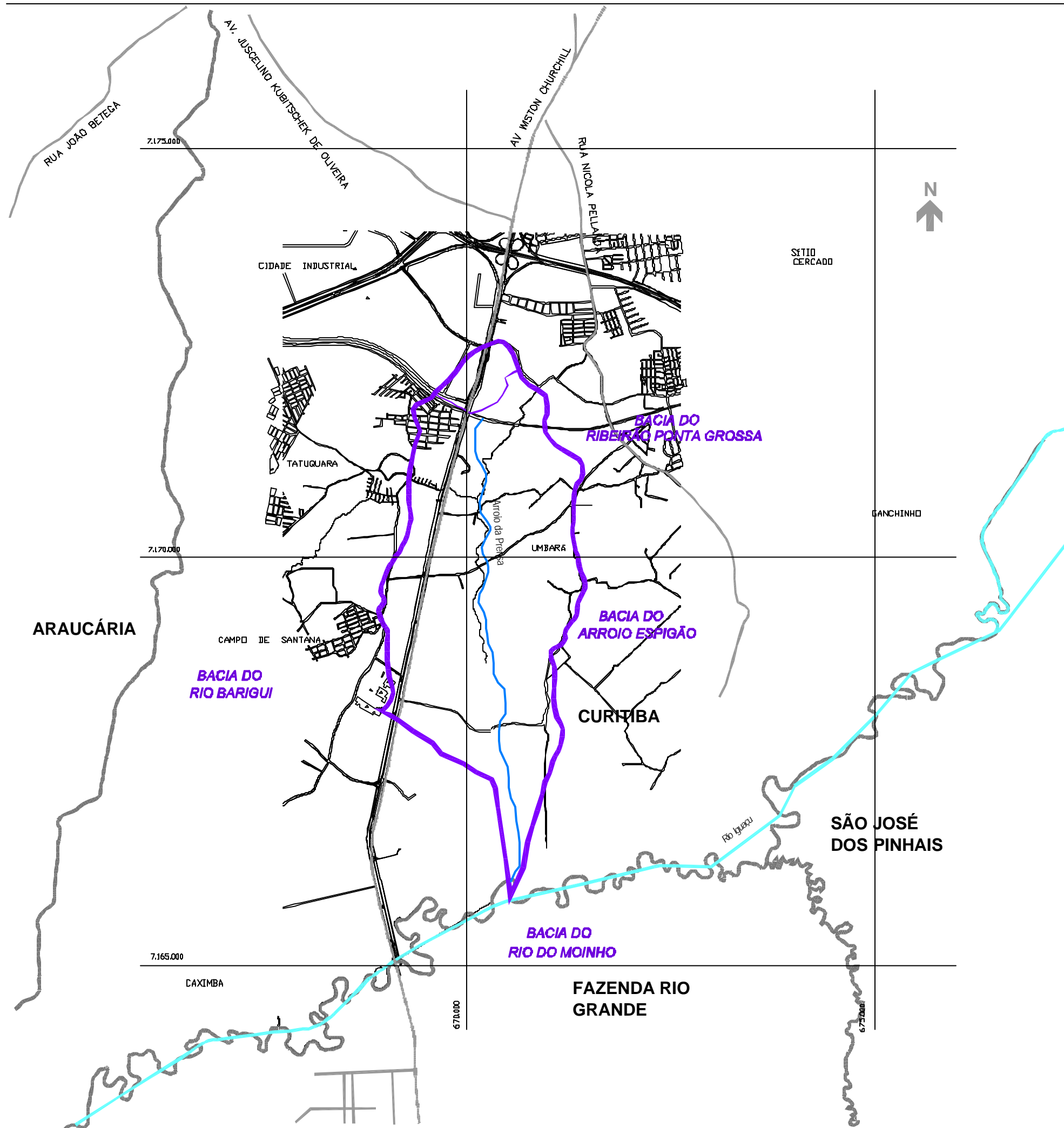


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Arroio da Prensa
Planta Geral com a Localização da Bacia na Área de Estudo

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Mar 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-GE019-P1	M03 1L01
--------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------

7100000



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

OBS.: Segundo a pesquisa junto às prefeituras não foram identificadas áreas urbanas inundáveis na bacia do Arroio da Prensa.

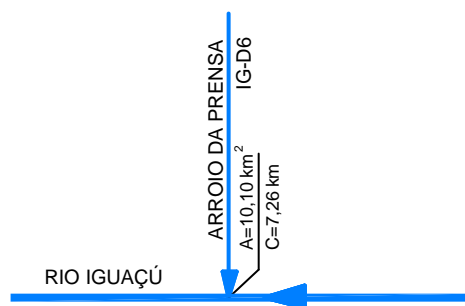


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Arroio da Prensa

Planta Geral e Pontos Críticos de Inundação Segundo Pesquisa

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Mar 2002	Nº CHEMILL SUD0103SV-WR033-P1	MO3 1001
-----------------------	-------------------	----------------------------------	-------------



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

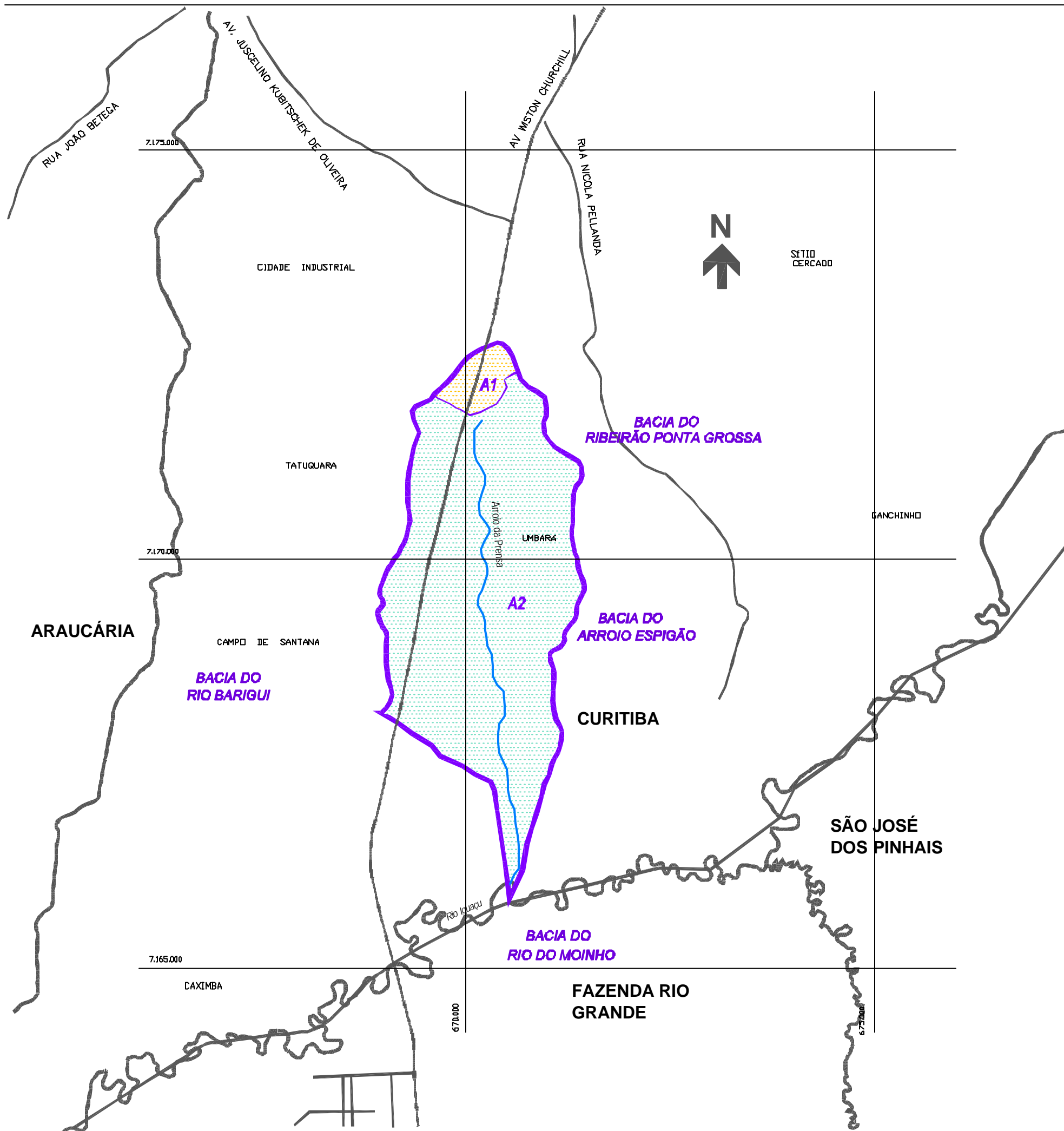


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Arroio da Prensa

DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

ESCALA: S/ESCALA	DATA: Agosto 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR257-P2	Nº3 CO01
---------------------	----------------------	-----------------------------------	-------------



SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS - BACIA DO ARROIO DA PRENSA

- A1 PRENSA CABECEIRA
- A2 PRENSA DISTRIBUÍDA

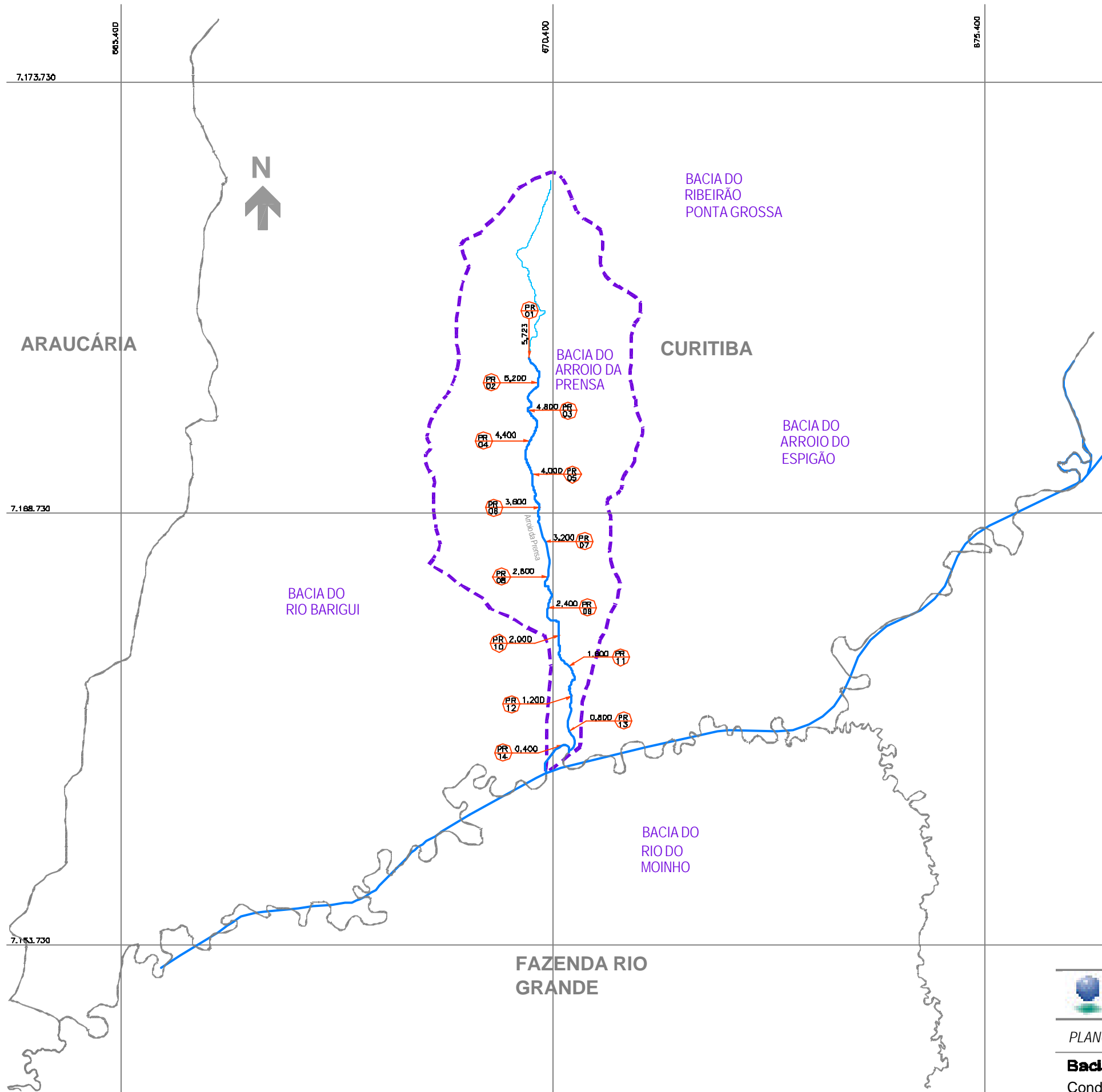
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
- SISTEMA VIÁRIO PRINCIPAL
- LIMITE DE MUNICÍPIO



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

Bacia do Arroio da Prensa
SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Mar 2002	Nº CH2MHILL SUD0103MP-WR067-P1	MO3 T067
-----------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------

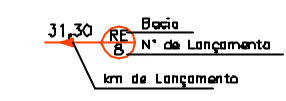


PONTOS DE ENTRADA DE VAZÃO

Nº	OPERAÇÃO HIDROLÓGICA	SUB-BACIA
PR 01	Prensa Cabeceira	A1
PR 02	Prensa Distribuída 1.1	A2
PR 03	Prensa Distribuída 1.2	A2
PR 04	Prensa Distribuída 1.3	A2
PR 05	Prensa Distribuída 1.4	A2
PR 06	Prensa Distribuída 1.5	A2
PR 07	Prensa Distribuída 1.6	A2
PR 08	Prensa Distribuída 1.7	A2
PR 09	Prensa Distribuída 1.8	A2
PR 10	Prensa Distribuída 1.9	A2
PR 11	Prensa Distribuída 1.10	A2
PR 12	Prensa Distribuída 1.11	A2
PR 13	Prensa Distribuída 1.12	A2
PR 14	Prensa Distribuída 1.13	A2

LEGENDA

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



NÍVEL DE ÁGUA NO IGUAÇU
 N.A.=871,91

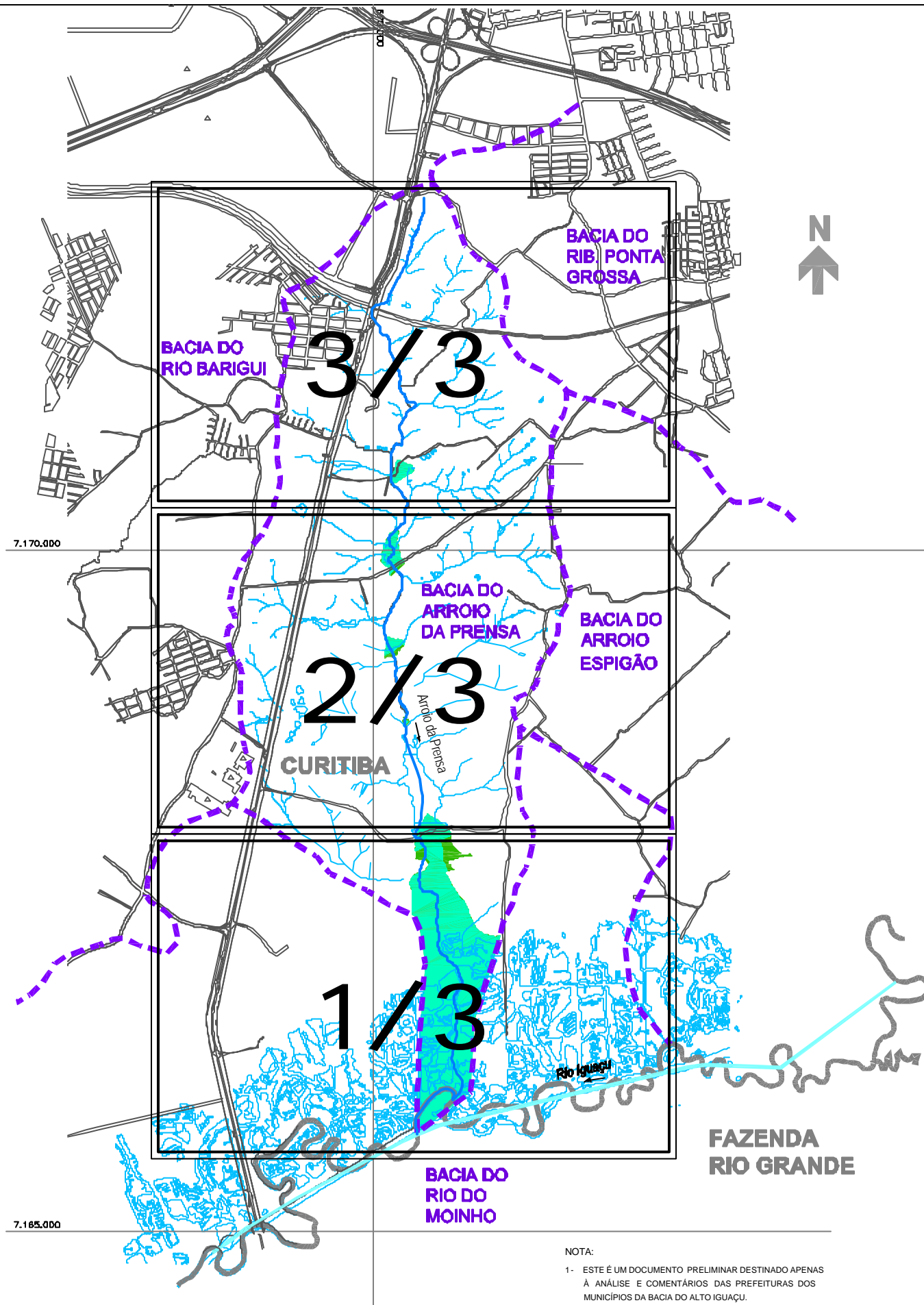


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Arroio da Prensa

Condições de Contorno para o Modelo Hidrodinâmico

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Jan 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR25B-P1	M03 CO02
--------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------









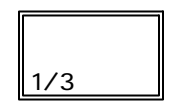
6721.000

7.170.000

7.165.000

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.

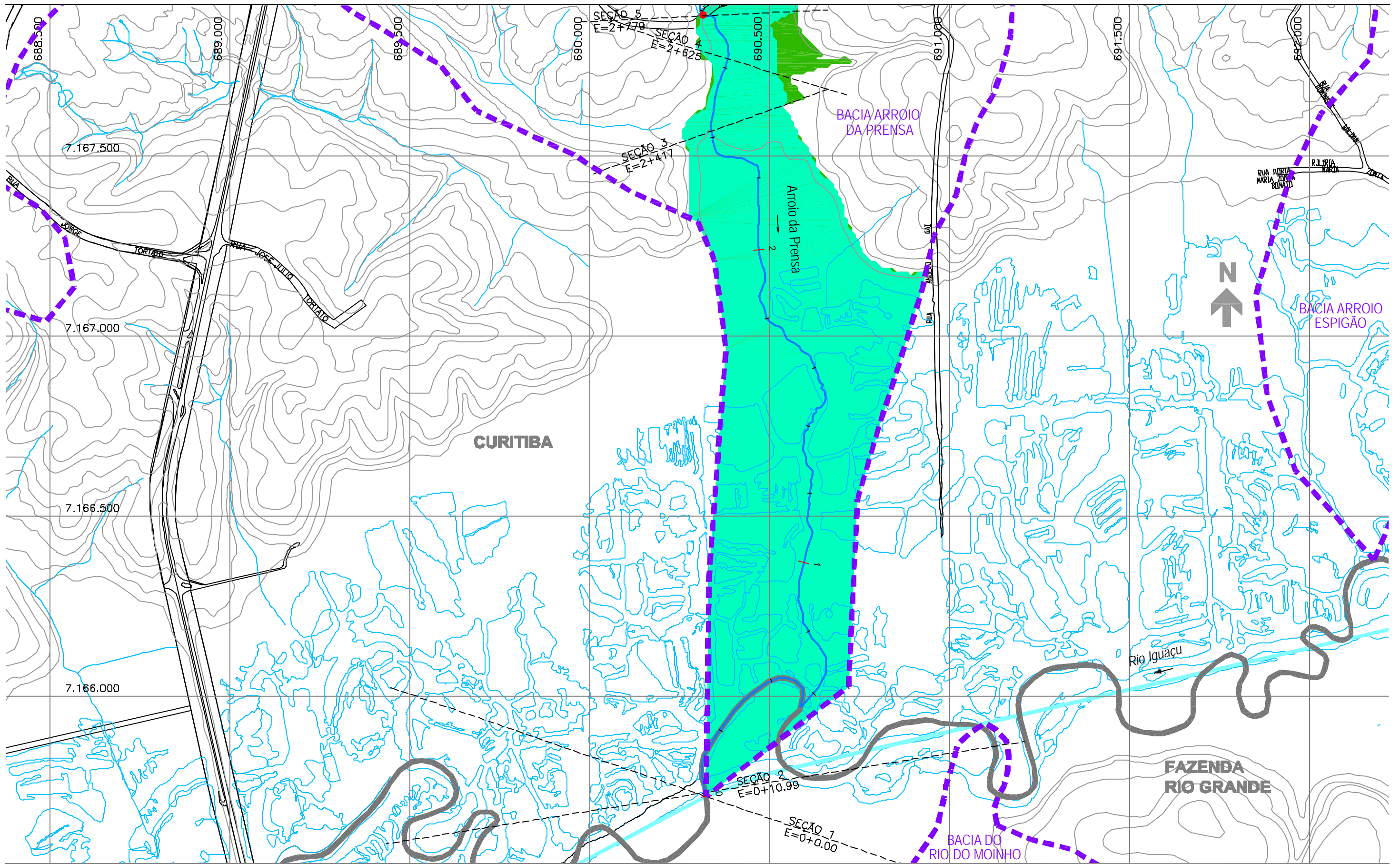
OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - PLANTA GERAL - ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Agosto 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR259-P2	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 A PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

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

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

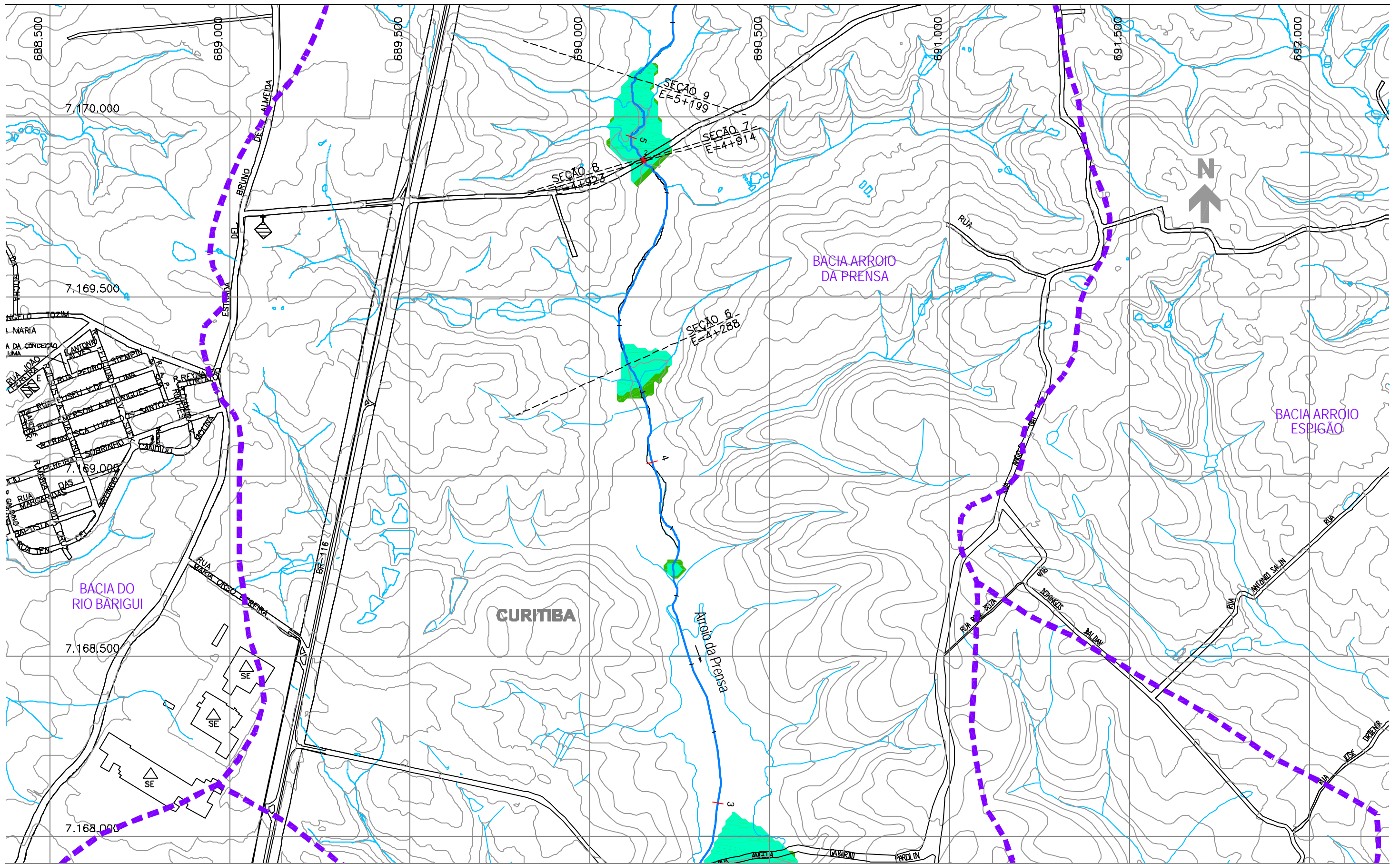
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 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

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

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

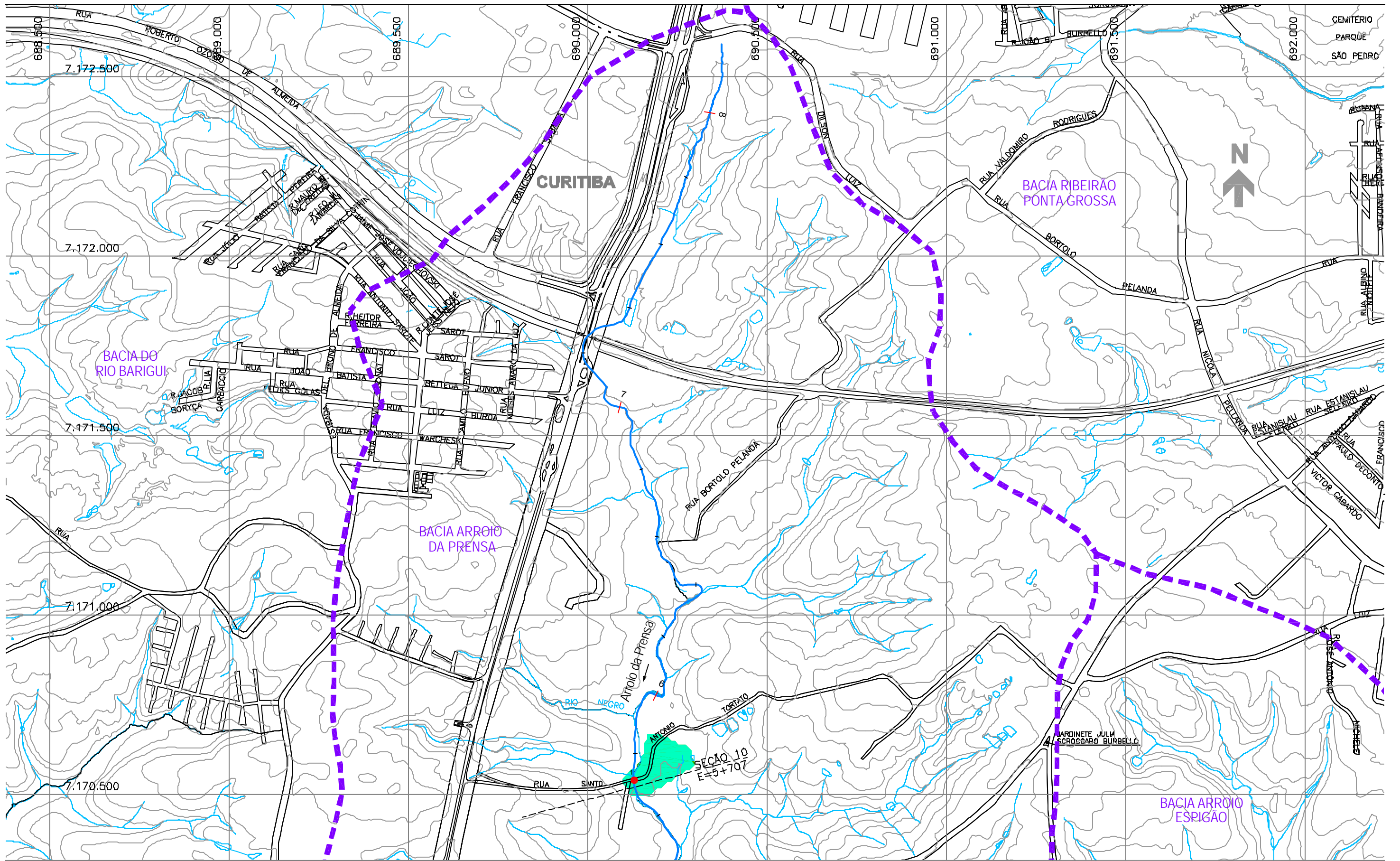
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 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

-	-	-
-	3/3	-
-	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

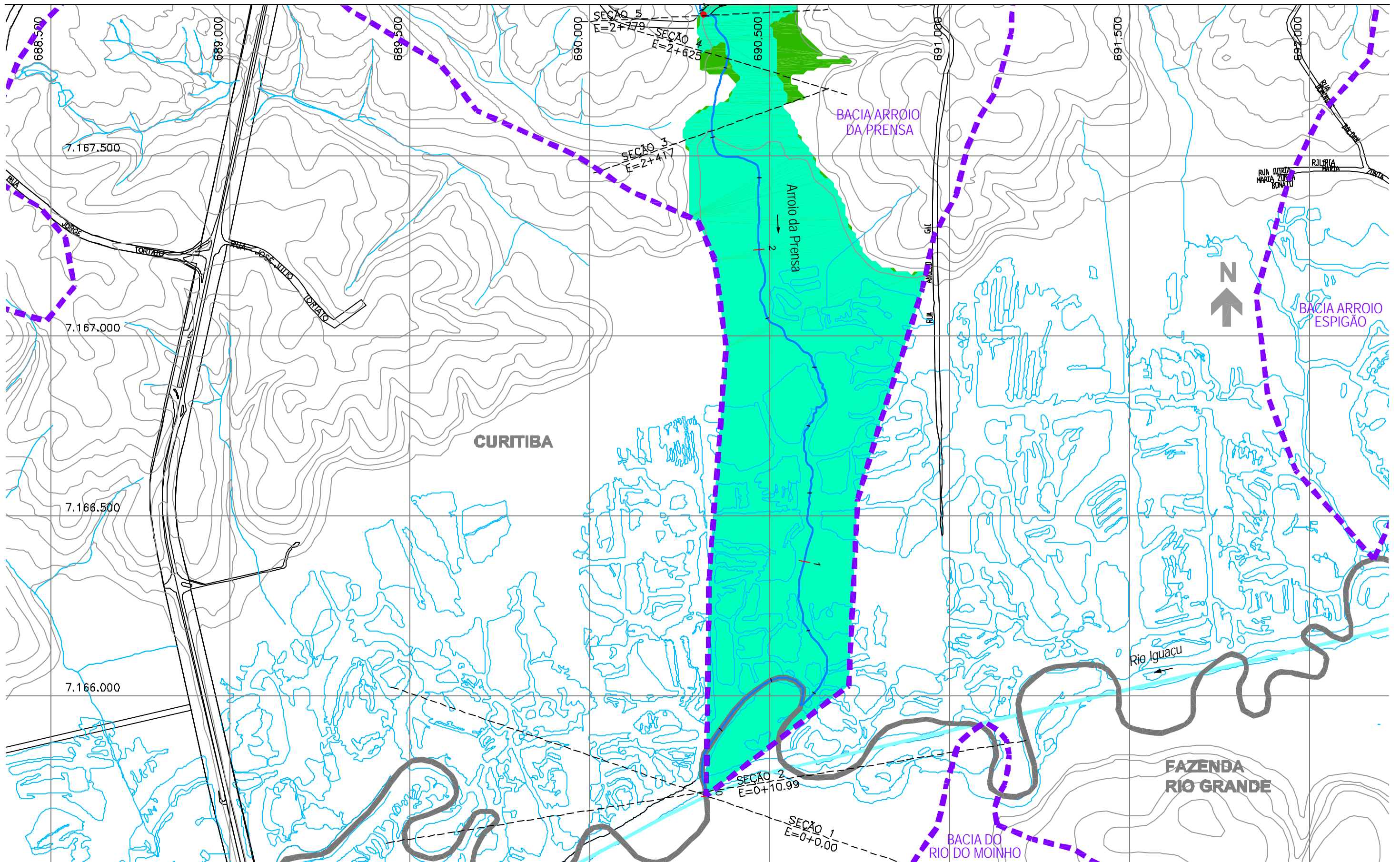
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 A PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

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

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

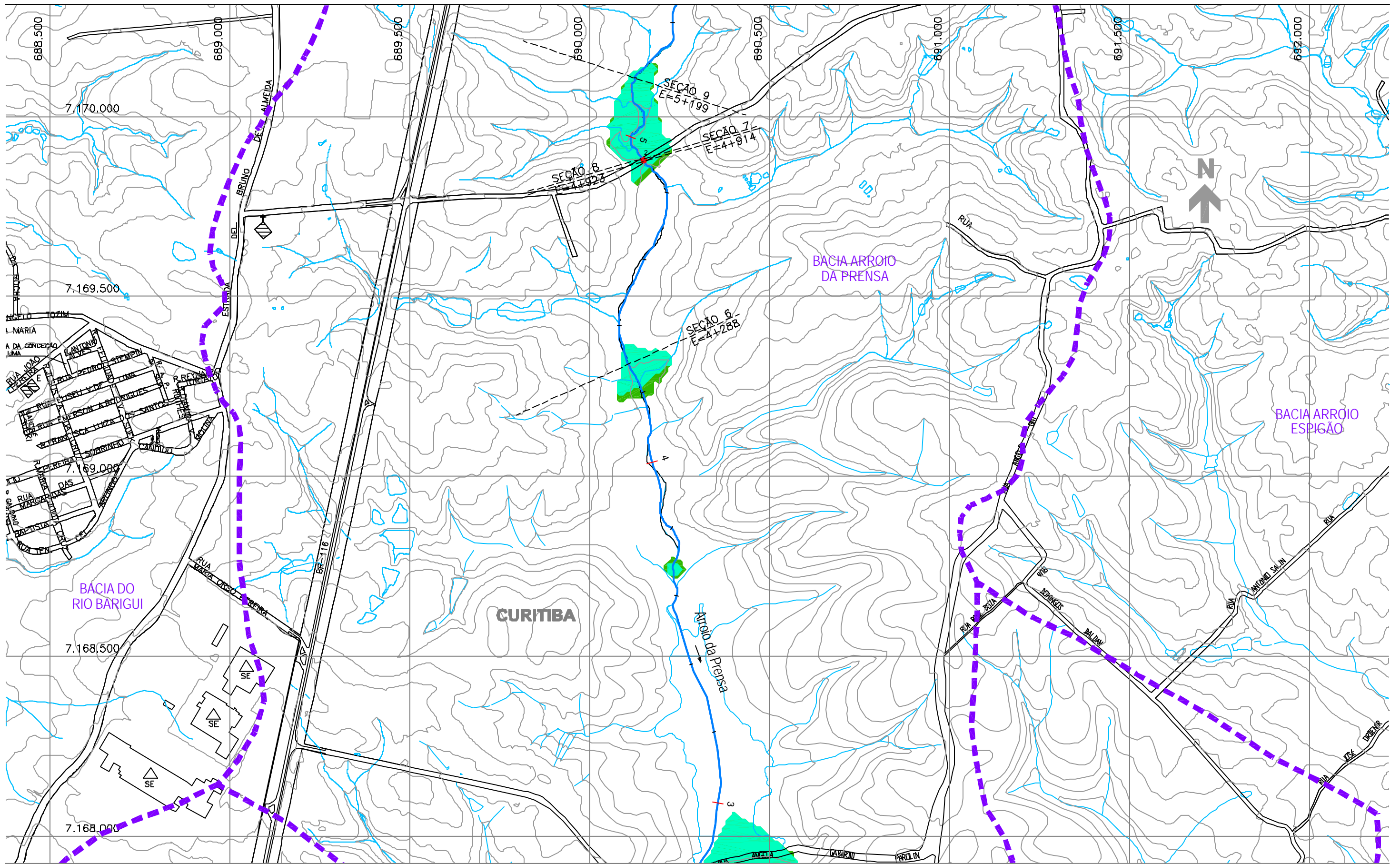
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 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

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

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

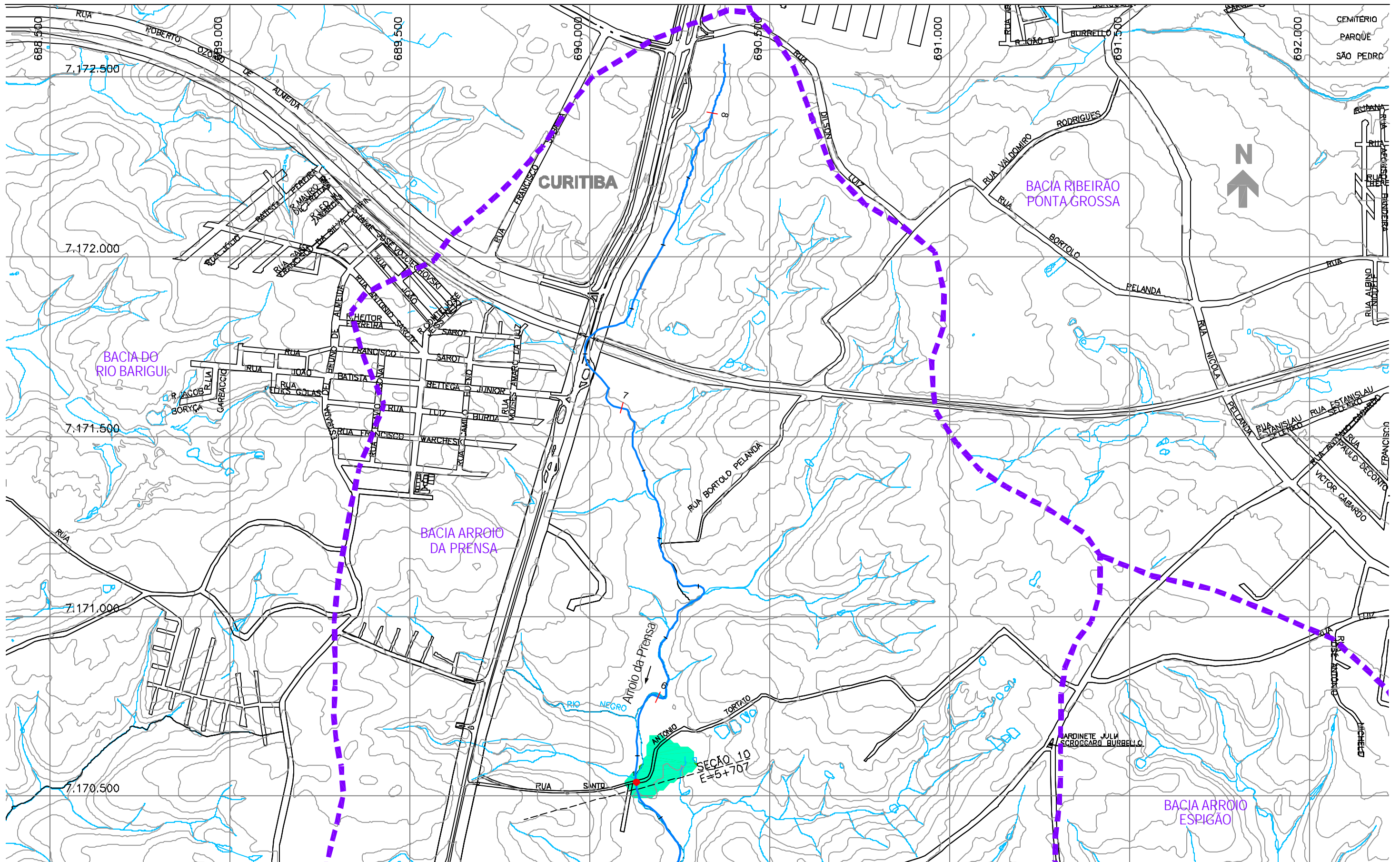
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 PREFEREÇAS 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

-	-	-
-	3/3	-
-	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

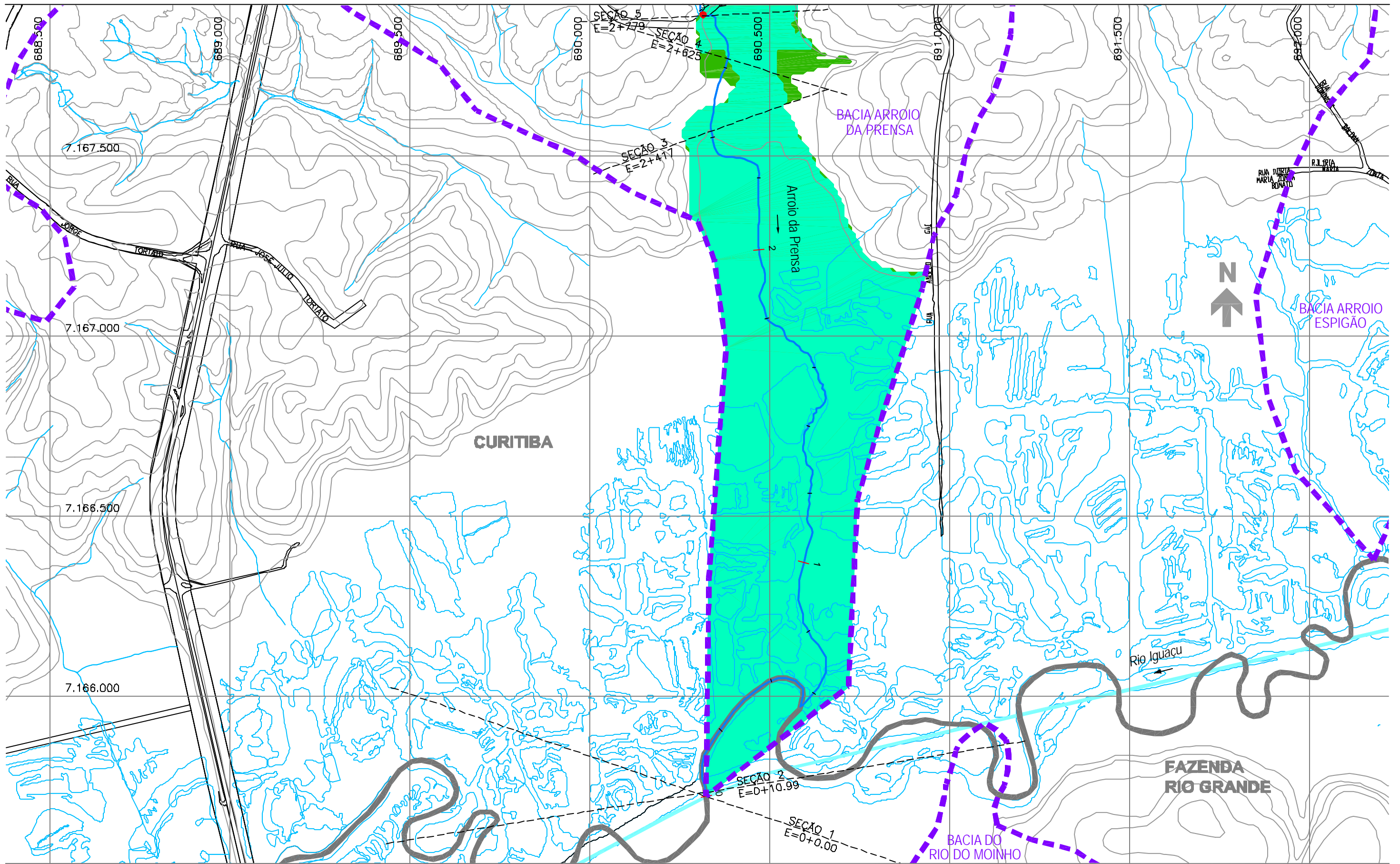
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 A PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

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

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

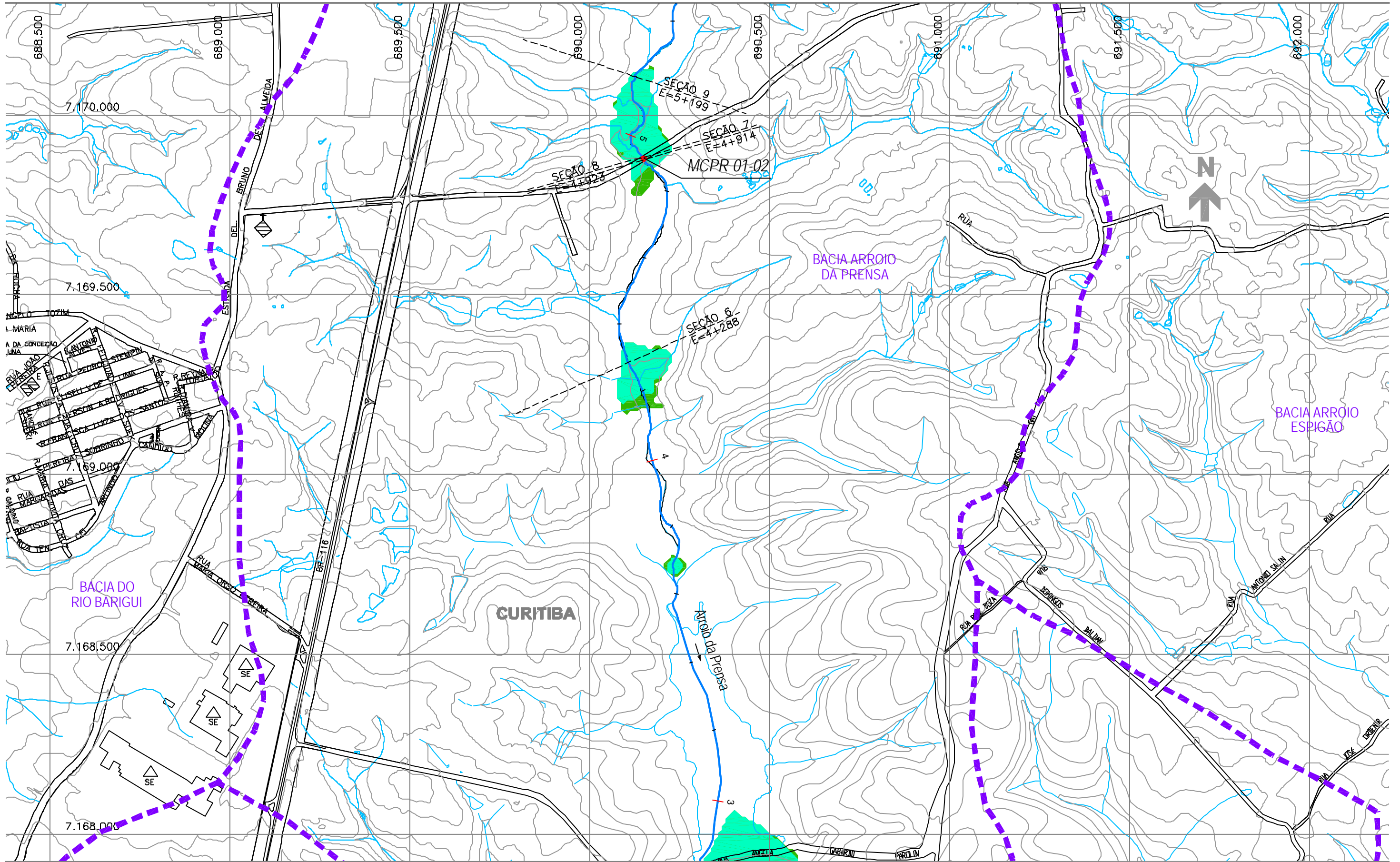
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 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

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

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

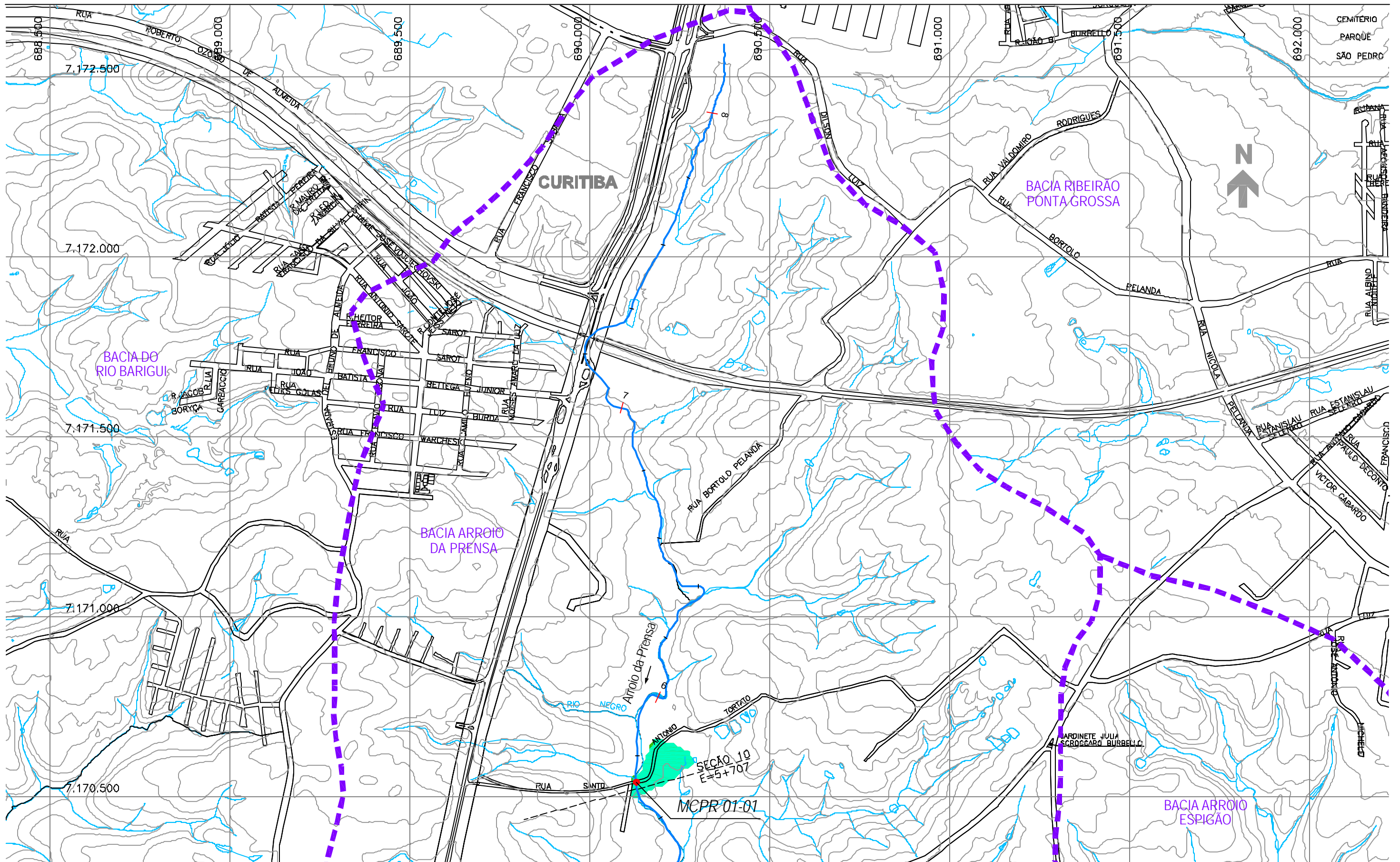
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-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 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

-	-	-
-	3/3	-
-	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 Arroio da Prensa
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR260-P2 M03 CD 3/3