



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 4.13
MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO DA RESSACA

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 4.13

MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO DA RESSACA

**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 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**
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**
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**
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**
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 4.13 – RIO DA RESSACA

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	5
2.4	USO DO SOLO	6
3	MODELAGEM HIDRODINÂMICA	7
4	CENÁRIOS CONSIDERADOS	9
5	DADOS UTILIZADOS	10
5.1	BASE CARTOGRÁFICA	10
5.2	PERFIL LONGITUDINAL	10
5.3	SEÇÕES TRANSVERSAIS	11
5.4	CONDIÇÕES DE CONTORNO	11
6	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDRODINÂMICAS	13
6.1	CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL	13
6.2	CENÁRIO DIRIGIDO	16
7	MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS PROPOSTAS	24
7.1	MEDIDAS DE CONTROLE PROPOSTAS	24

ANEXOS

ANEXO 1 - TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO

ANEXO 2 - HIDROGRAMAS DE ENTRADA

ANEXO 3 - COTAGRAMAS

ANEXO 4 - HIDROGRAMAS DE SAÍDA

ANEXO 5 - SEÇÕES TRANSVERSAIS

ANEXO 6 - CENÁRIO DIRIGIDO - ESTUDOS REALIZADOS

ANEXO 7 – COTAS DE NÍVEIS DE ÁGUA

ANEXO 8 – DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS

Nº	Título	Escala
IL-01	Bacia do Rio da Ressaca Planta Geral com a Localização da Bacia	Gráfica
I001	Bacia do Rio da Ressaca Inundações Segundo Pesquisa	1:50000
C001	Bacia do Rio da Ressaca Diagrama Unifilar	S/ escala
T060	Bacia do Rio da Ressaca Sub-Bacias Hidrográficas	1:50000
C002	Bacia do Rio da Ressaca Condições de Contorno	Gráfica
C003	Bacia do Rio da Ressaca Áreas de Risco de Inundação - Articulação das Folhas	1:5.000
CA1/3 a CA3/3	Bacia do Rio da Ressaca Manchas de Inundação – Cenário Atual - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CT1/3 a CT3/3	Bacia do Rio da Ressaca Manchas de Inundação – Cenário Tendencial - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CD1/3 a CD3/3	Bacia do Rio da Ressaca Manchas de Inundação – Cenário Dirigido - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
C004/1 a C004/3	Bacia do Rio da Ressaca 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 Rio da Ressaca, 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 do Rio da Ressaca. 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.

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

- Implantação de quatro reservatórios de acumulação, sendo três do tipo central e um lateral.
- Substituição de treze travessias existentes do rio da Ressaca, sob vias públicas, por galerias de concreto armado.

Os custos estimados para a implantação destas MCs alcançam, a preços de janeiro/2000, o montante de 16,5 milhões de reais.

2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio da Ressaca é afluente da margem esquerda do rio Iguaçu, a sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de cerca de 13 km², localizando-se inteiramente no município de São José dos Pinhais.

Esta bacia é atualmente de uso predominantemente urbano, estando localizado em sua área parte substancial das instalações do Aeroporto Internacional Afonso Pena.

A localização da bacia do rio da Ressaca na área de abrangência do Plano Diretor de Drenagem é apresentada no desenho IL-01, e a planta geral da bacia no desenho I001.

Os principais elementos da área de estudo pertinentes à bacia do rio da Ressaca e considerados para a simulação das áreas de risco de inundação 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 4,3 km de trechos de rios da bacia do Rio da Ressaca 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 Rio da Ressaca 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 Rio da Ressaca

Nº	Rio	Estaca	Tipo	Dimensões	Recobrimento
1	Ressaca	4+990	Bueiro tubular	2 ϕ 1,00m	1,20 m
2	Ressaca	4+300	Bueiro tubular	3 ϕ 1,20m	1,80 m
3	Ressaca	4+150	Bueiro tubular	2 ϕ 1,00m + 1 ϕ 1,20m	1,20 m
4	Ressaca	3+900	Bueiro tubular	3 ϕ 1,50m	1,50m
5	Ressaca	3+800	Galeria	2 x (2,50 x 2,50) m	0,80m
6	Ressaca	3+650	Bueiro tubular	2 ϕ 2,00 m	0,50m
7	Ressaca	3+550	Bueiro tubular	2 ϕ 2,00 m	0,50m
8	Ressaca	3+300	Galeria	3 x (2,00 x 2,00) m	1,50m
9	Ressaca	2+880	Galeria	2 x (2,20 x 2,20) m	1,00m
10	Ressaca	2+0,00	Bueiro tubular	2 ϕ 2,00 m	1,80m
11	Ressaca	1+550	Bueiro tubular	2 ϕ 1,80m	1,20m
12	Ressaca	1+400	Bueiro tubular	3 ϕ 1,80m	1,20m
13	Ressaca	1+280	Galeria	2 x (1,70 x 1,00) m	1,00m
14	Ressaca	1+070	Bueiro tubular	3 ϕ 1,80m	1,30m
15	Ressaca	0+190	Pontilhão	Base=6,00m; Altura=4,00m; 1H/1,33V	-

Fonte: CH2M HILL

2.2.3 Áreas Inundáveis

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

Estes pontos críticos de inundação foram definidos a partir de pesquisas realizadas junto à Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais e têm a mesma identificação porque, segundo a

prefeitura, as causas e características destas enchentes são as mesmas. 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 população urbana da bacia do rio da Ressaca pelo sistema de esgotamento sanitário são as seguintes:

- População Urbana total: 40.707 habitantes
- População atendida pelo sistema de coleta de esgoto: 4.478 habitantes; 11 % da população urbana
- População atendida por tratamento de esgoto: 1.097 habitantes; 3 % da população urbana
- Extensão de redes coletoras: 22 km
- Número de ligações: 1.100 unidades
- Tratamento dos Esgotos: Os esgotos coletados são conduzidos para a Estação Elevatória São José situada junto ao rio Iguaçu, a qual recalca os esgotos para receberem tratamento na ETE Belém.

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 Rio da Ressaca 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 Rio da Ressaca
Programa de Atendimento pelo Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto**

Parâmetro de Atendimento	Ano			
	2005	2010	2015	2020
População Urbana (hab)	62.595	79.022	93.296	110.215
População Atendida pelos sistemas de coleta e tratamento de esgotos (hab)	6.260	19.085	33.835	74.775
Índice de Atendimento (%)	10	24	36	68
Extensões de Redes Coletoras (km)	28	82	132	262
Número de Ligações (unidades)	1.402	4.096	6.596	13.096

Fonte: CH2M HILL

O Plano de Despoluição propõe que todo o esgoto coletado na bacia do Rio da Ressaca seja conduzido para a Estação Elevatória São José e por ela recalçado para tratamento na ETE Belém.

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

2.4 USO DO SOLO

A urbanização da bacia do rio da Ressaca, conforme a segmentação feita, descreve uma ocupação muito uniformizada da bacia. A bacia apresenta uma média populacional para o ano de 1999 de 26 hab/ha.

A área de maior ocupação localiza-se na porção central delimitada pela sub-bacia A2 com densidade populacional média de 29 hab/ha. As sub-bacias A1 e A2, cabeceira e foz da bacia respectivamente, apresentam médias de densidades populacionais ligeiramente menores, de 23 e 27 hab/ha respectivamente.

O prognóstico para o ano 2020, fim do período de planejamento, apresenta um crescimento praticamente uniforme na bacia, entretanto sendo mais acentuado na sub-bacia de cabeceira A1. A densidade populacional média desta sub-bacia deverá atingir um valor de 56 hab/ha, um aumento de 11% em relação à área impermeabilizada da sub-bacia. Para as duas demais sub-bacias A2 e A3, o aumento deverá ser de 7% em relação à área impermeabilizada da sub-bacia, com densidades respectivas de 52 e 57 hab/ha. A densidade populacional média para a bacia será de 55 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 Rio da Ressaca foi dividida em 3 sub-bacias e para elas foram definidos todos os parâmetros necessários para a modelagem. No contexto da bacia hidrográfica do Rio da Ressaca, o sistema hídrico simulado compreenderá o curso principal do rio, o que perfaz cerca de 4,32 km, cuja abrangência espacial pode ser visualizada no desenho T060.

O curso d'água do Rio da Ressaca 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 Rio da Ressaca 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.

Portanto, nos cenários atual e tendencial não foram contempladas a implantação de qualquer medida de controle visando a contenção e o controle de cheias.

Na bacia do Rio da Ressaca 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 1. 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

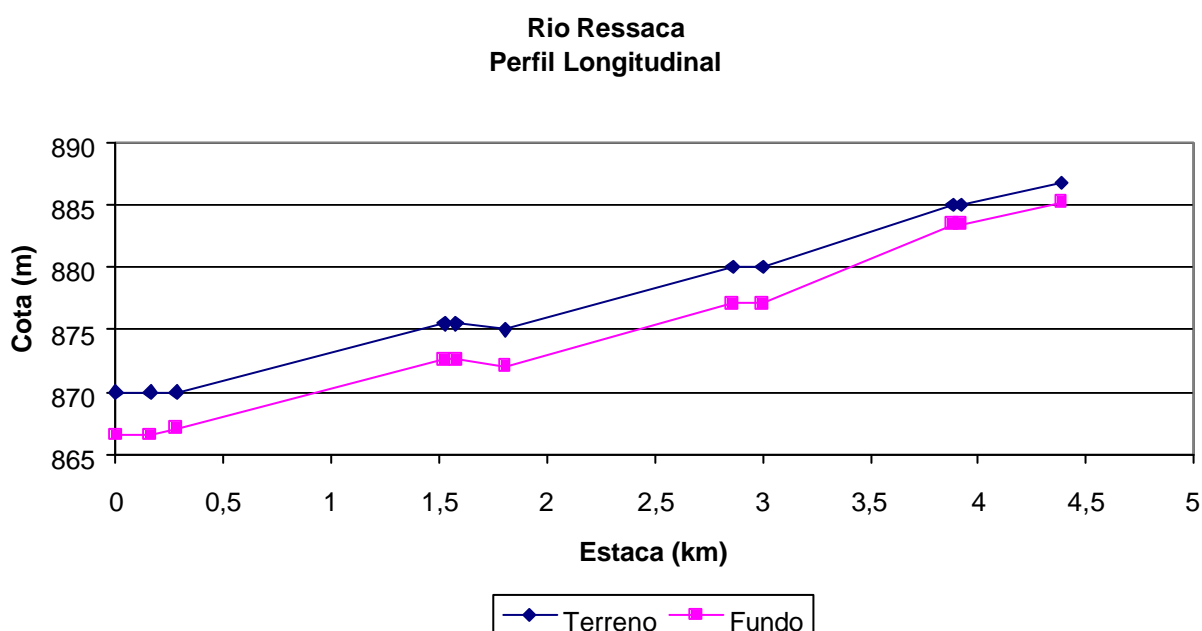
Para o desenvolvimento dos trabalhos de delimitação de áreas de risco de inundação nos trechos de macrodrenagem da bacia do Alto Iguaçu, através de modelagem matemática, foi utilizada a base cartográfica, na escala 1:10.000, preparada pela SUDERHSA como elemento de seu Sistema de Informações para Gestão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

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 o 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 Rio da Ressaca.



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.

As características geométricas do leito menor de cada seção levantada têm validade para um trecho de macrodrenagem do curso de água, que se inicia na estaca onde se localiza a seção, até a seção seguinte. Essa consideração é feita no sentido da cabeceira para a foz.

Em função da conformação topográfica da várzea do Rio da Ressaca, foram definidas onze seções transversais e dez tramos de macrodrenagem, de modo a caracterizar o comportamento do relevo do terreno. Destas, algumas seções transversais mais representativas são apresentadas no Anexo 5.

Foram adotados coeficientes de rugosidade (Manning) distintos para as duas partes componentes da seção transversal, sendo considerado entre $n = 0,035$ para o leito menor e $n = 0,060$ para a várzea, nos tramos do trecho de macrodrenagem; e para as travessias foi utilizado $n = 0,013$.

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 Rio da Ressaca considerado nas simulações tem início na sua foz no rio Iguaçu, prolongando-se por uma extensão de 4.320 m, até a estaca 4+320, onde está localizada a primeira seção transversal, a partir de montante.

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 871,91.

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 2.

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 Nível de Água

Apresentam-se no final deste capítulo, na forma de gráficos ilustrativos, os perfis das linhas de água para o Rio da Ressaca, 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 da Ressaca e principais afluentes, 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 Rio da Ressaca pouco 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.

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
Rio da Ressaca**

Rio	Estaca	Cotas (m)				Vazões (m ³ /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
Ressaca	0+280	872,09	872,17	872,12	872,23	45,8	57,8	52,4	63,9
Ressaca	1+575	877,13	877,92	877,51	878,29	40,6	57,4	47,8	66,1
Ressaca	1+806	877,14	877,93	877,52	878,30	41,2	58,1	48,3	67,2
Ressaca	2+860	878,93	879,36	879,11	879,60	42,7	60,9	50,1	71,4
Ressaca	3+000	880,46	880,85	880,62	881,09	42,5	60,9	50,0	71,4
Ressaca	3+920	888,03	888,88	888,50	889,27	51,7	75,1	63,7	87,1

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 pequeno acréscimo dos níveis máximos de água ao longo do período de planejamento.

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

**Tabela 6.2 Cotas de Extravasamento e Lâminas de Inundação
Rio da Ressaca**

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
Ressaca	0+280	870,00	2,09	2,17	2,12	2,23
Ressaca	1+575	875,39	1,74	2,53	2,12	2,90
Ressaca	1+806	875,00	2,14	2,93	2,52	3,30
Ressaca	2+860	880,00	-	-	-	-
Ressaca	3+000	880,00	0,46	0,85	0,62	1,09
Ressaca	3+920	885,00	3,03	3,88	3,50	4,27

Fonte: CH2M HILL

6.1.3 Cotagramas e Hidrogramas de Saída

Nos Anexos 3 e 4 são apresentados, respectivamente, os cotagramas e hidrogramas para 25 seções do Rio da Ressaca e seus afluentes, resultantes da modelagem para os períodos de retorno de 10 e 25 anos do cenário atual. Através dos hidrogramas pode-se verificar a translação das ondas de enchentes no trecho de macrodrenagem definido. Nos cotagramas pode-se identificar, através da cota de extravasamento, o tempo de permanência da enchente na seção.

6.1.4 Áreas de Risco de Inundação

As áreas com risco de inundações na bacia do Rio da Ressaca para os cenários atual e tendencial e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CA1/3 a CT3/3.

As áreas de risco de inundação na bacia do Rio da Ressaca mostram-se praticamente idênticas nos cenários atual e tendencial devido às condições de impermeabilização desta bacia se alterarem muito pouco de um cenário para o outro. Apenas na área logo a jusante de sua cabeceira existem diferenças entre os dois cenários. Observa-se que ocorrem inundações ao longo de praticamente todo o Rio da Ressaca e são provocadas principalmente pela insuficiência de condutividade hidráulica do leito menor do rio.

Entre a Av. José Lipinski e a Alameda Arpo, verifica-se, de um modo geral, uma mancha de inundação contínua no Rio da Ressaca, atingindo as inundações, em alguns tramos, arruamentos da área urbana. Observa-se que os acréscimos na área de inundação para o período de retorno de 25 anos em relação ao de 10 anos não são significativos.

Segundo informações das prefeituras, colhidas da pesquisa de inundação do Plano Diretor de Drenagem, essas áreas estão realmente sujeitas a inundações podendo ser originadas pela insuficiência hidráulica dos canais de macrodrenagem e pela travessia de tubulações.

O desenho apresentado foi elaborado 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.

A precisão do modelo de desenho 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.

6.1.5 Análise e Recomendações

As áreas de risco de inundações resultantes das simulações efetuadas se desenvolvem ao longo das margens do Rio da Ressaca, praticamente em toda a extensão do trecho de macrodrenagem. São, portanto, as áreas ribeirinhas inundáveis que são ocupadas naturalmente pelo rio nas épocas das chuvas correspondentes aos tempos de recorrência estudados.

A bacia do Rio da Ressaca possui características urbanas e observa-se que algumas áreas ribeirinhas inundáveis são usadas para habitação ou outros usos antrópicos, podendo as inundações causar transtornos e prejuízos.

A partir da modelagem realizada, pode-se concluir que as principais causas prováveis de inundações são principalmente a baixa capacidade hidráulica do leito menor dos cursos d'água e de singularidades.

A situação acima descrita e os resultados das simulações indicam, portanto, a necessidade de se implantar, no período de planejamento destes estudos, medidas estruturais de controle de enchentes na bacia do Rio da Ressaca.

As inundações indicadas pela modelagem em alguns tramos do Rio da Ressaca, no entanto, são de pequena amplitude, pois, para o Cenário Tendencial, TR=10 anos, para o qual serão propostas medidas de controle, a lâmina de inundação acima da borda do leito menor atinge pequena altura. Este resultado indica que medidas de ajuste das seções transversais de singularidades, através do alargamento destas, poderão controlar as inundações em alguns pontos.

Como medidas de controle estruturais a serem modeladas na próxima fase dos trabalhos, quando será estudado o cenário dirigido, propõe-se as seguintes soluções:

- Obras de retenção/retenção visando disciplinar as águas de escoamento superficial para a condição crítica de uso do solo; e
- Locais favoráveis para a implantação de reservatórios:
 - . Rio da Ressaca, a montante da Alameda Arpo;

- . Rio da Ressaca, a jusante da Alameda Arpo;
- . Rio da Ressaca, a montante Avenida Rocha Pombo;
- . Rio da Ressaca, a montante da Avenida Rui Barbosa.

Caso as simulações hidrodinâmicas do Cenário Dirigido mostrem que os reservatórios não são suficientes para reduzir adequadamente as inundações, outras medidas deverão ser propostas, como: a ampliação da capacidade do leito menor, o aterramento de parte das várzeas junto às margens, adequação de singularidades existentes correspondentes a bueiros e pontilhões etc.

Recomenda-se, no entanto, 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.

6.2 CENÁRIO DIRIGIDO

6.2.1 Características do Cenário Dirigido

Os trabalhos de simulação hidrodinâmica para o cenário dirigido foram desenvolvidos em duas fases: na primeira fase de simulação foram analisados 7 (sete) cenários, com a implantação de diferentes medidas em cada um destes cenários. Todos os estudos realizados constam do Anexo 6. Na segunda fase de simulação, após a interpretação resultados obtidos na primeira fase, chegou-se à configuração final para o cenário dirigido, com a implantação de 4 (quatro) reservatórios de retenção, em operação conjunta, ao longo dos trechos de macrodrenagem do Rio da Ressaca e de sua cabeceira.

Os reservatórios RE01-01 e RE01-02, que estão localizados na sub-bacia de cabeceira do Rio da Ressaca, foram simulados hidrológicamente e o hidrograma resultante foi então inserido na simulação hidrodinâmica.

Além dos reservatórios, foram propostas medidas estruturais para a adequação hidráulica do sistema existente, através da substituição de 13 (treze) travessias do rio da Ressaca sob vias públicas, conforme tabela 6.3 a seguir:

**Tabela 6.3 Características das Singularidades
Rio da Ressaca**

Nome	Estaca	Características Atuais		Características Propostas	
		Tipo	Dimensões	Tipo	Dimensões
RE01-03	4+300	Bueiro tubular	3 ϕ 120 cm	Galeria	(150 x 150)cm
RE01-04	4+150	Bueiro tubular	1 ϕ 120 cm + 2 ϕ 100 cm	Galeria	(200 x 200)cm
RE01-06	3+900	Bueiro tubular	3 ϕ 150 cm	Galeria	2x(250 x 200)cm
RE01-07	3+800	Galeria	2 x (250 x 250)cm	Galeria	3x(200 x 200)cm
RE01-09	3+650	Bueiro tubular	2 ϕ 200 cm	Galeria	3x(200 x 200)cm
RE01-10	3+550	Bueiro tubular	2 ϕ 200 cm	Galeria	3x(250 x 200)cm
RE01-11	3+300	Galeria	3 x (200 x 200)cm	Galeria	3x(250 x 250)cm
RE01-12	1+280	Galeria	2 x (170 x 100)cm	Galeria	4x(250 x 250)cm
RE01-13	2+880	Galeria	2 x (220 x 220)cm	Galeria	3x(250 x 200)cm
RE01-14	2+000	Bueiro tubular	2 ϕ 200 cm	Galeria	2x(200 x 300)cm
RE01-15	1+550	Bueiro tubular	2 ϕ 180 cm	Galeria	2x(250 x 300)cm
RE01-16	1+400	Bueiro tubular	3 ϕ 180 cm	Galeria	3x(250 x 200)cm
RE01-17	1+070	Bueiro tubular	3 ϕ 180 cm	Galeria	4x(250 x 300)cm

Fonte: CH2M HILL

Assim sendo, o sistema final de controle de cheias analisado para a bacia do Rio da Ressaca será constituído, além da substituição da singularidades acima relacionadas, também por 4 (quatro) reservatórios conforme principais características indicadas na Tabela 6.4, a seguir:

**Tabela 6.4 Principais Características dos Reservatórios para o Cenário Dirigido
Rio da Ressaca**

Nome	Rio	Estaca	Tipo	Volume (m ³)
RE01-01	Ressaca	Cabeceira	Central	51.000
RE01-02	Ressaca	Cabeceira	Central	126.000
RE01-05	Ressaca	2+950	Central	81.330
RE01-08	Ressaca	2+200	Lateral	35.350

Fonte: CH2M HILL

Foram selecionadas áreas de várzea não ocupadas como locais favoráveis para a implantação de reservatórios de detenção. A intenção de inserção destas medidas de controle é justificada pela necessidade de controlar os aportes de cheias à calha do Rio da Ressaca. A área total estimada para a implantação destes reservatórios é em torno de 240.000 m².

6.2.2 Tabelas Estaca x Cota x Vazão

A seguir apresenta-se a Tabela 6.5, 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.

Comparando-se os valores das cotas dos níveis de inundação obtidas nas simulações no cenário dirigido, para os cenários atual e tendencial e os períodos de retorno de 10 e 25 anos, verifica-se que estas apresentaram um decréscimo significativo em todos os trechos, com valores de até 2,30m.

**Tabela 6.5 Nível Máximo e Vazão de Pico para o Cenário Dirigido
Rio da Ressaca**

Rio	Estaca	Cotas (m)		Vazões (m ³ /s)	
		TR 10 anos	TR 25 anos	TR 10 anos	TR 25 anos
Ressaca	0+280	871,94	871,94	102,2	135,2
Ressaca	1+575	875,21	875,54	54,7	74,4
Ressaca	1+806	875,58	875,99	43,9	66,4
Ressaca	2+860	878,38	879,23	29,9	65,9
Ressaca	3+000	882,45	882,86	25,5	55,6
Ressaca	3+920	885,18	885,37	20,9	28,7

Fonte: CH2M HILL

Na Tabela 6.9, 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 6.9 Cotas de Extravasamento e Lâmina de Inundação
Rio da Ressaca**

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)	
			Cenário Dirigido	
			TR=10 anos	TR=25 anos
Ressaca	0+280	870,00	1,94	1,94
Ressaca	1+575	875,39	-	0,15
Ressaca	1+806	875,00	0,58	0,99
Ressaca	2+860	880,00	-	-
Ressaca	3+000	880,00	2,45	2,86
Ressaca	3+920	885,00	0,18	0,37

Fonte: CH2M HILL

6.2.3 Cotagramas e Hidrogramas de Saída

Nos Anexos 3 e 4 são apresentados, respectivamente, os cotagramas e hidrogramas para 25 seções do Rio da Ressaca e seus afluentes, resultantes da segunda fase de 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 Rio da Ressaca para o cenário dirigido e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CD1/3 a CD3/3.

De um modo geral, com a inserção das medidas de controle indicadas anteriormente, verifica-se a eliminação das inundações, para TR=10 anos, nas regiões que nos cenários atual e tendencial atingiam vias públicas e áreas urbanas.

Apenas a região a jusante da Avenida Rui Barbosa ainda apresenta pequenas áreas inundadas, assim como na região da foz do Rio da Ressaca no Rio Iguaçu, causada pelo remanso do mesmo. Estas áreas não devem acarretar problemas, uma vez que estão em uma pequena faixa adjacente ao leito menor do rio.

6.2.5 Conclusões

Conforme pode ser observado na Tabela 6.4, as simulações do cenário dirigido mostram que, para TR=10 anos, a vazão natural no final do canal do Rio da Ressaca, estimada em 52 m³/s (cenário tendencial), teria um aumento para 102 m³/s (cenário dirigido). Isto se dá pela desobstrução das singularidades que funcionavam como retenções ao longo do rio, apesar da presença dos 4 reservatórios a montante.

Nota-se, porém, que os níveis d'água abaixaram sensivelmente, reflexo do aumento da velocidade do escoamento. Os reservatórios propostos e a adequação das singularidades na bacia apresentaram, portanto, benefícios no sentido de redução das cotas e conseqüentemente das inundações ao longo do Rio da Ressaca.

O aperfeiçoamento e enriquecimento de metodologias são possíveis e vastos. Porém, tendo em vista os estudos efetuados, recomenda-se, para a bacia do Rio da Ressaca, a configuração final com as 4 bacias de detenção e adequação hidráulica de 13 singularidades. É uma solução hidráulica que deverá diminuir consideravelmente os problemas e prejuízos das inundações ocorrentes nesta bacia.

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.

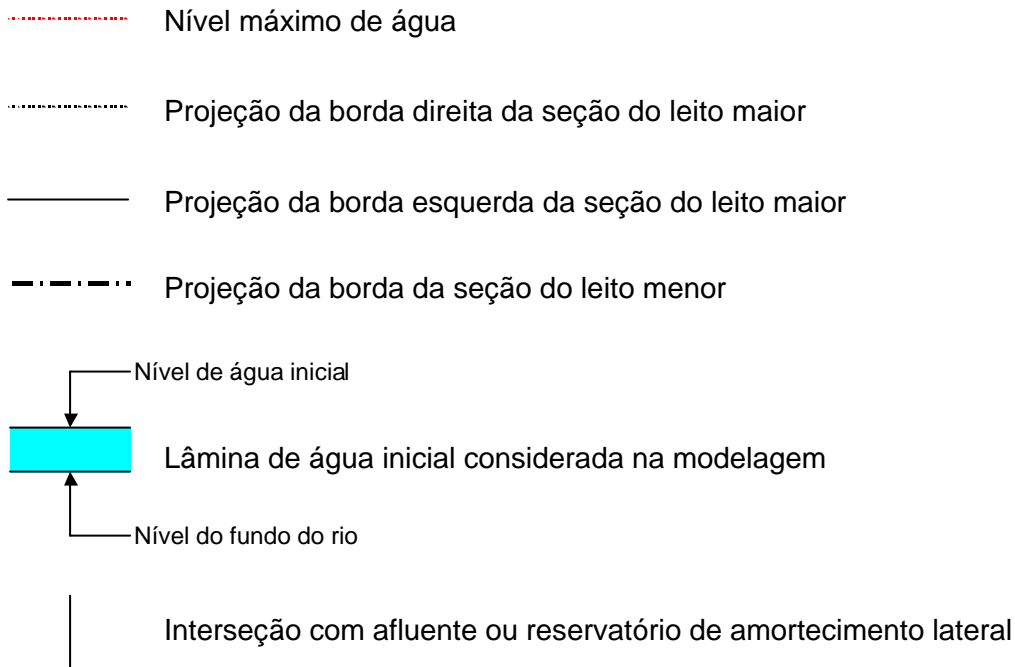


Figura 6.2

Simulação Hidrodinâmica do Rio da Ressaca– Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Atual - Tr 10 anos

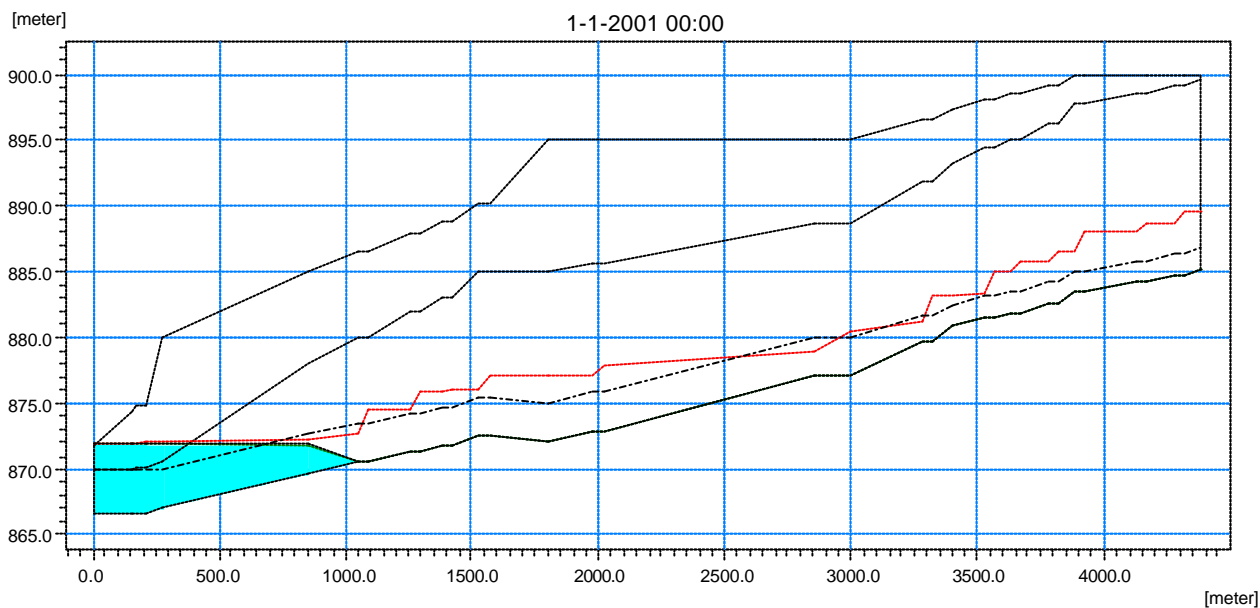


Figura 6.3

Simulação Hidrodinâmica do Rio da Ressaca– Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Tendencial - Tr 10 anos

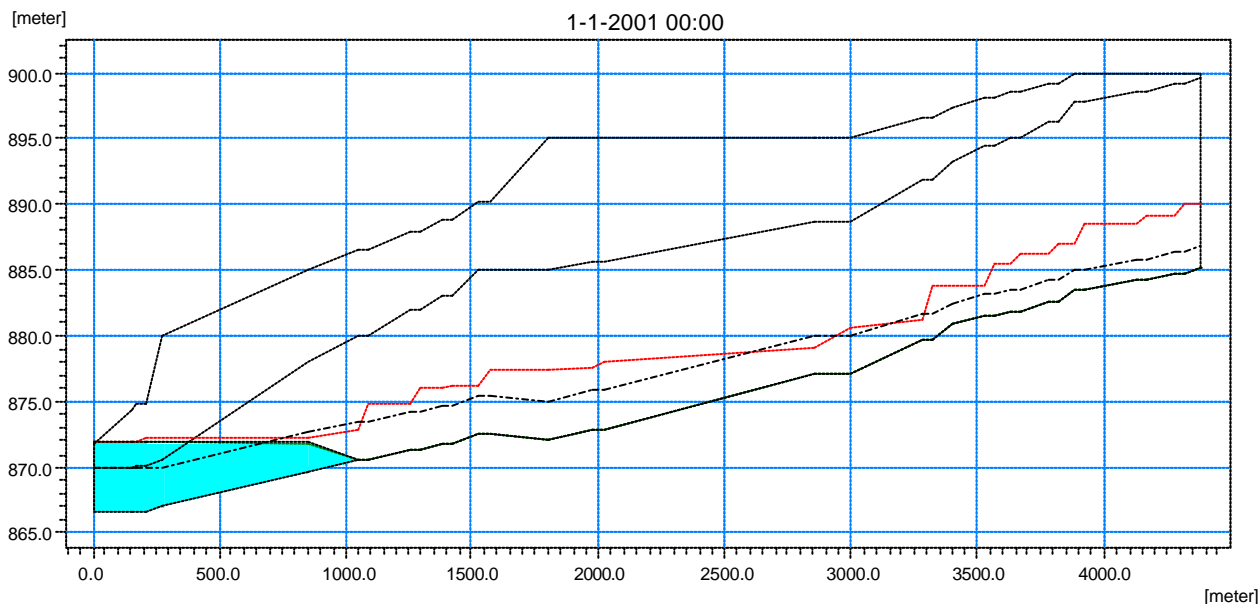


Figura 6.4

Simulação Hidrodinâmica do Rio da Ressaca– Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Dirigido - Tr 10 anos

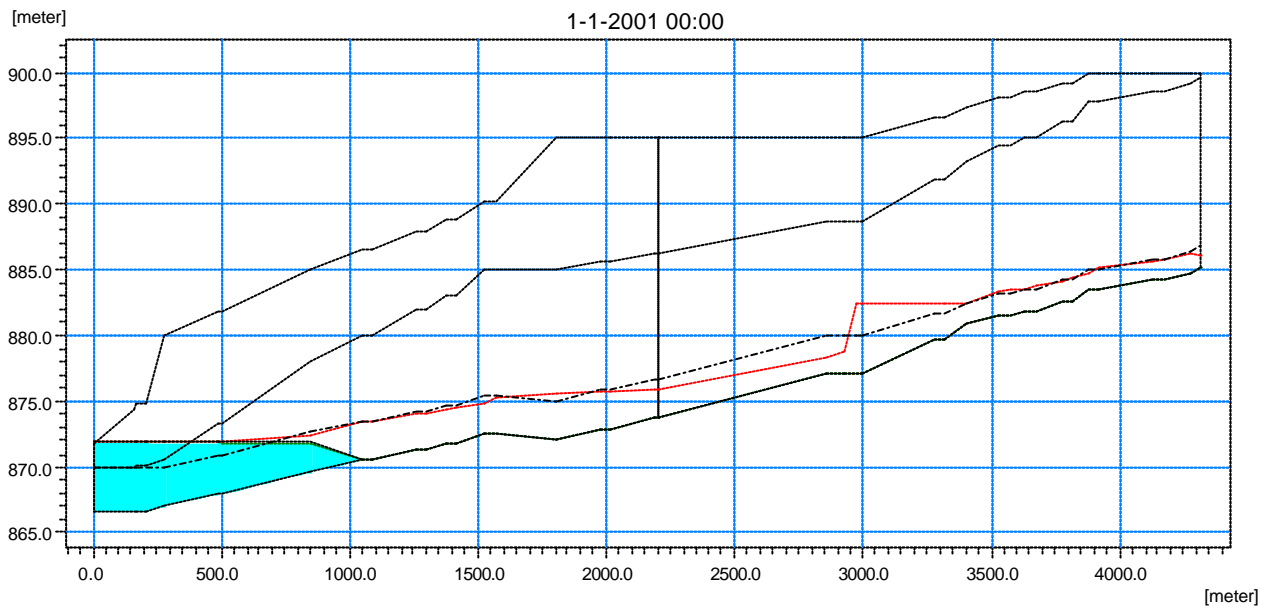


Figura 6.5

Simulação Hidrodinâmica do Rio da Ressaca– Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Atual - Tr 25 anos

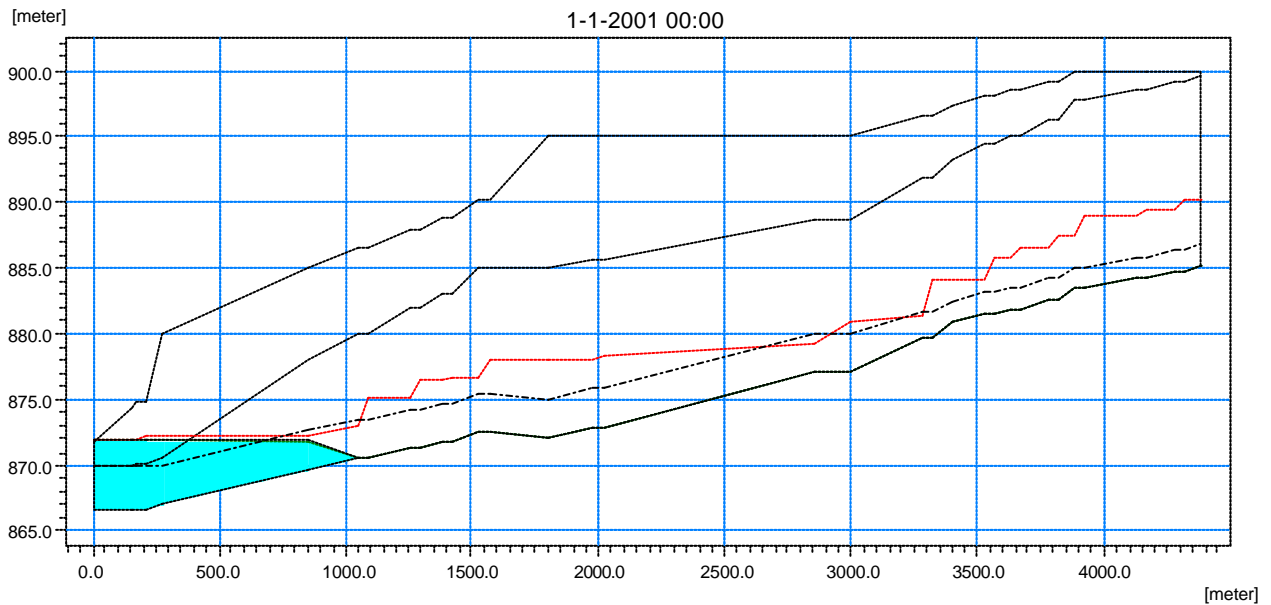


Figura 6.6

Simulação Hidrodinâmica do Rio da Ressaca– Níveis Máximos na Macrodrenagem
 Cenário Tendencial - Tr 25 anos

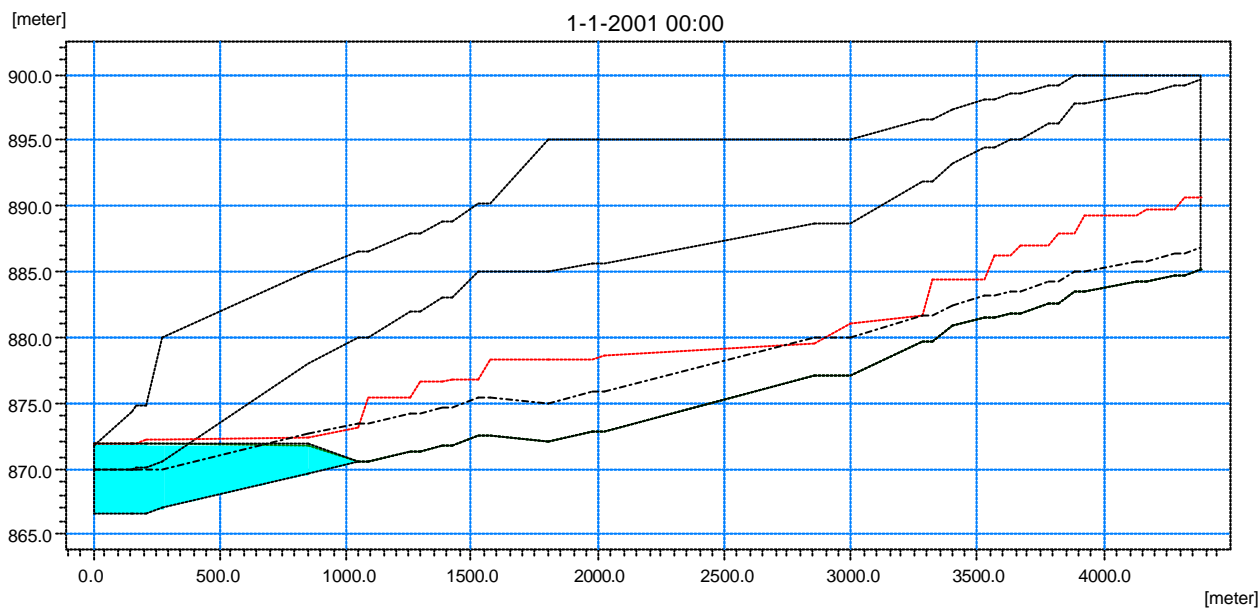
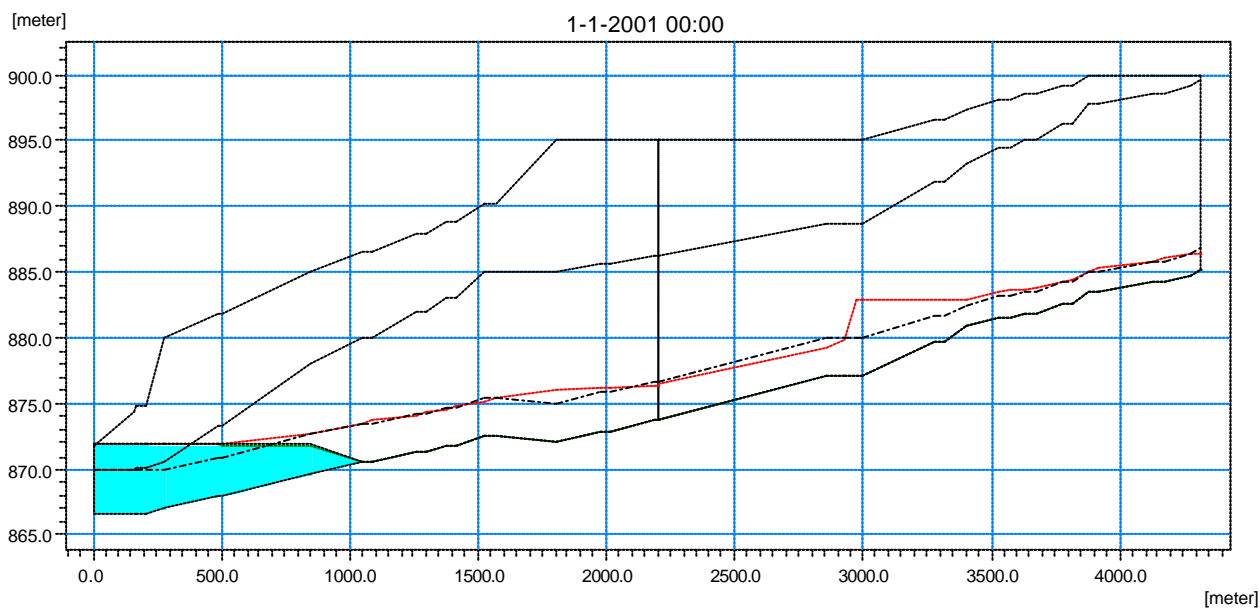


Figura 6.7

Simulação Hidrodinâmica do Rio da Ressaca– 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 Rio da Ressaca, foram propostas medidas de controle, estas constituídas por 4 (quatro) lagoas de acumulação sendo três do tipo central e uma lateral e a substituição de 13 (treze) travessias do rio sob vias públicas, como indicado nas tabelas 6.3 e 6.4 e no texto do item 6.2.1 acima.

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 16,5 milhões de reais.

7.1.1 Anteprojeto das Lagoas de Acumulação

As principais características destas MCs, incluindo as vazões de entrada (Q_e) e de saída (Q_s) no trecho correspondente, são mostradas na Tabela 7.1 a seguir:

Tabela 7.1 Principais Características das Lagoas de Acumulação da Bacia do Rio da Ressaca

MC	Localização		Situação Fundiária	Tipologia Urbanística	Áreas (m ²)		Vazões (m ³ /s)(1)	
	Rio	Município			Lagoa	Total	Q _e	Q _s
RE01-01	Cabeceira	S.José dos Pinhais	Particular	1	34.000	47.000	33,2	12,2
RE01-02	Cabeceira	S.José dos Pinhais	Particular	2	84.400	129.000	12,2	4,2
RE01-05	Ressaca	S.José dos Pinhais	Particular	2	17.200	31.200	43,6	30,3
RE01-08	Ressaca	S.José dos Pinhais	Particular	2	22.300	29.300	42,2	31,5

Fonte: CH2M HILL (1) As vazões retidas nas lagoas são iguais a Q_e-Q_s

Quanto à urbanização e paisagismo, estas lagoas apresentam as tipologias 1, e 2, como indicado na tabela 7.1 acima.

As descrições de cada uma das tipologias são as seguintes:

- Tipologia 1 - Esta tipologia compreende locais de baixo potencial para intervenção paisagística, 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, destinados ao tratamento com cobertura vegetal, associado 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 C004/3 apresentados no anexo 8.

O custo total estimado (a preços de jan/2000) para a implantação destas MCs é de 14,5 milhões de reais.

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

Tabela 7.2 Estimativas de Custo das Lagoas de Acumulação - Bacia do Rio da Ressaca

Lagoa de Acumulação	Custos (R\$x1000)			
	Obras Civis	Desapropriações	Urbanização e Paisagismo	Total
RE01-01	600	752	417	1.769
RE01-02	581	4.115	1.551	6.247
RE01-05	668	995	1.063	2.726
RE01-08	1.106	2.336	348	3.790
Totais Gerais	2.955	8.198	3.379	14.532

Fonte: CH2M HILL

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 - Tomos 4.28 e 4.29 deste Relatório Final.

7.1.2 Substituição de Travessias Sob Vias Públicas

Observou-se na modelagem que treze travessias existentes do Rio da Ressaca sob vias públicas apresentam restrições ao fluxo, podendo causar inundações a montante.

Assim, é feita a proposição de se substituir estas estruturas por galerias de concreto armado.

O custo total estimado para a implantação destas medidas de controle, a preços de janeiro/2000, alcança o valor total de 1,9 milhões de reais.

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

Tabela 7.3 Características e custos das novas travessias sob vias públicas a serem implantadas - Bacia do Rio da Ressaca

MC Nº	Estaca	Número de Células	Dimensões de cada Célula bxhxL (m)	Custo R\$x1000
RE01-03	4+300	1	1,5 x 1,5 x 15	58,61
RE01-04	4+150	1	2 x 2 x 12	56,52
RE01-06	3+900	2	2,5 x 2 x 12	131,02
RE01-07	3+800	3	2 x 2 x 17	276,36
RE01-09	3+650	3	2 x 2 x 32	122,06
RE01-10	3+550	3	2,5 x 2 x 17	165,64
RE01-11	3+300	3	2,5 x 2,5 x 30	309,90
RE01-12	1+280	4	2,5 x 2,5 x 17	216,79
RE01-13	2+880	3	2,5 x 2 x 10	98,28
RE01-14	2+000	2	2 x 3 x 25	219,13
RE01-15	1+550	2	2,5 x 3 x 10	84,77
RE01-16	1+400	3	2,5 x 2 x 10	98,28
RE01-17	1+070	4	2,5 x 3 x 10	138,86
Custo Total				1.976,23

Fonte: CH2M HILL

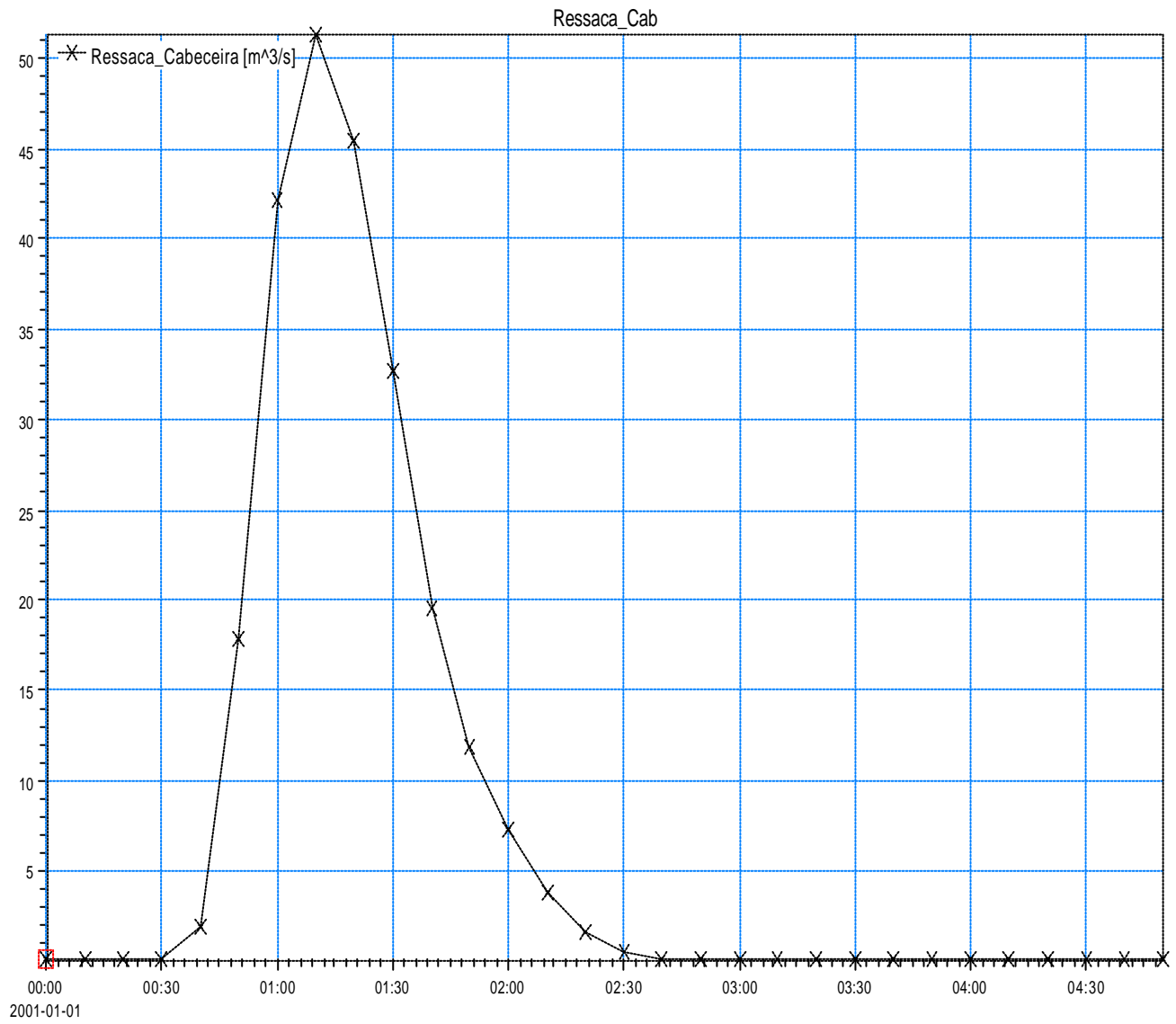
ANEXO 1 – TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO

TABELA 4.1
BACIA DO RESSACA - 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	3,75	Ressaca Cabec.	2,05	2.075	25	0,64	0,45	0,25	0,45	23,0	5,08	0,10	56,3	24,07	0,49	83,6	88,5
A2	3,82	Ressaca Dist. 1	2,05	1.093	23	0,31	0,32	0,13	0,32	29,4	8,76	0,18	52,4	21,85	0,45	86,0	89,4
A3	5,14	Ressaca Dist. 2	2,05	939	24	0,26	0,30	0,12	0,30	26,6	7,18	0,15	56,9	24,43	0,50	86,3	89,9

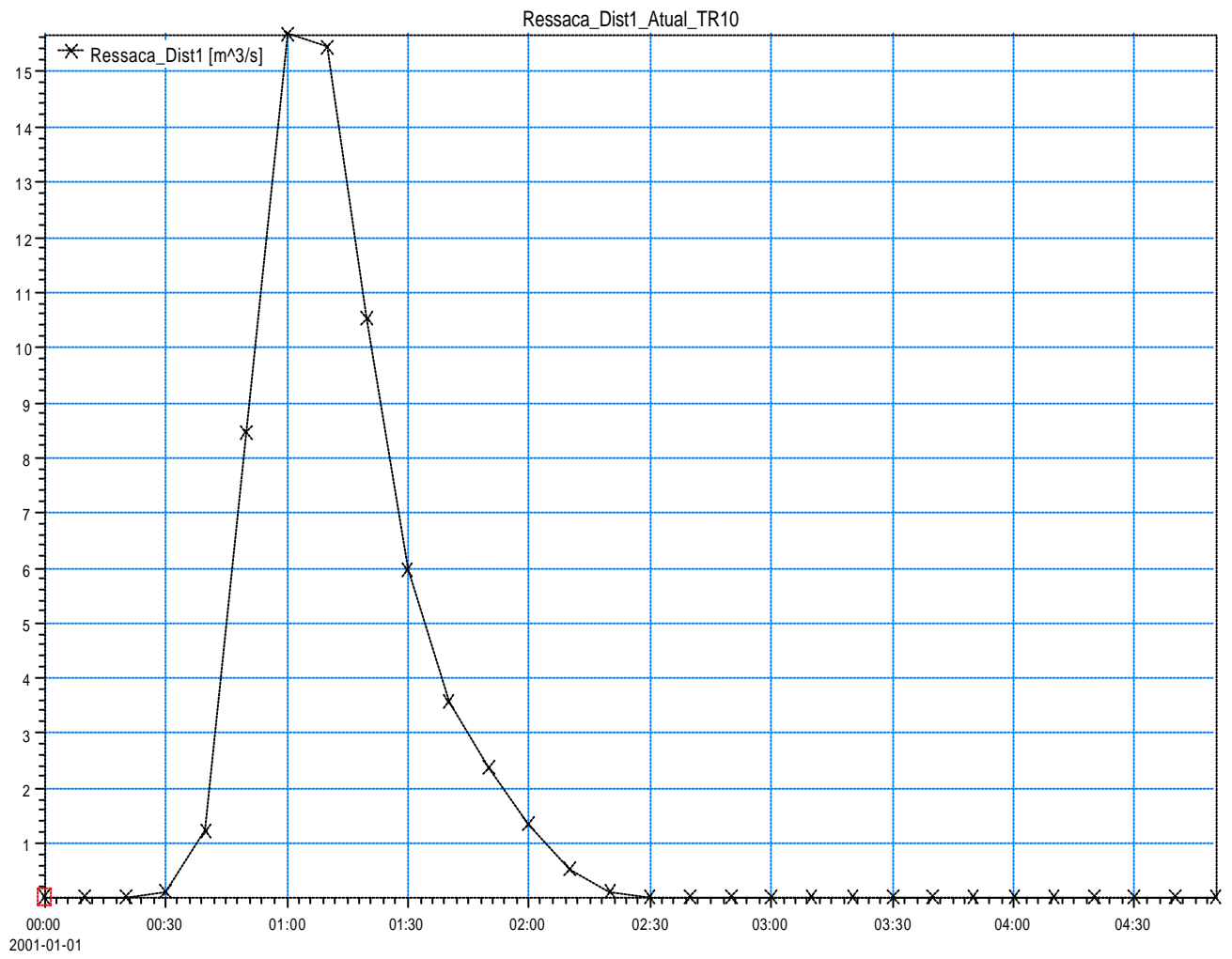
ANEXO 2 – HIDROGRAMAS DE ENTRADA

Rio Ressaca
Cenário Atual (TR = 10 anos)
Hidrograma: 1 -x-x-x



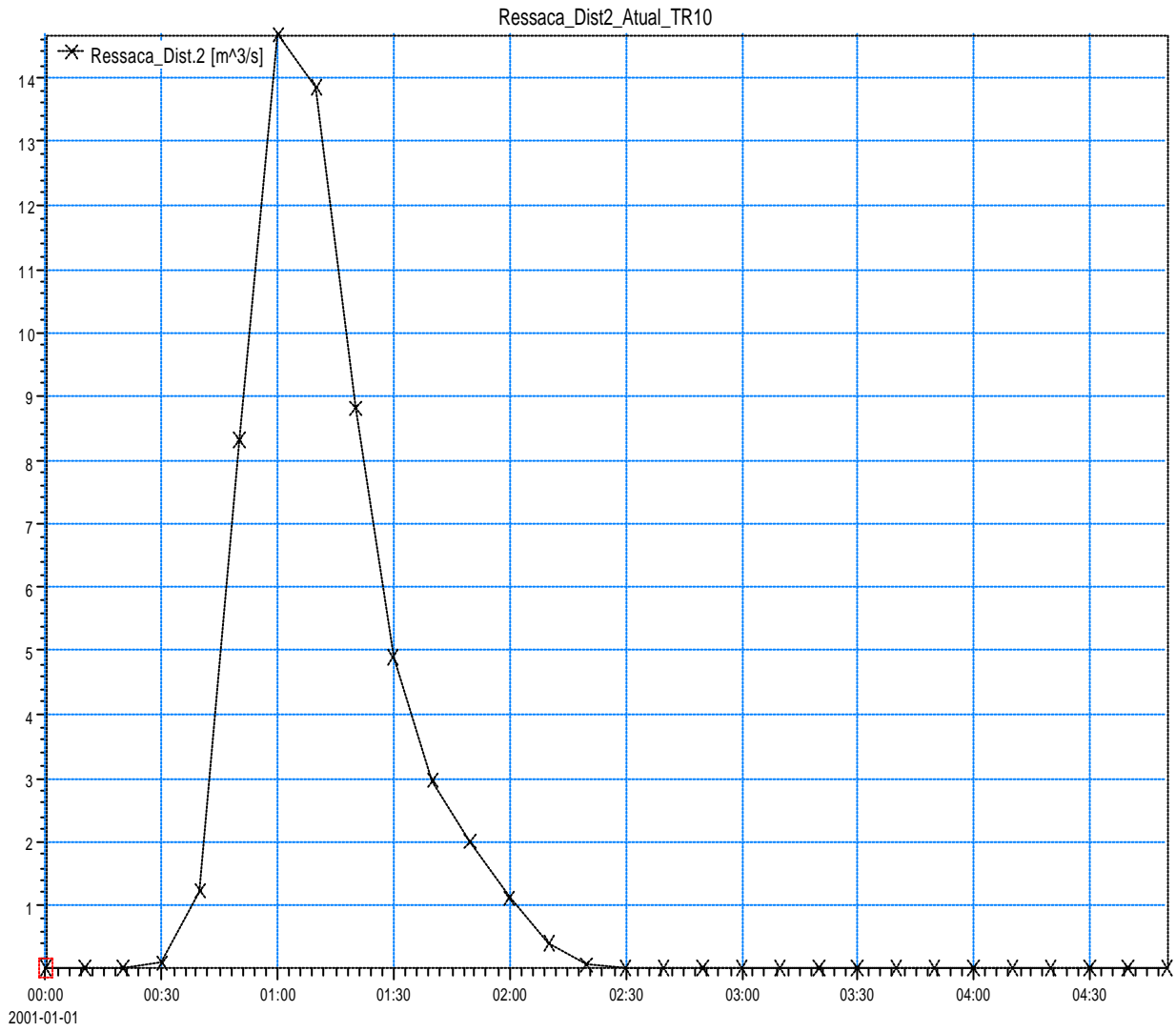
Rio Ressaca
Cenário Atual (TR = 10 anos)

Hidrograma: 2 a 5 - x x x

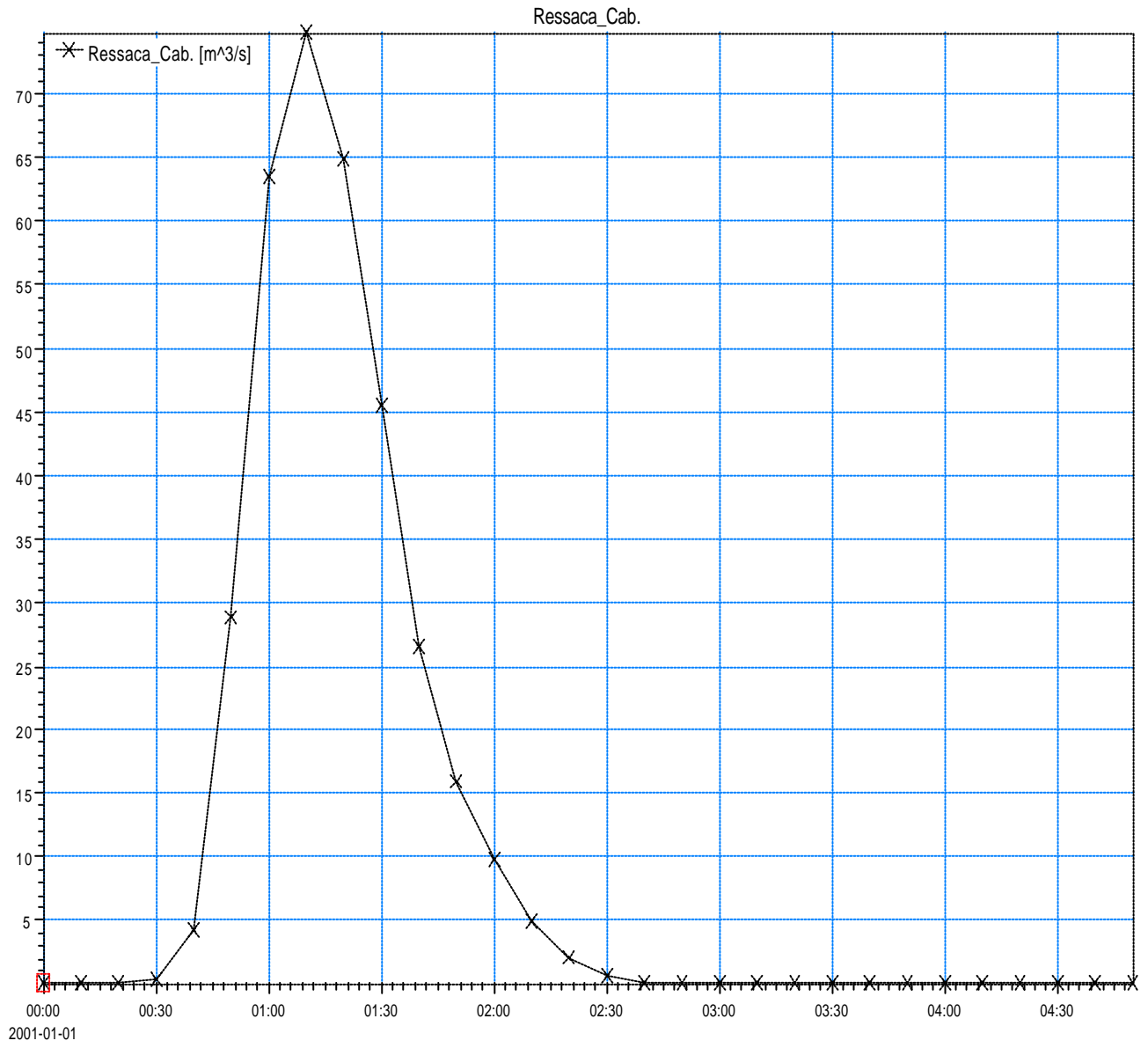


Rio Ressaca
Cenário Atual (TR = 10 anos)

Hidrograma: 6 a 11 - x x x

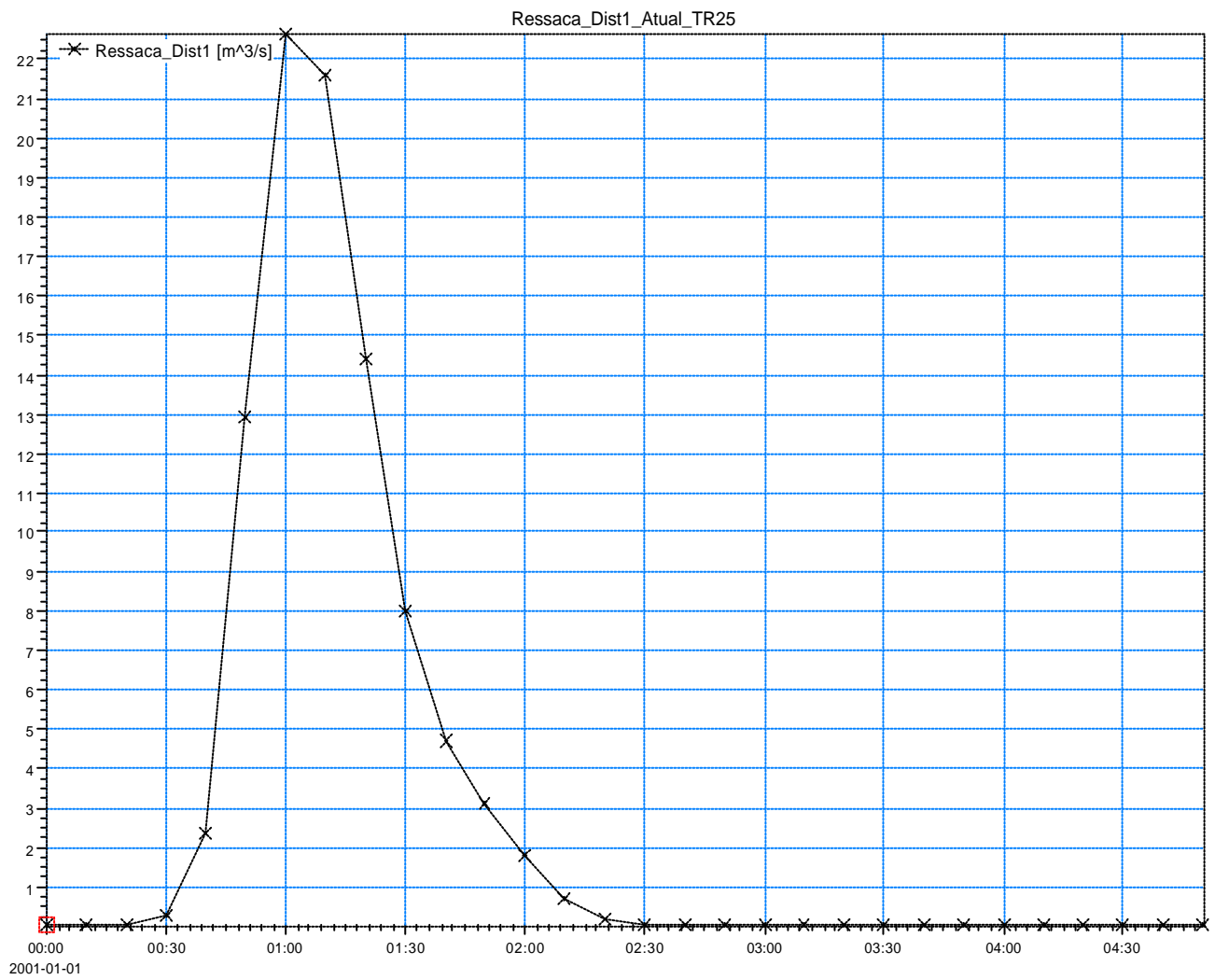


Rio Ressaca
Cenário Atual (TR = 25 anos)
Hidrograma: 1 -x-x-x



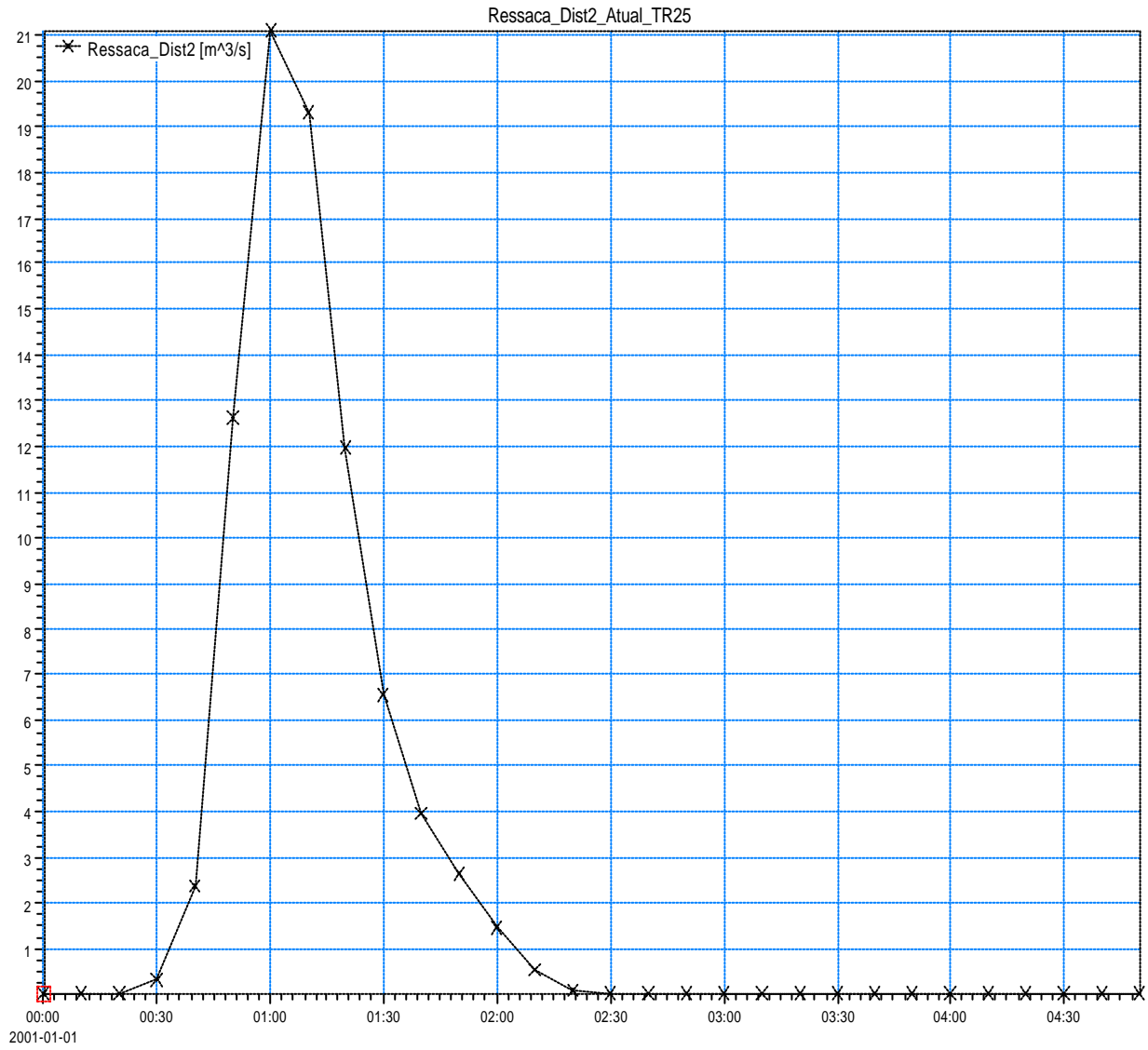
Rio Ressaca
Cenário Atual (TR = 25 anos)

Hidrograma: 2 a 5 -x-x-x

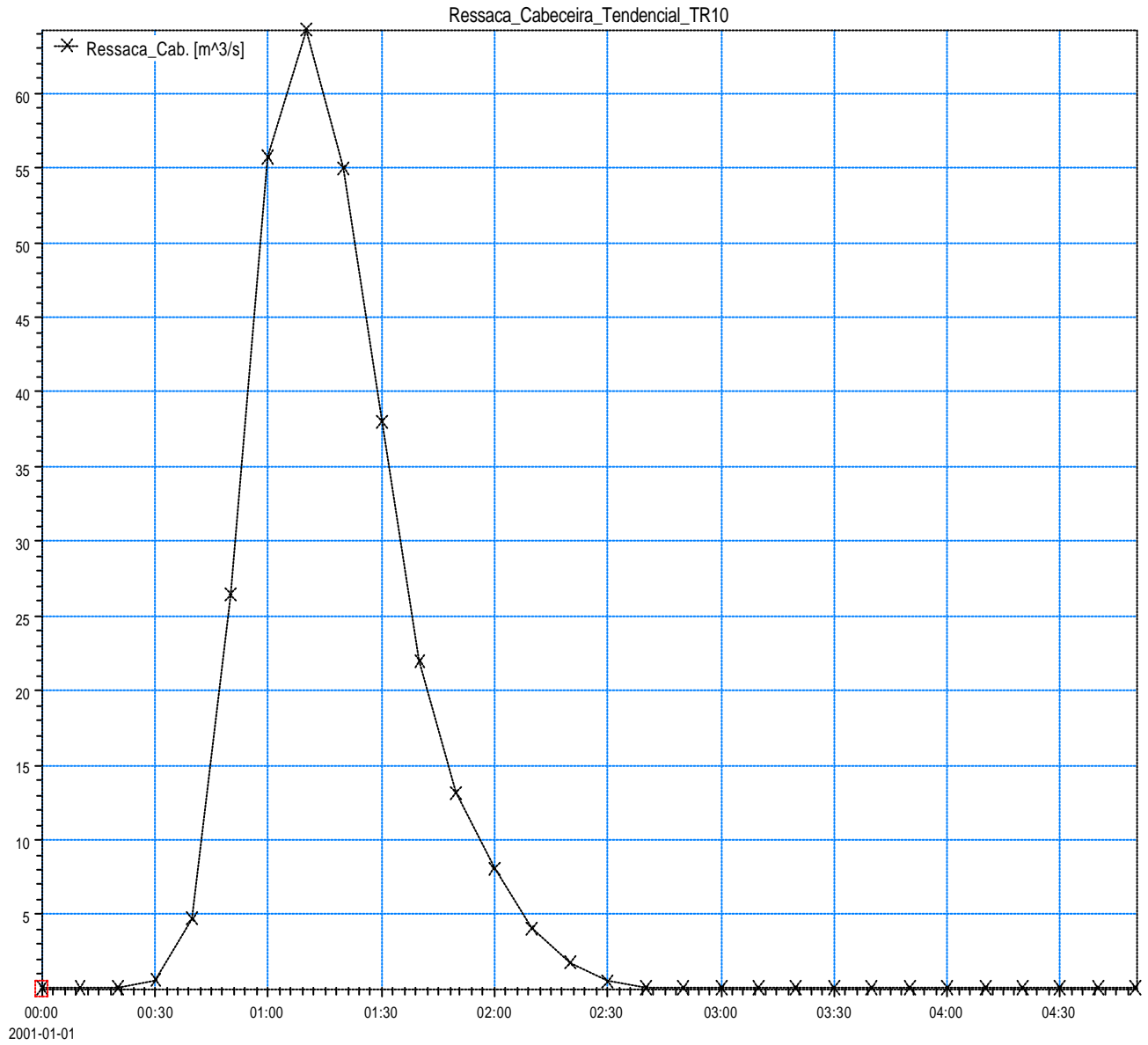


Rio Ressaca
Cenário Atual (TR = 25 anos)

Hidrograma: 6 a 11 -x-x-x

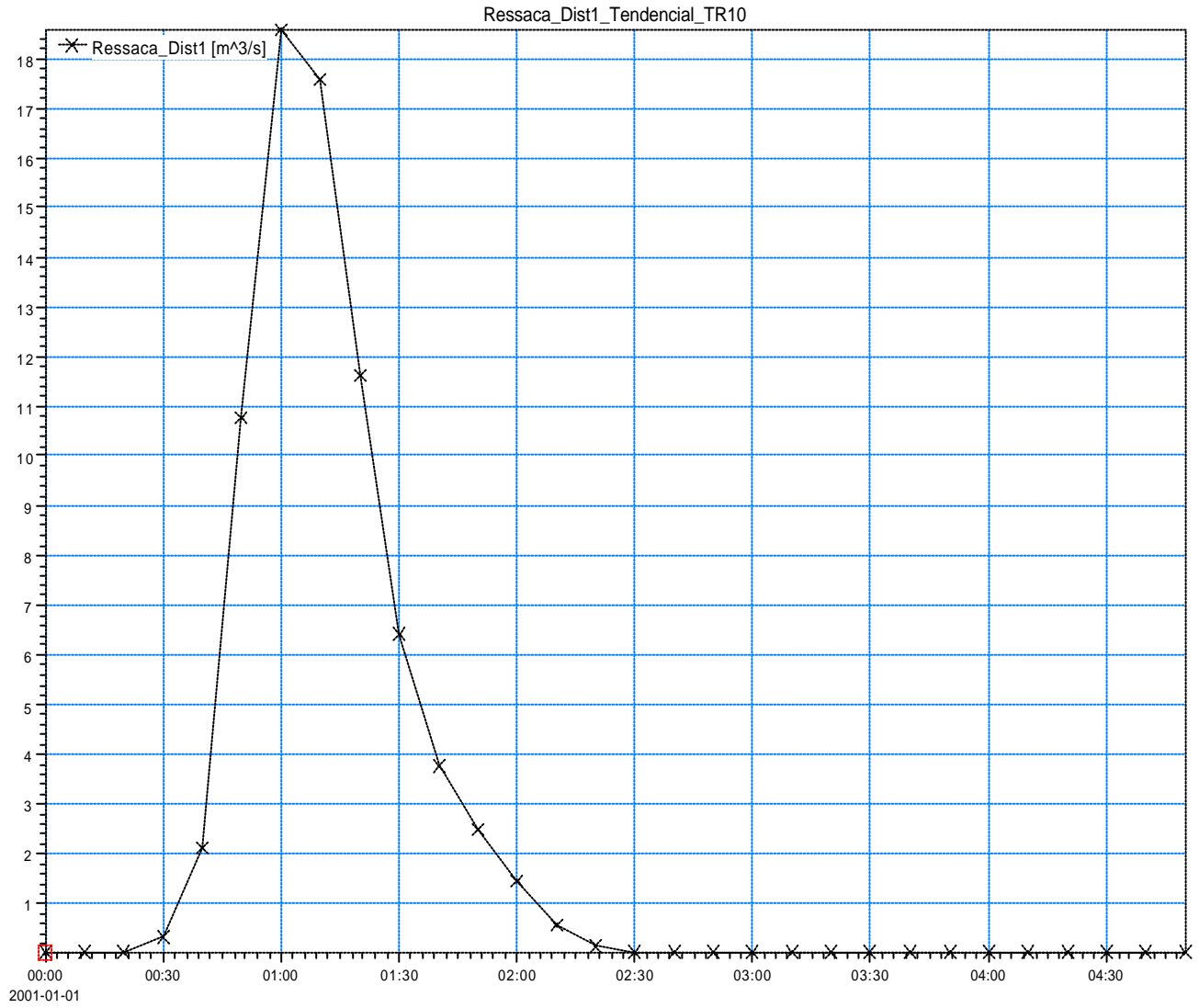


Rio Ressaca
Cenário Tendencial (TR = 10 anos)
Hidrograma: 1 -x-x-x



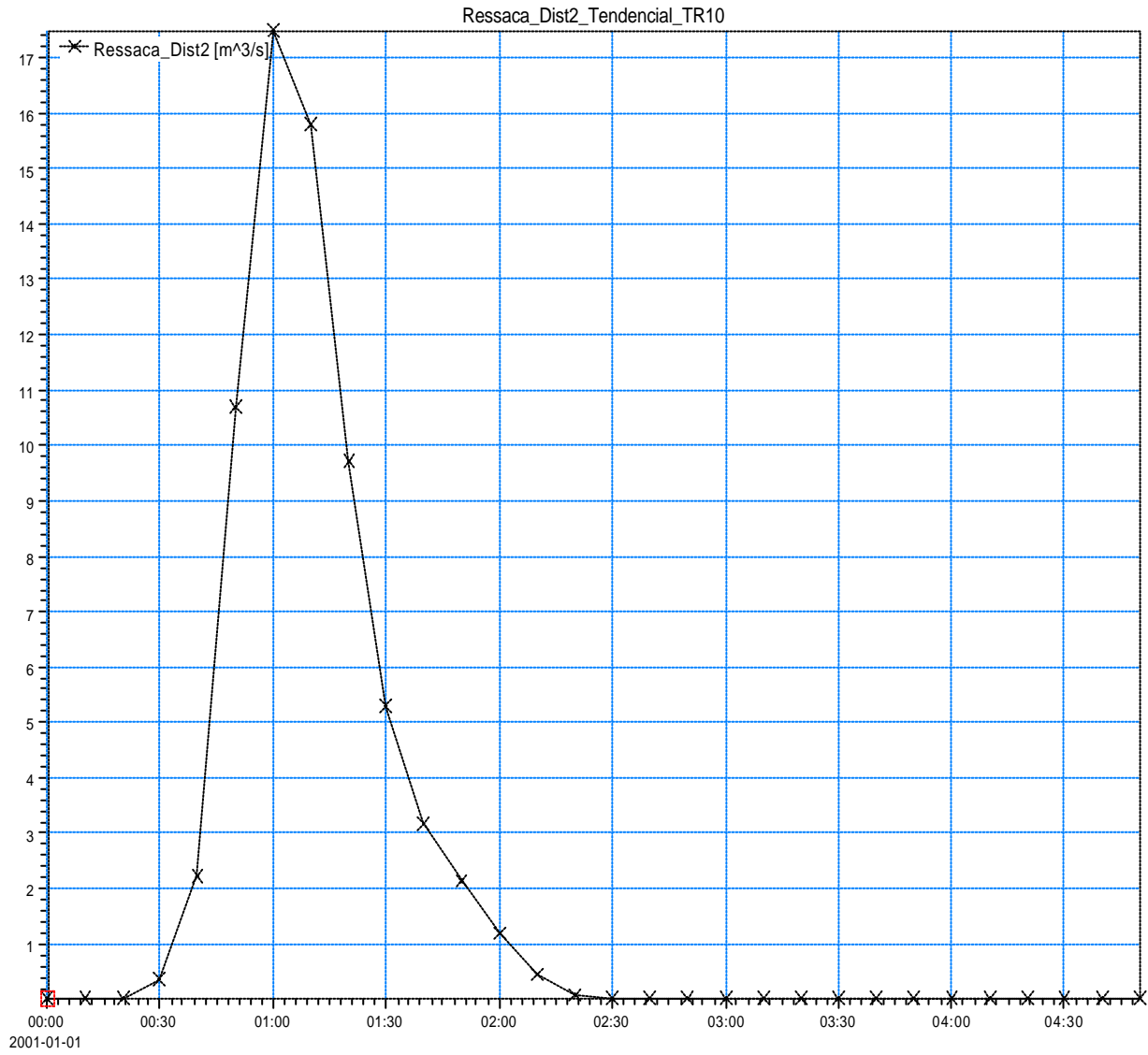
Rio Ressaca
Cenário Tendencial (TR = 10 anos)

Hidrograma: 2 a 5 - x x x

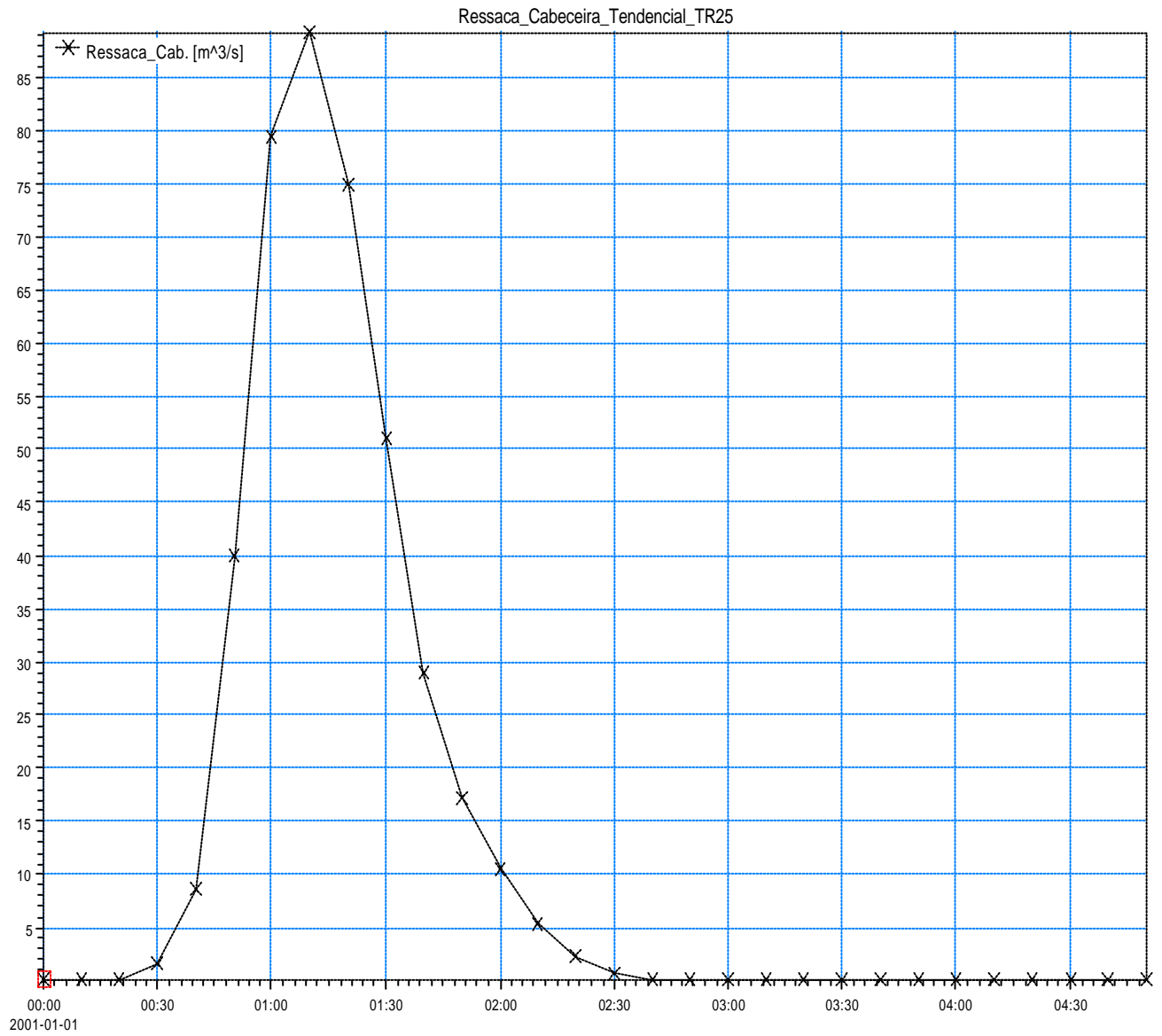


Rio Ressaca
Cenário Tendencial (TR = 10 anos)

Hidrograma: 6 a 11 -x-x-x

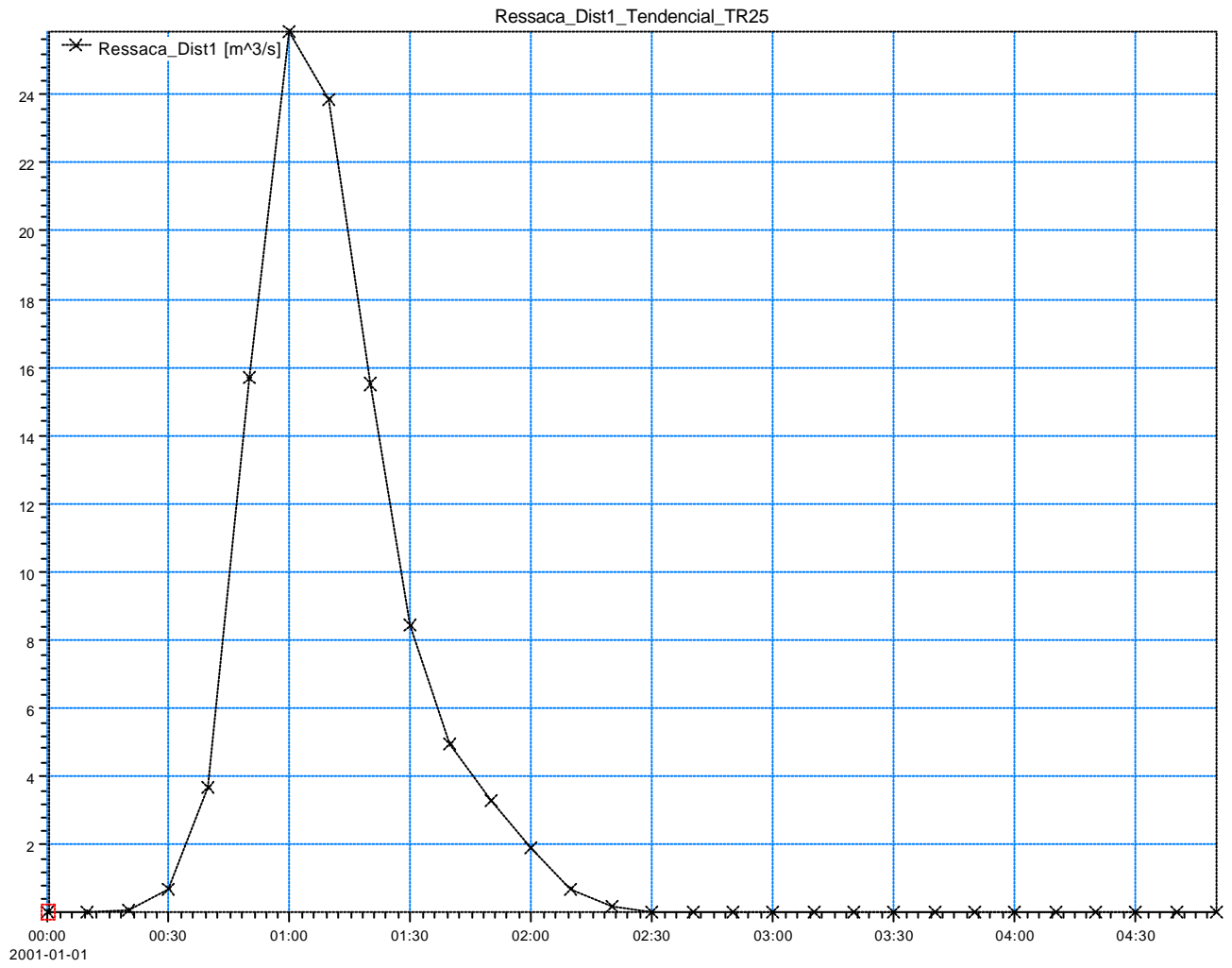


Rio Ressaca
Cenário Tendencial (TR = 25 anos)
Hidrograma: 1 -x-x-x



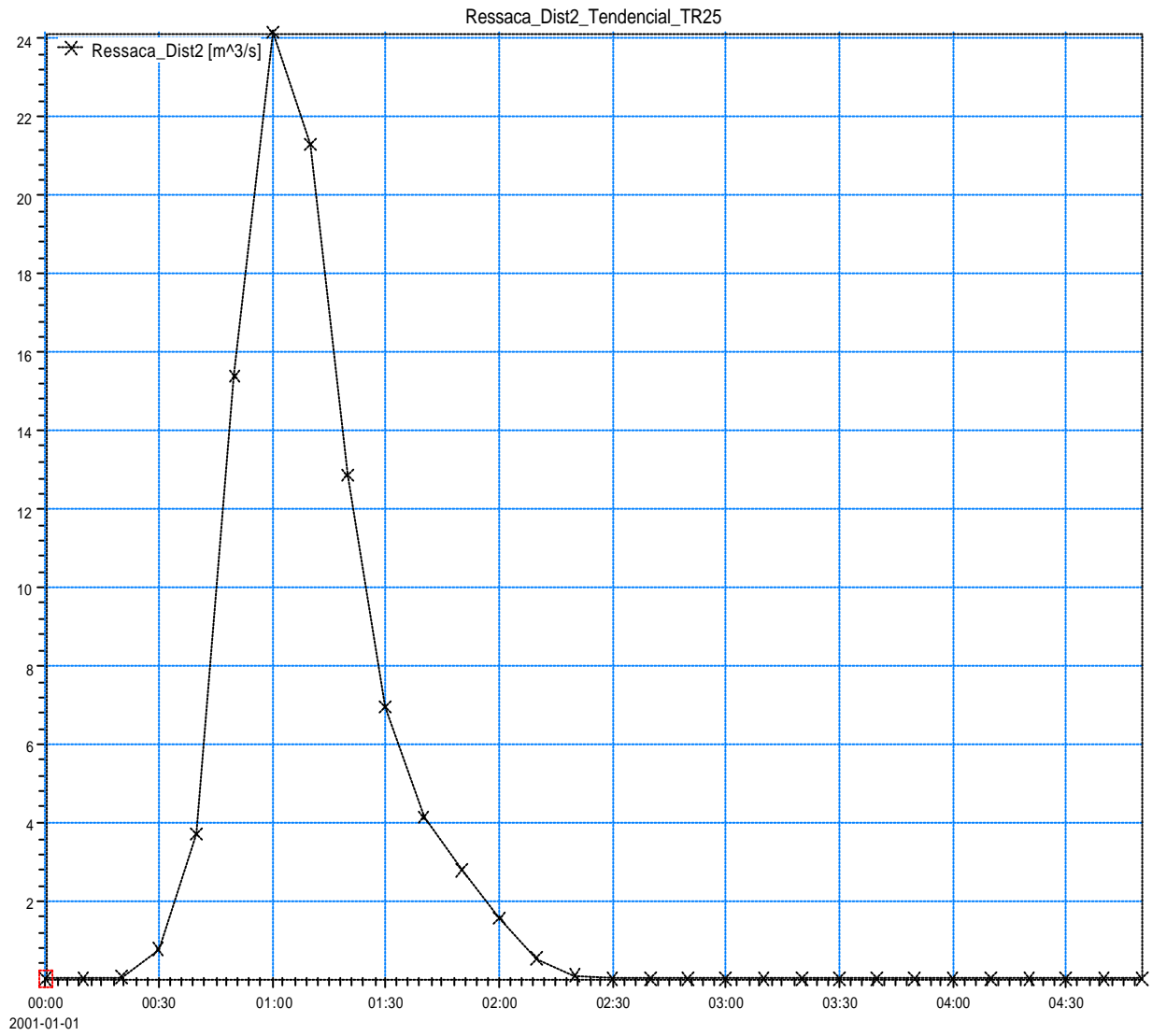
Rio Ressaca
Cenário Tendencial (TR = 25 anos)

Hidrograma: 2 a 5 -x-x-x



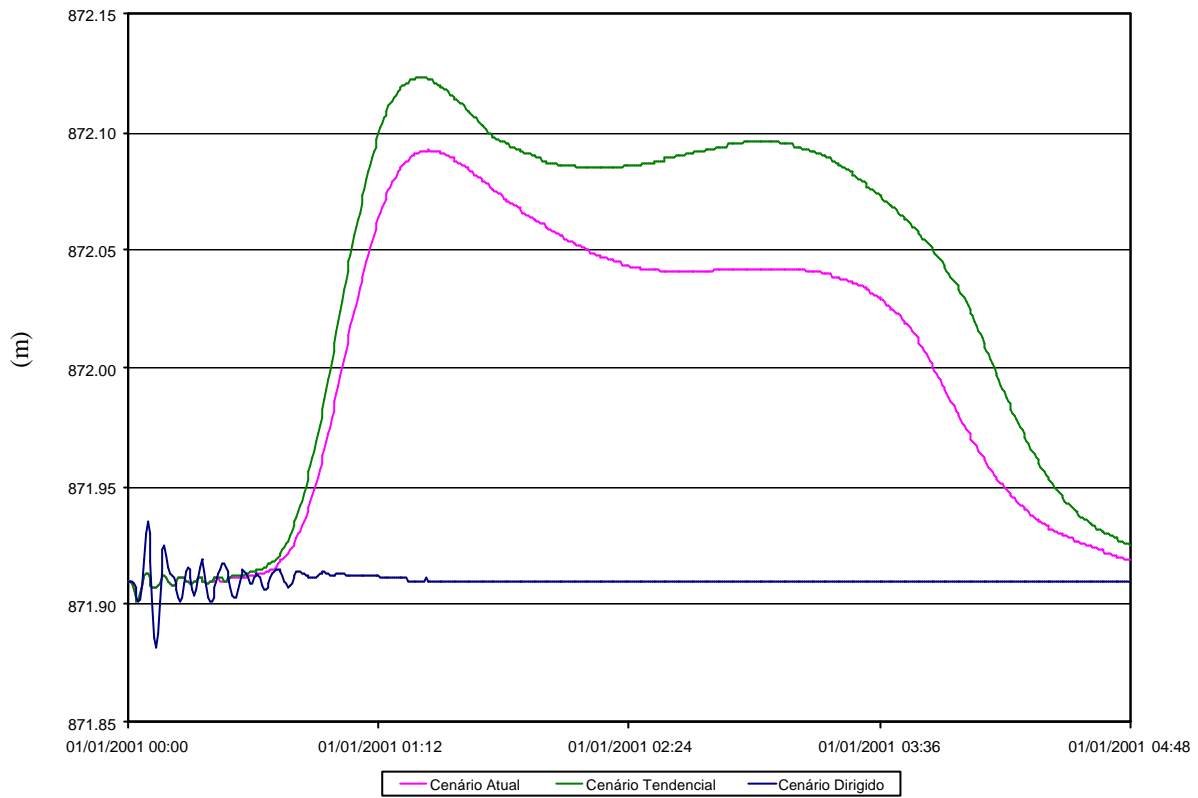
Rio Ressaca
Cenário Tendencial (TR = 25 anos)

Hidrograma: 6 a 11 -x-x-x



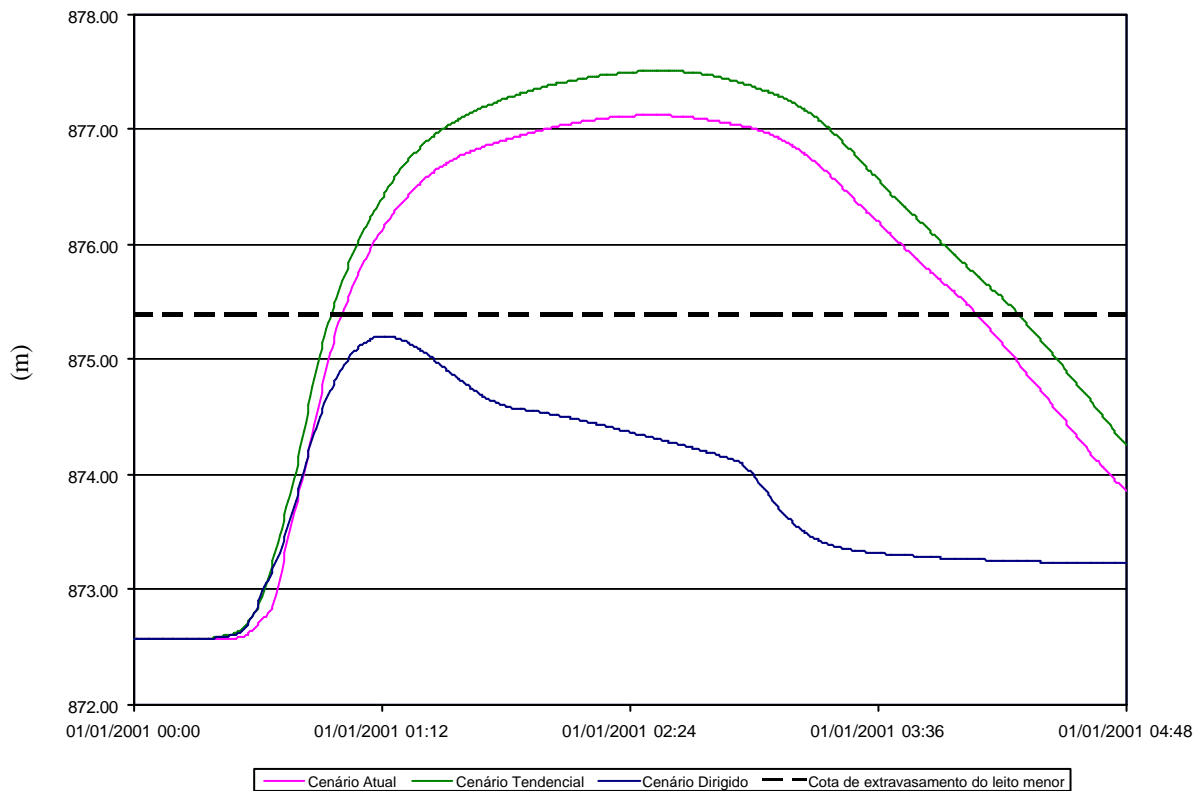
ANEXO 3 – COTAGRAMAS

**Cotograma Seção 0 + 280
Rio da Ressaca - TR=10 anos.**

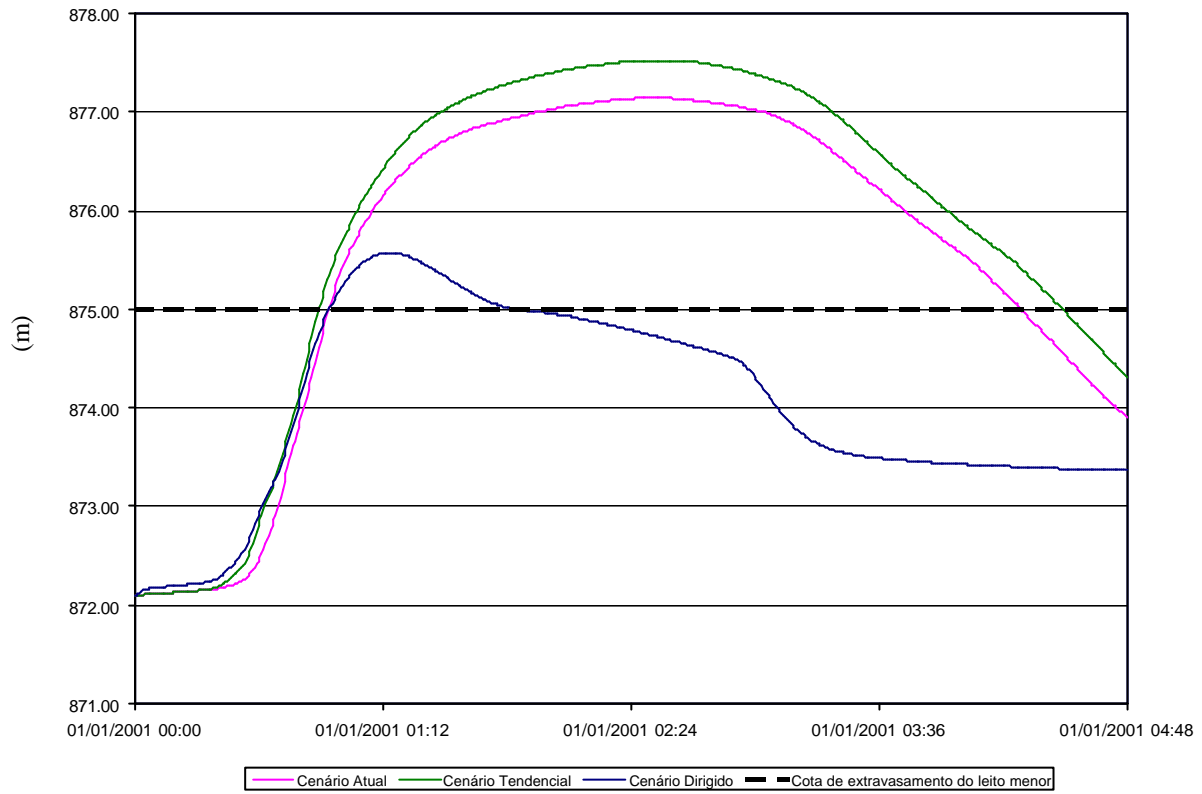


Obs.: Neste cotograma a cota de extravasamento do leito menor, de 870 m, não aparece pois se encontra abaixo da escala mínima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

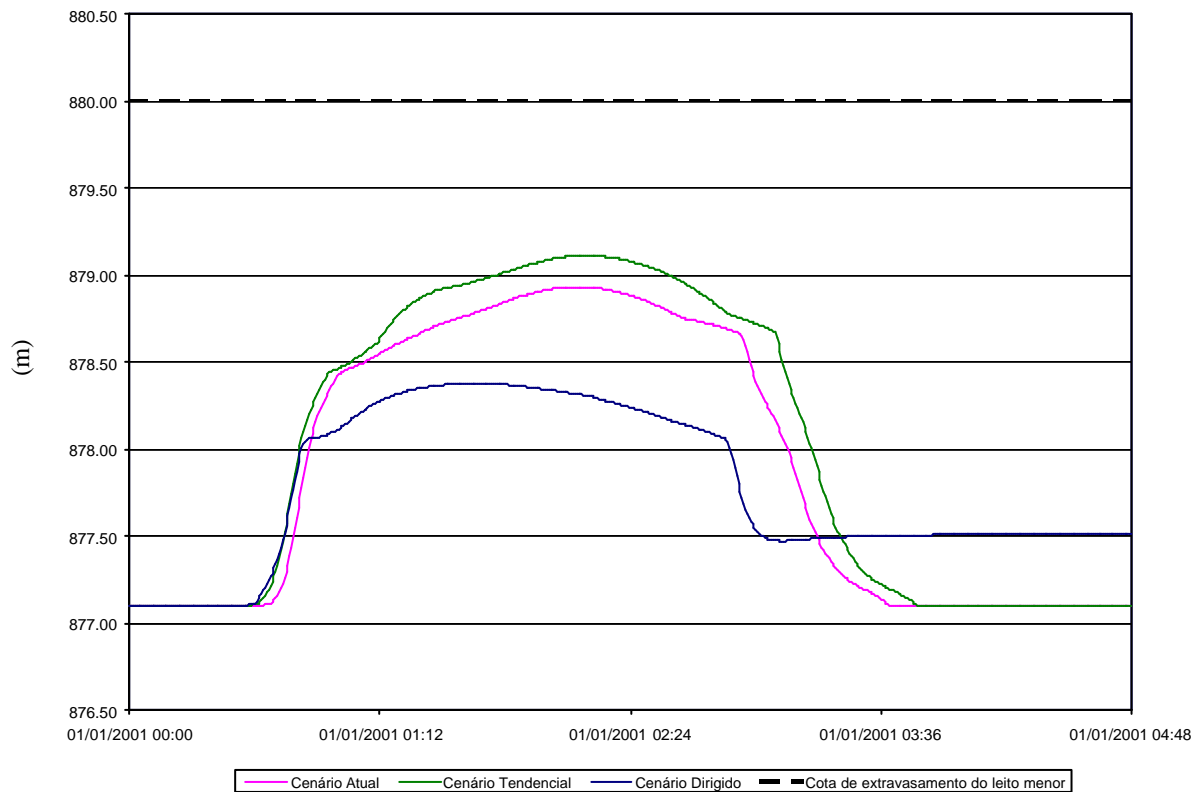
**Cotograma Seção 1 + 575
Rio da Ressaca - TR=10 anos**



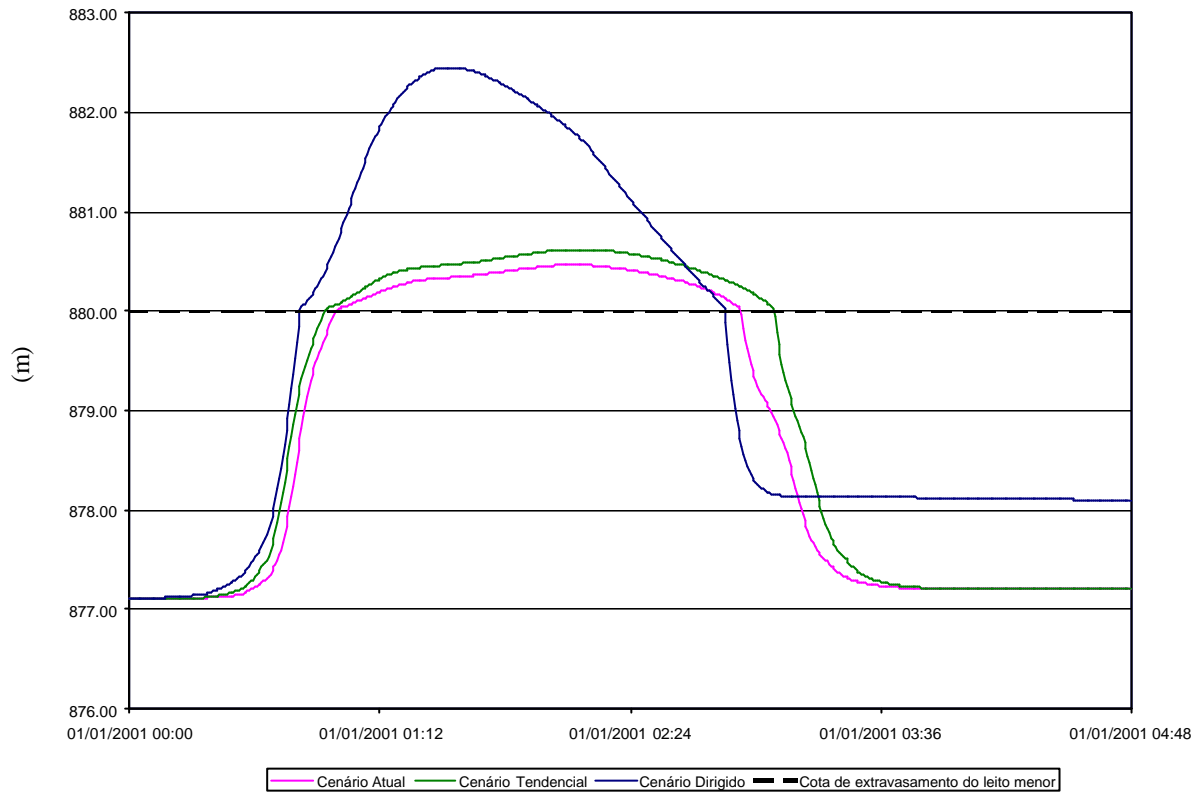
Cotagrama Seção 1 + 806
Rio da Ressaca - TR=10 anos.



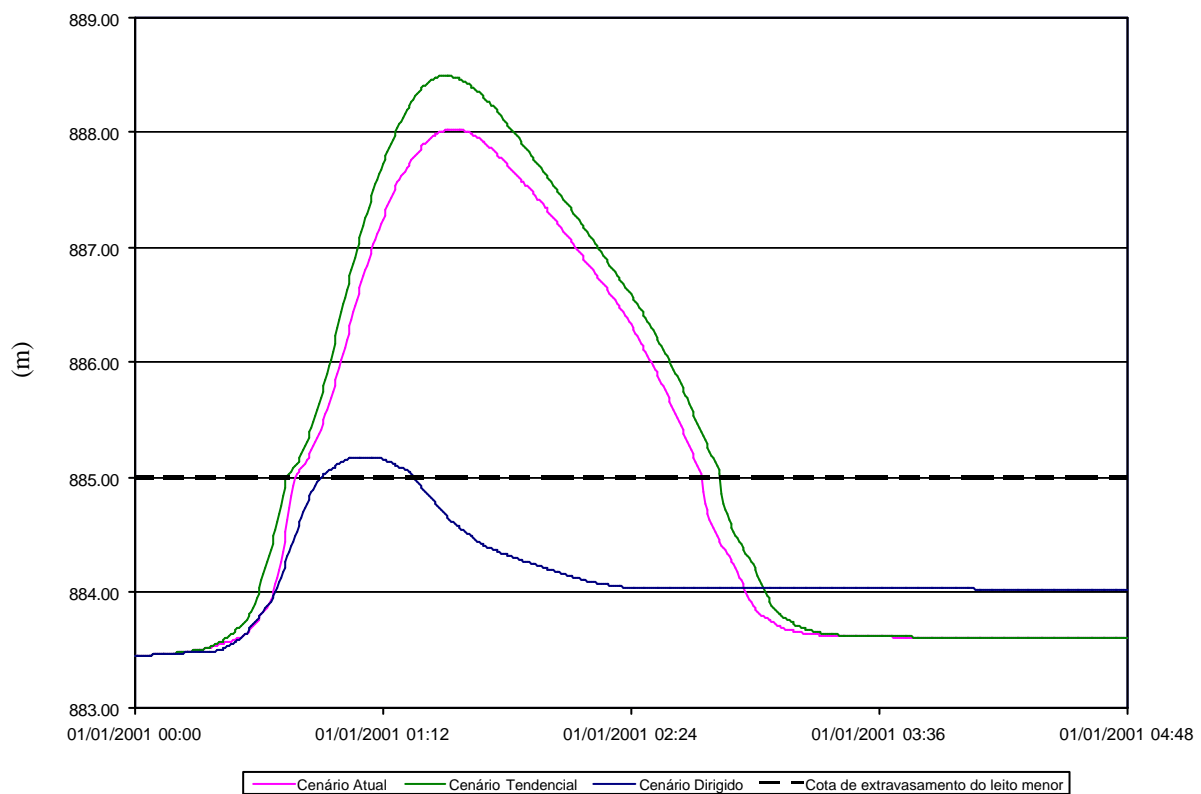
Cotagrama Seção 2 + 860
Rio da Ressaca - TR=10 anos.



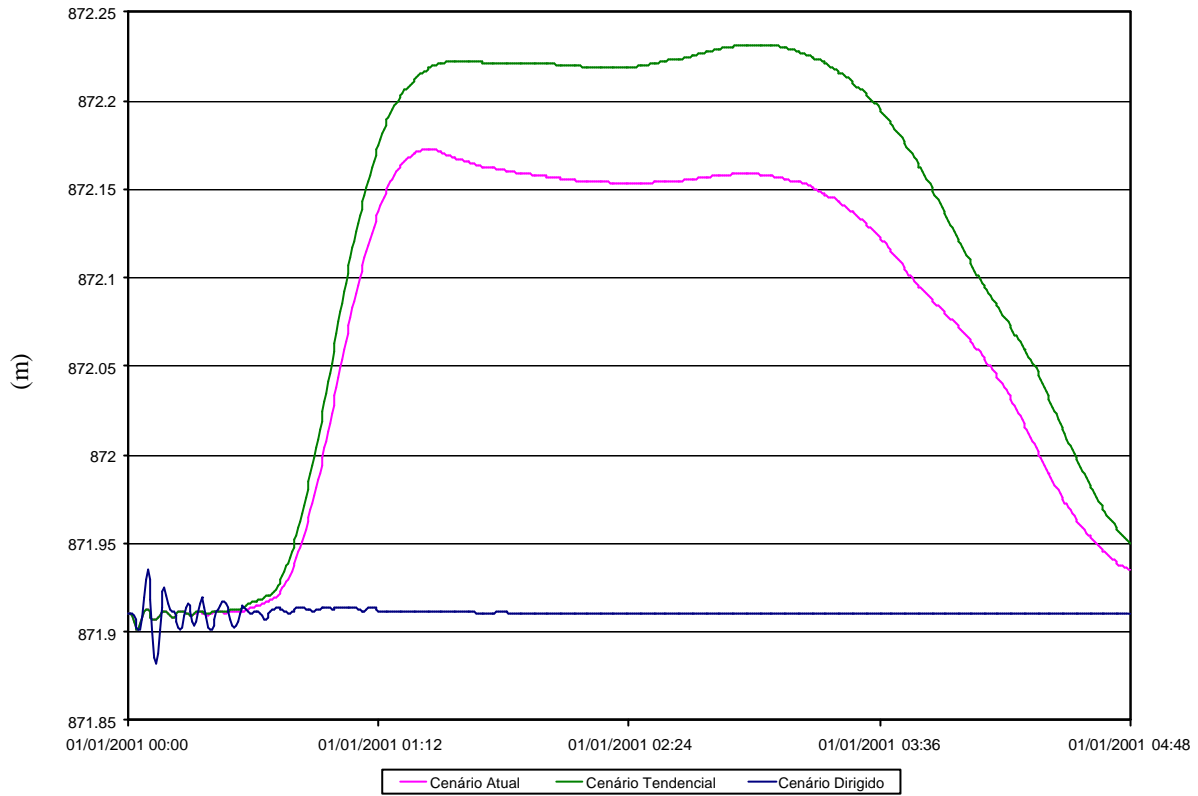
Cotagrama Seção 3 + 000
Rio da Ressaca - TR=10 anos.



Cotagrama Seção 3 + 920
Rio da Ressaca - TR=10 anos.

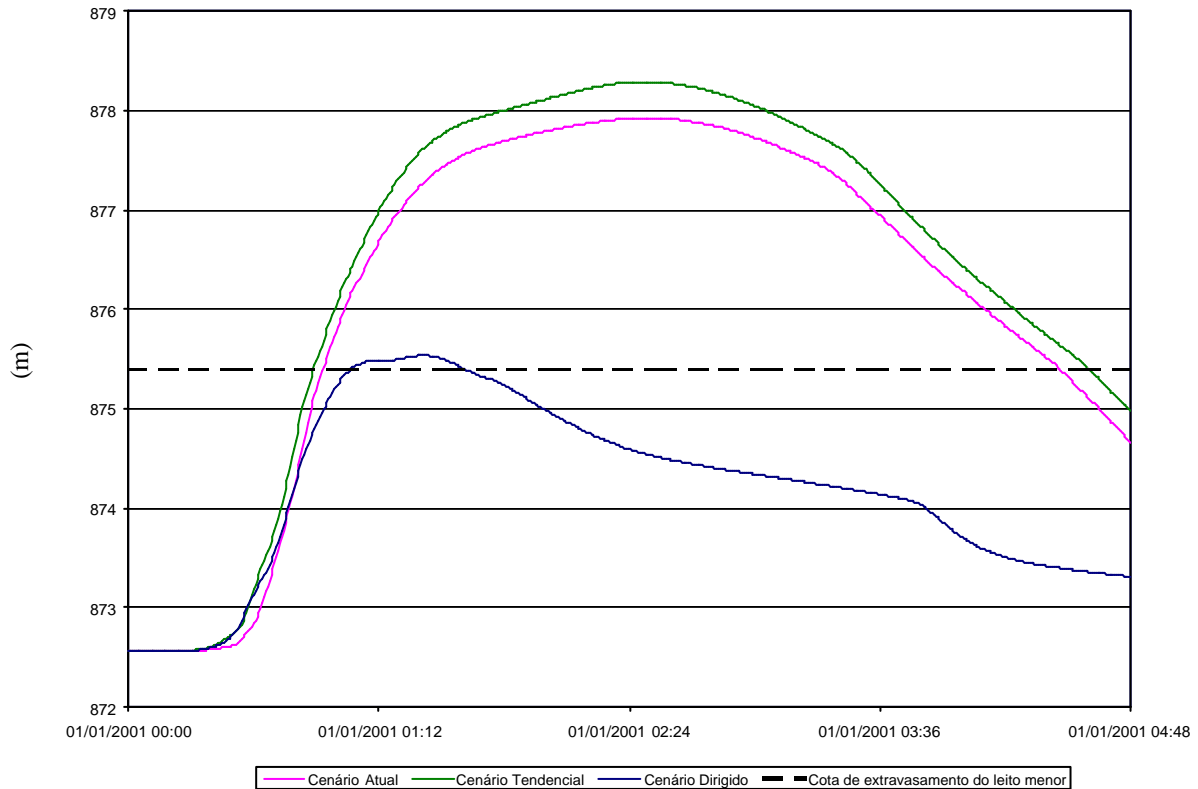


**Cotograma Seção 0 + 280
Rio da Ressaca - TR=25 anos.**

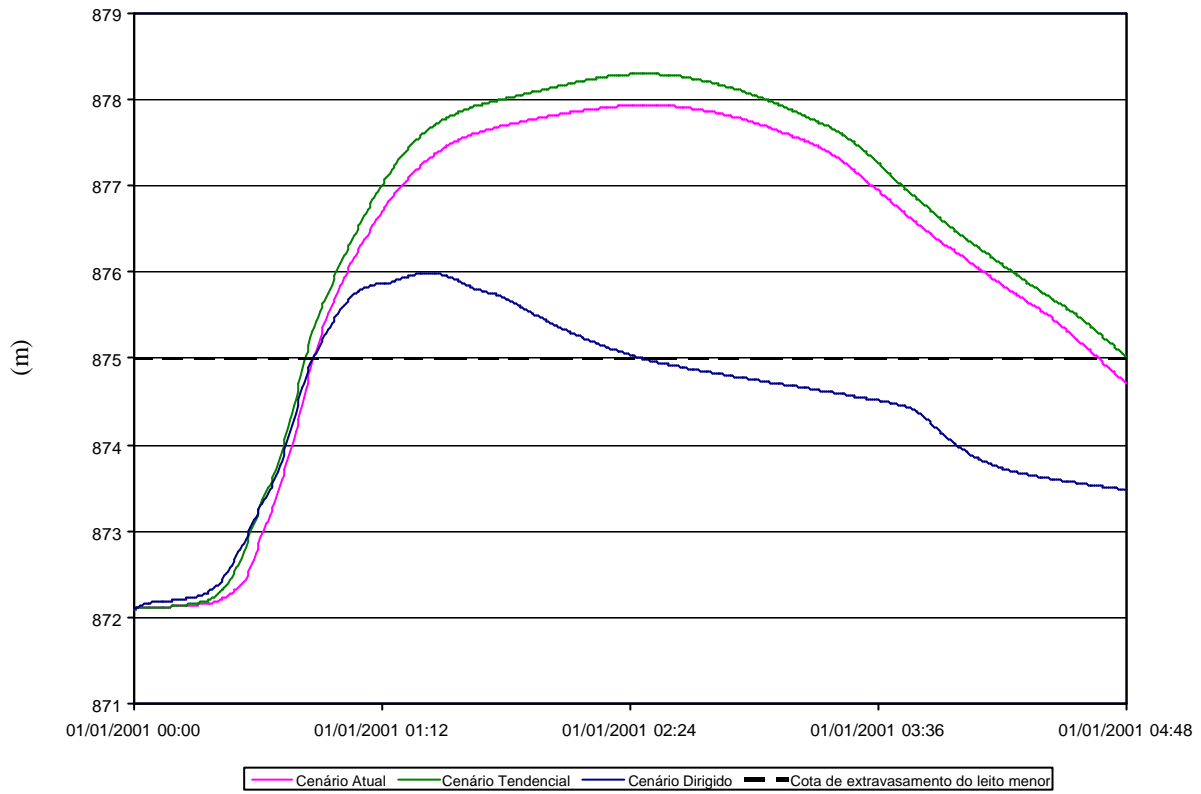


Obs.: Neste cotograma a cota de extravasamento do leito menor, de 870 m, não aparece pois se encontra abaixo da escala mínima do gráfico em todos os intervalos de tempo da simulação

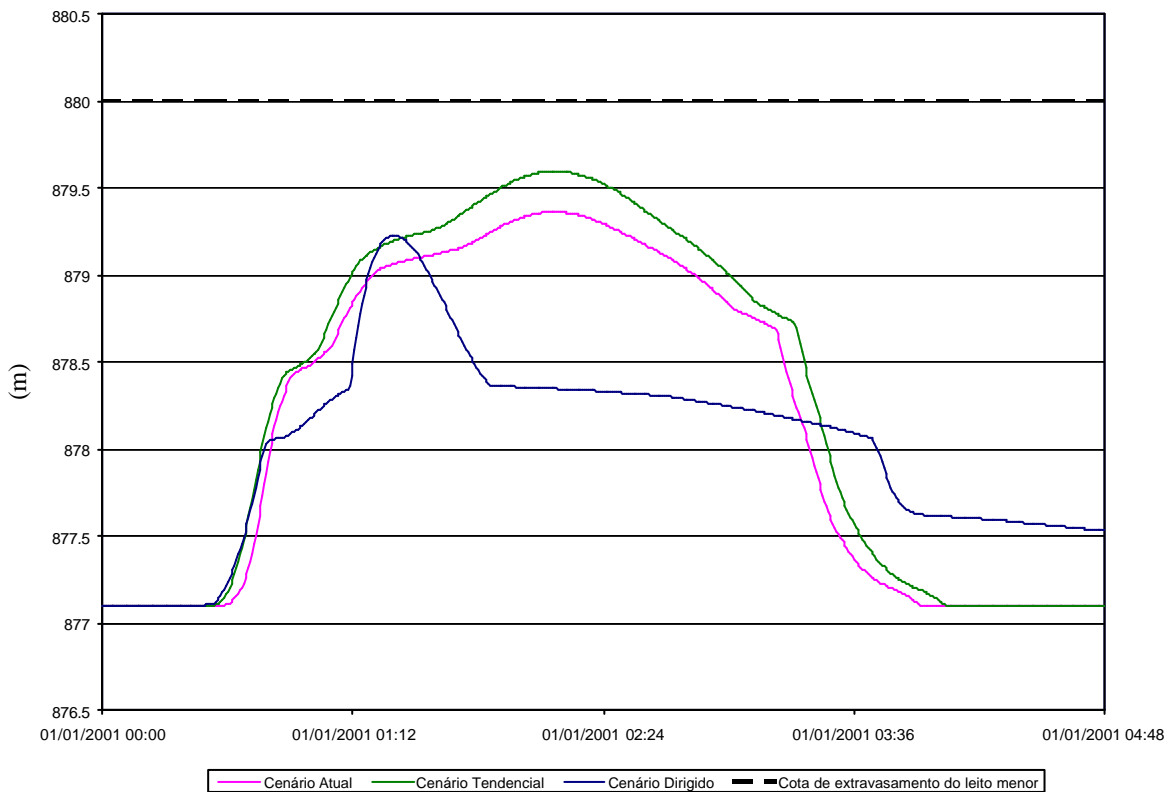
**Cotograma Seção 1 + 575
Rio da Ressaca - TR=25 anos**



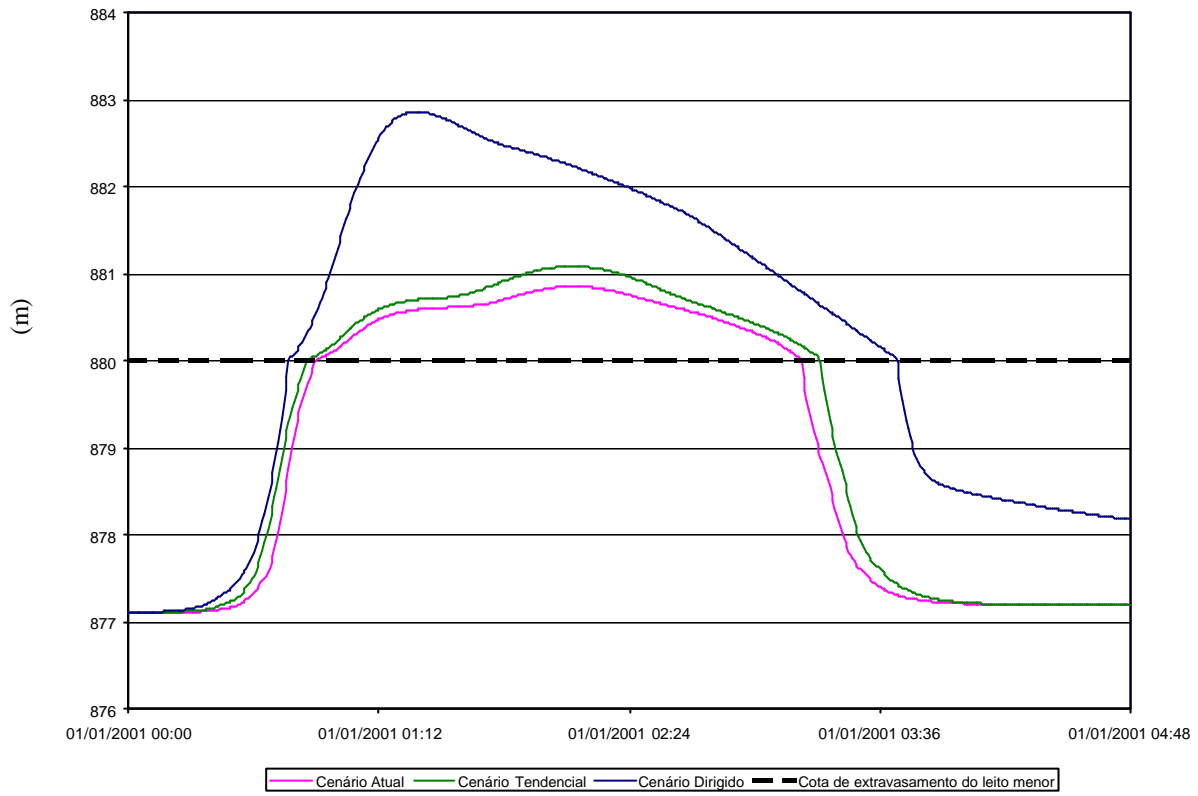
Cotagrama Seção 1 + 806 Rio da Ressaca - TR=25 anos.



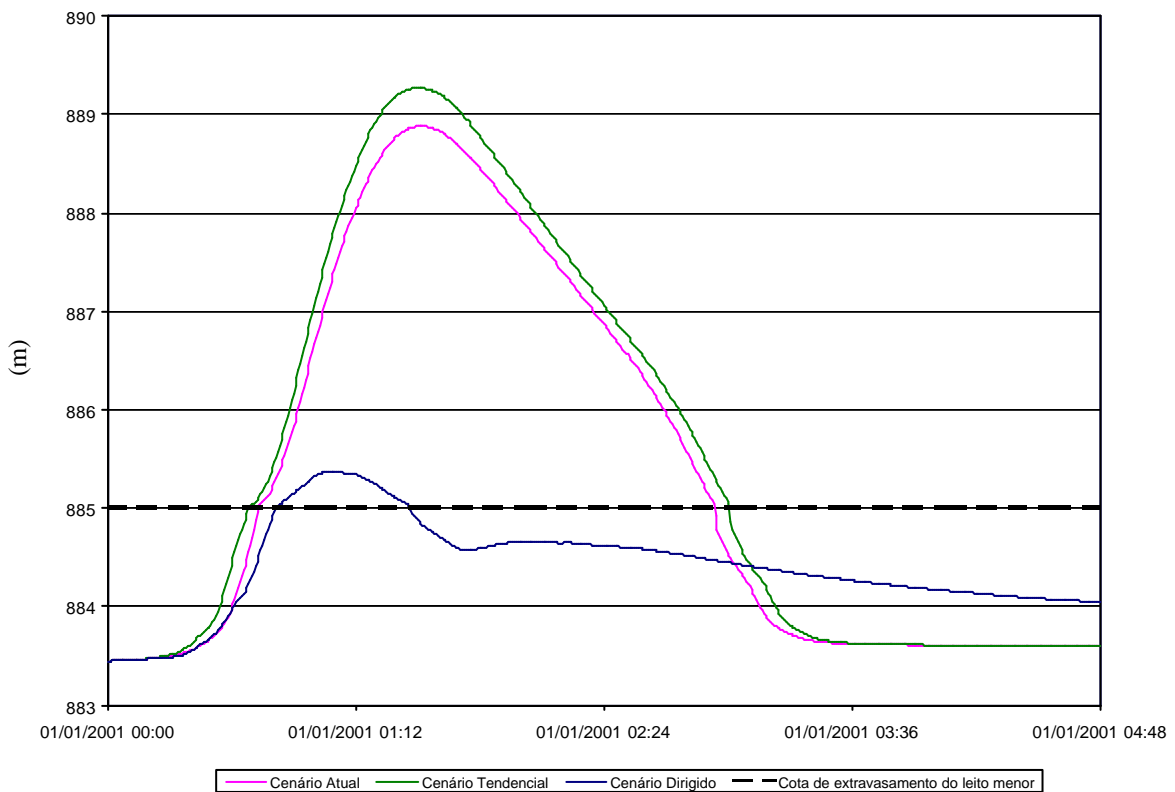
Cotagrama Seção 2 + 860 Rio da Ressaca - TR=25 anos.



Cotagrama Seção 3 + 000
Rio da Ressaca - TR=25 anos.

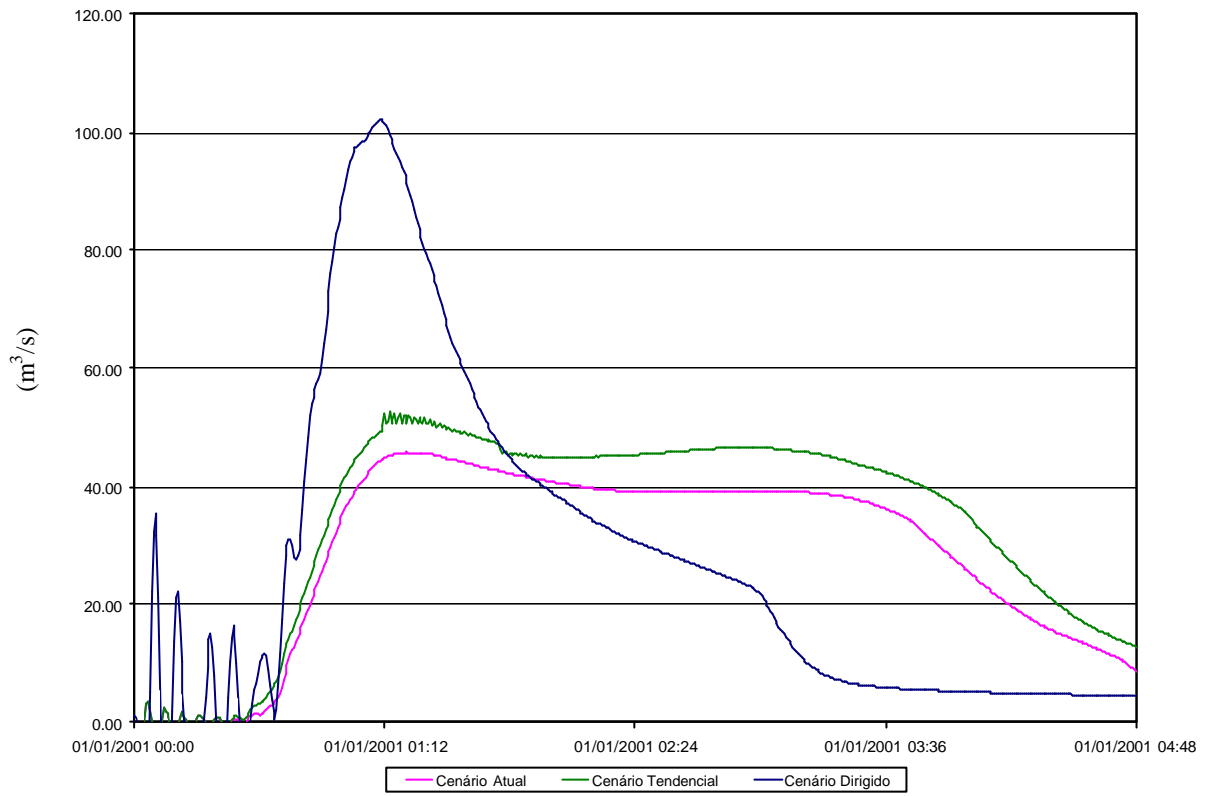


Cotagrama Seção 3 + 920
Rio da Ressaca - TR=25 anos.

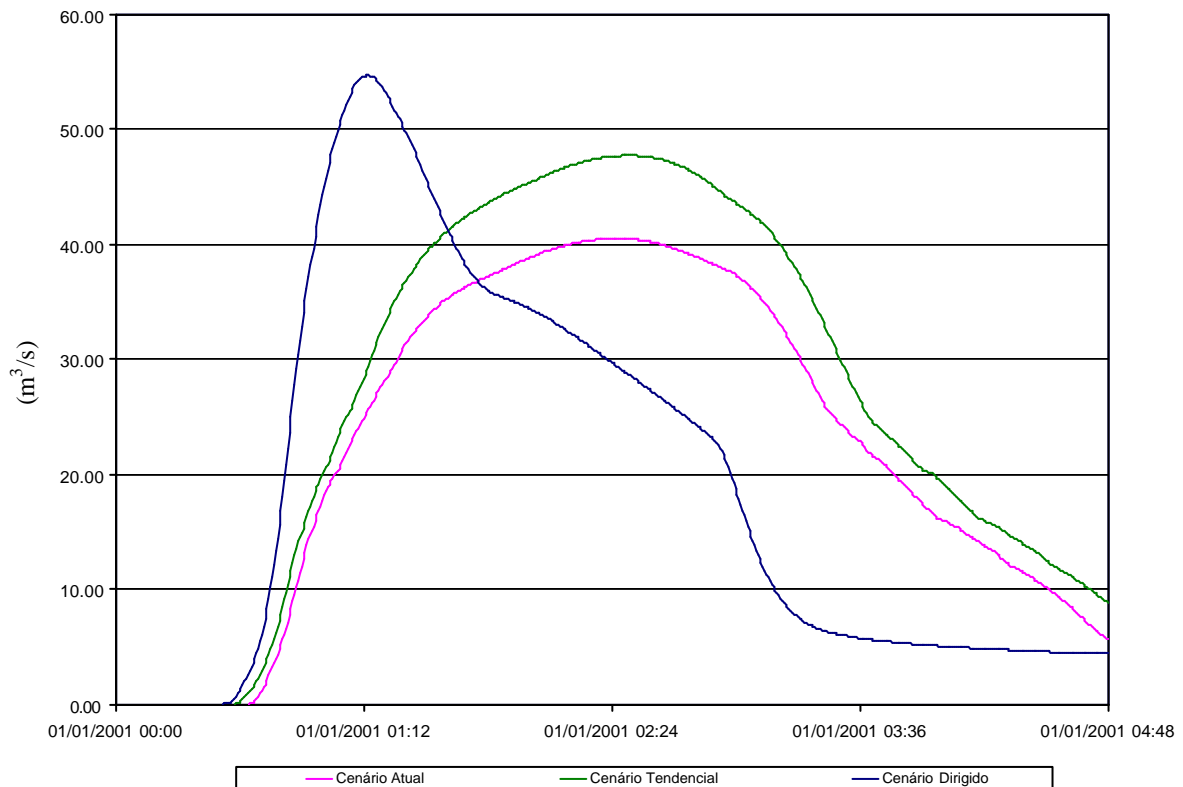


ANEXO 4 – HIDROGRAMAS DE SAÍDA

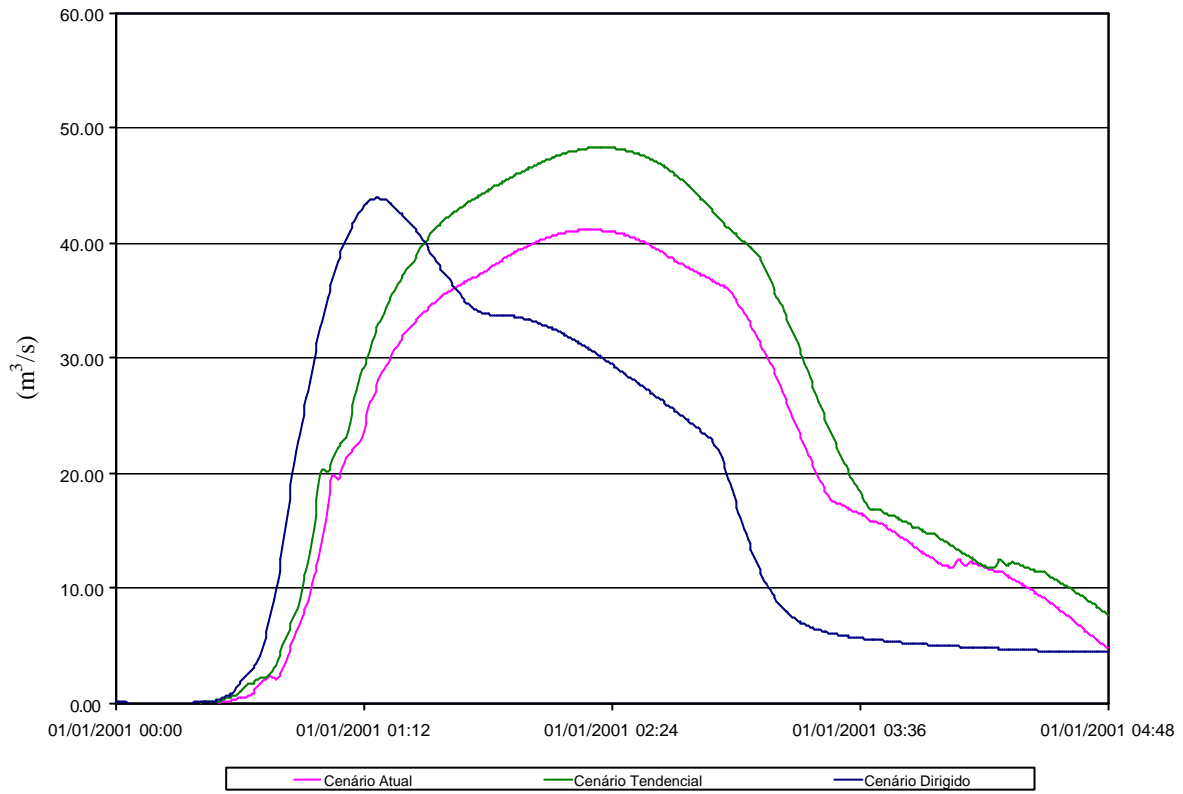
Hidrograma Seção 0 + 280 Rio da Ressaca - TR=10 anos.



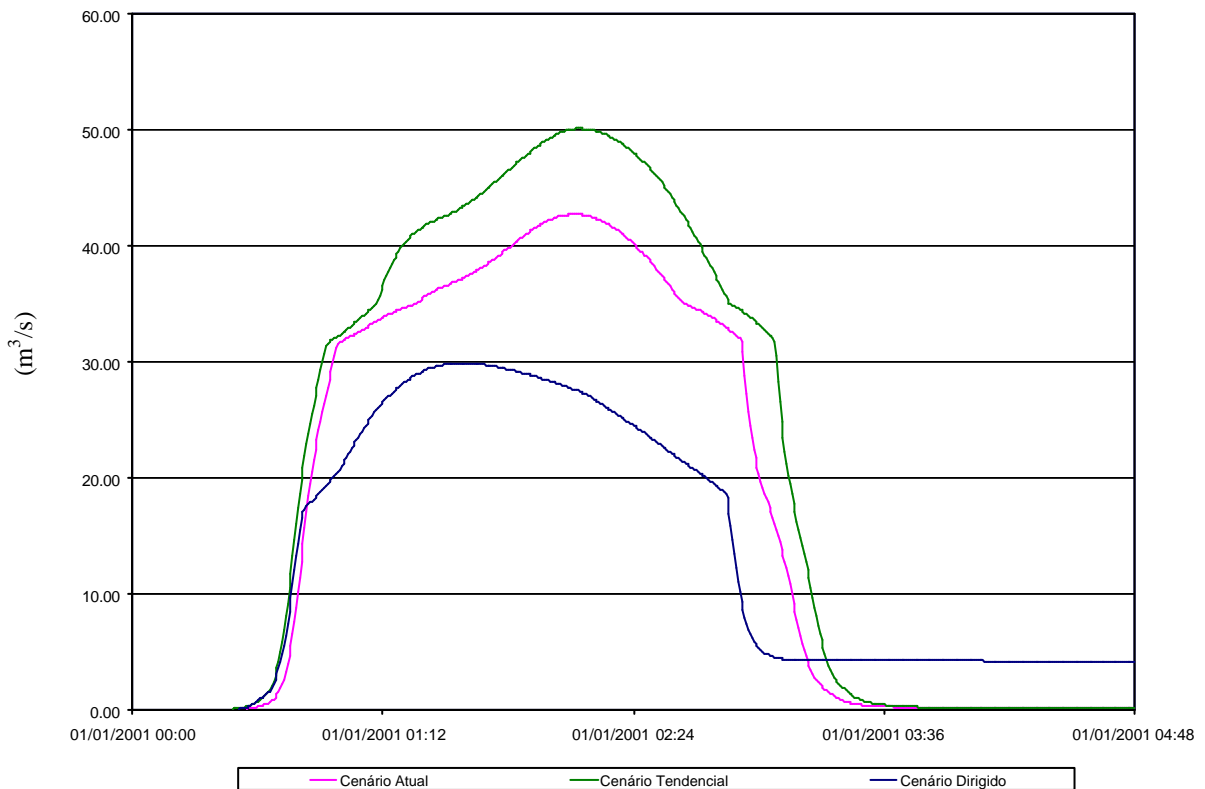
Hidrograma Seção 1 + 575 Rio da Ressaca - TR=10 anos



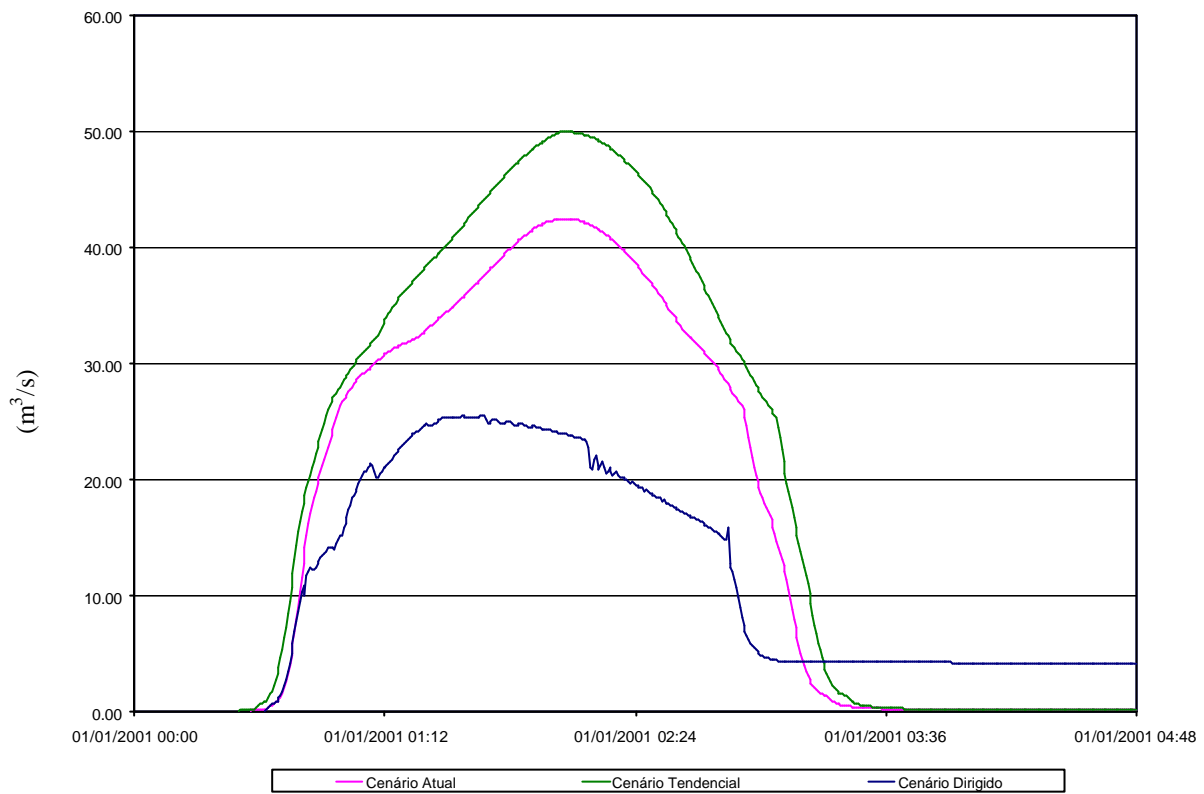
Hidrograma Seção 1 + 806
Rio da Ressaca - TR=10 anos.



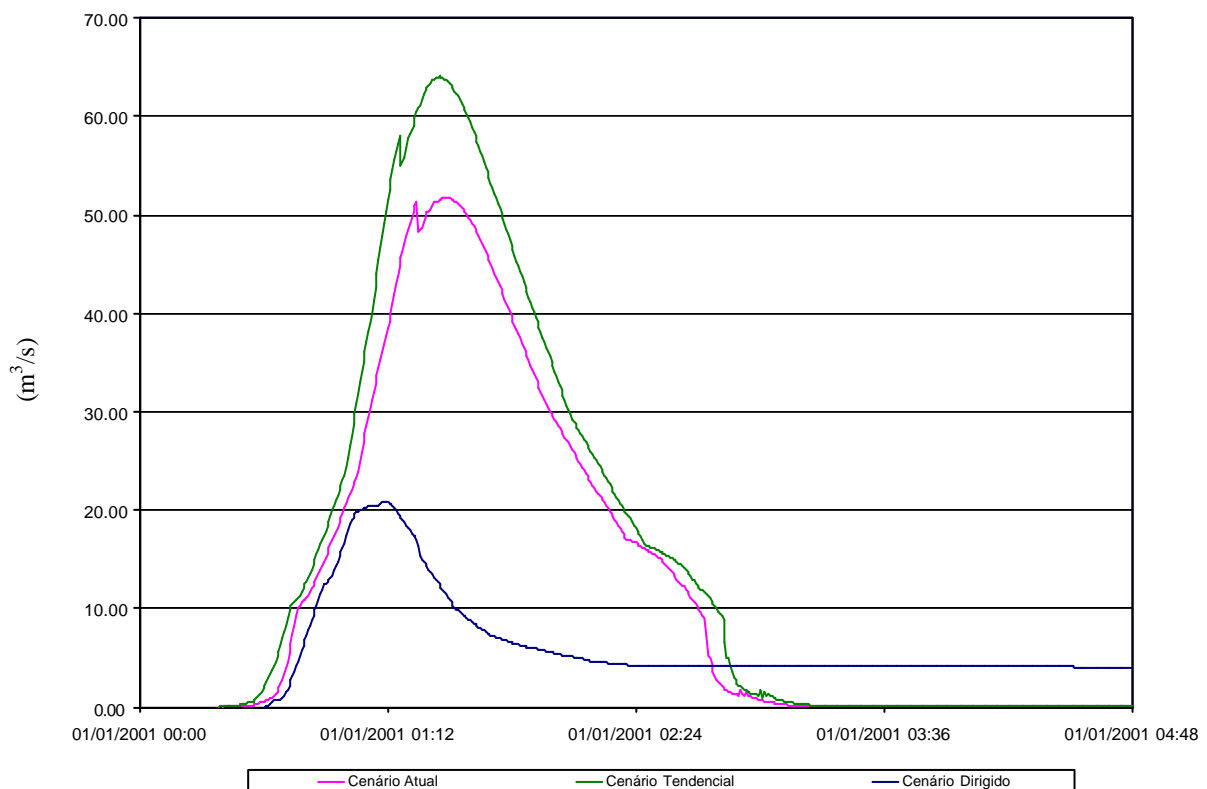
Hidrograma Seção 2 + 860
Rio da Ressaca - TR=10 anos.



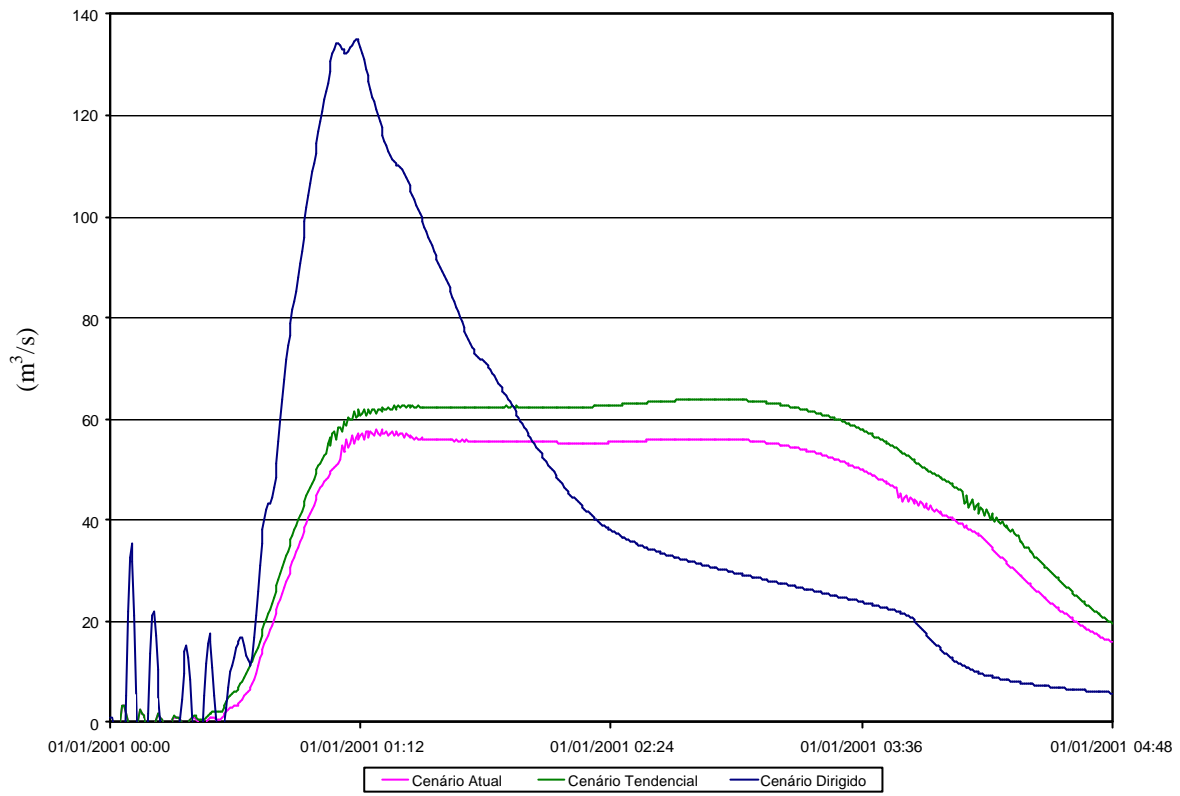
Hidrograma Seção 3 + 000 Rio da Ressaca - TR=10 anos.



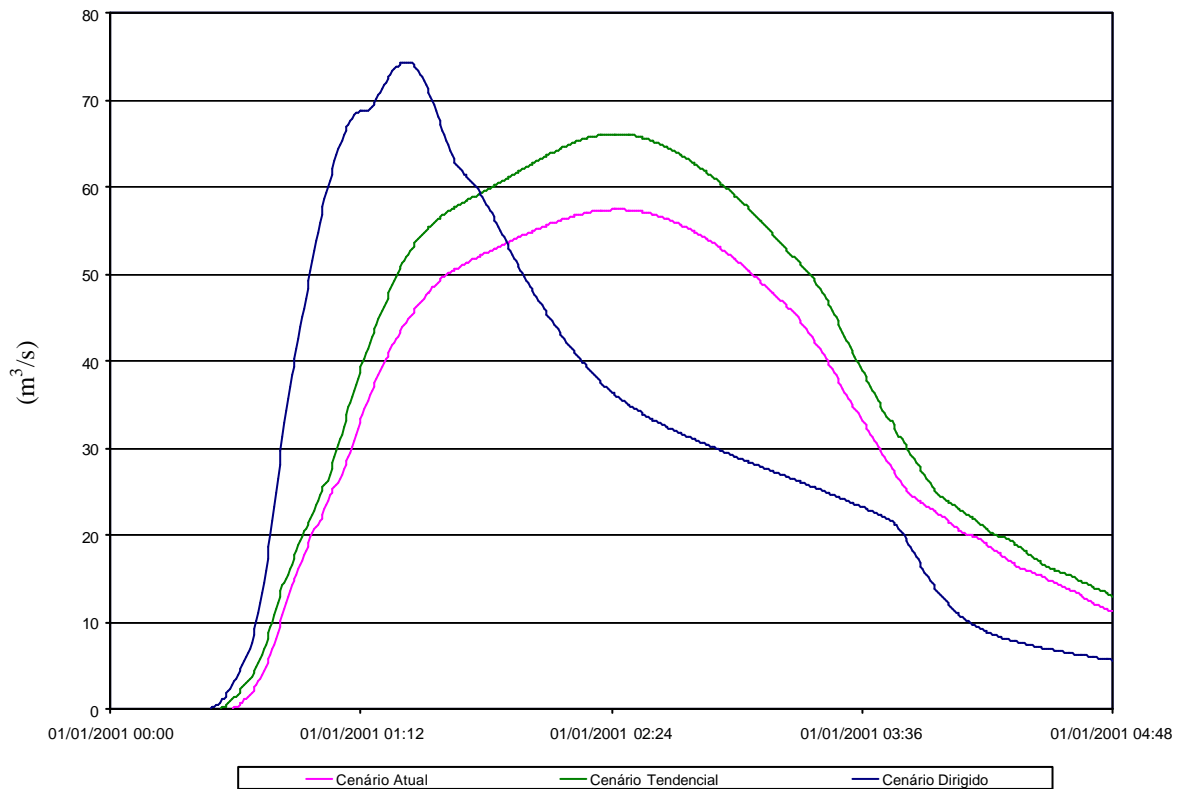
Hidrograma Seção 3 + 920 Rio da Ressaca - TR=10 anos.



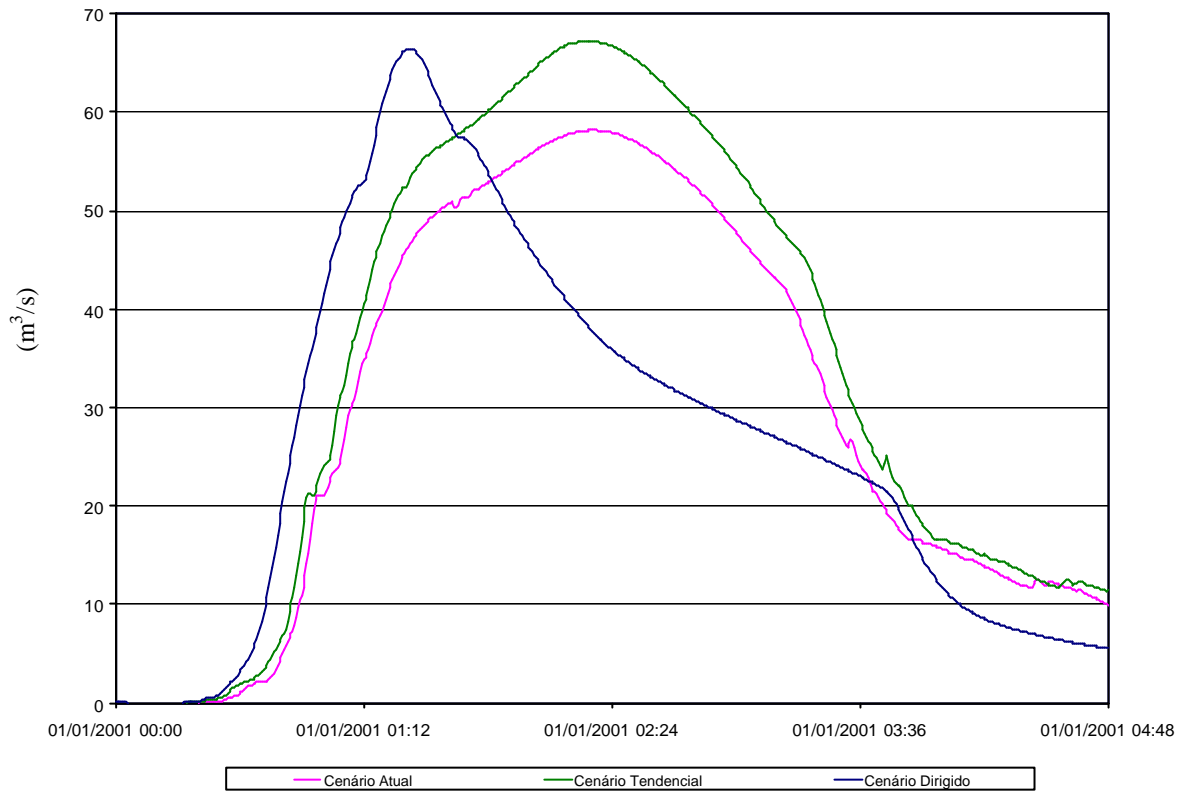
Hidrograma Seção 0 + 280
Rio da Ressaca - TR=25 anos.



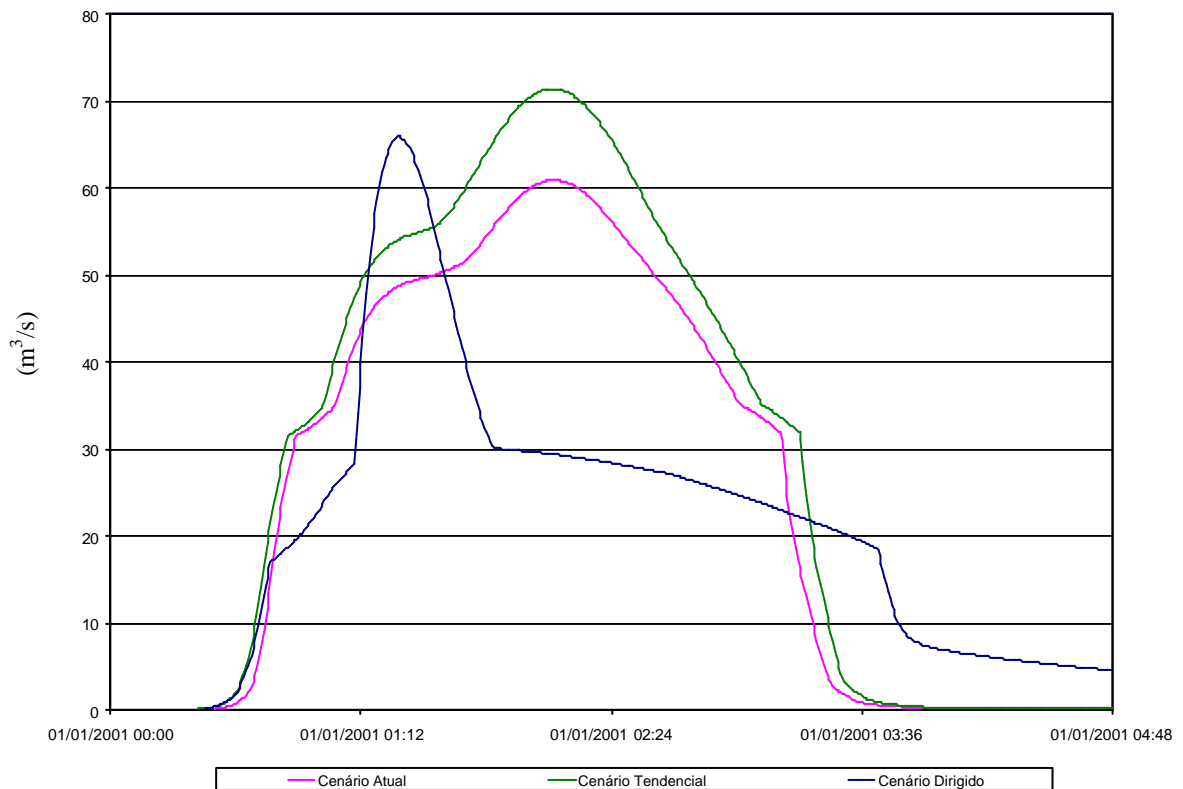
Hidrograma Seção 1 + 575
Rio da Ressaca - TR=25 anos



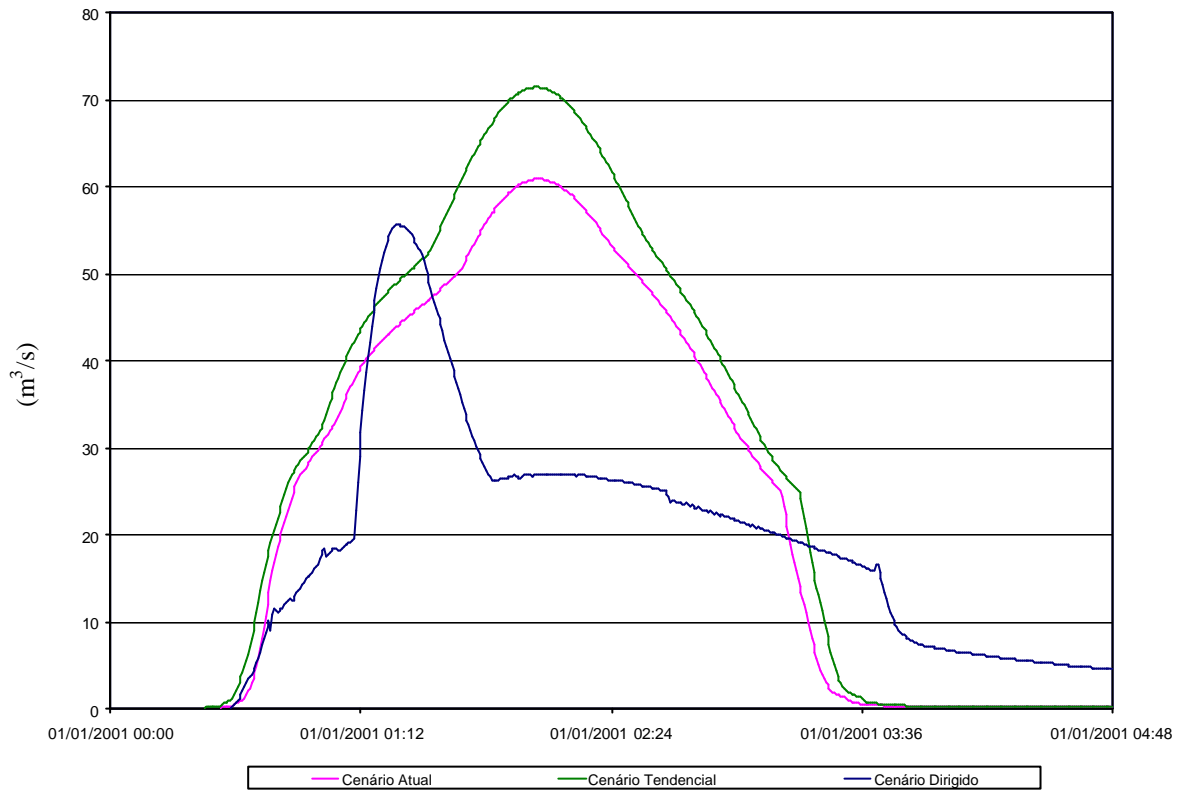
Hidrograma Seção 1 + 806
Rio da Ressaca - TR=25 anos.



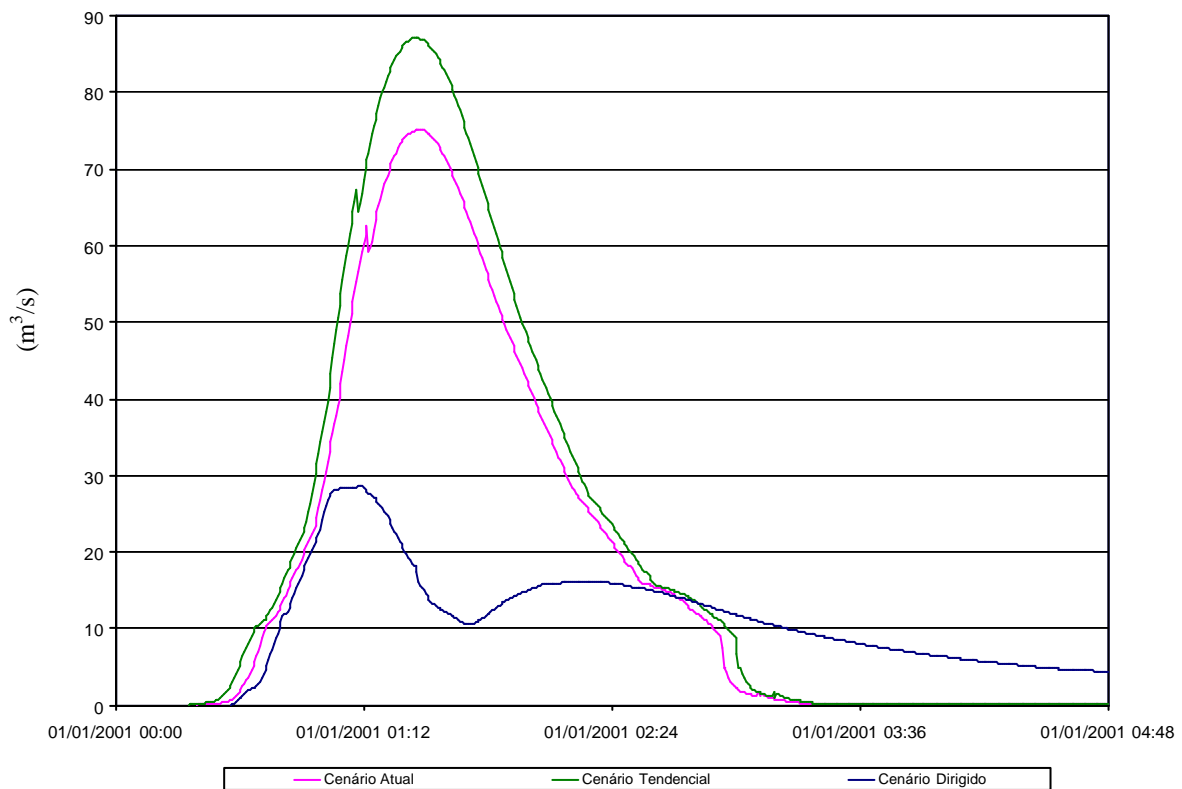
Hidrograma Seção 2 + 860
Rio da Ressaca - TR=25 anos.



Hidrograma Seção 3 + 000 Rio da Ressaca - TR=25 anos.

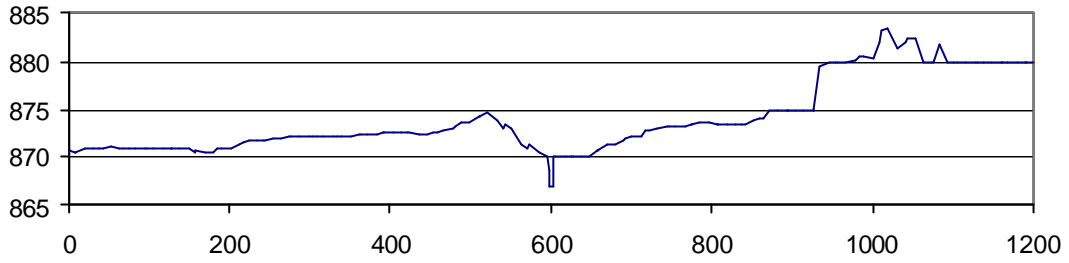


Hidrograma Seção 3 + 920 Rio da Ressaca - TR=25 anos.

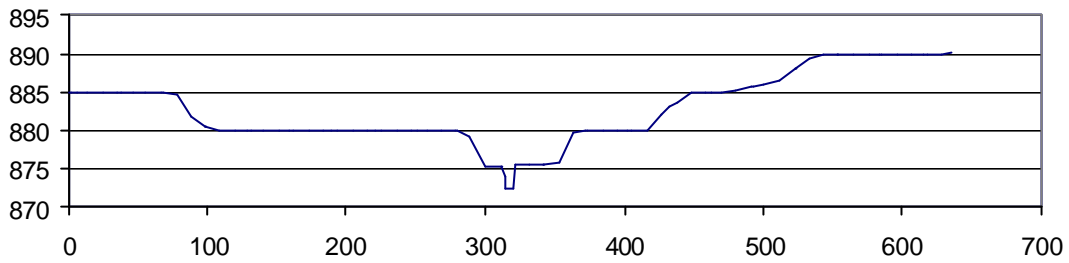


ANEXO 5 – SEÇÕES TRANSVERSAIS

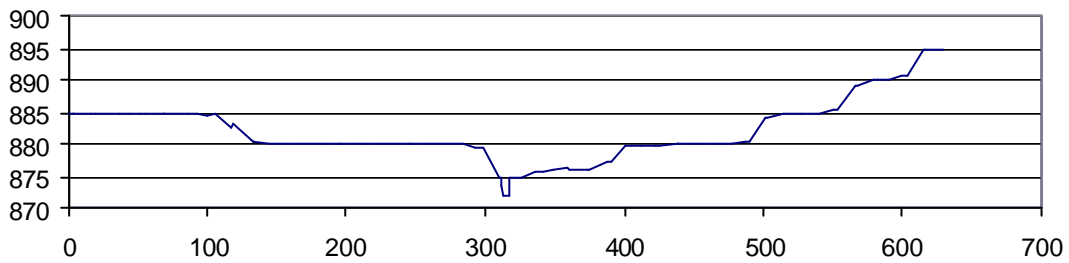
Rio Ressaca – Seção 3 – Estaca 0 + 280



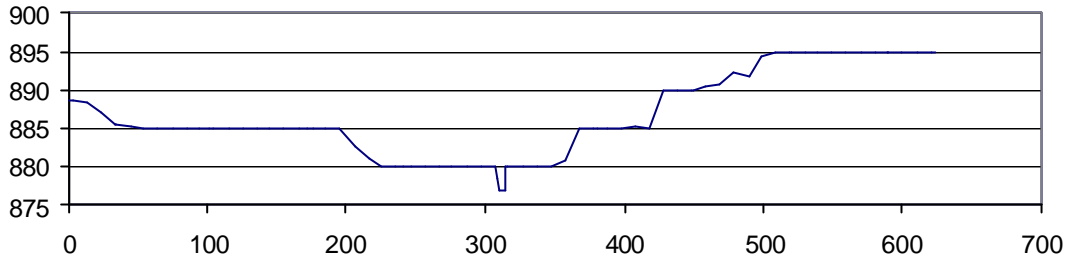
Rio Ressaca – Seção 5 – Estaca 1 + 575



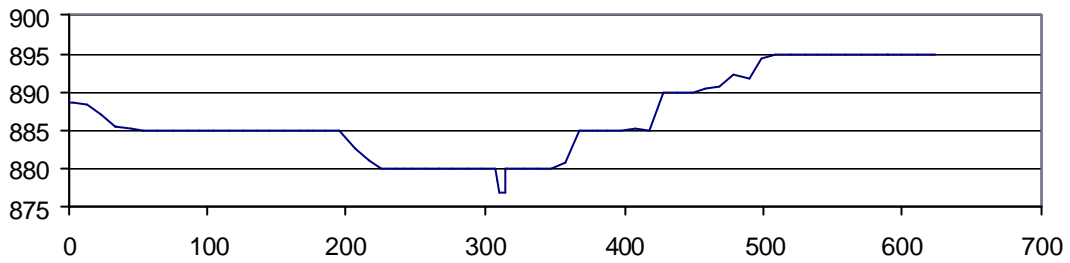
Rio Ressaca – Seção 6 - Estaca 1 + 806



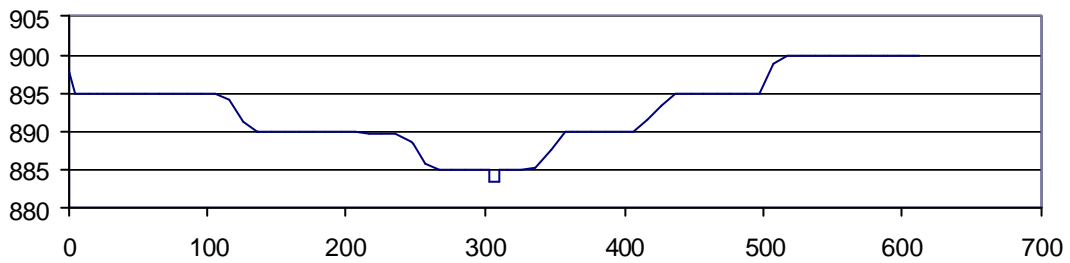
Rio Ressaca – Seção 7 - Estaca 2 + 860



Rio Ressaca – Seção 8 - Estaca 3 + 000



Rio Ressaca – Seção 10 - Estaca 3 + 920



ANEXO 6 - CENÁRIO DIRIGIDO - ESTUDOS REALIZADOS

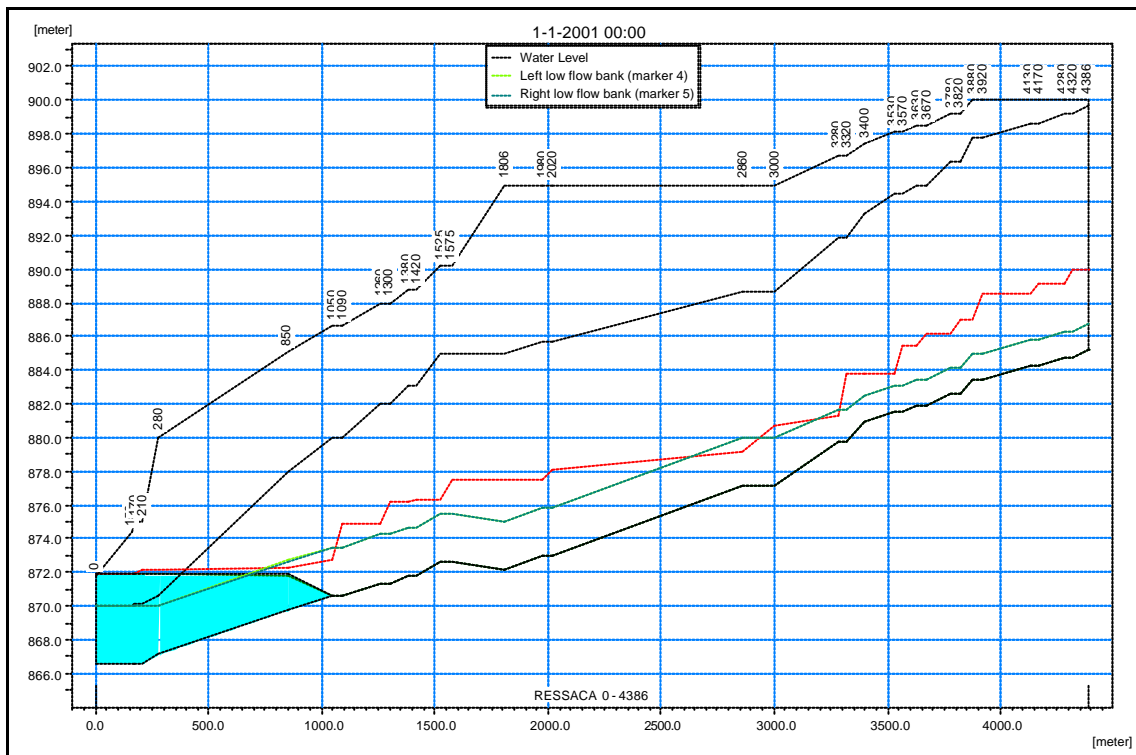
RESSACA

Cenários Analisados

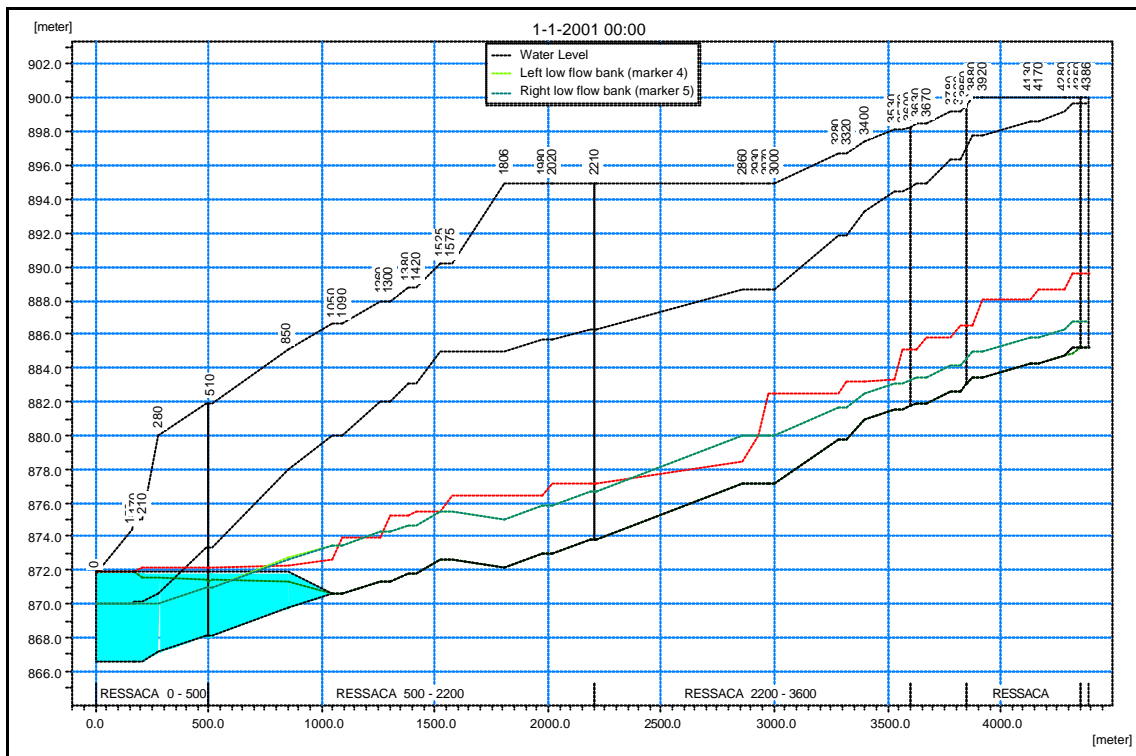
		Cenário 0	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Singularidades	Sim							
	Não							
MC central	Sim							
	Não							
MC's Laterais	Sim							
	Não							
Barragem Montante	Sim							
	Não							

Resultados Simulados – Níveis D'Água Máximos

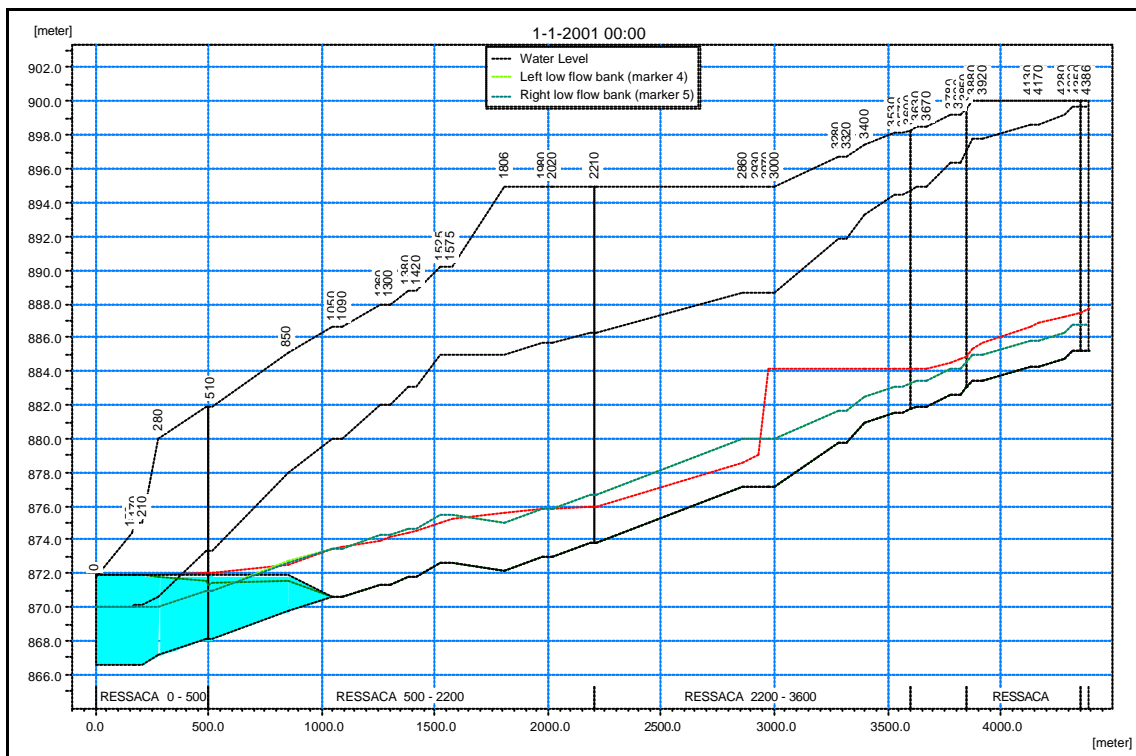
Cenário 0 - Tendencial_TR10



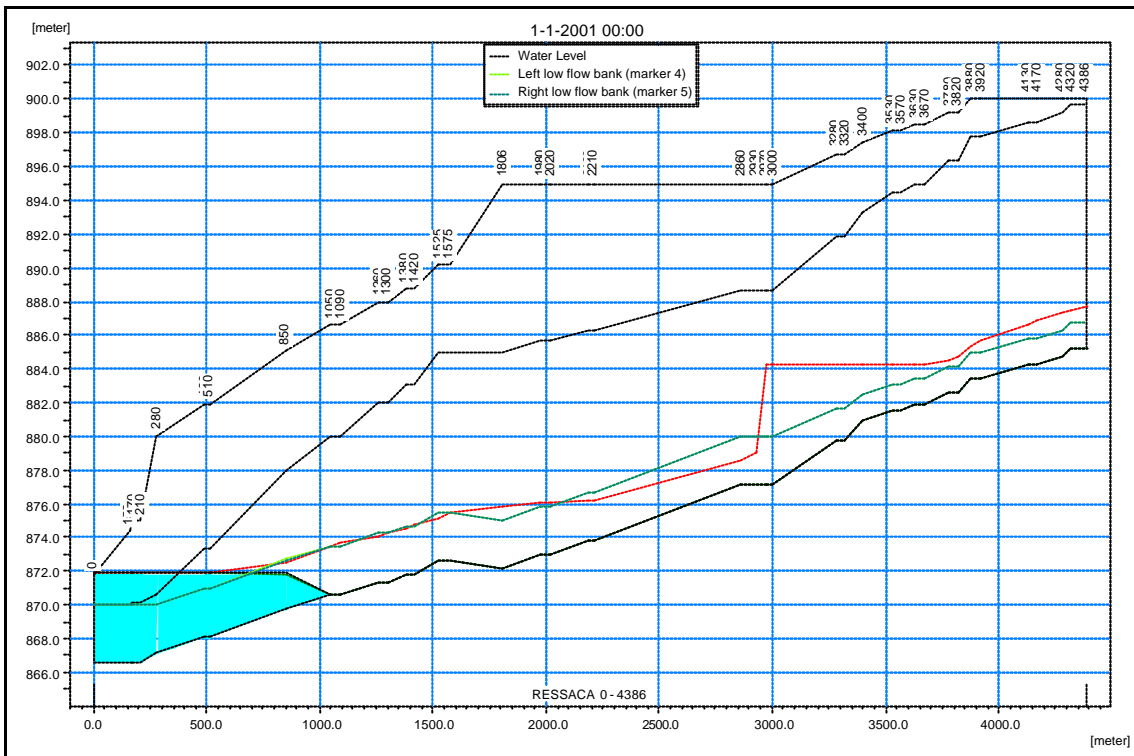
Cenário 1 - Dirigido_TR10



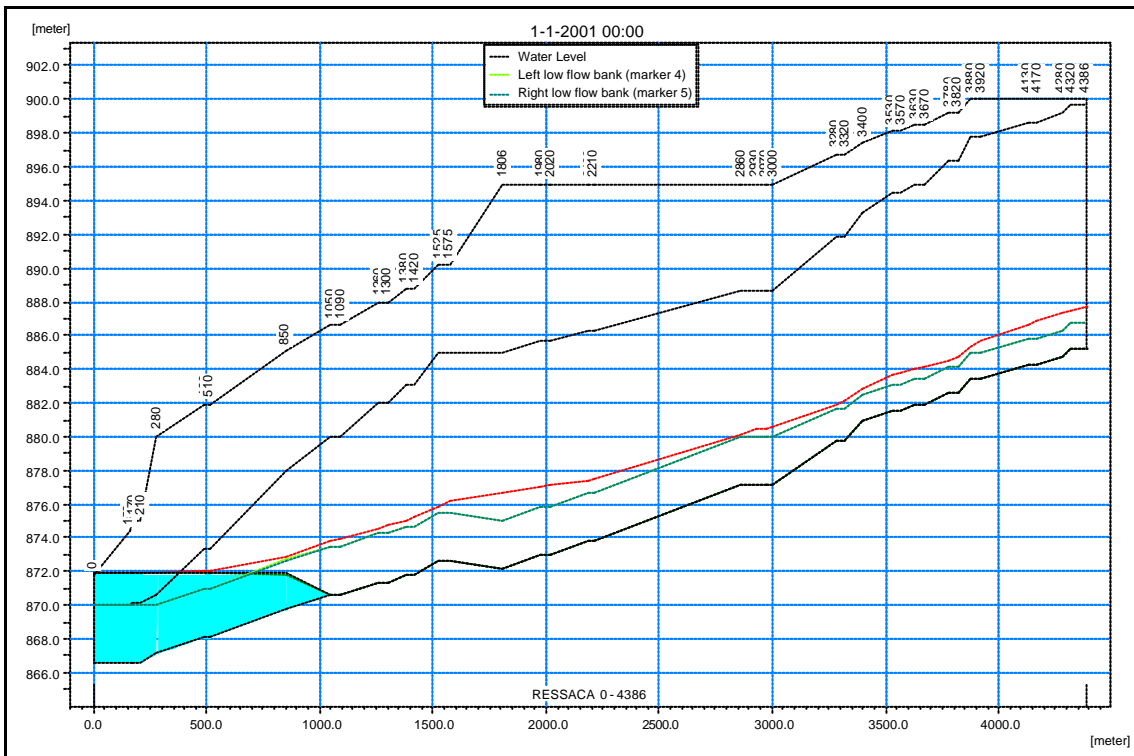
Cenário 2 - Dirigido_TR10_Sem_Singularidades_Com_MC



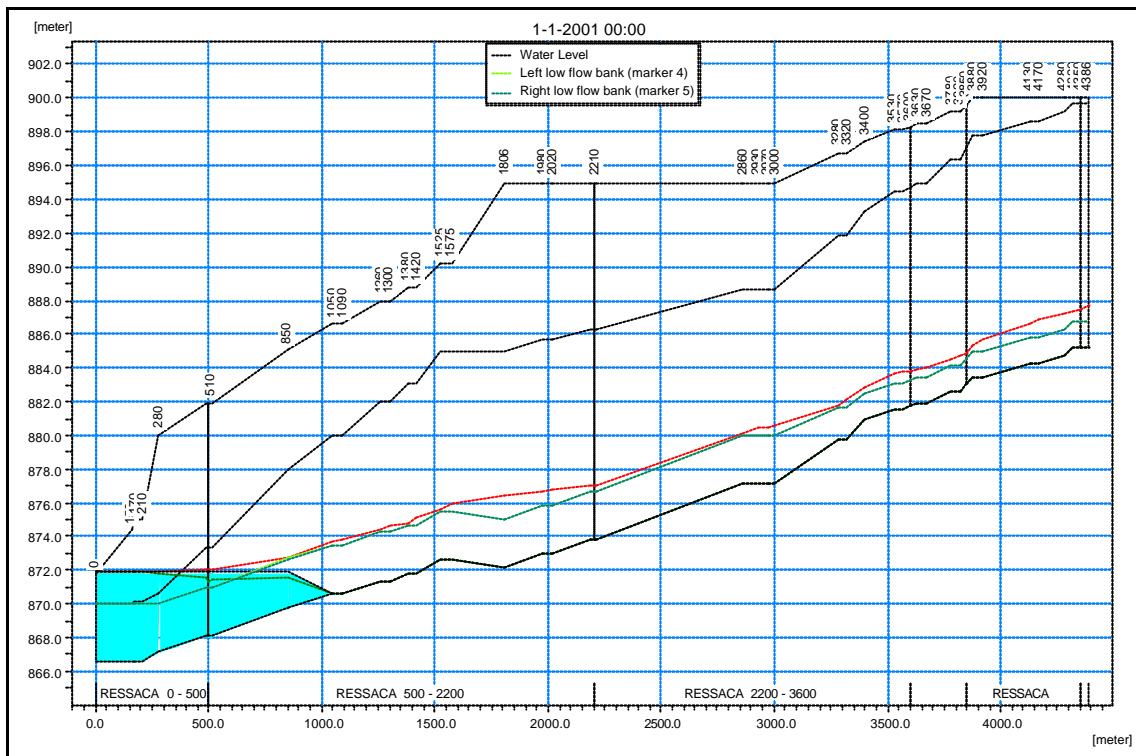
Cenário 3 - Dirigido_TR10_Sem_Singularidades_Sem_MC_Lateral



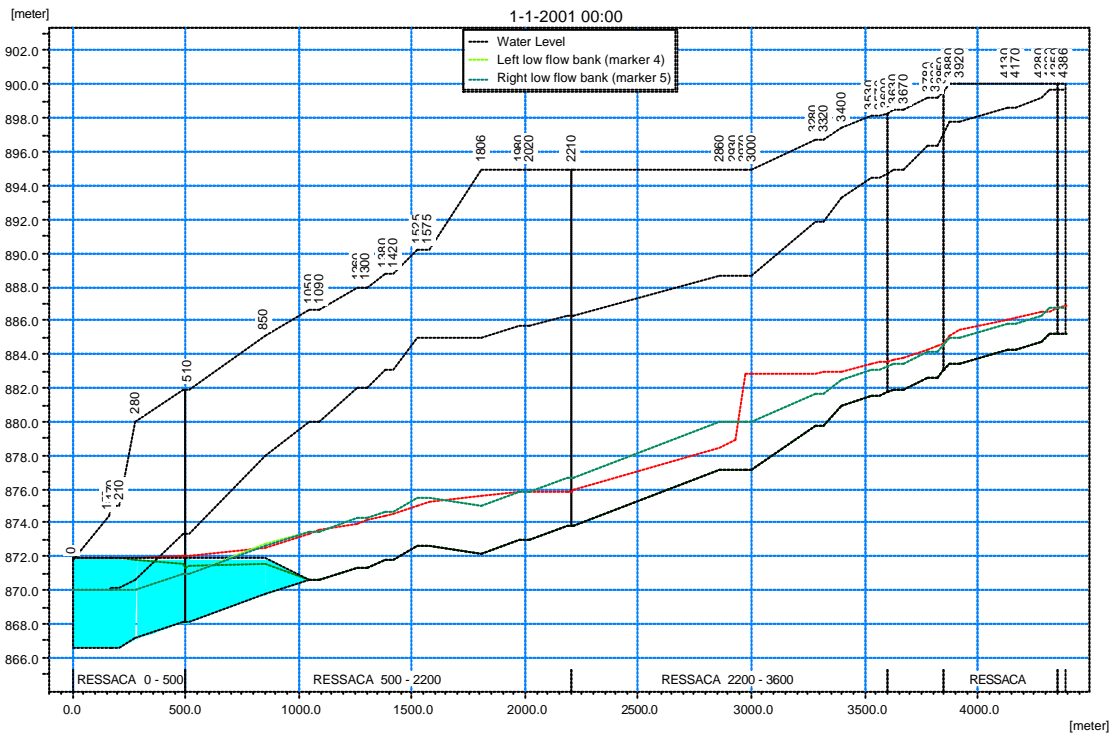
Cenário 4 - Dirigido_TR10_Sem_Singularidades_Sem_MC_Lateral_Sem_MC_Central



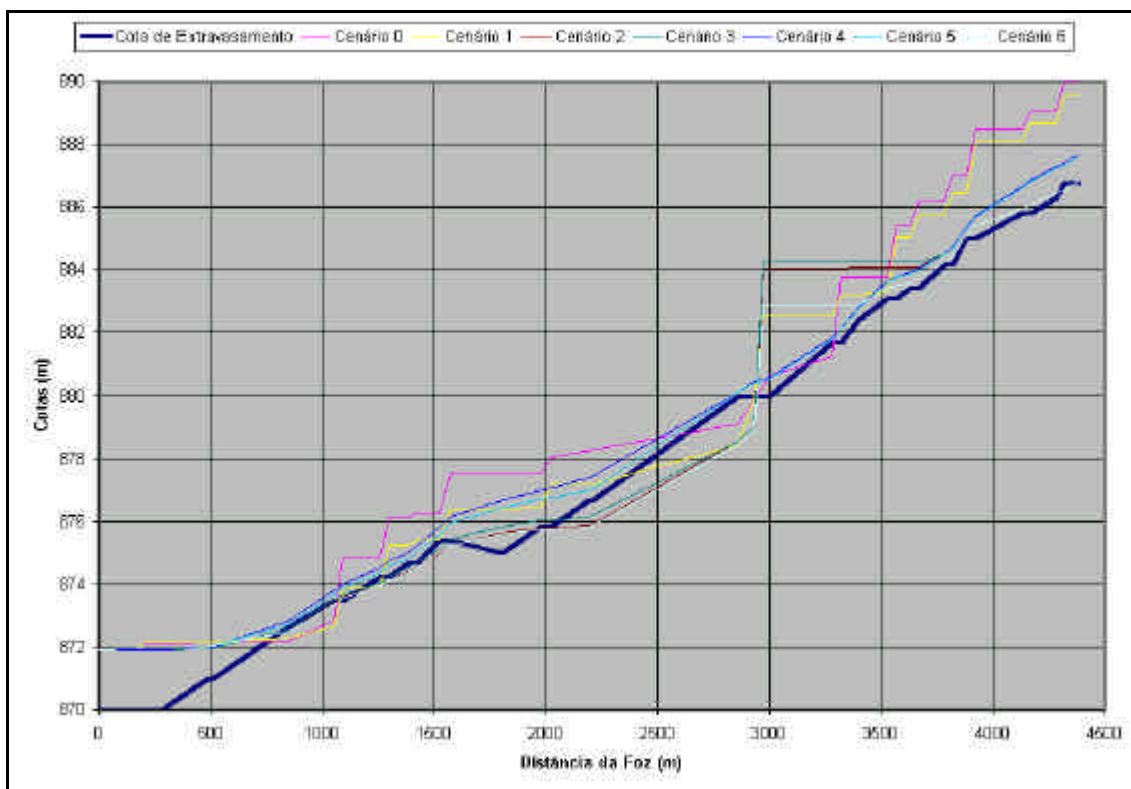
Cenário 5 - Dirigido_TR10_Sem_Singularidades_Com_MC_Lateral_Sem_MC_Central



Cenário 6 - Dirigido_TR10_Sem_Singularidades_Com_MC_Lateral_Com_MC_Central_Com_Amorteimento_por_Barragem_a_Montante

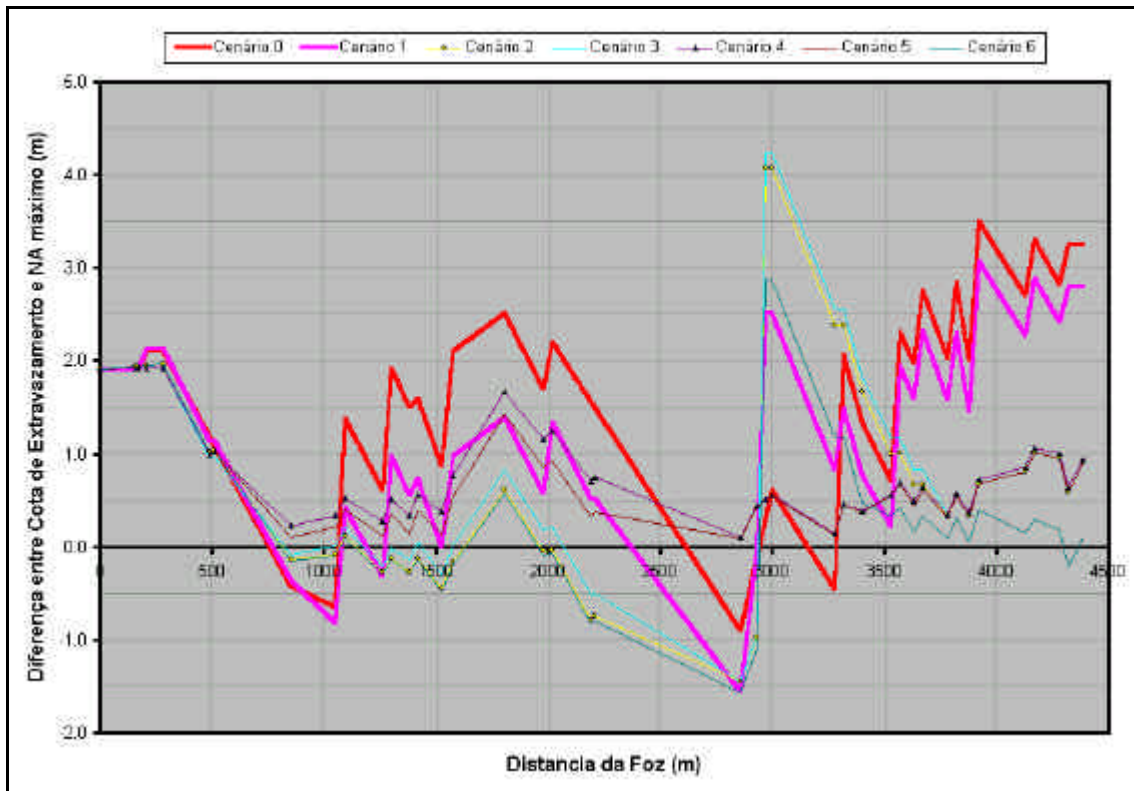


A figura seguinte mostra as cotas máximas atingidas nos 7 cenários. Nesta figura observa-se que os níveis máximos são praticamente os mesmos aproximadamente entre as abscissas 0 e 500 m. Isso ocorre devido ao fato de que esta região é controlada pelo remanso imposto pelo rio Iguaçu. Conseqüentemente, é inútil a presença de qualquer MC lateral nesta região, uma vez que ela seria preenchida por água proveniente deste remanso e não com água pertencente às cheias de montante.



Uma forma mais adequada para se visualizar os efeitos pertinentes à cada cenário é através de gráficos mostrando as diferenças entre os níveis máximos simulados e as cotas de extravasamento do leito menor para as seções transversais correspondentes.

A figura seguinte mostra estas diferenças obtidas para todos os cenários analisados



Dividiu-se o rio simulado em trechos que apresentaram características semelhantes, conforme apresentado a seguir.

Trecho 0-500 m

- Ocorrem extravasamentos significativos em toda a sua extensão.
- Nenhum dos cenários provoca alterações significativas.
- Região controlada pelo NA da foz do rio Iguaçu.
- MC lateral será inútil neste trecho pois será preenchida pelo remanso do rio Iguaçu.

Trecho 500-750 m

- Existem extravasamentos para todos os cenários.

Trecho 750-1050 m

- Não ocorrem extravasamentos para os cenários 0, 1, 2, 3 e 6 devido à ação das MC's laterais e da MC central
- Ocorrem extravasamentos semelhantes para os cenários 4 e 5 devido à ausência da MC central. As MC's laterais explicam as pequenas diferenças simuladas para estes dois cenários, mostrando que elas são pouco eficientes.

Trecho 1050-1575 m

- Os cenários 0, 1, 4 e 5 apresentam extravasamentos significativos, com valores máximos variando de 2 m (cenário 0) a 0,4 m (cenário 5).
- Os extravasamentos são significativamente reduzidos para os cenários 2, 3 e 6

Trecho 1575-1980 m

- Os extravasamentos simulados ocorreram para todos os cenários.
- maior extravasamento simulado para o Cenário 0, foi de 2,5 m.
- Os maiores extravasamentos simulados para os Cenários 2, 3 e 6, foram de 0,6 m.

Trecho 1980-2930 m

- Os extravasamentos são praticamente eliminados para os cenários 2, 3 e 6.
- Os outros cenários apresentam extravasamentos parciais ou totais significativos.

Trecho 2930-3500 m (região de influencia eventual a montante da MC central)

- Ocorre extravasamento para todos os cenários.
- O menor extravasamento, de até 0,56 m, ocorre para os Cenários 4 e 5, os quais não consideram a MC central.
- O maior extravasamento, de até 4,25 m, ocorreu para o Cenário 3.

A tabela seguinte mostra estas constatações de forma comparativa.

Trecho	Cenário 0	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
0–500 m	Extr.	Sem alteração significativa	Sem alteração significativa	Sem alteração significativa	Sem alteração significativa	Sem alteração significativa	Sem alteração significativa
500–750 m	Extr. decrescente para montante	Extr. decrescente para montante	Extr. decrescente para montante	Extr. decrescente para montante	Extr. decrescente para montante	Extr. decrescente para montante	Extr. decrescente para montante
750–1050 m	Sem Extr.	Sem Extr.	Sem Extr.	Sem Extr.	Extr. total de até 0,5 m	Extr. total de até 0,45 m	≈ Cen. 2
1050–1575 m	Extr. total de até 2 m	Extr. quase total de até 1 m	Extr. de pequeno trecho de até 0,12 m	Extr. de pequeno trecho de até 0,19 m	Extr. total de até 0,5 m	Extr. total de até 0,4 m	≈ Cen. 2
1575–1980 m	Extr. total de até 2,5 m	Extr. total de até 1,4 m	Extr. quase total de até 0,6 m	Extr. total de até 0,6 m	Extr. total de até 1,7 m	Extr. total de até 1,4 m	≈ Cen. 2
1980–2930 m	- Extr. de até 2,20 m entre 1980 e 2700 m - Sem Extr. no resto	- Extr. de até 1,35 m entre 1980 e 2350 m - Sem Extr. no resto	Sem Extr.	Praticamente sem Extr.	Extr. em todo o trecho de até 1,25 m	Extr. em todo o trecho de até 0,92 m	Sem Extr.
2930–3500 m	Extr. parcial de até 0,62 m	Extr. total de até 2,52 m causado pela MC central	Extr. total de até 4,07 m causado pela MC central	Extr. total de até 4,25 m causado pela MC central	Extr. total de até 0,56 m (sem MC central)	≈ Cen. 4	Extr. total de até 2,87 m causado pela MC central
3500–4386 m	Extr. total de até 3,5 m	Extr. total de até 3,1 m	Extr. total de até 1,0 m	Extr. total de até 1,17 m	Extr. total de até 1,06 m	≈ Cen. 4	Extr. quase total de até 0,4 m

A tabela seguinte procura evidenciar os melhores e piores cenários para cada trecho considerado.

Trecho	Melhores Cenários	Piores Cenários	Observações
0–500 m	Indiferente	Indiferente	- Extravasamento em todos os cenários - Trecho controlado pelo remanso na foz
500–750 m	Indiferente	Indiferente	- Extravasamento em todos os cenários
750–1050 m	0, 1, 2, 3 e 6	4 e 5	- Extravasamento para os cenários 4 e 5 - Eficiência baixa das MC's laterais
1050–1575 m	2, 3 e 6	0, 1, 4 e 5	- Extravasamentos reduzidos para os cenários 2, 3 e 6
1575–1980 m	2 e 6	0	- Extravasamentos em todos os cenários
1980–2930 m	2, 3 e 6	0, 1, 4 e 5	- Extravasamentos praticamente eliminados nos cenários 2, 3 e 6
2930–3500 m	4 e 5	2, 3 e 6	- Extravasamentos em todos os cenários - Os cenários 4 e 5 não consideram MC central
3500–4386 m	6	0	- Extravasamentos para todos os cenários - Efeito significativo da barragem de montante

As seguintes conclusões podem ser extraídas das simulações efetuadas:

- Não existe a supressão total de extravasamentos para qualquer cenário avaliado;
- A remoção das singularidades facilita o escoamento, tendendo a diminuir os NA's máximos nos trechos de montante, porém aumentando-os no trechos de jusante;
- As MC's laterais apresentam baixa eficiência para reduzir NA's máximos, sendo que a MC lateral situada mais a jusante é inútil, pois está situada na área afetada pelo remanso gerado pelo rio Iguaçu;
- A MC central diminui os NA's máximos a jusante, mas não de forma suficiente a eliminar os extravasamentos;
- A inclusão de uma barragem a montante do rio simulado reduz significativamente os NA's máximos, mas não elimina os extravasamentos e tem sua ação limitada ao trecho de montante;
- Os cenários 2, 3 e 6 praticamente eliminam os extravasamentos no trecho 1980-2930 m, sendo que isto ocorre às custas do aumento da capacidade de reservação da MC central, talvez até além do possível.

Em virtude dos resultados obtidos deve-se examinar as seguintes possibilidades:

- Verificar se o aumento da capacidade de descarga do canal, via aumento da seção transversal e/ou diminuição da sua rugosidade, produz os efeitos desejáveis;

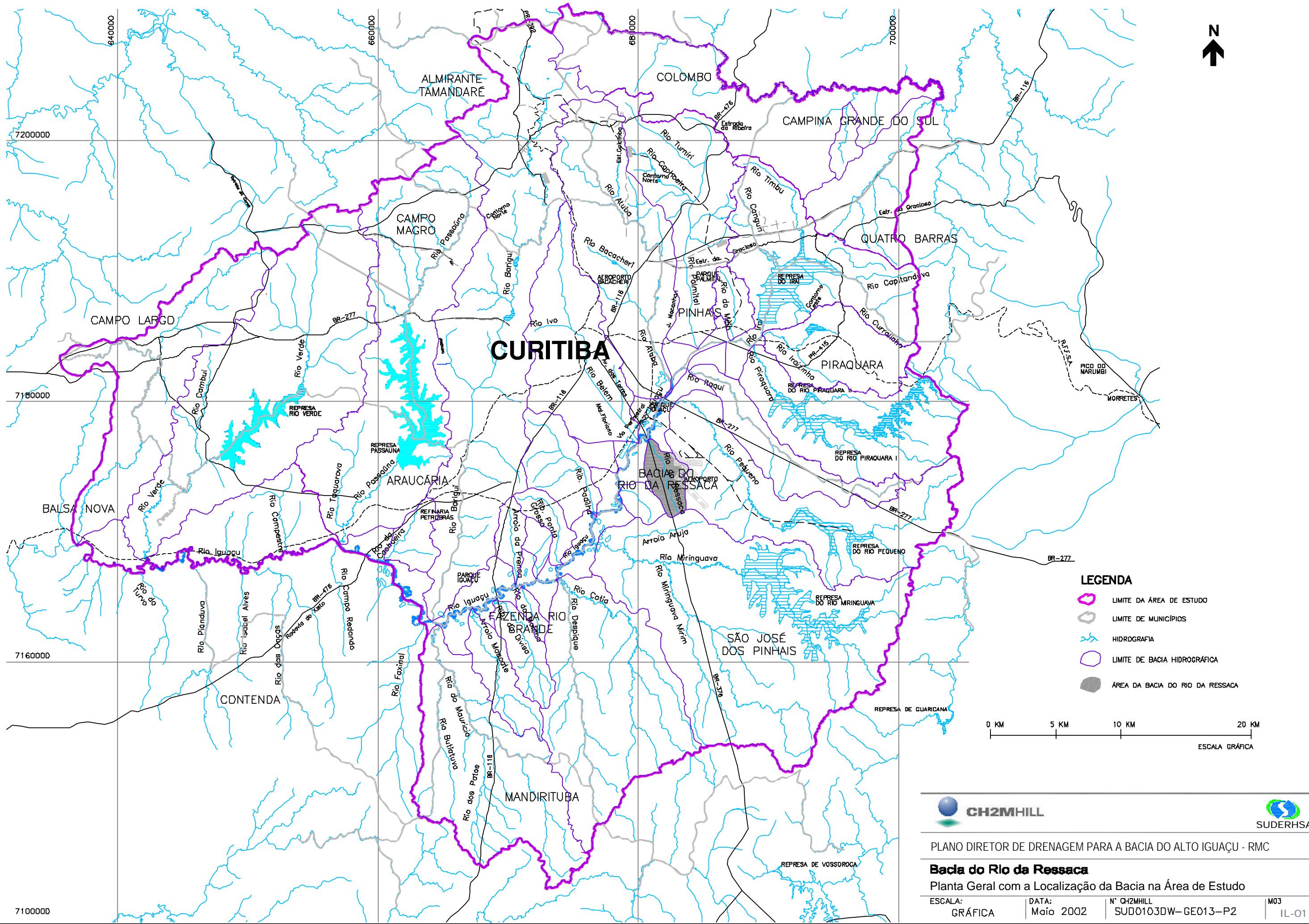
- Tal aumento da capacidade de descarga não deverá produzir efeitos significativos no trecho 0-500 m.
- O caminhamento mais rápido da onda de enchente decorrente do aumento da capacidade de descarga demandará seções transversais progressivamente mais amplas na direção de jusante, as quais talvez não possam ser construídas em virtude da indisponibilidade de espaço físico para tanto.
- A convivência com as inundações pode ser a única alternativa viável, tomando-se medidas necessárias para diminuir-se os danos por elas causados.

ANEXO 7 – COTAS DE NÍVEIS DE ÁGUA

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

RIO	DISTÂNCIA (m)	A 10	A 25	T 10	T 25
RESSACA	0	871,9	871,9	871,9	871,9
RESSACA	159	871,9	871,9	871,9	871,9
RESSACA	170	871,9	871,9	871,9	871,9
RESSACA	210	872,1	872,2	872,1	872,2
RESSACA	280	872,1	872,2	872,1	872,2
RESSACA	500	872,1	872,2	872,2	872,3
RESSACA	850	872,2	872,3	872,2	872,4
RESSACA	1000	872,5	872,8	872,7	873,0
RESSACA	1050	872,6	873,0	872,8	873,2
RESSACA	1090	874,5	875,1	874,8	875,4
RESSACA	1260	874,5	875,1	874,9	875,4
RESSACA	1300	875,8	876,5	876,2	876,7
RESSACA	1380	875,8	876,5	876,2	876,7
RESSACA	1420	875,9	876,6	876,3	876,8
RESSACA	1500	876,0	876,6	876,3	876,9
RESSACA	1525	876,0	876,6	876,3	876,9
RESSACA	1575	877,1	877,9	877,5	878,3
RESSACA	1806	877,1	877,9	877,5	878,3
RESSACA	1980	877,2	877,9	877,5	878,3
RESSACA	2000	877,5	878,1	877,8	878,5
RESSACA	2020	877,8	878,3	878,0	878,6
RESSACA	2500	878,4	878,9	878,6	879,2
RESSACA	2860	878,9	879,4	879,1	879,6
RESSACA	3000	880,5	880,9	880,6	881,1
RESSACA	3000	880,5	880,9	880,6	881,1
RESSACA	3280	881,1	881,4	881,2	881,6
RESSACA	3320	883,3	884,1	883,8	884,4
RESSACA	3400	883,3	884,1	883,8	884,4
RESSACA	3500	883,3	884,1	883,8	884,4
RESSACA	3530	883,4	884,1	883,8	884,4
RESSACA	3570	885,1	885,8	885,4	886,2
RESSACA	3630	885,1	885,8	885,4	886,2
RESSACA	3670	885,8	886,6	886,2	886,9
RESSACA	3780	885,8	886,6	886,2	886,9
RESSACA	3820	886,5	887,4	887,0	887,9
RESSACA	3880	886,5	887,4	887,0	887,9
RESSACA	3920	888,0	888,9	888,5	889,3
RESSACA	4000	888,0	888,9	888,5	889,3
RESSACA	4130	888,0	888,9	888,5	889,3
RESSACA	4170	888,7	889,4	889,1	889,8
RESSACA	4280	888,7	889,4	889,1	889,8
RESSACA	4320	889,6	890,3	890,0	890,6
RESSACA	4386	889,6	890,3	890,0	890,6

ANEXO 8 – DESENHOS



- LEGENDA**
- LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO
 - LIMITE DE MUNICÍPIOS
 - HIDROGRAFIA
 - LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
 - ÁREA DA BACIA DO RIO DA RESSACA

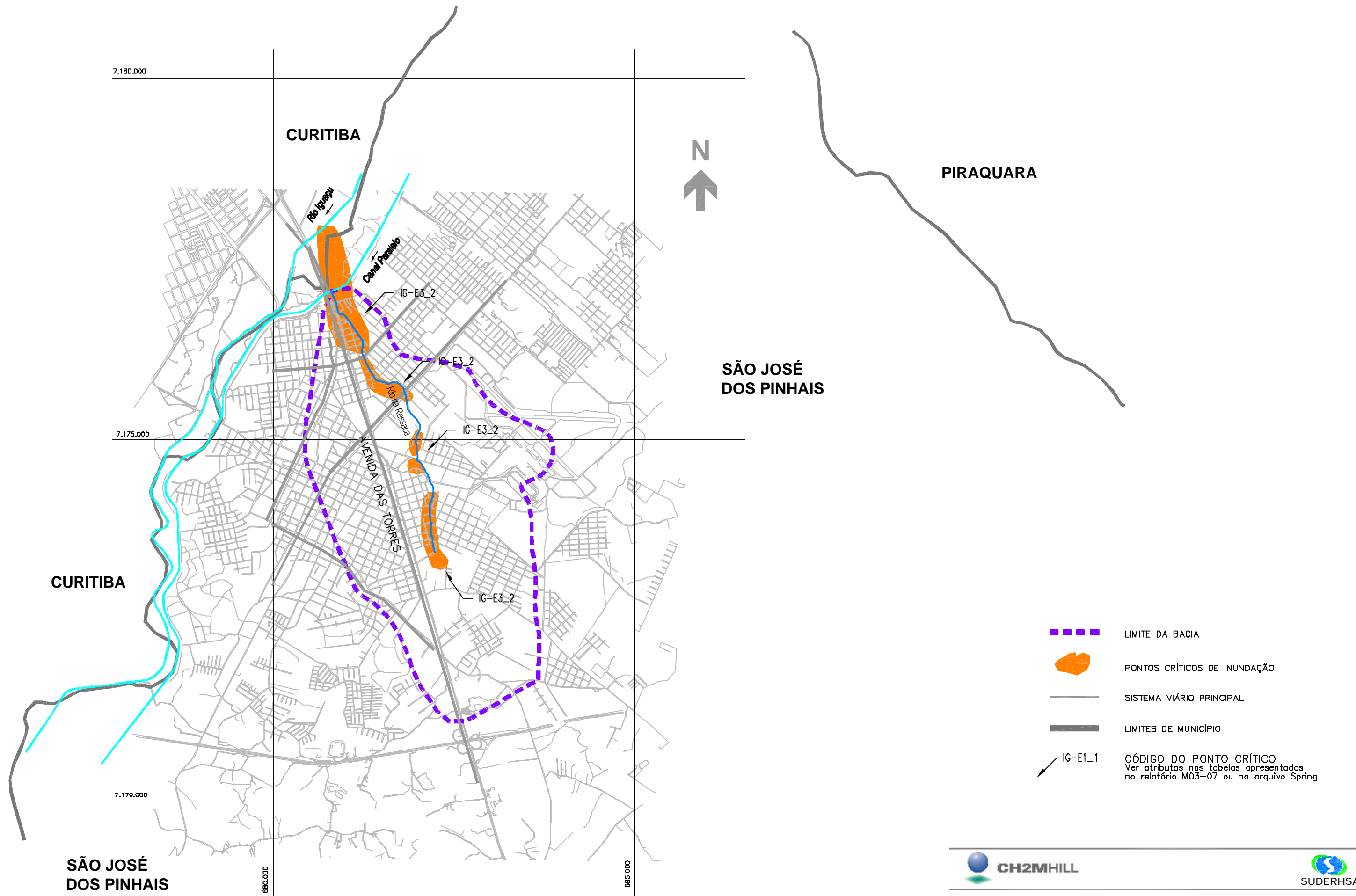
0 KM 5 KM 10 KM 20 KM
ESCALA GRÁFICA








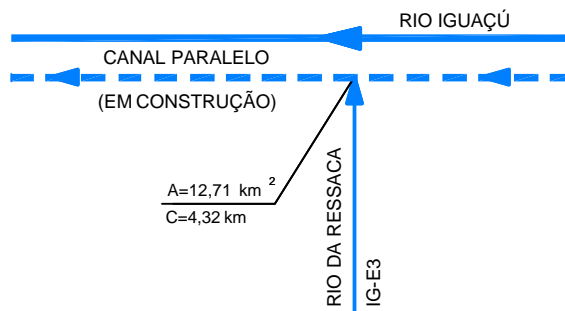
PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio da Ressaca
Planta Geral com a Localização da Bacia na Área de Estudo

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Maio 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-GE013-P2	M03 IL-01
--------------------	--------------------	-----------------------------------	--------------



-  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



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

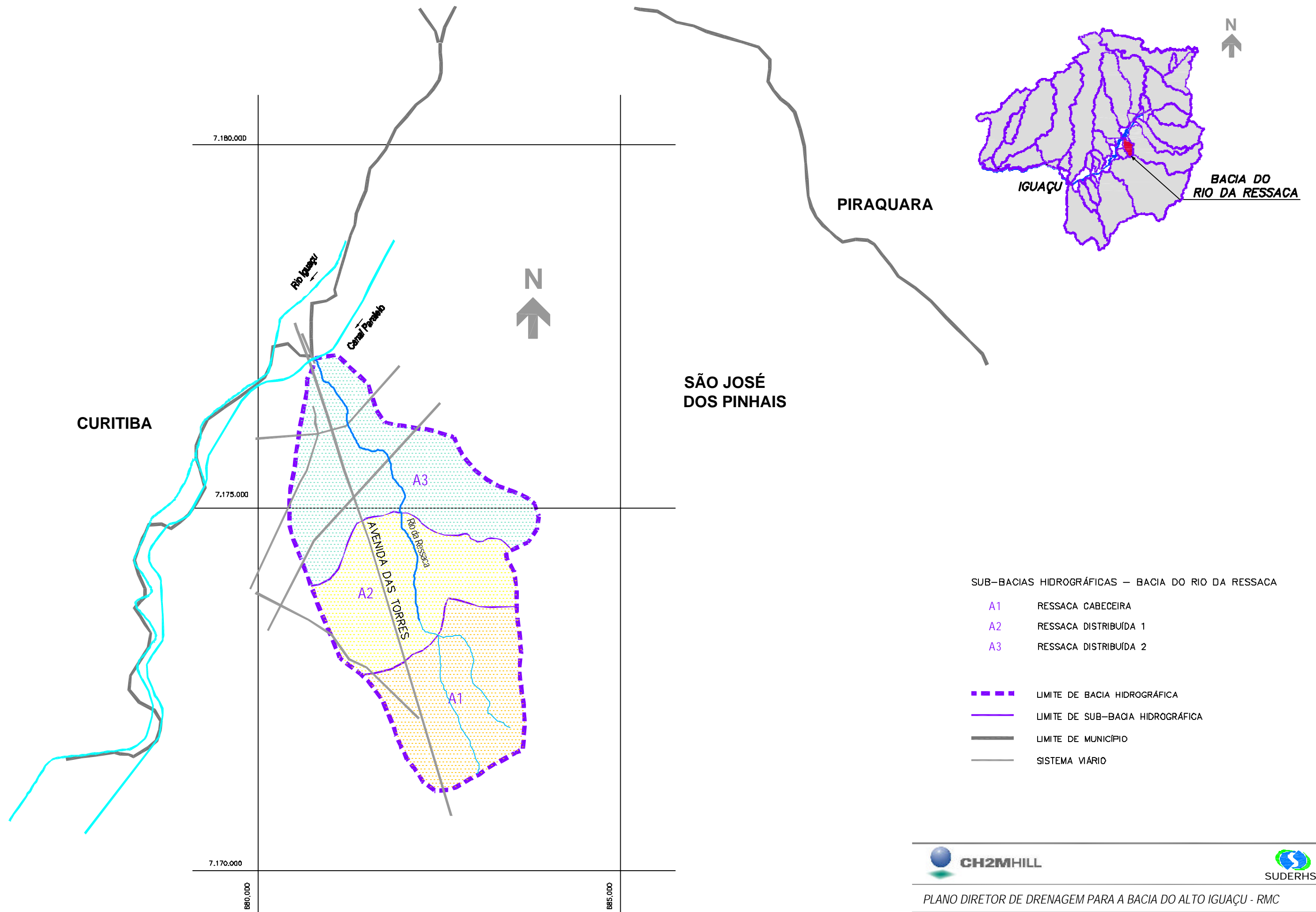


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio da Ressaca

DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

ESCALA: S/ESCALA	DATA: Maio 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR222-P1	M03 CO01
---------------------	--------------------	-----------------------------------	-------------



SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS – BACIA DO RIO DA RESSACA

- A1 RESSACA CABECEIRA
- A2 RESSACA DISTRIBUÍDA 1
- A3 RESSACA DISTRIBUÍDA 2

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

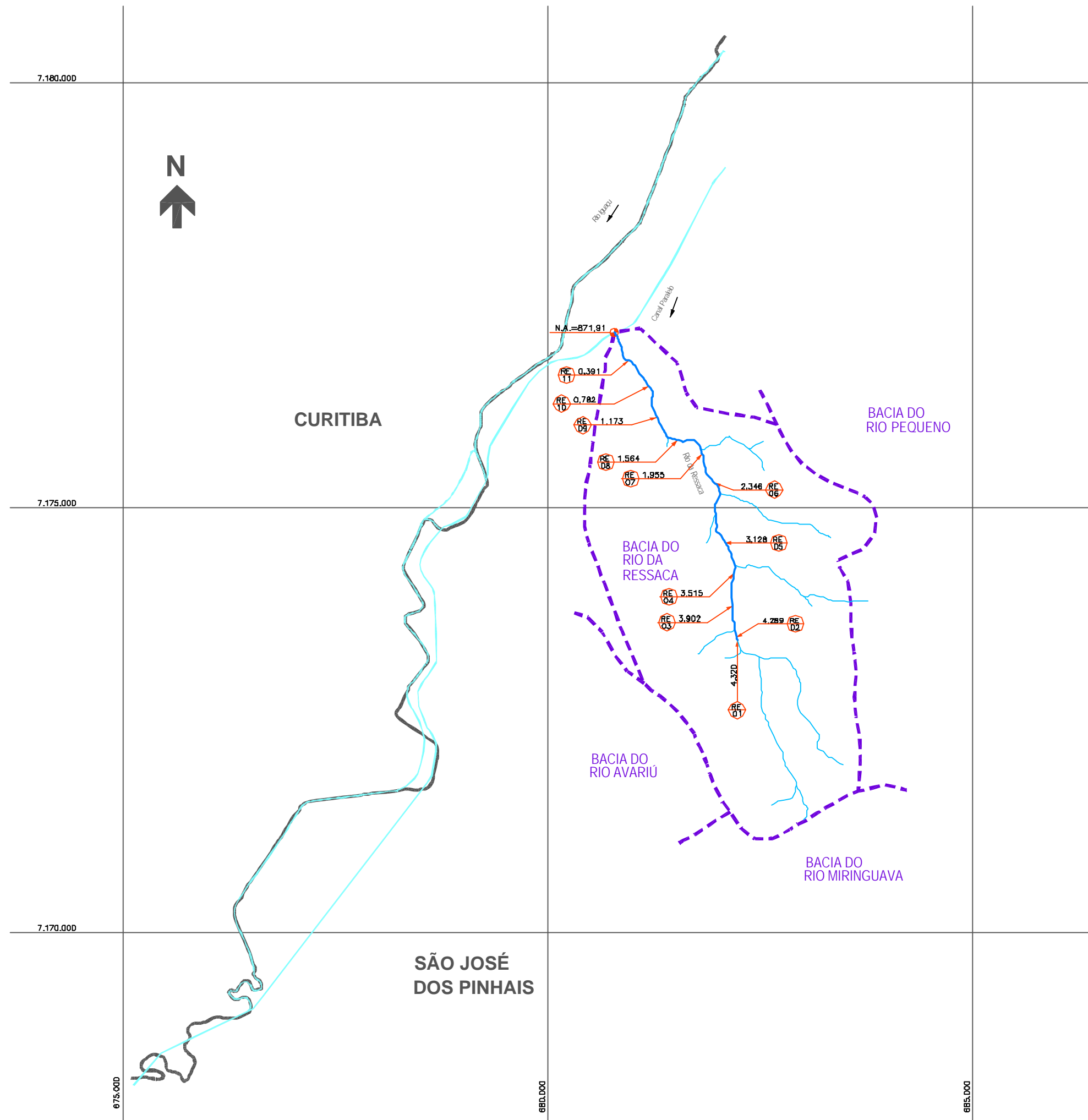


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio da Ressaca
SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

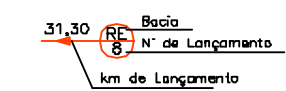
PONTOS DE ENTRADA DE VAZÃO

Nº	OPERAÇÃO HIDROLÓGICA	SUB-BACIA
RE 01	Ressaca Cabeceira	A1
RE 02	Ressaca Distribuída 1.1	A2
RE 03	Ressaca Distribuída 1.2	A2
RE 04	Ressaca Distribuída 1.3	A2
RE 05	Ressaca Distribuída 1.4	A2
RE 06	Ressaca Distribuída 2.1	A3
RE 07	Ressaca Distribuída 2.2	A3
RE 08	Ressaca Distribuída 2.3	A3
RE 09	Ressaca Distribuída 2.4	A3
RE 10	Ressaca Distribuída 2.5	A3
RE 11	Ressaca Distribuída 2.6	A3



LEGENDA

- Limite de Bacia
- Trechos de Macro drenagem
- Trechos de Micro drenagem



NÍVEL DE ÁGUA NO IGUAÇU

N.A.=871,91



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

Bacia do Rio da Ressaca

Condições de Contorno para o Modelo Hidrodinâmico

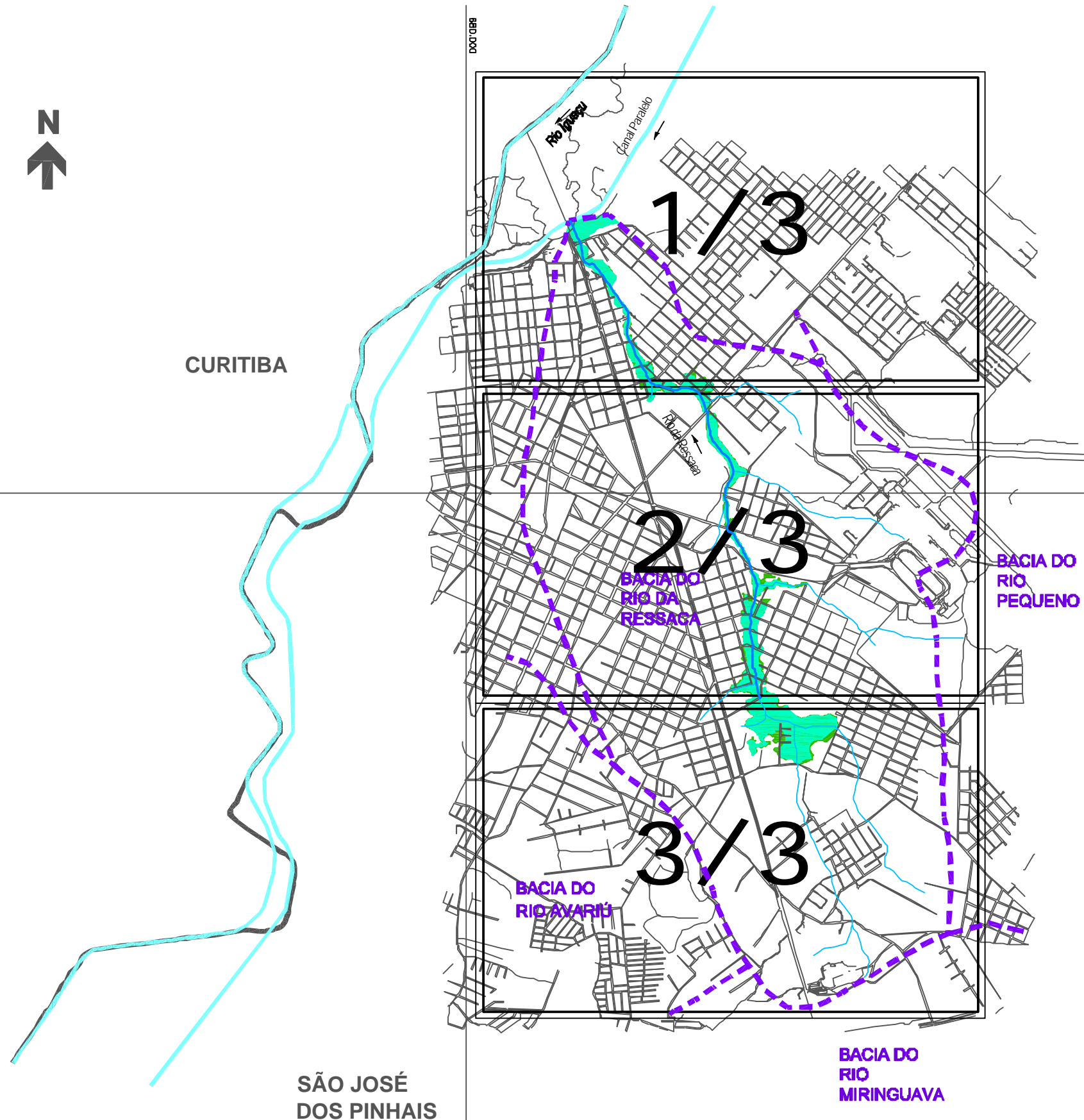
ESCALA: GRÁFICA	DATA: Maio 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW- WR223-P1	M03 CO02
--------------------	--------------------	------------------------------------	-------------



CURITIBA

7.175.000

500'000 500'000



SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

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

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

1/3

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS 1:10.000

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

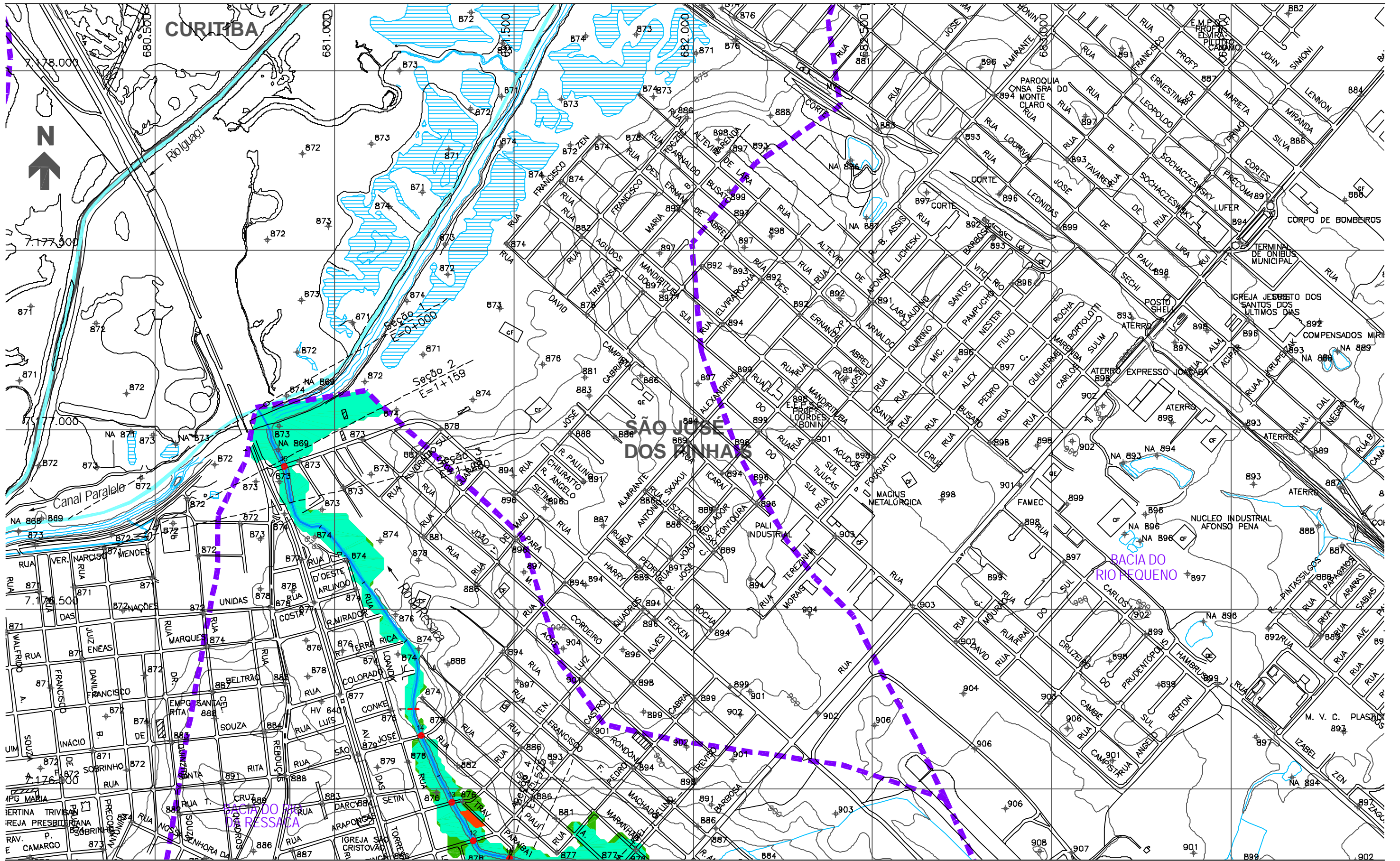
7.170.000



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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - PLANTA GERAL - ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Ago 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR224-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 À PRECISÃO DE PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

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

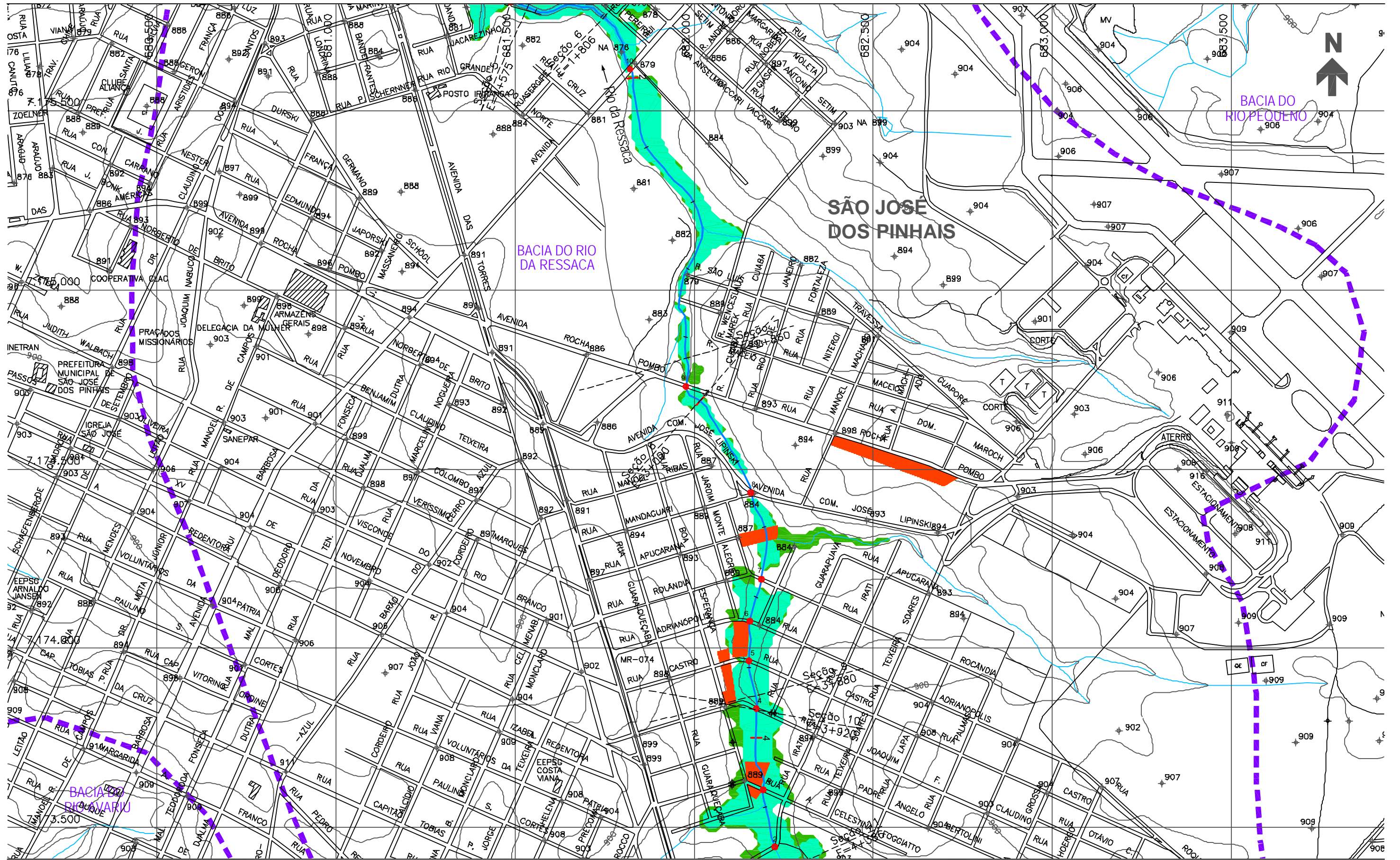
OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

CH2MHILL **SUDERHSA**

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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-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

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

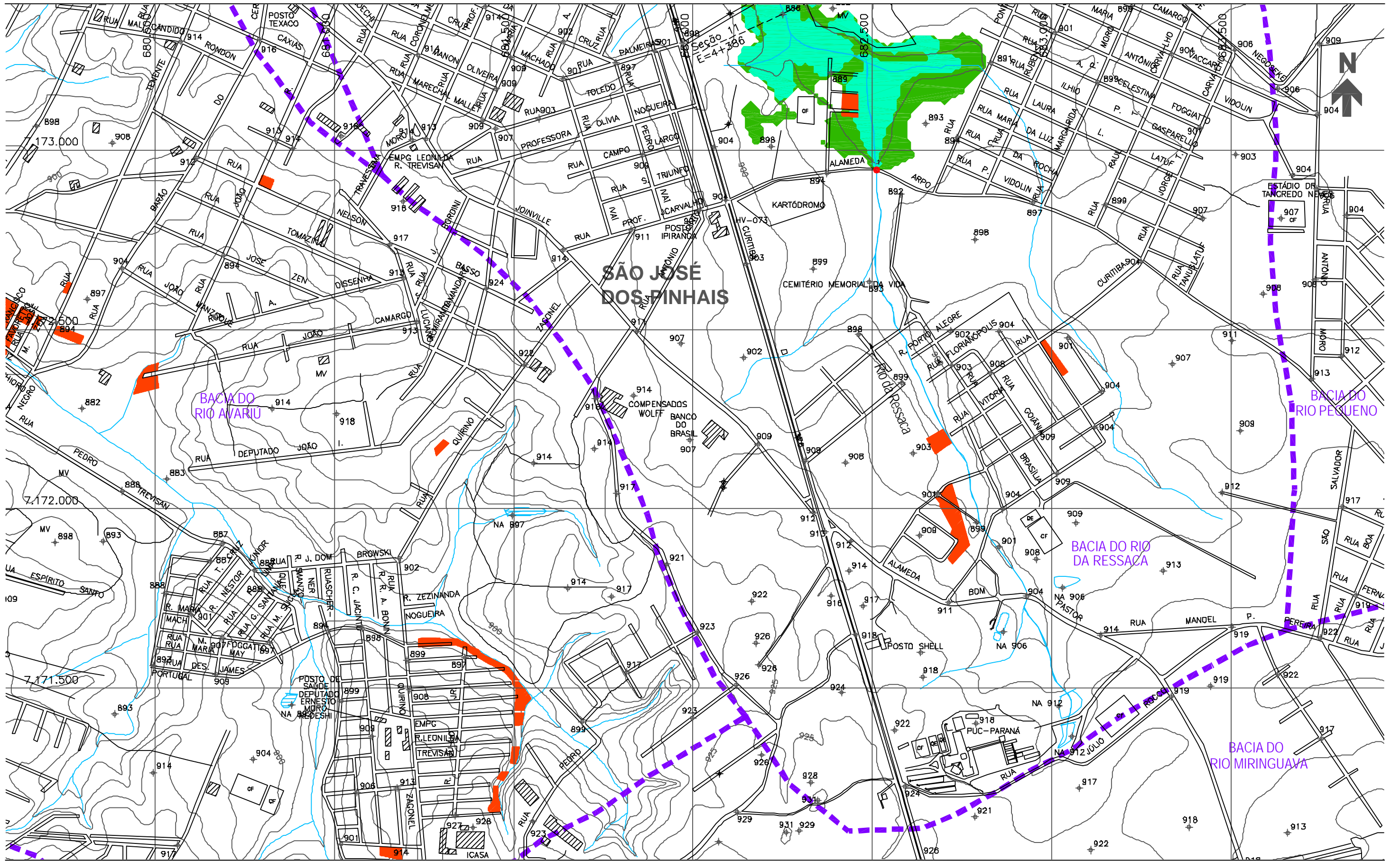
- CONVENÇÃO
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
 - ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
 - ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
 - ÁREAS URBANIZADAS
 - ÁREAS DE LAGOAS
 - ESTACA
 - SISTEMA DE MACRODRENAGEM
 - SISTEMA DE MICRODRENAGEM
 - SEÇÕES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

CH2MHILL

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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-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

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

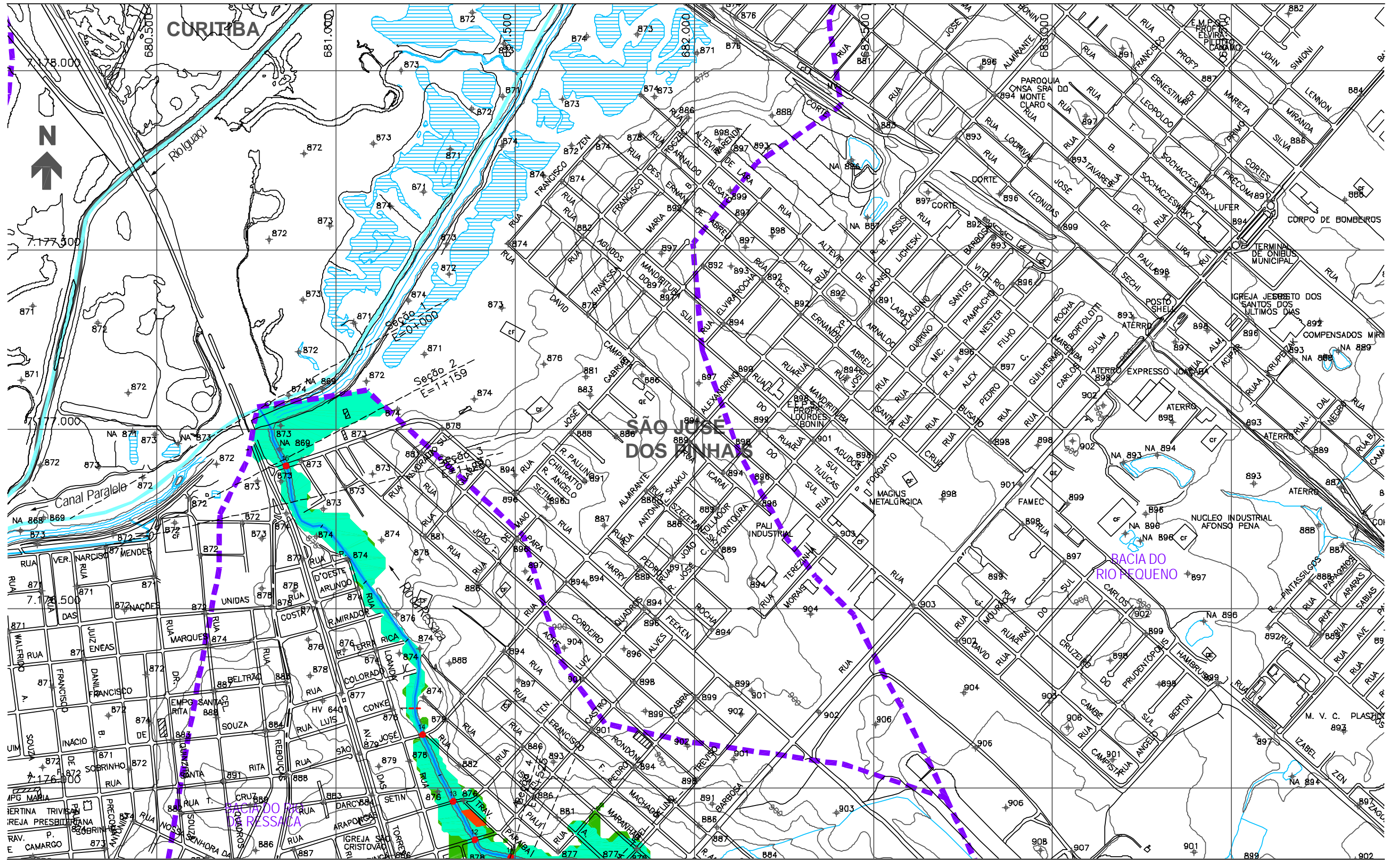


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio da Ressaça
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-P2 M03 CA 3/3

OBS.: PROJEÇÃO UTM
 DATUM SAD69



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

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

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

CONVENÇÃO

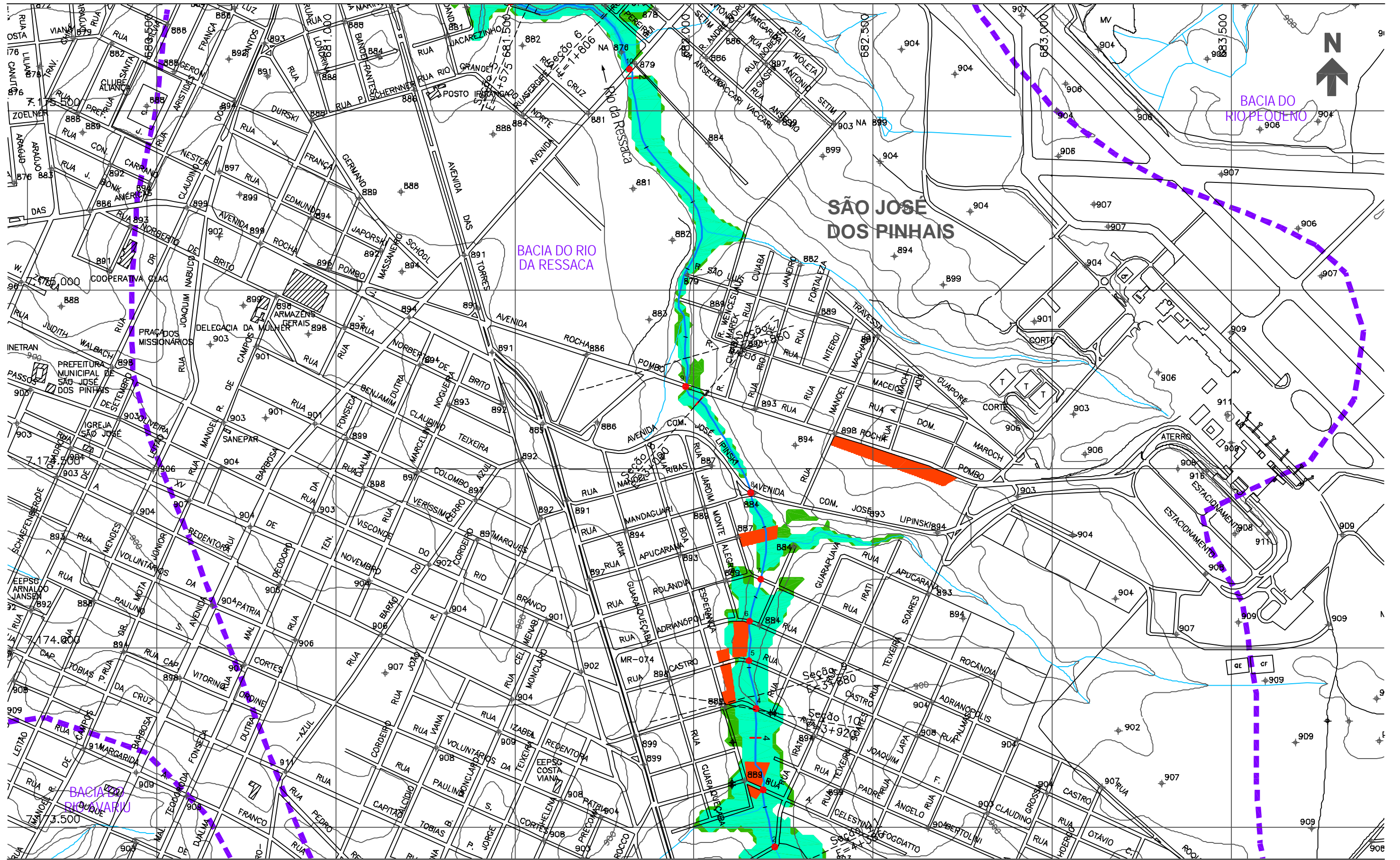
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE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



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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL

ESCALA: 1 : 10.000 | DATA: Agosto 2002 | N° CH2MHILL SUDO103DW-WR225-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

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

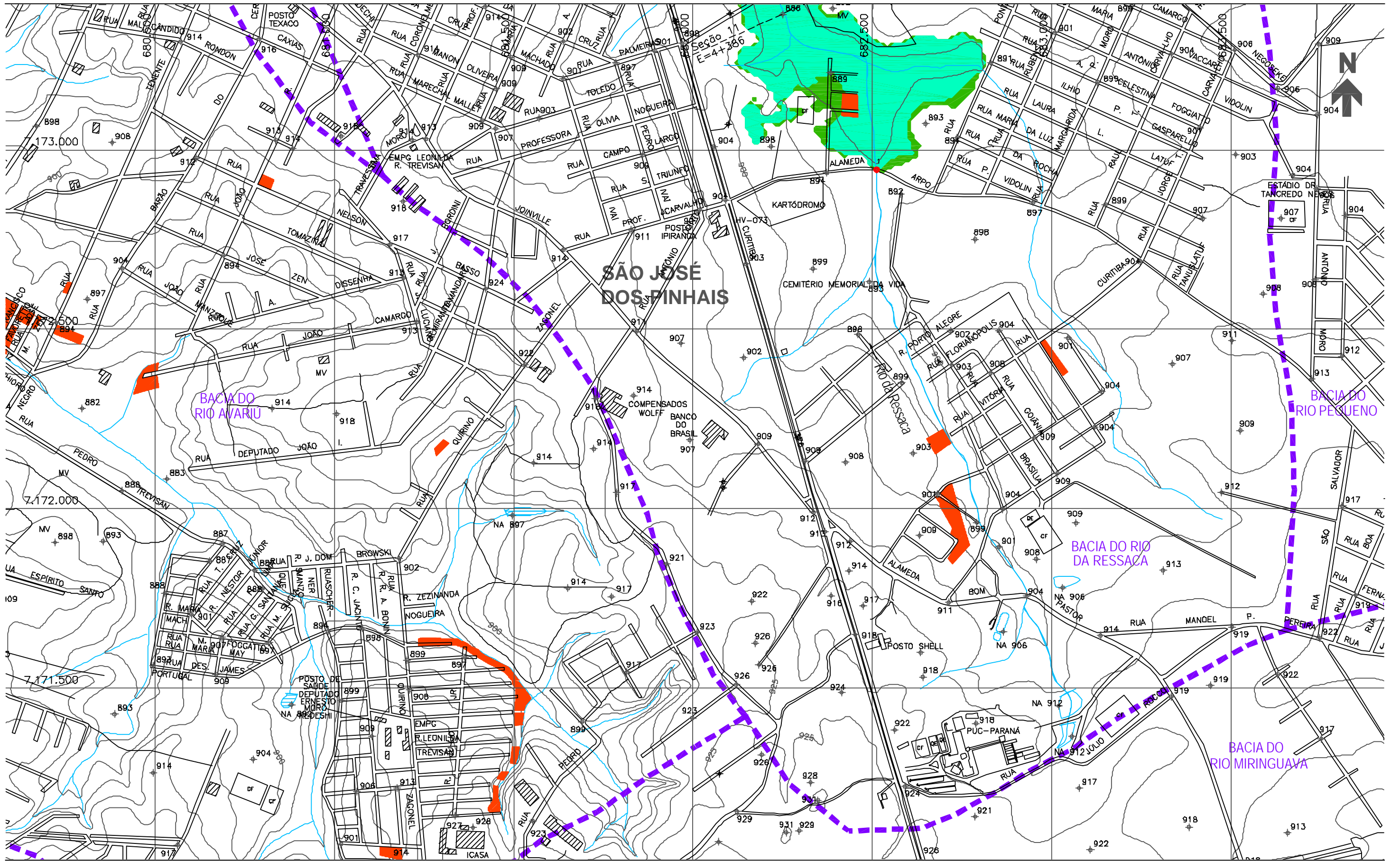
- CONVENÇÃO
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
 - ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
 - ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
 - ÁREAS URBANIZADAS
 - ÁREAS DE LAGOAS
 - ESTACA
 - SISTEMA DE MACRODRENAGEM
 - SISTEMA DE MICRODRENAGEM
 - SEÇÕES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

CH2MHILL

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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-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

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

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

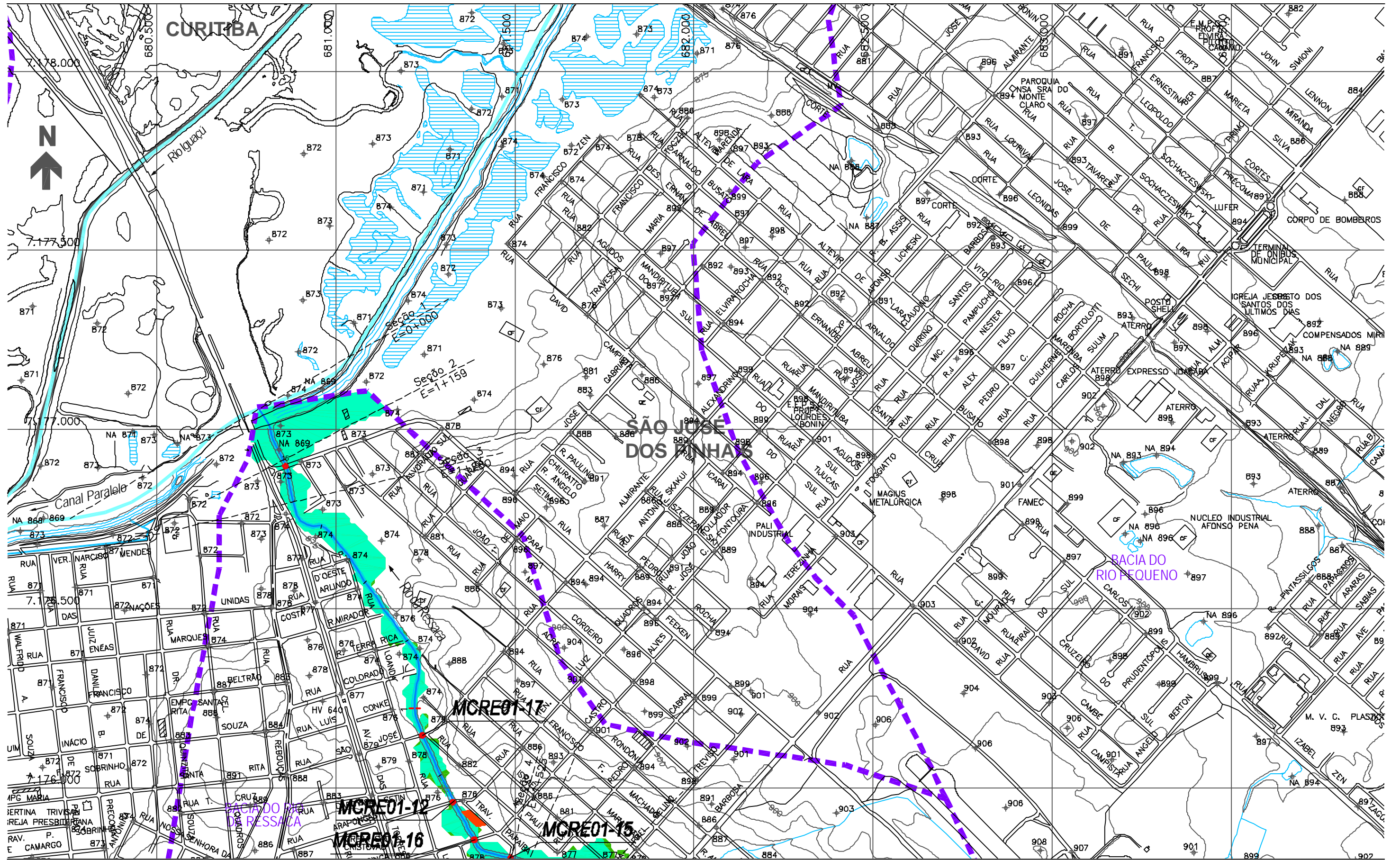
- CONVENÇÃO
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
 - ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
 - ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
 - ÁREAS URBANIZADAS
 - ÁREAS DE LAGOAS
 - ESTACA
 - SISTEMA DE MACRODRENAGEM
 - SISTEMA DE MICRODRENAGEM
 - SEÇÕES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

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL

ESCALA: 1 : 10.000	DATA: Agosto 2002	N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-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

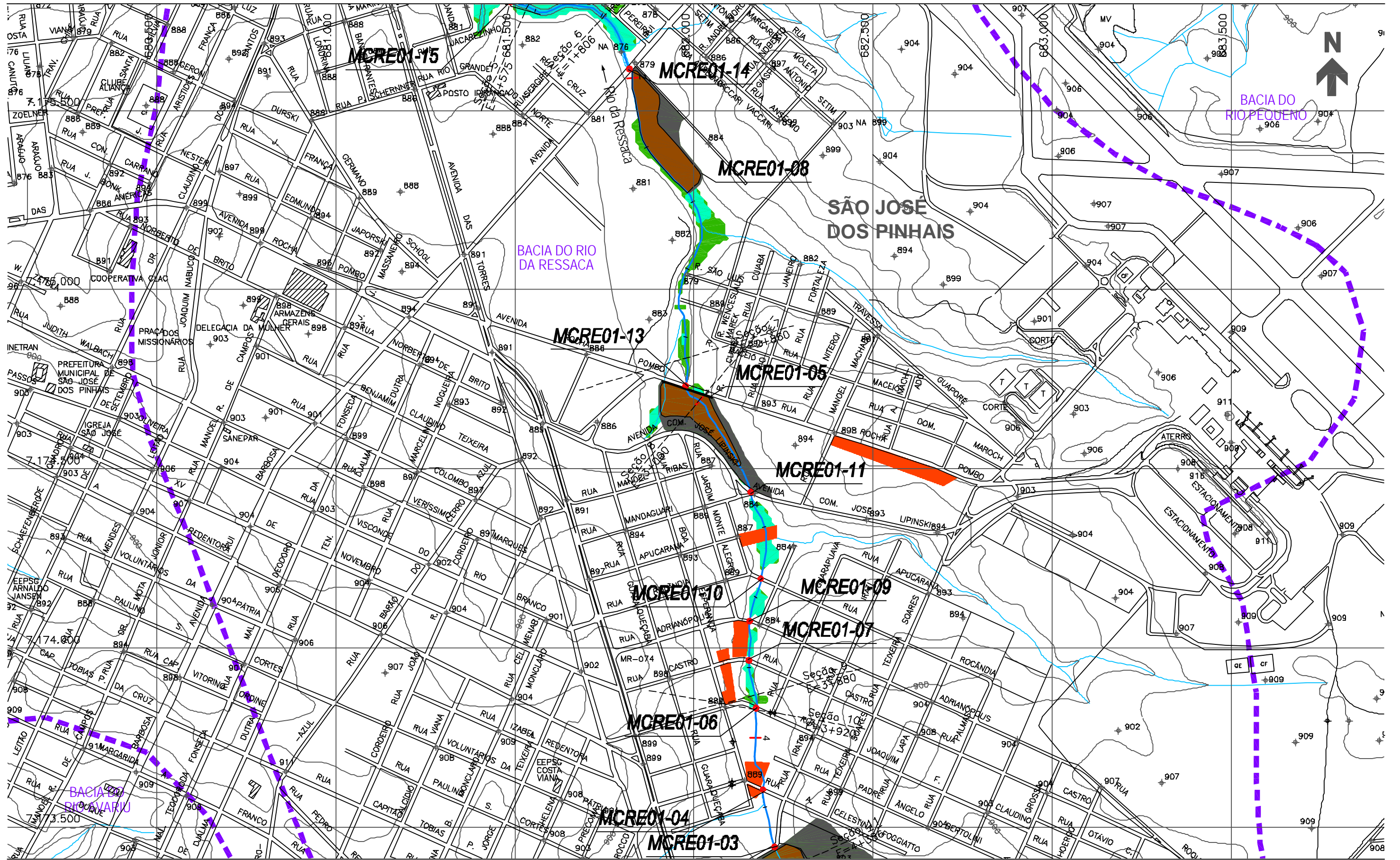
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOS
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE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



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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Agosto 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-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

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

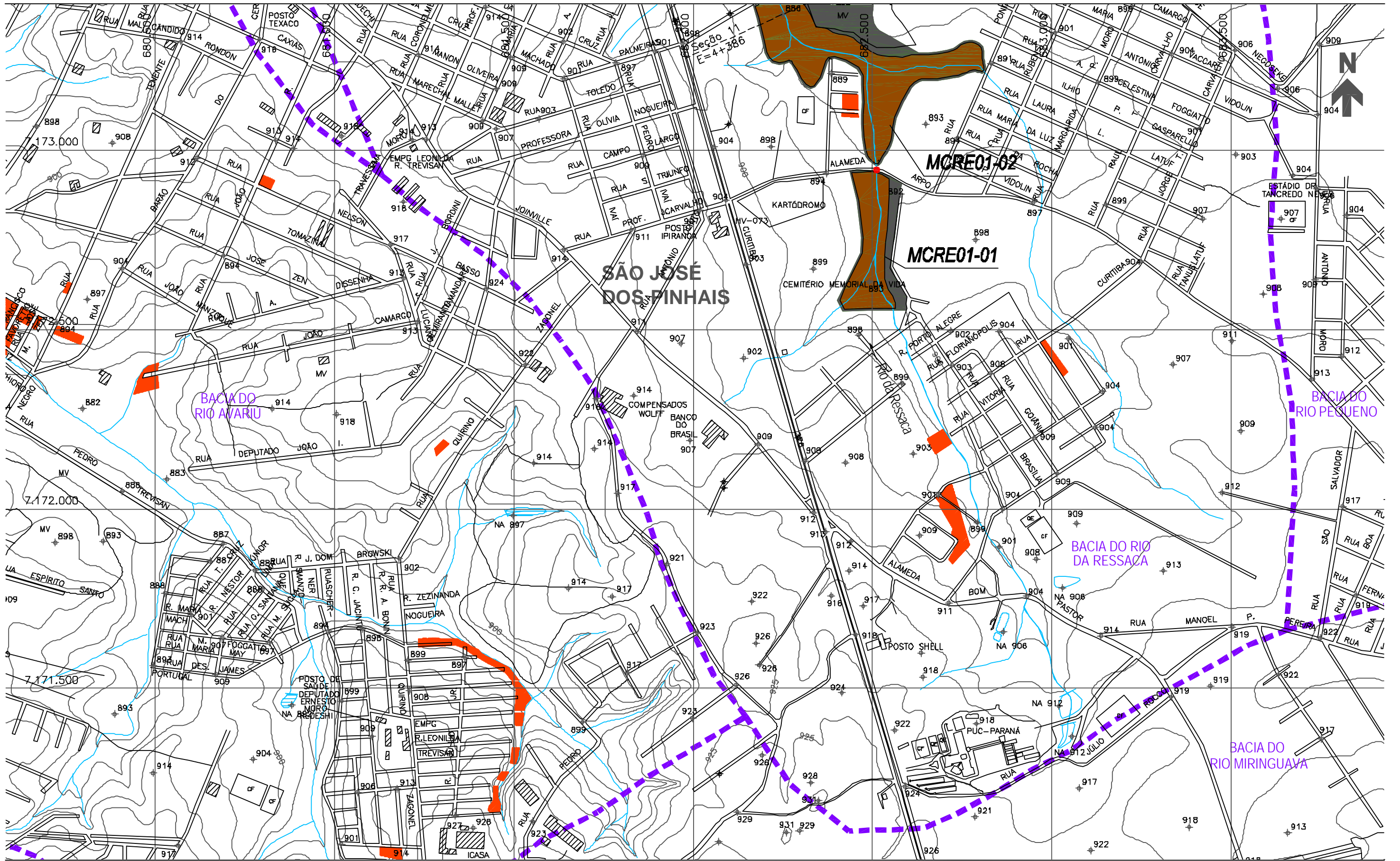
- CONVENÇÃO
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
 - ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
 - ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
 - ÁREAS URBANIZADAS
 - ÁREAS DE LAGOAS
 - ESTACA
 - SISTEMA DE MACRODRENAGEM
 - SISTEMA DE MICRODRENAGEM
 - SEÇÕES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




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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000	DATA: Agosto 2002	N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-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

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

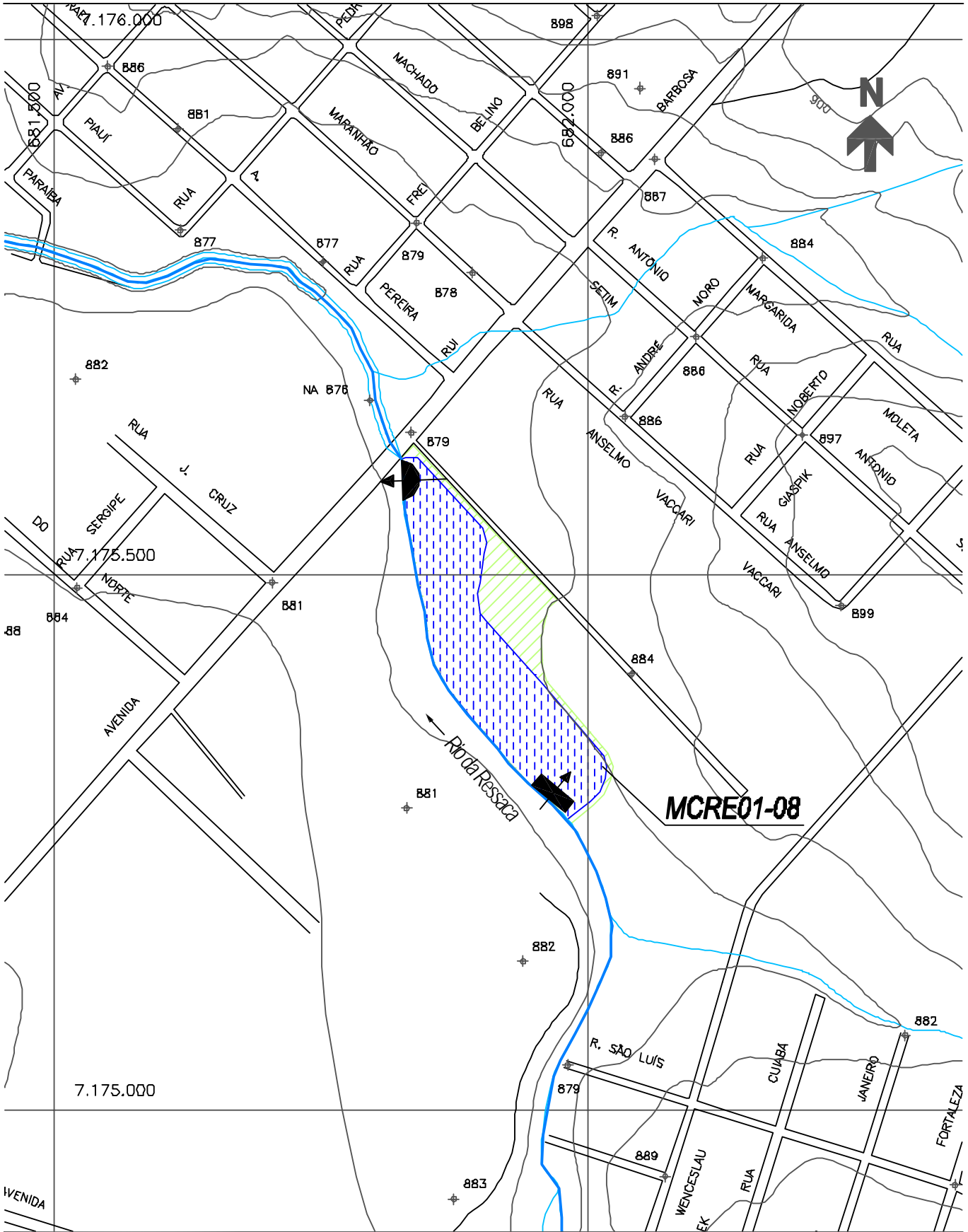
OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69






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

Bacia do Rio da Ressaca
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000	DATA: Agosto 2002	N° CH2MHILL SUD0103DW-WR225-P2
		M03 CD 3/3



MCRE01-08

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

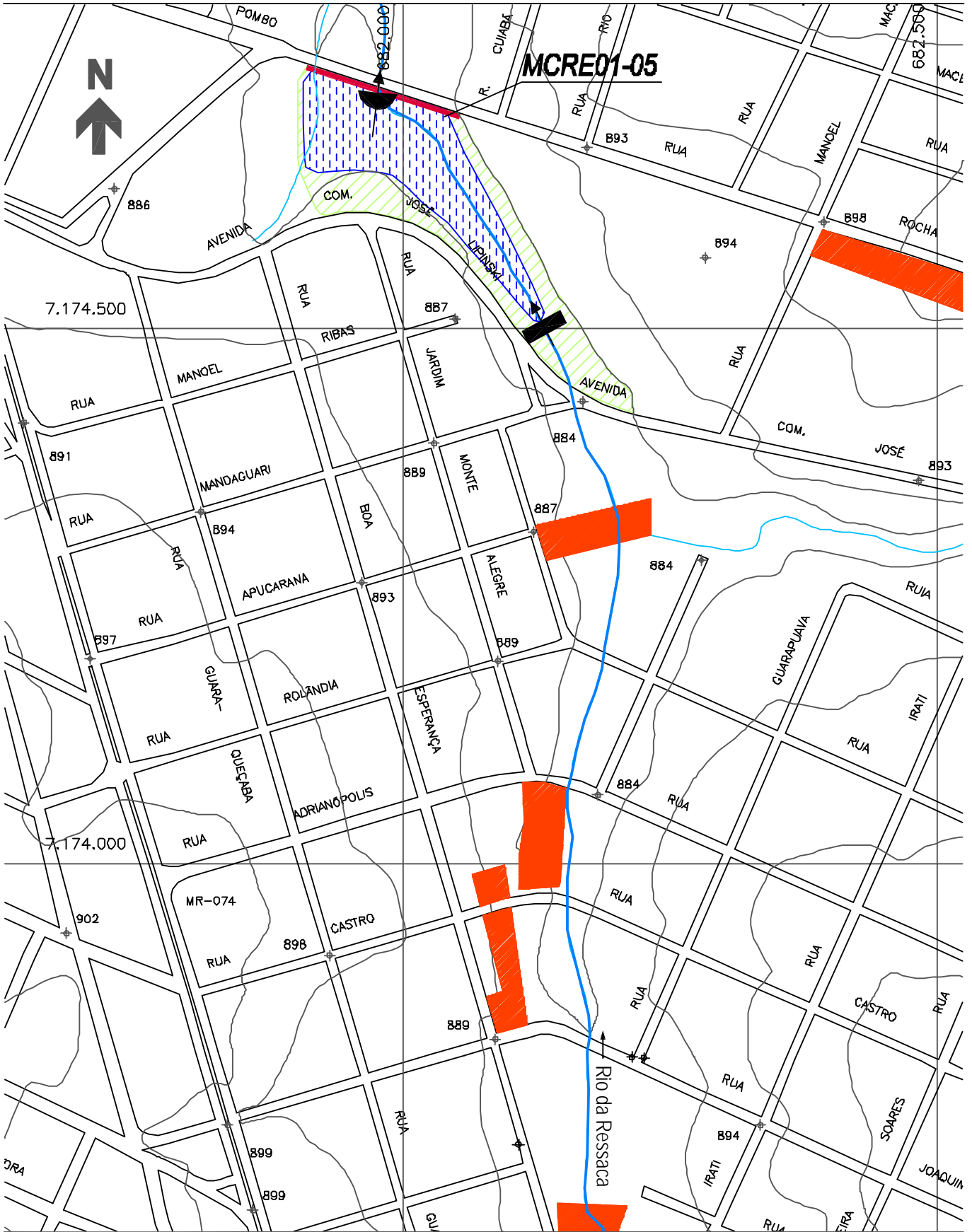


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC






Medidas de Controle de Enchentes - Bacia do Rio da Ressaca

MCRE 01-08 - Lagoa de Acumulação Lateral

ESCALA: 1 : 5.000	DATA: Maio 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR226-P1	FL C004/1
----------------------	--------------------	-----------------------------------	--------------



CONVENÇÃO

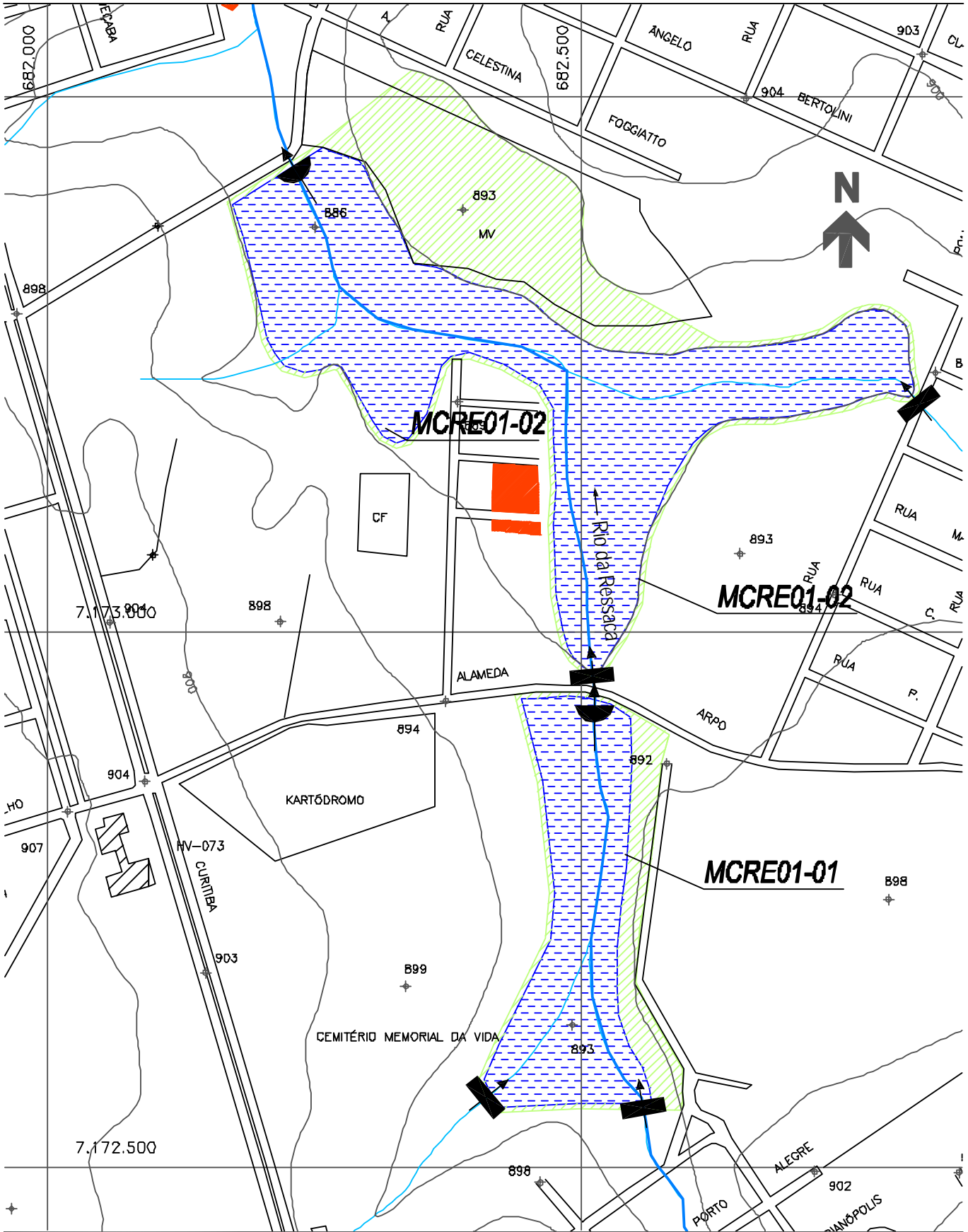
-  Limite da Lagoa de Acumulação
-  Unidade de Entrada
-  Unidade de Saída
-  Área Urbanizada
-  Área da Lagoa








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

Medidas de Controle de Enchentes - Bacia do Rio da Ressaca
MCRE 01-05 - Lagoa de Acumulação Central

ESCALA: 1 : 5.000	DATA: Maio 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR226-P1	FL C004/2
----------------------	--------------------	-----------------------------------	--------------



- 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 Rio da Ressaca

MCRE 01-01 e MCRE 01-02 - Lagoas de Acumulação Lateral

ESCALA: 1 : 5.000	DATA: Maio 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR226-P1	FL C004/3
----------------------	--------------------	-----------------------------------	--------------