



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 4.1
MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO DO MOINHO

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 4.1

MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO DO MOINHO

**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 4.1 – RIO DO MOINHO

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	4
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	10
6	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDRODINÂMICAS	12
6.1	CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL	12

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 – COTAS DE NÍVEIS DE ÁGUA

ANEXO 7 – DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS

Nº	Título	Escala
IL-01	Bacia do Rio do Moinho Planta Geral com a Localização da Bacia	1:100000
C001	Bacia do Rio do Moinho Diagrama Unifilar	S/ escala
T050	Bacia do Rio do Moinho Sub-Bacias Hidrográficas	1:50000
C002	Bacia do Rio do Moinho Condições de Contorno	Gráfica
C003	Bacia do Rio do Moinho Áreas de Risco de Inundação - Articulação das Folhas	Gráfica
CA 1/2 e CA2/2	Bacia do Rio do Moinho Manchas de Inundação – Cenário Atual - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10000
CTD1/2 e CTD2/2	Bacia do Rio do Moinho Manchas de Inundação – Cenário Tendencial e Dirigido - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10000
I001	Bacia do Rio do Moinho Planta Geral	1:50000

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 do Moinho, 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 de 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 o objeto de estudo objeto deste relatório, formulados para a avaliação das inundações dos rios da bacia do Alto Iguaçu, mencionando-se os principais critérios adotados em cada caso nas simulações.

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 rio do Moinho. 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.

No caso da bacia do rio do Moinho em que o uso do solo, em toda a sua extensão, possui nas condições atuais características rurais, mantendo-se assim para a situação futura, estando as áreas de risco de inundação localizadas nas várzeas naturais do rio, não são propostas medidas estruturais para controle de inundações, por não serem necessárias.

2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio do Moinho é afluente da margem esquerda do rio Iguaçu. A sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de cerca de 5 km², estando totalmente localizada no município de Fazenda Rio Grande.

A localização da Bacia do rio do Moinho 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 do Moinho e considerados para a simulação hidrodinâmica 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 um trecho de 2,54 km do rio do Moinho é apresentada no Volume 3 – Tomo 3.1 do Relatório Final, compreendendo informações sobre os seguintes elementos:

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

2.2.2 Singularidades

Caracteriza-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.

A singularidade encontrada nesta bacia é um bueiro tubular, situado na estaca 2+433, de diâmetro 0,80 m, sob a Av. Brasil e está locada nos desenhos CA1/2 e CTD1/2.

2.2.3 Obras e Projetos

Não foram identificados projetos e programas de obras de drenagem para execução nesta bacia.

2.2.4 Áreas Inundáveis

Não foram indicadas pela Prefeitura Municipal de Fazenda Rio Grande áreas inundáveis nesta bacia.

2.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

2.3.1 Atendimento Atual

Sendo uma região de características rurais, a Bacia do rio do Moinho não conta com um sistema público de esgotamento, sua população urbana atual de 160 habitantes (1999) utiliza-se de sistemas individuais para dar destino aos seus esgotos sanitários.

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), o atendimento será feito por tratamentos individualizados, constituídos por unidades que recebem o esgoto de uma ou de pequenos grupos de edificações, efetuando o tratamento e a disposição final dos efluentes recebidos. A implantação desses sistemas teria início no ano de 2006.

A evolução do atendimento da população urbana da Bacia do rio do Moinho pelos sistemas individualizados de esgotamento sanitário no Cenário Proposto (Cenário D) até o horizonte do plano, ano 2020, é a mostrada na Tabela 2.1 a seguir:

**Tabela 2.1 Bacia do Rio do Moinho
Programa de Atendimento pelo Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto**

Parâmetro de Atendimento	Ano			
	2005	2010	2015	2020
População Urbana (hab)	292	390	473	573
População Atendida pelos sistemas constituídos de tratamentos individualizados (hab)	-	332	426	516
Índice de Atendimento (%)	-	85,1	90,1	90,1

Fonte: CH2M HILL

2.4 USO DO SOLO

A Bacia do rio do Moinho apresenta em toda a sua extensão características rurais, com uma população urbana atual (1999) de 160 habitantes.

Segundo os prognósticos, esta característica seria mantida em todo o período de planejamento, até o ano 2020. A projeção do crescimento da população urbana está mostrada na Tabela 2.1 acima.

Os estudos de evolução da mancha urbana, desenvolvidos para toda a área de estudo do plano de drenagem, são mostrados no Volume 3 - Tomo 3.3 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 do Moinho foi dividida em 4 sub-bacias e para elas foram definidos todos os parâmetros necessários para a modelagem. No contexto da bacia hidrográfica do rio do Moinho, o sistema hídrico simulado compreenderá o curso principal do rio, o que perfaz cerca de 2,5 km, cuja abrangência espacial pode ser visualizada no desenho T050.

O rio do Moinho 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 do Moinho 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 foram consideradas as condições atuais da rede de macrodrenagem, não sendo contemplada a implantação de qualquer medida de controle visando à contenção e controle de cheias.

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.

No caso específico da bacia do rio do Moinho, o uso do solo no cenário atual, em toda a sua extensão, possui características rurais. A projeção realizada para o cenário tendencial para a bacia do rio do Moinho não apresenta alterações na cobertura do solo, apresentando, portanto, no cenário tendencial, a mesma resposta hidrológica que o cenário atual.

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

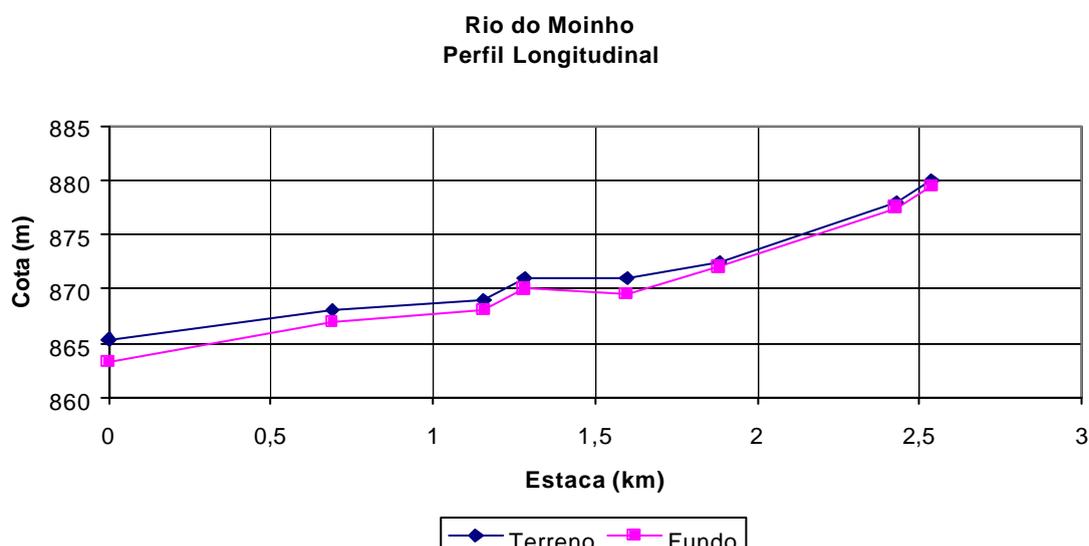
Para o desenvolvimento dos trabalhos de delimitação de áreas de risco de inundação nos trechos de macrodrenagem da bacia do Alto Iguaçu, através de modelagem matemática, foi utilizada a base cartográfica, na escala 1:10.000, preparada pela SUDERHSA, como elemento de seu Sistema de Informações para Gestão de Recursos Hídricos – SIRGH. Para o presente relatório, abrangendo a bacia do rio do Moinho, essa base foi complementada com cartas do programa Paranacidade, na escala 1:2.000, com curvas de nível a cada metro, elaboradas em 1996 e 1997.

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 extraíndo-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. O perfil longitudinal do rio do Moinho é apresentado a seguir.



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 de cada seção levantada do leito menor 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 do Moinho, foram definidas oito seções transversais e sete tramos de macrodrenagem, de modo a caracterizar o comportamento do relevo do terreno. Estas seções transversais, resultantes da composição do leito menor com a várzea, serviram como dados de entrada para o módulo hidrodinâmico do Mike 11.

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 $n = 0,04$ para o leito menor e $n = 0,08$ para a várzea, nos sete tramos do trecho de macrodrenagem.

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 rio do Moinho considerado nas simulações tem início na sua foz no rio Iguaçu, prolongando-se por uma extensão de 2.537 m, até a estaca 2+537, 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 864,50.

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 do Moinho, 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 do Moinho, considerando os períodos de retorno de 10 e 25 anos.

Através desses gráficos pode-se observar que a linha da envoltória das cotas máximas de inundação não se altera do cenário atual para o cenário tendencial, para ambos os períodos de retorno, devido às características de impermeabilização da bacia praticamente não sofrerem alterações de um cenário para o outro, consequência do baixo índice de urbanização previsto para a bacia.

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.

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 praticamente não há diferença entre os níveis máximos de água ao longo do período de planejamento, consequência do baixo índice de urbanização previsto para a bacia conforme já mencionado anteriormente.

Outro fato observado é a pequena alteração, no máximo de cerca de 0,35 m, que ocorre nas cotas de níveis máximos de água para os períodos de retorno de 10 e 25 anos, de um dado cenário, em algumas estacas.

Tabela 6.1 Nível Máximo e Vazão de Pico – Rio do Moinho

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
0+691	868,48	868,83	868,48	868,83	26,1	41,4	26,3	41,6
1+156	870,32	870,60	870,32	870,61	25,6	40,4	25,8	40,6
1+283	871,28	871,39	871,28	871,39	25,4	39,9	25,5	40,1
1+598	871,75	871,96	871,75	871,96	24,2	37,5	24,3	37,6
1+882	873,20	873,33	873,20	873,33	21,5	32,7	21,6	32,8
2+429	878,88	879,02	878,88	879,02	20,3	31,0	20,4	31,1
2+537	880,39	880,47	880,40	880,47	20,7	31,9	20,8	32,0

Fonte: CH2M HILL

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

Tabela 6.2 Cotas de Extravasamento e Lâminas de Inundação – Rio do Moinho

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
0+691	868,00	0,48	0,83	0,48	0,83
1+156	869,00	1,32	1,60	1,32	1,61
1+283	871,00	0,28	0,39	0,28	0,39
1+598	870,00	1,75	1,96	1,75	1,96
1+882	872,50	0,70	0,83	0,70	0,83
2+429	878,00	0,88	1,02	0,88	1,02
2+537	880,00	0,39	0,47	0,40	0,47

Fonte: CH2M HILL

6.1.3 Cotogramas e Hidrogramas de Saída

Nos Anexos 3 e 4 são apresentados, respectivamente, os cotogramas e hidrogramas e para as seções das estacas 1+156, 1+598, 1+882, 2+429 e 2+537, resultantes da modelagem para os períodos de retorno de 10 e 25 anos dos cenários atual e tendencial. Através dos hidrogramas pode-se verificar a translação das ondas de enchentes no trecho de macrodrenagem definido. Nos cotogramas 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 da bacia do rio do Moinho para os cenários atual e tendencial e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CA1/2, CA2/2, CTD1/2 e CTD2/2.

No caso específico desta bacia, onde o crescimento previsto para a urbanização do cenário atual para o tendencial praticamente não altera as condições de impermeabilização dos solos, as áreas de risco para os mesmos períodos de retorno são praticamente idênticas para os dois cenários.

De um modo geral, verifica-se uma mancha de inundação contínua, desde a estaca zero, junto ao rio Iguaçu, até a estaca 3+000. Pode-se observar pequenos acréscimos da área de inundação para o período de retorno de 25 anos, em relação ao de 10 anos, em alguns dos tramos do trecho de macrodrenagem.

As áreas de risco de inundações delimitadas pela modelagem atingem somente áreas de várzea não ocupadas, que deverão ser preservadas. Não há para a bacia do rio do Moinho, portanto, necessidade de implantação de medidas de controle estruturais.

Segundo informações das prefeituras, colhidas da pesquisa de inundação do Plano Diretor de Drenagem, essas áreas estão realmente sujeitas a inundações podendo ser originadas tanto pelo remanso do rio Iguaçu como pela insuficiência hidráulica dos canais de macrodrenagem.

Cabe observar que o bueiro tubular situado na estaca 2+433, de diâmetro 0,80 m, sob a Av. Brasil, não tem capacidade suficiente para permitir que haja o escoamento da vazão de enchente igual a 20,4 m³/s (Cenário Tendencial - TR = 10 anos) sem que ocorra o galgamento das águas sobre o leito carroçável desta avenida. O trecho a jusante deste bueiro não apresenta nenhuma interferência para o escoamento das vazões de cheias.

Os desenhos apresentados foram elaborados com o auxílio de um módulo do programa Spring, desenvolvido pelo INPE, com a finalidade de representar a área de inundação, a partir de 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 do Moinho, em toda a extensão do trecho de macrodrenagem, apresentando nos pontos de maior amplitude uma largura de cerca de 150 m. São, portanto, as áreas ribeirinhas inundáveis que são ocupadas naturalmente pelo rio nas épocas das chuvas correspondentes aos tempos de recorrência estudados.

Estas áreas possuem características predominantemente rurais e as previsões efetuadas, que têm como horizonte o ano 2020, indicam que esta característica permanecerá praticamente inalterada. Observa-se, também, que as áreas ribeirinhas inundáveis não são utilizadas para habitação ou

para quaisquer outros usos antrópicos. Assim, as inundações previstas pela modelagem realizada não causarão maiores transtornos ou prejuízos.

A situação acima descrita e os resultados das simulações indicam, portanto, não ser necessário implantar, no período de planejamento destes estudos, medidas estruturais de controle de enchentes na bacia do rio do Moinho.

Da mesma forma, recomenda-se que medidas não estruturais sejam implantadas visando à preservação das características naturais de permeabilidade da bacia e a não alteração do regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto e que também atuam no sentido da recuperação, proteção e manutenção da qualidade das águas.

Para o bueiro tubular situado na estaca 2+433 sob a Av. Brasil, de diâmetro 0,80 m, recomenda-se a sua substituição apenas quando da pavimentação desta via, cujas obras necessárias dependerão da elaboração desse projeto.

Figura 6.1

Legenda das figuras 6.2 em diante.

As figuras a que se referem a 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.

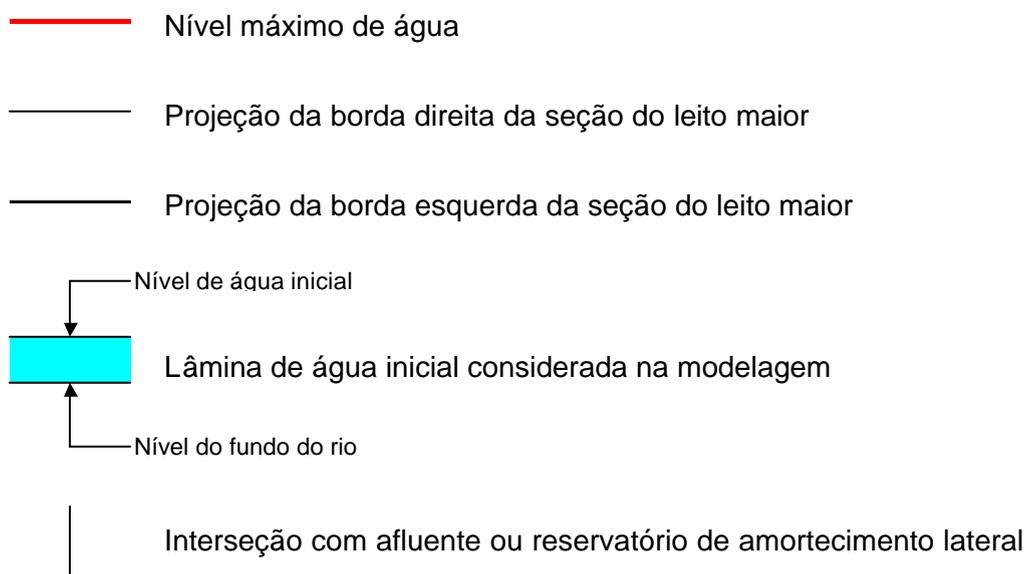


Figura 6.2

Simulação Hidrodinâmica do Rio do Moinho – Níveis Máximos na Macro drenagem
 Cenário Atual - Tr 10 anos

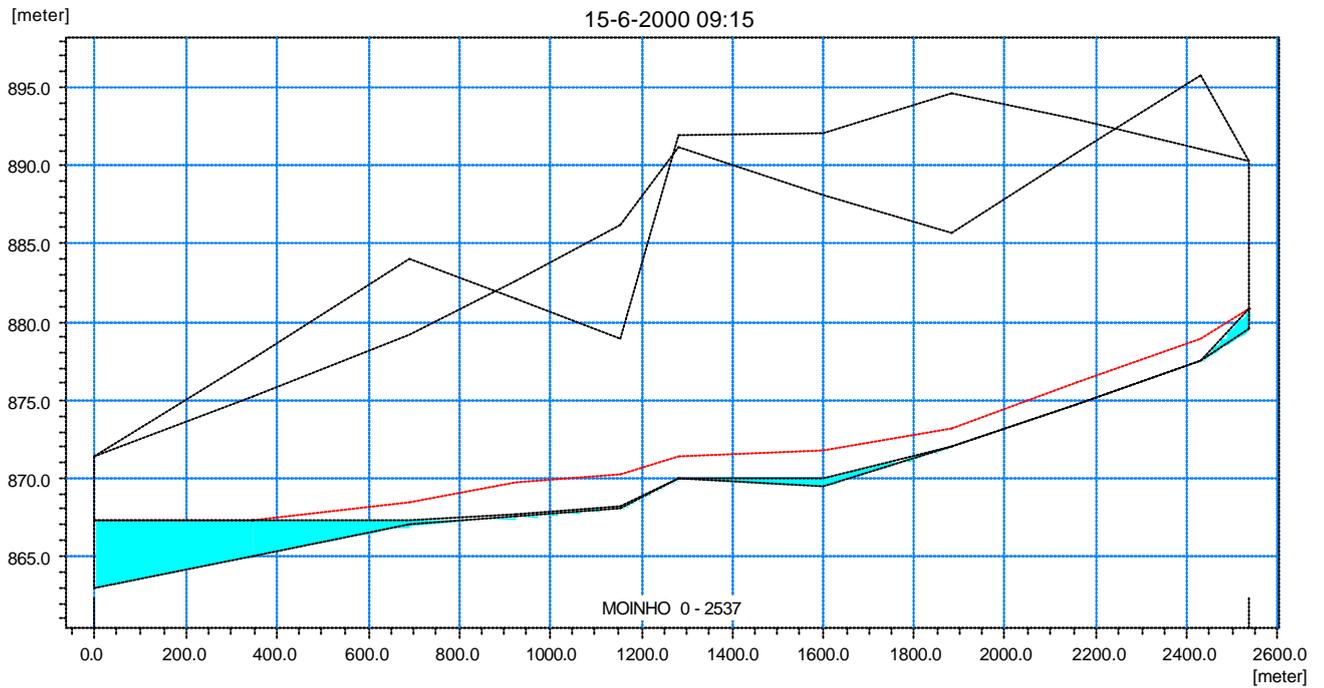


Figura 6.3

Simulação Hidrodinâmica do Rio do Moinho – Níveis Máximos na Macro drenagem
 Cenário Tendencial - Tr 10 anos

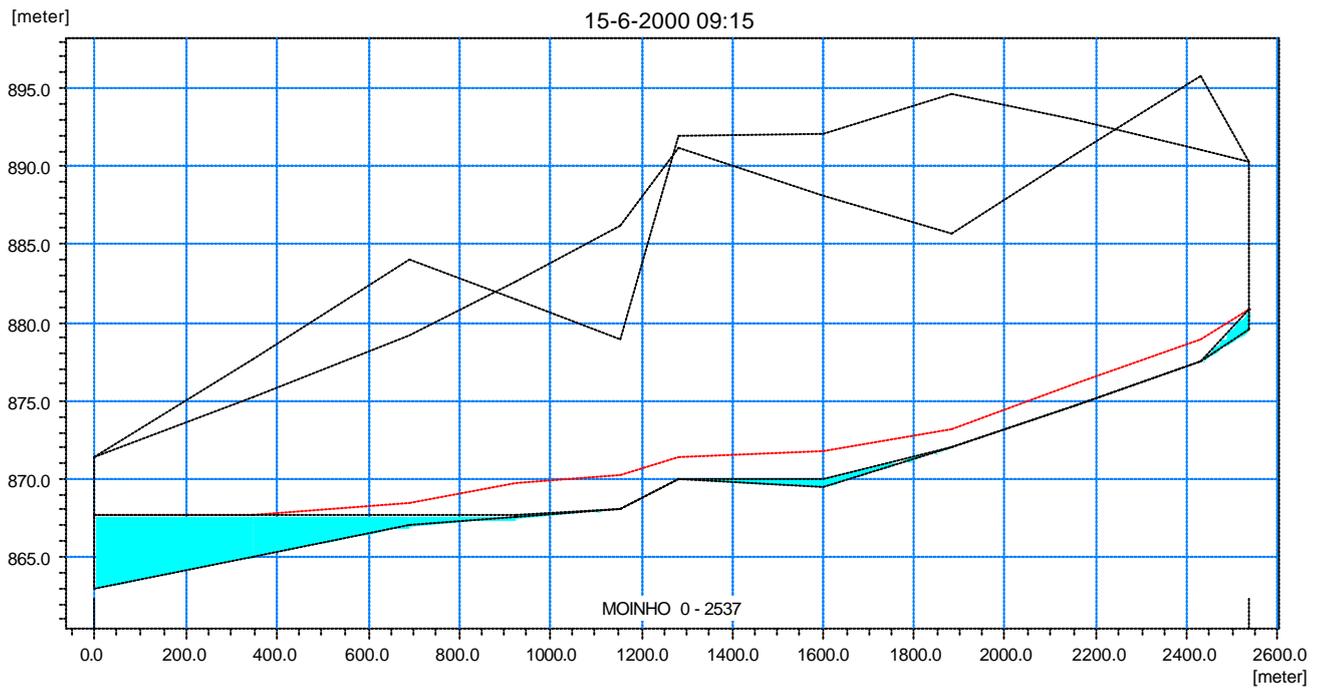


Figura 6.4

Simulação Hidrodinâmica do Rio do Moinho – Níveis Máximos na Macro drenagem
 Cenário Atual - Tr 25 anos

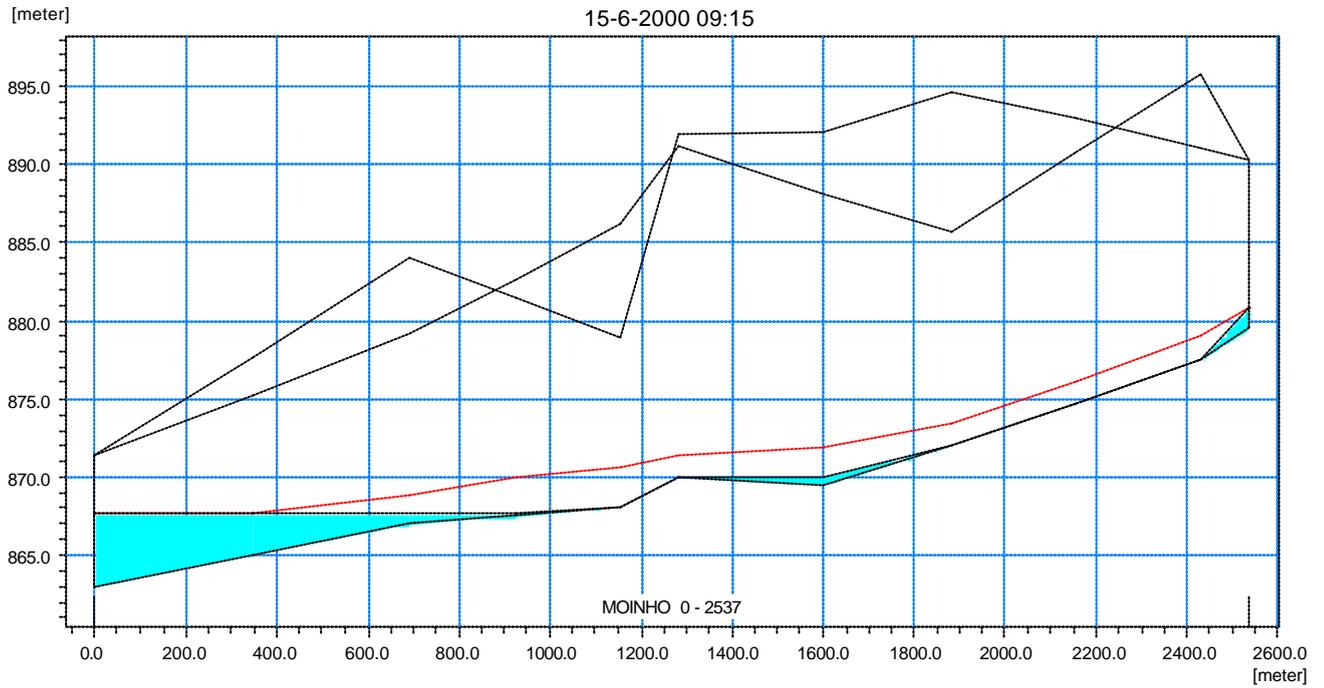
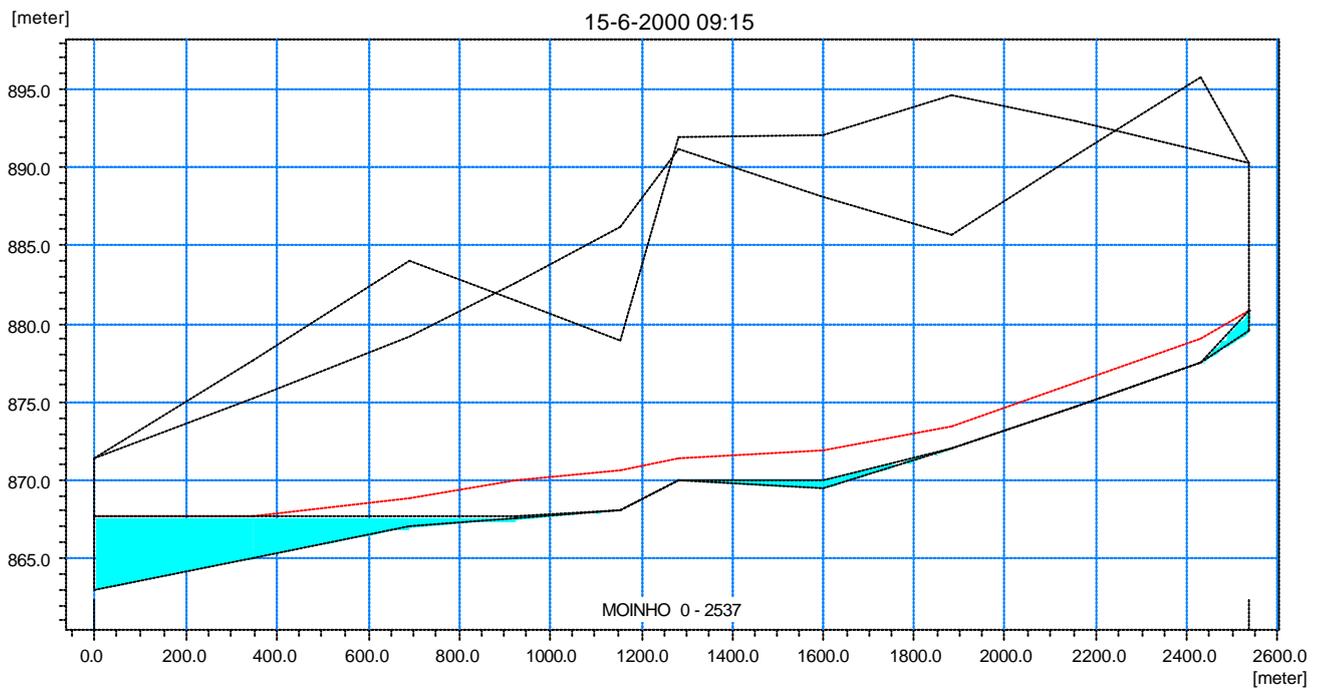


Figura 6.5

Simulação Hidrodinâmica do Rio do Moinho – Níveis Máximos na Macro drenagem
 Cenário Tendencial - Tr 25 anos



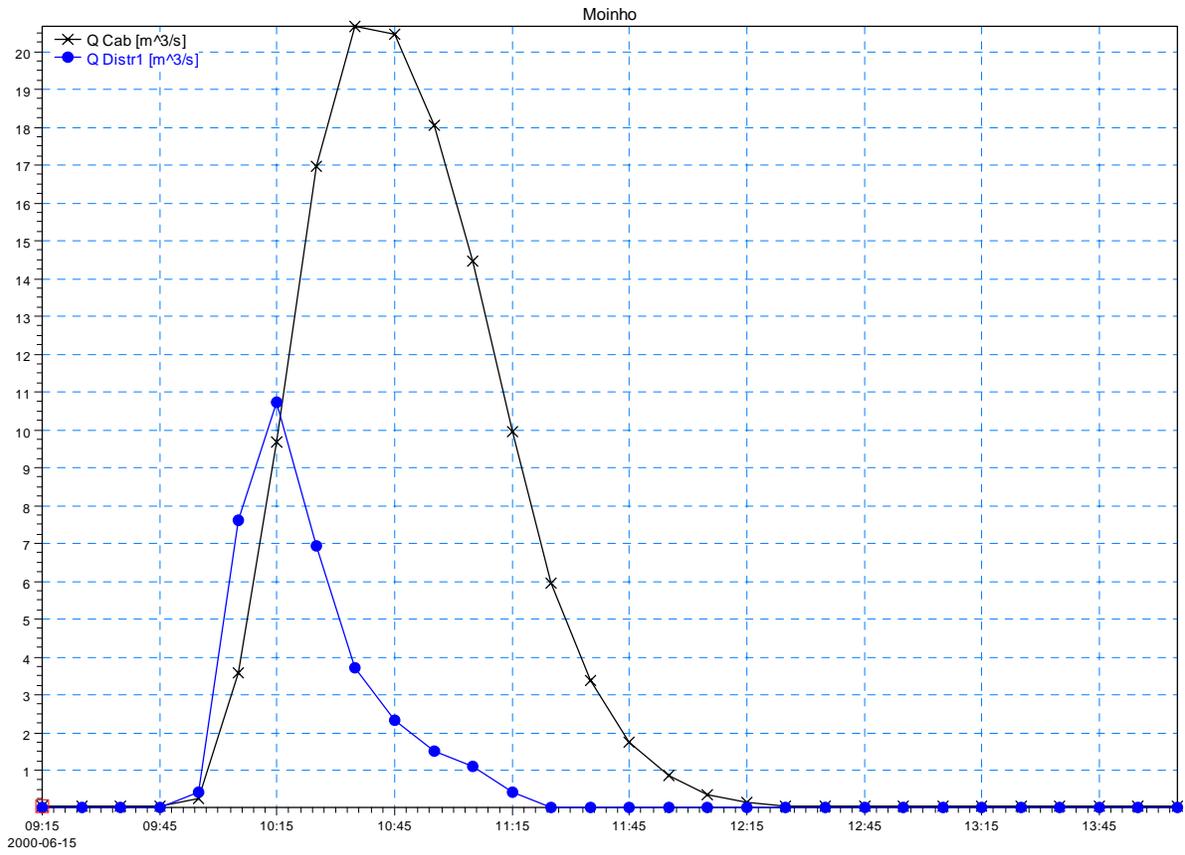
ANEXO 1 – TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO

TABELA 4.1
BACIA DO MOINHO - CÁLCULO DOS TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO

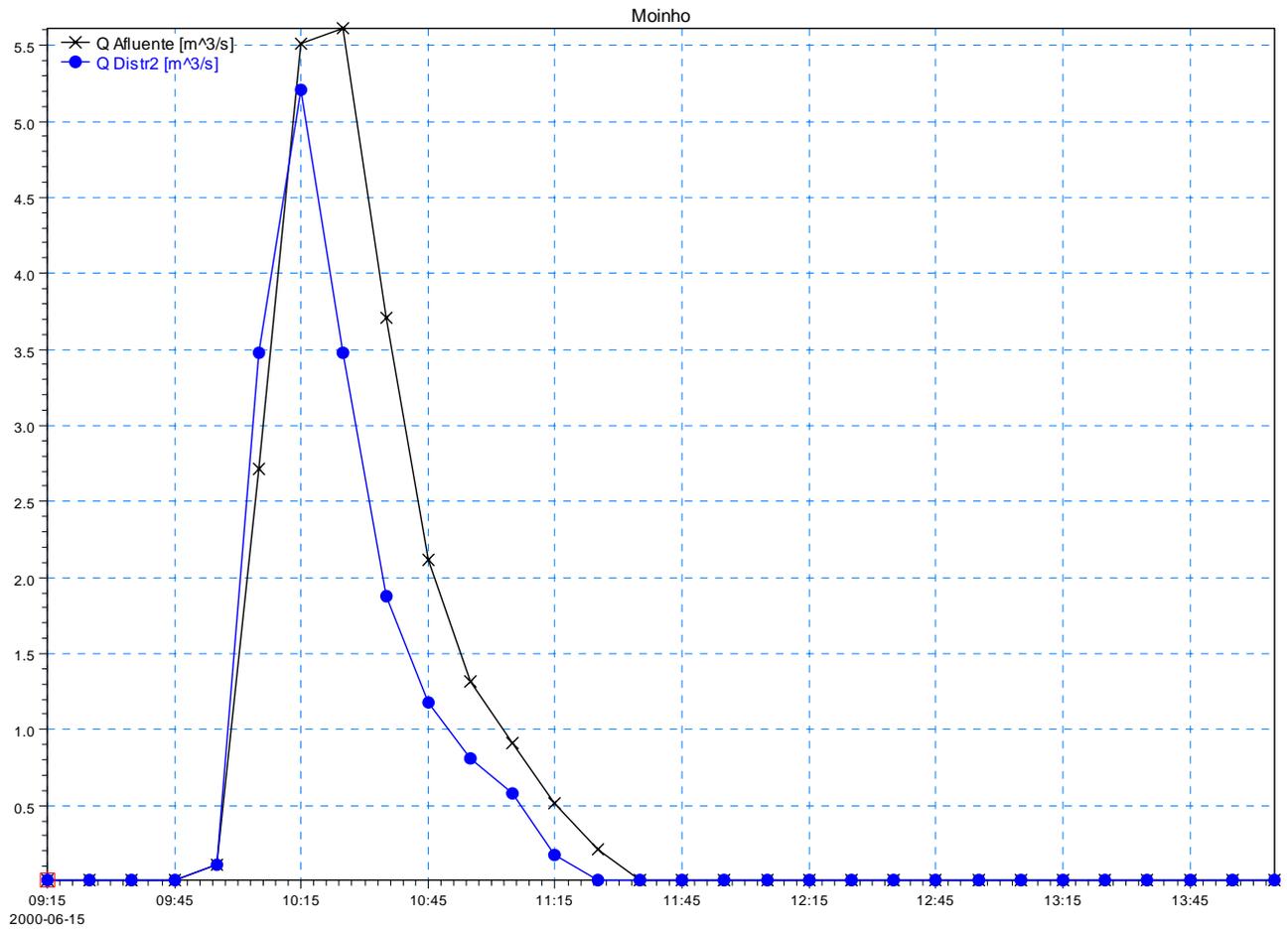
Sub-Bacia	Área (km ²)	Trecho	Velocidade Média (m/s)	L (m)	H (m)	Tempos de Concentração (h)				1999			2020			CN Atual	CN Tendencial
						Kirpich	Cinemático	Germano	Adotado	Densidade (hab/ha)	Área Imperm.		Densidade (hab/ha)	Área Imperm.			
											%	(Km ²)		%	(Km ²)		
A1	2,54	Moinho Cabec.	sem dados	2.253	22	0,74	-	-	0,74	0,1	0,00	0,00	3,5	0,00	0,00	78,8	78,9
A2	0,72	Moinho Dist. 1	sem dados	649	23	0,17	-	-	0,17	0,2	0,00	0,00	0,2	0,00	0,00	79,1	79,1
A3	0,49	Moinho Cont. Conc.	sem dados	1.002	21	0,29	-	-	0,29	0,3	0,00	0,00	0,3	0,00	0,00	78,6	78,6
A4	1,18	Moinho Dist. 2	sem dados	421	17	0,12	-	-	0,17	0,1	0,00	0,00	0,1	0,00	0,00	76,8	76,9

ANEXO 2 – HIDROGRAMAS DE ENTRADA

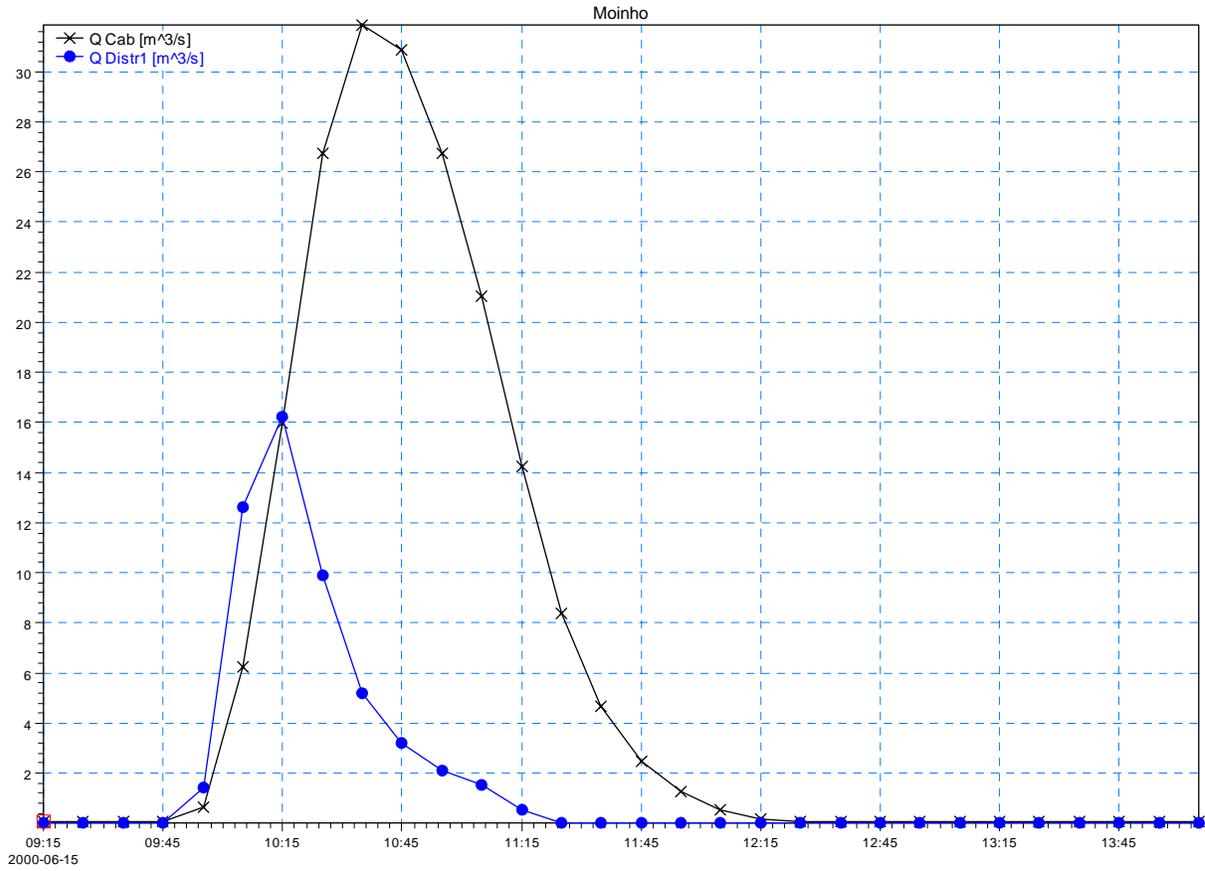
Rio Moinho
 Cenário Atual (TR = 10 anos)
 Hidrograma: 1 x x x
 Hidrogramas: 2 ● ● ●



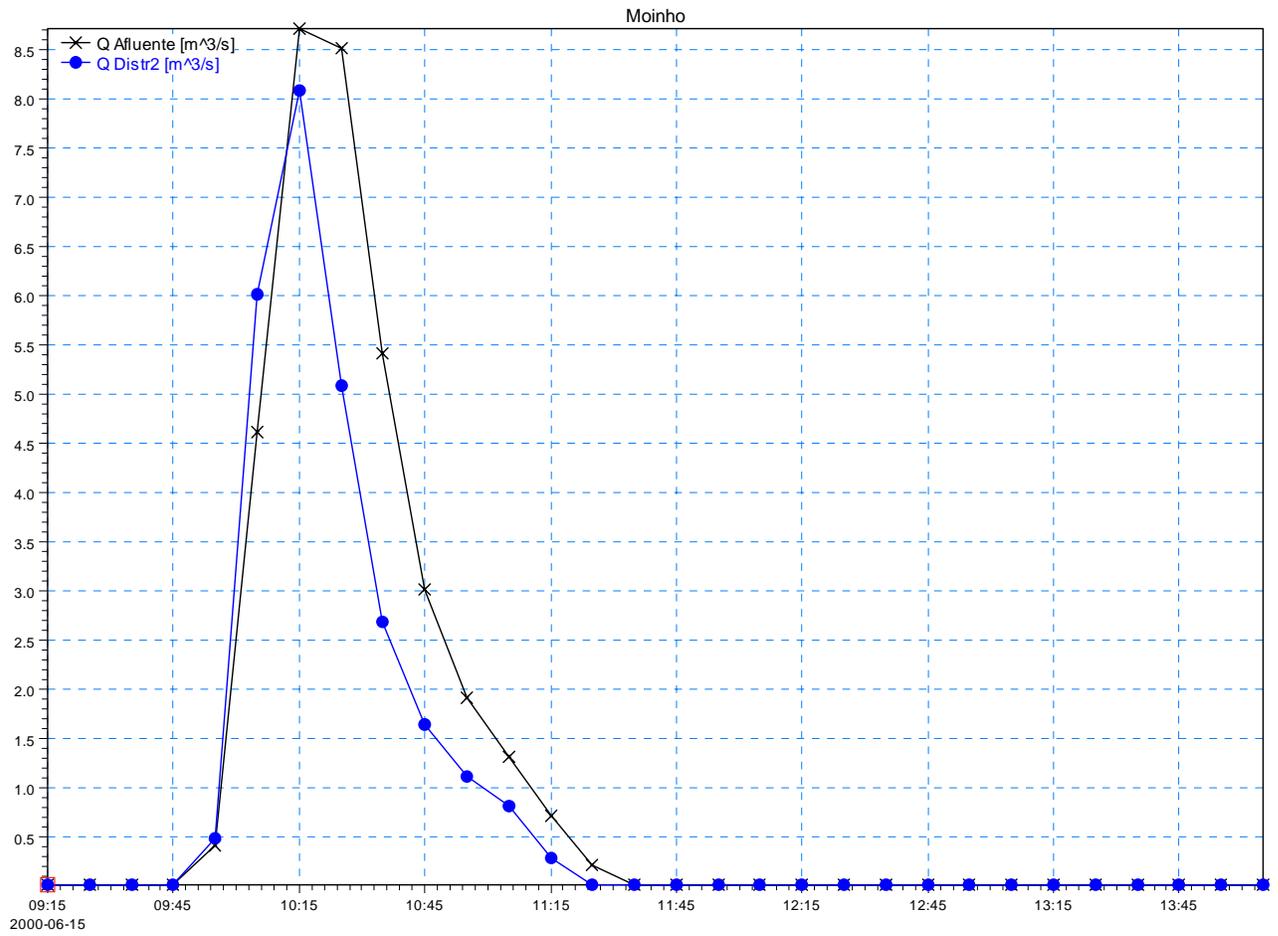
Rio Moinho
Cenário Atual (TR = 10 anos)
Hidrograma: 3 x x x
Hidrogramas: 4 a 6 ● ● ●



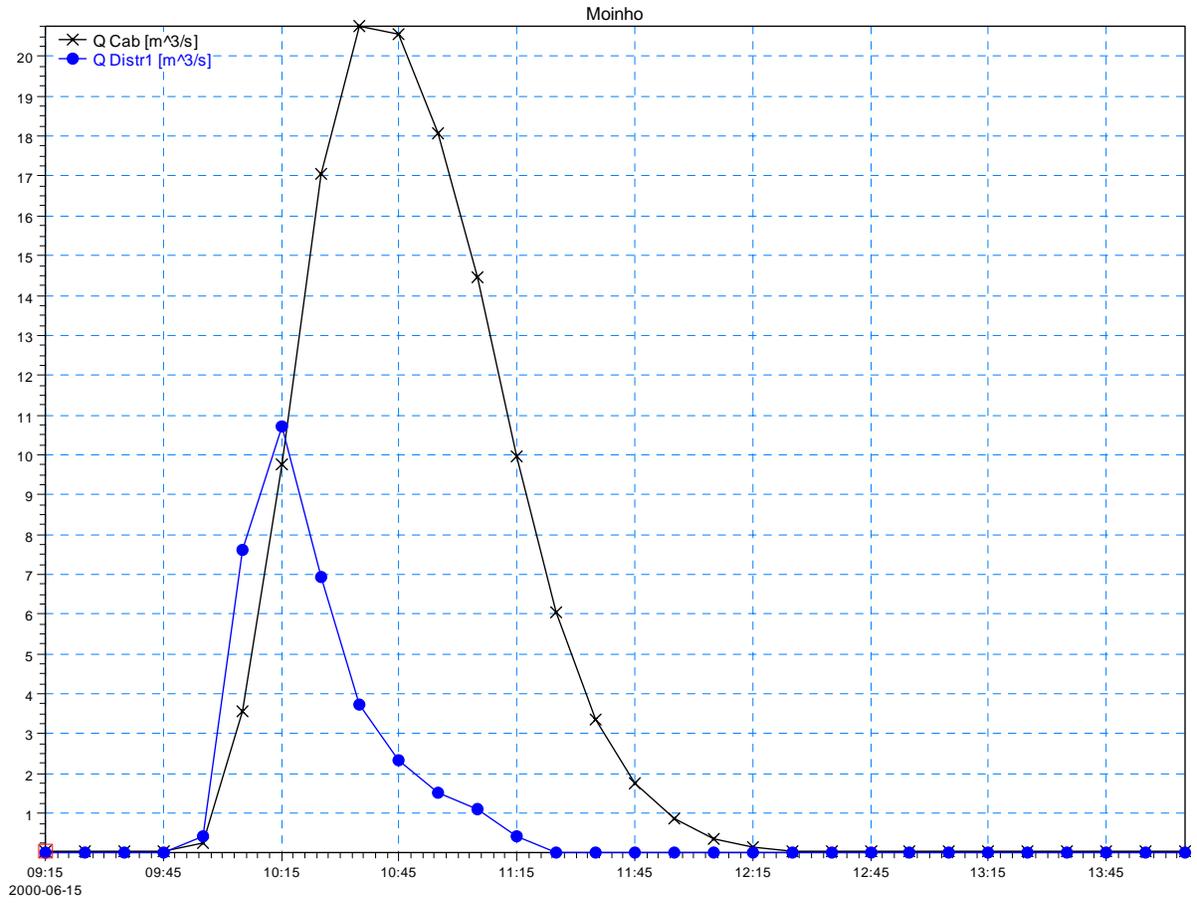
Rio Moinho
 Cenário Atual (TR = 25 anos)
 Hidrograma: 1 \times \times \times
 Hidrogramas: 2 \bullet \bullet \bullet



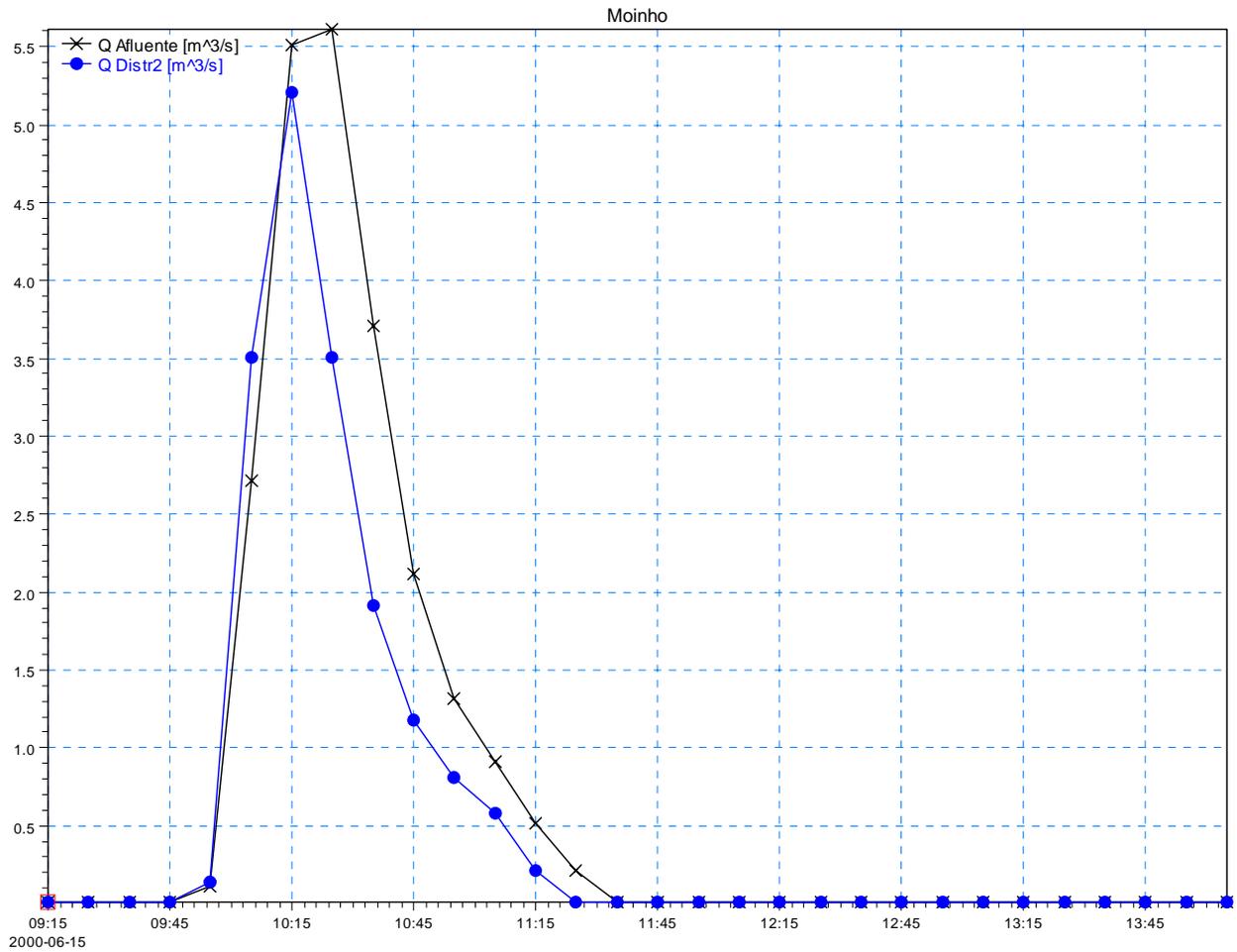
Rio Moinho
Cenário Atual (TR = 25 anos)
Hidrograma: 3 x x x
Hidrogramas: 4 a 6 ● ● ●



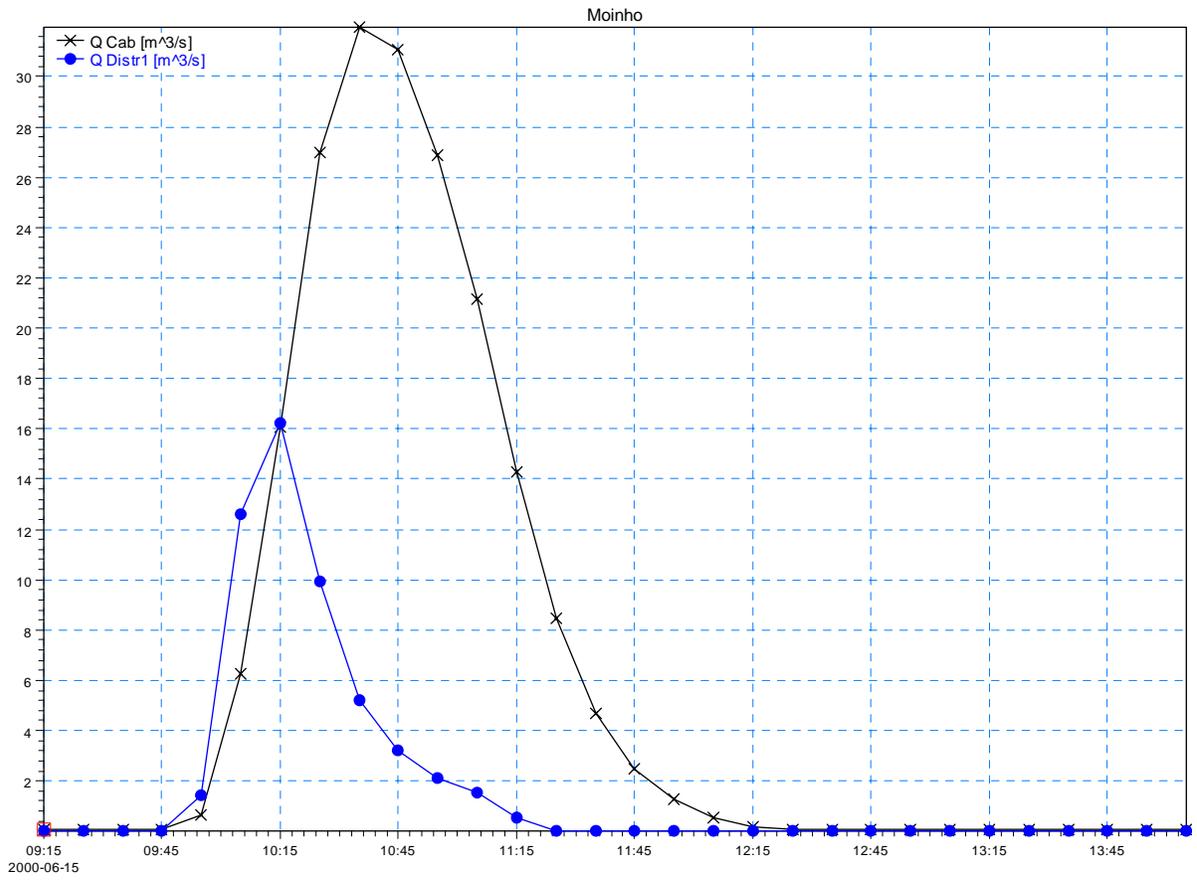
Rio Moinho
 Cenário Tendencial (TR = 10 anos)
 Hidrograma: 1 \times \times \times
 Hidrogramas: 2 \bullet \bullet \bullet



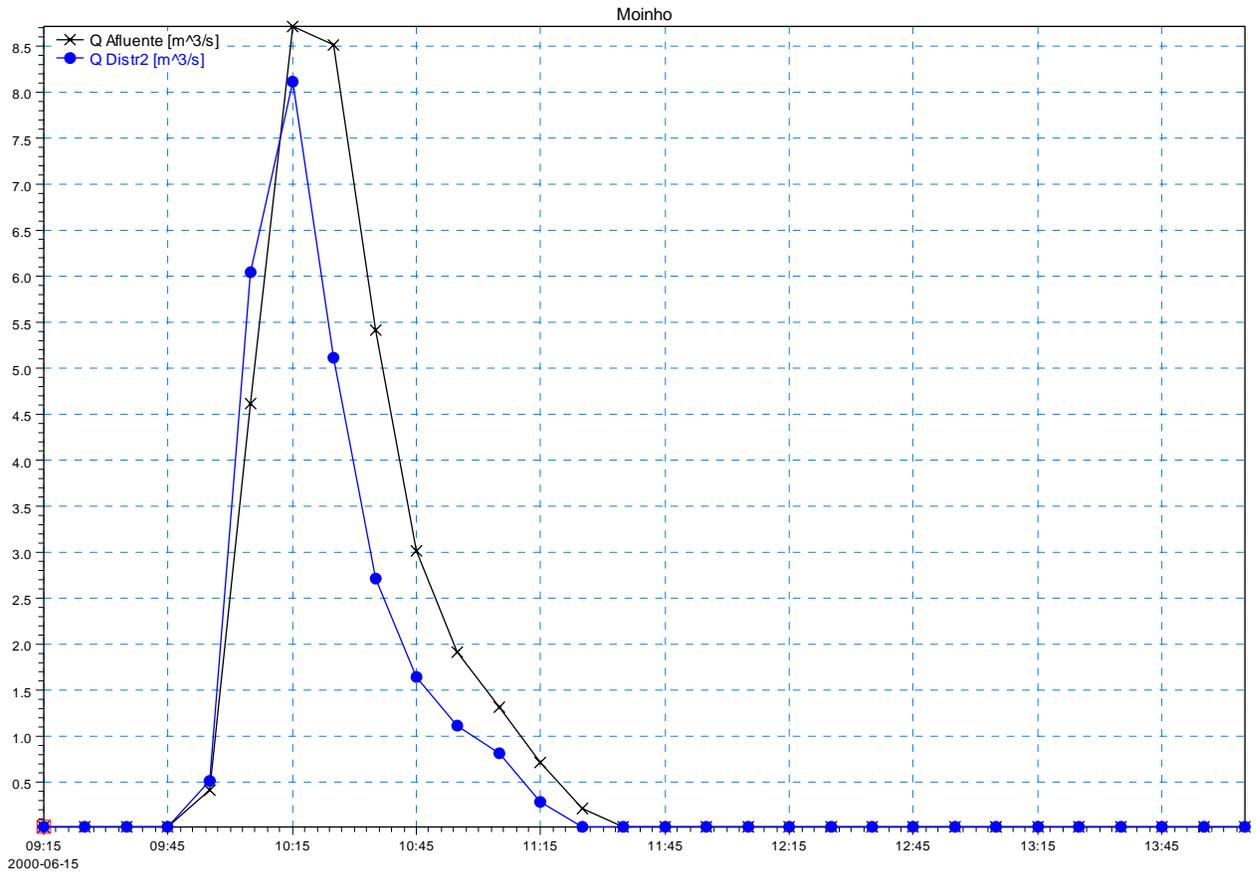
Rio Moinho
Cenário Tendencial (TR = 10 anos)
Hidrograma: 3 x x x
Hidrogramas: 4 a 6 ● ● ●



Rio Moinho
 Cenário Tendencial (TR = 25 anos)
 Hidrograma: 1 \times \times \times
 Hidrogramas: 2 \bullet \bullet \bullet

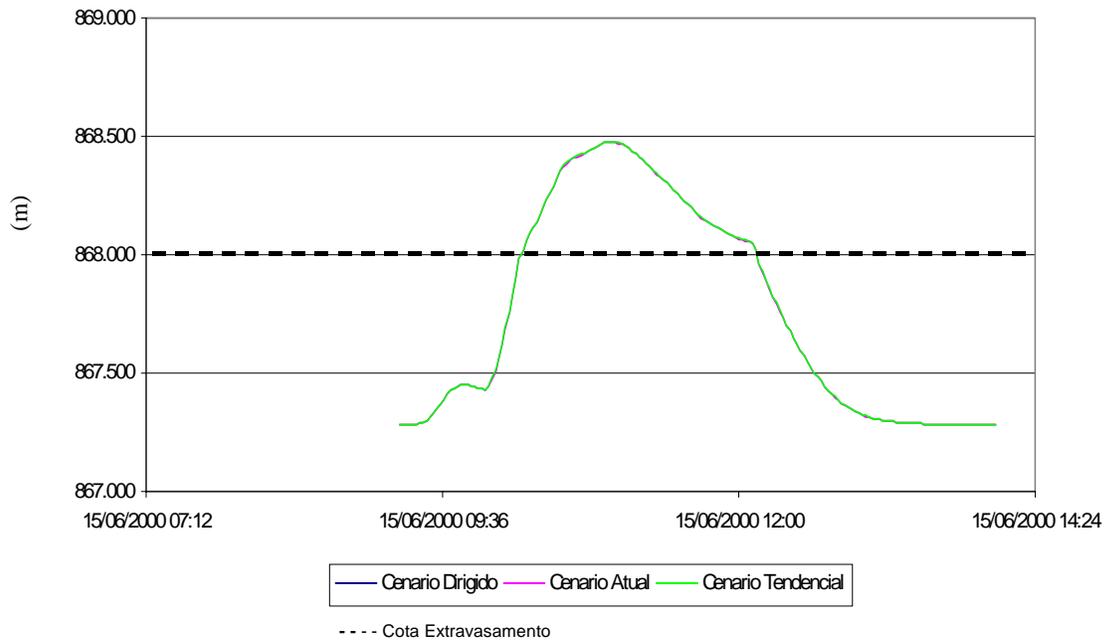


Rio Moinho
Cenário Tendencial (TR = 25 anos)
Hidrograma: 3 x x x
Hidrogramas: 4 a 6 ● ● ●

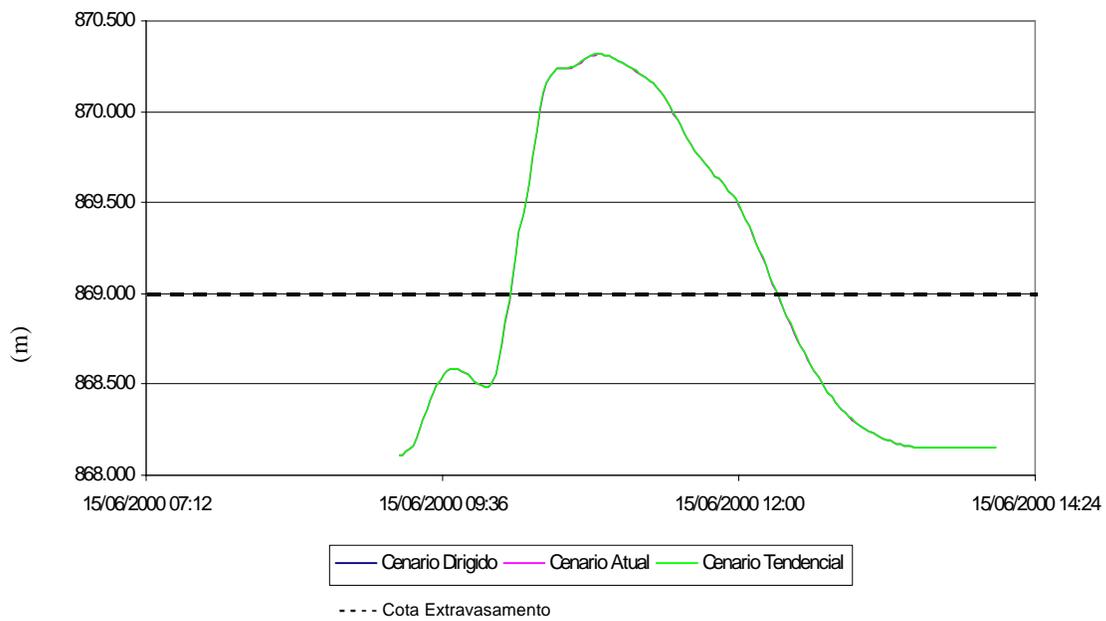


ANEXO 3 – COTAGRAMAS

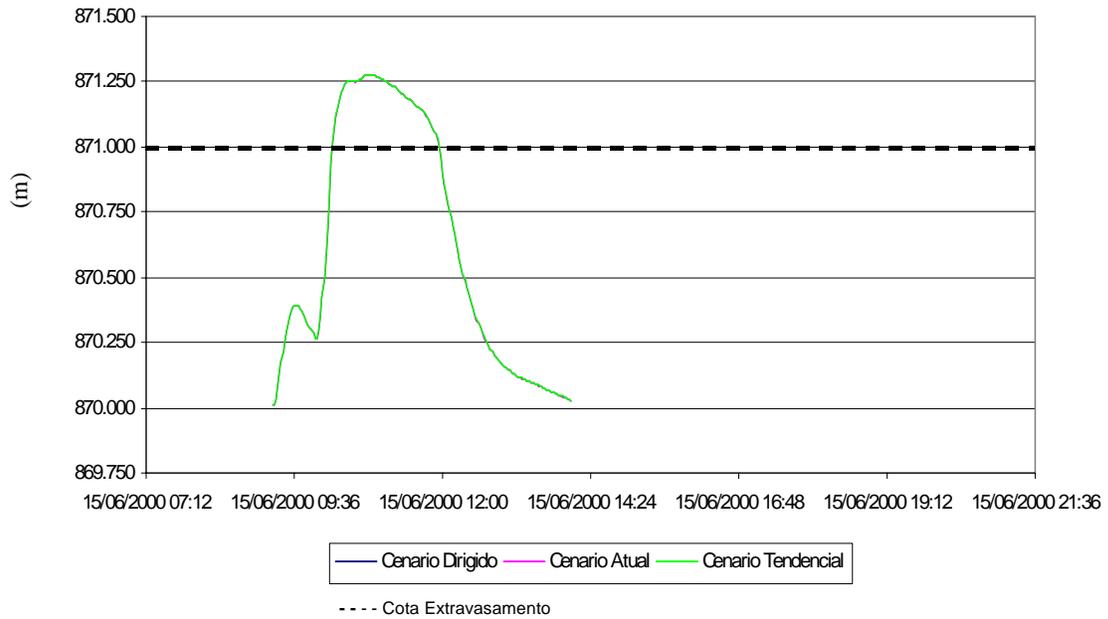
Cotograma Seção 0 + 691
Rio do Moinho - TR=10 anos.



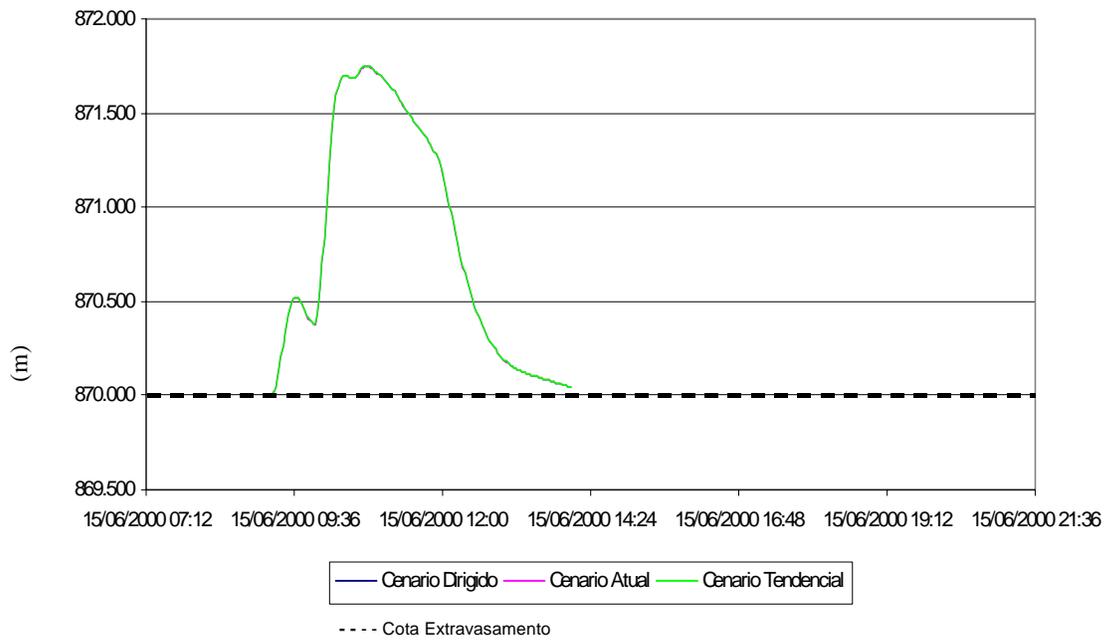
Cotograma Seção 1 + 156
Rio do Moinho - TR=10 anos



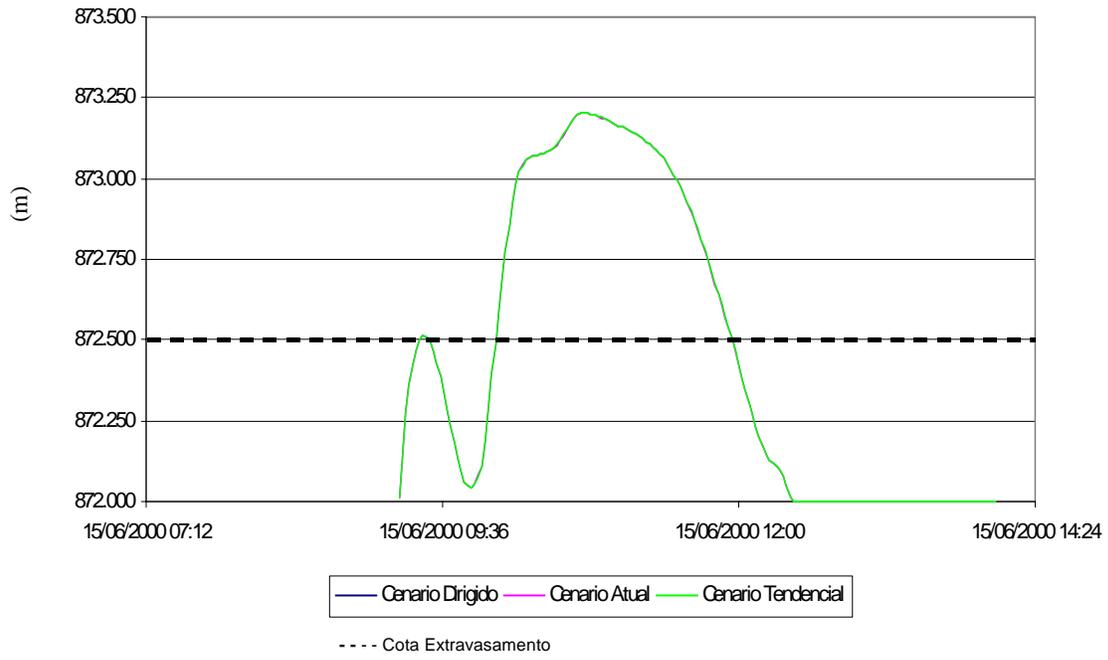
Cotograma Seção 1 + 283
Rio do Moinho - TR=10 anos.



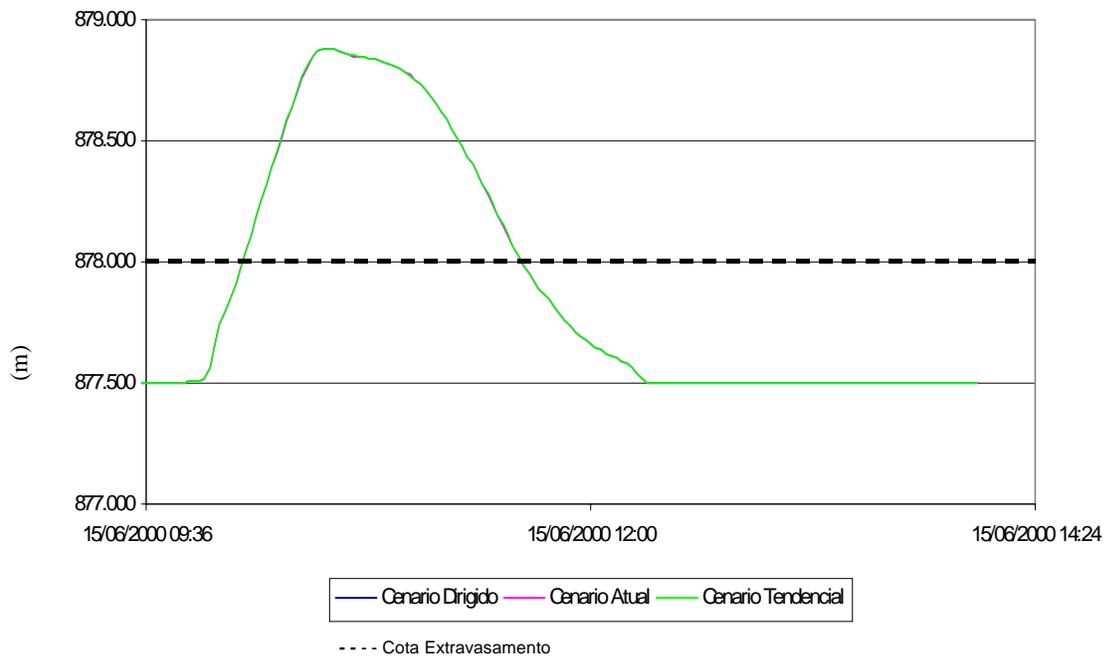
Cotograma Seção 1 + 598
Rio do Moinho - TR=10 anos.



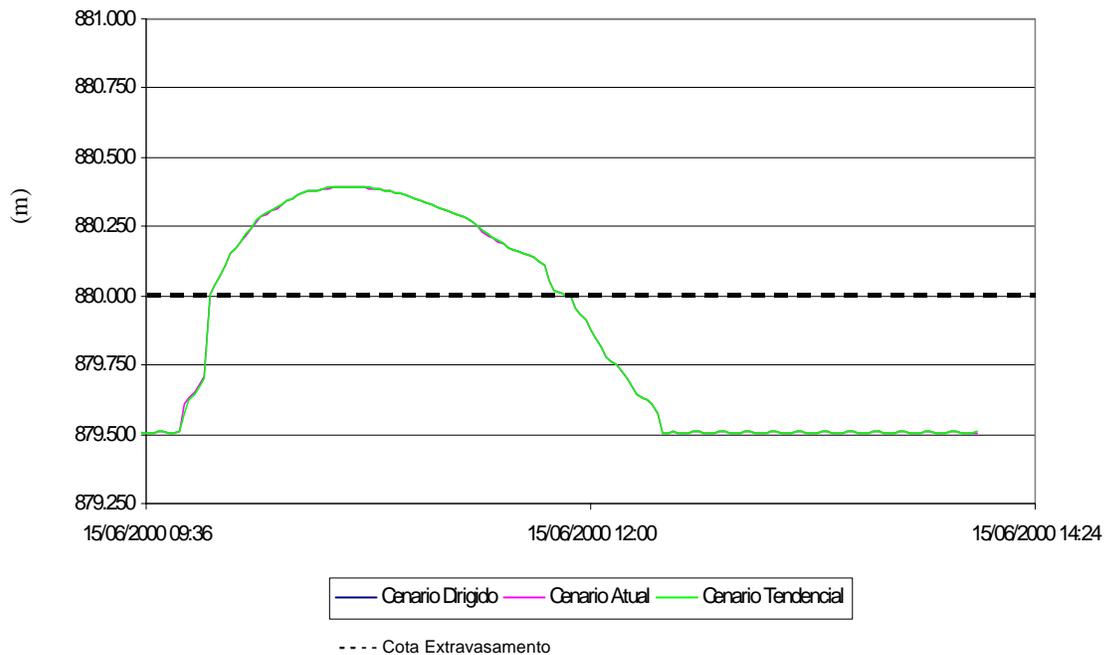
Cotograma Seção 1 + 882
Rio do Moinho - TR=10 anos.



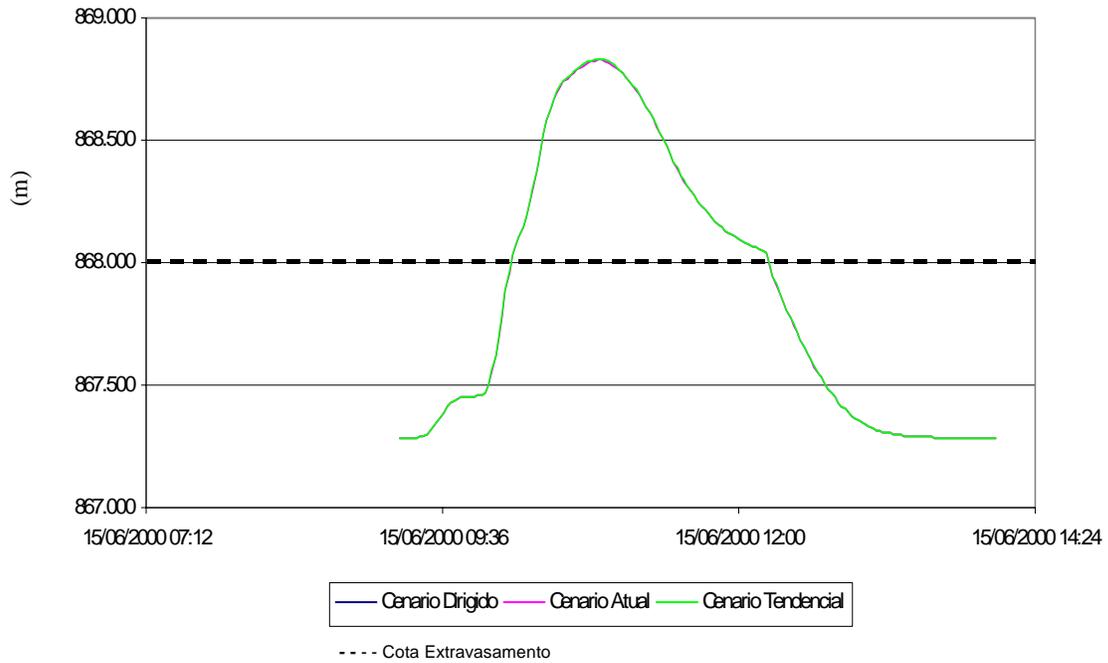
Cotograma Seção 2 + 429
Rio do Moinho - TR=10 anos.



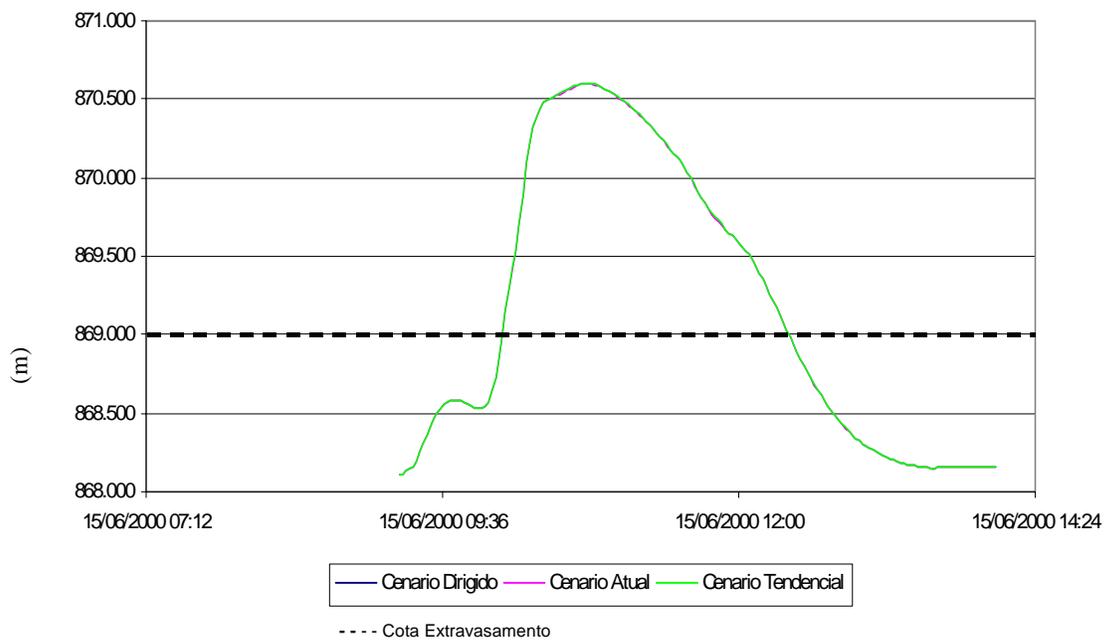
Cotograma Seção 2 + 537
Rio do Moinho - TR=10 anos.



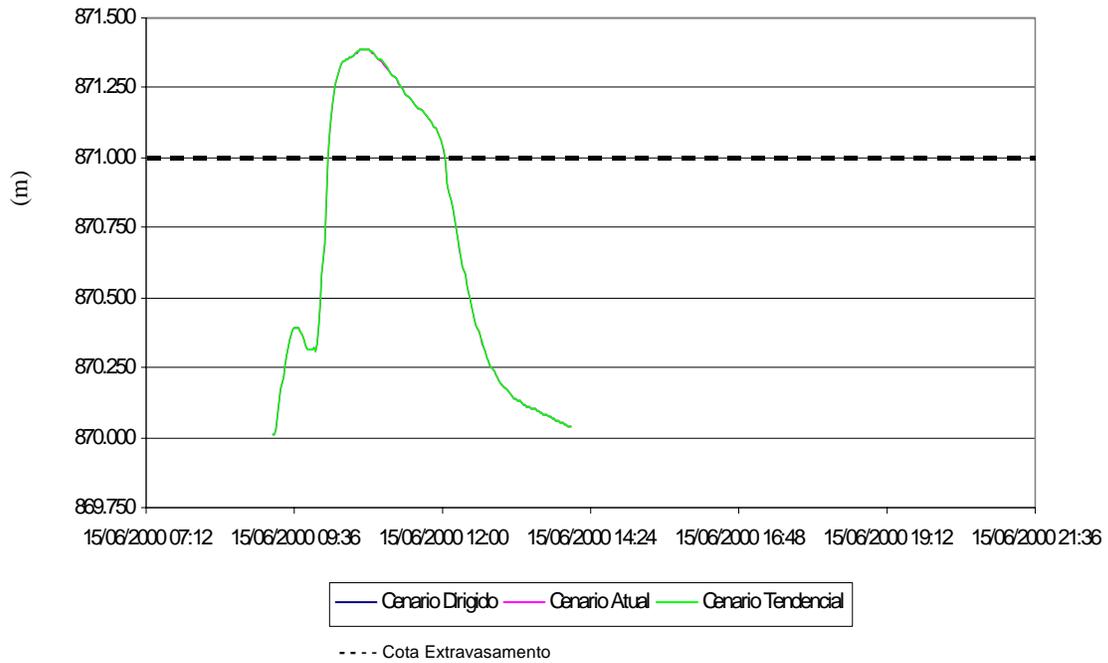
Cotograma Seção 0 + 691
Rio do Moinho - TR=25 anos.



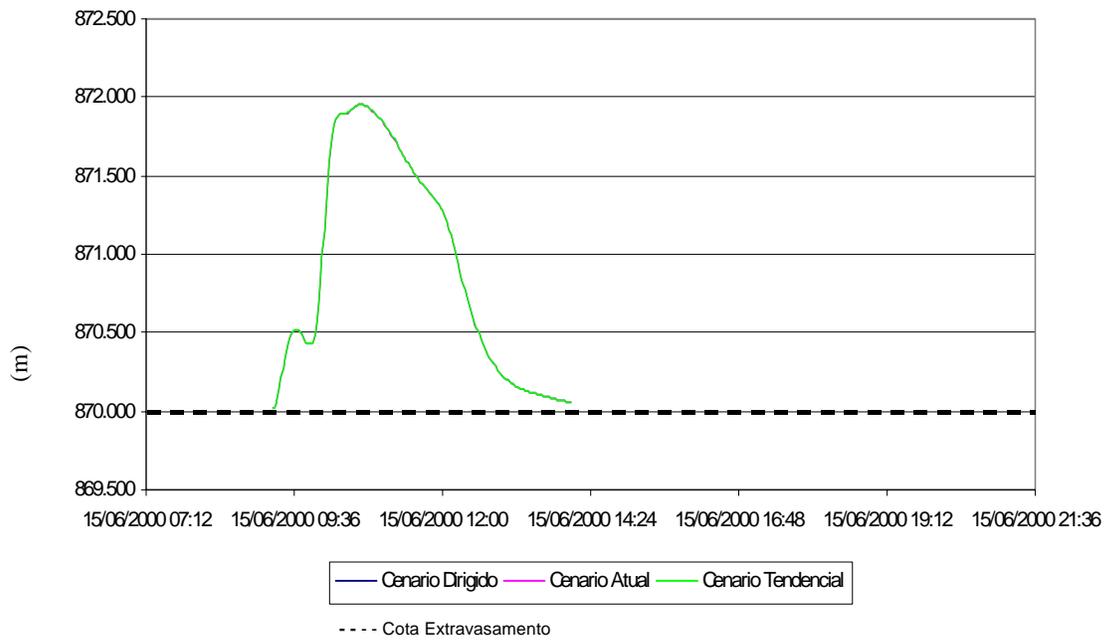
Cotograma Seção 1 + 156
Rio do Moinho - TR=25 anos



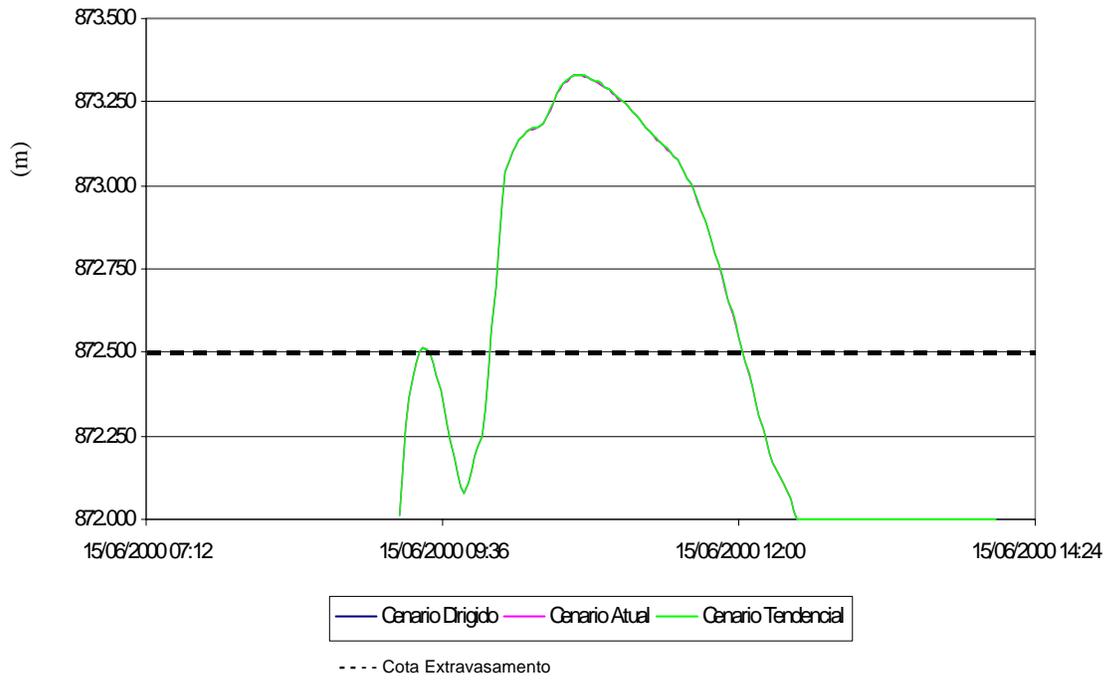
Cotograma Seção 1 + 283
Rio do Moinho - TR=25 anos.



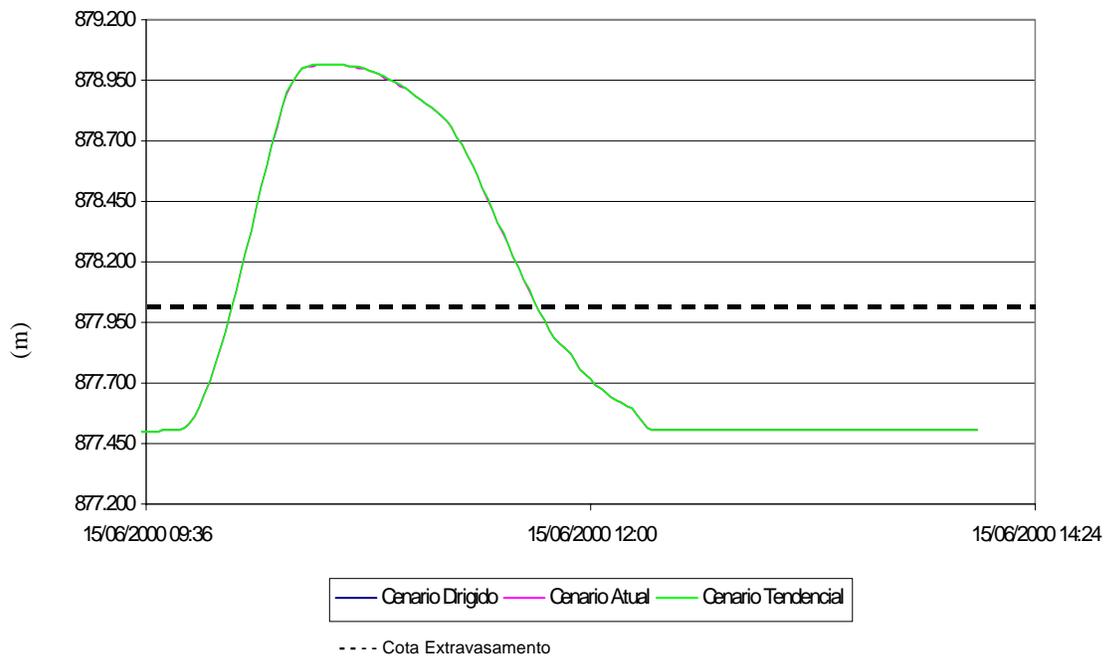
Cotograma Seção 1 + 598
Rio do Moinho - TR=25 anos.



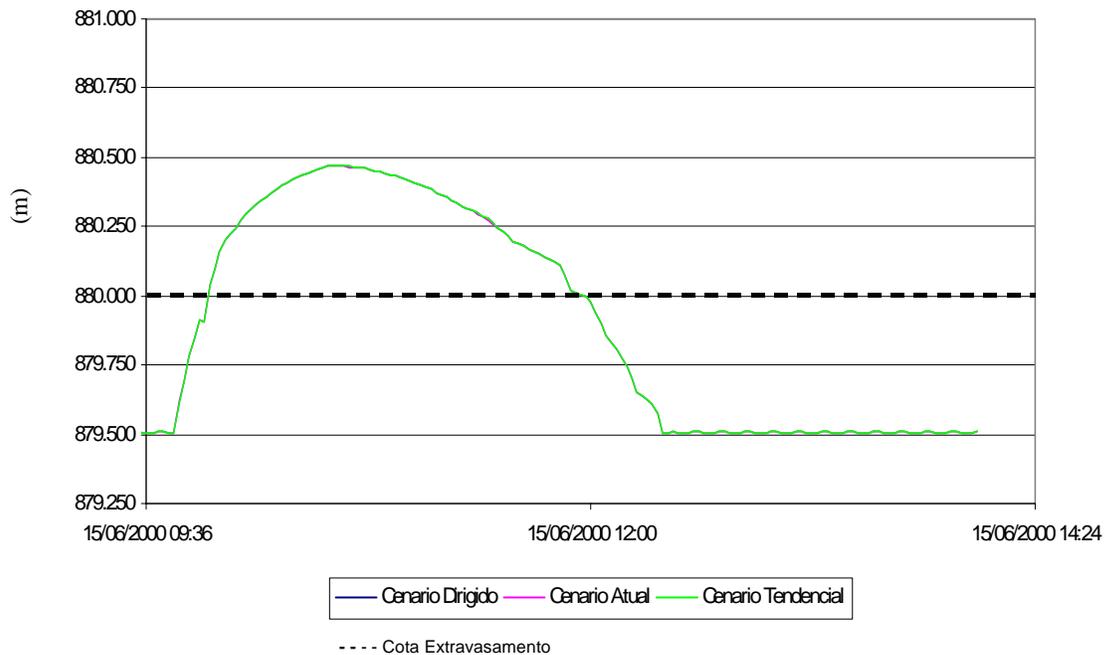
Cotograma Seção 1 + 882
Rio do Moinho - TR=25 anos.



Cotograma Seção 2 + 429
Rio do Moinho - TR=25 anos.

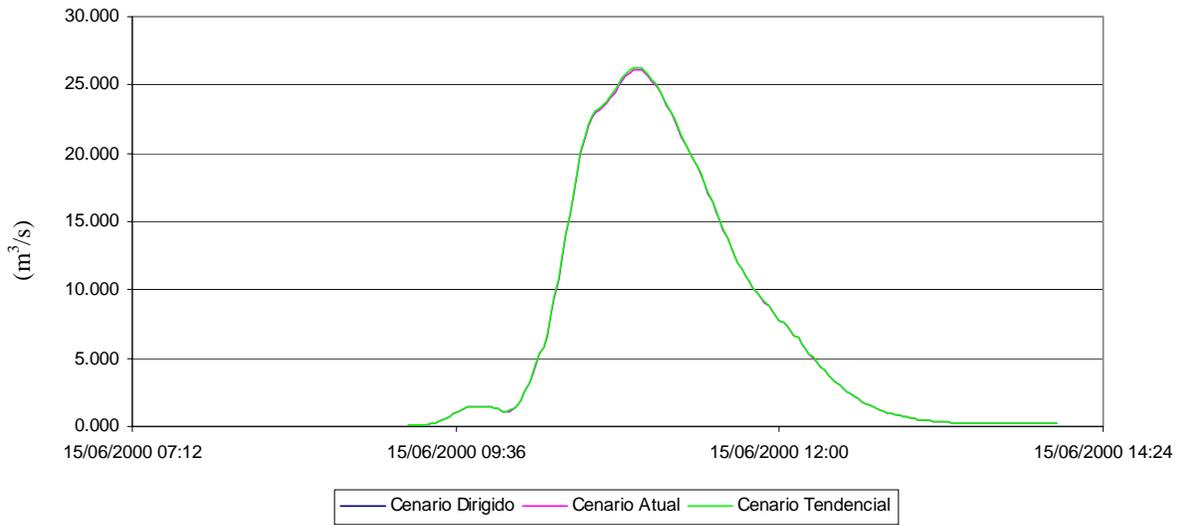


Cotograma Seção 2 + 537
Rio do Moinho - TR=25 anos.

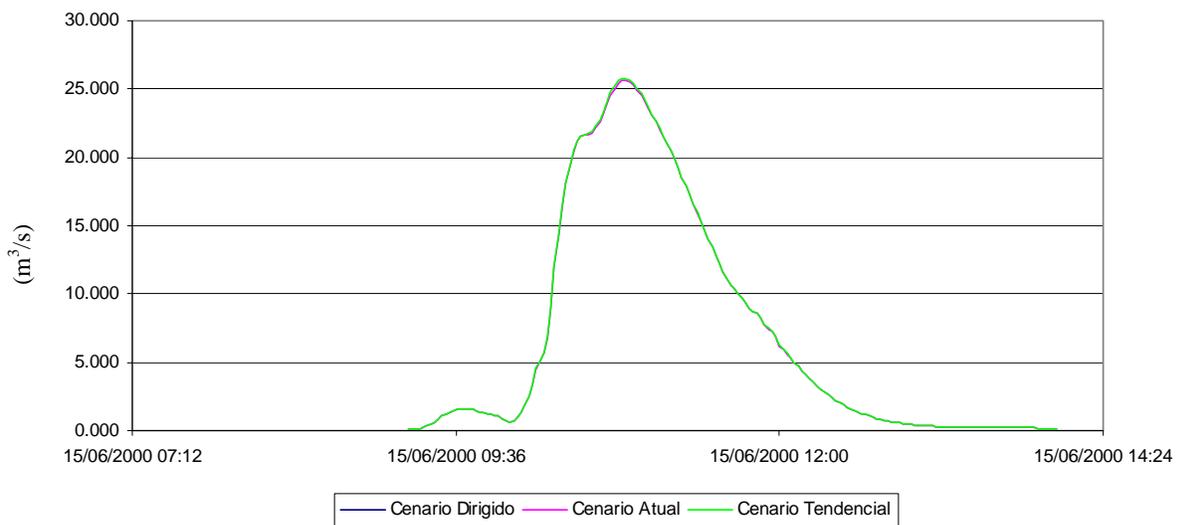


ANEXO 4 – HIDROGRAMAS DE SAÍDA

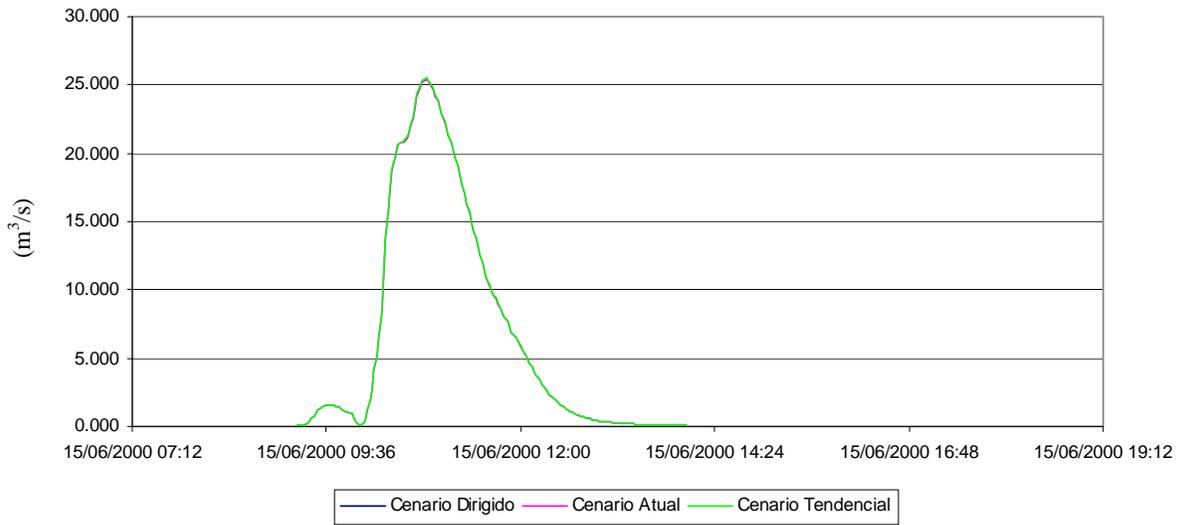
Hidrograma Seção 0 + 691
Rio do Moinho - TR=10 anos.



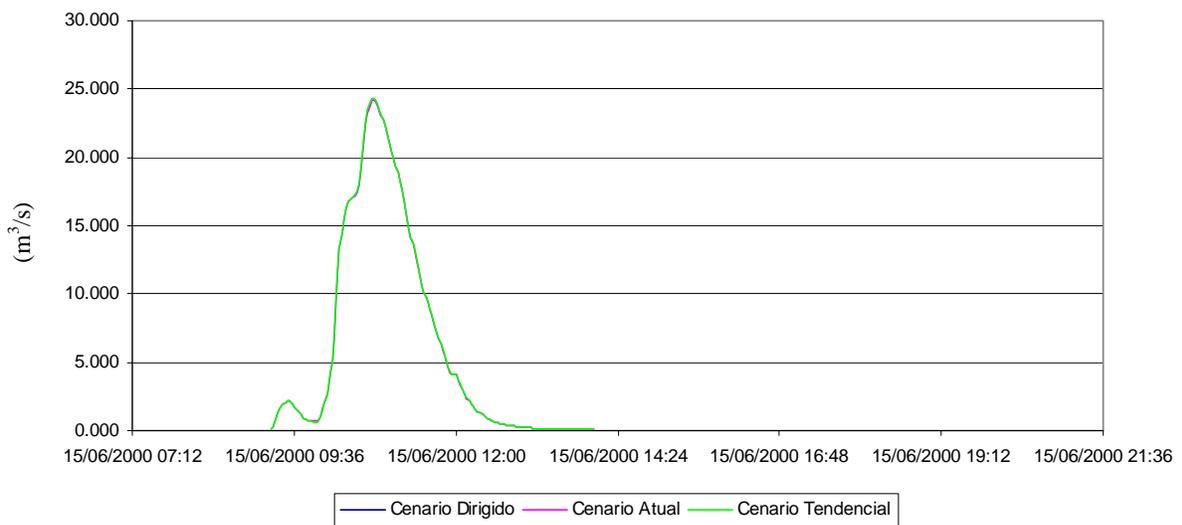
Hidrograma Seção 1 + 156
Rio do Moinho - TR=10 anos



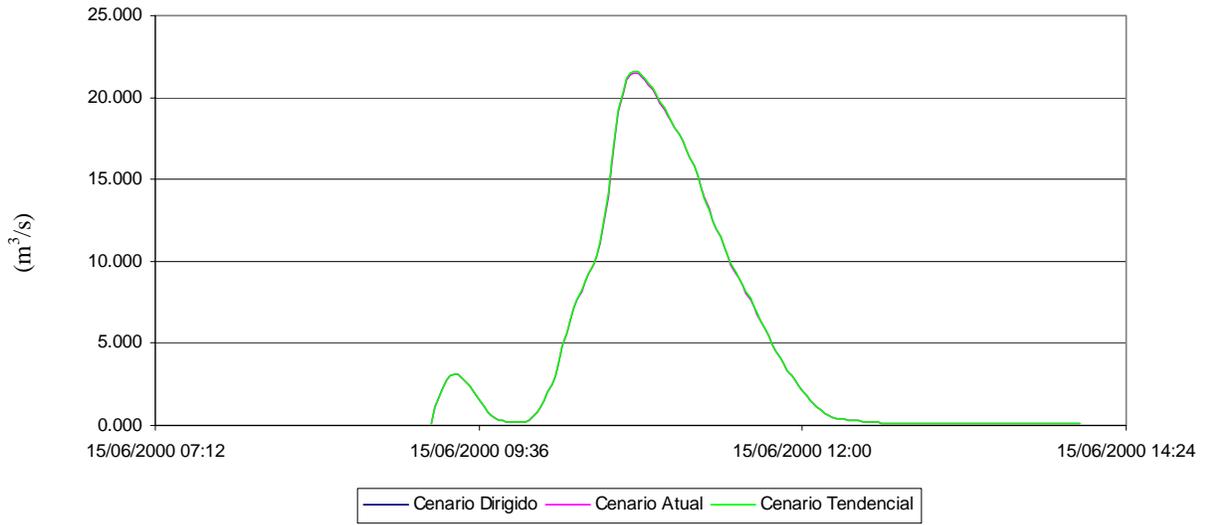
Hidrograma Seção 1 + 283
Rio do Moinho - TR=10 anos.



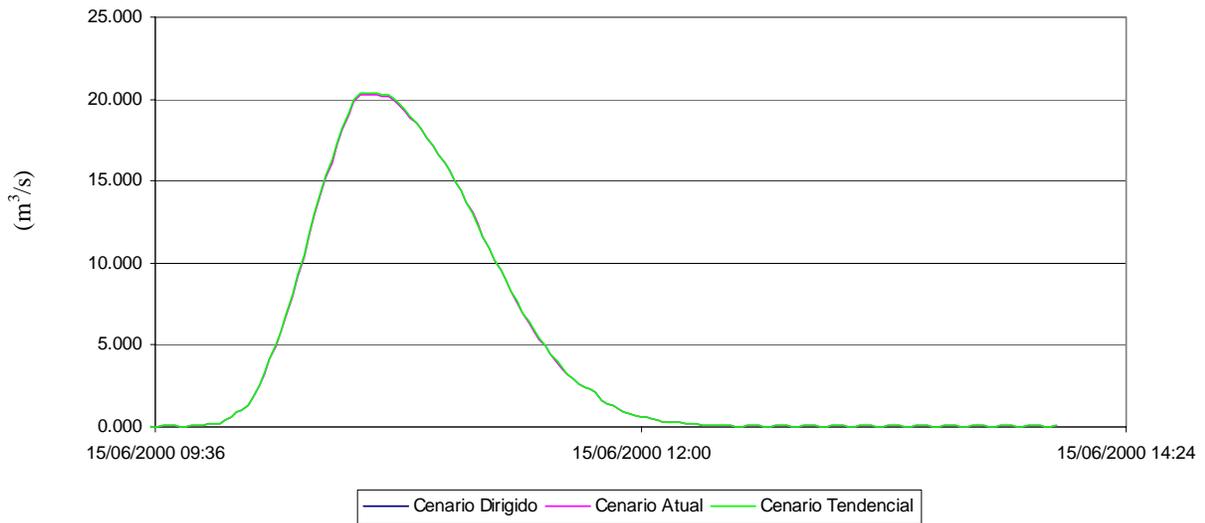
Hidrograma Seção 1 + 598
Rio do Moinho - TR=10 anos.



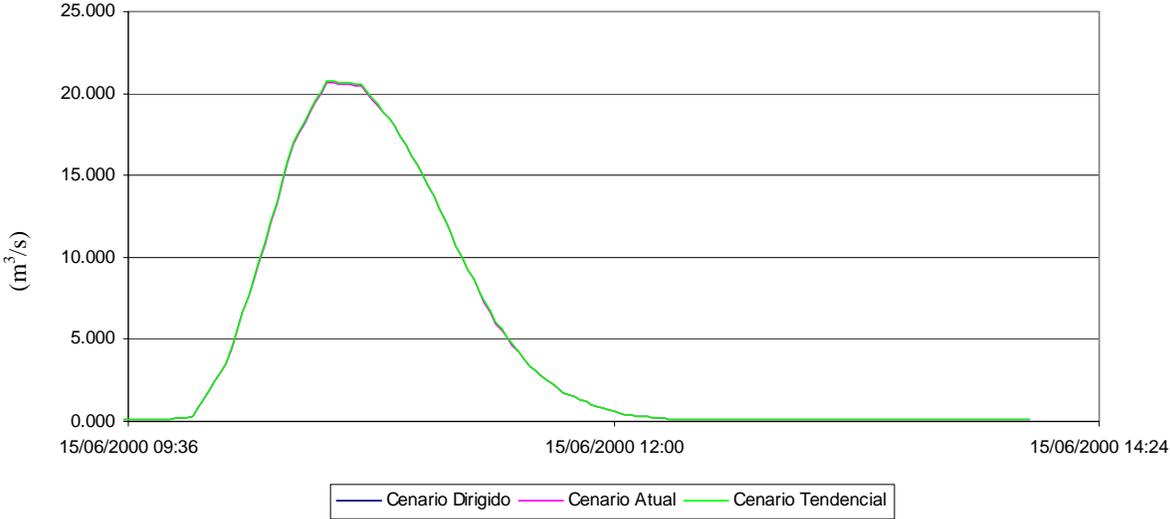
Hidrograma Seção 1 + 882
Rio do Moinho - TR=10 anos.



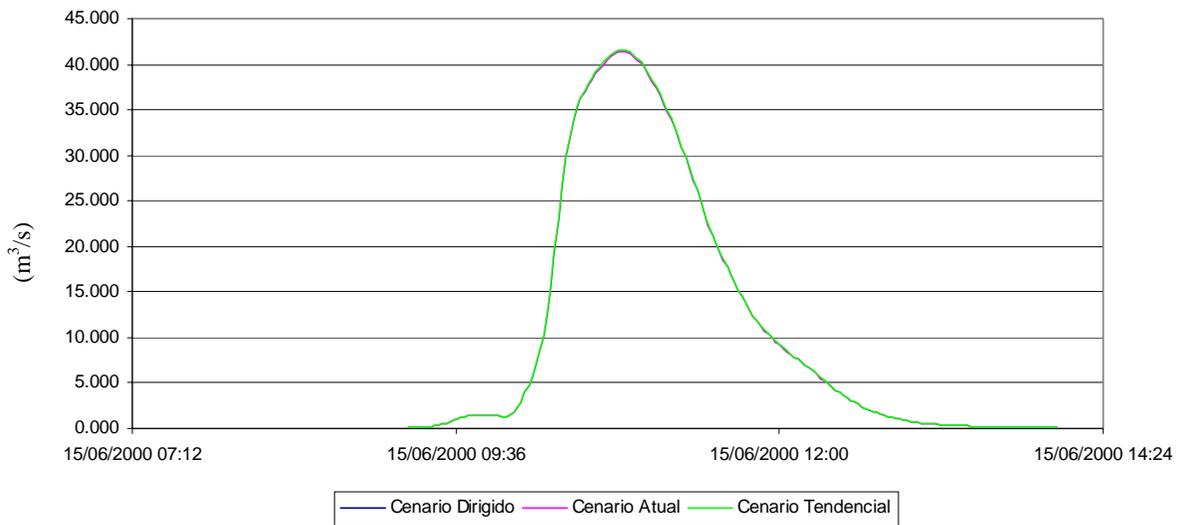
Hidrograma Seção 2 + 429
Rio do Moinho - TR=10 anos.



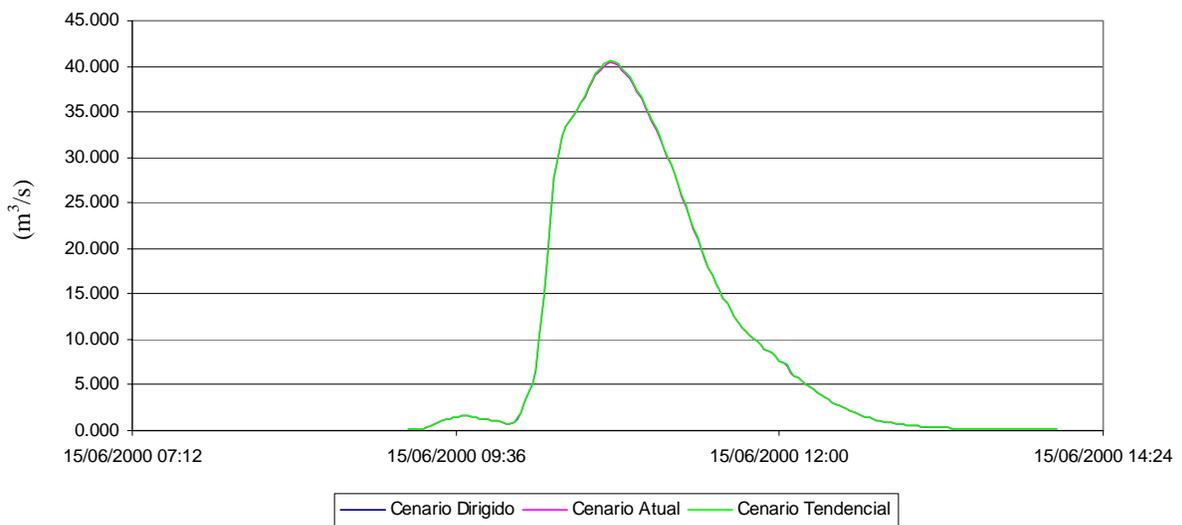
Hidrograma Seção 2 + 537
Rio do Moinho - TR=10 anos.



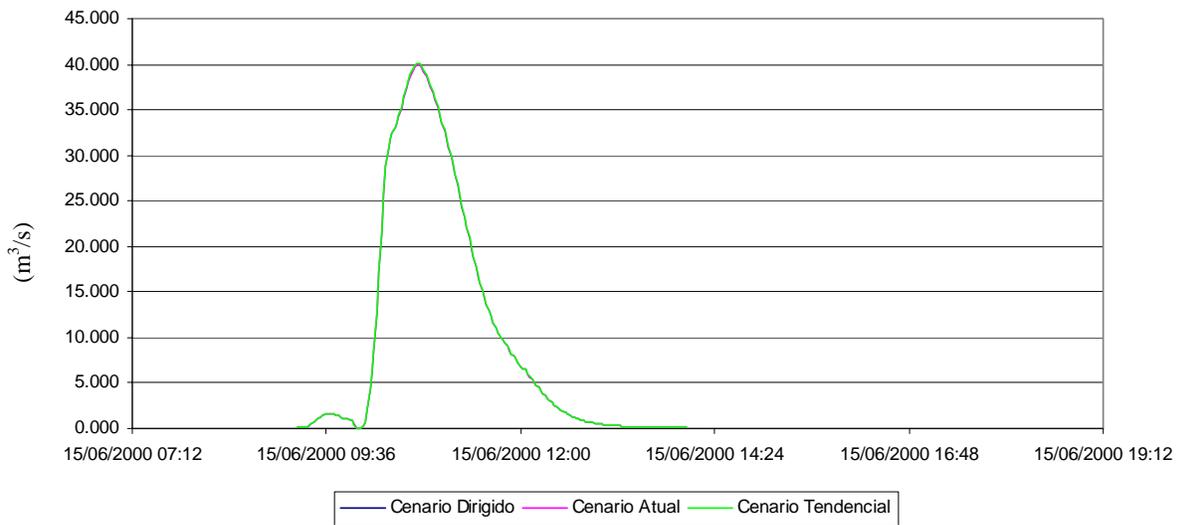
Hidrograma Seção 0 + 691
Rio do Moinho - TR=25 anos.



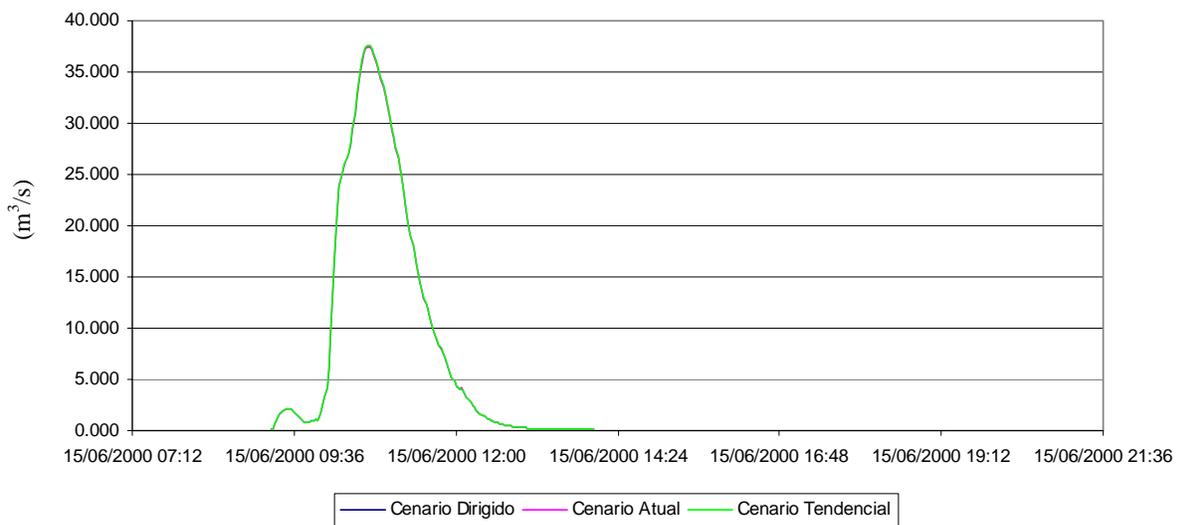
Hidrograma Seção 1 + 156
Rio do Moinho - TR=25 anos



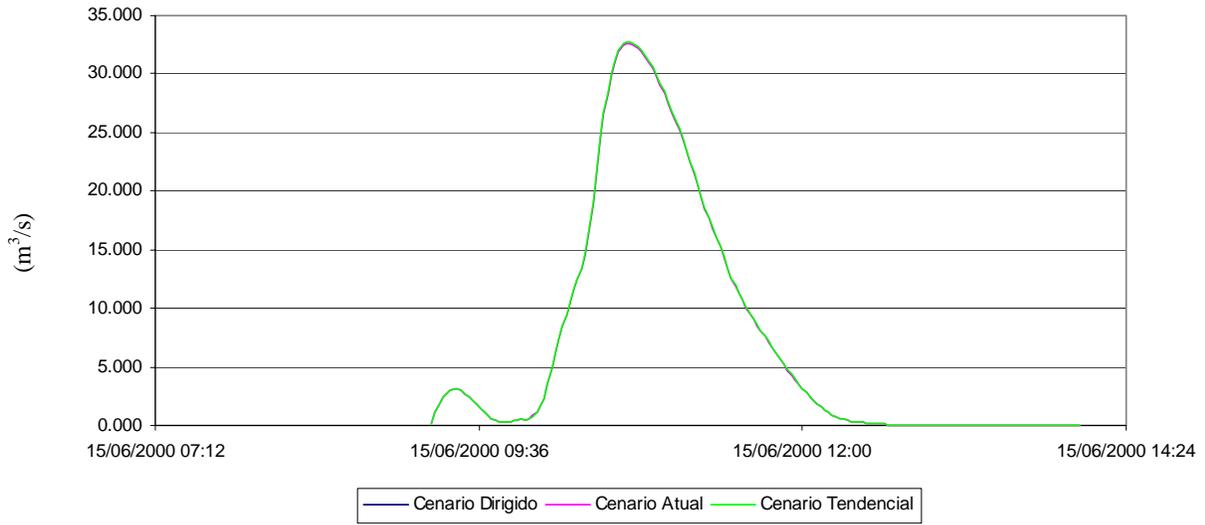
Hidrograma Seção 1 + 283
Rio do Moinho - TR=25 anos.



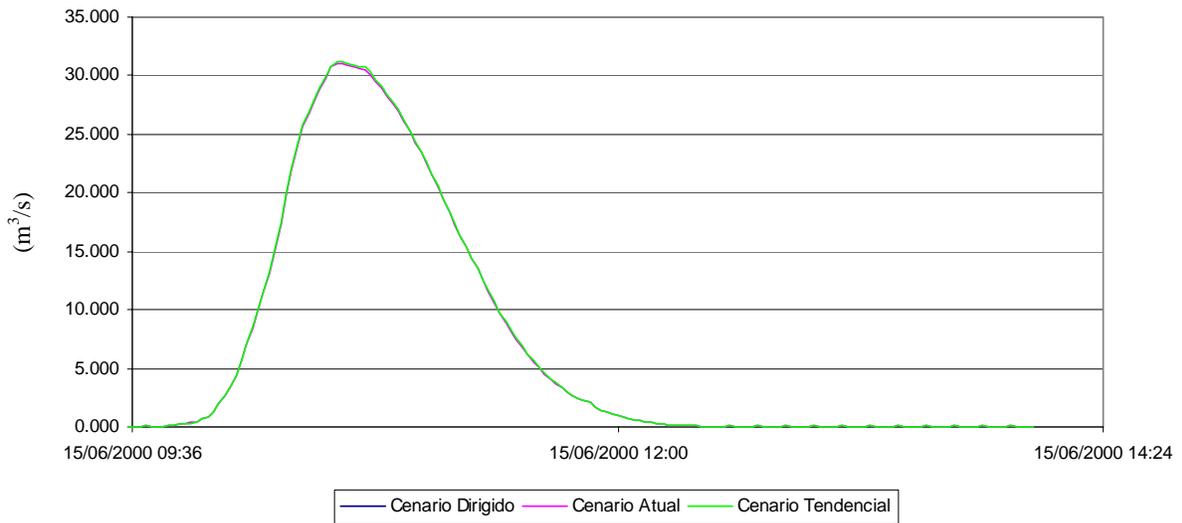
Hidrograma Seção 1 + 598
Rio do Moinho - TR=25 anos.



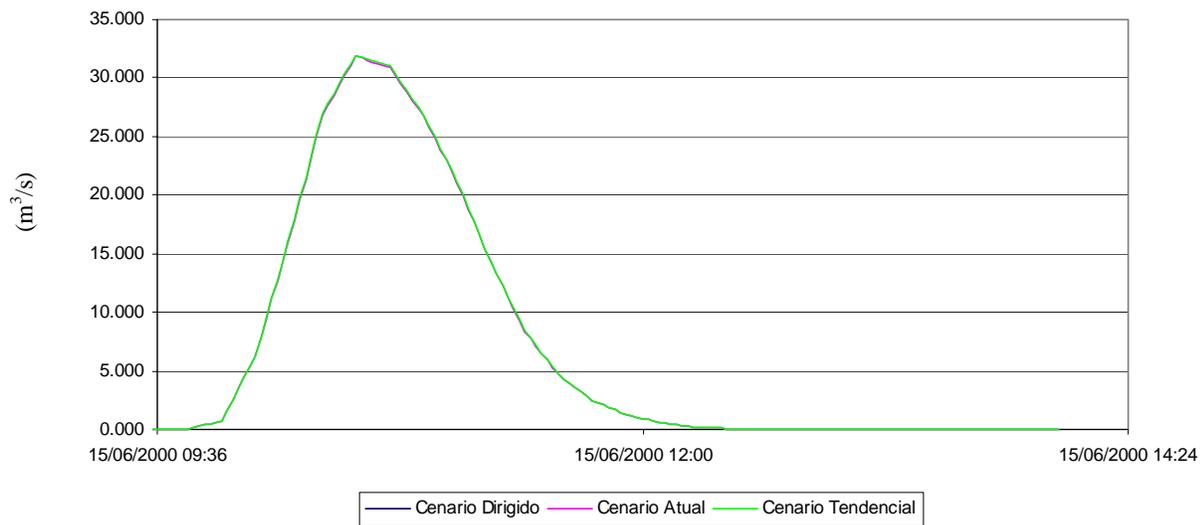
Hidrograma Seção 1 + 882
Rio do Moinho - TR=25 anos.



Hidrograma Seção 2 + 429
Rio do Moinho - TR=25 anos.

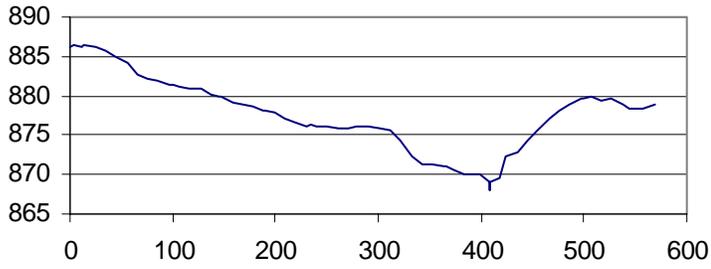


Hidrograma Seção 2 + 537
Rio do Moinho - TR=25 anos.

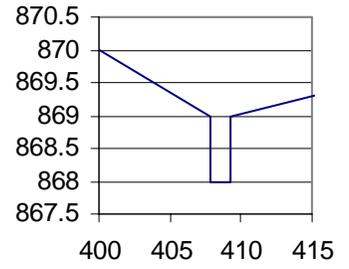


ANEXO 5 – SEÇÕES TRANSVERSAIS

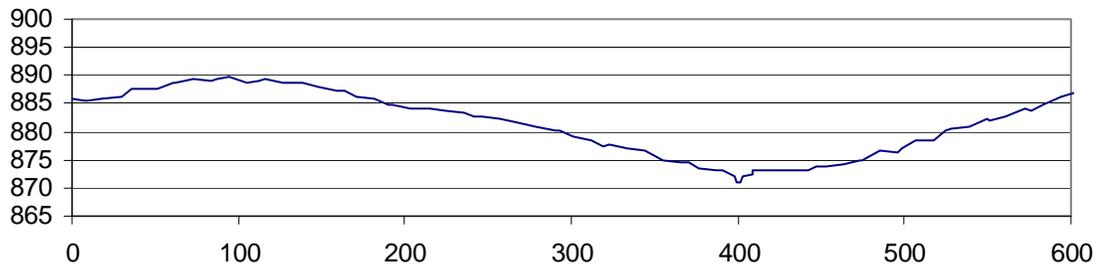
Rio Moinho – Seção 3 - Estaca 1 + 156



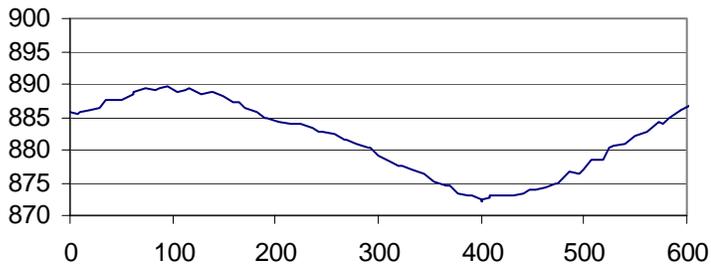
Detalhe do leito menor



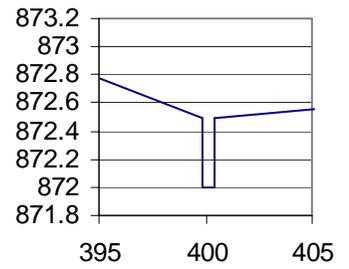
Rio Moinho – Seção 5 - Estaca 1 + 598



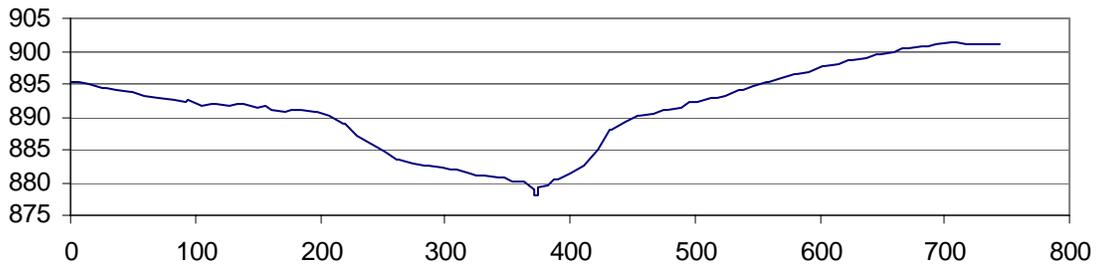
Rio Moinho – Seção 6 - Estaca 1 + 882



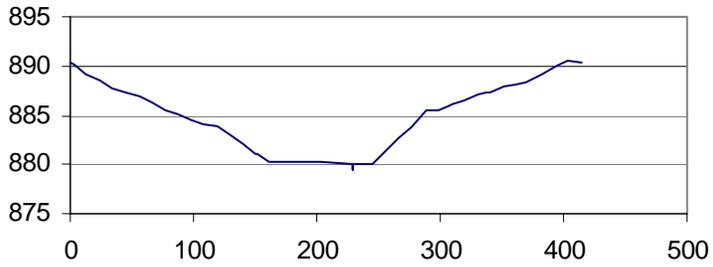
Detalhe do leito menor



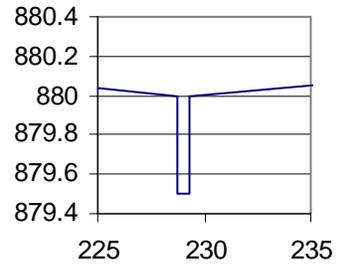
Rio Moinho – Seção 7 - Estaca 2 + 429



Rio Moinho – Seção 8 - Estaca 2 + 537



Detalhe do leito menor

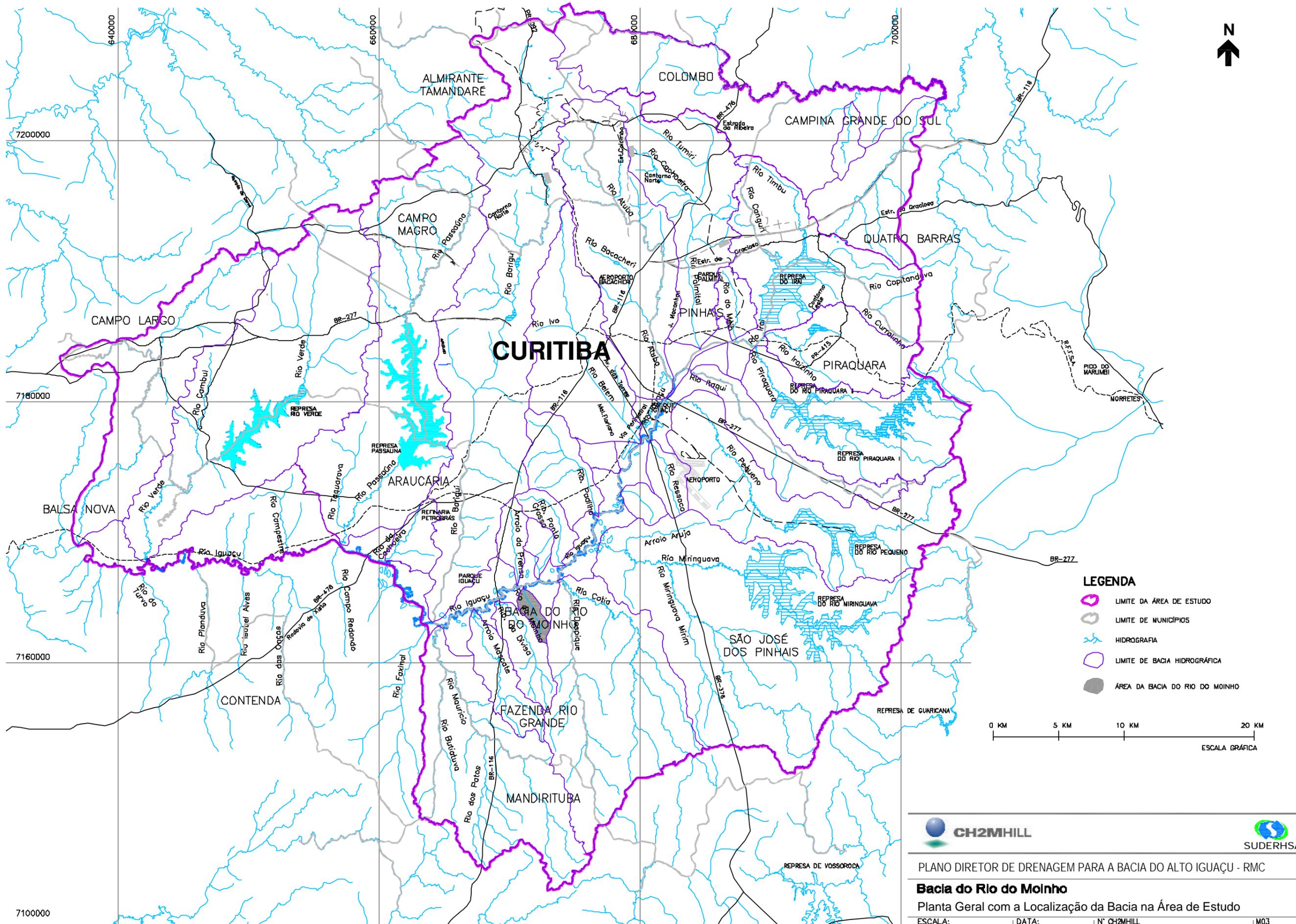


ANEXO 6 – COTAS DE NÍVEIS DE ÁGUA

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

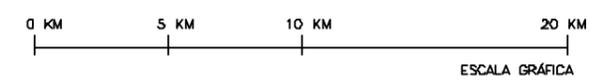
RIO	DISTÂNCIA (m)	A 10	A 25	T 10	T 25
MOINHO	0	867,3	867,6	867,6	867,6
MOINHO	346	867,3	867,6	867,6	867,6
MOINHO	500	867,8	868,2	868,0	868,2
MOINHO	691	868,5	868,8	868,5	868,8
MOINHO	924	869,7	870,0	869,7	870,0
MOINHO	1000	869,9	870,2	869,9	870,2
MOINHO	1156	870,3	870,6	870,3	870,6
MOINHO	1283	871,3	871,4	871,3	871,4
MOINHO	1500	871,6	871,8	871,6	871,8
MOINHO	1598	871,7	872,0	871,7	872,0
MOINHO	1882	873,2	873,3	873,2	873,3
MOINHO	2000	874,4	874,6	874,4	874,6
MOINHO	2156	876,1	876,2	876,1	876,2
MOINHO	2429	878,9	879,0	878,9	879,0
MOINHO	2500	879,9	880,0	879,9	880,0
MOINHO	2537	880,4	880,5	880,4	880,5

ANEXO 7 – DESENHOS



LEGENDA

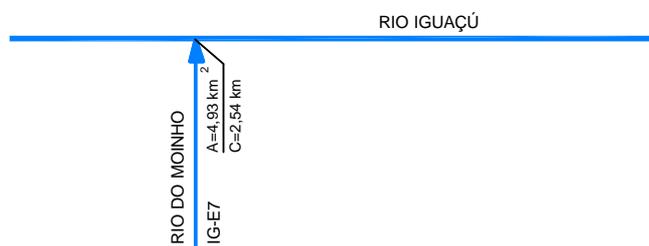
-  LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO
-  LIMITE DE MUNICÍPIOS
-  HIDROGRAFIA
-  LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
-  ÁREA DA BACIA DO RIO DO MOINHO



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

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

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Dez 2001	Nº CH2MHILL SUD0103DW-GE011-P2	M03 IL-01
--------------------	-------------------	-----------------------------------	--------------



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

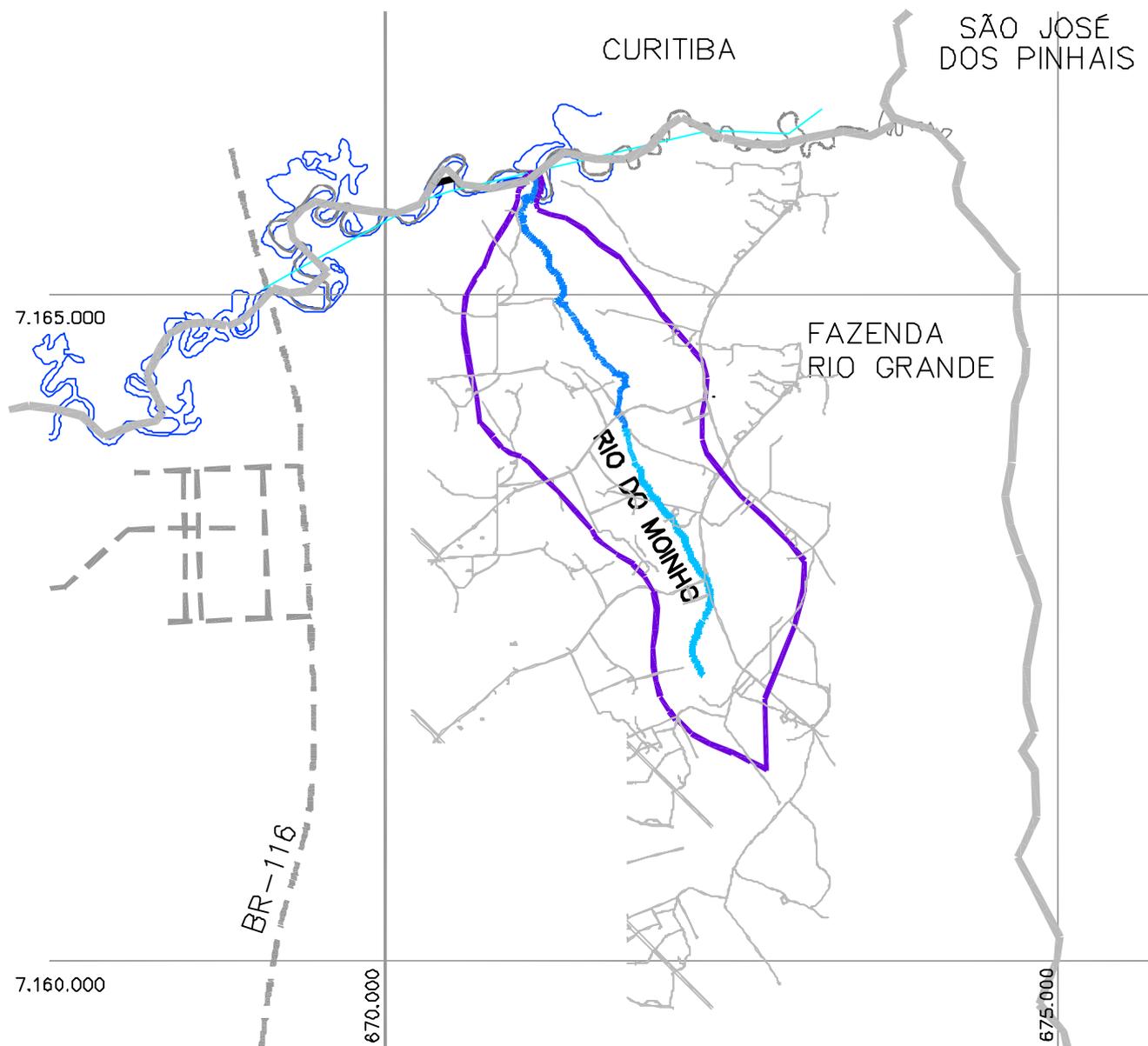


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio do Molho

DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

ESCALA: S/ESCALA	DATA: Julho 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-WR172-P2	M03 CO01
---------------------	---------------------	-----------------------------------	-------------



OBS.: Segundo a pesquisa junto às prefeituras não foram identificadas áreas urbanas inundáveis na bacia do Rio do Moinho.

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

IG-E1_1
 CÓDIGO DO PONTO CRÍTICO
 Ver atributos nas tabelas apresentadas
 no relatório M03-D7 ou no arquivo Spring

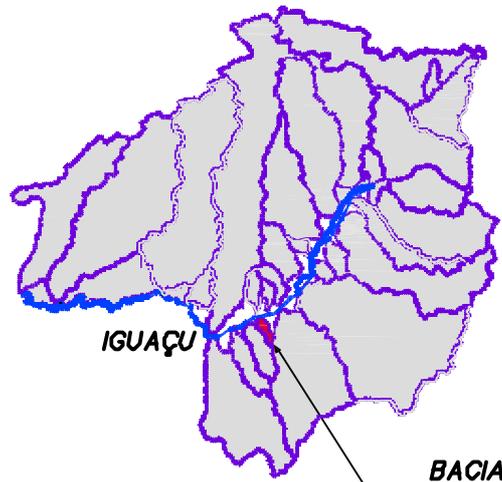


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio do Moinho

Planta Geral e Pontos de Inundação Segundo Pesquisa

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Julho 2002	Nº CH2MHILL SUD01035V-WR016-P2	M03 1001
-----------------------	---------------------	-----------------------------------	-------------



IGUAÇU

BACIA DO RIO DO MOINHO

CURITIBA

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

FAZENDA RIO GRANDE

7.165.000

7.160.000

670.000

675.000

BR-116

SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS - BACIA DO RIO DO MOINHO

- A1 MOINHO CABECEIRA
- A2 MOINHO DISTRIBUIDA 1
- A3 MOINHO CONTRIBUIÇÃO AFLUENTE
- A4 MOINHO DISTRIBUIDA 2

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



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

Bacia do Rio do Moinho
SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Dez 2001	Nº CH2MHILL SUD0103MP-WR050-P1	M03 T050
-----------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------



PONTOS DE ENTRADA DE VAZÃO

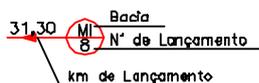
Nº	OPERAÇÃO HIDROLÓGICA	SUB-BACIA
MO 01	Moinho Cabeceira	A1
MO 02	Moinho Distribuída 1	A2
MO 03	Moinho Afluente	A3
MO 04	Moinho Distribuída 2.1	A4
MO 05	Moinho Distribuída 2.2	A4
MO 06	Moinho Distribuída 2.3	A4

NÍVEL DE ÁGUA NO IGUAÇU

N.A. = 864.50

LEGENDA

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



ESCALA GRÁFICA

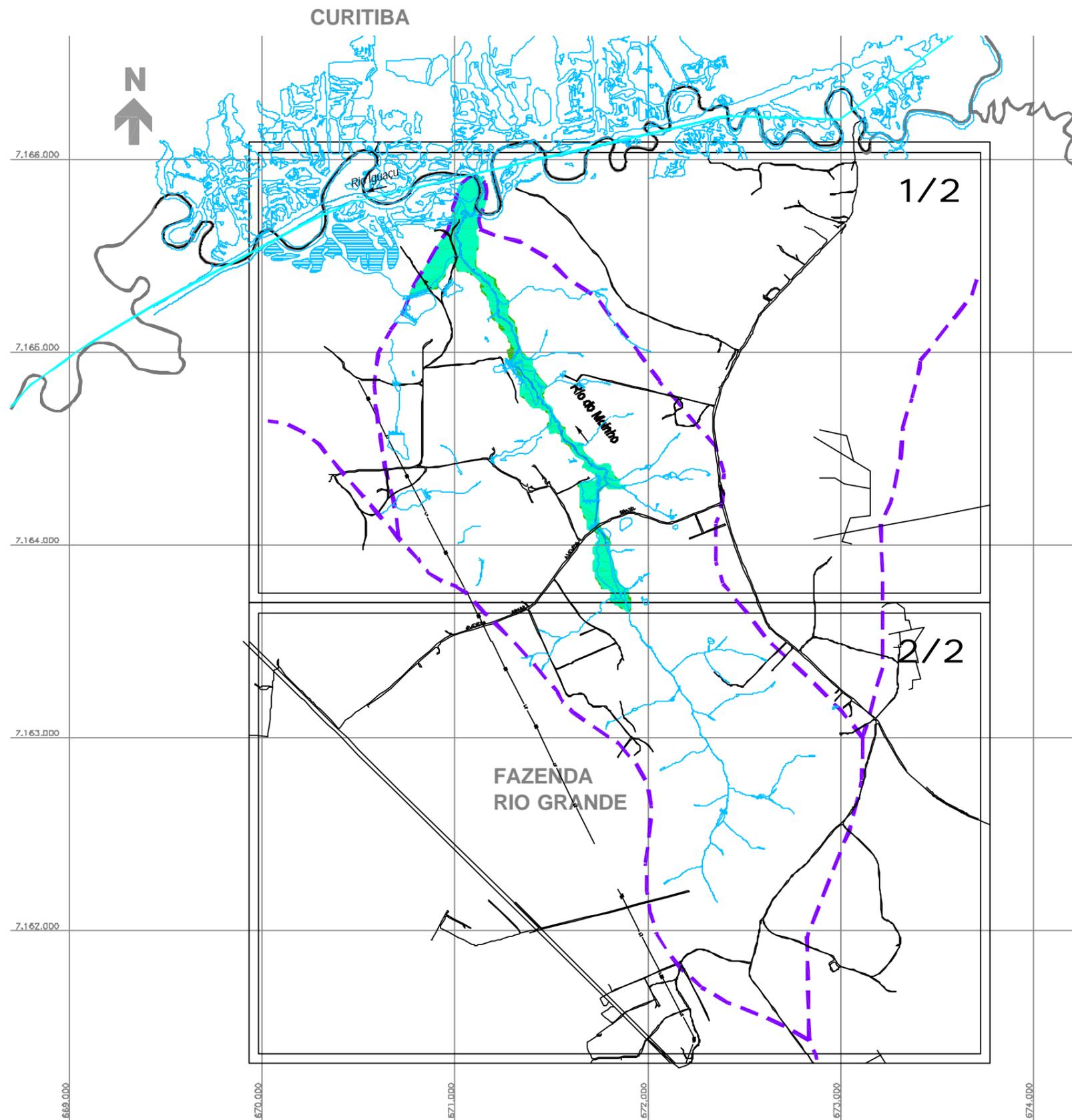


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio do Moínho

Condições de Contorno para o Modelo Hidrodinâmico

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Dez 2001	Nº CH2MHILL SUDO103DW-WR173-P1	M03 CO02
--------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------



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, REFEREM-SE AO CENÁRIO TENDENCIAL.

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

CONVENÇÃO

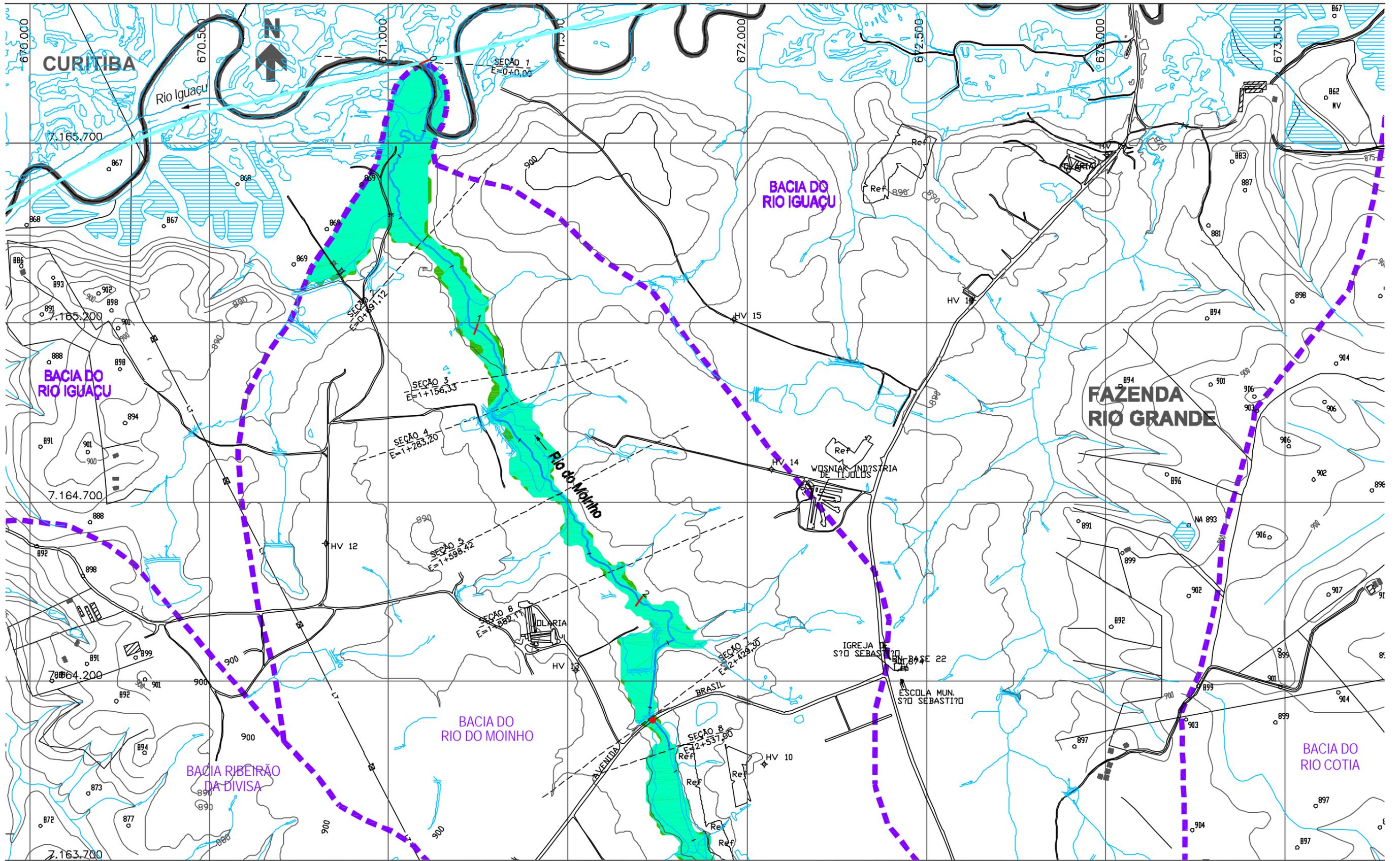
-  ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
-  ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
-  LIMITE DA BACIA DO ALTO IGUAÇU
-  LIMITE DE MUNICÍPIO
-  LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
-  SISTEMA DE MACRODRENAGEM
-  SISTEMA DE MICRODRENAGEM



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

Bacia do Rio do Molho
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

ESCALA: 1 : 25.000	DATA: Julho 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW- WR174-P2	M03 CO03
-----------------------	---------------------	------------------------------------	-------------



NOTAS:

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

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

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

CONVENÇÃO

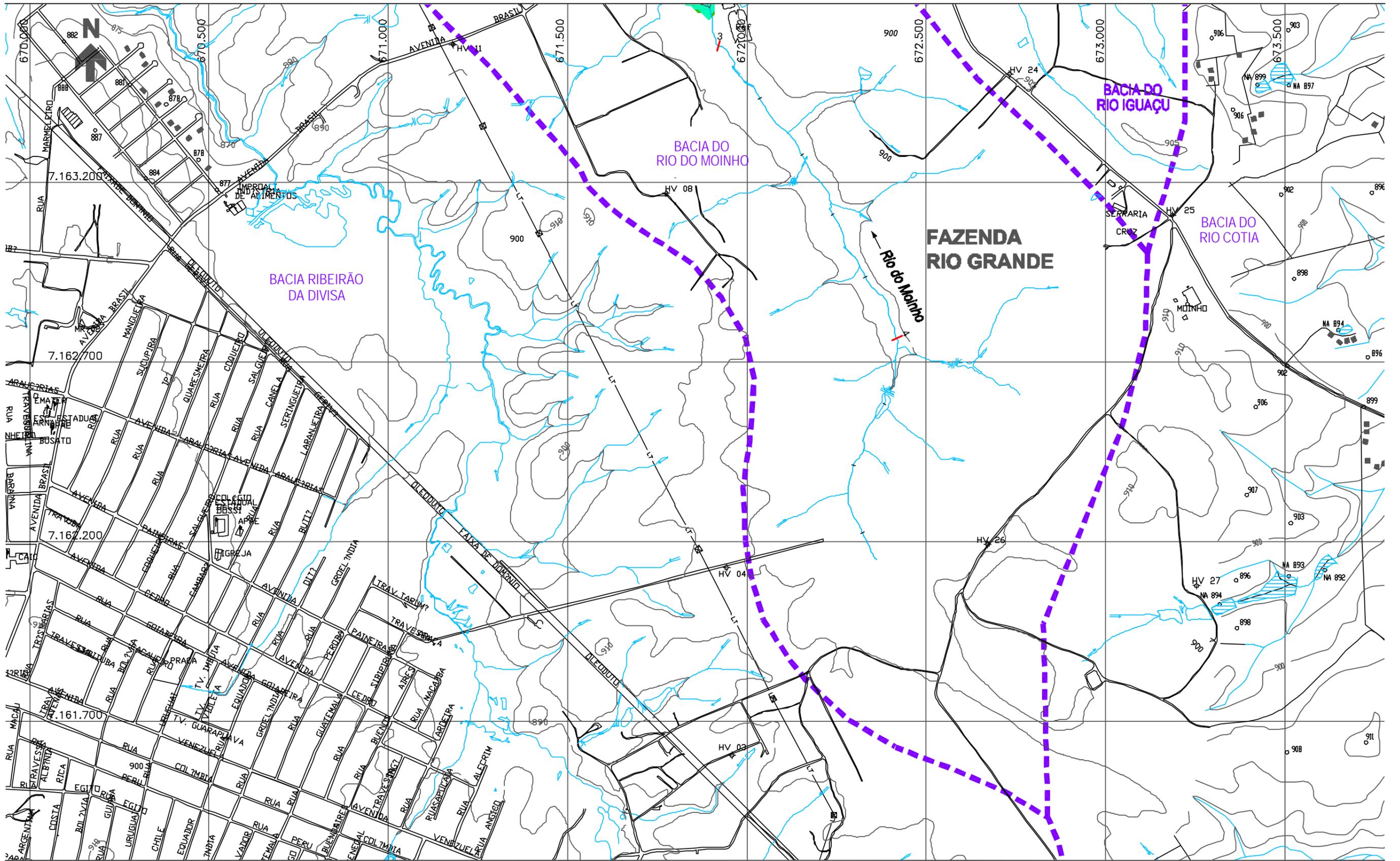
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE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



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

**Bacia do Rio do Moinho
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL**

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Julho 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR175-P2 M03 CA 1/2



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

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

CONVENÇÃO

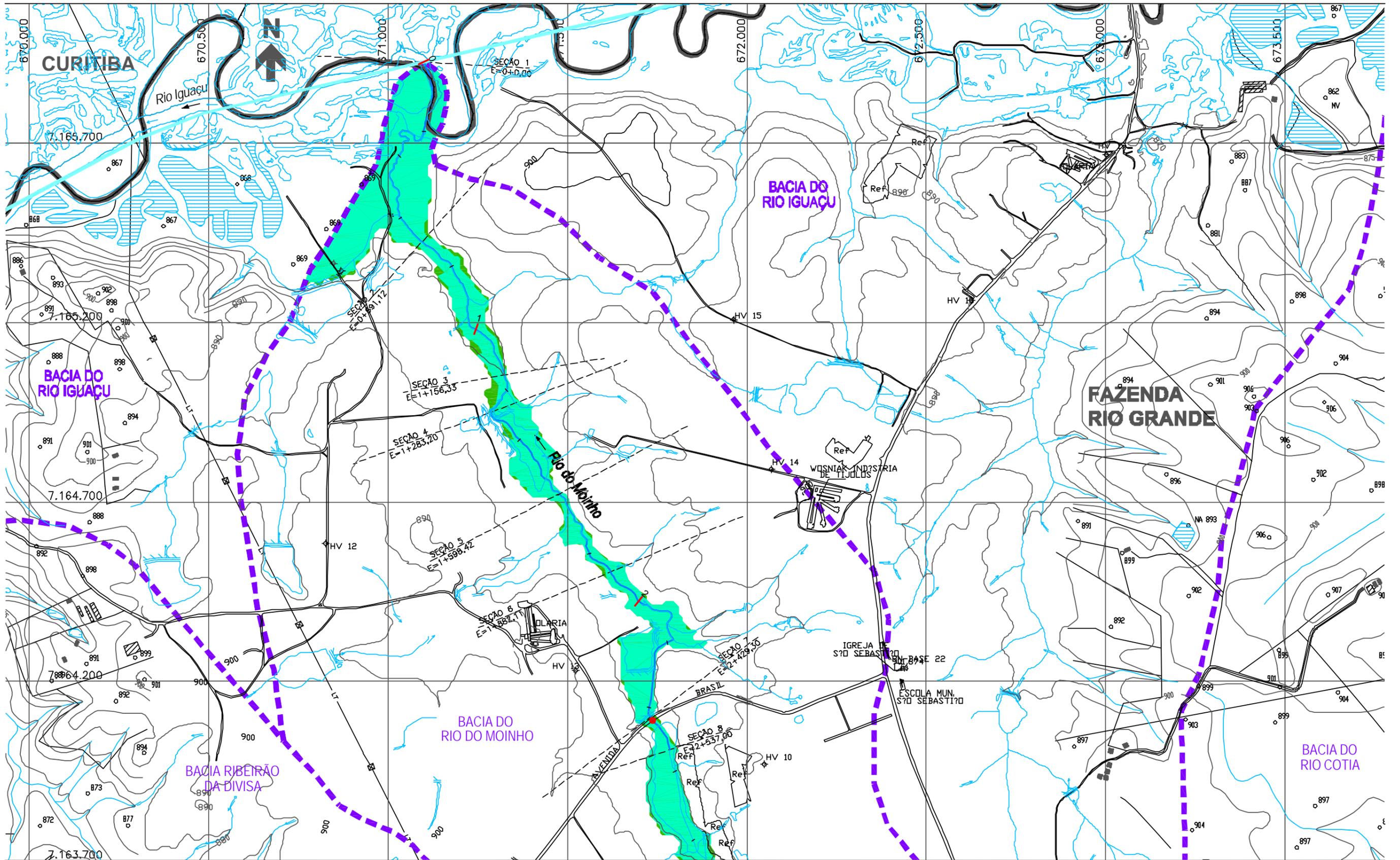
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 10 ANOS
- ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO PARA PERÍODO DE RETORNO DE TR = 25 ANOS
- ÁREAS DE OCUPAÇÕES IRREGULARES
- ÁREAS URBANIZADAS
- ÁREAS DE LAGOAS
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE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



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

Bacia do Rio do Moinho
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO ATUAL

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Julho 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR175-P2 M03 CA 2/2



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

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

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

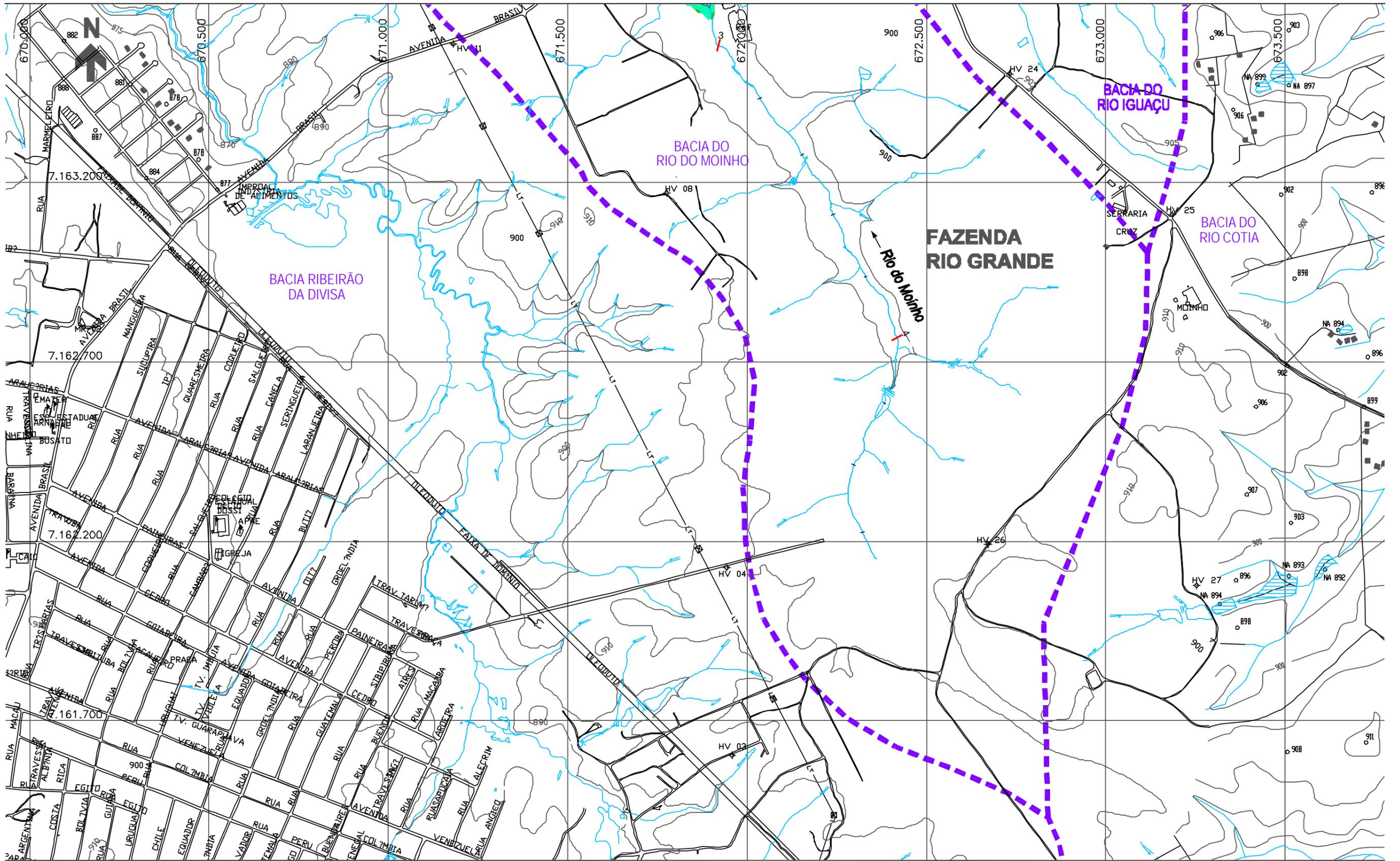
- ESTACA
- SISTEMA DE MACRODRENAGEM
- SISTEMA DE MICRODRENAGEM
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SINGULARIDADE



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

Bacia do Rio do Moinho
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL E DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000	DATA: Julho 2002	Nº CH2MHILL SUDO103DW-WR175-P2	M03 CTD 1/2
-----------------------	---------------------	-----------------------------------	----------------



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

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

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 do Moinho
ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO - CENÁRIO TENDENCIAL E DIRIGIDO

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Julho 2002 N° CH2MHILL SUDO103DW-WR175-P2 M03 CTD 2/2