



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 4.26
MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO DA CACHOEIRA

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 4.26

MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO DA CACHOEIRA

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

RELAÇÃO DE VOLUMES

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

TOMOS DO VOLUME 4

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

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

Tomos 4.28 ANTEPROJETO HIDRÁULICO PARA AS MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE

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

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

ÍNDICE

TOMO 4.26 – RIO DA CACHOEIRA

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	6
3	MODELAGEM HIDROLÓGICA	7
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 PARA AS SIMULAÇÕES	11
6	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS	12
6.1	CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL	12
6.2	CENÁRIO DIRIGIDO	15
7	MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS PROPOSTAS	21
7.1	MEDIDAS DE CONTROLE PROPOSTAS	21

ANEXOS

ANEXO 1 - TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO
ANEXO 2 - HIDROGRAMAS
ANEXO 3 - SEÇÕES TRANSVERSAIS
ANEXO 4 - CÁLCULO DAS CURVAS-CHAVE
ANEXO 5 - CURVAS-CHAVE
ANEXO 6 - COTAS DE NÍVEL DE ÁGUA
ANEXO 7 - DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS

Nº	Título	Escala
IL-01	Bacia do Rio da Cachoeira Planta Geral com a Localização da Bacia na Área de Estudo	Gráfica
I001	Bacia do Rio da Cachoeira Planta Geral e Pontos Críticos de Inundação Segundo Pesquisa	1:50.000
C001	Bacia do Rio da Cachoeira Diagrama Unifilar do Sistema de Macrodrenagem	S/ escala
T073	Bacia do Rio da Cachoeira Sub-Bacias Hidrográficas	1:50000
C002	Bacia do Rio da Cachoeira Áreas de Risco de Inundação – Articulação das Folhas	Gráfica
CA1/4 a CA4/4	Bacia do Rio da Cachoeira Manchas de Inundação – Cenário Atual - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CT1/4 a CT4/4	Bacia do Rio da Cachoeira Manchas de Inundação – Cenário Tendencial - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
CD1/4 a CD 4/4	Bacia do Rio da Cachoeira Manchas de Inundação – Cenário Dirigido - TR = 10 anos e TR = 25 anos	1:10.000
C003/1 a C003/3	Bacia do Rio da Cachoeira Medidas de Controle de Enchentes	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 Cachoeira, resultado dos trabalhos de simulação de modelo matemático, conforme previsto no Terceiro Termo Aditivo do contrato acima mencionado.

As áreas de risco de inundação na bacia do rio da Cachoeira foram geradas a partir de modelo hidráulico-hidrológico, 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. A opção pelo modelo a ser utilizado - hidráulico-hidrológico ou hidrodinâmico - foi realizada a partir das características físicas de cada bacia e disponibilidade de dados, conforme justificado no Volume 3 - Capacidade do Sistema Atual e Medidas de Controle de Cheias - Relatório Geral.

Como ferramenta de análise, utilizou-se o software CABIC da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica - FCTH, o qual é voltado à determinação de hidrogramas de enchentes de redes complexas de rios e canais. Foi também empregado o programa Spring, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, na projeção das previsões sobre áreas inundáveis a partir da envoltória de cotas máximas de nível de água.

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 Hidrológica - são apresentados os principais critérios utilizados na modelagem matemática para a determinação de hidrogramas de enchentes e 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 analisado.

No Capítulo 6 - Resultados das Simulações Hidrológicas - encontram-se os produtos resultantes das simulações, consistindo em tabela com as cotas e vazões em função das estacas, hidrogramas e 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 em relação 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 medidas de controle (MCs) recomendadas no Cenário Dirigido são apresentadas no Capítulo 7 - Medidas de Controle Estruturais Propostas. Neste capítulo são descritas 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, estão sendo propostas as seguintes medidas de controle:

- Implantação de três lagoas de acumulação
- Substituição de onze travessias de rios sob vias públicas
- Aumento da capacidade hidráulica de dois trechos de rios com uma extensão total de 690m.

O custo estimado para a implantação destas MCs, a preços de janeiro/2000, alcança o montante de 12 milhões de reais.

2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BACIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio da Cachoeira é afluente pela margem direita do rio Iguaçu. A sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de cerca de 14,5 km².

Esta bacia localiza-se inteiramente dentro do município de Araucária e sua localização na área de abrangência do Plano Diretor de Drenagem é apresentada na planta geral da bacia no desenho IL-01.

A bacia do rio da Cachoeira está dividida entre uso rural e urbano. Nas suas bacias de cabeceira nota-se mais acentuadamente o uso rural, enquanto nas bacias intermediárias e na bacia de sua foz no rio Iguaçu é predominante o uso urbano. Nestas bacias encontra-se parte da área urbana do município de Araucária.

Os principais elementos da área de estudo pertinentes à bacia do rio da Cachoeira e considerados para as simulações hidrológicas são mostrados no Diagrama Unifilar do Sistema de Macrodrenagem, apresentado no desenho C001.

2.2 SISTEMA ATUAL DE DRENAGEM

2.2.1 Cadastro do Sistema

A caracterização da situação atual de 11 km de trechos de rios da bacia do rio da Cachoeira 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; e
- Rugosidades definidas pelo coeficiente de Manning.

2.2.2 Singularidades

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

As singularidades levantadas na bacia do rio da Cachoeira estão locadas nos desenhos CA1/4 a CA4/4 e CT 1/4 a CT 4/4, e a tabela 2.1 mostra as principais características daquelas consideradas nas simulações:

Tabela 2.1 Singularidades - Bacia do Rio da Cachoeira

Nº	Rio	Estaca	Tipo	Dimensões	Recobrimento
1	Cachoeira	3+994	Galeria	(250 x 250) cm	50 cm
2	Cachoeira	3+455	Pontilhão	190 x 100 cm	-
3	Cachoeira	3+411	Bueiro tubular	2 ϕ 120 + 1 ϕ 80 cm	180 cm
4	Cachoeira	2+159	Galeria	(280 x 150) cm	80 cm
5	Cachoeira	1+056	Bueiro tubular	3 ϕ 180 cm	100 cm
6	Cachoeira	0+896	Ponte	(680 x 220) cm	-
7	Cachoeira	0+723	Ponte	(1000 x 240) cm	-
8	Afluente	1+974	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	180 cm
9	Afluente	1+761	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	70 cm
10	Afluente	1+460	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	280 cm
11	Afluente	0+583	Bueiro tubular	2 ϕ 250 + 1 ϕ 150 cm	100 cm
12	Afluente	0+499	Bueiro tubular	3 ϕ 150 + 1 ϕ 110 cm	50 cm
13	Afluente	0+198	Bueiro tubular	3 ϕ 150 cm	150 cm
14	Afluente	0+086	Bueiro tubular	3 ϕ 150 cm	80 cm

Fonte: CH2M HILL

2.2.3 Obras e Projetos

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

2.2.4 Áreas Inundáveis

Não foram identificadas áreas urbanas inundáveis na bacia do rio da Cachoeira nas pesquisas realizadas junto à prefeitura do município de Araucária.

A pesquisa e seus resultados estão detalhadamente apresentados no Volume 3 do Relatório Final.

2.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

2.3.1 - Atendimento Atual

As condições atuais do atendimento (1999) da bacia do rio da Cachoeira pelo sistema de esgotamento sanitário é a seguinte:

- População Urbana Total: 37.900 habitantes
- População atendida pelo sistema público de coleta de esgoto: 19.450 habitantes, o que equivale a 51 % da população urbana

- População atendida por tratamento de esgoto: 14.340 habitantes, correspondendo a 38 % da população urbana

- Extensão de redes coletoras: 75 km

Número de ligações: 3.800 unidades

- Estação de Tratamento de Esgotos: Parte do esgoto coletado na bacia é conduzido para tratamento na ETE Cachoeira, que tem capacidade para tratar a vazão média de 164 l/s.

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 Cachoeira 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 Cachoeira
Programa de Atendimento pelo Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto

Parâmetro de Atendimento	Ano			
	2005	2010	2015	2018
População Urbana (hab)	49.900	63.600	79.000	100.000
População Atendida pelos sistemas de coleta e tratamento de esgotos (hab)	25.450	39.600	57.300	76.120
Índice de Atendimento (%)	51	62	73	77
Extensões de Redes Coletoras (km)	85	156	213	266
Número de Ligações (unidades)	4300	7800	10.600	13.300

Fonte: CH2M HILL

O sistema de esgotamento sanitário da bacia do rio da Cachoeira, de acordo com as proposições do Plano de Despoluição será integrado, além dos elementos acima citados pelas seguintes obras:

- Melhoria da eficiência do processo de tratamento aplicado pelas unidades atuais da ETE Cachoeira, para alcançar uma remoção de 85% das cargas poluidoras, conforme convênio SANEPAR - IAP
- Ampliação da capacidade atual da ETE Cachoeira de 164 l/s para alcançar 226 l/s no final do período de planejamento (2020)

O cronograma de implantação do Plano de Despoluição prevê o crescimento da rede coletora até o ano de 2005 apenas para a manutenção do índice de atendimento de 51% da população urbana, iniciando-se efetivamente o plano de expansão do sistema de esgotamento sanitário na segunda etapa do programa (2006 a 2010).

2.4 USO DO SOLO

A urbanização da bacia do rio da Cachoeira, conforme a segmentação feita, descreve uma baixa ocupação da bacia. A bacia apresenta uma média populacional para o ano de 1999 de 14 hab/ha.

As áreas de maior ocupação localizam-se na porção de jusante e central, delimitada pelas sub-bacias A3, A4, B2 e B3 com densidade populacional média de 22 hab/ha. As sub-bacias A1 e A2 (sub-bacias de montante) apresentam características rurais, com baixa densidade populacional.

O prognóstico para o ano 2020, fim do período de planejamento, a densidade populacional média para a bacia será de 44 hab/ha. A densidade populacional das sub-bacias A3, A4, B2 e B3 deverá crescer para 79 hab/ha. As sub-bacias A1 e A2 continuarão com baixa ocupação.

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 HIDROLÓGICA

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

Visando subsidiar a modelagem matemática no modelo de simulação hidrológico CABC, 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.

O simulador hidrológico CABC reúne, num único software, modelos de desagregação de precipitações, infiltração, escoamento superficial e geração de hidrogramas sintéticos para bacias hidrológicas complexas. No CABC, o técnico interessado em determinar hidrogramas de enchentes faz a delimitação das sub-bacias, seleciona a chuva de projeto, simula o processo de infiltração e obtém o hidrograma resultante praticamente sem trabalho manual de entrada de dados, inclusive planimetria, que também pode ser feita automaticamente.

As informações físicas para cada bacia podem ser obtidas diretamente da cartografia digital. O modelo oferece como opção para o modelo de infiltração os métodos de Horton, Green-Ampt, Índice f e Soil Conservation Service. Para o cálculo dos hidrogramas, emprega os modelos Santa Bárbara, Clark e Hidrograma Triangular do SCS.

Os hidrogramas de cheias gerados para a bacia do rio da Cachoeira foram calculados segundo o método do Hidrograma Triangular do SCS, gerados pela transformação da precipitação de projeto em cada sub-bacia e a propagação dos mesmos através dos canais e reservatórios, até a seção de interesse.

A bacia do rio da Cachoeira foi dividida em 7 sub-bacias com o objetivo de se realizar uma ampla análise nos principais pontos de interesse e para elas foram definidos todos os parâmetros necessários para a modelagem. No contexto da bacia hidrográfica do rio da Cachoeira, o sistema hídrico modelado compreenderá o curso principal do rio, que perfaz cerca de 6 km, e o curso do seu principal afluente, cuja extensão é de cerca de 3 km. A abrangência espacial desta bacia pode ser visualizada no desenho IL-01.

O curso d'água do rio da Cachoeira 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:

- Seções de Controle e pontos de confluência; e
- Localização das estruturas hidráulicas.

O Volume 3 – Capacidade do Sistema Atual e Medidas de Controle de Cheias – Relatório Geral, apresenta em detalhes a metodologia na modelagem hidrológica.

4 CENÁRIOS CONSIDERADOS

O estudo do sistema de macrodrenagem da bacia do rio da Cachoeira 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 a contenção e o controle de cheias.

Na bacia do rio da Cachoeira 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 – SIGRH.

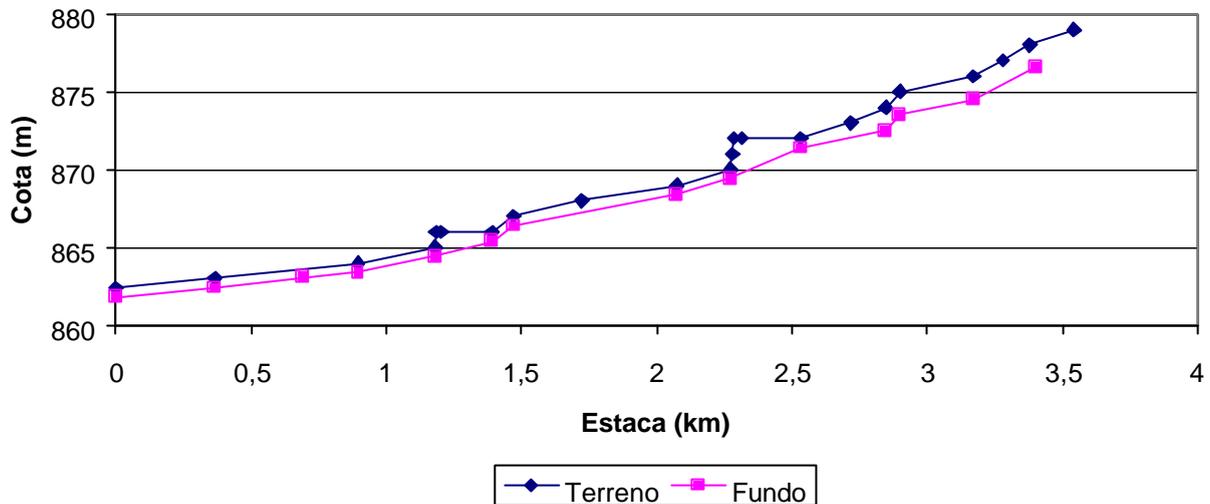
Foi feita a análise e a preparação dessa base de modo a possibilitar a utilização da mesma para a projeção de áreas inundáveis por ocasião do extravasamento da calha menor dos canais. Foram gerados modelos digitais do terreno (MDT) a partir da altimetria existente nas cartas escala 1:2.000 do Paranacidade, 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 Cachoeira.

**Rio da Cachoeira
Perfil Longitudinal**



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 Cachoeira, foram definidas 5 seções transversais e 6 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 para uma análise expedita da capacidade de escoamento dos trechos entre as seções de controle e, ainda, permitiram a geração das relações cota-descarga das seções transversais, possibilitando assim calcular a altura de água que corresponde a uma dada descarga. As seções transversais são apresentadas no Anexo 3 e o cálculo das curvas-chave na Tabela 5.1 no Anexo 4.

Foram adotados coeficientes de rugosidade (Manning) distintos para as duas partes componentes da seção transversal, sendo considerado entre $n = 0,028$ a $0,040$ para o leito menor e $n = 0,060$ para a várzea, nos tramos do trecho de macrodrenagem.

As travessias de ruas e obstruções localizadas não são consideradas quando da simulação hidrológica. Após a simulação, e de posse dos dados de vazão, estas estruturas são verificadas quanto à sua capacidade ou não de veicular a vazão afluente a este ponto.

5.4 CONDIÇÕES PARA AS SIMULAÇÕES

Para geração dos hidrogramas de cheia foi utilizado o software CABO, conforme mencionado no Item 3.

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 a geração das linhas de inundação através das alturas de água nas diversas seções selecionadas, foram utilizadas as vazões dos hidrogramas elaborados para os períodos de retorno de 10 e 25 anos. Os hidrogramas gerados são apresentados no Anexo 2.

O trecho de macrodrenagem do rio da Cachoeira considerado nas simulações tem início na sua foz no rio Iguaçu, prolongando-se por uma extensão de 5.500 m, até a estaca 5+500.

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.

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 864,99, extraída do projeto "Parque e Controle de Cheias do Alto Iguaçu – Consórcio ENERCONSULT/ELC/TEI – Agosto/1996".

6 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS

As cotas de nível d'água geradas nas simulações são apresentadas neste relatório para seções localizadas dentro de trechos considerados representativos, para os quais foram definidas curvas-chave. Para se obter cotas de nível d'água em pontos intermediários, deve-se usar a curva-chave correspondente ao trecho onde se encontra o ponto desejado e, a partir da vazão calculada para o trecho, obter a cota do nível de água. No caso de trechos de seção transversal, declividade e rugosidade uniformes, as cotas podem ser obtidas por interpolação simples a partir das cotas das seções adjacentes.

6.1 CENÁRIOS ATUAL E TENDENCIAL

6.1.1 Tabelas Vazões de Pico e Nível Máximo

Os cenários sem medidas de controle retratam tanto as condições atuais do sistema de macrodrenagem das bacias como as futuras, em decorrência do processo de urbanização previsto para o ano 2.020. Com a finalidade de se verificar as condições de funcionamento da calha principal do rio da Cachoeira para os cenários atual e tendencial e períodos de retorno de 10 e 25 anos, a seguir apresenta-se a Tabela 6.1, com os valores dos picos de vazões naturais por seção de controle obtidas com o modelo CABG, conforme os critérios anteriormente descritos.

A tabela 6.2 apresenta os níveis máximos nas seções transversais consideradas, e a tabela 6.3 apresenta as cotas de extravasamento da calha menor nestas seções e as respectivas lâminas de inundação.

Tabela 6.1 Vazões de Pico - Rio da Cachoeira

Rio	Sub-bacia	Seção de Controle	Estacas	Vazões de Pico (m ³ /s)			
				Cenário Atual		Cenário Tendencial	
				TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Cachoeira	A1	2	5+500	35,58	51,72	37,31	53,69
Cachoeira	A2	3	3+960	42,61	62,28	43,95	63,87
Cachoeira	A3	4	1+20	65,00	99,32	69,77	104,70
Cachoeira	A4	8	0+0,00	61,41	93,17	66,63	99,07
Afluyente	B1	6	3+170	17,23	27,75	17,23	27,75
Afluyente	B2	7	1+430	28,60	44,55	29,46	45,57
Afluyente	B3	9	0+210	27,85	44,46	30,12	47,09

Fonte: CH2M HILL

Tabela 6.2 Vazão de Pico e Nível Máximo - Rio da Cachoeira

Rio	Estaca	Vazões de Pico (m ³ /s)				Nível Máximo (m)			
		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
Cachoeira	4+062	42,61	62,28	43,95	63,87	885,3	885,7	885,3	885,7
Cachoeira	2+532	65,00	99,32	69,77	104,70	873,7	874,1	873,7	874,2
Cachoeira	0+894	61,41	93,17	66,63	99,07	866,8	867,4	866,9	867,5
Afluente	2+024	28,60	44,55	29,46	45,57	877,6	877,7	877,6	877,7
Afluente	0+546	27,85	44,46	30,12	47,09	868,4	868,7	868,5	868,8

Fonte: CH2M HILL

Tabela 6.3 Cotas de Extravasamento da Calha do Rio da Cachoeira e Lâminas de Inundação

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)			
			Cenário Atual		Cenário Tendencial	
			TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Cachoeira	4+062	884,0	1,3	1,7	1,3	1,7
Cachoeira	2+532	872,1	1,6	2,0	1,6	2,1
Cachoeira	0+894	864,6	2,2	2,8	2,3	2,9
Afluente	2+024	877	0,6	0,7	0,6	0,7
Afluente	0+546	868	0,4	0,7	0,5	0,8

Fonte: CH2M HILL

6.1.2 Hidrogramas

No Anexo 2 são apresentados os hidrogramas nas seções de controle consideradas do Rio da Cachoeira, 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 nos trechos de macrodrenagem definidos.

6.1.3 Áreas de Risco de Inundação

O desenho das áreas de risco 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 corresponde a uma dada descarga, geradas a partir das relações cota-descarga das seções transversais. 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.

As áreas com risco de inundações na bacia do rio da Cachoeira para os cenários atual e tendencial e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas, respectivamente, nos desenhos CA1/4 a CA4/4 e CT1/4 a CT4/4.

As áreas de risco da bacia do rio da Cachoeira mostram pouca variação nos cenários atual e tendencial, apesar das condições de impermeabilização desta bacia sofrerem alteração de um cenário para o outro.

6.1.4 Análise dos Resultados das Simulações

As áreas de risco de inundações resultantes das simulações efetuadas atingem tanto partes urbanas quanto rurais do município de Araucária. São as áreas ribeirinhas inundáveis que são ocupadas naturalmente pelo rio nas épocas das chuvas correspondentes aos tempos de recorrência estudados.

Nas porções média e final da bacia do rio da Cachoeira, as áreas ribeirinhas possuem características urbanas e nas partes próximas às cabeceiras as previsões efetuadas, que têm como horizonte o ano 2020, indicam que a bacia não sofrerá urbanização significativa. Observa-se que algumas áreas ribeirinhas inundáveis são usadas para habitação ou outros usos antrópicos, podendo as inundações causar transtornos e prejuízos.

Existe a ocorrência de inundações em praticamente todos os trechos dos rios da Cachoeira e de seu afluente, podendo a lâmina d'água chegar a 2,3 m para TR=10 anos em alguns trechos. A área mais afetada é a região da confluência dos rios da Cachoeira e de seu afluente, onde várias vias urbanas e habitações são atingidas, sendo a falta de capacidade do leito menor dos rios a causa para estas enchentes.

A jusante da confluência dos rios da Cachoeira e de seu afluente, a região é urbana e continua sendo atingida por inundações.

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 Cachoeira para atender às restrições de descarga de sua calha.

A tabela 6.4 apresenta as capacidades das singularidades e as vazões de pico estimadas nestas seções.

Tabela 6.4 Capacidade das Singularidades e Vazões Afluentes - Rio da Cachoeira

Nº	Estaca	Tipo	Dimensões	Capacidade Atual (m³/s)	Vazões de Pico (m³/s)
1	3+994	Galeria	(250 x 250) cm	31,13	37,31
2	3+455	Pontilhão	(190 x 100) cm	7,80	69,77
3	3+411	Bueiro tubular	2 ϕ 120 + 1 ϕ 80 cm	8,07	69,77
4	2+159	Galeria	(280 x 150) cm	11,32	69,77
5	1+056	Bueiro tubular	3 ϕ 180 cm	20,25	69,77
6	0+896	Ponte	(680 x 220) cm	82,48	66,63
7	0+723	Ponte	(1000 x 240) cm	88,98	66,63
8	1+974	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	4,64	29,46
9	1+761	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	4,64	29,46
10	1+460	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	4,64	29,46
11	0+583	Bueiro tubular	2 ϕ 250 + 1 ϕ 150 cm	56,06	30,12
12	0+499	Bueiro tubular	3 ϕ 150 + 1 ϕ 110 cm	21,86	30,12
13	0+198	Bueiro tubular	3 ϕ 150 cm	19,59	30,12
14	0+086	Bueiro tubular	3 ϕ 150 cm	19,59	30,12

Fonte: CH2M HILL

6.2 CENÁRIO DIRIGIDO

6.2.1 Características do Cenário Dirigido

Como medidas de controle estruturais a serem modeladas no cenário dirigido propõe-se:

- 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 Cachoeira e seu afluente, ambos a montante da área urbana de Araucária.

Caso as simulações do Cenário Dirigido mostrem que os reservatórios não são suficientes para atender às restrições de descarga da calha do rio da Cachoeira, outras medidas poderão 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, pontilhões etc.

Os trabalhos de modelagem hidráulica-hidrológica para o cenário dirigido foram desenvolvidos, portanto, em duas fases: na primeira fase de simulação foi considerada e analisada a implantação de 3 (três) reservatórios de retenção ao longo dos trechos de macrodrenagem do rio da Cachoeira e de seu afluente. Na segunda fase de modelagem, adicionalmente aos reservatórios considerados na primeira fase, considerou-se melhorias hidráulicas no canal do rio da Cachoeira e em seu afluente em locais que ainda apresentaram áreas inundáveis.

Assim sendo, o sistema final de controle de cheias analisado para a bacia do rio da Cachoeira seria o seguinte, conforme principais características indicadas na Tabela 6.5, a seguir.

Tabela 6.5 Principais Características dos Reservatórios para o Cenário Dirigido Rio da Cachoeira

Nome	Rio	Estaca	Tipo	Volume (m ³)
CA01-01	Cachoeira	5+240	Central	168.000
AF01-01	Afluente	2+920	Central	33.000
AF01-02	Afluente	0+920	Central	79.000

Fonte: CH2M HILL

Além destes reservatórios, foram propostas medidas estruturais para a adequação hidráulica do sistema existente, propostas na segunda fase de simulação hidráulica-hidrológica. Estas proposições envolvem o aumento da capacidade hidráulica do canal do rio da Cachoeira entre as estacas 0+525 e 1+010 (MC CA01-02), aumento da capacidade hidráulica do canal do afluente do rio da Cachoeira entre as estacas 0+000 e 0+205 (MC AF01-03), e a substituição de 11 (onze) travessias existentes conforme tabela 6.6 a seguir:

Tabela 6.6 Singularidades Substituídas - Rio da Cachoeira

MC	Estaca	Tipo Atual	Dimensões	Tipo Proposto	Dimensões Vão x altura
CA01-03	3+994	Galeria	(250 x 250) cm	Pontilhão	6 x 3 m
CA01-04	3+455	Pontilhão	(190 x 100) cm	Pontilhão	6 x 3 m
CA01-05	3+411	Bueiro tubular	2 ϕ 120 + 1 ϕ 80 cm	Pontilhão	6 x 3 m
CA01-06	2+159	Galeria	(280 x 150) cm	Pontilhão	6 x 3 m
CA01-07	1+056	Bueiro tubular	3 ϕ 180 cm	Pontilhão	6 x 3 m
AF01-04	1+974	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	Pontilhão	6 x 3 m
AF01-05	1+761	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	Pontilhão	6 x 3 m
AF01-06	1+460	Bueiro tubular	2 ϕ 120 cm	Pontilhão	6 x 3 m
AF01-07	0+499	Bueiro tubular	3 ϕ 150 + 1 ϕ 110 cm	Pontilhão	6 x 3 m
AF01-08	0+198	Bueiro tubular	3 ϕ 150 cm	Pontilhão	6 x 3 m
AF01-09	0+086	Bueiro tubular	3 ϕ 150 cm	Pontilhão	6 x 3 m

Fonte: CH2M HILL

A substituição das estruturas existentes com vãos livres insuficientes foi proposta nos casos mais evidentes, nos quais se constatou que a capacidade de vazão das travessias é muito menor que as vazões contribuintes. Já a melhoria no canal permitirá um grande alívio ao funcionamento hidráulico do mesmo, cuja capacidade é limitada.

6.2.2 Tabelas Estaca x Cota x Vazão

A seguir apresenta-se a Tabela 6.7, com os valores das vazões de pico naturais por seção de controle, considerando os reservatórios propostos, obtidas com o modelo CABG, para o cenário dirigido e períodos de retorno de 10 e 25 anos, conforme os critérios anteriormente descritos. As características dos reservatórios propostos são apresentadas na tabela 6.8. A tabela 6.9 apresenta os níveis máximos nas seções transversais consideradas e a tabela 6.10 apresenta as cotas de extravasamento da calha do rio da Cachoeira.

Tabela 6.7 Vazões de Pico - Bacia do Rio da Cachoeira

Rio	Sub-bacia	Seção de Controle	Estacas	Vazões de Pico (m ³ /s)	
				Cenário Dirigido	
				TR=10 anos	TR=25 anos
Cachoeira	A1	2	5+500	37,31	53,69
Cachoeira	A2	3	3+960	43,85 / 8,53	63,87 / 32,92
Cachoeira	A3	4	1+20	37,76	54,25
Cachoeira	A4	8	0+0,00	34,48	52,33
Afluente	B1	6	3+170	17,23	27,75
Afluente	B2	7	1+430	29,46 / 24,85	45,58 / 46,13
Afluente	B3	9	0+210	22,92 / 17,67	40,87 / 38,89

*Qafluente/Qefluente nos reservatórios de amortecimento

Tabela 6.8 Reservatórios Propostos com suas respectivas relações Cota x Volume x Descarga

MC	Cota (m)	Volume (m ³)	Descarga (m ³ /s)
CA01-01	889	0	0
	890	28.000	2,2
	891	56.000	4,4
	892	84.000	5,8
	893	112.000	7,2
	894	140.000	8,4
	895	168.000	9,0
	896	196.000	50,5
AF01-01	879	0	0
	880	8.250	4,8
	881	16.500	10,8
	882	24.750	17,7
	883	33.000	21,9
	884	41.250	62,0

Tabela 6.8 Reservatórios Propostos com suas respectivas relações Cota x Volume x Descarga (continuação)

MC	Cota (m)	Volume (m ³)	Descarga (m ³ /s)
AF01-02	870	0	0
	871	19.800	4,4
	872	39.600	8,8
	873	59.400	11,6
	874	79.200	14,4
	875	99.000	52,7

Fonte: CH2M HILL

Tabela 6.9 Vazão de Pico e Nível Máximo - Bacia do Rio da Cachoeira

Rio	Estaca	Vazões de Pico (m ³ /s)		Cotas (m)	
		Cenário Dirigido		Cenário Dirigido	
		TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Cachoeira	4+062	8,53	32,92	884,2	885,1
Cachoeira	2+532	37,76	54,25	873,2	873,5
Cachoeira	0+894	34,48	52,33	866,1	866,6
Afluente	2+024	24,85	46,13	877,6	877,7
Afluente	0+546	17,67	38,89	868,1	868,7

Fonte: CH2M HILL

Tabela 6.10 Cotas de Extravasamento da Calha do Rio da Cachoeira e Lâmina de Inundação

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)	
			Cenário Dirigido	
			TR=10 anos	TR=25 anos
Cachoeira	4+062	884,0	0,2	1,1
Cachoeira	2+532	872,1	1,1	1,4
Cachoeira	0+894	864,6	1,5	2,0
Afluente	2+024	877	0,6	0,7
Afluente	0+546	868	0,1	0,7

Fonte: CH2M HILL

6.2.3 Hidrogramas

No Anexo 2 são apresentados os hidrogramas nas seções de controle consideradas do rio da Cachoeira, resultantes da modelagem para os períodos de retorno de 10 e 25 anos do cenário dirigido. Através dos hidrogramas pode-se verificar a translação das ondas de enchentes no trecho de macrodrenagem definido.

6.2.4 Áreas de Risco de Inundação

As áreas com risco de inundações da bacia do rio da Cachoeira para o cenário dirigido e períodos de retorno de 10 e 25 anos são apresentadas nos desenhos CD1/4 a CD4/4.

De um modo geral, com a inserção das medidas de controle indicadas anteriormente, verifica-se a eliminação das inundações, para o período de retorno de 10 anos, em todo o trecho urbano dos rios da Cachoeira e afluente.

Ainda existe a ocorrência de inundações no rio da Cachoeira, para o período de retorno de 10 anos. Porém, estas inundações estão localizadas em locais onde não há habitações ou vias públicas, desta forma, não acarretando problemas.

Cabe observar que, onde foi possível propor medidas, estas causaram bom efeito na redução das enchentes. Os pontos críticos para o período de retorno de 25 anos acontecem porque a ocupação urbana se dá no leito maior do rio, cujas cotas estão sujeitas à inundação.

6.2.5 Conclusões

Conforme pode ser observado nas Tabelas 6.1 e 6.7, as simulações hidrológicas para $Tr=10$ anos mostram que a vazão natural ao longo do curso do rio da Cachoeira na sub-bacia A2, estimada em $43,85 \text{ m}^3/\text{s}$, teria uma redução para $8,53 \text{ m}^3/\text{s}$ com a presença do reservatório proposto CA01-01, o que mostra o bom desempenho deste reservatório. Para o afluente, o reservatório proposto AF01-01 consegue reduzir, para $Tr=10$ anos, uma vazão de $29,46 \text{ m}^3/\text{s}$ para $24,85 \text{ m}^3/\text{s}$ na sub-bacia B2. Apesar da redução não ser grande na própria sub-bacia B2, a contribuição na redução do pico de cheia na bacia B1 é muito significativo, uma vez que as vazões ficam defasadas. O mesmo acontece com relação ao reservatório AF01-02, onde, para $Tr=10$ anos, há a redução da vazão de $22,92 \text{ m}^3/\text{s}$ para $17,67 \text{ m}^3/\text{s}$ na sub-bacia B3.

Conforme se observa, os três reservatórios considerados, mais os alargamentos propostos no rio da Cachoeira e em seu afluente são suficientes para solucionar os problemas de inundações para $TR=10$ anos na parte urbana da bacia do rio da Cachoeira.

Quanto às manchas de inundações que ainda existem na área urbana da bacia do rio da Cachoeira, estas estão localizadas em locais onde não acarretarão transtornos ou prejuízos que justifiquem a implantação de alguma medida estrutural de controle de enchentes.

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.

Tendo em vista os estudos efetuados, recomenda-se, para a bacia do rio da Cachoeira, a configuração final com 3 (três) reservatórios, a adequação hidráulica de um trecho de canal do rio Cachoeira e um trecho de seu afluente e a substituição de 11 (onze) travessias. É uma solução hidráulica que deverá diminuir consideravelmente os problemas e prejuízos das inundações ocorrentes nesta bacia.

Os estudos aqui apresentados foram desenvolvidos com precisão compatível com nível de planejamento e os resultados encontrados estão condicionados à precisão dos dados utilizados. A implantação das obras propostas deverá ser precedida de um detalhamento dos estudos apresentados nesse trabalho, conforme recomendações apresentadas nos Volumes 3 e 6 do Plano Diretor de Drenagem.

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 Cachoeira, foram propostas as seguintes medidas de controle: três lagoas de acumulação do tipo central, a substituição de onze travessias sob vias públicas e o aumento da capacidade hidráulica do canal em dois trechos, um com extensão de cerca de 485 m, e outro com extensão de cerca de 205 m, como descrito nas tabelas 6.5 e 6.6 e no texto do item 6.2.1 acima.

A localização das medidas de controle propostas é mostrada nos desenhos CD1/4 a CD4/4 contidos no Anexo 7.

O custo estimado para a implantação da totalidade das medidas propostas, a preços de jan/2000, alcança o valor de 12 milhões de reais.

7.1.1 Anteprojeto da Lagoa de Acumulação

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

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

MC Nº	Localização			Situação Fundiária	Tipologia Urbanística	Áreas (m ²)		Vazões (m ³ /s)	
	Rio	Estaca	Município			Lagoa	Total	Entrada	Saída
CA01-01	Cachoeira	5+240	Araucária	Particular	1	168.000	232.500	43,85	8,53
AF01-01	Afluente	2+920	Araucária	Particular	2	33.000	52.500	29,46	24,85
AF01-02	Afluente	0+920	Araucária	Pública	3	79.000	333.100	22,92	17,67

Fonte: CH2M HILL

Quanto à urbanização e paisagismo, estas lagoas apresentam as tipologias 1, 2, e 3, 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.
- Tipologia 3 - Destina-se a locais de médio a alto potencial para intervenção paisagística, destinados ao tratamento com cobertura vegetal, associado à alocação de equipamentos de médio a grande porte. Os equipamentos básicos previstos para a Tipologia 3 são:
 - . Área de estar, playground, playfield, canchas esportivas (diversas modalidades), ciclovia, pista de Cooper, churrasqueira, área de alimentação, módulo policial 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 C003/1 a C003/3 apresentados em anexo.

O custo total estimado (a preços de jan/2000) para a implantação destas três MCs é de 11,3 milhões de reais.

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

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

Lagoa de Acumulação	Custos (R\$x1000)			
	Obras Civis	Desapropriações	Urbanização e Paisagismo	Total
CA01-01	902	3.856	966	5.724
AF01-01	583	1.008	861	2.452
AF01-02	506	-	2.603	3.109
Custo Total				11.285

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 - Tomo 4.28 deste Relatório Final.

7.1.2 Substituição de Travessias Sob Vias Públicas

Observou-se na modelagem que onze travessias existentes no rio da Cachoeira e em seu afluente, sob vias públicas, apresentam restrições ao fluxo podendo causar inundações a montante.

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

O custo total estimado para a implantação destas medidas de controle alcança o valor total de R\$ 605.000,00.

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

Tabela 7.3 Travessias sob vias públicas a serem substituídas - Bacia do Rio da Cachoeira

MC	Rio	Estaca	Nova Travessia	Custo (R\$)
CA01-03	Cachoeira	3+994	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
CA01-04	Cachoeira	3+455	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
CA01-05	Cachoeira	3+411	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
CA01-06	Cachoeira	2+159	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
CA01-07	Cachoeira	1+056	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
AF01-04	Afluente	1+974	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
AF01-05	Afluente	1+761	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
AF01-06	Afluente	1+460	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
AF01-07	Afluente	0+499	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
AF01-08	Afluente	0+198	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
AF01-09	Afluente	0+086	Pontilhão 6x3 m	55.000,00
Custo Total				605.000,00

Fonte: CH2M HILL

7.1.3 Aumento da Capacidade Hidráulica do Canal do Rio da Cachoeira e Afluente

No cenário Dirigido é proposto o aumento da capacidade do canal do rio da Cachoeira (MC CA01-02) em um trecho de 485 m de extensão, entre as estacas 0+525 e 1+010, no qual seriam implantadas as seguintes ações:

- Aumento da seção de vazão passando da atual trapezoidal com 5 m de base e profundidade máxima de 0,8 m, para trapezoidal com 8 m de base, profundidade de 1,5 m e paredes com inclinação 1V:2H.
- Regularização dos taludes laterais e do fundo; e
- Proteção dos taludes com grama.

O custo estimado para a execução destas MC é de R\$ 104.000,00.

Também é proposto o aumento da capacidade do canal do afluente do rio da Cachoeira (MC AF01-03) em um trecho de 205 m de extensão, entre as estacas 0+000 e 0+205, no qual seriam implantadas as seguintes ações:

- Aumento da seção de vazão passando da atual trapezoidal com 3 m de base e profundidade máxima de 1,8 m, para trapezoidal com 4 m de base, profundidade de 1,8 m e paredes com inclinação 1V:2H.
- Regularização dos taludes laterais e do fundo; e
- Proteção dos taludes com grama.

O custo estimado para a execução destas MC é de R\$ 23.000,00.

ANEXO 1 – TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO

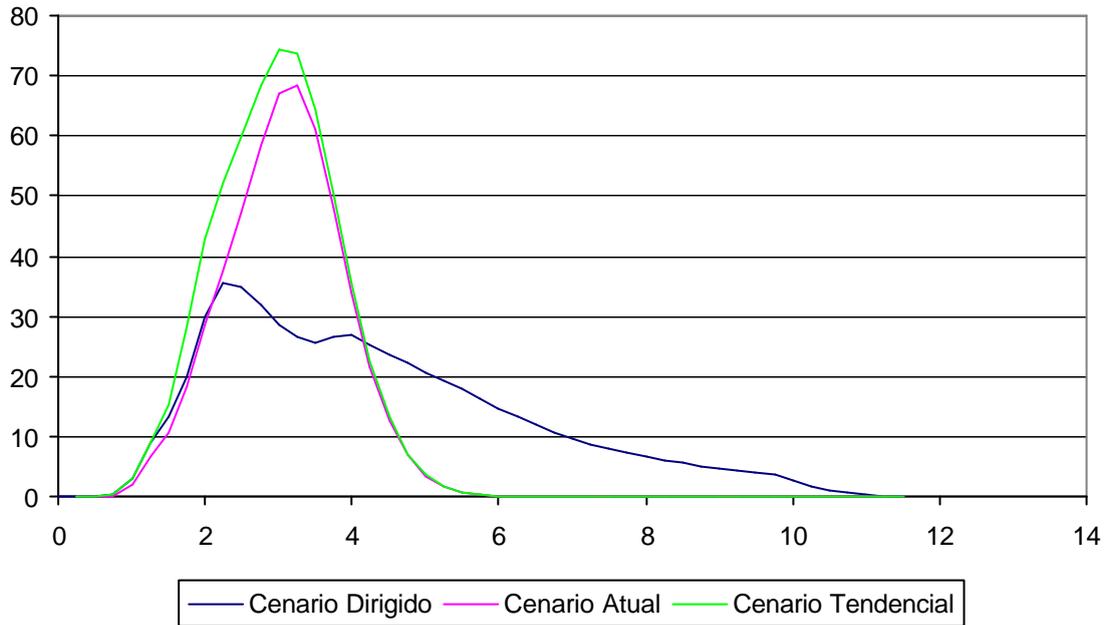
TABELA 4.1
BACIA DO CACHOEIRA - CÁLCULO DOS TEMPOS DE CONCENTRAÇÃO

Sub-Bacia	Área (km ²)	Trecho	Velocidade Média (m/s)	L talveg (m)	L canal (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	2,47	Cachoeira Cabeceira	sem dados	849	849	9	0,34	-	-	0,34	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	84,4	84,6
A2	2,6	Cachoeira Distr. 1	sem dados	1.952	1.551	24,8	0,60	-	-	0,60	0,3	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	81,8	82,4
A3	2,65	Cachoeira Distr.2	sem dados	3.538	3.017	43	0,96	-	-	0,96	24,2	5,8	0,2	114,8	57,4	1,5	80,6	90,5
A4	0,72	Cachoeira Distr. 3	sem dados	982	982	2,05	0,71	-	-	0,71	27,1	7,4	0,1	104,9	51,8	0,4	84,6	90,3
B1	1,88	Afluente Cabeceira	sem dados	1.278	1.278	25,5	0,36	-	-	0,36	13,7	0,0	0,0	13,7	0,0	0,0	75,8	76,2
B2	2,68	Afluente Distr. 1	sem dados	2.588	1.724	32	0,75	-	-	0,75	19,6	3,2	0,1	30,5	9,4	0,3	77,7	79,4
B3	1,57	Afluente Distr. 2	sem dados	2.420	1.451	26	0,75	-	-	0,75	22,2	4,7	0,1	88,0	42,2	0,7	80,8	87,5

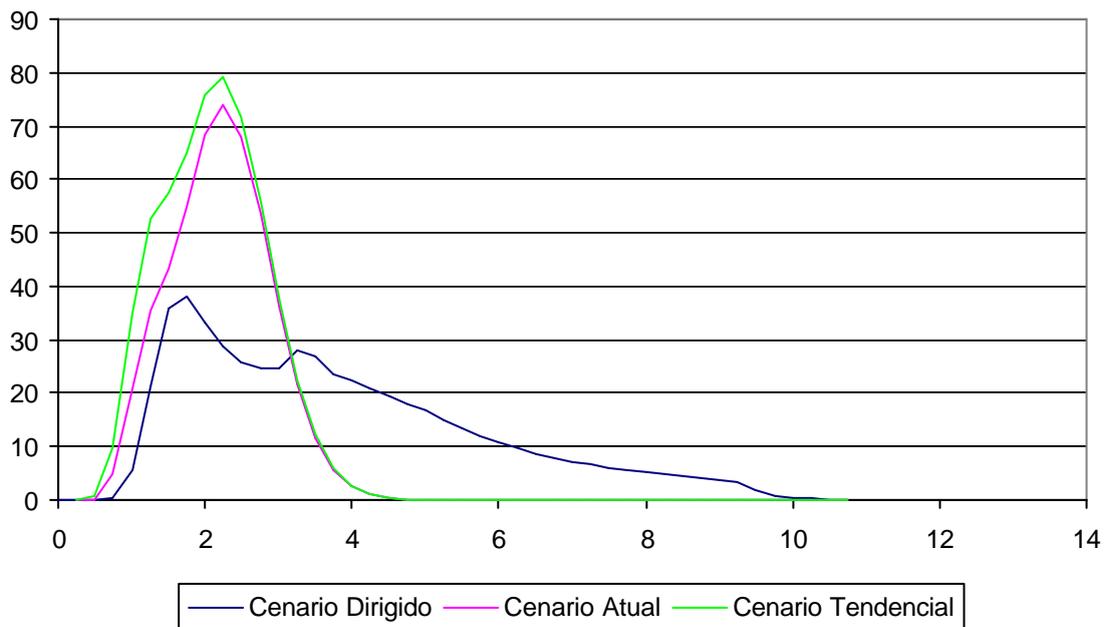
14,57

ANEXO 2 – HIDROGRAMAS

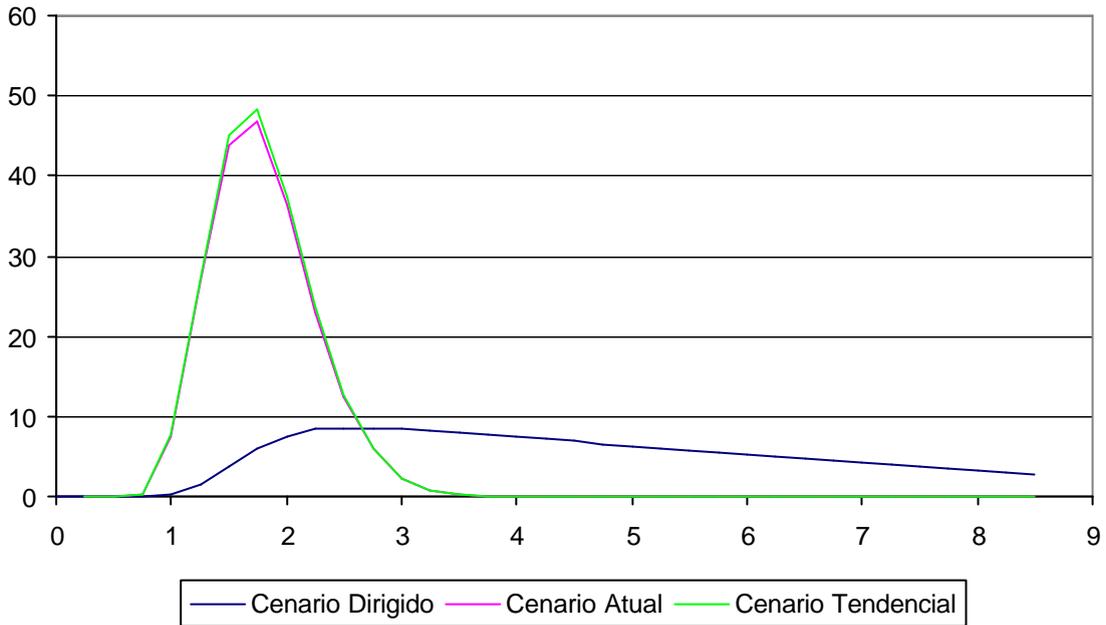
Hidrograma Seção 0+894
Rio Cachoeira - TR=10 anos.



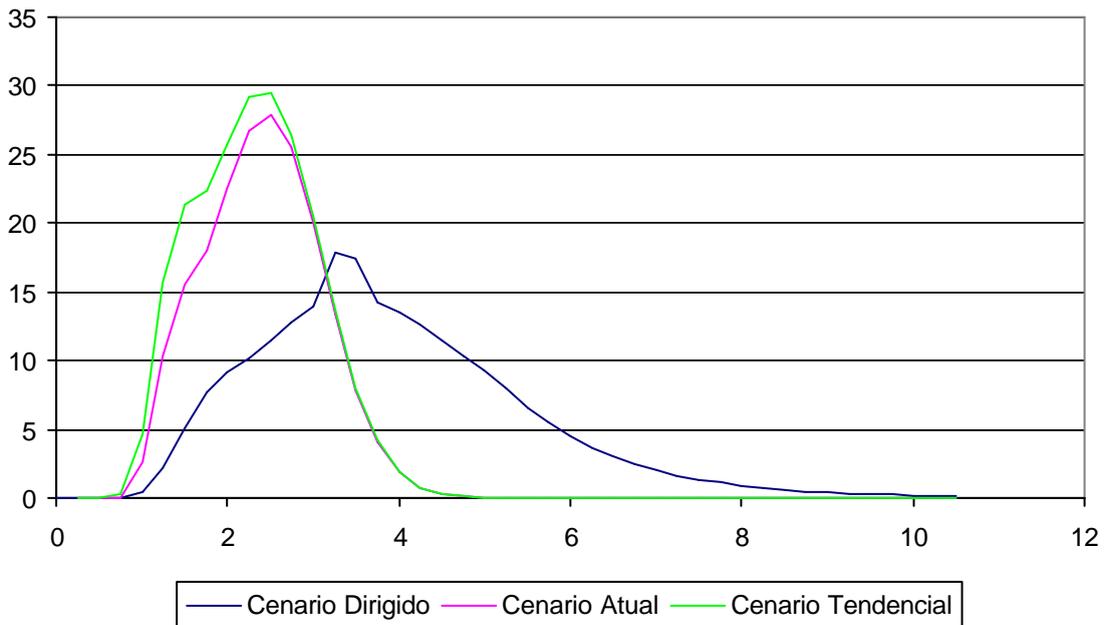
Hidrograma Seção 2+532
Rio Cachoeira - TR=10 anos



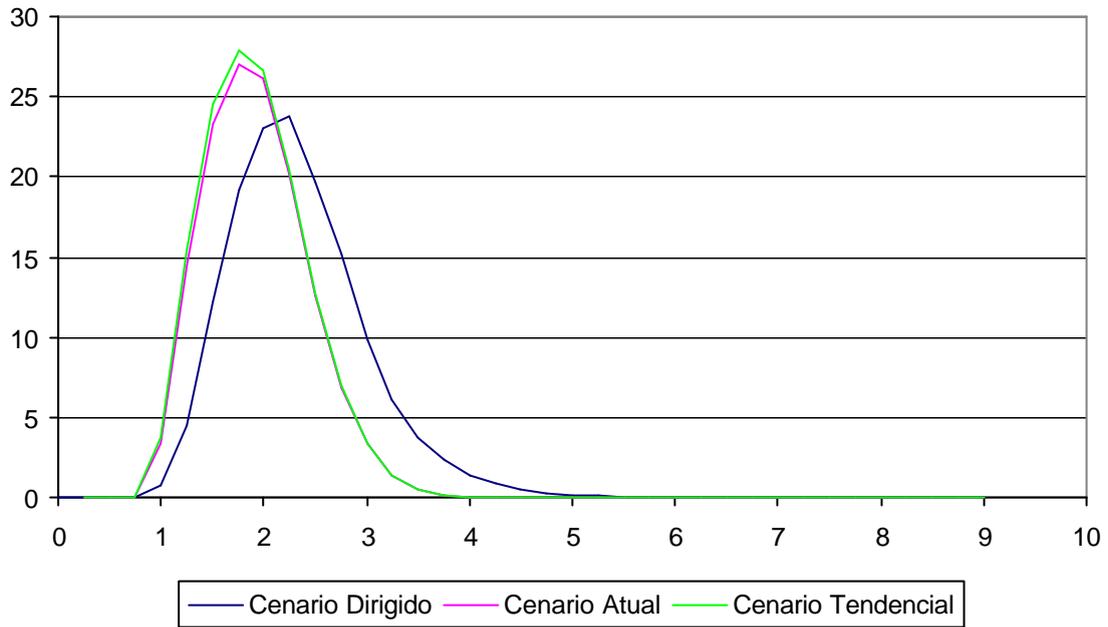
Hidrograma Seção 4+062
Rio Cachoeira - TR=10 anos.



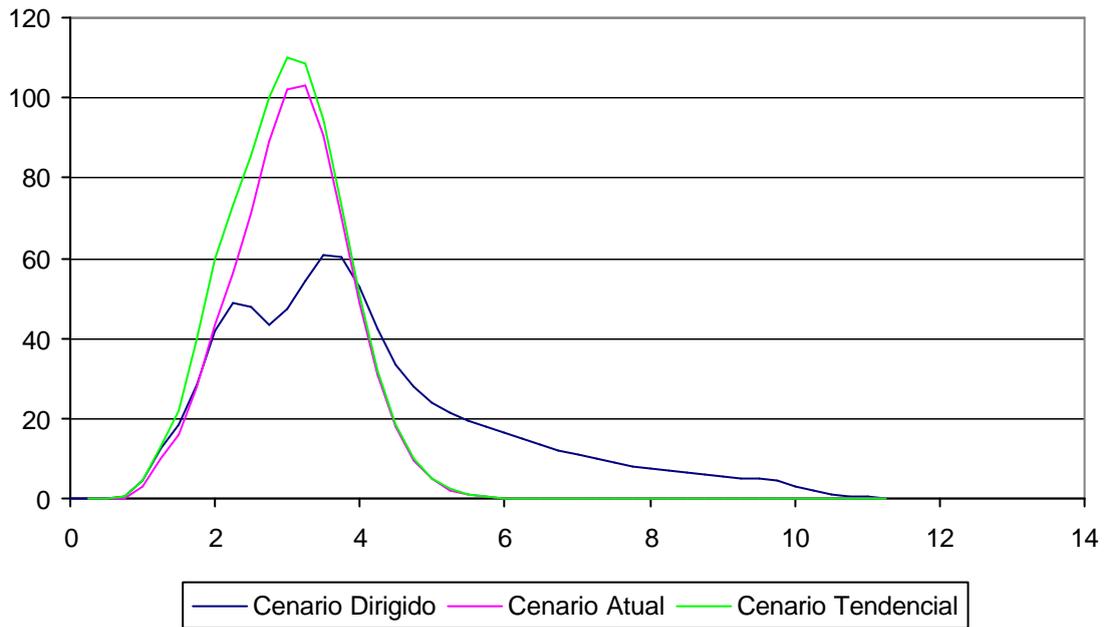
Hidrograma Seção 0+546
Afluente - TR=10 anos.



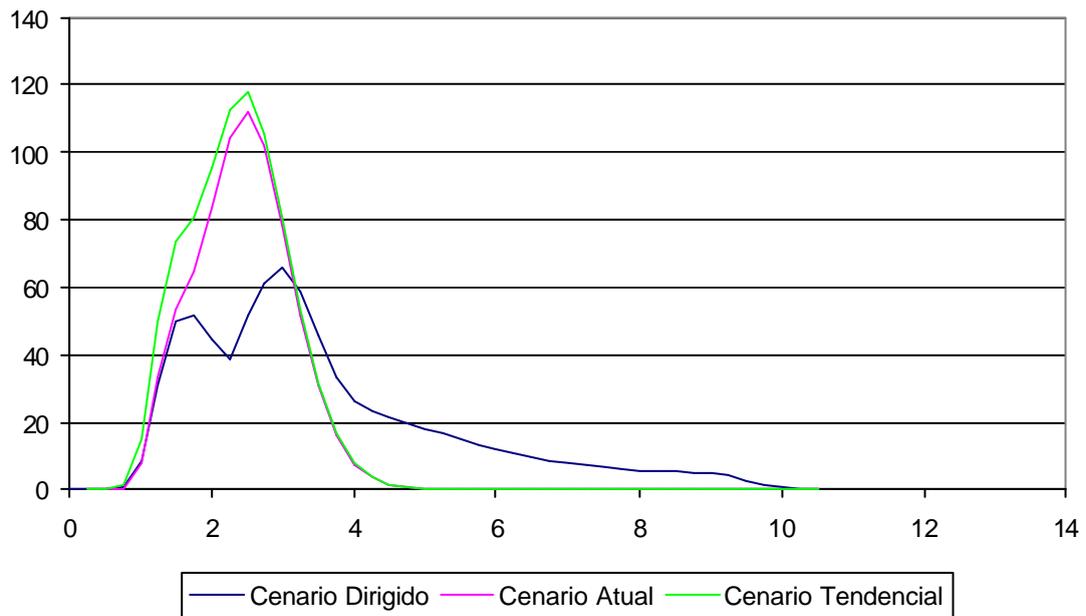
Hidrograma Seção 2+024
Afluente - TR=10 anos.



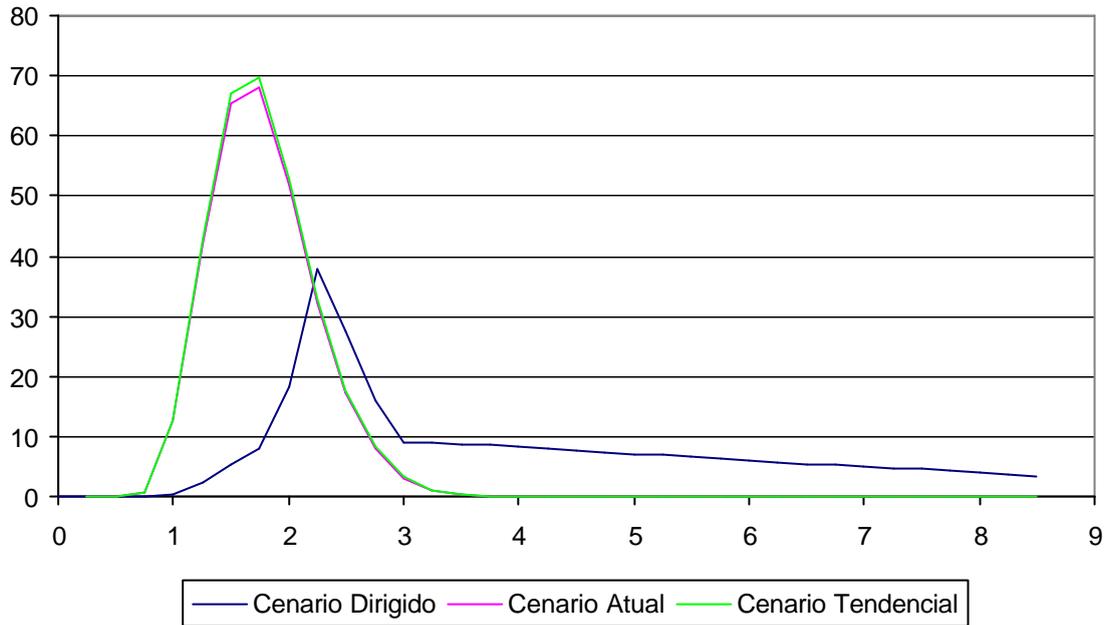
Hidrograma Seção 0+894
Rio Cachoeira - TR=25 anos.



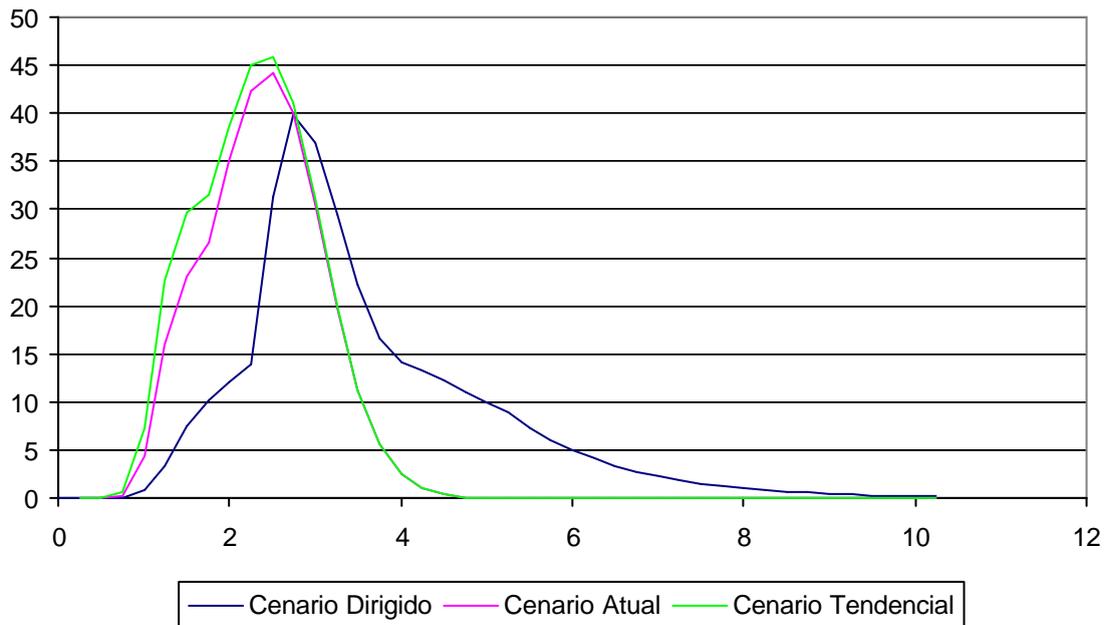
Hidrograma Seção 2+532
Rio Cachoeira - TR=25 anos



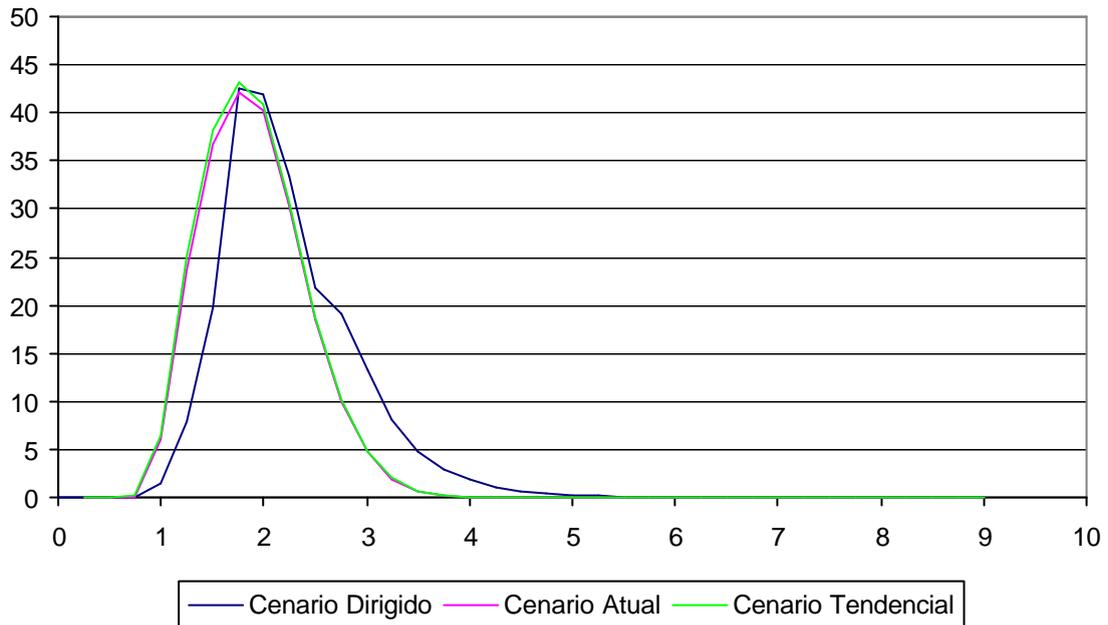
Hidrograma Seção 4+062
Rio Cachoeira - TR=25 anos.



Hidrograma Seção 0+546
Afluente - TR=25anos.

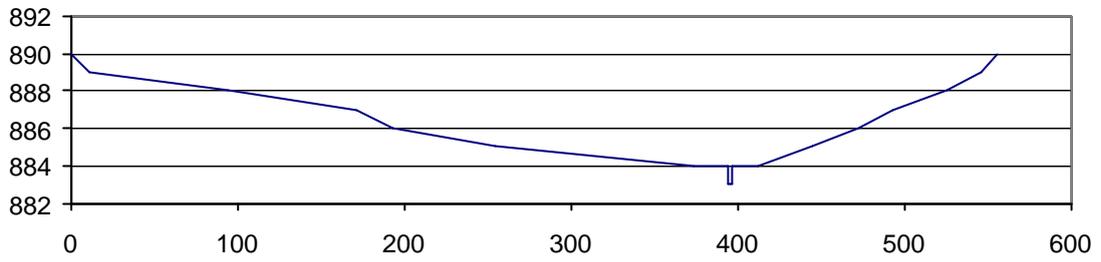


Hidrograma Seção 2+024
Afluente - TR=25 anos.

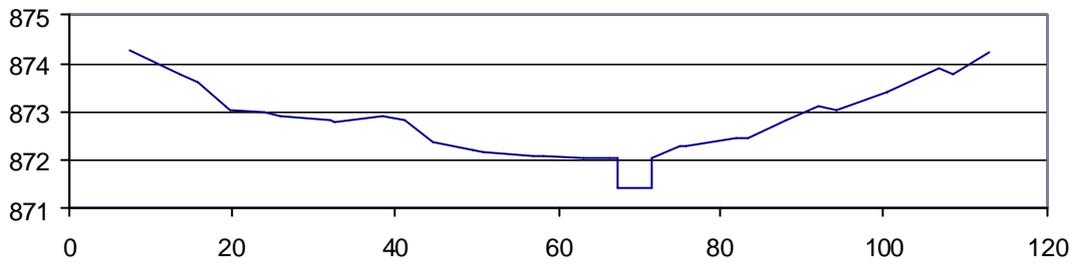


ANEXO 3 – SEÇÕES TRANSVERSAIS

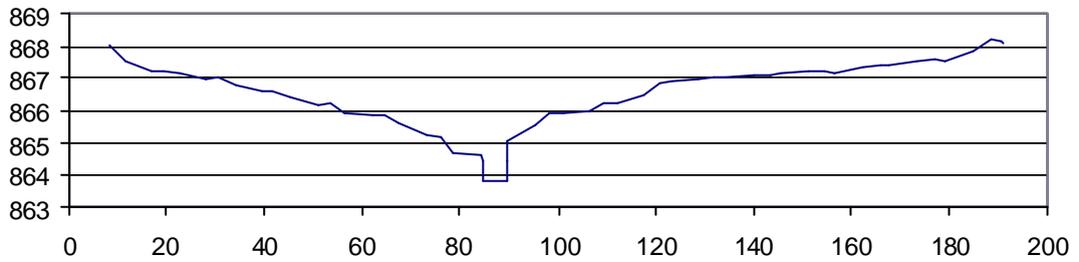
Rio da Cachoeira – Estaca 4 + 062



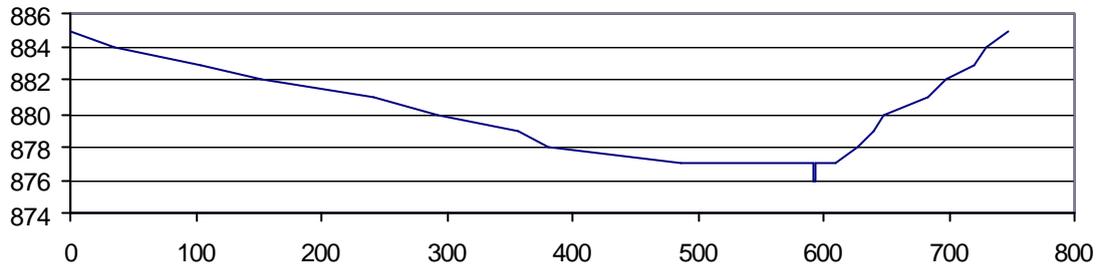
Rio da Cachoeira – Estaca 2 + 532



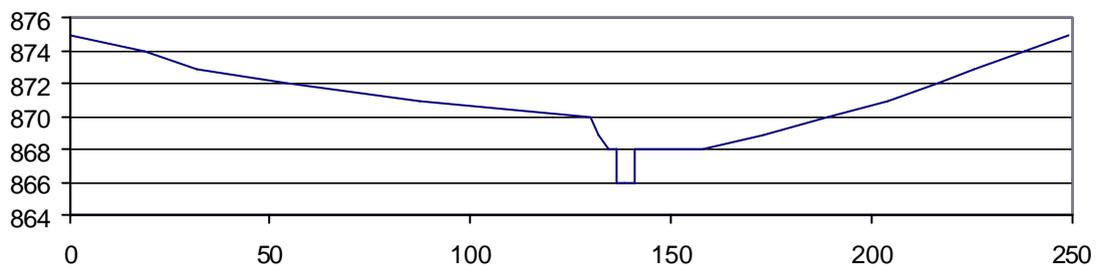
Rio da Cachoeira – Estaca 0 + 894



Afluente – Estaca 2 + 024



Afluente – Estaca 0 + 546



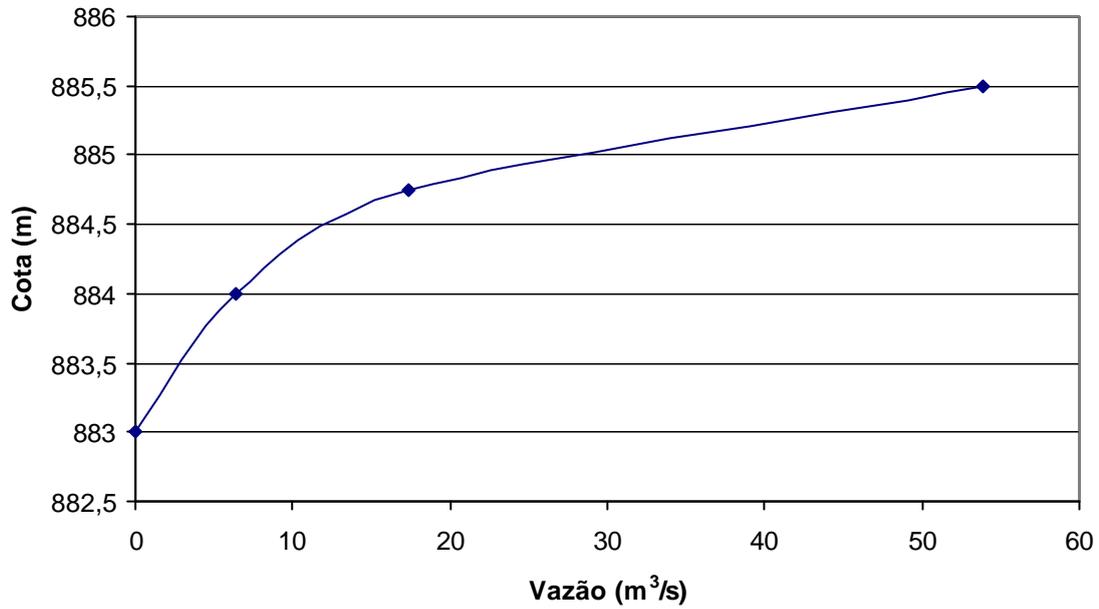
ANEXO 4 – CÁLCULO DAS CURVAS-CHAVE

TABELA 5.1
BACIA DO RIO CACHOEIRA - CÁLCULO DAS CURVAS-CHAVE

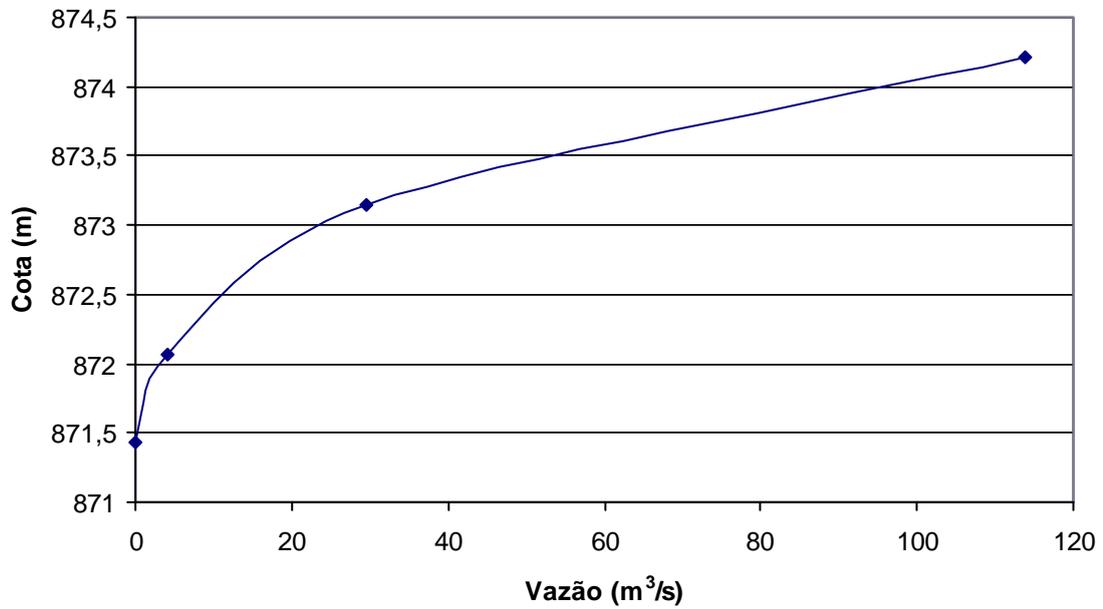
Sub-Bacia	Estaca	Trecho	Cota (m)	Area Molhada (m ²)	Perímetro Molhado (m)	RH (m)	n	i _{médio} (m/m)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
A2	4+062	Cachoeira Distr. 1	883	0	0	0	-	-	0	0
			884,00	3,5200	6,5000	0,54154	0,035	0,0091	1,81	6,37
			884,75	14,0700	23,8500	0,58994	0,054	0,0091	1,23	17,37
			885,50	40,2400	55,2400	0,72846	0,058	0,0091	1,34	53,93
A3	2+532	Cachoeira Distr. 2	871,43	0	0	0	-	-	0	0
			872,07	2,7000	5,7000	0,47368	0,035	0,0077	1,52	4,11
			873,14	27,6100	46,9000	0,5887	0,058	0,0077	1,07	29,57
			874,21	82,1700	92,0500	0,89267	0,059	0,0077	1,38	113,76
A4	0+894	Cachoeira Distr. 3	863,85	0	0	0	-	-	0	0
			864,62	3,5200	6,5000	0,54154	0,035	0,004	1,20	4,23
			865,37	14,0700	23,8400	0,59018	0,054	0,004	0,82	11,52
			866,12	40,2400	55,2400	0,72846	0,058	0,004	0,89	35,76
B2	2+024	Afluente Distr.1	876	0	0	0	-	-	0	0
			877,00	1,0000	3,0000	0,33333	0,035	0,0041	0,88	0,88
			877,75	127,8300	217,2800	0,58832	0,060	0,0041	0,75	96,22
			878,5	313,0100	266,1200	1,1762	0,060	0,0041	1,19	373,60
B3	0+546	Afluente Distr.2	866	0	0	0	-	-	0	0
			868,00	6,0000	6,8200	0,87977	0,035	0,0094	2,54	15,26
			868,75	28,5600	39,6700	0,71994	0,056	0,0094	1,38	39,37
			869,5	61,0500	53,2100	1,14734	0,057	0,0094	1,85	113,00

ANEXO 5 – CURVAS-CHAVE

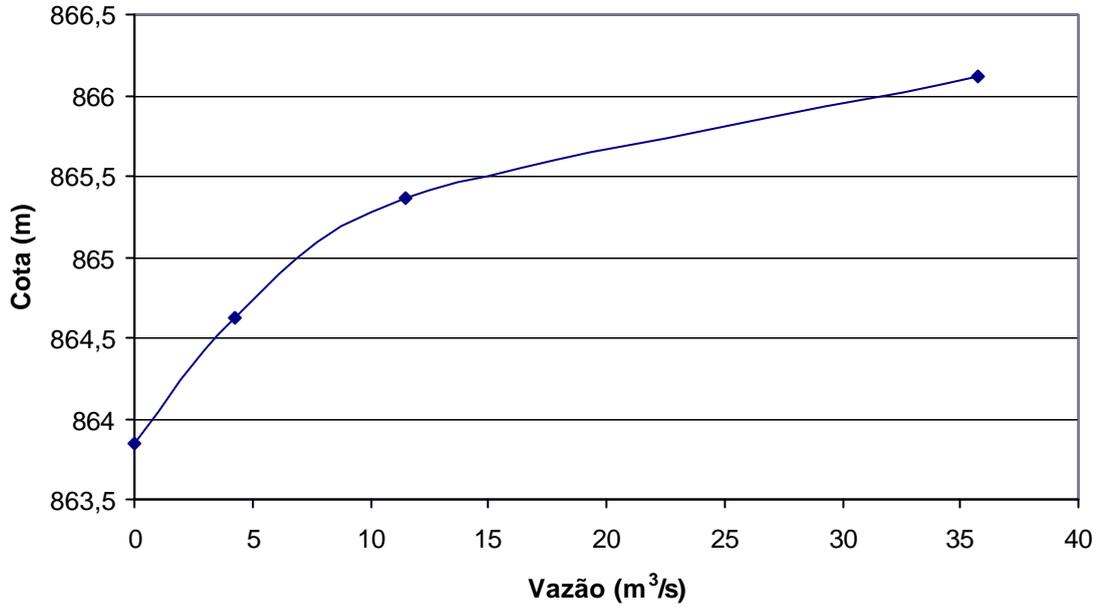
Curva-Chave de A2
Rio da Cachoeira – Estaca 4 + 062.



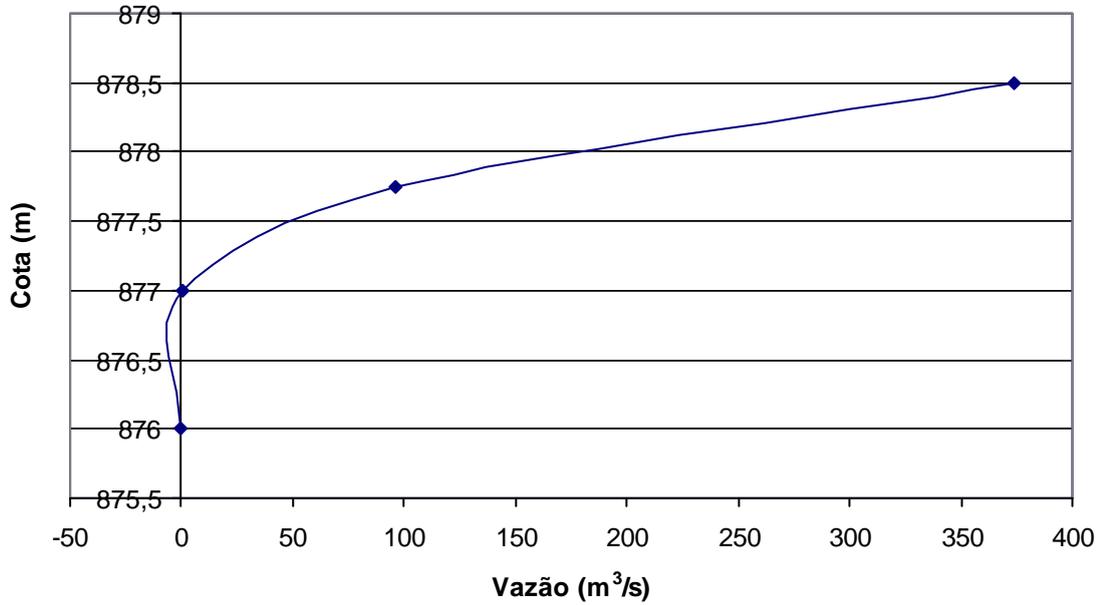
Curva-Chave de A3
Rio da Cachoeira – Estaca 2 + 532.



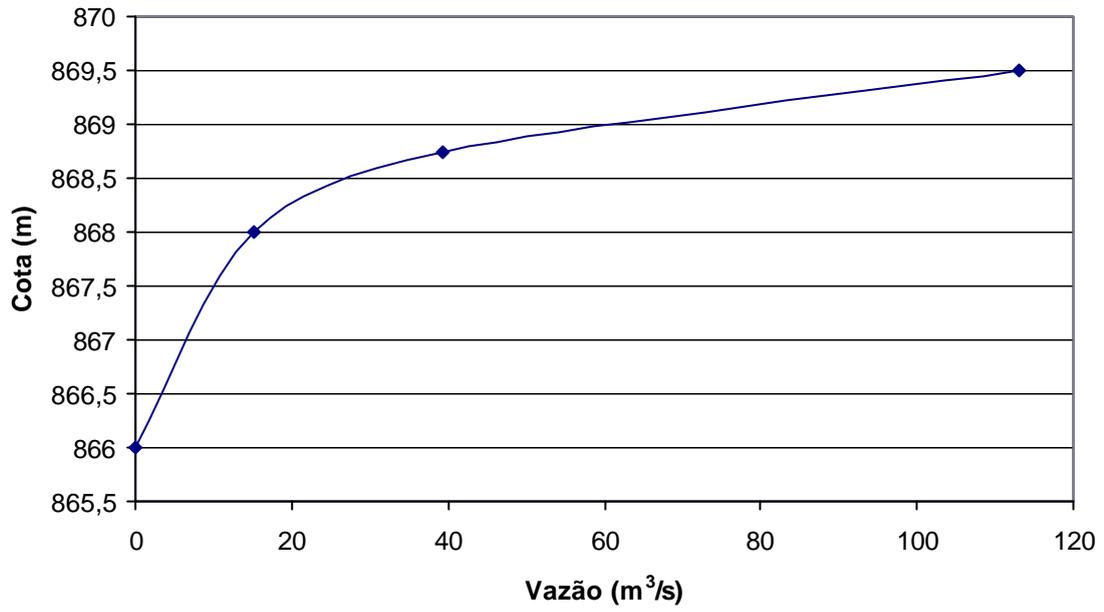
Curva-Chave de A4
Rio da Cachoeira – Estaca 0 + 894.



Curva-Chave de B2
Afluente – Estaca 2 + 024.



Curva-Chave de B3
Afluente – Estaca 0 + 546.

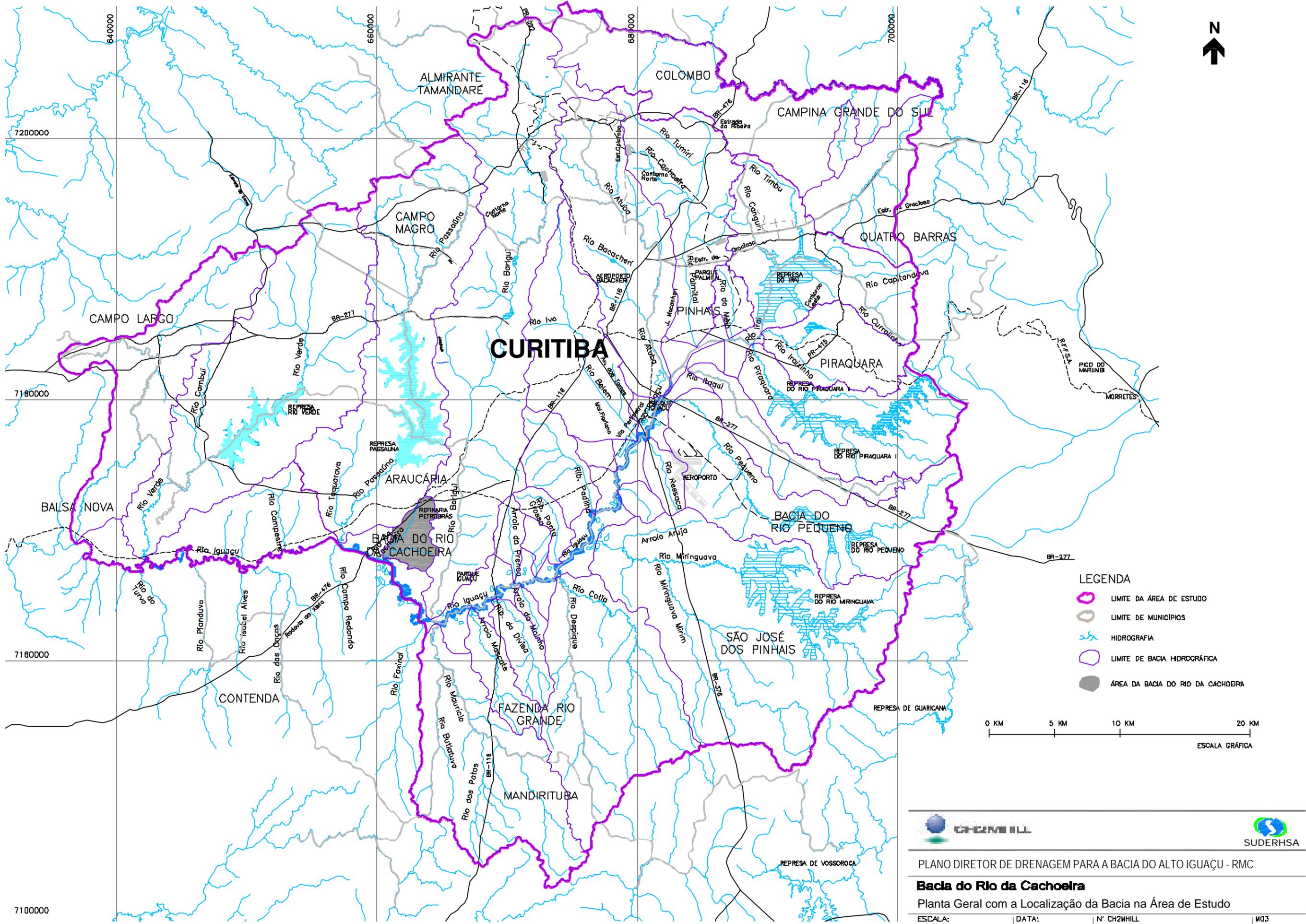


ANEXO 6 – COTAS DE NÍVEIS DE ÁGUA

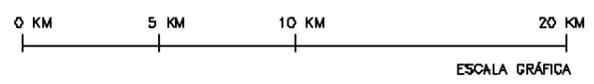
**TABELA DE COTAS DE NÍVEIS MÁXIMOS DE ÁGUA SIMULADOS
BACIA DO RIO DA CACHOEIRA - CENÁRIOS ATUAL, TENDENCIAL E DIRIGIDO**

RIO	DISTÂNCIA (m)	A 10	A 25	T 10	T 25	D 10	D 25
CACHOEIRA	0	865,0	865,0	865,0	865,0	865,0	865,0
CACHOEIRA	500	866,0	866,3	866,1	866,4	865,6	865,9
CACHOEIRA	894	866,8	867,4	866,9	867,5	866,1	866,6
CACHOEIRA	1000	867,2	867,8	867,3	867,9	866,6	867,0
CACHOEIRA	1500	869,3	869,9	869,4	870,0	868,7	869,2
CACHOEIRA	2000	871,4	871,9	871,5	872,0	870,9	871,3
CACHOEIRA	2500	873,5	874,0	873,6	874,0	873,1	873,4
CACHOEIRA	2532	873,7	874,1	873,7	874,1	873,2	873,5
CACHOEIRA	3000	877,2	877,6	877,3	877,7	876,2	877,1
CACHOEIRA	3500	881,0	881,4	881,1	881,5	879,4	880,8
CACHOEIRA	4000	884,8	885,2	884,9	885,2	882,6	884,6
CACHOEIRA	4062	885,3	885,7	885,3	885,7	883,0	885,1
AFLUENTE_CACHOEIRA	0	866,8	867,4	866,9	867,5	866,1	866,6
AFLUENTE_CACHOEIRA	500	868,3	868,6	868,3	868,7	868,0	868,5
AFLUENTE_CACHOEIRA	546	868,4	868,8	868,5	868,8	868,1	868,7
AFLUENTE_CACHOEIRA	1000	871,2	871,5	871,3	871,5	870,6	871,4
AFLUENTE_CACHOEIRA	1500	874,3	874,5	874,4	874,5	873,2	874,5
AFLUENTE_CACHOEIRA	2000	877,4	877,6	877,4	877,6	875,9	877,6
AFLUENTE_CACHOEIRA	2024	877,6	877,7	877,6	877,7	876,0	877,7

ANEXO 7 – DESENHOS



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

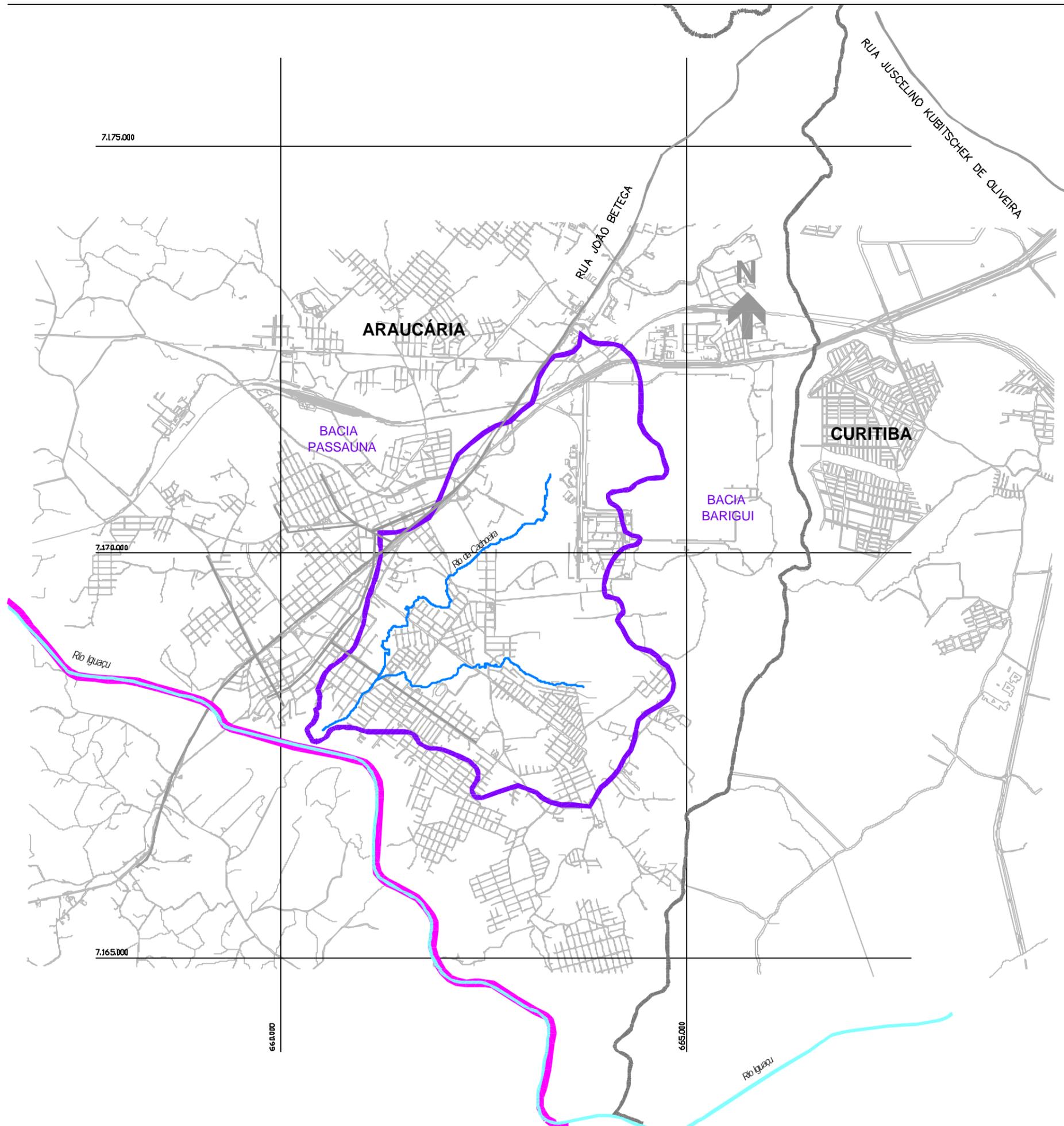





PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC
Bacia do Rio da Cachoeira
 Planta Geral com a Localização da Bacia na Área de Estudo

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Mar 2002	Nº CH2MHILL SUD0103DW-GE014-P2	M03 ILO1
--------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------

710000



ARAUCÁRIA

CURITIBA

BACIA PASSAUNA

BACIA BARIGUI

-  LIMITE DA BACIA
-  SISTEMA VIÁRIO PRINCIPAL
-  LIMITES DE MUNICÍPIO

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

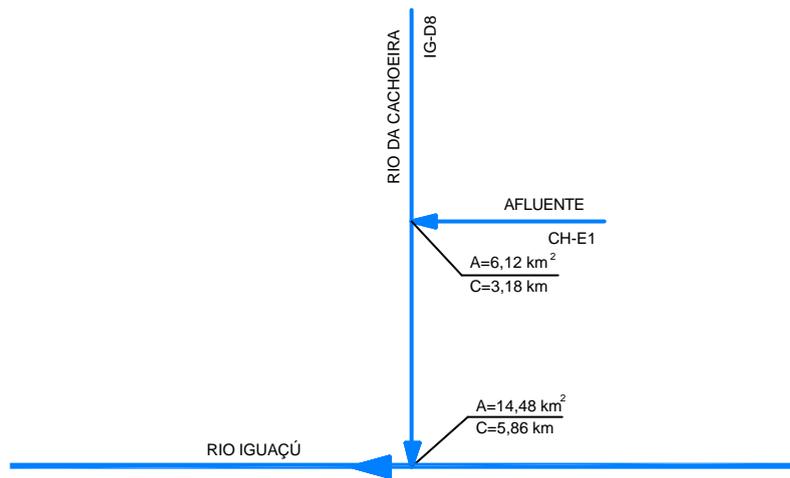


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio da Cachoeira

Planta Geral e Pontos Críticos de Inundações Segundo Pesquisa

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Mar 2002	Nº CHEMILL SUD0103SV-WR039-P1	MO3 1001
-----------------------	-------------------	----------------------------------	-------------



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

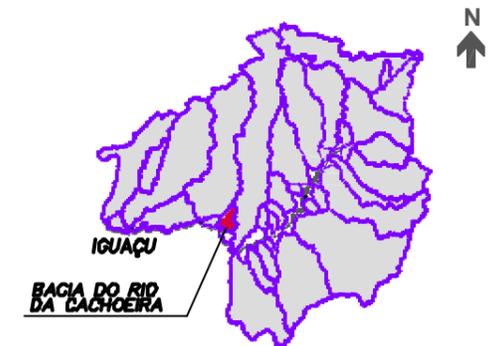
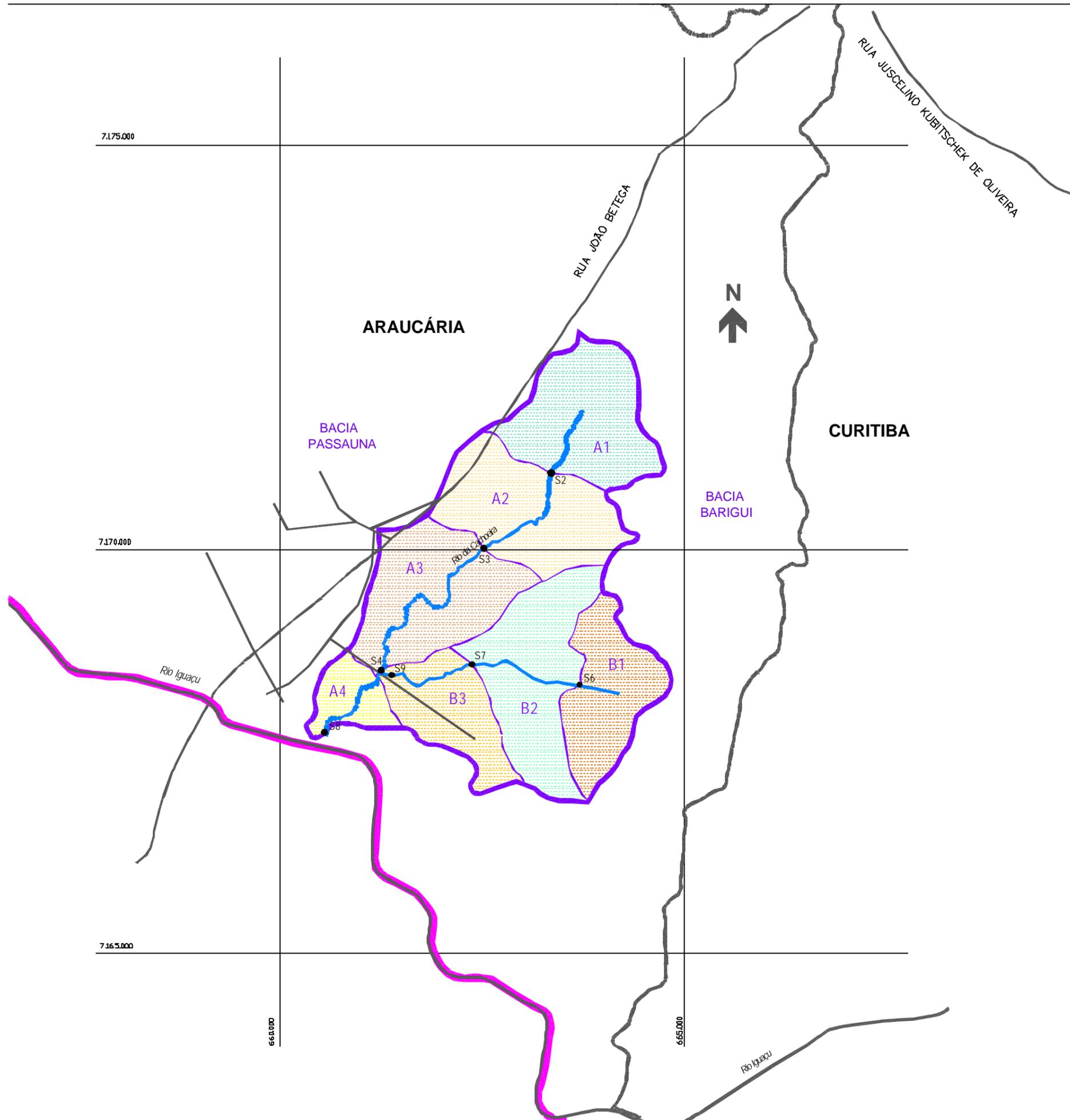


PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO ALTO IGUAÇU - RMC

Bacia do Rio da Cachoeira

DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

ESCALA: S/ESCALA	DATA: Ago 2002	N° CH2MHILL SUD0103DW-WR287-P2	N03 CO01
---------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------



SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS – BACIA DO RIO DA CACHOEIRA

- A1 CACHOEIRA CABECEIRA
- A2 CACHOEIRA DISTRIBUÍDA 1
- A3 CACHOEIRA DISTRIBUÍDA 2
- A4 CACHOEIRA DISTRIBUÍDA 3
- B1 AFLUENTE CABECEIRA
- B2 AFLUENTE DISTRIBUÍDA 1
- B3 AFLUENTE DISTRIBUÍDA 2

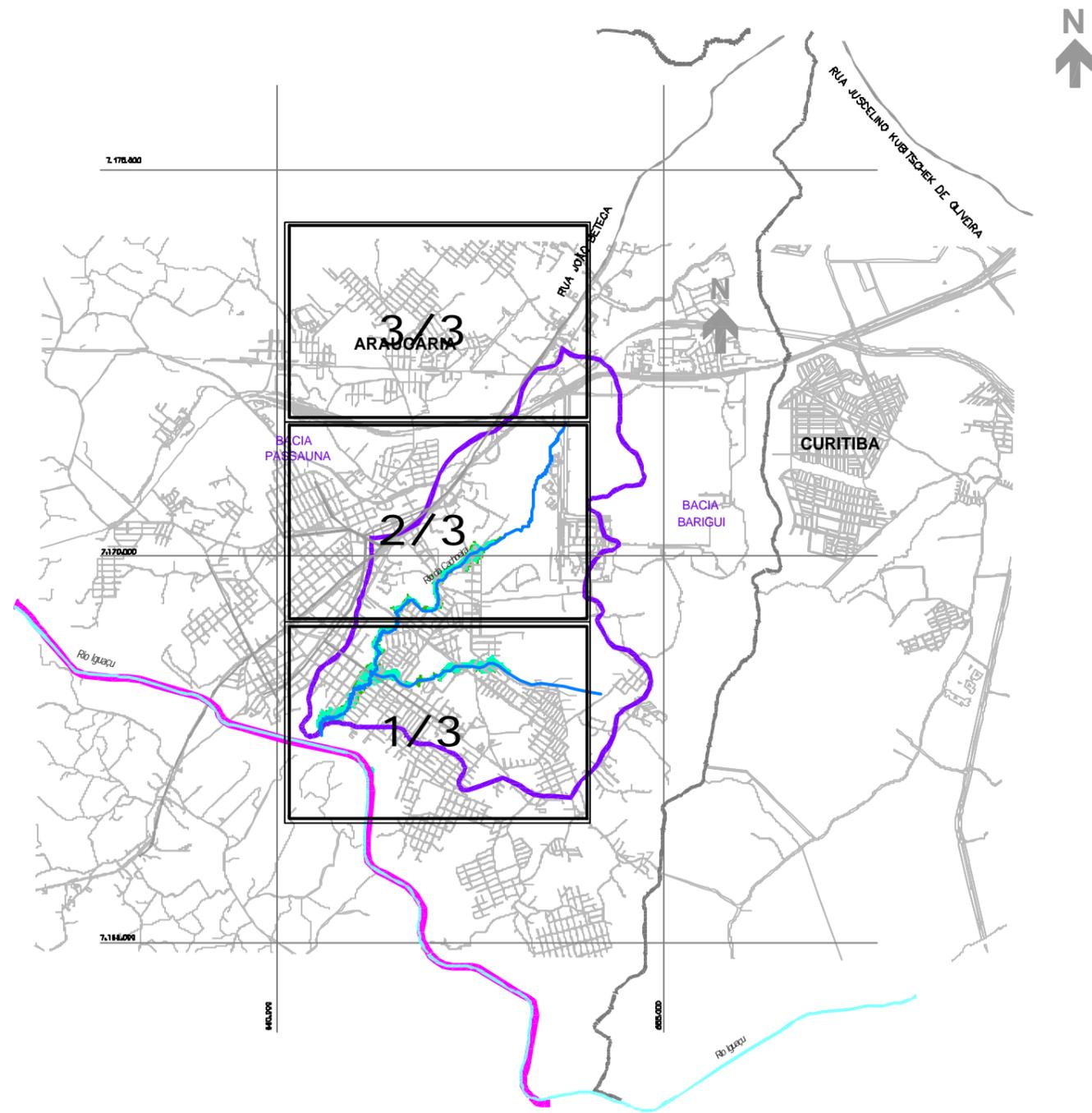
- SN SEÇÃO DE CONTROLE
- LIMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- SISTEMA VIÁRIO



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

Bacia do Rio da Cachoeira
SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

ESCALA: 1 : 50.000	DATA: Mar 2002	Nº CH2MHILL SUD0103MP-WR073-P1	M03 T073
-----------------------	-------------------	-----------------------------------	-------------



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



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

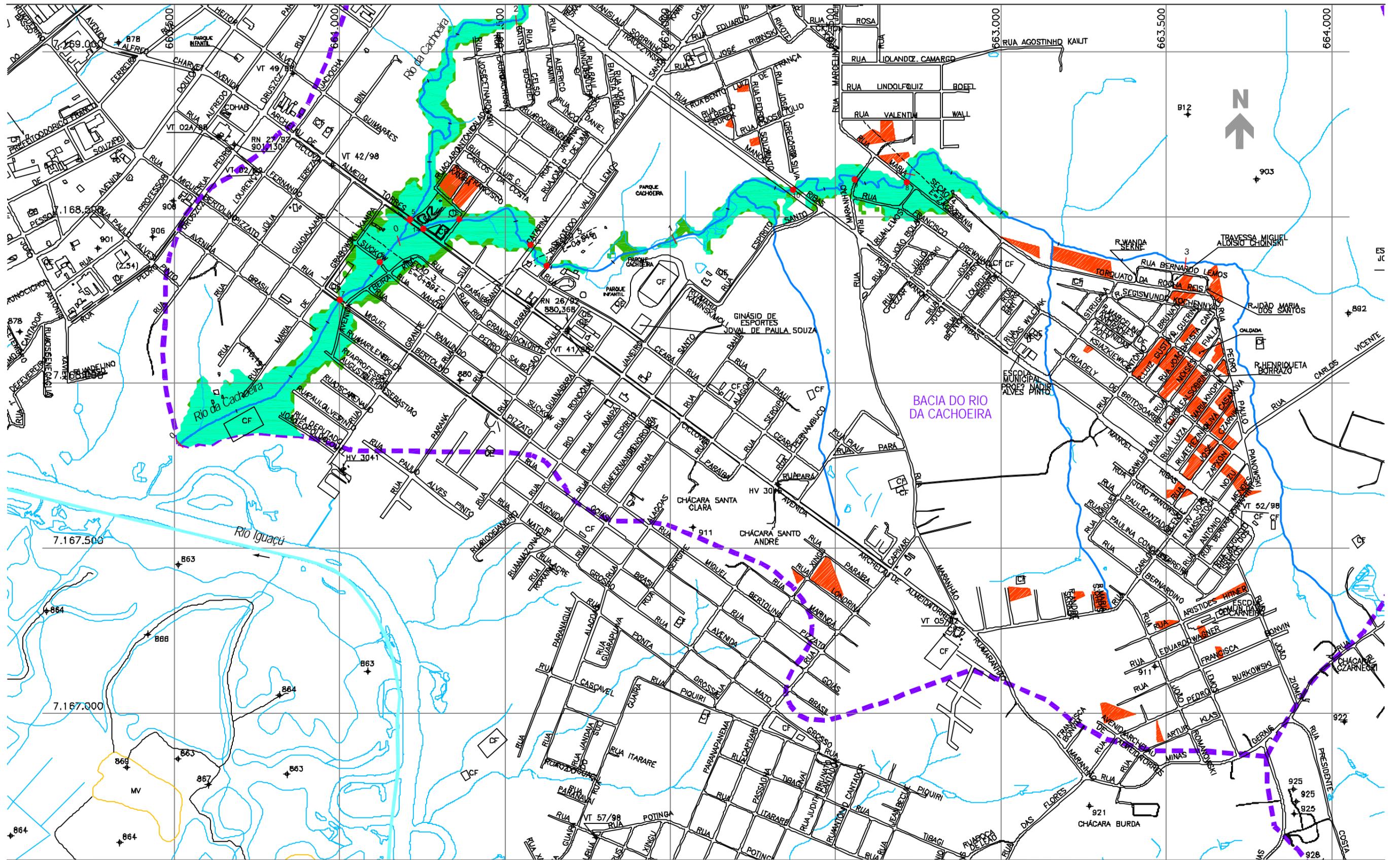
OBS.: PROJEÇÃO UTM
 DATUM SAD69



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

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

ESCALA: GRÁFICA	DATA: Ago 2002	Nº CHEMILL SUD0103DW-WR289-P2	FL. CO02
--------------------	-------------------	----------------------------------	-------------



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 À 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

-	-	-
-	1/4	-
-	2/4	-

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

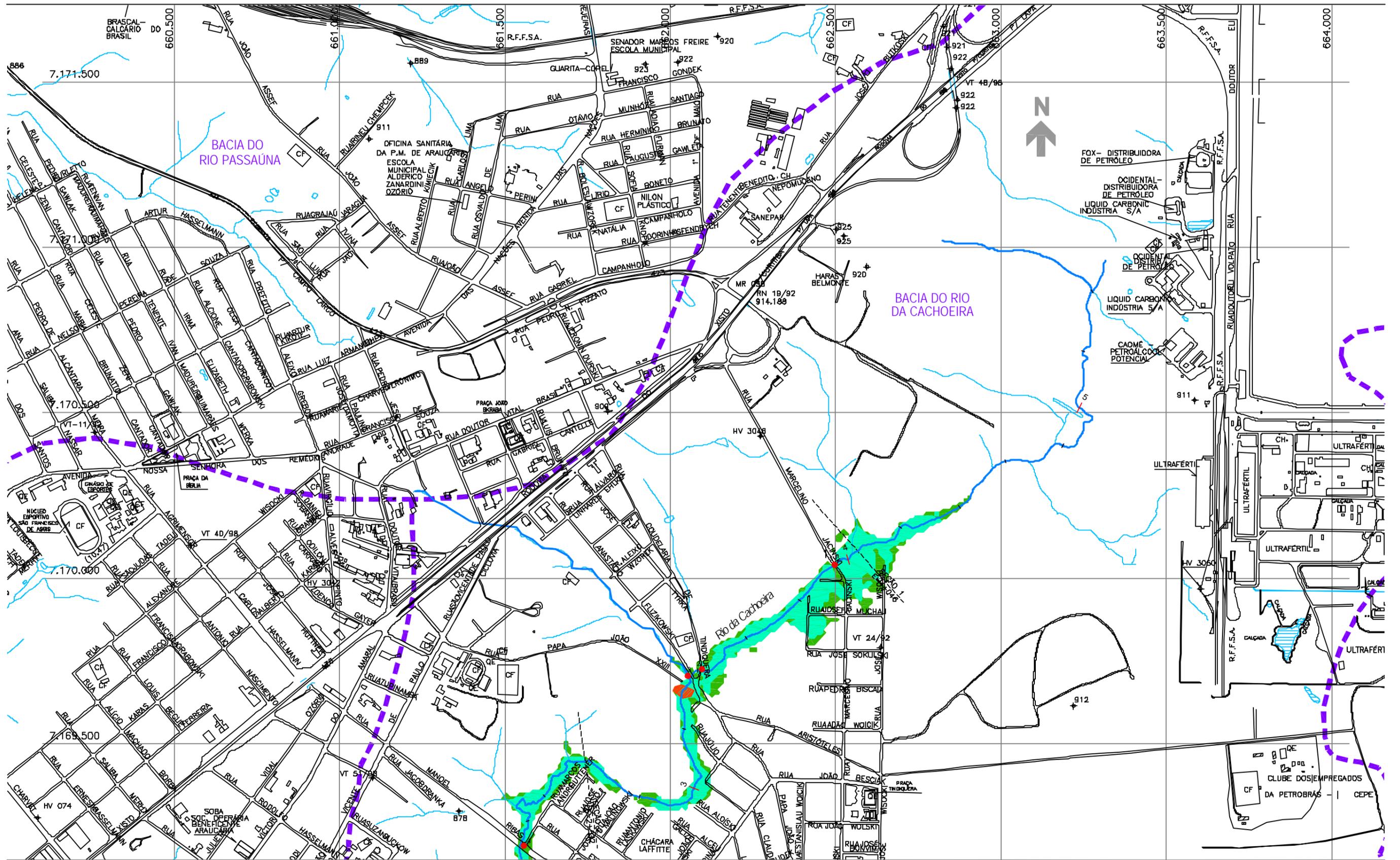
D:\SUDERHSA\LogoCH2Mpeq.jpg



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

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

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Ago 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR290-P2 M03 CA 1/4



NOTAS:

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

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

-	1/4	-
-	2/4	-
3/4	4/4	-

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

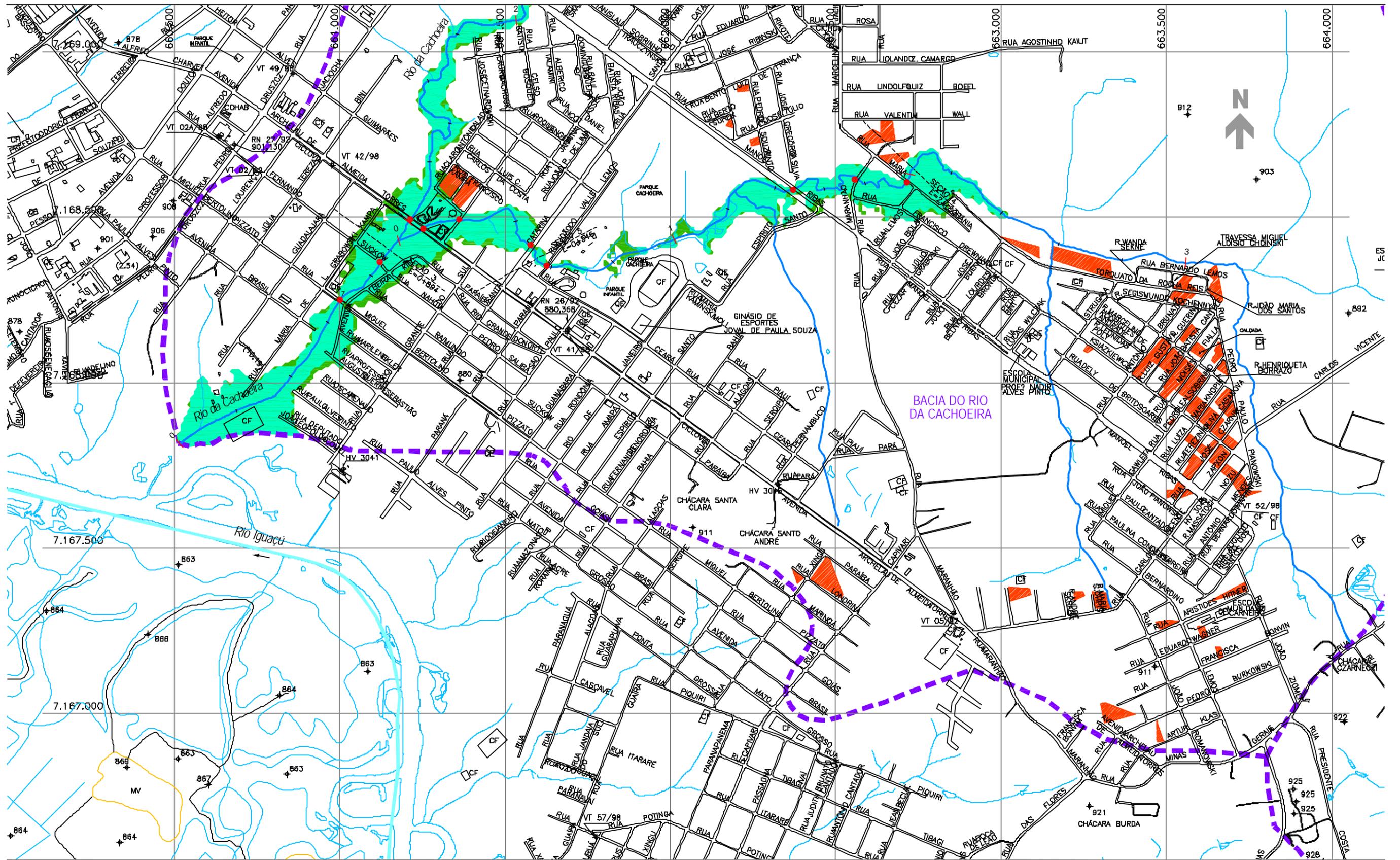
D:\SUDERHSA\LogoCH2Mpeq.jpg



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

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

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Ago 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR290-P2 M03 CA 2/4



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 À 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

-	-	-
-	1/4	-
-	2/4	-

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

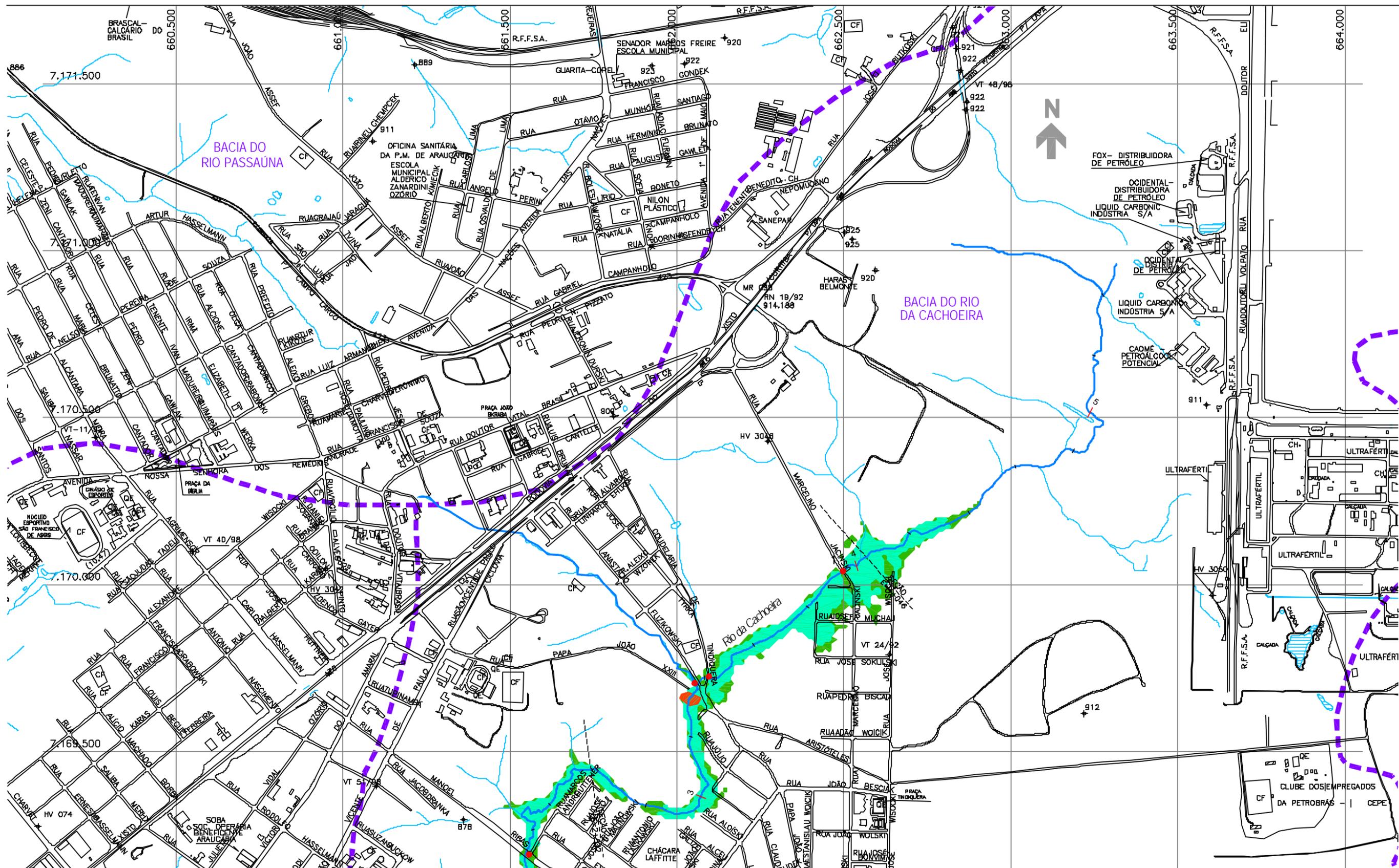
D:\SUDERHSA\LogoCH2Mpeq.jpg



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

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

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Ago 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR290-P2 M03 CT 1/4



NOTAS:

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

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

-	1/4	-
-	2/4	-
3/4	4/4	-

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

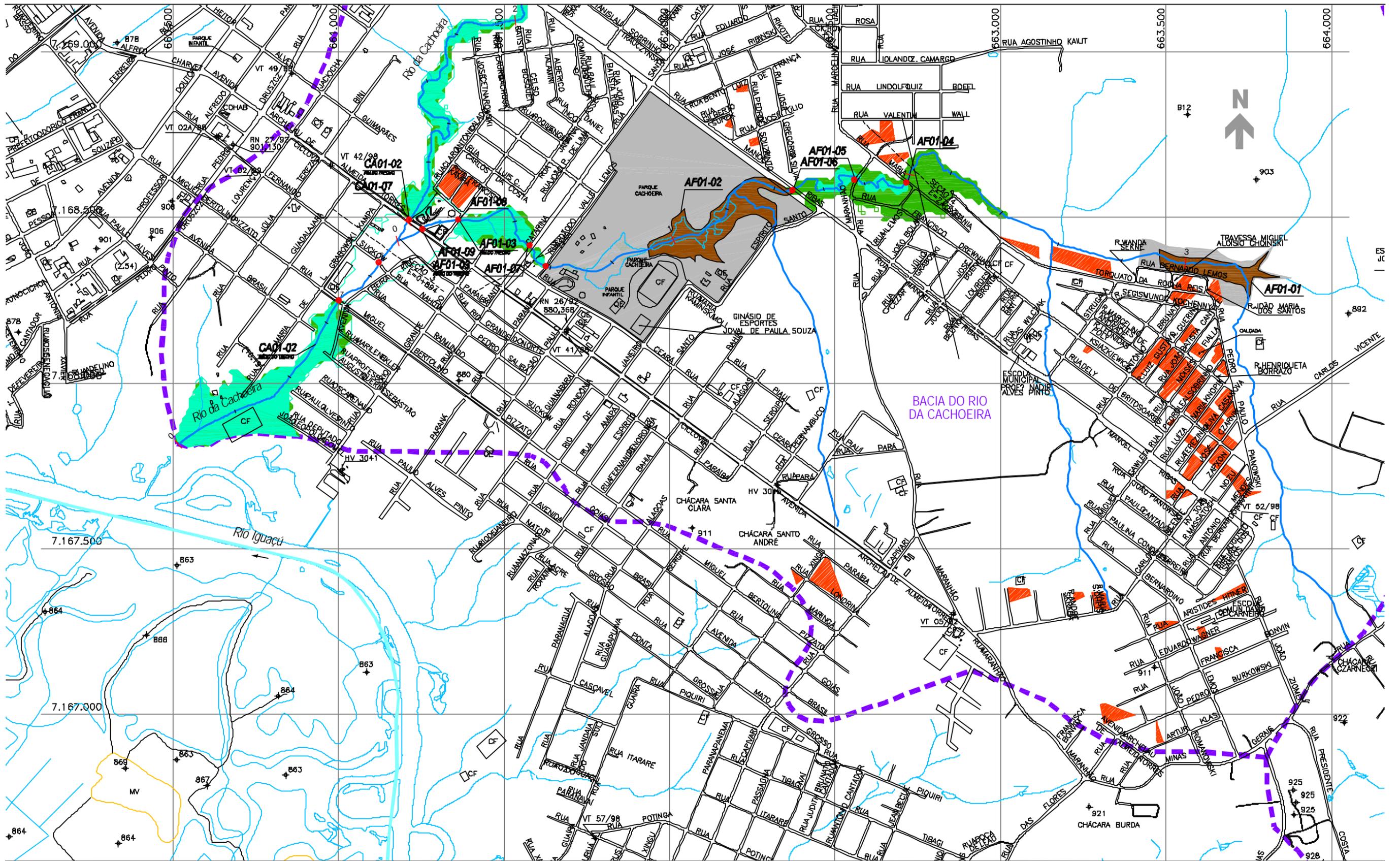
D:\SUDERHSA\LogoCH2Mpeq.jpg



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

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

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Ago 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR290-P2 M03 CT 2/4



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 À 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

-	-	-
-	1/4	-
-	2/4	-

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

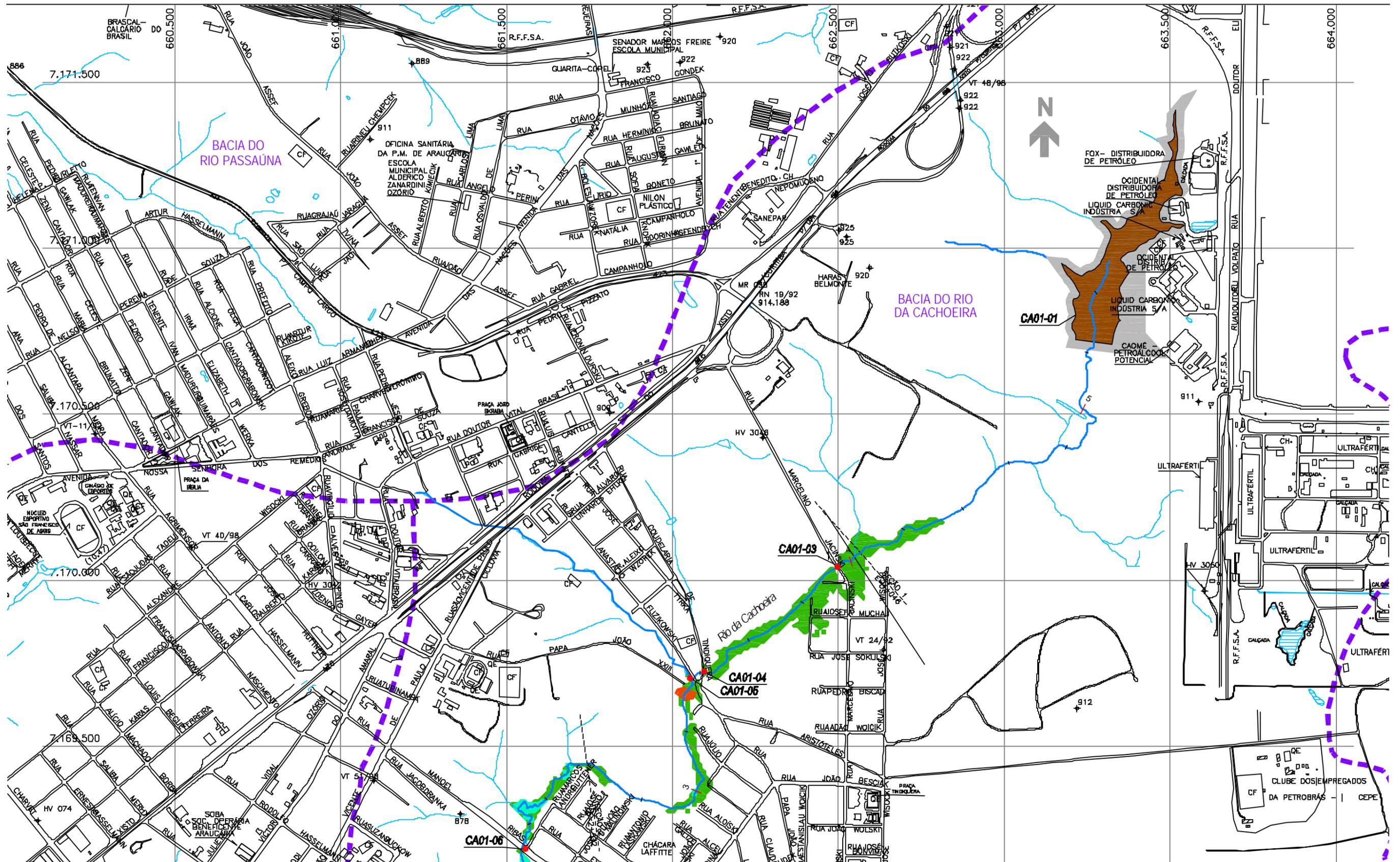
D:\SUDERHSA\LogoCH2Mpeq.jpg



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

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

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Ago 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR290-P2 M03 CD 1/4



NOTAS:

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

OBS.: PROJEÇÃO UTM
DATUM SAD69

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

-	1/4	-
-	2/4	-
3/4	4/4	-

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

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

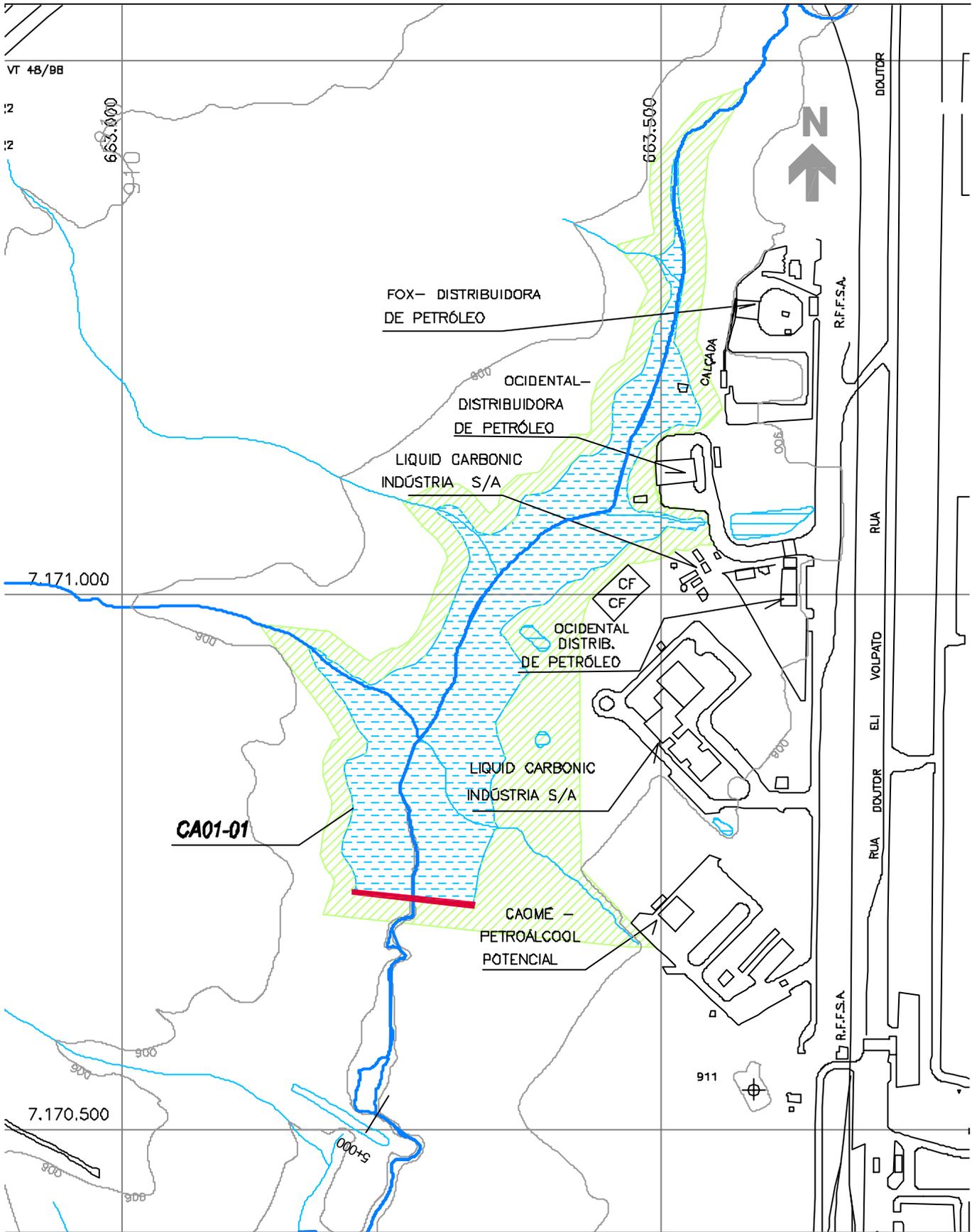
D:\SUDERHSA\LogoCH2Mpeq.jpg



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

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

ESCALA: 1 : 10.000 DATA: Ago 2002 N° CH2MHILL SUD0103DW-WR290-P2 M03 CD 2/4



CONVENÇÃO

-  Limite da Lagoa de Acumulação
-  Barragem
-  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 Cachoeira
MCCA 01-01 - Lagoa de Acumulação Central

ESCALA:
1 : 5.000

DATA:
Ago 2002

Nº CH2MILL
SUD0103DW-WR291-P2

FL
C003/1

