

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Secretaria de Estado do Ambiente - SEA**

**Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas  
SERLA**

**PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS,  
CONTROLE DE INUNDAÇÕES E RECUPERAÇÃO  
AMBIENTAL DA BACIA DO RIO IGUAÇU/SARAPUÍ**

**Plano de Trabalho**

**PDIS-RE-001-R0**

**Elaboração: Fundação COPPETEC**

**Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente**

**Março de 2008**

Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas - SERLA  
Campo de São Cristovão, 138  
Rio de Janeiro - RJ  
CEP: 20921-440

Elaboração e Execução:

Fundação COPPETEC

Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente

Todos os direitos Reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANO DE TRABALHO.....</b>	<b>2</b>
2.1. Abrangência dos serviços .....	2
2.2. Mobilização dos recursos físicos e humanos .....	3
2.3 Relatórios e produtos .....	4
2.4. Organograma e Cronograma de Trabalho .....	14
<b>3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM JANEIRO/2008.....</b>	<b>16</b>
<b>ANEXO 1 – Memorial Descritivo do Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Iguaçu/Botas e Sarapuí.</b>	
<b>ANEXO 2 – Concepção da Modelagem Hidrodinâmica do curso principal do rio Sarapuí.</b>	

## **1. APRESENTAÇÃO**

O presente relatório, denominado Relatório R3.2A, tem como objetivo apresentar o Plano de Trabalho, bem como, a parte inicial dos estudos integrantes das atividades a serem desenvolvidas pela Fundação COPPETEC no âmbito do Contrato firmado em 23/12/2007 com a Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), tendo em vista a realização dos estudos de atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos, Controle de Inundações e Recuperação Ambiental da Bacia dos rios Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense. O Plano original, denominado “Projeto Iguaçu”, foi executado pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE, através de contrato firmado pela Fundação COPPETEC com o Governo Estadual, com recursos do BIRD. Esse estudo, concluído em 1996, apresentou um conjunto de ações estruturais e não estruturais voltadas à redução da grandeza e da frequência de inundações nos municípios inseridos na bacia em tela.

A necessidade de apresentação do Plano de Trabalho, inicialmente não prevista no documento contratual, decorreu de algumas modificações introduzidas na proposta original apresentada à SERLA no que diz respeito à seqüência de desenvolvimento dos estudos e projetos programados, ficando, porém, mantidas a abrangência e amplitude do escopo dos serviços contratados. A reunião realizada na SERLA em 10/01/2008 estabeleceu modificações no planejamento das ações estruturais e não estruturais, decidindo pelo início do estudo na bacia do rio Sarapuí.

O principal motivo da alteração do planejamento inicial foi o alagamento de diversas áreas urbanas na Baixada no final de 2007, que atingiu principalmente a bacia do rio Sarapuí. Nesse sentido, optou-se por iniciar os estudos pelas intervenções emergenciais em diversos estirões de rios que por estarem assoreados sofreram transbordamentos, provocando inundações em vários bairros da região.

## 2. PLANO DE TRABALHO

O Plano de Trabalho ora apresentado foi estruturado buscando atender à programação e seqüência da execução dos serviços acordadas com a SERLA quando da realização da reunião mencionada no item anterior. Cabe, todavia, observar que, no decorrer do desenvolvimento dos serviços, tendo em vista a sua longa duração, e a dinâmica de desenvolvimento das intervenções na bacia, poderá haver alteração da presente programação para atender a eventuais fatos supervenientes de conveniência da SERLA. A COPPETEC estará pronta a rediscutir a programação dos estudos.

### 2.1. Abrangência dos serviços

O Plano de Trabalho envolverá o desenvolvimento de 4 Produtos e apresentação de 16 relatórios, como estabelecido na Proposta aprovada pela SERLA. Os Produtos são sucintamente relacionados a seguir:

#### *Produto 3.1 - Elaboração de documentos técnicos para imediata licitação de obras*

Corresponde à preparação de documentos técnicos de projeto básico para permitir a licitação de obras de drenagem e reassentamento, no valor total de R\$ 270 milhões, sendo R\$ 75 milhões destinados às obras de reassentamento familiar. Este Produto, já concluído, integra o Relatório R3.1A, e foi entregue à SERLA em dezembro de 2007.

#### *Produto 3.2 - Atualização do diagnóstico e das ações estruturais de macrodrenagem*

Envolve a atualização das informações espaciais (Fundação CIDE) e dos dados topobatimétricos e cadastrais (SERLA, Prefeituras, Nova Baixada e PDBG); dos dados hidrológicos (atualização dos dados disponíveis); informações sobre os projetos existentes e os já implantados (SERLA, Prefeituras) e dos dados sócio-ambientais.

#### *Produto 3.3 - Ações mitigadoras e programas complementares*

Envolve ações não estruturais, igualmente importantes para a preservação ambiental e para evitar a degradação da área urbana. Entre elas destacam-se: a revisão dos Sistemas de Controle do Uso do Solo com a reavaliação das ações propostas com base nos atuais instrumentos de controle; o Ordenamento do Uso do Solo em Áreas Inundáveis, reavaliando-se as áreas de reserva natural selecionadas pelo Projeto Iguaçu para controle das cheias e os Programas de Recuperação Ambiental.

#### *Produto 3.4 – Consolidação do Plano Diretor com hierarquização das ações e programa de investimentos*

Os projetos selecionados serão hierarquizados, quantificados e compatibilizados com as fontes de recursos disponíveis de forma a estruturar um programa de investimentos.

Além dos Produtos acima relacionados o estudo prevê a realização de reuniões mensais com os atores locais (prefeituras e sociedade civil), além de representantes do Estado, uma vez que a participação desses atores será fundamental na identificação dos problemas e no desenvolvimento e implantação dos projetos de drenagem urbana e das ações de caráter não estrutural a eles associadas.

As reuniões estão programadas para serem realizadas nas últimas 3ª feiras de cada mês, das 14 as 18:00hs, no auditório da Subsecretaria da Baixada Fluminense, situada na Rodovia Presidente Dutra, 15.450 – Jardim Esplanada / Nova Iguaçu.

O grande sucesso atingido pelo Projeto Iguaçu em sua versão original (1994-1996) se deu graças à realização dos encontros sistemáticos entre os técnicos do grupo de trabalho e dirigentes da SERLA com representantes da sociedade civil organizada. Conforme mencionado à época, a criação do Comitê de Acompanhamento do Projeto teve como principais objetivos:

- obter um conhecimento mais aprofundado dos problemas que realmente afligem a população, particularmente aqueles ligados à gestão dos recursos hídricos. Muitas ações bem intencionadas, visando a melhoria da qualidade de vida da população, não conseguem alcançar seus objetivos porque os próprios interessados não foram devidamente ouvidos;
- conquistar o apoio, e até mesmo a cumplicidade, da população para a implementação das ações programadas no Plano Diretor. Este apoio será muito útil e necessário para que as ações não sejam interrompidas ao final dos mandatos políticos, como ocorre com muita frequência na administração pública brasileira.

O contato direto entre as organizações populares e o Poder Público e a discussão de temas comuns associados às inundações, da forma ocorreu durante as reuniões do Comitê de Acompanhamento, foi um exemplo concreto de êxito do projeto em alcançar o benefício esperado.

Durante o período de reavaliação do Projeto Iguaçu, as reuniões do Comitê deverão ser realizadas, via de regra, mensalmente, e/ou em caráter extraordinário, sempre que se fizer necessário na ocorrência de demandas prementes. Os locais das reuniões serão previamente estabelecidos e divulgados visando uma participação expressiva das comunidades envolvidas.

## **2.2. Mobilização dos recursos físicos e humanos**

A COPPETEC, em seu Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente, dispõe de toda a infra-estrutura necessária para o desenvolvimento dos trabalhos. No que se refere aos recursos humanos, será basicamente mantida a mesma equipe relacionada na Proposta Técnica. Essa equipe é composta pelos seguintes profissionais:

- *Paulo Canedo de Magalhães* (Coordenador)
- *Paulo Roberto Ferreira Carneiro* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Paulo Marcelo Lambert Gomes* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Evaristo S. V. Pedras* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *José Roberto Gago* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Fernanda Rocha Thomaz* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Sergio Flavio Passos Miranda* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Cláudia Silva Teixeira* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Adir Ben Kauss* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Marcelo Miguez* (Técnico de Nível Superior Sênior)
- *Luiz Alberto Arend Filho* (Técnico de Nível Superior Junior)
- *Matheus Martins de Sousa* (Técnico de Nível Superior Junior)
- *Osvaldo Moura Rezende* (Técnico de Nível Superior Junior)
- *Rodrigo Furtado Lou* (Técnico de Nível Superior Junior)
- *Valdemar Marcos Munani Sibia* (Técnico de Nível Superior Junior)
- *Luiz Paulo Canedo de Magalhães* (Técnico de Nível Superior Junior)
- *Gustavo Bezerra Zampronio* (Técnico de Nível Superior Junior)

- Celso dos Santos Pelizari (Desenhista Cadista)
- Valéria Almeida de Lima (Administradora)
- Fernando Leite de Mesquita (Aux. Técnico)
- Jairo Azeredo de Matos (Aux. Administrativo)

Para apoio aos trabalhos de campo a equipe será acrescida de técnicos auxiliares que serão mobilizados nos momentos oportunos.

## **2.3. Relatórios e produtos**

### **Produto 3.1**

Como já referido, o Produto 3.1 corresponde aos projetos básicos das intervenções estruturais desenvolvidos para permitir a licitação de obras de drenagem para os cursos d'água priorizados pelas administrações municipais. A relação desses cursos d'água, cujos projetos foram consolidados pelo Relatório R 3.1A é apresentada a seguir juntamente com a descrição das intervenções previstas em cada um deles.

### **BACIA DO SARAPUI**

#### **Rio Sarapui**

Implantação da seção trapezoidal; via marginal, arborização; implantação de praça com mobiliário urbano, paisagismo.

#### **Rio Dona Eugenia**

Implantação da seção trapezoidal, via marginal e arborização.

#### **Valão Rosali**

Limpeza do rio e galerias, via marginal e arborização.

#### **Rio Gomes Freire**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal; arborização; implantação de praça com mobiliário urbano e paisagismo.

#### **Rio da Prata**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal; via marginal; arborização; implantação de praça com mobiliário urbano e paisagismo.

**Rio Viegas-Trecho 1 e 2** - Pavimentação, obras de macro e micro drenagem, remoção da passarela, pontes e implantação de praça com mobiliário urbano e paisagismo.

**Rio Viegas 4** - Bacia de retenção e obras de macro e micro drenagem.

### **BACIA DO IGUAÇU/BOTAS**

#### **Rio Iguaçu**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal; via marginal; arborização; implantação de praça com mobiliário urbano e paisagismo.

**Canal Auxiliar (Reduc)**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal, implantação da via marginal e arborização.

**Barão do Pilar**

Limpeza do rio e galerias e arborização.

**Rio Pilar**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal, implantação da via marginal e arborização.

**Rio Calombé**

Implantação da seção trapezoidal, implantação da via marginal e arborização.

**Rio Jaques Moley**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal e arborização.

**Canal do Outeiro**

Limpeza do rio e galerias e arborização.

**Rio Botas**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal, implantação da via marginal e arborização e macaqueamento de 2 pontes.

**Rio Patativa/Babi**

Limpeza do rio e galerias e arborização.

**Canal São Vicente**

Limpeza do rio e galerias e arborização.

**Rio Caramuru**

Limpeza do rio e galerias e arborização.

**Rio Machambomba**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal, implantação da via marginal e arborização.

**Rio Carmari I**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal e arborização.

**Rio Carmari II**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal; via marginal; arborização; implantação de praça com mobiliário urbano e paisagismo.

**Rio Viga Maranhão**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal e arborização.



### **Valão Nova Era**

Limpeza do rio e implantação de contenção com trilhos.

### **Rio Danon**

Implantação de contenção com trilhos.

### **Rio Campo dos Elíseos**

Limpeza do rio e galerias; implantação da seção trapezoidal e arborização.

### **Produto 3.2**

Os relatórios relativos a esse produto envolverão o Plano de Trabalho; o diagnóstico das áreas inundáveis; a revisão das manchas de inundação, a estimativa da população afetada e reavaliação das intervenções estruturais concebidas para os cursos d'água relacionados nas **Tabelas 1, 2 e 3** apresentadas no final desse item.

O produto 3.2 será composto dos seguintes relatórios:

**R 3.2A.1** – Refere-se ao presente documento, composto pelo Plano de Trabalho propriamente dito, pela concepção inicial do Modelo Hidrodinâmico do rio Sarapuí e pelos projetos incluídos na 1ª fase do PAC, os quais envolvem trechos dos cursos d'água atingidos pelas chuvas ocorridas no final do ano de 2007. São eles:

- Trecho do canal do Outeiro (900m) compreendido entre a R.F.F.S.A. e sua ligação com o canal auxiliar e o trecho do canal Auxiliar (3600m) compreendido entre a estrada do Amapá e o canal do Outeiro;
- Trecho do canal auxiliar do rio Sarapuí (3400m) compreendido entre a avenida Automóvel Clube e a divisa dos municípios de São João de Meriti e Duque de Caxias;
- Trecho do rio Dona Eugênia (1670m) compreendido entre a rua Epídio e sua foz no rio Sarapuí;
- Trecho do rio Sarapuí (540m) que se inicia, aproximadamente, a 500m a jusante da barragem de Gericinó, compreendido entre as ruas Operários e Roldão Gonçalves;
- Trecho do rio da Prata (2281m) compreendido entre a rua Antônio Mauricio e a rodovia Presidente Dutra;

Esses projetos estão apresentados no **Anexo 1** na seqüência do Plano de Trabalho.

**R 3.2A.2** – Envolve as bacias hidrográficas contribuintes para o Polder Alberto de Oliveira e para o Polder Gomes Freire.

O faturamento relativo ao relatório **3.2.A**, previsto no relatório físico-financeiro será efetuado em duas etapas, associadas à conclusão dos relatórios **R 3.2A.1 e R 3.2A.2**.

**R 3.2B** – Envolve o modelo hidrodinâmico do curso principal do rio Sarapuí e intervenções nas bacias hidrográficas dos cursos d'água afluentes ao Sarapuí pela margem direita no trecho superior. Segue abaixo uma relação dos locais de estudo:

- Valão Cabuis;
- Valão Antonio Nohra;

- Valão Colégio Fluminense;
- Rio das Tintas.

**R 3.2C** – Envolve o restante das bacias hidrográficas dos cursos d'água afluentes ao rio Sarapuí constantes do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí de 1995. Segue abaixo uma relação dos locais de estudo:

- Pôlder da Divisa;
- Rio da Prata;
- Rio Dona Eugênia;
- Pôlder Parque Alian;
- Pôlder Jardim Redentor;
- Valão Alexandre Magno;
- Valão Avenida Distingção;
- Valão Olavo Batista;
- Valão Redentor;
- Valão Santa Teresa;
- Valão São Bento;
- Pôlder Gomes Freire;
- Valão Bananal;
- Valão Caturité;
- Valão Centenário;
- Valão da Avenida Presidente Kennedy;
- Valão Gaspar Ventura e afluentes;
- Valão Gomes Freire;
- Valão Jacatirão;
- Valões diversos (bairro Jardim Leal, Duque de Caxias);
- Pôlder Alberto de Oliveira;
- Valão Alberto de Oliveira;
- Valão dos Teles.

**R 3.2D** – Envolve o modelo hidrodinâmico do curso principal do rio Botas-Iguaçu.

**R 3.2E** – Envolve as bacias hidrográficas dos cursos d'água afluentes ao rio Botas, da sua nascente até a foz no rio Iguaçu. Segue abaixo uma relação dos locais de estudo:

- Valão Carmari;
- Valão Cacuia;
- Valão Eboni/Contenda;
- Valão Maracanã;
- Valão Metroppolitano;

- Valão Mirim 1 e 2;
- Valão Moquetá;
- Valão Nova Era;
- Valão Palmares 1 e 2;
- Valão Vargem Alegre;
- Valão Viga – Maranhão;
- Canal Babi;
- Pôlder Avenida Atlântica;
- Valão Caramuru;
- Valão Itaipu;
- Valão Estrela Branca;
- Valão Jolá;
- Valão Patativa;
- Valão Santa Amélia;
- Valão São Vicente;
- Canal Machambomba;
- Valão Brauna;
- Rio das Velhas.

**R 3.2F** – Envolve o modelo hidrodinâmico do curso principal do rio Iguaçu e as bacias hidrográficas dos cursos d'água afluentes ao Iguaçu no trecho superior, da nascente até a confluência com o rio Botas. Segue abaixo uma relação dos locais de estudo:

- Canal Bandeira;
- Rio Ana Felícia - Tinguá;
- Canal Pexecum;
- Rio Paiol;
- Valão Caximbau;
- Valão da Marvim;
- Rio Tinguá.

**R 3.2G** – Envolve as bacias hidrográficas dos cursos d'água afluentes ao rio Iguaçu no trecho inferior, da confluência com o rio Botas até sua foz na Baía de Guanabara. Segue abaixo uma relação dos locais de estudo:

- Canal do Outeiro e afluentes;
- Pôlder do Outeiro;
- Rio Calombé;
- Valão Jaques Moley;
- Rio Capivari;

- Canal auxiliar da REDUC;
- Pôlder do Amapá;
- Pôlder Cidade dos Meninos;
- Pôlder Núcleo São Bento;
- Pôlder Pilar;
- Valão Alcione;
- Valão Assis Chateaubriand;
- Valão Campos Elíseos;
- Valão Jardim Piratininga;
- Valão Lins Pinto;
- Valão Nossa Senhora das Graças;
- Valão Parque Barão do Pilar;
- Valão Patronato São Bento;
- Rio Pilar;
- Pôlder Pilar.

### **Produto 3.3**

Os relatórios relativos ao Produto 3.3 envolverão as reavaliações das ações não estruturais propostas no Projeto Iguaçu com base nos atuais instrumentos de controle, do Ordenamento do Uso do Solo em Áreas Inundáveis e do número de relocações necessárias.

O produto 3.3 será composto dos seguintes relatórios:

#### **R 3.3A**

- Levantamento das leis orgânicas e das legislações e regulamentos municipais no que concerne ao planejamento do uso do solo e do seu parcelamento para fins de urbanização, em relação aos municípios com área inserida na bacia do rio Sarapuí (Rio de Janeiro, São João de Meriti, Duque de Caxias, Belford Roxo e Nilópolis);
- Análise da adequação da legislação em vigor em relação à preservação ambiental em geral e para o controle de inundações em particular;
- Estrutura, finalidade, composição e calendário de reuniões da Comissão de Acompanhamento do Plano Diretor (CAPD) a ser formada com atores locais (prefeituras e sociedade civil) e representantes do Estado.

#### **R 3.3B**

- Levantamento das leis orgânicas e das legislações e regulamentos municipais no que concerne ao planejamento do uso do solo e do seu parcelamento para fins de urbanização, em relação aos demais municípios da bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí (Nova Iguaçu e Mesquita);

- Análise da adequação da legislação em vigor em relação à preservação ambiental em geral e para o controle de inundações em particular;
- Proposição de medidas não-estruturais para a bacia do rio Sarapuí;
- Atualização do diagnóstico sócio-econômico e da infra-estrutura de saneamento existente.

**R 3.3C**

- Proposição de medidas não-estruturais para as bacias dos rios Iguaçu/Botas;
- Proposta de Macro-zoneamento voltado para o controle de inundações na bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí.

**R 3.3D**

- Detalhamento das medidas não-estruturais para toda a bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí.

**R 3.3E**

- Adequação das medidas não-estruturais propostas pelo Projeto Iguaçu às características urbanas e fundiárias dos municípios da bacia. As adaptações necessárias às leis municipais de regulação do uso do solo serão definidas conjuntamente com as prefeituras. Para esse relatório estão previstos os municípios do Rio de Janeiro, São João de Meriti, Nilópolis e Mesquita.

**R 3.3F**

- Adequação das medidas não-estruturais propostas pelo Projeto Iguaçu às características urbanas e fundiárias dos municípios da bacia. As adaptações necessárias às leis municipais de regulação do uso do solo serão definidas conjuntamente com as prefeituras. Para esse relatório estão previstos os municípios de Nova Iguaçu, Duque de Caxias e Belford Roxo.

**R 3.3G**

- Consolidação das medidas não-estruturais na bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí.

**Produto 3.4**

O relatório **R 3.4A** consiste na revisão e consolidação do Projeto Iguaçu, incluindo a hierarquização, quantificação e compatibilização das ações previstas às fontes de recursos disponíveis de forma a estruturar um programa de investimentos.

## RELAÇÃO DAS BACIAS A SEREM CONTEMPLADAS

<b>Tabela 1</b>
Bacia Hidrográfica do rio Sarapuí
Rio Sarapuí - Pôlder da Divisa - Jardim Gláucia (B. Roxo/Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Pôlder Jardim Redentor (Belford Roxo)
Rio Sarapuí - Valão Alexandre Magno - Bairro Jardim Gláucia (Belford Roxo)
Rio Sarapuí - Valão Av. Distinção - Jardim Bom Pastor (Belford Roxo)
Rio Sarapuí - Valão Olavo Batista - Jardim Redentor (Belford Roxo)
Rio Sarapuí - Valão Redentor - Jardim Redentor (Belford Roxo)
Rio Sarapuí - Valão Santa Tereza - Bairro Santa Tereza (Belford Roxo)
Rio Sarapuí - Valão São Bento - Parque São Bento (Belford Roxo)
Rio Sarapuí - Jusante da Bayer (D. de Caxias/Belford Roxo/São João de Meriti)
Rio Sarapuí - Pôlder Gomes Freire (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão Bananal - Bairro Jardim Leal (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão Caturité - Bairro Gramacho (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão Centenário - Bairro Centenário (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão da Av. Presidente Kennedy - Parque do Carmo (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão Gaspar Ventura e afluentes - Bairro Pantanal (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão Gomes Freire - Vila São José (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão Jacatirão - Bairro Itatiaia (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valões diversos - Bairro Jardim Leal (Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Rio da Prata - Bairro Presidente Juscelino (Nova Iguaçu)
Rio Sarapuí - Rio da Prata e Afluente - Bairro Santo Elias/Mesquita (Nova Iguaçu)
Rio Sarapuí - Rio Dona Eugênia - Mesquita (Nova Iguaçu)
Rio Sarapuí - Rio Dona Eugênia (Nova Iguaçu)
Rio Sarapuí - Valão Cabuís - Bairro Cabuís (Nilópolis)
Rio Sarapuí - Montante de Gericinó/Bangu (Rio de Janeiro)
Rio Sarapuí - Pôlder do Parque Alian - (São João de Meriti)
Rio Sarapuí - Pôlder Alberto de Oliveira (São João de Meriti/Duque de Caxias)
Rio Sarapuí - Valão Alberto de Oliveira (São João de Meriti)
Rio Sarapuí - Valão Antônio Nohra - B. Agostinho Porto (São João de Meriti)
Rio Sarapuí - Valão Colégio Fluminense - Bairro Éden (São João de Meriti)
Rio Sarapuí - Valão dos Teles - Centro de Vilar dos Teles (São João de Meriti)
Rio Sarapuí - Rio das Tintas - Bangu (Rio de Janeiro)

**Tabela 2**  
Bacia Hidrográfica do rio Botas

Rio Botas - Canal Babi - Bairro Babi (Belford Roxo)
Rio Botas - Estrada Xerém/Rod. Presidente Dutra (Belford Roxo/Nova Iguaçu)
Rio Botas - Pôlder Av. Atlântica (Belford Roxo)
Rio Botas - RFFSA - Ramal Ambaí (Belford Roxo)
Rio Botas - Rua Estrela Branca (Belford Roxo)
Rio Botas - Valão Caramuru/São Bernardo - Parque São Bernardo (Belford Roxo)
Rio Botas - Valão Estrela Branca - Parque São Bernardo (Belford Roxo)
Rio Botas - Valão Itaipu - Bairro Itaipu (Belford Roxo)
Rio Botas - Valão Jolá - Bairro Vila Jolá (Belford Roxo)
Rio Botas - Valão Patativa - Bairro Babi (Belford Roxo)
Rio Botas - Valão Santa Amélia - Parque St <sup>a</sup> Amélia (Belford Roxo)
Rio Botas - Valão São Vicente - Bairro São Vicente (Belford Roxo)
Rio Botas - Canal Machambomba - trecho ruas Clara Araujo/Çaçapava (Nova Iguaçu)
Rio Botas - montante da Rod. Presidente Dutra (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Brauna - Bairro Boa Esperança - (Nova Iguaçu/Belford Roxo)
Rio Botas - Valão Cacua - Bairro Cacua (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Carmary - Bairros Carmary/Posse (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Eboni / Contenda - Bairro Jardim Alvorada (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Maracanã - Bairro Jardim Alvorada (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Metropolitano - Comendador Soares (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Mirim I e II - Comendador Soares (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Moquetá - Centro (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Nova Era - Bairro Nova Era (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Palmares I e II - Jardim Palmares (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Vargem Alegre - Bairro Vargem Alegre (Nova Iguaçu)
Rio Botas - Valão Viga/Maranhão - Bairro da Posse (Nova Iguaçu)

**Tabela 3**

Bacia Hidrográfica do rio Iguaçu

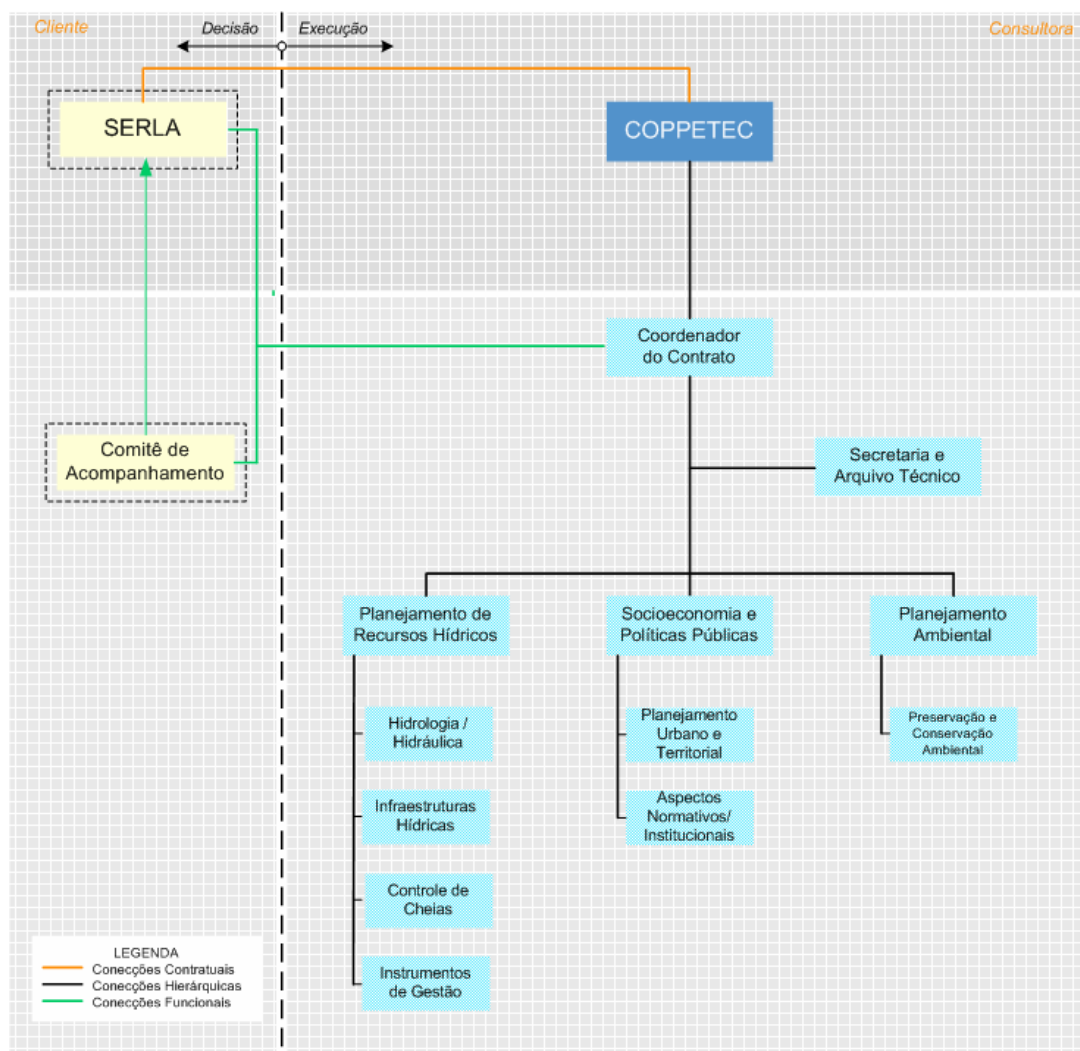
Canal do Outeiro - Trecho Foz/Rua Alagoas/Sítio Livramento (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão Rua Célia Silva (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão Alegrete e afluente (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão da Rua Homogênea (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão da Rua Tupi (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão do Barrinho - Vale das Mangueiras (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão Magnólia/km 9 (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão Pedregulho (Belford Roxo)
Canal do Outeiro - Valão St <sup>a</sup> Rita - Bairro Vasco (Belford Roxo)
Rio Iguaçu - Pôlder do Outeiro - Parque Amorim (B.Roxo)
Rio Calombé - Trecho Médio (Duque de Caxias)
Rio Calombé - Valão Jaques Moley - Jardim Primavera (Duque de Caxias)
Rio Capivari - Bairro Capivari (Duque de Caxias)
Rio Capivari - Canal Capivari - Bairro Capivari (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Canal Auxiliar da REDUC - Campos Elíseos (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Canal Bandeira - Bairro Amapá (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Estrada de Xerém (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Pôlder do Amapá (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Pôlder Cidade dos Meninos (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Pôlder Núcleo São Bento (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Pôlder Pilar/5 de Julho (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - RFFSA (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Rod. Washington Luis - BR-040 (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão Alcione - Núcleo São Bento (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão Assis Chateaubriand - Núcleo São Bento (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão Campos Elíseos - Campos Elíseos (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão Jardim Piratininga - Campos Elíseos (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão Lins Pinto - Núcleo São Bento (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão N. S <sup>a</sup> das Graças - Núcleo São Bento (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão Parque Barão do Pilar - Campos Elíseos (Duque de Caxias)
Rio Iguaçu - Valão Patronato São Bento - Núcleo São Bento (Duque de Caxias)
Rio Pilar (Duque de Caxias)
Rio Pilar - Av. Marquês de Barbacena (Duque de Caxias)
Rio Pilar - Pôlder Pilar/Calombé (Duque de Caxias)
Rio Ana Felícia - Tinguá (Nova Iguaçu)
Rio das Velhas - Miguel Couto (Nova Iguaçu/Belford Roxo)
Rio Iguaçu - Acesso ao depósito de FURNAS-Adrianópolis (Nova Iguaçu)
Rio Iguaçu - Acesso ao Sítio Pousada do Sol - Adrianópolis (Nova Iguaçu)
Rio Iguaçu - Canal Pexecum - Jardim Marambaia (Nova Iguaçu)
Rio Iguaçu - Estrada RJ-111 (Nova Iguaçu)
Rio Iguaçu - Fábrica de explosivos da ICI - (Nova Iguaçu)
Rio Iguaçu - Foz do rio Paiol (Nova Iguaçu)
Rio Iguaçu -Valão Caximbau - trecho Foz/rua Miguel Ferreira Lopes - São Bernardino (Nova Iguaçu)



<b>Tabela 3</b>
Bacia Hidrográfica do rio Iguaçu
Rio Paiol - trecho estrada José Bulhões/rua Alzira - Cava (Nova Iguaçu)
Rio Paiol - Valão da Marvin - Santa Rita (Nova Iguaçu)
Rio Tinguá – Tinguá (Nova Iguaçu)

## 2.4. Organograma e Cronograma de Trabalho

As figuras das páginas seguintes apresentam o organograma estruturado para o desenvolvimento dos serviços e o cronograma Gantt.



### Atualização e Complementação do Projeto Iguaçu

Cronograma Físico	Ano																													
	2007	2008											2009											2010						
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Produto 3.1 - Elaboração de documentos técnicos para imediata licitação de obras	R 3.1A																													
Produto 3.2 - Atualização do diagnóstico e das ações estruturais de macrodrenagem		R 3.2A		R 3.2B				R 3.2C				R 3.2D			R 3.2E				R 3.2F								R 3.2G			
Produto 3.3 - Ações mitigadoras e programas complementares			R 3.3A				R 3.3B			R 3.3C				R 3.3D				R 3.3E				R 3.3F						R 3.3G		
Produto 3.4 - Hierarquização das ações e programa de investimentos																													R 3.4A	

**LEGENDA**

- |  |  |  |
|--|--|--|
| ▲ R 3.1A - Relatório único do Produto 3.1    | ◆ R 3.3C - Terceiro Relatório do Produto 3.3 | ● R 3.2F - Sexto Relatório do Produto 3.2  |
| ● R 3.2A - Primeiro Relatório do Produto 3.2 | ● R 3.2D - Quarto Relatório do Produto 3.2   | ◆ R 3.3F - Sexto Relatório do Produto 3.3  |
| ◆ R 3.3A - Primeiro Relatório do Produto 3.3 | ◆ R 3.3D - Quarto Relatório do Produto 3.3   | ● R 3.2G - Último Relatório do Produto 3.2 |
| ● R 3.2B - Segundo Relatório do Produto 3.2  | ● R 3.2E - Quinto Relatório do Produto 3.2   | ◆ R 3.3F - Último Relatório do Produto 3.3 |
| ◆ R 3.3B - Segundo Relatório do Produto 3.3  | ◆ R 3.3E - Quinto Relatório do Produto 3.3   | ★ R 3.4A - Relatório único do Produto 3.4  |
| ● R 3.2C - Terceiro Relatório do Produto 3.2 |  |  |

### **3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM JANEIRO/2008**

Durante o mês de janeiro de 2008 foram elaborados dois produtos, que integram os anexos referidos a seguir.

- 1) **ANEXO 1:** Memorial Descritivo do Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Iguaçu/Botas e Sarapuí, relativo à primeira fase do Projeto Iguaçu, para apresentação à Caixa Econômica Federal – CEF
- 2) **ANEXO 2:** Concepção da Modelagem Hidrodinâmica do curso principal do rio Sarapuí.

**ANEXO 1**  
**Memorial Descritivo do Projeto de Controle de Inundações e**  
**Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Iguaçu/Botas e**  
**Sarapuí**

## APRESENTAÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar a Caixa Econômica Federal – CEF **o Memorial Descritivo do Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Iguaçu/Botas e Sarapuí** para execução das obras da 1ª fase do **Projeto Iguaçu**.

As obras a serem executadas fazem parte do propósito dos investimentos do **Projeto Iguaçu** elencado no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC – Projeto de Controle Inundações, Urbanização e Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Iguaçu/Botas e Sarapuí, ou seja, o combate das enchentes na Baixada Fluminense.

Este projeto envolve intervenções para melhoria da macro e mesodrenagem relacionadas com o desassoreamento dos leitos e adequações das seções de escoamento, desobstrução das galerias existentes, além de outras medidas tais como a retirada de resíduos sólidos urbanos que obstruem a calha dos rios e canais, etc.

## OBJETIVOS

As intervenções propostas no **Projeto Iguaçu** são voltadas para a reversão do quadro de degradação dos corpos hídricos e melhoria das condições de escoamento. Nesta 1ª etapa serão objeto de intervenções os municípios afetados pelas últimas chuvas. As áreas atingidas pelas enchentes foram mapeadas e a partir deste levantamento foram priorizados os locais atingidos pelo transbordamento dos rios. A análise das causas das inundações identificou problemas como, assoreamentos, estrangulamentos, seções insuficientes, etc.

## ESCOPO DA 1ª FASE DO PROJETO IGUAÇU

As obras a serem executadas fazem parte do propósito dos investimentos do PAC na região, qual seja: o combate das enchentes na Baixada Fluminense. Os cursos d'água agora selecionados pelas prefeituras drenam áreas mais atingidas por inundações ocasionadas pelas fortes chuvas do final do ano de 2007. Esses cursos d'água são: o canal do Outeiro, o canal auxiliar do Outeiro, o canal auxiliar do Rio Sarapuí, e trechos dos rios Sarapuí, da Prata e Dona Eugênia.

As obras localizadas estão localizadas nos Municípios de Belford Roxo, Mesquita e São João de Meriti. As intervenções localizadas no Rio da Prata, Canal D. Eugênia e parte do trecho 1 do Rio Sarapuí fazem parte do escopo do **Projeto Iguaçu**. O Canal do Outeiro e seu Auxiliar são pertinentes aos estudos do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Iguaçu-Sarapuí, e o Canal Auxiliar do Rio Sarapuí, e foram inseridos ao escopo, devido aos grandes estragos ocasionados pelas fortes chuvas do final do ano de 2007. Estes locais foram atingidos pelas inundações ocasionadas pelas fortes chuvas e foram vistoriados pela equipe técnica da SERLA e prefeituras locais.

## INTERVENÇÕES DE MACRO E MESODRENAGEM – 1ª FASE DO PROJETO IGUAÇU

As intervenções a serem executadas nos diversos cursos d'água contemplados nesta 1ª fase do Projeto Iguaçu estão apresentados na **Tabela 1**, a seguir.

**Tabela 1**  
Intervenções Previstas para a 1ª Fase

<b>Intervenção</b>	<b>Trechos</b>	<b>Municípios</b>
Canal do Outeiro (900m) Canal Auxiliar (3600m)	Canal do Outeiro entre a foz no rio Iguazu e a RFFSA + o Canal Auxiliar	Belford Roxo
Rio da Prata (2281m)	Rua Antônio Maurício e a Via Dutra	Belford Roxo
Canal Aux. do Sarapuí (3400m)	Av. Automóvel Clube e a divisa dos Municípios de S.J. Meriti e Caxias	São João de Meriti
D. Eugênia (1625m)	Rua Epidio e a Foz no Rio Sarapuí	Mesquita
Rio Sarapuí (540m) prox. Cel. França Leite	Da rua Operários à rua Roldão Gonçalves	Mesquita

#### INTERVENÇÕES NO MUNICÍPIO DE BELFORD ROXO

- **Canal do Outeiro**

O canal do Outeiro drena uma área de 12,47km<sup>2</sup>, desembocando na margem direita do rio Iguazu, a montante da ponte da Av. Presidente Kennedy, através do Canal de Cintura do polder do Outeiro. Nessa etapa está sendo prevista a dragagem do trecho final do Canal do Outeiro, com cerca de 900 m de extensão, que abrange o estirão compreendido entre a RFFSA e a sua foz no rio Iguazu.

A seção de projeto a ser implantada no referido trecho atenderá à vazão associada ao tempo de recorrência de 20 anos ( $Q= 50,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ). A seção será trapezoidal, em solo, com 9,0 m de base, altura média de 2,5 m e taludes com inclinação de 1V:4H. O volume total de desassoreamento foi estimado em 11.700 m<sup>3</sup>. A planta de situação pode ser vista no ANEXO 1-a, **Figura 1**, e o perfil e seção no ANEXO 1-b, **Figura 6**.

- **Canal Auxiliar do Polder do Outeiro**

O canal auxiliar do Polder do Outeiro, com cerca 3.600 m de extensão, desenvolve-se desde a estrada do Amapá até as proximidades da Av. Presidente Kennedy.

A seção a ser implantada no canal auxiliar será trapezoidal, em solo, com largura de base igual a 5,0 m, altura média de 2,50 m e taludes com inclinação de 1V:2H. a vazão considerada para definição da seção transversal do canal ( $Q= 11 \text{ m}^3/\text{s}$ ) está associada ao tempo de recorrência de 20 anos. A planta de situação pode ser vista no ANEXO 1-a, **Figura 1**, e o perfil e seção no ANEXO 1-b, **Figura 7**.

O volume de escavação estimado para implantação da seção projetada foi estimado em 25.200 m<sup>3</sup>.

- **Rio da Prata**

A intervenção está localizada no Rio da Prata, afluente do Rio Sarapuí pela margem e compreende no desassoreamento, limpeza e regularização da calha do trecho com cerca 2.281 m de extensão, situado entre a Rua Antonio Mauricio e a Rodovia Presidente Dutra.

A seção a ser implantada no canal será trapezoidal, em solo, com largura de base igual a 4,0 m, altura variável (ver seções apresentadas no ANEXO I-b) e taludes com inclinação de 1V:1H. A vazão considerada para definição da seção transversal do canal ( $Q= 22,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) está associada ao tempo de recorrência de 20 anos. A planta de situação pode ser vista no ANEXO 1-a,

**Figura 2**, e as seções transversais no ANEXO 1-b, **Figuras 6, 7, 8 e 9**.

O volume total de escavação estimado para implantação da seção projetada foi estimado em  $14\,750 \text{ m}^3$ .

#### INTERVENÇÕES NO MUNICÍPIO DE MESQUITA

- **Dona Eugênia**

Trecho do valão Dona Eugênia, com 1.625 m de extensão, que se desenvolve desde a rua Eupídio até a foz no rio Sarapuí.

A seção a ser implantada no canal auxiliar será trapezoidal, em solo, com largura de base igual a 3,0 m, altura variável (ver seções no ANEXO I-b) e taludes com inclinação de 1V:3,5H na margem esquerda e 1V:2H na margem direita. A vazão considerada para definição da seção transversal do canal ( $Q= 50,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) está associada ao tempo de recorrência de 20 anos. A planta de situação pode ser vista no ANEXO 1-a,

**Figura 3**, e as seções transversais no ANEXO 1-b, **Figuras 10 e 11**.

O volume total de escavação estimado para implantação da seção projetada foi estimado em  $35.226 \text{ m}^3$ .

- **Rio Sarapuí (Cel. França Leite)**

Trecho do rio Sarapuí com 540 m de extensão, que se desenvolve desde a rua Operários até a rua Roldão Gonçalves.

A seção a ser implantada neste trecho será trapezoidal em solo, com largura de base igual a 6,0 m, altura média de 3 m e taludes com inclinação de 1V:1H. A planta de situação pode ser vista no ANEXO 1-a, **Figura 4**, e as seções transversais no ANEXO 1-b, **Figura 14**.

O volume total de escavação estimado para implantação da seção projetada foi estimado em  $4.762 \text{ m}^3$ .

## INTERVENÇÕES NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE MERITI

- **Canal Auxiliar do Sarapuí**

Trecho do canal auxiliar com 3.400 m de extensão, que se desenvolve desde a av. Automóvel Clube até a linha de transmissão, limite dos municípios de São João de Meriti e Duque de Caxias.

Estão sendo previstos o desassoreamento e a regularização da calha com implantação de uma seção transversal em solo, taludes com inclinação de 1V:2H, largura de boca de 15 m, profundidade média de 1,50 m e largura de fundo 9,0 m.

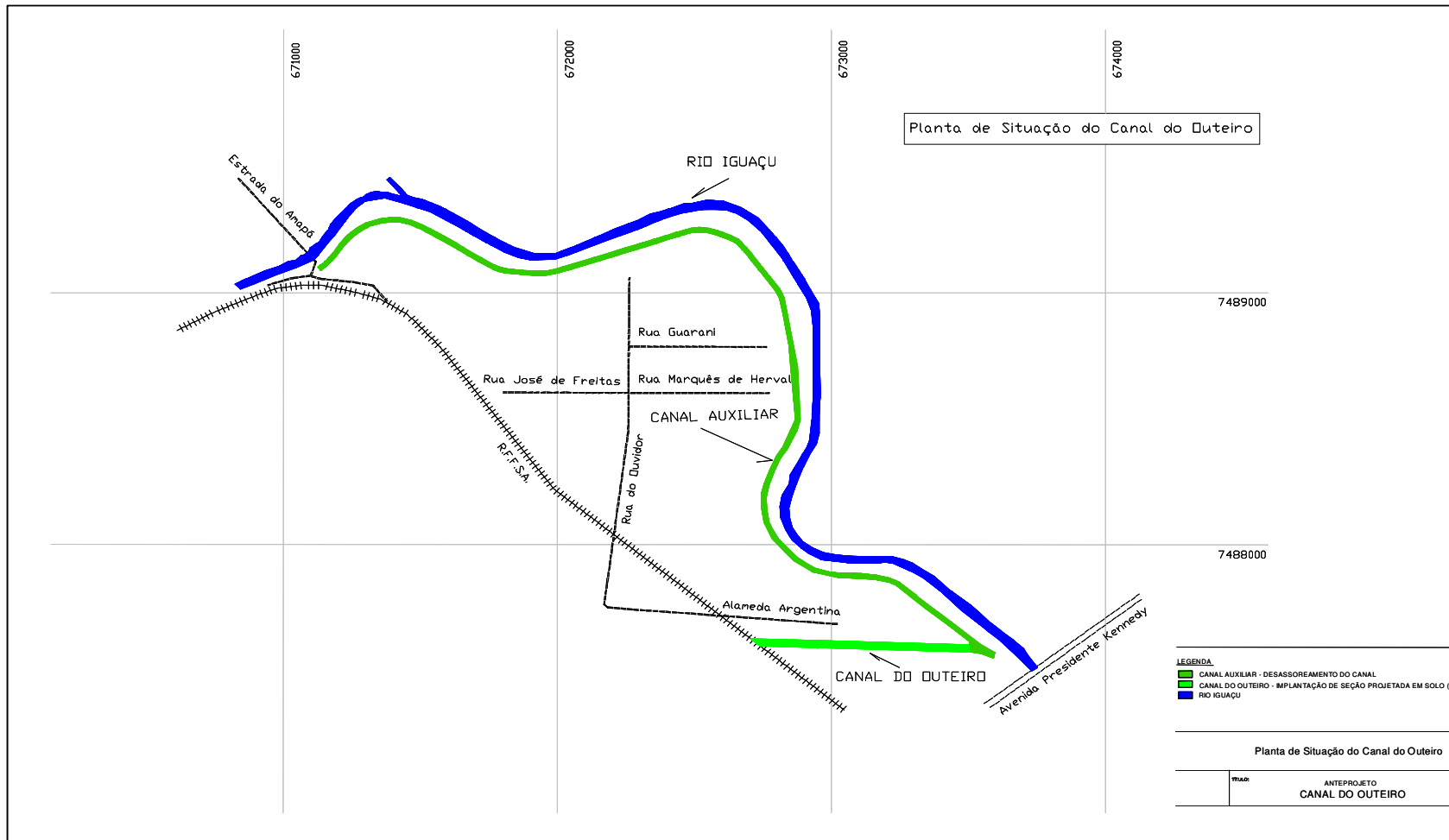
As cotas de fundo consideradas no projeto do canal foram fixadas com base nas cotas da soleira das comportas Flap existentes, que promoverão o bom funcionamento do Polder Alberto de Oliveira. Como critério para definição do fundo do canal, adotou-se como referência a cota -1,0 m, em correspondência com a bateria de comportas localizada na extremidade de jusante, junto à Av. Presidente Kennedy, cuja soleira está situada na cota - 0,63 m.

O volume total de escavação estimado para implantação da seção projetada foi estimado em 34.200m<sup>3</sup>.

A planta de situação pode ser vista no ANEXO 1-a, e as seções transversais no ANEXO 1-b, **Figura 15**.



**ANEXO 1-a**  
**Plantas de Localização**



**Figura 1**  
Canal do Outeiro e Canal Auxiliar

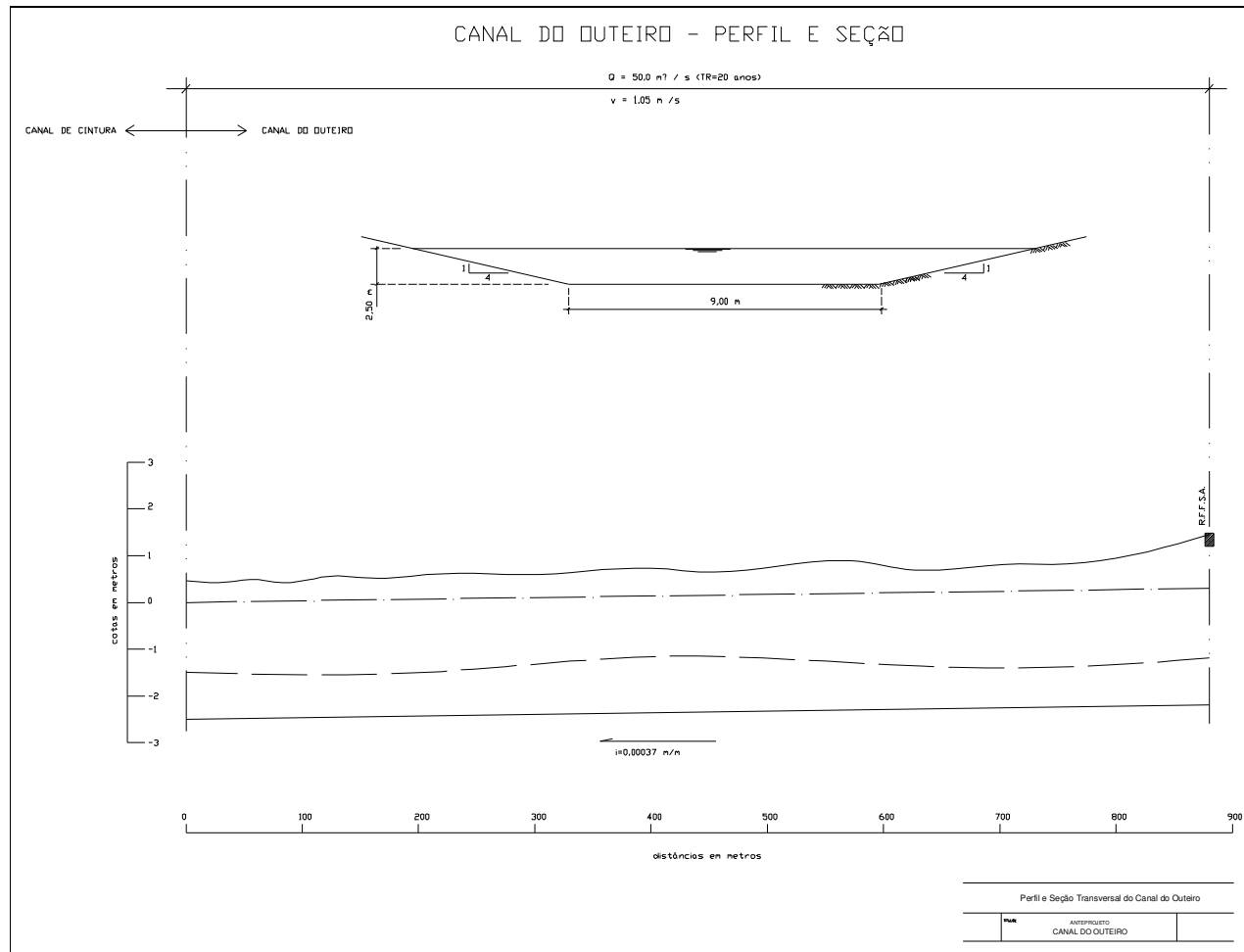








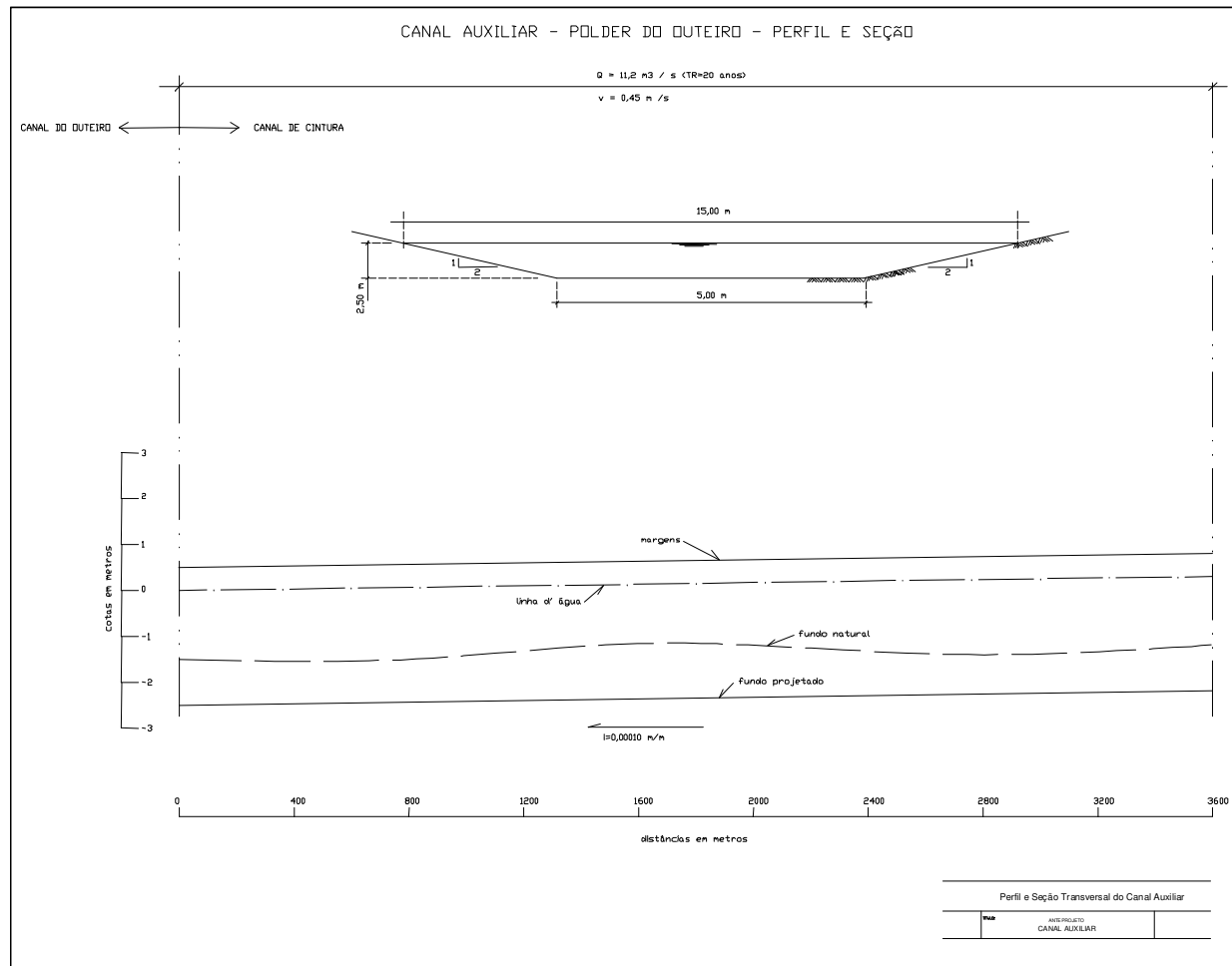
**ANEXO 1-b**  
**Seções Transversais**



**Figura 6**

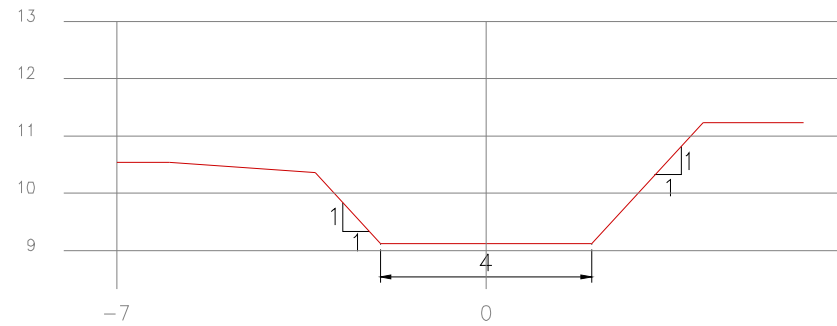
Perfil e seção transversal de projeto do Canal do Outeiro





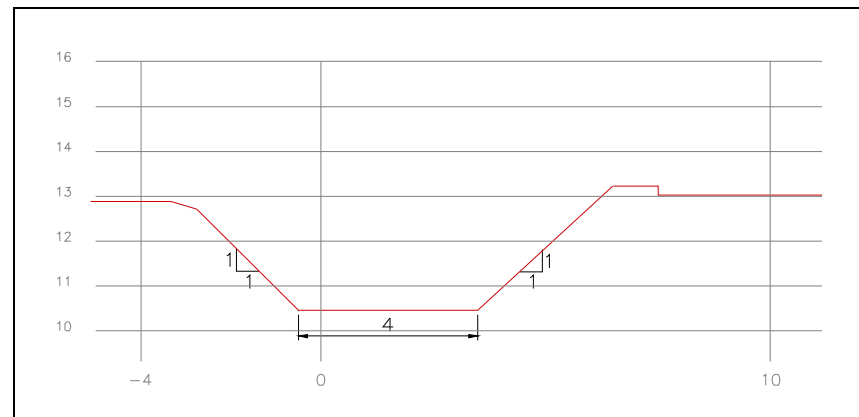
**Figura 7**

Perfil e seção transversal de projeto do Canal Auxiliar do Outeiro



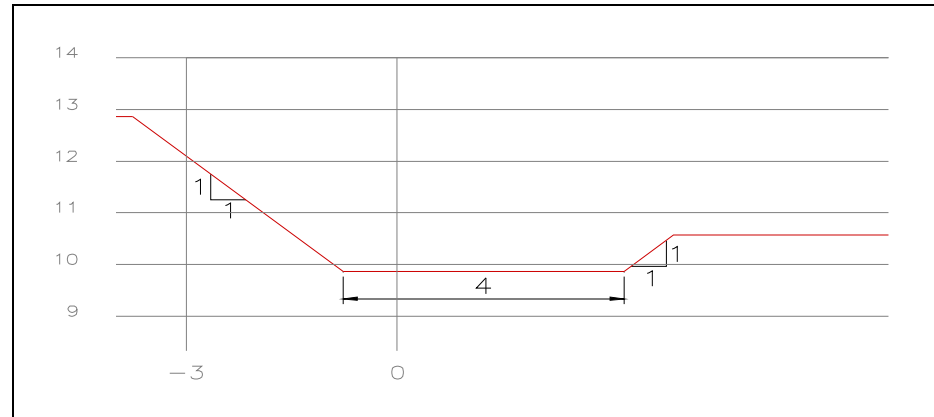
**Figura 8**

Rio Prata - Seção transversal de projeto do trecho entre a Via Dutra a rua João Rodrigues



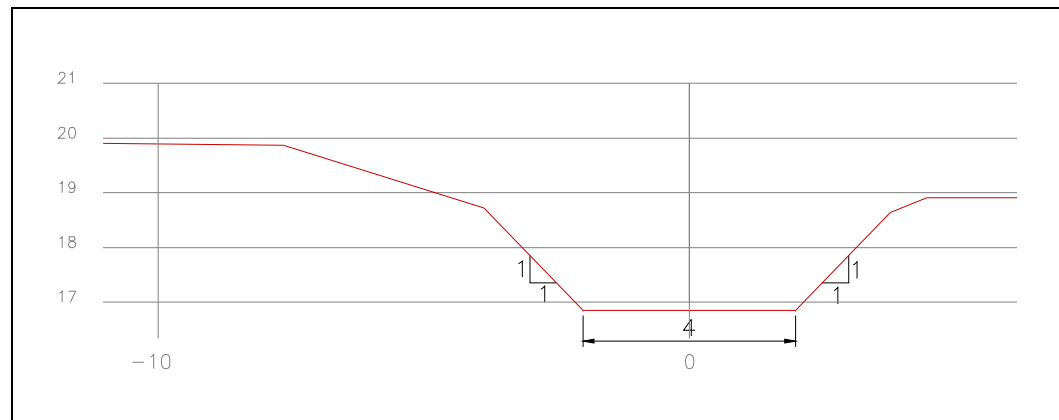
**Figura 9**

Rio Prata - Seção transversal de projeto do trecho entre as ruas João Rodrigues e Antonio Borges



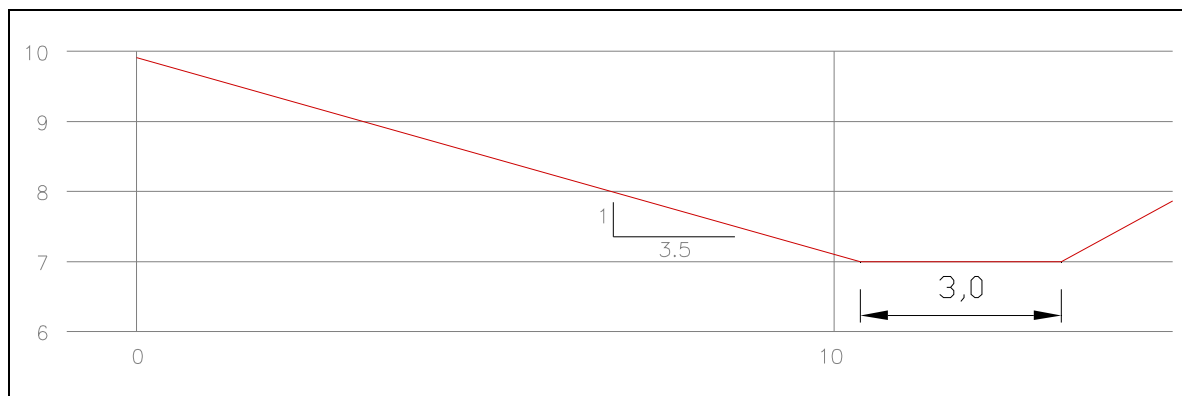
**Figura 10**

Rio Prata - Seção transversal de projeto do trecho entre as ruas Antonio Borges e Princesa Cristina



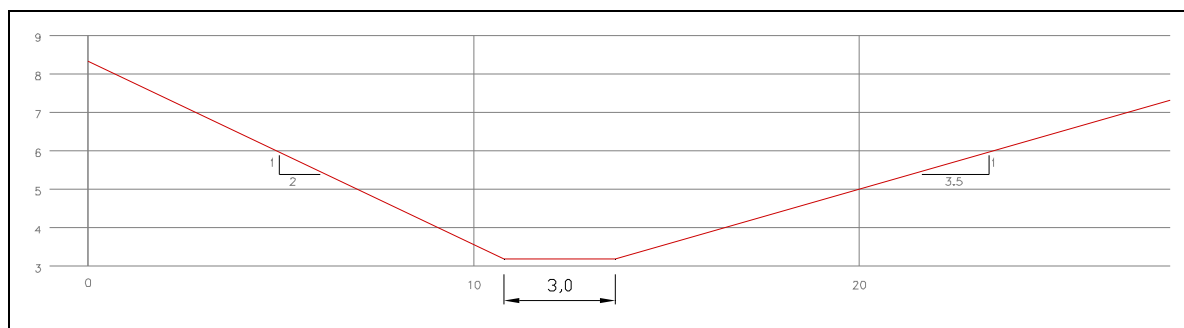
**Figura 11**

Rio Prata - Seção transversal de projeto do trecho entre as ruas Princesa Cristina e Antonio Maurício



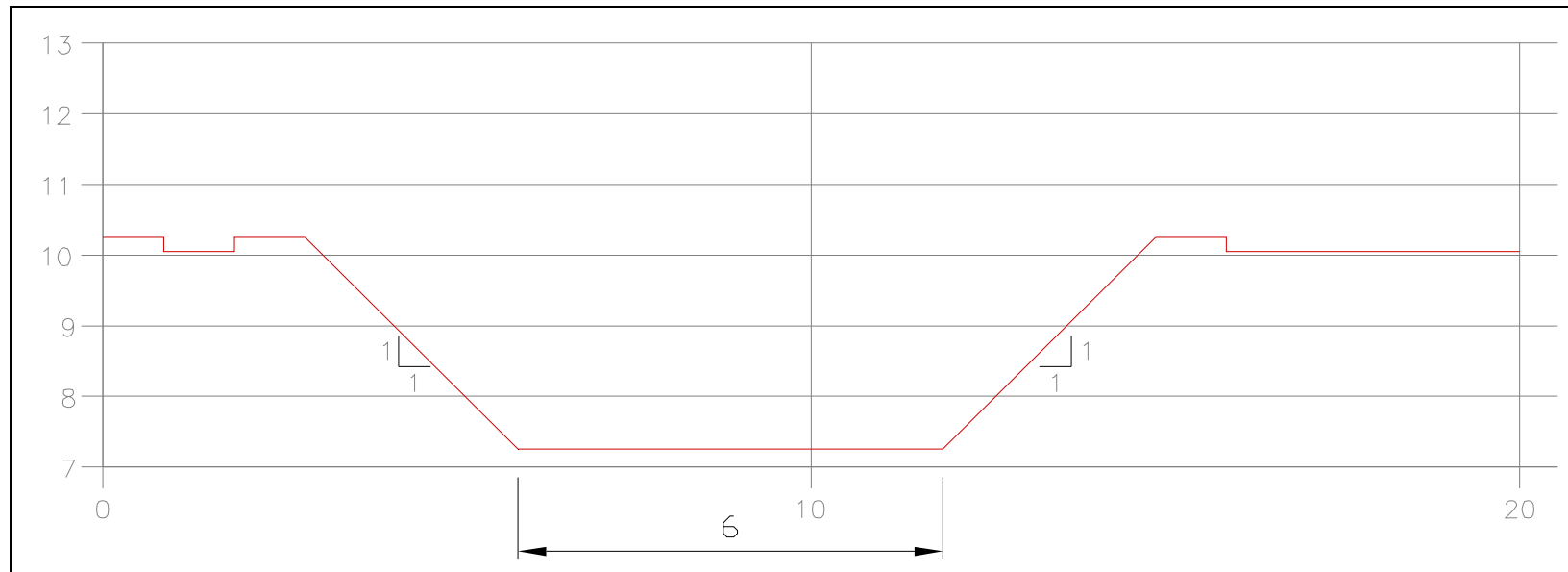
**Figura 12**

Rio Dona Eugênia - Seção transversal de projeto do trecho entre a rua Eupídio e a Via Light



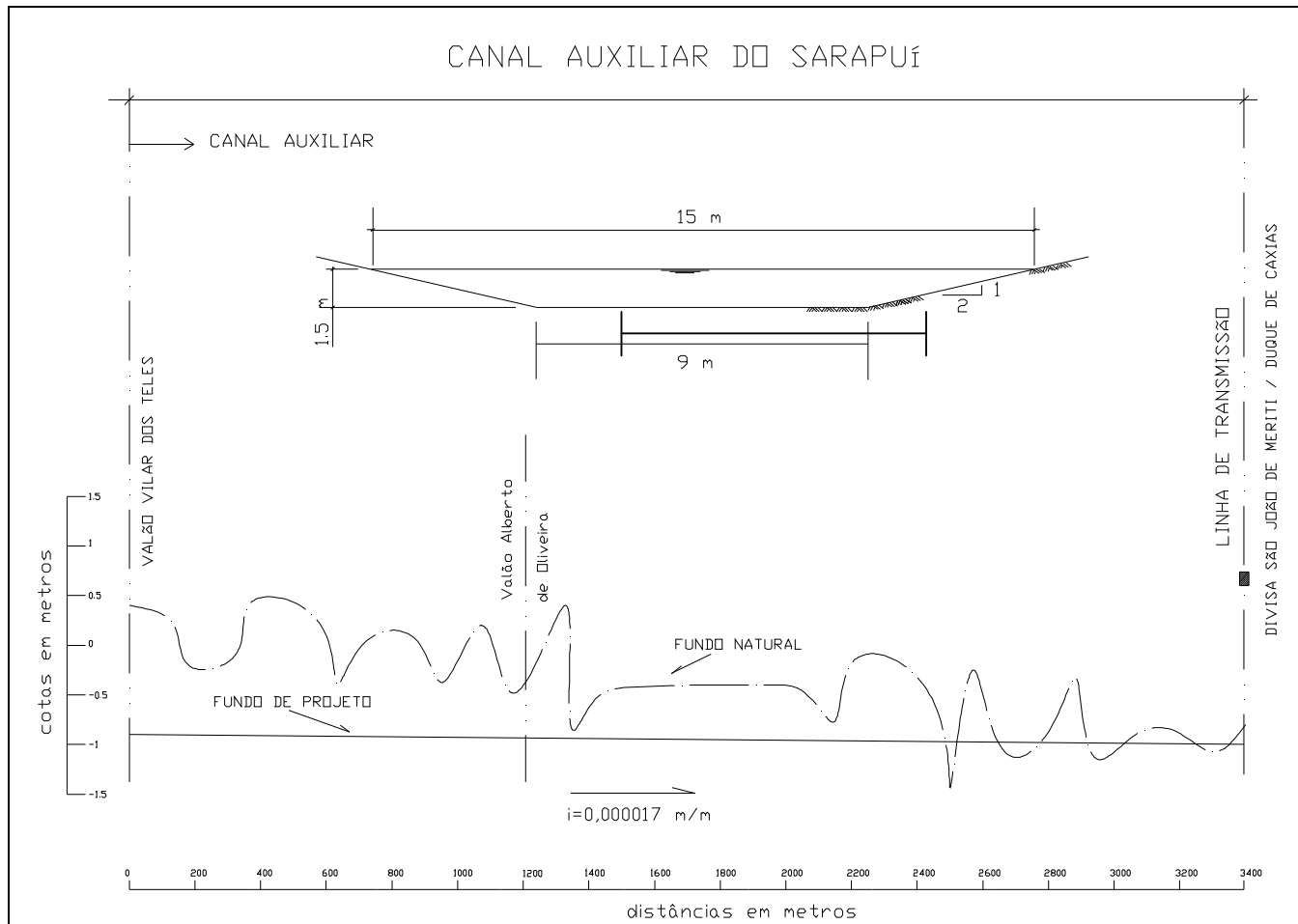
**Figura 13**

Rio Dona Eugênia - Seção transversal de projeto do trecho entre a Via Light e a foz no rio Sarapuí



**Figura 14**

Rio Sarapuí (Cel. França Leite) - Seção transversal de projeto



**Figura 15**

Canal Auxiliar do rio Sarapuí - Seção transversal de projeto

**ANEXO 2**  
**Concepção da Modelagem Hidrodinâmica do curso principal do rio**  
**Sarapuí**

## **INTRODUÇÃO**

O objetivo deste anexo é apresentar a concepção da modelagem matemática do comportamento hidrodinâmico do rio Sarapuí após a implantação das intervenções recomendadas nos estudos realizados no Laboratório de Hidrologia e Meio Ambiente da COPPE/UFRJ.

## **MODELAGEM MATEMÁTICA**

Para modelagem matemática utilizou-se um modelo hidrológico chuva-vazão tipo concentrado e um modelo hidrodinâmico de propagação de ondas de cheia. As ferramentas que auxiliaram a aplicação do modelo foram o sistema Hidro-Flu e o ModCel, desenvolvidos na COPPE/UFRJ. Os itens seguintes apresentam a descrição dessas ferramentas.

### **Sistema Hidro-Flu**

Para a modelagem hidrológica utilizou-se como ferramenta o Sistema Hidro-Flu, um programa computacional desenvolvido na COPPE que, entre múltiplas aplicações, pode servir exclusivamente como um modelo chuva-vazão do tipo concentrado.

No Hidro-Flu, o cálculo de um hidrograma a partir de um hietograma de projeto pode ser dividido em quatro etapas:

- Caracterização da Bacia Hidrográfica;
- Hietograma de Projeto;
- Separação dos Escoamentos;
- Hidrograma de Projeto.

### **Caracterização da Bacia Hidrográfica**

Nesta etapa, que tem por fim a decisão do tempo de concentração, o modelador entra apenas com as características da bacia hidrográfica em estudo, que podem ser:

- Área de Drenagem da Bacia Hidrográfica (A);
- Extensão do Curso d'Água Principal (L);
- Declividade do Curso d'Água Principal (S);
- Velocidade Média do Escoamento no Curso d'Água Principal (v);
- Vazão de Base ( $Q_b$ );
- Coeficiente de Cobertura Vegetal (p);

e, a partir das características disponíveis, o programa calcula o tempo de concentração da bacia hidrográfica segundo as equações apresentadas na Tabela 1.

Os resultados servem de apoio para o modelador arbitrar um valor para o tempo de concentração da bacia hidrográfica.



**Tabela 2**  
Equações para o Tempo de Concentração resolvidas pelo Hidro-Flu

Nome	Equação
Cinemática	$t_c = \sum \frac{L}{v}$
Dooge	$t_c = 21,88 \frac{A^{0,41}}{S^{0,385}}$
Kirpich	$t_c = 3,99 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$
George Ribeiro	$t_c = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p)(100S)^{0,04}}$

### Hietograma de Projeto

Esta etapa tem por fim a criação de um hietograma de projeto. Primeiro, para o eixo das abscissas, o modelador entra com a duração da chuva de projeto, de acordo com um critério. Por exemplo, igual à duração do tempo de concentração, para garantir a contribuição integral da bacia hidrográfica para o escoamento superficial. Segundo, arbitra um número de intervalos para a divisão da duração da chuva de projeto. E, terceiro, para o eixo das ordenadas, pode entrar com uma altura de chuva para cada intervalo de tempo ou então entrar com os parâmetros de uma equação I-D-F ou P-D-F (Otto Pfafstetter).

Se o modelador optar pelos parâmetros de uma equação de chuvas intensas, o programa calcula uma altura de chuva constante no tempo para cada intervalo. Por esta opção, o modelador pode ainda decidir aplicar ou não métodos para a distribuição das alturas no tempo e para a redução das mesmas em função da área de drenagem da bacia hidrográfica. Para a distribuição da chuva no tempo, o programa tem como opção o método dos Blocos Alternados e, para a redução da altura de chuva em Função da Área de Drenagem, a simples multiplicação de cada da altura em cada intervalo por um coeficiente de redução expresso por:

$$c = -0,0915 \times \ln(A) + 1,1894 \quad (1)$$

### Separação dos Escoamentos

Nesta etapa, o modelador tem que optar por um método para a representação da divisão entre a parte da chuva que infiltra e a parte que contribui para o escoamento superficial.

As opções do Hidro-Flu são o Método Racional, o Método dos Índices e o Método do Soil Conservation Service (SCS), sendo este terceiro o utilizado nesse projeto.

O método do SCS tem como premissa a razão entre o volume infiltrado e a capacidade de infiltração como sendo diretamente proporcional à razão entre a chuva excedente e a precipitação total. Matematicamente, esta premissa pode ser expressa por:

$$P_s = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad (2)$$

sendo:

$$I_a = k \times S$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

e

Pe – Chuva excedente

P – Chuva

Ia – Abstração Inicial

S – Armazenamento no Solo

O coeficiente k expressa uma porcentagem do armazenamento e o CN, que pode variar de 0 a 100, representa as características do solo e do uso da terra. Abaixo segue tabelas com valores do CN para bacias rurais e urbanas, segundo os tipos de solo listados abaixo e diferentes padrões de uso do solo (Tabelas 1 e 2).

Tipos de Solo

Solo A: solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com poço silte e argila.

Solo B: solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média.

Solo C: solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo.

Solo D: solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

**Tabela 3**  
Valores do CN para Bacias Hidrográficas Rurais

<i>Uso do Solo</i>	<i>Superfície</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereias	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	84
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras / Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muita esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

**Tabela 4**  
Valores do CN para Bacias Hidrográficas Urbanas

<i>Uso do Solo</i>	<i>Superfície</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Zonas cultivadas	Sem conservação do solo		72	81	88	91
	Com conservação do solo		62	71	78	81
Pastagens ou terrenos baldios	Em más condições		68	79	86	89
	Em boas condições		39	61	74	80
Prado em boas condições			30	58	71	78
Bosques ou zonas florestais	Cobertura ruim		45	66	77	83
	Cobertura boa		25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, boas condições	Com relva em mais de 75% da área		39	61	74	80
	Com relva de 50% a 75% da área		49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios			89	92	94	95
Zonas industriais			81	88	91	93
Zonas residenciais	Área dos lotes	Percentual médio de área impermeável				
	< 500m <sup>2</sup>	65%	77	85	90	92
	1000m <sup>2</sup>	38%	61	75	83	87
	1300m <sup>2</sup>	30%	57	72	81	86
	2000m <sup>2</sup>	25%	54	70	80	85
4000m <sup>2</sup>	20%	51	68	79	84	
Parques de estacionamentos, telhados, viadutos, etc.			98	98	98	98
Arruamentos e estradas	Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
	Paralelepípedos		76	85	89	91
	Terra		72	82	87	89

#### Hidrograma de Projeto

Por fim, resta a transformação da chuva excedente em um hidrograma de projeto, no Hidro-Flu, executada através da aplicação de um método de Hidrograma Unitário Sintético (HUS) que pode ser interpretado como uma composição entre o Hidrograma Triangular do Método Racional adaptado para chuvas complexas e o Hidrograma Unitário Sintético do SCS.

Como o Hidrograma Triangular do Método Racional superestima da vazão de pico, o programa acrescenta a este uma equação que representa a passagem por um reservatório linear, promovendo assim um amortecimento segundo o coeficiente de depleção (k), calibrado pelo Hidro-Flu para ajustar a vazão de pico à vazão de pico do método do SCS.

Uma descrição mais detalhada do programa pode ser vista no artigo “Sistema Hidro-Flu para apoio a projetos de drenagem” (MAGALHÃES ET AL, 2005) e no manual do programa.

#### **Modelo de Células – ModCel**

Para a modelagem hidrodinâmica, a ferramenta utilizada foi o Modelo Matemático de Células de Escoamento (ModCel), desenvolvido no Laboratório de Hidráulica Computacional da COPPE/UFRJ, por MIGUEZ (2001), a partir de sua tese de doutorado. A concepção original do modelo foi idealizada por Zanobetti, Lorgere, Preissman e Cunge, em 1970, em seus trabalhos no delta do rio Mekong.

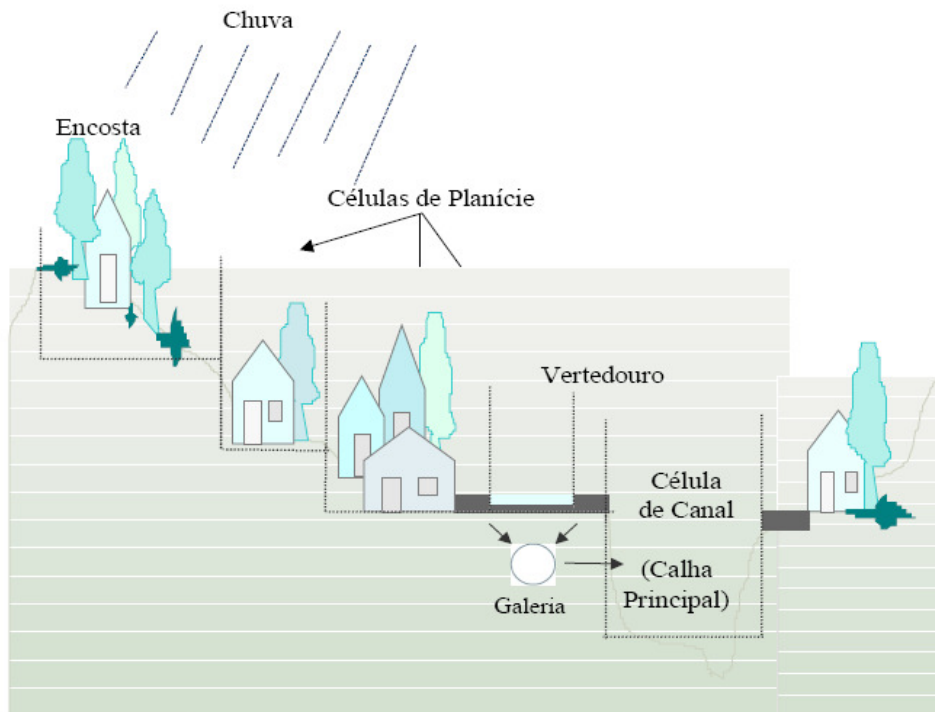
O ModCel permite a representação das características da paisagem e dos elementos do sistema de drenagem da bacia através de células de escoamento. Essas células são compartimentos para a simulação dos fenômenos hidráulicos reais. O modelo parte do princípio que qualquer bacia hidrográfica pode ter a sua paisagem e suas características hidráulicas representadas por um conjunto de unidades, interagindo entre si.

A correta modelagem hidráulica e topográfica da bacia deve partir, preferencialmente, de plantas com escalas entre 1:10.000 e 1:2.000, sendo esta precisão fundamental para que os resultados obtidos sejam confiáveis. Os talvegues, linhas de cumeada, áreas alagáveis e seções de escoamento devem ser bem definidos, assim como as ligações apropriadas entre as células e todas as demais características que permitam com que o relevo possa ser bem reproduzido.

Para realizar essa representação, o terreno pode ser traduzido como células dos seguintes tipos:

- célula tipo canal, representando os rios e canais artificiais;
- célula tipo galeria, representando galerias subterrâneas;
- célula de superfície urbana, representando as ruas e as áreas de alagamento urbanizadas;
- célula de reservatório, representando o armazenamento de água;
- célula de superfície rural, representando áreas com padrão de armazenamento diferente do típico de áreas urbanas.

A **Figura 16** mostra a representação esquemática de uma região dividida em células.



**Figura 16**  
Representação esquemática de uma região dividida em células

Além da caracterização das células, é importante também a caracterização da precipitação sobre a célula e a determinação dos tipos de ligações que existem entre elas. A precipitação depende do modelo hidrológico adotado. Sobre as ligações entre células, na maioria das vezes, elas podem ser dos seguintes tipos:

- planície;
- canal;
- galeria;
- entrada de galeria;
- saída de galeria;
- descarga de uma galeria em confluência com um canal principal;
- descarga de galeria secundária em canal aberto de maior porte;
- bueiro com micro-drenagem;
- vertedouro de soleira espessa;
- orifício clássico;
- reservatório;
- FLAP;
- bombeamento;
- laboratório (curvas cota x vazão obtidos através de modelos reduzidos).

As principais hipóteses do ModCel são:

- Para que possam ser modelados esses padrões de escoamento, é necessário o posicionamento do centro de célula. Neste centro é calculada a variação de nível d'água e a troca de vazão entre a célula em análise e as células vizinhas.
- Na célula, o perfil da superfície livre é considerado horizontal, a área desta superfície depende da elevação do nível d'água no interior da mesma e o volume de água contido em cada célula está diretamente relacionado com o nível d'água no centro da mesma, ou seja:

$$V_i = V(Z_i) \quad (1)$$

$$V_i = A_{si} \cdot (Z_i - Z_{0i}) \quad (2)$$

onde,

$Z_{0i}$  é a cota do fundo da célula

$A_{si}$  é a área superficial da célula.

- Cada célula comunica-se com células vizinhas, que são arranjadas em um esquema topológico, constituído por grupos formais, onde uma célula de um dado grupo só pode se comunicar com células deste mesmo grupo, ou dos grupos imediatamente posterior ou anterior;
- O escoamento entre células pode ser calculado através de leis hidráulicas conhecidas, como, por exemplo, a equação dinâmica de Saint-Venant, completa ou

simplificada, a equação de escoamento sobre vertedouros, livres ou afogados, a equação de escoamento através de orifícios, equações de escoamento através de bueiros, entre outras várias, sendo, neste estudo, considerados os efeitos de inércia no escoamento que ocorre nos cursos d'água principais;

- A vazão entre duas células adjacentes, em qualquer tempo, é apenas função dos níveis d'água no centro dessas células, ou seja:

$$Q_{i,k} = Q(Z_i, Z_k); \quad (3)$$

- As seções transversais de escoamento são tomadas como seções retangulares equivalentes, simples ou compostas;
- O escoamento pode ocorrer simultaneamente em duas camadas, uma superficial e outra subterrânea, em galeria, podendo haver comunicação entre as células de superfície e de galeria. Nas galerias, o escoamento é considerado inicialmente à superfície livre, mas pode vir a sofrer afogamento, passando a ser considerado sob pressão.

A partir das hipóteses descritas acima, o modelo fornece como resultado a cota do nível d'água no centro de cada célula em cada passo de tempo. Fornece também as vazões nas ligações entre células.

### Sistema de Modelagem do Rio Sarapuí

O sistema de modelagem do rio Sarapuí envolve dois modelos, um modelo hidrológico utilizado para previsão das vazões nos afluentes ao curso d'água principal e um modelo hidrodinâmico utilizado para simular o comportamento de uma onda de cheia ao longo do canal.

A seguir são apresentadas as metodologias de aplicação de cada modelo utilizado.

### Sistema Hidro-Flu

Para os dados de entrada no modelo, foram considerados os estudos hidrológicos do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí (Relatório IG-RE-009-R1).

Foram avaliadas chuvas com Tempo de Recorrência de 20 e 50 anos nas estações pluviométricas de Bangu e São Bento e nas estações pluviográficas de Nova Iguaçu e Xerém. Nas **Tabelas 6 e 7** são apresentadas as precipitações máximas para diferentes durações e Tempos de Recorrência de 20 e 50 anos para estes postos.

Para os postos de Nova Iguaçu e Xerém, foram utilizadas as equações de chuvas intensas definidas no estudo desenvolvido pela SERLA/TECNOSOLO. As **Tabelas 4 e 5** apresentam os parâmetros das equações de chuvas intensas para esses postos. As equações ajustadas são do tipo:

$$i = \frac{A}{(t + t_0)^b} \quad (2)$$

Onde:

$i$  = intensidade em mm/h

$t$  = duração da precipitação em minutos

$A$ ,  $t_0$  e  $b$  = parâmetros ajustados para cada tempo de recorrência.

**Tabela 5**

Posto Pluviográfico de Nova Iguaçu - Equação de Chuvas Intensas

Parâmetros	Tempo de Recorrência (anos)	
	20	50
<i>A</i>	1422	1521
<i>b</i>	0,7488	0,7347
<i>t<sub>0</sub></i>	6	6

**Tabela 6**

Posto Pluviográfico de Xerém - Equação de Chuvas Intensas

Parâmetros	Tempo de Recorrência (anos)	
	20	50
<i>A</i>	1043	1058
<i>b</i>	0,6232	0,6006
<i>t<sub>0</sub></i>	14	14

**Tabela 7**

Posto Pluviométrico de Bangu - Precipitações máximas

Duração da Chuva (horas)	Tempo de Recorrência (anos)	
	20	50
1	80,6	93,4
2	101,3	117,6
3	113,3	131,7
4	121,9	141,7
5	128,5	149,5
6	134,0	155,8
7	138,5	161,2
8	142,5	165,9
9	146,0	170,0
10	149,2	173,6
11	152,0	176,9
12	154,6	180,0
13	157,0	182,8
14	159,2	185,3
15	161,2	187,7
24	175,3	204,0
1 dia	159,3	185,5



**Tabela 8**  
Posto Pluviométrico de São Bento - Precipitações máximas

Duração da Chuva (horas)	Tempo de Recorrência (anos)	
	20	50
1	81,9	94,7
2	102,9	119,2
3	115,2	133,5
4	123,9	143,6
5	130,6	151,5
6	136,1	157,9
7	140,8	163,4
8	144,8	168,1
9	148,4	172,2
10	151,6	175,9
11	154,5	179,3
12	157,1	182,4
13	159,5	185,2
14	161,8	187,8
15	163,8	190,3
24	178,1	206,8
1 dia	161,9	187,96

Para o cálculo da chuva média sobre as bacias hidrográficas, o estudo definiu pesos para os postos através da proporcionalidade com o inverso do quadrado da distância entre cada posto e o centro de gravidade da sub-bacia em análise. O peso dos postos está apresentado na **Tabela 9** junto com as características físicas de cada sub-bacia.

**Tabela 9**  
Peso dos Postos e características físicas para cada sub-bacia.

Contribuição	Peso dos Postos				Características		
	São Bento	N. Iguaçu	Xerém	Bangu	Área (km <sup>2</sup> )	Curve Number (CN)	Tempo de Concentração (min)
Rio D. Eugênia	0.136	0.474	0.039	0.351	16.84	72.5	108.0
Rio da Prata	0.241	0.521	0.045	0.193	9.84	72.5	154.2
Rio Socorro	0.159	0.394	0.039	0.408	5.88	70.0	35.4
Rio Peri Peri	0.260	0.302	0.046	0.392	2.47	77.4	60.6
Valão Rosali	0.476	0.272	0.051	0.200	8.37	77.0	135.0
V. Trio de Ouro	0.624	0.215	0.046	0.114	0.50	75.0	22.2
V. Distinção	0.575	0.277	0.049	0.098	2.35	72.5	57.0
V Jardim Bragança	0.627	0.227	0.046	0.100	0.07	74.9	28.2
V. Redentor	0.665	0.212	0.045	0.078	1.15	69.2	55.2
V. Olavo Batista	0.672	0.198	0.044	0.086	0.30	74.8	30.6
V. Alexandre Magno	0.706	0.176	0.041	0.077	0.45	75.8	40.2
V. Jardim Gláucia	0.795	0.072	0.095	0.038	0.30	75.3	27.6
V. da Rua Bucich Neto	0.771	0.132	0.035	0.062	0.10	74.9	16.8
V. São Bento	0.767	0.140	0.036	0.057	1.34	71.1	63.6
V. R. Esperança	0.823	0.100	0.030	0.047	0.33	71.6	16.2
V. Santa Tereza	0.855	0.084	0.026	0.035	2.23	71.1	58.2
V. S.E. de Furnas	0.918	0.044	0.016	0.021	1.11	69.8	28.8
V. Gaspar Ventura	0.946	0.030	0.012	0.012	5.52	74.5	115.2
V. Gomes Freire	0.999	0.001	0.000	0.000	2.89	72.0	69.0
V. dos Teles	0.633	0.196	0.046	0.125	2.07	77.5	66.0
V. Alberto de Oliveira	0.741	0.134	0.038	0.087	4.18	74.0	82.2
V. Bananal	0.952	0.023	0.011	0.014	1.12	75.5	42.6
V. Jacatirão	0.904	0.043	0.022	0.031	7.45	76.0	214.2
B. Incremental 1	0.159	0.394	0.039	0.408	11.98	70.0	35.4
B. Incremental 2	0.706	0.176	0.041	0.077	4.32	75.8	40.2

### **Modelo de Células de Escoamento (Mod-Cel)**

Discretização Topológica:

A discretização topológica objetiva a escolha dos elementos de modelagem que representarão a natureza. Os passos utilizados para a discretização podem ser:

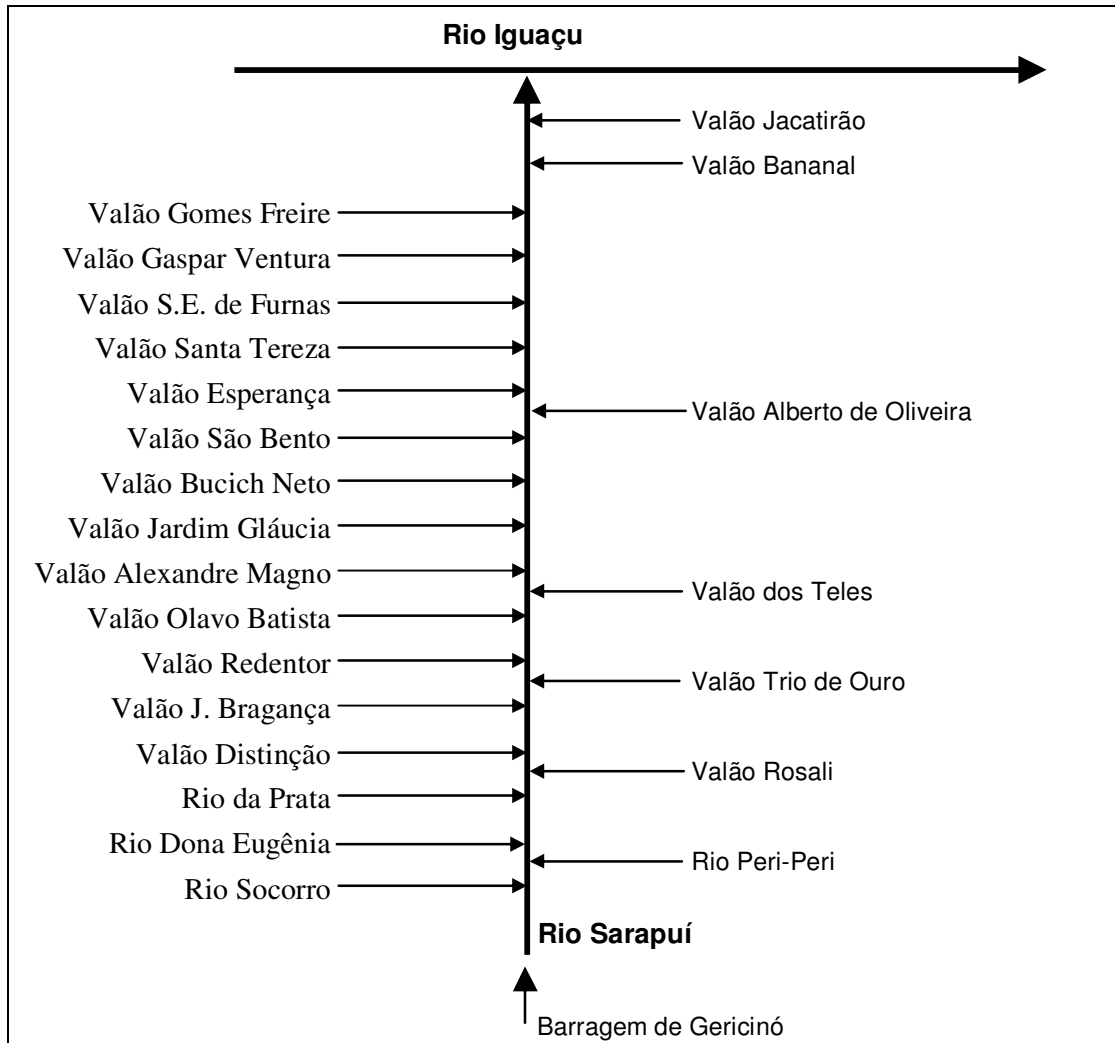
- a. Representação dos pontos computacionais e células de armazenamento no canal e na planície de inundação para representação do sistema físico;
- b. Definição do tipo de comunicação hidráulica entre os pontos e células, determinando então, os elementos de escoamento pertinentes às ligações:
  - Fluvial
  - Reservatório de armazenamento
  - Perda de carga unitária
  - Comportas de inundação (*flood gates*)
  - Vertedouros

O modelo de células do rio Sarapuí abrange o trecho que vai desde a barragem de Gericinó até sua foz no rio Iguaçu, totalizando 91 células de canal representativas do curso principal mais 396 células em seu entorno, representando a planície e o funcionamento de alguns reservatórios pulmão como o Alberto de Oliveira, totalizando 487 células.

As células do canal principal foram definidas de acordo com as seções do Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos rios Iguaçu, Botas e Sarapuí realizado pelo Laboratório de Hidrologia e Meio Ambiente da COOPE/UFRJ.

Para este estudo já são considerados os diques a serem implantados em ambas as margens do rio Sarapuí no trecho entre as avenidas Presidente Dutra e Presidente Kennedy, seguindo apenas pela margem direita até encontrar a rodovia Washington Luiz.

Na **Figura 17** é apresentado o esquema dos rios e valões afluentes ao Sarapuí desde a barragem de Gericinó.



**Figura 17**

Representação esquemática dos afluentes ao rio Sarapuí

### **Discretização Hidráulica:**

A planície é dividida em células formando uma rede de escoamento bidimensional, permitindo o escoamento em várias direções pela planície de inundação. O escoamento entre células pode ser calculado através de equações hidráulicas, como equações de vertedouro, livre ou afogado, equações através de orifícios ou mesmo as equações de Saint Venant, completas ou simplificadas.

Esse método permite considerar as precipitações em cada célula, aplicando-se então processos de chuva-vazão, somando-se essa vazão com a vazão trocada com outras células, calculando assim o volume de água na célula em cada passo de tempo.

Os afluentes estudados com o auxílio do Hidro-Flu entram no Mod-Cel como condições de contorno representando as contribuições laterais dessas bacias para o canal do Sarapuí. Essa entrada de dados irá gerar as respostas demandadas de acordo com o cenário de interesse. Os cenários serão:

- Toda a bacia contribui com uma vazão decorrente de uma chuva com tempo de recorrência de 20 anos.
- O rio Sarapuí com uma vazão de cheia de tempo de recorrência de 50 anos, combinado com uma vazão de tempo de recorrência de 20 anos para os reservatórios pulmão. Essa alternativa foi feita a partir da adoção de vazões com TR de 50 anos para os afluentes que ligam-se diretamente ao Sarapuí e vazões com TR de 20 anos para os afluentes que descarregam nos reservatórios previstos.

**Plano Diretor de Recursos Hídricos, Controle de Inundações e  
Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Iguaçu/Sarapuí**

**Plano de Trabalho**

**PDIS-RE-001**

Rio de Janeiro, 12 de março de 2008.

Paulo Canedo de Magalhães  
Coordenador do Projeto

Carlos Magluta  
Coordenador do Programa

Segen Farid Estefen  
Diretor Executivo da Fundação COPPETEC