

XII Simpósio Brasileiro de
Recursos Hídricos
Vitória, novembro 1997

ABR 14

O PLANO DE MACRO-DRENAGEM PARA A
BACIA DO IGUAÇU-SARAPUÍ

Jerson Kelman¹, Jonatas Costa Moreira² e Jander D. Ramos³

Resumo – Apresenta-se a metodologia empregada para desenvolver o plano de macro-drenagem, inclusive com participação de associações de moradores.

Abstract – It is presented the methodology adopted in the development of the flood control master plan, including the participation of stakeholders.

Palavras-chave – macrodrenagem, Baixada Fluminense

INTRODUÇÃO

Em fevereiro de 1988, uma cheia excepcional deixou um rastro de destruição, mortes e doenças na Baixada Fluminense, região vizinha à cidade do Rio de Janeiro. Este evento motivou o Governo do Estado do Rio de Janeiro a criar um programa emergencial de reestruturação da infraestrutura urbana das áreas afetadas, com ênfase em obras de macrodrenagem, que é objeto de um artigo publicado nestes anais (Kelman e Canedo de Magalhães, 1997).

Esta programa de emergência não foi suficiente para sanar décadas de abandono e de urbanização caótica. Por exemplo, na bacia do rio Iguaçu-Sarapuí, que é a mais densamente ocupada da Baixada Fluminense, a mancha de inundação antes das obras atingia uma população de cerca de 300.000 pessoas. Depois das obras, a mancha remanescente ainda atinge uma população de 180.000 pessoas. Por esta razão, o Laboratório de Hidrologia da COPPE-UFRJ, com o apoio da SERLA, BIRD, CEF, e do PNUD, elaborou o Plano Diretor Integrado de Controle de Inundações da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí. O Plano visa

¹ Professor da Coordenação de Programas de Pós Graduação em Engenharia, COPPE-UFRJ, Caixa Postal 68540, CEP 21945-970, Rio de Janeiro, RJ

²

³

complementar o atual programa de obras, elencando as principais iniciativas de prevenção contra as inundações, principalmente nos domínios institucional, de uso do solo e de equipamento urbano (coleta de lixo, por exemplo).

Tanto o Governo do Estado do Rio de Janeiro quanto os órgãos financiadores, BIRD e CEF, perceberam que o Programa Reconstrução-Rio, por ser concebido de forma emergencial, e certamente insuficiente para a solução de todos os problemas, carecia de uma visão integrada da bacia. Esta visão é indispensável porque freqüentemente as conseqüências de cada ação extrapolam os limites municipais. Por exemplo, a remoção de uma ponte, com vão insuficiente, pode amenizar as enchentes dos municípios situados a montante da ponte. Por outro lado, agrava as enchentes dos municípios situados a jusante. Ou ainda, o loteamento de uma zona de inundação por um município pode agravar as enchentes num outro município.

O Plano Diretor Integrado de Controle de Inundações da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí foi desenvolvido a partir de análises de mapas temáticos básicos e de estudos hidrológicos e hidráulicos, com o objetivo de explicitar as principais causas dos problemas de inundação, inclusive aquelas de origem institucional. O Plano elenca um conjunto de intervenções harmônicas, de caráter estrutural (obras) e não-estrutural (planejamento do uso do solo e proposta de nova arquitetura institucional), que irão consolidar as obras desenvolvidas no Programa Reconstrução-Rio. Adotou-se metodologias que não se restringem à bacia do Iguaçu-Sarapuí, prevendo ampliação de escopo em duas dimensões: (i) no plano geográfico, para aplicação às demais bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro; (ii) no plano da abrangência temática, para permitir o aprofundamento do trabalho em outros setores, além do controle de inundações (disponibilidade hídrica para abastecimento, irrigação e qualidade de água, por exemplo). Da mesma forma, a coleta de dados não se limitou aos aspectos ligados apenas a controle de inundações, mas abrangeu todo o escopo de interesse para gestão de recursos hídricos e ambientais. Na realidade, o objetivo de

longo prazo foi de contribuir para o estabelecimento do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro.

Tradicionalmente, boas iniciativas na administração pública dão poucos resultados por falta de continuidade. Um antídoto para esta triste tradição consiste em envolver a sociedade civil em todo o processo de planejamento, desde o início, a fim de que ela, em função do interesse despertado, não apenas contribua para a realização das tarefas, mas também interfira diretamente na continuidade, exigindo conclusão. Deste modo, decidiu-se criar o Comitê de Acompanhamento do Plano, composto por representantes das prefeituras, das federações de associações de moradores dos municípios da bacia, bem como de diversos órgãos estaduais, como a FEEMA, CEDAE e IEF. O Comitê começou a atuar em setembro de 1994 e a partir daí reuniu-se uma vez por mês, em diferentes locais da Baixada. A frequência aos encontros foi crescente ao longo do processo, tendo culminado com a participação de todo o público alvo. As discussões foram de ótima qualidade e em muitas ocasiões organizaram-se visitas conjuntas (membros da equipe de projeto + representantes das associações de moradores) para diagnosticar "in situ" problemas de drenagem, cujas soluções passaram a integrar o Plano. Como consequência desta influência da sociedade organizada, o eixo do planejamento, inicialmente centrado em poucas intervenções de macrodrenagem, se deslocou para muitas intervenções de mesodrenagem. O sucesso do funcionamento do Comitê deve ser creditado parcialmente à proximidade entre a equipe de planejamento, responsável pela elaboração do Plano, e a equipe executiva, responsável pela condução das obras do Programa Reconstrução Rio. Esta circunstância sinalizou para a Sociedade Civil que os temas debatidos no contexto do Plano não se tratavam de meros exercícios acadêmicos. Ao contrário, tinham possibilidade de se tornar realidade.

Os trabalhos foram conduzidos em três grandes fases: (i) aquisição de dados e diagnóstico, com ênfase na avaliação dos benefícios vinculados ao controle de inundações; (ii) proposição de soluções de caráter estrutural (obras) e não-estrutural (disciplinamento do uso do solo); e (iii) hierarquização das intervenções.

AQUISIÇÃO DOS DADOS E DIAGNÓSTICO

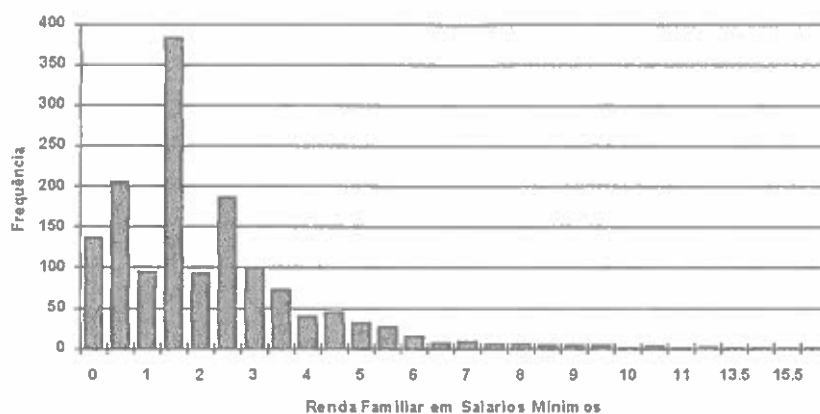
Inicialmente procedeu-se à aquisição dos dados bibliográficos disponíveis, inclusive imagens de satélite que permitiram o desenvolvimento de mapas temáticos em escala 1:50.000, devidamente implantados em Sistema Geográfico de Informações. Na seqüência, partiu-se para um levantamento de campo de informações hidrográficas, topobatimétricas e testemunhos de inundação (marcas d'água), que permitiram, com auxílio de modelos hidrológicos e hidráulicos, determinar a mancha de inundação correspondente ao evento com probabilidade de ocorrência num ano qualquer de 0,05 (tempo de recorrência de 20 anos). Os modelos empregados permitem a simulação da redução da mancha de inundação como decorrência de obras de engenharia, propostas a partir de inúmeras visitas ao campo realizadas por equipes especializadas.

Os benefícios associados a estas possíveis reduções da mancha de inundação foram avaliados cotejando-se as áreas beneficiadas com os dados sócio-econômicos levantados em pesquisa domiciliar. Essa pesquisa foi aplicada em 1.490 residências de toda a área potencialmente inundável da bacia, representando cerca de 3,5% da população afetada. Foram armazenados e analisados dados quanto ao perfil sócio-econômico e condições de saúde da população, infra-estrutura urbana existente, frequência e intensidade das inundações e avaliações diversas dos prejuízos materiais associados às grandes cheias.

Alguns resultados obtidos são particularmente interessantes para o conhecimento da área afetada pelo Plano. A Figura 1 apresenta um gráfico com a distribuição de renda familiar dos moradores das áreas inundáveis. Nota-se que o padrão de renda mensal é muito baixo, com média em torno de dois salários mínimos (R\$ 200,00). O grau de instrução dos moradores é também baixo, já que 71% não concluiu o primeiro grau (8 anos de escola), sendo que destes, 16% são totalmente analfabetos.

Figura 1

Histograma de Renda Familiar



O benefício econômico de uma intervenção é medido pelo decréscimo do valor esperado do custo de inundação. Para avaliar esta grandeza, adotaram-se na pesquisa domiciliar três metodologias: (i) estimativa dos custos anuais evitados, com base em inventário de bens; (ii) depreciação de valor patrimonial dos imóveis por efeito de localização dentro da mancha de inundação; e (iii) disposição a pagar pela implementação de um plano de controle de enchentes. Esta última foi a que apresentou os resultados mais interessantes.

Os pesquisadores de campo abordavam cada família pesquisada descrevendo os benefícios da implantação do Plano e, na seqüência, indagava se a família estaria disposta a pagar uma taxa de melhoria de R\$ x ,00 / mês durante 20 anos. O valor x era sorteado aleatoriamente, variando entre R\$ 1,00 / mês e R\$ 20,00 / mês. Os resultados foram extremados: de um lado, 45% dos entrevistados recusaram-se a pagar qualquer quantia e, de outro lado, 30% dispuseram-se a pagar pelo menos R\$ 20,00 / mês. O valor esperado de X é de difícil estimação, visto que a pesquisa não alcançou valores superiores a R\$ 20,00 / mês. Pode-se afirmar, no entanto, que o valor esperado de X situa-se entre R\$ 7,00 / mês e R\$ 30,00 / mês. Um enfoque Bayesiano indica R\$ 13,00 como sendo o valor mais provável. É interessante observar que o valor médio

de diferença de aluguéis mensais entre imóveis de igual categoria situados fora e dentro da mancha de inundação (metodologia (ii)) foi da ordem de R\$ 20,00 / mês.

A alta percentagem de famílias que se recusam a pagar qualquer quantia reflete o descrédito do Poder Público junto à população mais carente. Esta parcela da população entende que a cobrança de uma taxa não resultará nas benfeitorias apregoadas, percepção esta que decorre de práticas equivocadas da Administração Pública, como de cobrar por serviços, por exemplo esgotamento sanitário, que não são de fato prestados.

Focando na outra parcela da população, que acredita na lisura da intenção governamental em resolver o problema das inundações, percebe-se que mais da metade estaria disposta a comprometer parcela significativa da renda familiar, superior em média a 10%, para tornar o Plano realidade. Esta constatação reflete o sofrimento destas famílias com as freqüentes enchentes.

Quando perguntados a respeito da altura da inundação a resposta foi a seguinte:

Tabela 1: Altura de Inundação

Altura	Número de casos	%
Até perto da casa	268	24
Até a porta	301	26
Até os joelhos	404	36
Até as janelas	128	11
Acima das janelas	34	3

Apenas metade das famílias indica ter sofrido "água dentro de casa". Isto porque a mancha de inundação foi delimitada para uma probabilidade de ocorrência, num ano qualquer, de 0,05 (tempo de recorrência de 20 anos). A percepção dos moradores antigos é dificultada pela baixa freqüência do fenômeno em tela, e os moradores recentes podem não ter vivenciado ainda a aflição de uma inundação.

A falta de saneamento básico, a presença de agentes etiológicos e de organismos vetores e a ocorrência de inundações são fatores

determinantes na configuração do quadro de saúde apresentado pelas comunidades que residem nessa área. O contato das populações humanas com o meio hídrico contaminado possibilita, por um lado, a contaminação direta por determinadas enfermidades e, por outro, o risco de contrair doenças transmitidas por organismos vetores que se desenvolvem nesses ambientes.

Os resíduos sólidos não recolhidos adequadamente constituem um dos fatores mais críticos na conformação do quadro de saúde da área. De um modo geral, os níveis de atendimento dos serviços de coleta domiciliar e pública nos municípios da bacia são extremamente precários e assumem proporções ainda mais críticas nas áreas objeto da pesquisa. Como são áreas, em sua maior parte, de baixa renda, com uma precária infra-estrutura urbana, os serviços de coleta convencional adotados pelos municípios não atendem boa parte da população que vive nesses locais.

A tabela abaixo apresenta a distribuição percentual por tipo de destinação do lixo domiciliar na área amostral. Somente 20,9% dos domicílios amostrados são atendidos satisfatoriamente pelo serviço de coleta e 18,8% o são de forma insatisfatória. Os outros 60% não são atendidos pelo sistema de coleta, dando outra destinação para seus resíduos.

Tabela 2: Tipo de destinação dos resíduos sólidos na área amostral.

Destinação do lixo	% em relação a amostra
Recolhido com boa frequência	20,9
Recolhido com frequência insatisfatória	18,8
Enterrado	1,5
Queimado	36,2
Curso d'água	7,6
Vazadouro	6,6
Outro local	8,1
Não Preenchido	0,3

Somente 7,6% dos entrevistados admitiram que dispõem seus resíduos diretamente no curso d'água. Nas observações de campo constatou-se que essa conduta é muito mais freqüente.

A frequência e regularidade são dois fatores de grande importância na coleta de resíduos sólidos urbanos. Uma coleta com frequência inferior a três vezes por semana seguramente gera um excedente não coletado, que será descartado em local inadequado pela população. Da mesma forma, um sistema que não tenha regularidade no recolhimento não consegue condicionar as pessoas a reter seu lixo até a passagem do serviço de recolhimento. Essa irregularidade no serviço de recolhimento é comum nessa área.

PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES

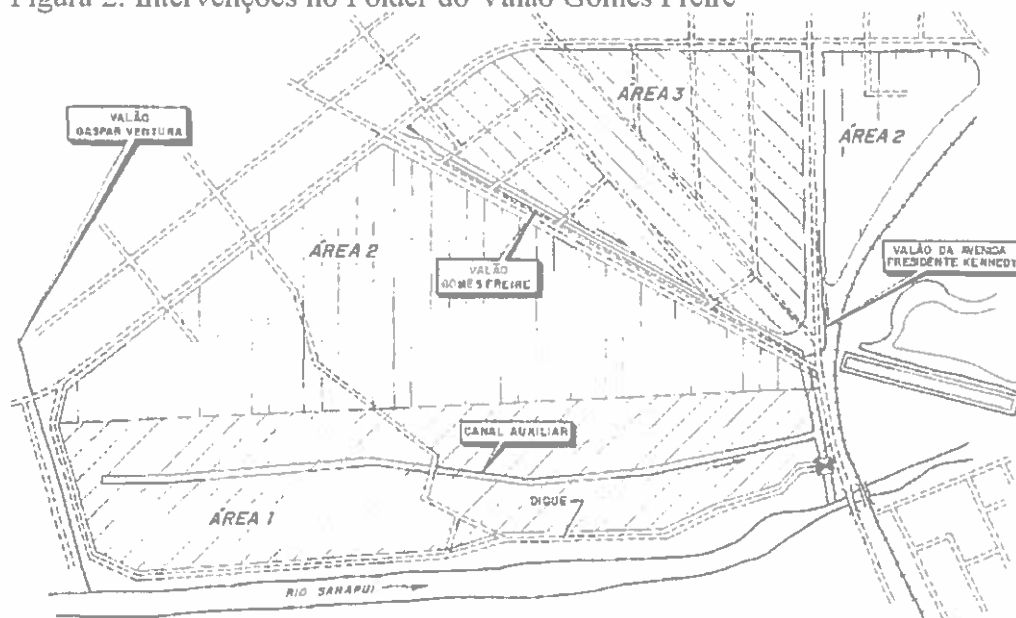
O Plano de Controle de Inundações envolve diversos programas de ações (obras de canalização, diques, estações de bombeamento, reassentamento de moradias, educação sanitária e ambiental, recuperação ambiental, legislação de uso do solo, etc.) a serem realizadas a curto, médio e longo prazo. Para se conseguir uma perfeita articulação entre os vários programas, as obras de engenharia previstas (da ordem de 100) foram detalhadas a nível de anteprojeto, fato que permitiu não apenas uma estimativa segura dos custos reais e benefícios, mas também uma definição bem clara de todas as articulações de caráter inter-institucional que se farão necessárias. Assim, cada obra programada envolve um conjunto de ações de implementação (legislação de apoio, desapropriação, relocação de moradias, etc.) que devem ser programadas e realizadas com a devida antecedência. O financiamento destas ações de implementação está considerado como parte do custo de investimento das obras que delas dependem, assumindo-se uma taxa de retorno de 10% aa. O custo total de implementação do Plano é de cerca de R\$ 200 milhões.

É interessante examinar-se um caso típico de intervenção para se avaliar o grau de integração entre soluções estruturais e não-estruturais propostas. O curso baixo do rio Sarapuí encontra-se totalmente retificado e confinado por diques que impedem o extravasamento para as áreas contíguas. Apesar disto, estas áreas não apresentam condições satisfatórias de habitabilidade porque quando ocorrem grandes tempestades locais coincidentes com altos níveis do rio Sarapuí, a inundação é inevitável. Esta é a situação do Valão Gomes Freire, situado

dentro de um polder à margem esquerda do Sarapuí, município de Duque de Caxias. Existem mais de dez casos semelhantes.

As obras de controle de inundação da bacia do Valão Gomes Freire são compostas de cerca de 2400 m de canal em solo, 50 m de galeria em concreto, e exige o reassentamento de 60 famílias. A parte mais baixa do polder deve funcionar como uma zona não edificante, para que possa armazenar temporariamente o excesso de água. A drenagem dessa área até a futura estrutura de ligação com o Sarapuí (comportas unidirecionais automáticas) é feita por um canal auxiliar. O orçamento da obra é de R\$ 1552 mil. Como a zona de inundação é bastante extensa e pouco habitada, o Plano propõe dividi-la em três áreas, conforme Figura 2.

Figura 2: Intervenções no Polder do Valão Gomes Freire



A faixa de 300 metros mais próxima ao rio Sarapuí (área 1) será o reservatório, devendo ser desapropriada. A faixa contígua, até o Valão Gomes Freire (área 2), ainda pouco ocupada, será aterrada para a cota de segurança contra inundação, sendo utilizada para alojar as famílias reassentadas desta obra e de outras mais. A faixa baixa situada à margem

esquerda do Valão (área 3), já com ocupação consolidada em cotas inferiores à de segurança, terá sua pavimentação, microdrenagem e rede de esgotos alteadas, com o objetivo de induzir os moradores a também altearem suas residências, alvo de incentivos à ação de alteamento das residências por iniciativa dos próprios moradores.

O Plano apresenta propostas de legislação, principalmente para o município, no sentido de viabilizar as ações propostas no campo institucional (regulamentação do uso do solo).

HIERARQUIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES

Conhecidos os custos e benefícios das diversas intervenções, determinou-se um conjunto ótimo de intervenções, no sentido de maximizar o valor presente do benefício líquido, para cada possível cenário de investimento. Isto foi feito com auxílio de um modelo de programação inteira, tomando em consideração que: (i) existem intervenções mutuamente excludentes (alternativas); (ii) existem intervenções que só podem ser realizadas após a conclusão de outra intervenções; (iii) podem existir restrições políticas que impeçam um grande desequilíbrio entre investimentos alocados aos municípios da bacia.

CONCLUSÃO

O Plano Diretor Integrado de Controle de Inundações cria condições para ações futuras concebidas com maior reflexão técnica e participação comunitária, o que garante resultados mais eficazes para eliminar os sintomas de inundação que ainda afetam diretamente um contingente populacional de 180 mil pessoas, apenas na bacia do Iguaçu-Sarapuí.
