



Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba

RELATÓRIO FINAL – VOLUME 5
PLANO DE AÇÃO PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

TOMO 5.1
TEXTOS

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 5

PLANO DE AÇÃO PARA SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

TOMO 5.1

TEXTOS

**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 folders, 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 5

Tomo 5.1 TEXTOS

Tomo 5.2 DESENHOS

ÍNDICE

TOMO 5.1 – TEXTOS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 01 |
| 1.1 | O PLANO DIRETOR DE DRENAGEM | 01 |
| 1.2 | SÍNTESE DO PASE – PLANO DE AÇÃO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA | 07 |
| 1.2.1 | Considerações Gerais | 07 |
| 1.2.2 | Aspectos Metodológicos do PASE | 07 |
| 1.2.3 | Principais Aspectos Abordados | 09 |
| 1.2.4 | Proposições e Recomendações | 16 |
| 2 | ANÁLISE DE PLANOS DE AÇÕES EMERGENCIAIS EXISTENTES | 20 |
| 2.1 | PLANO DE CONTINGÊNCIA DO PÓLO INDUSTRIAL DE CUBATÃO EM SÃO PAULO | 21 |
| 2.1.1 | Circunscrição do Problema | 21 |
| 2.1.2 | Concepção do Plano | 22 |
| 2.1.3 | Análise Comparativa entre o Plano de Contingência do Pólo Industrial de Cubatão e o Plano de Ação em Situações Emergenciais – PASE | 22 |
| 2.2 | PLANO EMERGENCIAL DE ENCHENTES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO | 23 |
| 2.2.1 | Circunscrição do Problema | 23 |
| 2.2.2 | Concepção do Plano | 24 |
| 2.2.3 | Análise Comparativa entre o Plano Emergencial de Enchentes da Cidade de São Paulo e o Plano de Ação em Situações Emergenciais – PASE | 25 |
| 2.3 | PLANO DE CONTROLE E MEDIDAS EMERGENCIAIS PARA ENCHENTES NA BACIA DO ALTO IGUAÇU (CONSÓRCIO ENERCONSULT/ELC/TE) | 26 |
| 2.3.1 | Apresentação do Plano de Controle e Medidas Emergenciais para Enchentes | 26 |
| 2.3.2 | Análise Comparativa entre o Plano de Controle e Medidas Emergenciais para Enchentes e o Plano de Ação em Situações Emergenciais – PASE | 27 |
| 2.4 | PLANO DE REDUÇÃO DOS EFEITOS CLIMÁTICOS PROVOCADOS PELO FENÔMENO “EL NIÑO”, DA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA | 27 |
| 2.4.1 | Circunscrição do Problema | 27 |
| 2.4.2 | Concepção do Plano de Redução dos Efeitos Climáticos provocados pelo Fenômeno “El Niño” | 28 |
| 2.4.3 | Análise Comparativa entre o Plano de Redução dos Efeitos Climáticos provocados pelo Fenômeno “El Niño” e o Plano de Ação em Situações Emergenciais - PASE | 28 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3 | IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ÁREAS CRÍTICAS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES | 29 |
| 3.1 | ANÁLISE DA CRITICIDADE DO PROBLEMA DE INUNDAÇÃO NAS BACIAS DO ALTO IGUAÇU A PARTIR DO RECONHECIMENTO DA POPULAÇÃO ATINGIDA | 30 |
| 3.1.1 | Bacia do Atuba | 32 |
| 3.1.2 | Bacia do Barigui | 32 |
| 3.1.3 | Bacia do Passaúna | 33 |
| 3.1.4 | Bacia do Belém | 34 |
| 3.1.5 | Bacia do Iraí | 34 |
| 3.1.6 | Bacia do Padilha | 35 |
| 3.1.7 | Bacia do Alto Boqueirão | 35 |
| 3.1.8 | Bacia do Ressaca | 35 |
| 3.1.9 | Bacia do Pequeno | 36 |
| 3.1.10 | Bacia do Miringuava | 36 |
| 3.1.11 | Bacia do Ponta Grossa | 36 |
| 3.1.12 | Bacia do Avariú | 36 |
| 3.1.13 | Bacia do Mascate | 37 |
| 3.1.14 | Bacia do Maurício | 37 |
| 3.1.15 | Bacia do Espigão | 37 |
| 3.1.16 | Áreas Críticas de Inundação nas Várzeas do rio Iguaçu | 37 |
| 3.2 | ANÁLISE DOS CENÁRIOS ATUAL E FUTURO DAS ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES | 37 |
| 4 | RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO | 40 |
| 4.1 | CLASSIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO | 41 |
| 4.1.1 | Cenário de Risco I – Enchentes e Inundações com Alta Energia de Escoamento Atingindo Ocupações Ribeirinhas | 41 |
| 4.1.2 | Cenário de Risco II – Inundação de Extensas Áreas de Baixada ao Longo dos Cursos D'Água Principais Atingindo Grandes Adensamentos Urbanos | 41 |
| 4.1.3 | Cenário de Risco III – Instabilização de Taludes Marginais Atingindo Ocupações Ribeirinhas e Trechos do Sistema Viário | 42 |
| 4.1.4 | Cenário de Risco IV – Enchentes Rápidas, Inundações e Alagamentos em Áreas Urbanas Consolidadas | 42 |
| 4.1.5 | Cenário de Risco V – Enchentes, Inundações e Alagamentos Atingindo Ocupações Urbanas Restritas, Vias Públicas e Trechos de Rodovias em Terrenos de Baixada | 42 |
| 4.2 | ANÁLISE DOS CENÁRIOS DE RISCO NOS MUNICÍPIOS | 44 |
| 4.2.1 | Almirante Tamandaré | 44 |
| 4.2.2 | Campo Magro | 45 |
| 4.2.3 | Campo Largo | 46 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2.4 | Araucária | 46 |
| 4.2.5 | Madirituba | 47 |
| 4.2.6 | Fazenda Rio Grande | 48 |
| 4.2.7 | São José dos Pinhais | 48 |
| 4.2.8 | Piraquara | 49 |
| 4.2.9 | Pinhais | 49 |
| 4.2.10 | Quatro Barras | 50 |
| 4.2.11 | Campina Grande do Sul | 50 |
| 4.2.12 | Colombo | 51 |
| 4.2.13 | Curitiba | 52 |
| 4.2.14 | Balsa Nova | 54 |
| 4.3 | AVALIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO AO PASE | 54 |
| 5 | MANUAL DO PASE | 55 |
| 5.1 | PRESSUPOSTOS BÁSICOS DO PASE | 55 |
| 5.2 | CONCEPÇÃO PREVENTIVA DO PASE | 56 |
| 5.3 | AVALIAÇÃO DA TABELA DE AÇÕES LOGÍSTICAS DO PASE | 57 |
| 5.3.1 | Períodos de Vigência da Operação do PASE | 57 |
| 5.3.2 | Estados de Alerta | 57 |
| 5.3.3 | Critérios de Entrada | 57 |
| 5.3.4 | Critérios de Saída | 57 |
| 5.3.5 | Ações Correspondentes e Instituições Participantes | 58 |
| 5.4 | AÇÕES MUNICIPAIS NO ÂMBITO DO PASE | 59 |
| 5.4.1 | Ações de Caráter Geral | 59 |
| 5.4.2 | Ações específicas de cada Município no Âmbito do PASE | 60 |
| 5.5 | CONSIDERAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE MONITORAMENTO, PREVISÃO E ALERTA DE CHEIAS EM RELAÇÃO ÀS TIPOLOGIAS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES NA BACIA DO ALTO IGUAÇU | 62 |
| 6 | IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RECURSOS PARA FOMENTO DO PASE | 65 |
| | ANEXOS | 66 |
| | ANEXO 1 - TABELA COM ATRIBUTOS DE CADA MANCHA DE INUNDAÇÃO | |
| | ANEXO 2 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA | |

TOMO 5.2 – DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS

| Nº | Título | Escala |
|------|--|-----------|
| G001 | Área de Estudo | 1:150.000 |
| G002 | Mapeamento dos Pontos Críticos de Enchentes | 1:150.000 |
| G003 | Mapeamento da população atual atingida por enchentes de freqüência muito alta | 1:150.000 |
| G004 | Mapeamento da população atual atingida por enchentes de freqüência alta | 1:150.000 |
| G005 | Mapeamento da população atual atingida por enchentes de freqüência moderada | 1:150.000 |
| G006 | Mapeamento da população futura atingida por enchentes de freqüência muito alta | 1:150.000 |
| G007 | Mapeamento da população futura atingida por enchentes de freqüência alta | 1:150.000 |
| G008 | Mapeamento da população futura atingida por enchentes de freqüência moderada | 1:150.000 |
| G009 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Almirante Tamandaré) | 1:100.000 |
| G010 | Localização das Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Campo Magro) | 1:100.000 |
| G011 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Campo Largo) | 1:100.000 |
| G012 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Araucária) | 1:100.000 |
| G013 | Localização das Áreas de Risco de Enchentes e Inundações Município de Mandirituba) | 1:100.000 |
| G014 | Localização das Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Fazenda Rio Grande) | 1:100.000 |
| G015 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de São José dos Pinhais) | 1:125.000 |
| G016 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Piraquara) | 1:100.000 |
| G017 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Pinhais) | 1:100.000 |
| G018 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Quatro Barras) | 1:100.000 |
| G019 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Campina Grande do Sul) | 1:100.000 |
| G020 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Colombo) | 1:100.000 |

RELAÇÃO DE DESENHOS – CONT.

| Nº | Título | Escala |
|------|---|-----------|
| G021 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Curitiba) | 1:100.000 |
| G022 | Localização de Áreas de Risco de Enchentes e Inundações (Município de Balsa Nova) | 1:100.000 |

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o “Plano de Ação em Situações Emergenciais – PASE”, integrando o Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu, na Região Metropolitana de Curitiba. Contém o resultado das atividades previstas no Contrato nº 04/99, firmado entre a SUDERHSA e a CH2M HILL, em julho de 1999.

1.1 O PLANO DIRETOR DE DRENAGEM

O objetivo do Plano Diretor de Drenagem é fornecer às instituições públicas e à comunidade da Bacia do Alto Iguaçu subsídios técnicos e institucionais que permitam reduzir os impactos das cheias na sua área de abrangência.

O Plano Diretor compreende o sistema de macrodrenagem das bacias dos afluentes do Rio Iguaçu desde seus formadores, rios Irai e Atuba, até as bacias dos rios Itaqui 2 e Maurício. Inclui também partes de bacias de afluentes do rio Capivari, na vertente do rio Ribeira do Iguape. O conjunto destas bacias, denominado neste trabalho como Bacia do Alto Iguaçu, abrange 14 municípios da Região Metropolitana de Curitiba:

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Almirante Tamandaré | Curitiba |
| Araucária | Fazenda Rio Grande |
| Balsa Nova | Mandirituba |
| Campina Grande do Sul | Pinhais |
| Campo Largo | Piraquara |
| Campo Magro | Quatro Barras |
| Colombo | São José dos Pinhais |

Os municípios de Curitiba, Fazenda Rio Grande e Pinhais estão integralmente dentro da área de abrangência do Plano. Os demais são cortados pelo divisor de água da bacia do Alto Iguaçu e, portanto, não estão totalmente na área estudada. Mesmo assim, praticamente todas as áreas urbanizadas desses municípios, onde se constatam os principais problemas de macrodrenagem, são englobadas pelo Plano.

Para efeito do Plano Diretor são considerados como pertencentes ao sistema de macrodrenagem, o rio Iguaçu e seus afluentes de primeira e segunda ordem. Em alguns casos especiais, por sua importância, são considerados também alguns afluentes de terceira ordem tal como acontece com alguns rios das bacias dos rios Barigui, Atuba, Belém, Miringuava e Irai.

A Figura 1.1, apresentada na próxima página, mostra a área de abrangência do Plano Diretor de Drenagem, indicando as principais bacias estudadas e os municípios nela contidos.

Quadro 1.1 Principais rios pertencentes ao Sistema de Macrodrenagem estudado no Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu

| Bacia Hidrográfica | Municípios Presentes na Bacia Hidrográfica |
|---|---|
| <i>Afluentes da Margem Direita do Rio Iguaçu</i> | |
| Rio Atuba | Almirante Tamandaré, Colombo, Curitiba e Pinhais |
| Rio Belém | Curitiba |
| Rio Alto Boqueirão | Curitiba |
| Ribeirão Padilha | Curitiba |
| Ribeirão Ponta Grossa | Curitiba |
| Arroio do Espigão | Curitiba |
| Arroio do Prensa | Curitiba |
| Rio Barigui | Almirante Tamandaré, Araucária, Colombo e Curitiba |
| Rio da Cachoeira | Araucária |
| Rio Passaúna | Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo, Campo Magro e Curitiba |
| Rio Verde | Araucária, Balsa Nova, Campo Largo e Campo Magro |
| Rio Itaqui 2 | Balsa Nova e Campo Largo |
| <i>Afluentes da Margem Esquerda do Rio Iguaçu</i> | |
| Rio Itaqui | Piraquara e São José dos Pinhais |
| Rio Irai | Campina Grande do Sul, Colombo, Pinhais, Piraquara e Quatro Barras |
| Rio Pequeno | São José dos Pinhais |
| Rio da Ressaca | São José dos Pinhais |
| Rio Avariú | São José dos Pinhais |
| Rio Miringuava | São José dos Pinhais |
| Rio Cotia | Fazenda Rio Grande e São José dos Pinhais |
| Rio do Moinho | Fazenda Rio Grande |

(continua)

Quadro 1.1 Principais rios pertencentes ao sistema de macrodrenagem estudado no Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu (continuação)

| Bacia Hidrográfica | Municípios presentes na bacia hidrográfica |
|--|---|
| <i>Afluentes da Margem Esquerda do Rio Iguaçu</i> | |
| Ribeirão da Divisa | Fazenda Rio Grande |
| Arroio do Mascate | Fazenda Rio Grande |
| Rio do Maurício | Araucária, Mandirituba e Fazenda Rio Grande |
| <i>Afluentes da Margem Direita do Rio Irai</i> | |
| Rio do Meio | Pinhais |
| Rio Palmital | Colombo e Pinhais |
| <i>Afluentes da Margem Esquerda do Rio Irai</i> | |
| Rio Iraizinho | Piraquara |
| Rio Piraquara | Piraquara |
| <i>Afluente da Margem Direita do Rio Verde</i> | |
| Rio Cambuí | Campo Largo |
| <i>Afluentes da Margem Direita do Rio Capivari</i> | |
| Rio do Cerne | Campina Grande do Sul e Quatro Barras |
| Rio do Engenho * | Campina Grande do Sul |

* Trata-se na realidade de um afluente de segunda ordem. O rio do Engenho é afluente do rio Palmeirinha que, por sua vez, é afluente direto do rio Capivari.

Fonte: CH2M HILL

O Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu possui algumas características importantes, que o distingue de trabalhos que tratam as inundações unicamente como problemas de engenharia. A linha metodológica adotada considera diversos aspectos da questão, propondo soluções globais e articuladas entre si.

Procurando tratar a questão da macrodrenagem de forma integrada, o Plano se desenvolve em dez módulos de trabalho, cada qual orientado para um aspecto diferente. Mesmo abordando as principais questões envolvidas no problema das inundações, o plano Diretor não esgota o assunto. Abre a possibilidade de que seja aprofundado e ampliado através dos estudos que o seguirão e que deverão consolidar o Plano de Bacia para o Alto Iguaçu.

O Quadro 1.2, na próxima página, apresenta um resumo do conteúdo dos dez módulos de trabalho que compõem o Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu.

Quadro 1.2 Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu
Módulos de Trabalho

| Módulo de Trabalho | Volume | Tema | Objetivos Principais |
|---------------------------|--------------------------|--|--|
| Módulo 01 | Volume 1 | Sistema Institucional | Definir o arranjo institucional que apoie a implementação do Plano. |
| Módulo 02 | Volume 2 | Ações Não-Estruturais | Propor medidas e ações de controle do impacto de novos empreendimentos sobre a macrodrenagem. |
| Módulo 03 | Volumes 3 e 4 | Avaliação da Capacidade do Sistema de Drenagem Atual | Caracterizar o sistema de macrodrenagem, efetuar sua modelagem matemática e mapear as áreas de risco de inundação. |
| Módulo 04 | Volumes 3 e 4 | Medidas de Controle de Cheias | Estudar, otimizar e propor medidas estruturais de controle. |
| Módulo 05 | Volume 5 | Plano de Ação para Situações de Emergência | Organizar um plano para atender a população afetada por inundações. |
| Módulo 06 | Volume 6 | Manual de Drenagem Urbana | Fornecer subsídios técnicos às entidades responsáveis pela implementação do Plano. |
| Módulo 07 | Volume 7 | Subsídios Técnicos e Econômicos | Desenvolver estudos de benefício-custo para uma bacia piloto. |
| Módulo 08 | Volume 8 | Capacitação Técnica | Ministrar curso sobre o Plano Diretor aos técnicos responsáveis por sua implementação |
| Módulo 09 | Volume editado à parte * | Sistema de Proteção contra Enchentes do Jardim São Judas Tadeu | Desenvolver o projeto de um sistema de proteção para área habitada situada em cota inferior à cota de inundação. |
| Módulo 10 | Volume 9 | Sistema de Divulgação e Interação com os Usuários | Projetar quatro folders e um sítio na internet para divulgar o Plano Diretor, estimulando a participação da população. |

* O projeto do Sistema de Proteção Contra Enchentes do Jardim São Judas Tadeu foi apresentado à parte por se tratar de um projeto desenvolvido para um problema específico de uma área restrita.

- Além dos 9 volumes relacionados, há também o volume 10 que contém a síntese de todos os trabalhos elaborados.

Fonte: CH2M HILL

O Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Alto Iguaçu possui também alguns aspectos singulares, os quais são destacados a seguir:

- A unidade de planejamento é a *bacia hidrográfica* e a unidade de regulamentação é o *distrito*. O distrito é definido como a interseção da bacia com o território do município;
- As soluções propostas dão ênfase ao controle do escoamento superficial junto à sua origem. Portanto, a redução das inundações em um determinado Município pode depender de medidas de controle implantadas nos municípios vizinhos situados a montante. Isto significa que o sucesso do plano está condicionado à ação articulada entre os municípios, o Estado e entidades representativas da sociedade, através da Associação dos Usuários da Bacia;
- O Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba é um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos instituída pela Lei/PR 12.726/99, pois trata da prevenção, defesa da população e da economia contra eventos hidrológicos críticos de origem natural, ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Por esse motivo integrará o Plano de Bacia, definido pela mesma Lei e a ser aprovado pela Associação dos Usuários da Bacia do Alto Iguaçu;
- Alterações de quantidade e qualidade das águas superficiais ocorrem com a implantação de sistemas artificiais de drenagem de águas pluviais. Desta forma, esta implementação está sujeita à outorga pelo direito do uso da água, conforme a Lei 12.726;
- Novos empreendimentos não poderão causar impacto sobre o sistema de macro-drenagem. Portanto a viabilidade do Plano está também condicionada a alterações das legislações municipais, as quais deverão incorporar este princípio;
- As principais medidas de controle a serem implantadas consistem em obras de retenção, ocupação das várzeas de inundação por parques lineares, alterações dos códigos e leis que regulam o zoneamento, as edificações e o parcelamento do solo;
- Tratando-se de um Plano Diretor, as soluções são apresentadas em nível de planejamento e, no caso das medidas de controle estruturais, em nível de anteprojeto. Para sua concretização é necessário que as medidas de controle propostas sejam detalhadas em projetos executivos, que deverão ser elaborados a partir das realidades específicas de cada município.

Face à complexidade das questões tratadas pelo Plano Diretor, o relatório aqui apresentado, que se concentra no Plano de Ação para Situações de Emergência, não deve ser analisado isoladamente, mas dentro do contexto do Plano Diretor como um todo.

Pela mesma razão, deve ser também analisado no contexto do Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu, pois ambos os planos deverão ser incorporados ao Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu (SEGRH/PR), onde serão estabelecidas as prioridades e as ações integradas de controle da quantidade e da qualidade das águas pluviais.

1.2 SÍNTESE DO PASE – PLANO DE AÇÃO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

1.2.1 Considerações Gerais

O Plano de Ação em Situações de Emergência – PASE foi elaborado com o intuito de articular sistemas e estruturas institucionais de alerta de enchentes e de defesa civil, existentes na Região Metropolitana de Curitiba. O PASE prevê um conjunto de medidas de prevenção de acidentes de caráter não estrutural, que possibilitem a convivência, de forma menos vulnerável, com situações de anormalidade associadas aos processos de natureza hidrológica. O crescimento da ocupação urbana em áreas naturalmente inundáveis, e a impossibilidade de solução da maior parte dos problemas a curto e médio prazo, tornam o PASE um importante instrumento de ação para minimizar os impactos das cheias, nas áreas urbanas consolidadas e em consolidação, sujeitas ao risco de acidentes de enchentes e inundações.

As atividades contempladas no estudo para a elaboração do PASE foram as seguintes:

- a) Identificação e mapeamento das manchas críticas de enchentes e inundações;
- b) Reconhecimento e análise da gravidade do problema associado aos cenários de risco de enchentes e inundações;
- c) Análise de planos de ações emergenciais existentes;
- d) Contatos com representantes das principais instituições participantes do PASE;
- e) Montagem da logística de funcionamento do PASE, baseada no Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Cheias e no Sistema Metropolitano de Defesa Civil, existentes na Região Metropolitana de Curitiba.

A área objeto deste estudo, apresentada na Figura 1.1 e no desenho G001 em anexo, abrange terrenos de 14 municípios da Região Metropolitana de Curitiba: Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais.

A maior parte da área de estudo, compreende terrenos das bacias dos afluentes do rio Iguaçu desde seus formadores, rios Iraí e Atuba, até as bacias dos rios Passaúna e Maurício. O conjunto destas bacias, é denominado neste trabalho como Bacia do Alto Iguaçu. Dos municípios acima apenas Curitiba, Fazenda Rio Grande e Pinhais estão integralmente dentro da área de abrangência dos estudos do Plano Diretor. Os demais possuem apenas parcela do seu território na área objeto deste trabalho.

1.2.2 Aspectos Metodológicos do PASE

Neste item são apresentados aspectos metodológicos utilizados na elaboração do PASE, visando fornecer subsídios que possibilitem a compreensão da abordagem utilizada, para que o “Plano” seja continuamente atualizado e aprimorado, em razão da dinâmica das transformações ocorrentes na área da bacia do Alto Iguaçu. Nesse sentido, o crescimento urbano descontrolado e o desenvolvimento das obras de drenagem, são os principais agentes que provocam alterações nos cenários de risco das áreas sujeitas a enchentes e inundações.

O modelo de abordagem utilizado para a elaboração do PASE, compreende a seguinte seqüência lógica de atividades:

- a) Identificação e mapeamento das áreas críticas a enchentes e inundações na Bacia do Alto Iguaçu;
- b) Reconhecimento e análise dos distintos cenários de risco relacionados aos processos hidrológicos ocorrentes na Bacia do Alto Iguaçu;
- c) Análise da criticidade das bacias, municípios e distritos municipais;
- d) Reconhecimento e análise dos sistemas e estruturas institucionais relacionados às atividades de monitoramento, previsão e alerta de cheias, e dos planos preventivos de defesa civil e de segurança urbana existentes na Região Metropolitana de Curitiba;
- e) Articulação dos sistemas e estruturas existentes, de previsão de cheias e de defesa civil e montagem da logística de desencadeamento de ações do Plano de Ação em Situações Emergenciais – PASE, específico para enchentes e inundações.

A identificação e o mapeamento das manchas de inundação, a partir do levantamento de dados de cada município, possibilitou reconhecer a distribuição espacial das áreas críticas de enchentes e inundações na bacia. A análise dessas manchas permitiu também uma avaliação preliminar da gravidade do problema de enchentes e inundações em cada município. O trabalho de atualização das informações das manchas de inundação deve ser continuamente realizado, já que boa parte das ocupações de áreas ribeirinhas, relacionadas principalmente à população de baixa renda, é relativamente recente, fruto do processo de urbanização em curso.

Além do trabalho de atualização permanente visando manter um banco de dados das manchas críticas de inundação, estudos mais detalhados devem ser realizados para uma caracterização mais precisa e com maior grau de detalhamento dos cenários de risco em cada mancha crítica de inundação. Para isso, recomenda-se a realização de trabalhos de zoneamento e cadastramento de risco objetivando precisar o número de moradias e a população efetivamente em risco de acidente, pois esse tipo de informação é muito importante para melhor balizar as ações logísticas de defesa civil no âmbito do PASE.

O reconhecimento mais detalhado das causas e efeitos das inundações objeto dos estudos dos volumes 3 e 4 integrantes do “Plano de Drenagem” deverão subsidiar ações específicas de caráter estrutural ou não estrutural, visando a prevenção de acidentes, e até mesmo a concepção de medidas para a solução definitiva do problema.

As ações de defesa civil sugeridas no âmbito do PASE, principalmente aquelas de competência do poder público municipal, foram concebidas a partir do resultado das análises realizadas em relação aos processos hidrológicos ocorrentes e aos cenários de risco existentes em cada município, na região de domínio da bacia do Alto Iguaçu. Os municípios com situações de enchentes e inundações com risco baixo de ocorrência de acidentes que tragam perigo à integridade física das pessoas, e possibilidade elevada de controle ou solução definitiva dos problemas, foram excluídos da operação do PASE.

Por outro lado, o PASE será concebido para funcionar apoiado nas atribuições institucionais, capacitações, recursos e poder de articulação existentes na SUDERHSA, SIMEPAR e na Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC, que comporiam e coordenariam

respectivamente, o Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Cheias, e o Sistema Metropolitano de Defesa Civil. Estes dois sistemas formarão a base funcional do PASE.

A SUDERHSA e a SIMEPAR, órgãos de natureza técnica nas áreas de hidrologia e meteorologia, são responsáveis pela operação e desenvolvimento contínuo do Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Cheias. A CEDEC, órgão coordenador de emergências no Estado do Paraná, fará as articulações institucionais e seria a responsável pela coordenação das ações preventivas e emergenciais a ser desenvolvidas pelas Comissões Municipais de Defesa Civil, nos municípios onde haverá a operação do PASE.

As atribuições específicas das principais instituições participantes do PASE e o seu funcionamento operacional, baseado nos sistemas descritos anteriormente, encontram-se propostas na Tabela 1.2.1, apresentada neste capítulo, objetivando o desencadeamento das ações logísticas correspondentes.

Segundo o modelo de abordagem adotado, a proposta do PASE buscou adequar-se à realidade do problema de áreas de risco de enchentes na área de cada município, e considerou as capacitações e as estruturas existentes em relação aos sistemas de previsão meteorológica, previsão de cheias e de defesa civil, presentes na Região Metropolitana de Curitiba. Neste sentido, o PASE foi elaborado considerando os sistemas existentes de previsão meteorológica da SIMEPAR, o sistema de alerta de cheias da SUDERHSA, e a estrutura operacional do Sistema Metropolitano de Defesa Civil, e os planos de defesa civil existentes, visando poder serem implantados de forma imediata, aproveitando as atuais capacitações institucionais.

Logicamente, tanto em relação aos sistemas de monitoramento, previsão e alerta, quanto à atual estrutura de operação das Defesas Civas Municipais, ajustes e aprimoramentos devem ser continuamente realizados no âmbito do PASE. Há condições porém de se proceder à sua implantação e operação, em caráter piloto, segundo a formulação apresentada e utilizando as capacitações e condições atualmente existentes na Região Metropolitana de Curitiba, no sentido de avaliar na prática as potencialidades, lacunas e deficiências do PASE proposto.

1.2.3 Principais Aspectos Abordados

ANÁLISE DE PLANOS DE AÇÕES EMERGENCIAIS EXISTENTES

A seguir, no próximo Capítulo 2, serão apresentadas as abordagens feitas em 4 Planos de Ações Emergenciais, desenvolvidos nos últimos anos, indicando-se para cada um deles, o problema enfrentado e natureza dos riscos envolvidos e comparadas as situações e circunstâncias de cada um deles, com o PASE para a RMC. Os planos abordados abrangem a região do Pólo Industrial de Cubatão, o município de São Paulo, o plano de controle de enchentes na Bacia do Alto Iguaçu, elaborado em 1997 e o Plano de Redução dos Efeitos Climáticos Provocado pelo Fenômeno “El Nino”, da Prefeitura Municipal de Curitiba. O objetivo deste cotejo foi identificar pontos comuns e pontos divergentes das abordagens feitas e procurar o aproveitamento de propostas feitas nos estudos elaborados de interesse ao desenvolvimento do PASE.

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ÁREAS CRÍTICAS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Em seguida, no Capítulo 3 é apresentada a “Identificação e Análise de Áreas Críticas de Enchentes e Inundações”, sendo feitos levantamentos visando a identificação de áreas de risco em todos os municípios, conforme apresentado no Desenho M05 G002. O estudo da distribuição

espacial das manchas de inundação obtidas, e o reconhecimento de suas características, possibilitou identificar os municípios, as bacias e as regiões mais críticas, fornecendo subsídios para a elaboração do PASE.

Os levantamentos feitos indicam a ocorrência de 173 áreas onde ocorrem problemas associados às inundações, sendo 138 em Curitiba, ou seja, quase 80 % do total, seguido pelos municípios de São José dos Pinhais e Pinhais. A análise da distribuição das manchas de inundação comprova que o problema apresenta uma clara relação com o crescimento urbano, em razão da impermeabilização dos terrenos devido ao alto grau de urbanização nas áreas atingidas.

Após a identificação das áreas, ainda no Capítulo 3, foi feita a definição dos graus de risco de enchentes em cada bacia, em função da população que pode ser atingida pelos eventos, classificando as áreas como:

- Risco muito alto: população superior a 10.000 habitantes ou manchas de inundação superior a 30;
- Risco alto: população atingida entre 1.000 e 10.000 habitantes ou manchas críticas de inundação entre 15 e 30;
- Risco moderado: população entre 100 e 1.000 habitantes ou número de manchas críticas entre 5 e 15;
- Risco baixo: população inferior a 100 habitantes ou número de manchas inferior a 5.

Também é feita a classificação para os eventos conforme as frequências de ocorrência, indicando-se as seguintes situações:

- Frequência muito alta: abrangem locais onde ocorre pelo menos 1 evento de inundação por ano;
- Frequência alta: abrangem locais onde ocorrem pelo menos 1 evento de inundação a cada 5 anos;
- Frequência moderada: abrangem locais onde ocorrem pelo menos 1 eventos a cada 10 anos;

A partir dessa classificação é apresentada a situação em cada bacia, sendo indicadas em cada uma delas o número de manchas críticas e as populações atingidas no cenário atual e no ano 2020, considerando-se os diferentes graus estabelecidos. Como resultado desses levantamentos é apresentada no item 3.2, uma “Análise dos Cenários Atual e Futuro das Áreas de Risco de Enchentes e Inundações” onde é indicada a possibilidade de agravamento do quadro atual de risco, decorrentes do processo de expansão urbana irregular. Como situações mais críticas, destacam-se:

- Nas bacias de pequenas dimensões tais como a do Ressaca, Pequeno e Mascate, as projeções de população atingida mudariam significativamente a situação de criticidade, se considerarmos apenas os critérios adotados na análise de criticidade das bacias, não levando em conta as possíveis medidas estruturais e não estruturais a serem realizadas, nem o aparecimento de novas manchas críticas de inundação.

- A análise da população atual e futura, estimada de ser atingida por eventos de enchentes e inundações, nas bacias com grau de risco atual muito alto (Atuba, Barigui, Belém e Iraí), indica aumentos mais consideráveis nas bacias do Iraí e Barigui.
- Em relação à variação na magnitude dos processos hidrológicos, considerando enchentes com frequências muito alta, alta e moderada, a análise comparativa indica um aumento significativo das manchas de áreas sujeitas a inundações nas calhas dos cursos d'água principais: rio Iguaçu, rio Palmital, rio Atuba e rio Pequeno. Os eventos de enchentes e inundações com frequência baixa a moderada, representariam eventos hidrológicos decorrentes de chuvas de alta intensidade e longa duração, responsáveis por inundações afetando áreas extensas, principalmente nos trechos inferiores, nas áreas de várzea do rio Iguaçu e afluentes principais.
- A análise da expansão urbana, que ocorre nas periferias da mancha urbana consolidada, e que pode ser notada nos mapas de estimativa da população atual e futura, indica que em bacias menores situadas ao sul de Curitiba, há uma tendência de crescimento no número de situações de risco de acidentes, associadas principalmente a cenários de risco de enchentes e inundações com frequência alta e muito alta. Nas áreas das planícies fluviais, na confluência dos rios Iguaçu, Palmital, Atuba e Pequeno, sujeitas a inundações extensas, a estimativa de crescimento populacional é menos significativa.
- Pode-se observar as situações e tendências de agravamento do quadro atual de risco, decorrentes do processo de expansão urbana irregular em curso, principalmente nos seguintes municípios: Curitiba, Colombo, Almirante Tamandaré, Pinhais e São José dos Pinhais. A ocupação acelerada nos municípios de Colombo e Almirante Tamandaré, por exemplo, tende a agravar os cenários de risco presentes em Curitiba e Pinhais, na medida em que a urbanização naqueles dois municípios vêm ocorrendo em direção às porções de cabeceira das bacias do Barigui, Atuba, e sub-bacia do rio Palmital, afluente do rio Iraí.
- As análises realizadas estão baseadas simplesmente em projeções estimativas de aumento populacional nas manchas de inundação, e portanto apresentam limitações metodológicas, que podem indicar algumas situações duvidosas. Na bacia do Miringuava por exemplo, que apresenta uma projeção de crescimento populacional futuro nas manchas de inundação presentes na bacia, da ordem de 5 vezes a população atual, esta estimativa é passível de um estudo mais apurado.

Da mesma forma, a ausência de incremento da população atual e futura, nas manchas de inundação em bacias com alta pressão de expansão urbana, como as bacias do Padilha, Alto Boqueirão e Ponta Grossa, configura uma situação duvidosa. Entretanto, apesar de possíveis incoerências associadas às projeções efetuadas, estas foram importantes para dar uma dimensão quantitativa do problema em relação à população passível de ser atingida por inundações, em cada uma das bacias que compõem a Bacia do Alto Iguaçu.

RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Neste capítulo será feita a identificação dos cenários de risco hidrológico, associados a enchentes, visando a definição de ações específicas do PASE no âmbito dos municípios. Assim, os "Cenários de Risco" estabelecidos e as suas principais características são os seguintes:

- a) Cenário de Risco I – Enchentes e inundações atingindo ocupações ribeirinhas

- . Causados por processos hidrológicos com alta energia de fluxo, alta capacidade de transporte de material sólido e alto poder de impacto destrutivo
 - . Risco para as habitações precárias junta à calha menor dos cursos d'água, altamente vulneráveis aos impactos das cheias e para a integridade física da população nessas áreas;
 - . Podem ocorrer em eventos associados tanto a processos de enchentes rápidas de curta duração e altos picos de vazão, quanto a cheias associadas a eventos de chuva de longa duração.
- b) Cenário de Risco II – Inundação de extensas áreas de baixada ao longo dos cursos d'água principais, atingindo grandes adensamentos urbanos
- . Causados por processos hidrológicos lentos e associados a eventos de chuva intensa e contínua;
 - . Risco para as populações ribeirinhas dos aglomerados urbanos de baixa renda na várzea do rio Iguaçu;
 - . Perdas principais de devido a danos materiais para as habitações na área atingida, risco para integridade física das pessoas, danos patrimoniais e públicos e transtornos ao tráfego
 - . Atingem o maior contingente populacional e causam os maiores transtornos para a RMC.
- c) Cenário de Risco III – Instabilização de taludes marginais atingindo ocupações ribeirinhas e trechos do sistema viário
- . Causados por picos de cheia, em cursos d'água de alta energia de escoamento;
 - . Atinge edificações de padrão precário, junto a borda de cursos d'água, em áreas com alto potencial erosivo, com solapamento ou ruptura de talude marginal;
 - . Risco de destruição total ou parcial de edificações e segmentos viários, principalmente em trechos de travessia de drenagem;
 - . Ocorrência principal de danos e prejuízos materiais e menores riscos à integridade das pessoas;
- d) Cenário de Risco IV – Enchentes rápidas, inundações e alagamentos em áreas urbanas consolidadas
- . Eventos associados a chuvas de alta energia de escoamento superficial, alta intensidade e curta duração;
 - . Atinge principalmente terrenos urbanizados na região central de Curitiba, devido à alta taxa de impermeabilização do terreno e deficiências no sistema de drenagem urbana,
 - . Ocorrência principal de danos materiais, transtornos diversos, insalubridade e dependendo da energia do escoamento e volume de água, ocorrência de vítimas.

- e) Cenário de Risco V – Enchentes, inundações e alagamentos, atingindo ocupações urbanas restritas, vias públicas e trechos de rodovias em terrenos de baixada
- . Atinge principalmente segmentos viários urbanos, trechos de rodovias e ocupações urbanas em áreas localizadas;
 - . Danos relativos a transtornos ao tráfego, destruição do pavimento das vias e destruição de muros e edificações.

Em seguida, será feita a caracterização dos cenários de risco presentes nas manchas de inundação identificadas em cada município, bem como uma avaliação da gravidade do problema de enchentes e inundações. A partir do estudo dos cenários de risco e da análise da gravidade da situação relacionada a enchentes e inundações de cada município, são feitas as seguintes considerações:

- Os municípios onde deverão ser priorizados os trabalhos de operação do PASE, em ordem de criticidade são: Curitiba, Pinhais, São José dos Pinhais, Colombo, Almirante Tamandaré, Piraquara, Campo Magro e Fazenda Rio Grande;
- Os municípios de Campo Largo, Araucária, Mandirituba, Quatro Barras e Campina Grande do Sul, apresentam situação relativamente baixa de criticidade em relação aos cenários de risco e, e portanto não serão considerados para participar na operação do PASE.

MANUAL DO PASE

No Capítulo 5 serão apresentados os fundamentos e pressupostos do PASE e descritos os diversos tópicos que compõem a estrutura de funcionamento logístico inter-institucional, apresentada na Tabela 1.2.1, a seguir, de “Estado de Alerta e Ações para Situações de Emergência”. Inicialmente foram estabelecidos os pressupostos básicos do PASE, abrangendo:

- Previsão: possibilidade técnica de prever onde (identificação espacial) e quando (identificação temporal) um dado evento natural pode ocasionar um acidente;
- Prevenção: possibilidade de estabelecer e executar ações logísticas, preventivas e de emergência para garantir a segurança das pessoas em situações contingenciais.

Foram também definidos os objetivos de sua implantação:

- Objetivo principal: evitar a perda de vidas humanas;
- Objetivos secundários: reduzir o agravamento das situações de enchentes, os transtornos à rotina das cidades e os danos e prejuízos materiais;
- Objetivo institucional: instrumento de ação que possibilite aos poderes públicos estadual e municipais, prever, prevenir e ter o controle da situação em casos de emergência associados às enchentes e inundações.

Tendo em vista tratar-se de uma proposta teórica de desencadeamento de ações em situações de pré-emergência e emergência, o estabelecimento do PASE definitivo deverá ser conseguido após as adequações e aprimoramentos que se fizerem necessários, após a sua operação efetiva. Os seguintes aspectos são considerados:

- Período de Vigência da Operação do PASE: a operação do PASE deverá se dar continuamente durante todo o ano.
- Estados de Alerta: Observação, Atenção, Alerta e Alerta Máximo. O estabelecimento de 4 estados distintos de alerta é decorrência das diferentes situações de perigo de ocorrência de fenômenos hidrológicos e correspondentes ações preventivas.
- Critérios de Entrada: referem-se a informações de natureza meteorológica, previsão de ocorrência de cheias, informes de vistorias de campo e registro de enchentes e inundações.
- Critérios de Saída: referem-se a informações meteorológicas, restauração dos sistemas de drenagem e recuperação das vias de acesso e circulação, e se necessário, parecer favorável emitido pela SUDERHSA.
- Ações Correspondentes e Instituições Participantes: para cada uma das instituições participantes da operação do PASE, foram estabelecidas ações correspondentes a cada estado de alerta. A operação do PASE será realizada pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC, Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC, SUDERHSA e SIMEPAR.

Em continuidade e complementando a “Tabela de Ações Logísticas do PASE”, são definidas as ações municipais no âmbito do PASE, abrangendo ações de caráter geral e ações específicas:

a) Ações de Caráter Geral: basicamente se referem, às atividades de organização da estrutura municipal de defesa civil, e de preparação para a atuação nas situações de pré-emergência e emergência, preconizadas no PASE.

A operação do PASE nos municípios será coordenada pela Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC, órgão a quem compete estabelecer estratégias municipais de prevenção de acidentes e coordenar ações em situações emergenciais, em estreita vinculação com o Sistema Metropolitano de Defesa Civil e com a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC.

A seguir são descritas, as ações de preparação para o atendimento a situações de emergência relacionadas a enchentes e inundações, a serem executadas pelo poder público municipal:

- Estruturar as equipes direta ou indiretamente associadas com as atividades da COMDEC, com recursos humanos e materiais compatíveis com as necessidades do município, em relação aos diferentes tipos de ameaças e cenários de risco
- Identificar e delimitar com maior grau de precisão as manchas críticas de inundação, e reconhecer e atualizar continuamente os cenários de risco de enchentes e inundações presentes no município, a partir dos mapeamentos e estudos realizados neste trabalho;
- Fazer um cadastro de risco detalhado das edificações e respectivos moradores, situadas no interior das manchas críticas de inundação, identificando as situações onde há perigo de ocorrência de acidentes graves de enchentes e inundações, principalmente envolvendo risco para a integridade física das pessoas;
- Realizar contínua atualização do quadro municipal de risco de enchentes e inundações, através da identificação de novas manchas e situações pontuais críticas de inundação, e novos cenários de risco;

- Realizar a hierarquização e o zoneamento de risco das manchas críticas de inundação, segundo o maior ou menor grau de suscetibilidade a acidentes, com vista a priorizar as ações de apoio e de remoção preventiva preconizadas no PASE, nos setores de maior perigo de acidentes;
- Identificar edificações em locais seguros e de fácil acesso, se possível nas proximidades das manchas de inundação, que possam ser utilizadas como abrigos provisórios;
- Identificar hospitais, postos de saúde e clínicas médicas particulares capazes de prestar atendimento médico em caso de acidentes relacionados às enchentes e inundações;
- Organizar um Grupo de Defesa Civil Municipal específico para enchentes, responsável pela elaboração e coordenação do Plano Municipal de Prevenção de Acidentes e de Ações Emergenciais Específico para Enchentes e Inundações, no âmbito do Plano Municipal de Defesa Civil.
- Realizar atividades de informações públicas e treinamento visando melhorar a percepção de risco da comunidade e prepará-la para enfrentar de forma organizada as situações de risco de enchentes, educando-as sobre medidas de auto proteção contra enchentes, através do uso de cartilhas (ANEXO 4) e outras formas de difusão de conhecimentos;
- Realizar atividades de difusão da operação do PASE, comunicando sobre quando e como entrar em contato com a COMDEC, e divulgando a existência dos abrigos municipais para os quais a população poderá se dirigir em caso de emergência ou pré-emergência, até o retorno a condições de normalidade.

b) Ações específicas de cada município no âmbito do PASE

A seguir são descritas algumas ações específicas a serem realizadas por cada um dos municípios no âmbito do PASE, a partir da caracterização dos cenários de risco municipais anteriormente descrita. Pressupõe-se que as atividades apresentadas sejam coordenadas pelas Comissões Municipais de Defesa Civil – COMDECs, no âmbito do poder público municipal, e integradas com o Sistema Metropolitano de Defesa Civil.

Os municípios com baixo grau de risco de enchentes e inundações não deverão integrar a operação do PASE, incluindo: Campo Largo, Araucária, Mandirituba, Quatro Barras e Campina Grande do Sul.

Com relação aos municípios inseridos no programa do PASE, considerando os atuais cenários de risco presentes nas manchas críticas de inundação identificadas em cada um, apresentam-se a seguir as ações a serem executadas:

- Em conjunto com técnicos da SUDERHSA, definir os pontos de controle do nível d'água, considerando as manchas de inundação identificadas, e estabelecer os níveis de perigo (compatíveis com os estado de alerta do PASE), e a forma de leitura (régua), monitoramento e repasse da informação;
- Organizar equipe de vistoria de campo, que deverá ser treinada por técnicos da SUDERHSA, para fazer a leitura e o monitoramento do nível das águas dos cursos d'água, nos pontos de controle pré-estabelecidos;

- Ao receber informe meteorológico que indique previsão de evento chuvoso com possibilidade de gerar cheias na região, declarar Estado de Atenção, e encaminhar imediatamente os vistoriadores de campo para proceder ao acompanhamento dos pontos de controle do nível d'água do curso d'água;
- Acionar o Grupo de Defesa Civil Municipal específico para enchentes e transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil, para a SUDERHSA e para a SIMEPAR a informação de mudança para o estado de atenção;
- Emitir alerta e executar as ações de apoio para a tomada de medidas de auto proteção e remoção preventiva das populações ribeirinhas em situação de maior risco, quando o nível das águas do curso d'água, em qualquer um dos pontos de controle, atingir o segundo nível crítico de enchente, que corresponderia ao estado de alerta do PASE;
- Declarar Estado de Alerta e transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil, para a SUDERHSA e para a SIMEPAR a informação de mudança de estado do PASE;
- Emitir comunicado público geral e prestar apoio para a tomada de medidas de auto proteção e de remoção de emergência, quando o nível da águas do curso d'água, em qualquer um dos pontos de controle, atingir o nível máximo de enchente, que corresponderia ao estado de alerta máximo do PASE;
- Declarar Estado de Alerta Máximo e transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil e para a SUDERHSA e SIMEPAR a informação de mudança para o estado de alerta máximo;
- Proceder às medidas de Defesa Civil e de controle da segurança urbana previstos no Plano Municipal de Prevenção de Acidentes Específico para Enchentes e Inundações, quando ocorrer a inundação generalizada dos terrenos de baixada da bacia;
- Transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil e para a SUDERHSA e SIMEPAR a informação de ocorrência de inundações generalizadas nas áreas de baixada da bacia do curso d'água.

IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RECURSOS PARA FOMENTO DO PASE

O PASE poderá ser implementado a partir de estrutura já existente constituída do tripé composto pelo sistema de monitoramento meteorológico, pelo sistema de alerta de cheias e pelo sistema metropolitano de defesa civil. Os recursos necessários poderão ser obtidos através de fontes orçamentárias estaduais e municipais e do aporte de recursos através do Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FERH/PR, concebido para dar suporte financeiro aos projetos dos Planos de Bacias, previstos pelo Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

1.2.4 Proposições e Recomendações

O estudo das manchas críticas de enchentes e inundações identificadas na região da bacia do Alto Iguaçu, permitiu reconhecer as bacias e os municípios em situação de maior gravidade. Os municípios a serem priorizados na operação do PASE, em ordem decrescente de criticidade são: Curitiba, Pinhais, São José dos Pinhais, Colombo, Almirante Tamandaré, Piraquara, Campo Magro e Fazenda Rio Grande.

Em razão da expansão urbana acentuada, Curitiba se destaca como o município em situação mais crítica, com o maior número de manchas e maior contingente populacional passível de ser atingido por processos de enchentes e inundações.

O PASE proposto procurou articular as capacitações institucionais hoje existentes na Região Metropolitana de Curitiba, em relação aos componentes fundamentais constituídos pelo Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Cheias e o Sistema Metropolitano de Defesa Civil. O Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Cheias deverá ser coordenado pela SUDERHSA, em parceria com a SIMEPAR.

O Sistema Metropolitano de Defesa Civil, composto no âmbito do PASE pelas Comissões Municipais de Defesa Civil dos municípios onde o PASE será operado, deverá ser coordenado pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC, responsável pela centralização e repasse das informações de alerta de cheias e pela coordenação geral das ações emergenciais realizadas nos municípios.

O estudo dos cenários de risco associados a esses eventos permitiu estabelecer ações municipais, de caráter geral e específico, no âmbito da operação do PASE. O produto principal desses estudos é a Tabela 1.2.1 de “Estados de Alerta e Ações de Defesa Civil para Situações Emergenciais” do PASE, apresentada a seguir, na qual buscou-se integrar adequadamente as informações do Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Cheias e as ações emergenciais propriamente ditas, a ser executadas pelas Prefeituras Municipais.

Neste estudo, as medidas propostas no PASE, que compreendem basicamente ações de Defesa Civil, tais como remoção preventiva e abrigo, visam atender prioritariamente as comunidades que vivem em manchas críticas de inundação, onde há perigo de vida. Essa situação refere-se principalmente, à população ribeirinha de baixa renda que mora em habitações de padrão construtivo precário, em condições de risco geralmente relacionadas aos cenários de risco I e II.

Os cenários de risco III, relacionados a processos de instabilização de taludes marginais de cursos d’água, apresentam situações hidrológicas correlatas aos cenários de risco I, e embora abrangem um número limitado de manchas de inundação, oferecem risco de vida, devendo também serem contempladas pela operação do PASE.

Os cenários de risco IV, relacionados principalmente com as manchas de inundação localizadas nas áreas altamente urbanizadas de Curitiba, onde ocorrem processos de enchentes rápidas de alta e muito alta frequência, que causam geralmente transtornos momentâneos para as comunidades atingidas, as ações do PASE deverão ser priorizadas para as manchas de inundação onde se identifiquem riscos potenciais para a integridade física das pessoas.

Os cenários de risco V, que correspondem a manchas de inundação sujeitas a inundações e alagamentos localizados, onde geralmente os danos principais correspondem a transtornos momentâneos e danos materiais, não havendo riscos potencialmente graves para a integridade física das pessoas, a atuação do PASE, em relação as ações emergenciais deverá se dar de forma menos prioritária.

As ações ditas emergenciais do PASE, deflagradas consoante aos quatro estados de alerta do PASE, são de responsabilidade das prefeituras, embora os municípios tenham autonomia para decidir se o plano proposto é compatível com suas políticas de Defesa Civil e Segurança Urbana. A proposta do PASE porém, pressupõe que os municípios se organizem e se capacitem

convenientemente, para receber os informes de alerta e tenham capacidade de agir eficazmente na prevenção de acidentes de enchentes.

A elaboração do PASE é apenas a primeira etapa de uma seqüência de atividades que devem ser realizadas, para efetivamente dotar a Região Metropolitana de Curitiba de um Plano de Emergência de concepção essencialmente preventiva. Essa seqüência de atividades de implantação do contempla:

| Etapa | Ação |
|--------------|---|
| 1 | Elaboração do PASE |
| 2 | Implantação do PASE: articulações institucionais, treinamento e capacitação de todas as equipes participantes da operação do PASE |
| 3 | Operação em caráter experimental do PASE |
| 4 | Avaliação da operação e reconhecimento das lacunas e dos aprimoramentos necessários |
| 5 | Operação contínua do PASE |

TABELA 1.2.1 – Estados de Alerta e Ações de Defesa Civil para Situações Emergenciais

| ESTADO DE ALERTA | CRITÉRIOS DE ENTRADA | CRITÉRIOS DE SAÍDA | AÇÕES CORRESPONDENTES | | | |
|--|---|--|--|---|---|---|
| | | | COMDEC – Comissão Municipal de Defesa Civil | SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná | CEDEC – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil | SUDERHSA |
| O B S E R V A Ç Ã O | Operação rotineira do PASE. Previsão de não ocorrência de chuvas com potencial de gerar enchentes e inundações na bacia do Alto Iguaçu. | - | <ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de Plano Municipal de Defesa Civil Específico para Enchentes; - Fiscalização e monitoramento sistemático das áreas de risco de inundação; - Obtenção dos dados transmitidos pela CEDEC referentes à análise do quadro potencial de ocorrência de enchentes e inundações; - Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE ESTADO. | <ul style="list-style-type: none"> - Análise contínua de dados meteorológicos e pluviométricos nas áreas de cobertura regional e específicas do PASE; - Transmissão contínua da análise do potencial pluviométrico e da previsão meteorológica, para a CEDEC e para a SUDERHSA. | <ul style="list-style-type: none"> - Manter estrutura do Sistema Metropolitano de Defesa Civil em operação; - Recepção da previsão meteorológica emitida pela SIMEPAR e dos boletins de alerta de enchentes da SUDERHSA; - Transmitir para as COMDECs os dados de previsão meteorológica emitidos pela SIMEPAR e os Boletins de Alerta de Enchentes da SUDERHSA; - Manter-se informado e deter o controle da situação e da operação do PASE em cada município; - Convocar, quando necessário, reunião da Comissão Executiva do PASE, formada por representantes da CEDEC, SUDERHSA e SIMEPAR. | <ul style="list-style-type: none"> - Recepção e análise dos dados transmitidos pela SIMEPAR; - Elaborar boletim de alerta que informa a situação potencial de ocorrência de enchentes na Região Metropolitana de Curitiba; - Transmitir os boletins de alerta pelo menos duas vezes ao dia para a CEDEC. |
| A T E N Ç Ã O | Previsão de possibilidade de ocorrência de chuvas, com potencial de gerar enchentes e inundações nas bacias monitoradas da Região Metropolitana de Curitiba. | <p>Não ocorrência de acidentes de enchentes</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>Previsão de não ocorrência de chuvas com potencial de gerar enchentes e inundações na bacia do Alto Iguaçu</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>Consultar SUDERHSA através da CEDEC, caso a COMDEC julgue necessário.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Obtenção dos dados transmitidos pela CEDEC referentes à análise do quadro potencial de ocorrência de enchentes e inundações; - Declarar MUDANÇA DE ESTADO; - Comunicar a CEDEC sobre MUDANÇA DE ESTADO; - Encaminhar imediatamente as equipes de vistorias de campo para os pontos de controle; - Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE ESTADO. | <ul style="list-style-type: none"> - Análise contínua de dados meteorológicos e pluviométricos nas áreas de cobertura regional e específicas do PASE; - Recepção de dados das COMDECs sobre o nível d'água dos rios; - Transmissão contínua da análise do potencial pluviométrico e da previsão meteorológica, para a CEDEC e para a SUDERHSA. | <ul style="list-style-type: none"> - Recepção da previsão meteorológica emitida pela SIMEPAR e dos boletins de alerta de enchentes da SUDERHSA; - Transmitir para as COMDECs os dados de previsão meteorológica emitidos pela SIMEPAR, e os Boletins de Alerta de Enchentes da SUDERHSA; - Manter-se informado e deter o controle da situação e da operação do PASE em cada município; - Acionar o Sistema Metropolitano de Defesa Civil; - Convocar, quando necessário, reunião da Comissão Executiva do PASE. | <ul style="list-style-type: none"> - Recepção e análise dos dados transmitidos pela SIMEPAR; - Recepção e análise dos dados transmitidos pelas COMDECs, referentes ao nível das águas dos rios nos pontos de controle; - Elaborar e transmitir para a CEDEC, em periodicidade a ser definida, boletins de alerta que informam a situação potencial de ocorrência de enchentes na Região Metropolitana de Curitiba. |
| A L E R T A | Informação de vistoria de campo indicando que foi atingido o nível de enchente referente ao ESTADO DE ALERTA do PASE OU registro de ocorrência de ENCHENTES E INUNDAÇÕES nas bacias monitoradas. | <p>Previsão de não ocorrência de chuvas de intensidade moderada a forte, e/ou tendência de longa duração</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>Restauração dos sistemas de drenagem e recuperação das vias de acesso e circulação</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>Parecer favorável da SUDERHSA, inclusive quanto à necessidade de execução do conjunto de medidas previstas neste estado.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Obtenção dos dados transmitidos pela CEDEC referentes à análise do quadro potencial de ocorrência de enchentes e inundações; - Declarar e comunicar a CEDEC sobre a MUDANÇA DE ESTADO; - Manter as vistorias de campo; - Alertar a população para a tomada de medidas de autoproteção; - Realizar as medidas de Defesa Civil preconizadas para prevenir a ocorrência de acidentes; - Avaliação da necessidade de MUDANÇA DE ESTADO. | <ul style="list-style-type: none"> - Análise contínua de dados meteorológicos e pluviométricos nas áreas de cobertura regional e específica do PASE; - Recepção de dados das COMDECs sobre o nível d'água dos rios; - Transmissão contínua da análise do potencial pluviométrico e da previsão meteorológica, para a CEDEC e para a SUDERHSA. | <ul style="list-style-type: none"> - Recepção da previsão meteorológica emitida pela SIMEPAR, e dos boletins de alerta de enchentes feita pela SUDERHSA; - Transmitir para as COMDECs os dados de previsão meteorológica emitidos pela SIMEPAR e os Boletins de Alerta feito pela SUDERHSA; - Manter-se informado e deter o controle da situação e da operação do PASE em cada município; - Deslocamento de técnicos para as áreas atingidas por enchentes para o acompanhamento da situação e avaliação da necessidade de medidas complementares; - Agilizar os meios logísticos e operacionais complementares para as COMDECs, quando solicitados; - Convocar, quando necessário, reunião da Comissão Executiva do PASE. | <ul style="list-style-type: none"> - Recepção e análise dos dados transmitidos pela SIMEPAR; - Recepção e análise dos dados transmitidos pelas COMDECs, referentes ao nível dos rios nos pontos de controle ou de ocorrência de enchentes; - Elaborar e transmitir para a CEDEC, em periodicidade a ser definida, boletins de alerta que informam a situação potencial de ocorrência de enchentes na Região Metropolitana de Curitiba. |
| A L E R T A M Á X I M O | Informação de vistoria de campo indicando que foi atingido o nível de enchente referente ao ESTADO de ALERTA MÁXIMO do PASE OU Registro de ENCHENTES E INUNDAÇÕES GENERALIZADAS nas bacias monitoradas. | <p>Previsão de não ocorrência de chuvas com tendência de LONGA DURAÇÃO de QUALQUER intensidade</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>Restauração dos sistemas de drenagem e recuperação das vias de acesso e circulação</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>Parecer favorável da SUDERHSA, inclusive quanto à necessidade de execução do conjunto de medidas previstas neste estado.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Obtenção dos dados transmitidos pela CEDEC referentes à análise do quadro potencial de ocorrência de enchentes e inundações; - Declarar e comunicar a CEDEC sobre MUDANÇA DE ESTADO; - Manter as vistorias de campo; - Alertar a população para a tomada de medidas de autoproteção; - Proceder às medidas de Defesa Civil de caráter emergencial para minimizar os efeitos da ocorrência de enchentes e inundações generalizadas. | <ul style="list-style-type: none"> - Análise contínua de dados meteorológicos e pluviométricos nas áreas de cobertura regional e específica do PASE; - Recepção de dados das COMDECs sobre o nível d'água dos rios; - Transmissão contínua da análise do potencial pluviométrico e da previsão meteorológica, para a CEDEC e para a SUDERHSA. | <ul style="list-style-type: none"> - Recepção da previsão meteorológica emitida pela SIMEPAR, e da análise potencial de ocorrência de enchentes e inundações feita pela SUDERHSA; - Transmitir para as COMDECs os dados de previsão meteorológica emitidos pela SIMEPAR, e a análise potencial de ocorrência de enchentes e inundações previsto no Boletim de Alerta feito pela SUDERHSA; - Manter-se informado e deter o controle da situação e da operação do PASE em cada município; - Deslocamento de técnicos para as áreas atingidas por enchentes para o acompanhamento da situação e avaliação da necessidade de medidas complementares; - Apoio logístico e operacional para as COMDECs; - Convocar, quando necessário, reunião da Comissão Executiva do PASE. | <ul style="list-style-type: none"> - Recepção e análise dos dados transmitidos pela SIMEPAR; - Recepção e análise dos dados transmitidos pelas COMDECs, referentes ao nível dos rios nos pontos de controle ou de ocorrência de enchentes; - Elaborar e transmitir para a CEDEC, em periodicidade a ser definida, boletins de alerta que informam a situação potencial de ocorrência de enchentes na Região Metropolitana de Curitiba. |

2 ANÁLISE DE PLANOS DE AÇÕES EMERGENCIAIS EXISTENTES

Planos de Ações Emergenciais baseados em Sistemas de Monitoramento, Previsão e Alerta e em atividades de Defesa Civil, têm sido elaborados e operados, visando a prevenção de acidentes associados a fenômenos naturais, inseridos em elenco de medidas não estruturais.

Avanços no conhecimento técnico e científico dos fenômenos naturais e o desenvolvimento de métodos e sistemas tecnológicos para o prognóstico de ocorrências, principalmente de eventos climáticos, têm sido fatores importantes para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de Planos de Ações Emergenciais de natureza preventiva. Neste aspecto, os Planos de Ações Emergenciais podem ser desenvolvidos segundo distintas concepções:

- a) **Concepção de atuação essencialmente preventiva:** são planos concebidos para a tomada de ações de emergência anteriormente à ocorrência de eventos críticos relacionados aos fenômenos naturais. Geralmente, os procedimentos emergenciais de planos com essa concepção têm como objetivo primordial **evitar** a ocorrência de perda de vidas humanas. A tomada de decisões, previamente definidas, baseia-se no acompanhamento contínuo de condições potenciais para a ocorrência de acidentes, com a utilização de Sistemas de Monitoramento, Previsão e Alerta;
- b) **Concepção de atuação emergencial, durante ou logo após a ocorrência de acidentes:** são planos baseados em procedimentos emergenciais previamente definidos para atuar durante e/ou logo após a ocorrência de acidentes, tendo como objetivos o resgate seguro de vítimas e a redução da magnitude dos danos sociais e materiais. Os Planos de Ações Emergenciais com esta concepção não precisam necessariamente estar integrados a sistemas de monitoramento e alerta;
- c) **Concepção mista:** planos de concepção mista englobam o planejamento de atividades tanto de prevenção, quanto de socorro durante e logo após a ocorrência de acidentes. Na verdade, são planos de concepção preventiva que contemplam também o planejamento de ações durante e/ou logo após a ocorrência de acidentes.

A seguir são apresentados e descritos Planos de Ações Emergenciais elaborados e em operação no Brasil. Para o melhor entendimento das características de cada plano é apresentada, de forma introdutória, uma breve circunscrição do problema enfrentado e a natureza das ameaças envolvidas, considerando que os Planos de Ações Emergenciais apresentam maior possibilidade de sucesso, quanto melhor e mais detalhada for a caracterização dos cenários de risco. Como poderá ser observado, alguns planos têm abrangência geográfica localizada, enquanto outros contemplam dimensões regionais.

2.1 PLANO DE CONTINGÊNCIA DO PÓLO INDUSTRIAL DE CUBATÃO EM SÃO PAULO

2.1.1 Circunscrição do Problema

A Serra do Mar na região do município de Cubatão, é um dos locais de maior risco de ocorrência de acidentes de escorregamentos e enchentes violentas no Estado de São Paulo. Essa situação é fruto das condições geológicas e fisiográficas naturalmente adversas e das intervenções no meio físico realizadas pelas diferentes formas de uso e ocupação do solo. Uma das principais situações de risco geológico está relacionada à presença do Parque Industrial de Cubatão, que ocupa uma área relativamente restrita, de cerca de 10 km², localizada nos trechos médios das bacias de drenagem, tendo a escarpa serrana de um lado, e o mangue de outro.

A origem do Parque Industrial de Cubatão remonta à década de 50, quando foram construídas as instalações subterrâneas da Usina Hidrelétrica Henry Borden. Em 1955, com a inauguração da Refinaria Presidente Artur Bernardes da Petrobrás, iniciou-se o processo que transformaria o município em importante centro industrial. Assim, a consolidação do Parque se deu, com a ocupação dos terrenos adjacentes de sopé da Serra, por empresas petroquímicas como a Alba S.A., a Companhia Brasileira de Estireno, a Union Carbide do Brasil S. A., a Petroquisa, a Companhia Petroquímica Brasileira – COPEBRÁS e a Ultrafertil.

O Parque Industrial de Cubatão conta com cerca de 20 grandes indústrias de bens de produção, com destaque para o Pólo Petroquímico, a Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA, e as indústrias de fertilizantes. Apesar das condições desvantajosas de terreno, a eleição do sítio de Cubatão à implantação do pólo industrial, deu-se pelos seguintes fatores favoráveis: proximidade do porto (entrada de matéria – prima), do grande centro consumidor e distribuidor (a cidade de São Paulo), disponibilidade de energia elétrica, abundância de água para as necessidades produtivas e facilidade de comunicações.

Em janeiro de 1985, uma chuva de cerca de 350 mm em 48 horas, deflagrou centenas de escorregamentos generalizados nas encostas da Serra do Mar em Cubatão e enchentes com alta concentração de sedimentos ao longo dos cursos d'água. A ocorrência de processos de enchentes violentas nas drenagens serranas e a possibilidade de desenvolvimento de fenômenos energéticos de corrida de blocos de rocha ("*debris flows*") a partir dos escorregamentos, expôs o risco de ocorrência de acidentes catastróficos, face a presença das instalações industriais, de estoques e dutos de produtos perigosos, nas áreas de passagem e de deposição de material detrítico, nos terrenos de baixada ao sopé da Serra do Mar.

Estudos de natureza hidrológica, geológica e geotécnica foram realizados para a melhor compreensão dos fenômenos ali ocorrentes, visando subsidiar a formulação adequada de medidas de redução dos riscos, dentre as quais se inclui o Plano de Contingência do Pólo Industrial de Cubatão.

A partir do melhor entendimento dos condicionantes naturais de deflagração dos fenômenos e das características dinâmicas dos processos de corrida, pode-se fazer estudos de setorização dos anfiteatros de drenagem com maior ou menor potencial para a geração de processos de "*debris flow*" e de enchentes com alto poder de impacto destrutivo. Estudos de correlação de chuvas x escorregamentos propiciaram também a definição de condições pluviométricas potencialmente críticas para a ocorrência de fenômenos do tipo corrida. Esses estudos de correlação

desenvolvidos na região de Cubatão forneceram os parâmetros básicos para a elaboração do Plano de Contingência do Pólo Industrial de Cubatão, e também para o Plano Preventivo de Defesa Civil – PPDC, específico para a prevenção de acidentes de escorregamentos em núcleos urbanos na região da Serra do Mar.

2.1.2 Concepção do Plano

As fortes chuvas de janeiro de 1985, causaram escorregamentos generalizados nas encostas da Serra do Mar, voltadas para o Pólo Industrial. O material escorregado, constituído de solo, blocos de rocha e troncos de árvores, foi carregado para as calhas dos rios principais atulhando-as e provocando inundações em extensas áreas de baixada ocupadas por unidades industriais e núcleos residenciais. O acidente mais grave resultante do episódio foi o rompimento de um duto de amônia próximo a um pequeno bairro da cidade conhecido como Vila Parisi, o que obrigou à evacuação dos moradores daquele núcleo habitacional.

Em razão da gravidade do quadro ambiental e de riscos presentes na região de Cubatão, foi formada no âmbito do Governo do Estado de São Paulo, a Comissão Especial para Recuperação da Serra do Mar, com o objetivo de formular um Plano de Emergência para reduzir os riscos inerentes aos próximos períodos de chuvas, contendo medidas de prevenção de acidentes e procedimentos para a rápida recuperação da cobertura vegetal na Serra do Mar.

Para um melhor diagnóstico das condições de risco, as encostas da Serra do Mar foram subdivididas em 9 setores de análise, em função principalmente das instalações industriais presentes na baixada, cujos limites englobam as bacias de drenagem que alcançam tais instalações. Em cada um desses setores foram realizados levantamentos para avaliar o potencial de geração de processos de corridas e de enchentes com alta capacidade de transporte de material sólido.

O Plano de Emergência de Cubatão contempla medidas estruturais e não estruturais. As medidas estruturais compreendem principalmente a construção de barragens para retenção de materiais nos cursos d'água principais, diques de proteção, diques de desvio e outras obras civis de natureza hidráulica. As medidas não estruturais englobaram o plantio de espécies nativas nas encostas afetadas pela poluição, o controle da emissão de poluentes industriais e a elaboração de um Plano de Contingência específico para o Pólo Industrial.

O Plano de Contingência do Pólo Industrial é um plano de concepção eminentemente preventiva que compreende ações logísticas, desencadeadas segundo níveis de alerta previamente definidos. Parâmetros de natureza meteorológica, pluviométrica, fluviométrica e geotécnica balizam o desencadeamento das ações prescritas em cada nível, referentes a diferentes situações potenciais de risco. A primeira versão do Plano de Contingência é de 1986, e sua concepção original, baseada em sistemas de monitoramento meteorológico, pluviométrico e geotécnico, em sistemas de alerta de cheias, e ações logísticas previamente definidas de segurança industrial e defesa civil, mantêm-se até hoje inalterada.

2.1.3 Análise Comparativa entre o Plano de Contingência do Pólo Industrial de Cubatão e o Plano de Ação para Situações Emergenciais – PASE

Em comparação com o PASE da bacia do Alto Iguaçu, o Plano de Contingência de Cubatão têm como área de abrangência uma localização relativamente restrita, em um meio físico particular, caracterizado por bacias de drenagem de alta energia em relevo de escarpas da Serra do Mar. O

problema principal a ser enfrentado também é específico, relacionado a instalações industriais e estoques de produtos perigosos, sujeitos a serem atingidos por eventos violentos de corridas de lama e enchentes com alta capacidade de transporte de material sólido.

Face à diversidade dos cenários de risco, as ações preventivas e emergenciais preconizadas são amplas e envolvem desde medidas de segurança industrial, como o controle dos estoques de produtos perigosos, até medidas de segurança urbana como a remoção preventiva de moradores de bairros localizados nas proximidades das instalações industriais.

A concepção primordialmente preventiva e o modelo de abordagem baseado em sistemas de monitoramento, previsão e alerta em tempo real de situações críticas associadas a chuvas, utilizando-se uma rede telemétrica de dados pluviométricos e fluviométricos, são entretanto, similares ao proposto na elaboração do PASE da bacia do Alto Iguaçu.

A operação do Plano de Contingência do Pólo Industrial de Cubatão é coordenada pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de São Paulo – CEDEC, e conta com a participação da Comissão de Defesa Civil de Cubatão, representantes das indústrias locais, e de instituições técnicas responsáveis pelo monitoramento meteorológico, pluviométrico e geotécnico.

2.2 PLANO EMERGENCIAL DE ENCHENTES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

2.2.1 Circunscrição do Problema

O município de São Paulo em conjunto com outras cidades ao seu redor, forma uma das maiores megametrópoles do mundo. Segundo dados do livro Sumário de Dados da Grande São Paulo 1996, editado pela Empresa Metropolitana de Planejamento S.A., a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, compreende o município de São Paulo e mais 38 municípios com cerca de 16,6 milhões de habitantes, dos quais 59,2% vivem na Capital. É um dos 3 maiores conglomerados urbanos do mundo, atrás apenas das metrópoles do México e Tóquio.

A área total da RMSP é de 8.051 km² sendo 1.771 km² de área urbanizada. O crescimento urbano em área da RMSP alcançou 357 km² em 10 anos, superfície igual a de Belo Horizonte. Dentre os diversos problemas sociais, econômicos e ambientais decorrentes desse crescimento acentuado, um dos principais refere-se aos recursos hídricos, e particularmente os relacionados a enchentes e inundações. De novembro a março, que corresponde ao período chuvoso, a RMSP sofre, praticamente todo ano, diversos impactos negativos decorrentes das inundações registradas nos leitos marginais aos principais rios e córregos que compõem a bacia do Alto Tietê.

A bacia do Alto Tietê localiza-se quase que totalmente dentro dos limites da RMSP e apresenta área de 5.657 km². Na bacia, todos os rios drenam suas águas para o rio Tietê, à exceção do Rio Pinheiros, cujas águas são bombeadas para o litoral. Os afluentes do Tietê encontram-se em sub-bacias de drenagem de alta declividade e elevada taxa de impermeabilização dos terrenos. Ao contrário de seus afluentes, o Tietê é um típico rio de planície, com declividade baixa, em torno de 15 cm por km.

Diferentes cenários de risco de acidentes relacionados a enchentes e inundações ocorrem na região da bacia do Alto Tietê, em função da variação das características fisiográficas dos terrenos

e das formas de uso e ocupação do solo. Chuvas intensas e prolongadas provocam inundações ao longo do rio Tietê e nas bacias principais. Chuvas intensas, localizadas e de curta duração, provocam inundações e alagamentos pontuais, principalmente nas sub-bacias menores. Inundações afetando extensas áreas marginais ocorrem com frequência nas áreas de várzea do rio Tietê e afluentes principais, que integram a porção central da bacia, de relevo colinoso.

As planícies de inundação ao longo do rio Tietê e principais afluentes, cujos terrenos de baixada apresentam diversos tipos de uso do solo, sofrem com inundações periódicas, principalmente em razão das características de baixa capacidade de drenagem da calha principal. Nos terrenos de relevo mais acidentado, que compreendem as regiões periféricas onde ocorre a expansão urbana, o crescimento acelerado da ocupação e a carência de obras de drenagem e outros serviços de infraestrutura urbana, contribuem para a ocorrência de inundações e enchentes com alta energia de escoamento em sub-bacias restritas. Ao longo de cursos d'água em vales encaixados ou espremidos pela ocupação marginal, enchentes com alta velocidade de escoamento podem produzir forças hidrodinâmicas capazes de causar acidentes destruindo moradias situadas no leito menor, junto aos barrancos dos rios, por ação direta das águas, ou por erosão e solapamento dos taludes marginais.

Para reduzir os efeitos das enchentes, a cidade de São Paulo conta com um Plano Emergencial de Enchentes. Esse Plano compreende programas específicos de ações desencadeadas por órgãos municipais, a partir de informações do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo – SAISP.

2.2.2 Concepção do Plano

O Plano Emergencial de Enchentes da Cidade de São Paulo é um plano de concepção preventiva. As ações do Plano contemplam basicamente atividades de Defesa Civil nas áreas sujeitas a inundações ocupadas por núcleos habitacionais, principalmente por habitações precárias do tipo favela, e operações de segurança urbana e de gerenciamento do tráfego da cidade realizado pela Companhia de Engenharia de Trânsito – CET.

As diversas ações emergências são desencadeadas a partir de informações emitidas pelo Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo – SAISP, sistema elaborado e operado pelo Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. O SAISP foi criado para acompanhar, monitorar e prever eventos hidrológicos críticos na cidade de São Paulo. Inicialmente operado com uma pequena rede telemétrica de hidrologia, hoje o sistema, composto por uma rede telemétrica convenientemente disposta e por um radar meteorológico Banda S, realiza o monitoramento automático das chuvas e dos níveis dos rios e dos reservatórios na região.

O radar de São Paulo monitora um círculo com 300 km de raio, e mede a intensidade da chuva em intervalos de 5 minutos, em áreas de 4 km², ou seja numa grade de 2 por 2 km. O SAISP opera em tempo real, e foi sendo aprimorado ao longo dos anos com o desenvolvimento de modelos que permitem a previsão quantitativa de chuva a curtíssimo prazo (“*nowcasting*”) e a previsão de vazões e inundações em pontos críticos da cidade. Toda a gama de informações do SAISP esta hoje integrada a um modelo da linha MSD – Modelo de Suporte a Decisão. O SAISP pode ser acessado pela Rede Mundial de Computadores – Internet, e suas informações estão disponíveis para outros potenciais usuários.

2.2.3 Análise Comparativa entre o Plano Emergencial de Enchentes da Cidade de São Paulo e o Plano de Ação em Situações Emergenciais – PASE

O Plano Emergencial de Enchentes da Cidade de São Paulo e o Plano de Ação em Situações Emergenciais – PASE da bacia do Alto Iguaçu, são similares segundo a lógica de sua concepção e componentes relacionados aos sistemas de previsão e alerta e de defesa civil. O acionamento das ações para situações emergenciais do Plano Emergencial de São Paulo é de total responsabilidade da Prefeitura Municipal de São Paulo, sendo realizado principalmente pela Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC, Companhia de Engenharia de Trânsito – CET e Coordenadoria de Urgências Urbanas e Áreas de Risco – COURGE.

O sistema de previsão e alerta do Plano Emergencial de Enchentes da Cidade de São Paulo, como descrito anteriormente, está baseado nos informes emitidos de forma contínua e automática pelo Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo – SAISP, que opera em regime de 24 horas. A base de dados hidrometeorológicos advém do radar meteorológico e da rede telemétrica composta atualmente por cerca de 40 postos pluviométricos e 18 postos fluviométricos, distribuídas na área da bacia e em seu entorno. A localização dos postos pluviométricos e fluviométricos da rede telemétrica mantida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE, foi definida para monitorar principalmente as cheias do rio Tietê e de algumas bacias, altamente urbanizadas, de afluentes importantes na região do município de São Paulo.

A rede telemétrica do Alto Tietê não se apresenta como uma malha regular cobrindo toda a área da bacia, de forma uniforme e homogênea, sendo que a escolha e disposição espacial das estações telemétricas foi realizada de forma logística, para atender de forma mais conveniente o monitoramento dos cenários de risco principais existentes na cidade de São Paulo. O desenvolvimento de modelos matemáticos para o tratamento adequado dos dados do radar e da rede telemétrica, permite a previsão quantitativa de chuva a curtíssimo prazo e a previsão de vazões e inundações em pontos críticos da cidade.

Sob o ponto de vista institucional, todo o sistema de previsão e alerta é controlado por um único órgão, o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, usando as capacitações e recursos humanos e materiais mantidos pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica - FCTH, o que trás importantes vantagens sob o ponto de vista de gerenciamento autônomo do sistema. Isto não ocorre em relação ao sistema de monitoramento, previsão e alerta do Alto Iguaçu, onde a rede telemétrica é de domínio da SUDERHSA e os dados do radar são de domínio da COPEL/SIMEPAR.

A operação do SAISP tem mostrado ser possível emitir informes de alerta de enchentes e inundações tanto para eventos associados a grandes chuvas como para chuvas localizadas e de curta duração. Usuários credenciados como a Defesa Civil da Cidade de São Paulo e a Companhia de Engenharia de Trânsito – CET do município, recebem continuamente informes objetivos sobre as condições hidrometeorológicas atuais e potenciais, tais como: dados de precipitação acumulada de 1 hora, dados de precipitação acumulada de 24 horas, dados observados pela rede telemétrica, previsão do tempo para a região com horizonte de três dias e previsão de inundação para as micro e macro drenagens.

A previsão de inundação em São Paulo, para a rede de micro drenagem, apresenta 4 estados de alerta, estabelecidos em função da chuva atual e a chuva prevista: Normal – não há previsão de inundação; Atenção – pode ocorrer inundação nas próximas três horas; Alerta – pode ocorrer inundação na próxima hora; e Emergência – área inundada.

Apesar do SAISP ter tido um desenvolvimento significativo na sua capacidade de monitorar e prever eventos hidrometeorológicos críticos, sendo hoje um bom modelo a ser estudado e seguido, em razão do bom grau de confiabilidade do sistema, o Plano Emergencial de Enchentes de São Paulo, tem demonstrado, haja visto o acidente ocorrido no túnel do Vale do Anhangabaú em 10 de março de 1999, que em alguns casos, a tomada de decisão é dificultada pela própria natureza do evento. O túnel encheu em alguns minutos (cerca de 10 minutos aproximadamente) e a chuva observada na região foi de 108 mm em duas horas (recorrência estimada em 100 anos).

Atualmente, face ao ocorrido e considerando o cenário de risco presente, o tráfego no túnel é continuamente controlado, e a cada previsão de possibilidade de chuvas intensas na sub-bacia do Anhangabaú, o túnel é temporariamente fechado e o escoamento do tráfego se dá pelas vias adjacentes. O exemplo descrito, objetiva mostrar que cada cenário de risco apresenta um conjunto de características particulares, que devem ser previamente reconhecidas visando a adoção da forma mais segura de prevenção de acidentes. No caso da mancha crítica de inundação do Vale do Anhangabaú, o cenário real de risco só foi plenamente reconhecido após a ocorrência do evento excepcional de chuva.

2.3 PLANO DE CONTROLE E MEDIDAS EMERGENCIAIS PARA ENCHENTES NA BACIA DO ALTO IGUAÇU (CONSÓRCIO ENERCONSULT/ELC/TE)

2.3.1 Apresentação do Plano de Controle e Medidas Emergenciais para Enchentes

O Plano de Controle e Medidas Emergenciais para Enchentes proposto pelo Consórcio ENERCONSULT/ELC/TEI, no âmbito do Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba – PROSAM, conforme descrito no Relatório RD - Volume 7, de Janeiro de 1997, apresenta “*as diretrizes (ou linhas de trabalho) para o desenvolvimento de medidas, de caráter não estrutural, para a previsão e alerta de possíveis cheias do rio Iguaçu e seus afluentes na Região Metropolitana de Curitiba.*”

O Plano de Controle e Medidas Emergenciais proposto pelo Consórcio ENERCONSULT/ELC/TEI baseia-se em dois componentes integrados: o *Sistema de Alerta de Inundações* e o *Sistema Operacional de Serviço de Emergência*. Segundo esta proposição, o Plano pode ser classificado como de concepção preventiva, segundo os critérios definidos anteriormente.

No referido documento, são abordados diversos aspectos inerentes à formulação dos dois sistemas. Basicamente, o *Sistema de Alerta de Inundações* refere-se ao uso de informações pluviométricas e fluviométricas da bacia, para previsão de eventos críticos de cheias. O *Sistema Operacional de Serviço de Emergência e Programa de Prevenção* contemplaria fundamentalmente um pacote de atividades para o gerenciamento da emergência, que sob o ponto de vista operativo, seriam de atribuição das Prefeituras Municipais, Defesa Civil, Secretarias de Obras e outros órgãos afins.

No capítulo 7 do referido relatório, é apresentada uma proposta de desencadeamento de ações de emergência segundo fases com diferentes graus de criticidade de ocorrência de eventos potencialmente perigosos: fase zero (vigilância ordinária ou de espera), fase um (vigilância ou pré-alerta), fase dois (alerta) e fase três (alarme).

Além dessas 4 fases pré–estabelecidas, que deflagram ações de prevenção, é proposta ainda uma fase de Inundação, na qual são previstas ações de emergência e operações de socorro. Cada uma dessas fases são descritas, considerando os critérios de entrada, ações específicas e responsabilidades.

2.3.2 Análise Comparativa entre o Plano de Controle e Medidas Emergenciais para Enchentes e o Plano de Ação para Situações Emergenciais – PASE

A diferença principal entre o Plano de Controle e Medidas Emergenciais para Enchentes proposto pelo Consórcio ENERCONSULT/ELC/TEI e o PASE, reside no fato de que enquanto o primeiro apresenta diretrizes e linhas de trabalho a serem desenvolvidas para a efetiva elaboração de um Plano de Ações Emergenciais, o PASE propriamente dito, procurou estabelecer objetivamente uma articulação lógica entre as fases ou níveis de atuação emergencial, segundo critérios de deflagração de ações objetivos, atribuições, responsabilidades e tarefas institucionais claras, e ações preventivas bem definidas.

Importante salientar porém, que toda a lógica de desenvolvimento e elaboração de um Plano de Medidas Emergenciais proposto no relatório da ENERCONSULT/ELC/TEI, fundamentou os estudos realizados para a formulação do PASE.

O documento da ENERCONSULT/ELC/TEI discute a importância de montar uma rede pluviométrica e fluviométrica convenientemente disposta e propõe novas estações pluviométricas segundo a análise de quadriculas ou malhas de 100 e 25 km². Apesar de citar o Sistema de Alerta de Inundação de São Paulo – SAISP, como um bom exemplo de sistema de monitoramento e previsão em tempo real, discute a real operatividade destes sistemas, em relação às possibilidades de tomada de ações em situação de pré-emergência.

2.4 PLANO DE REDUÇÃO DOS EFEITOS CLIMÁTICOS PROVOCADOS PELO FENÔMENO “EL NIÑO”, DA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA

2.4.1 Circunscrição do Problema

Tendo como preocupação os efeitos hidrológicos adversos associados ao fenômeno “El Niño”, a Prefeitura Municipal de Curitiba desenvolveu um Plano de Defesa Civil envolvendo todos os órgãos da Administração Direta e Indireta, com o intuito de “orientar, prevenir, socorrer e assistir” a população das áreas atingidas. O Plano de Defesa Civil, documentado em relatório de setembro de 1997, e elaborado em ação conjunta das diversas secretarias municipais, estabelece um conjunto de atribuições e procedimentos logísticos e organizacionais correspondentes a cada secretaria de governo, para serem desencadeados rapidamente em situações emergenciais, permitindo assim a atuação coordenada de órgãos públicos, locais e regionais, e demais instituições privadas colaboradoras, com o objetivo de reduzir danos e transtornos diversos decorrentes de eventos intensos associados ao fenômeno El Niño.

2.4.2 Concepção do Plano de Redução dos Efeitos Climáticos provocados pelo Fenômeno “El Niño”

O Plano elaborado sob a coordenação da Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC da Prefeitura Municipal de Curitiba é um Plano de Ação de Defesa Civil de concepção basicamente emergencial, baseado em modelo de abordagem do Sistema Nacional de Defesa Civil, que busca em suas ações atuar nos efeitos de eventos pluviométricos excepcionais relacionados ao fenômeno “El Niño”. O documento elaborado em setembro de 1997, apresenta em seu texto, como tópicos principais:

- a) Uma breve caracterização do fenômeno “El Niño” e uma análise das tendências climáticas a ele relacionadas, no território brasileiro;
- b) Uma definição de procedimentos gerais relativos às ações de combate aos sinistros, socorro às populações ameaçadas, assistência às populações afetadas e reabilitação dos cenários dos desastres;
- c) Um conjunto de atribuições específicas para atuação dos diferentes órgãos da administração direta e indireta;
- d) Análise comparativa entre o Plano de Redução dos Efeitos Climáticos provocados pelo Fenômeno “El Niño” e o Plano de Ação para Situações Emergenciais – PASE.

2.4.3 Análise Comparativa entre o Plano de Redução dos Efeitos Climáticos provocados pelo Fenômeno “El Niño” e o Plano de Ação em Situações Emergenciais - PASE

Os Planos analisados apresentam concepções distintas. O Plano de Redução dos Efeitos Climáticos provocados pelo Fenômeno “El Niño” foi formulado segundo uma concepção principalmente emergencial, visando reduzir os efeitos das chuvas nas comunidades mais vulneráveis. O PASE atualmente desenvolvido apresenta concepção essencialmente preventiva, buscando a execução de ações anteriormente à ocorrência dos fenômenos hidrológicos mais críticos.

O Plano elaborado pela Prefeitura Municipal de Curitiba, é na sua essência um Plano Municipal de Defesa Civil dirigido para os efeitos do fenômeno “El Niño”, mas que pode ser operado para todo tipo de sinistro, na medida em que apresenta um planejamento organizacional dos órgãos da prefeitura, com a definição clara das tarefas e responsabilidades dos diversos grupos descritos no Plano. Em relação ao PASE, a estrutura montada pela Prefeitura Municipal de Curitiba, através do Plano de redução dos efeitos adversos do “El Niño”, será de grande importância para o sucesso das ações de Defesa Civil preconizadas no PASE, considerando que as mesmas são deflagradas pelas Defesas Cíveis Municipais, e que a grande maioria das áreas de risco de enchentes e inundações encontra-se no território do município de Curitiba.

3 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ÁREAS CRÍTICAS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

A atividade inicial para a elaboração do PASE, como descrito anteriormente, é a identificação espacial das áreas críticas sujeitas a acidentes de enchentes e inundações. Cabe aqui ressaltar as diferenças conceituais entre enchentes e inundações: enquanto as primeiras referem-se ao acréscimo de descarga em determinado período de tempo, as segundas caracterizam-se pelo extravazamento dos excessos das enchentes, ocupando o leito maior dos cursos d'água.

Nos trabalhos desenvolvidos, foi realizada uma pesquisa dirigida junto a cada prefeitura municipal para a identificação das áreas de risco na bacia do Alto Iguaçu. Este trabalho está descrito detalhadamente no relatório *M03-07* – “Manchas de Inundação Conforme Pesquisas Realizadas nas Prefeituras”.

Basicamente, a pesquisa consistiu na coleta de dados de localização e caracterização preliminar das áreas de risco de enchentes e inundações, a partir de informações obtidas em contato com as prefeituras municipais. Após um primeiro esboço do mapa de localização das áreas de risco, foram realizadas visitas de campo para verificação e checagem dos dados de localização espacial em algumas das áreas, e registro fotográfico de situações representativas dos diferentes cenários de risco existentes. O levantamento realizado junto às prefeituras municipais permitiu a identificação, localização espacial e a cartografia dos trechos críticos de enchentes e inundações. O produto cartográfico obtido permite avaliar a distribuição e a extensão espacial das manchas críticas de inundação na área de estudo, e encontra-se apresentado no DESENHO M05 G002.

A análise da distribuição espacial das manchas de inundação e o reconhecimento de suas características, possibilitou identificar os municípios, as bacias e as regiões mais críticas, e fornecer subsídios importantes para a elaboração do PASE.

Com base nas informações obtidas a partir do levantamento realizado junto aos municípios, verificou-se um total de 173 áreas onde ocorrem problemas associados às inundações. Desse total, 138 encontram-se no município de Curitiba, o que representa aproximadamente 80% do total de áreas críticas sujeitas a enchentes e inundações, na região da bacia. São José dos Pinhais, com 14 manchas, é o segundo município com maior número de áreas críticas, o que representa cerca de 8% do total das áreas. O terceiro município com maior número de manchas é Pinhais, com 8 áreas identificadas.

A análise da distribuição das manchas de inundação comprova que o problema de enchentes e inundações apresenta uma clara relação com o crescimento urbano. Assim, a grande maioria das áreas foram identificadas nas bacias da margem direita do rio Iguaçu, relacionadas com os diferentes padrões de ocupação urbana presentes no município de Curitiba, nas várzeas e terrenos de ribanceira ao longo dos rios Atuba, Palmital, Bacacheri, Belém, Padilha, Barigui e ao longo do próprio rio Iguaçu. Em razão da impermeabilização dos terrenos decorrente do alto grau de urbanização que se verifica nas bacias da margem direita do rio Iguaçu, as inundações nesta região ocorrem com tempo relativamente curto depois da ocorrência da precipitação.

Na margem esquerda do rio Iguaçu, as bacias apresentam taxas de ocupação urbana bem menores, o que reflete no número significativamente menor de manchas críticas de inundação e na própria tipologia da inundação. No rio Iguaçu e afluentes da margem esquerda (com exceção

do rio Ressaca e em outras bacias menores) os processos hidrológicos que causam problemas na região, são mais lentos e as inundações geralmente ocorrem depois de uma seqüência de dias de chuva.

A concentração de manchas críticas de enchentes e inundações em apenas alguns municípios, tende a indicar como prioritárias, numa análise preliminar, as ações logísticas do PASE nos municípios de Curitiba, São José dos Pinhais e Pinhais.

3.1 ANÁLISE DA CRITICIDADE DO PROBLEMA DE INUNDAÇÃO NAS BACIAS DO ALTO IGUAÇU A PARTIR DO RECONHECIMENTO DA POPULAÇÃO ATINGIDA

O estudo do grau de criticidade do problema de enchentes e inundações teve como unidade de análise as bacias dos principais rios que compõem a bacia do Alto Iguaçu, com base no levantamento das manchas de inundação realizado junto a cada município (DESENHO M05 – G002). O estabelecimento do grau de risco de enchentes de cada bacia baseou-se em dados estimativos de população atingida por inundação e no número de áreas críticas de enchentes. Os graus de risco de enchentes adotados neste estudo foram estabelecidos como descritos a seguir:

- a) Risco muito alto de enchentes: população atingida superior a 10.000 habitantes ou número de manchas críticas de inundação superior a 30;
- b) Risco alto de enchentes: população atingida superior a 1.000 e inferior a 10.000 habitantes ou número de manchas críticas de inundação entre 15 e 30;
- c) Risco moderado de enchentes: população atingida superior a 100 e inferior a 1.000 habitantes, ou número de manchas críticas de inundação entre 5 e 15;
- d) Risco baixo de enchentes: população atingida inferior a 100 pessoas ou número de manchas críticas de inundação inferior a 5.

A seguir é feita uma avaliação de risco segundo os critérios anteriormente expostos, para cada bacia onde foram identificadas as manchas críticas de inundação. A Tabela com Atributos das Manchas de Inundação, ANEXO 1, apresenta informações de cada uma das manchas obtidas dos levantamentos junto aos municípios.

Dentre as informações levantadas há dados qualitativos que indicam o impacto potencial das cheias em relação ao ambiente (urbano ou rural), equipamentos públicos diversos, indústrias, comércio, escolas, hospitais, e vias atingidas.

A partir desses levantamentos, foram avaliadas as populações atingidas pelas enchentes e inundações considerando a freqüência de ocorrência desses eventos, classificados como de freqüência muito alta, alta e moderada, conforme os seguintes critérios:

- As enchentes de freqüência muito alta atingem manchas críticas de inundação com atributo de freqüência de pelo menos 1 evento por ano (freqüência anual de inundação);
- As enchentes de freqüência alta atingem manchas críticas de inundação com atributo de freqüência de pelo menos 1 evento a cada 5 anos (freqüência quinqüenal de inundação)

- As enchentes de freqüência moderada atingem àquelas manchas críticas de inundação com atributo de freqüência de pelo menos 1 eventos de inundação a cada 10 anos (freqüência decenal de inundação).

A tabela 3.1.1 – “População Atingida por Inundação”, apresentada a seguir, indica valores estimativos do número de habitantes atingidas por enchentes e inundações na região de cada bacia, no cenário atual (1999) e futuro (2020), para eventos de freqüência muito alta, alta e moderada.

Tabela 3.1.1 População Atingida por Inundação (habitantes)

| Bacia | Manchas de Inundação | Ano 1.999 | | | Ano 2.020 | | |
|--------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | | Freqüência de Inundação Muito Alta | Freqüência de Inundação Alta | Freqüência de Inundação Moderada | Freqüência de Inundação Muito Alta | Freqüência de Inundação Alta | Freqüência de Inundação Moderada |
| A. Boqueirão | 2 | 4.319 | 4.319 | 4.319 | 4.319 | 4.319 | 4.319 |
| Atuba | 15 | 34.316 | 37.084 | 40.836 | 36.027 | 39.668 | 43.943 |
| Avariu | 1 | 357 | 357 | 357 | 511 | 511 | 511 |
| Barigui | 49 | 21.056 | 22.761 | 22.761 | 34.681 | 36.678 | 36.678 |
| Belém | 15 | 28.738 | 28.741 | 28.741 | 29.640 | 29.840 | 29.840 |
| Cachoeira | - | - | - | - | - | - | - |
| Cotia | - | - | - | - | - | - | - |
| Divisa | - | - | - | - | - | - | - |
| Espigão | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Irai | 13 | 13.505 | 16.826 | 26.271 | 30.512 | 35.094 | 45.440 |
| Mascate | 2 | 305 | 305 | 305 | 1.003 | 1.003 | 1.003 |
| Mauricio | 1 | 26 | 26 | 26 | 188 | 188 | 188 |
| Miringuava | 4 | 1.988 | 1.988 | 1.988 | 9.278 | 9.298 | 9.298 |
| Moinho | - | - | - | - | - | - | - |
| Padilha | 7 | 6.610 | 6.610 | 6.610 | 6.610 | 6.610 | 6.610 |
| Passaúna | 5 | 867 | 867 | 867 | 1.432 | 1.492 | 1.492 |
| Pequeno | 6 | 0 | 0 | 464 | 0 | 0 | 12.306 |
| Ponta Grossa | 2 | 1.394 | 1.394 | 1.394 | 1.394 | 1.394 | 1.394 |
| Prensa | - | - | - | - | - | - | - |
| Ressaca | 4 | - | 2.384 | 2.384 | - | 7.382 | 7.382 |
| TOTAL | 127 | 113.481 | 123.663 | 137.325 | 155.595 | 173.477 | 200.405 |

Fonte: CH2M HILL/ SIG do Plano Diretor de Drenagem

3.1.1 Bacia do Atuba

A Bacia do Atuba localiza-se na porção norte da Bacia do Alto Iguaçu e seus cursos d'água atravessam terrenos dos municípios de Almirante Tamandaré, Colombo, Curitiba e Pinhais.

No terço superior da bacia, compreendida pela região à montante da confluência do rio Atuba com o rio Arruda, os terrenos de cabeceira de drenagem apresentam encostas com declividade natural média a alta, e nenhuma mancha crítica de inundação foi identificada segundo o levantamento efetuado junto aos municípios. Na área em questão, o rio Atuba é a feição geográfica de divisa que delimita os municípios de Almirante Tamandaré e Colombo. Nessa região a densidade populacional é baixa, e os cursos d'água apresentam suas margens relativamente bem preservadas da ocupação urbana.

No trecho médio da bacia do Atuba, compreendido até aproximadamente a confluência com o rio Bacacheri a jusante, 15 manchas críticas de inundação foram identificadas. Esta região da Bacia do rio Atuba apresenta porções de cabeceira onde há o predomínio de declividades naturais média a baixa. É uma região de alta densidade populacional, onde predominam atividades urbanas, caracterizadas por bairros consolidados e em consolidação, dos municípios de Colombo e Curitiba.

No município de Colombo, 4 manchas críticas de inundação foram identificadas, associadas à expansão urbana periférica, nas proximidades da divisa com o município de Curitiba. Já neste município, na Regional Boa Vista, 11 manchas críticas de inundação foram identificadas, sendo 8 delas nos distritos de Boa Vista, Tingui, Bacacheri e Tarumã, na sub-bacia do rio Bacacheri, e as outras 3 nos distritos de Santa Cândida, Cachoeira e Bairro Alto, em afluentes menores do rio Atuba.

A população atingida por inundação, estimada para a Bacia do Atuba, é de 34.316 hab. para frequência muito alta de enchentes, 37.084 hab. para frequência alta e 40.836 hab. para frequência moderada. A Bacia do Atuba apresenta o valor mais alto de população atingida na Bacia do Alto Iguaçu. As vias urbanas sujeitas a serem interrompidas e equipamentos públicos e instalações privadas passíveis de serem atingidas encontram-se indicadas na Tabela com Atributos de Cada Mancha de Inundação (ANEXO 1).

Considerando a frequência muito alta dos eventos de enchentes na bacia, e o número elevado de manchas críticas de inundação e de população atingida, a Bacia do Atuba apresenta grau muito alto de risco.

3.1.2 Bacia do Barigui

A Bacia do Barigui tem sua nascente no extremo norte da região da Bacia do Alto Iguaçu. Apresenta formato alongado e largura relativamente estreita, sendo que o rio Barigui é o afluente mais comprido do rio Iguaçu, com extensão aproximada de 50 km.

A Bacia do Barigui compreende terrenos dos municípios de Almirante Tamandaré, Curitiba e Araucária, e foi dividida em 3 setores para fins de análise. A região da bacia, no interior da área do município de Almirante Tamandaré, que abrange aproximadamente o terço superior de drenagem do rio Barigui, apresenta 2 manchas críticas de inundação. O município de Almirante Tamandaré apresenta um processo de crescimento urbano acentuado, associado à população de baixa renda, na região próxima à divisa com Curitiba, mas ainda mantém uma área preservada relativamente grande nas porções de cabeceira do rio Barigui. O município apresenta grau de risco moderado

associado a enchentes, considerando o número de áreas críticas e a população passível de ser atingida.

O grau de risco de enchentes e inundações no trecho da bacia a montante da divisa dos municípios de Almirante Tamandaré e Curitiba é moderado a baixo.

O segundo setor de análise compreende a área da Bacia do Barigui a jusante da divisa dos municípios de Almirante Tamandaré e Curitiba, até a confluência do rio Capão Raso com o rio Barigui. Este setor da bacia encontra-se totalmente em terrenos do município de Curitiba, e apresenta alta taxa de ocupação urbana. Eventos críticos de cheias associados ao extravasamento das águas da calha do rio Barigui ocorrem com frequência muito alta ao longo praticamente de toda a extensão do rio nesse setor da bacia. Foram identificadas 42 manchas críticas de inundação associadas à ocupação das áreas marginais dos diversos afluentes do rio Barigui (DESENHO M05 – G002). Trechos urbanos de praticamente todos os distritos da Regional de Santa Felicidade, e os distritos de Campo Comprido, Cidade Industrial, Santa Quitéria, Vila Izabel, Fazendinha, Portão e Novo Mundo, da Regional do Portão, são periodicamente atingidos por eventos de inundação. Estas regiões do município de Curitiba apresentam de forma geral, muito alto risco de ocorrência de acidentes relacionados a enchentes.

O terceiro setor de análise refere-se ao restante da bacia, que compreende aproximadamente a área do terço inferior do rio Barigui. Neste trecho, o rio Barigui é o elemento geográfico de divisa entre o município de Curitiba e o município de Araucária. A densidade populacional neste setor é relativamente baixa e 5 manchas críticas de inundação foram identificadas, sendo 4 em trechos marginais do rio Barigui e 1 área nos terrenos marginais do rio Gleba da Ordem. Na área do município de Curitiba as manchas de risco de enchentes localizam-se no distrito de Caximba, da Regional Bairro Novo, e nos distritos de Campo de Santana, Tatuquara e Cidade Industrial da Regional Pinheirinho. Estas regiões de Curitiba apresentam risco médio a alto de enchentes. Este setor da Bacia do Barigui apresenta criticidade média associada a problemas de enchentes. Na área do município de Araucária não foram apontadas áreas críticas de inundação.

Como mostra a Tabela 3.1.1 de População Atingida por Inundação nas Bacias, a do Barigui, em comparação com as outras bacias do Alto Iguaçu, é atualmente a terceira mais crítica em relação à população total atingida e a primeira com maior número de manchas de inundação.

3.1.3 Bacia do Passaúna

A Bacia do Passaúna localiza-se na porção noroeste da Bacia do Alto Iguaçu, e compreende terrenos dos municípios de Almirante Tamandaré, Curitiba, Campo Magro, Campo Largo e Araucária, em área periférica da Região Metropolitana de Curitiba, com baixo grau de ocupação urbana e de densidade populacional.

O levantamento de informações sobre inundação realizado junto aos municípios identificou apenas 5 manchas críticas de inundação na Regional de Santa Felicidade, município de Curitiba, na região de divisa com Campo Magro, e 6 pontos de enchentes em Campo Largo (DESENHO M05 – G002). A população atingida por inundação estimada para as manchas críticas na bacia é de 867 pessoas. A Bacia do Passaúna apresenta grau de risco médio associado ao problema de enchentes.

3.1.4 Bacia do Belém

A Bacia do Belém situada na porção centro-norte da Bacia do Alto Iguaçu, compreende terrenos altamente urbanizados no município de Curitiba. Além das áreas inundáveis ao longo do curso do rio Belém, principalmente na planície marginal ao trecho retificado, pontos críticos de inundação foram identificados na região central da cidade, em decorrência da alta taxa de impermeabilização dos terrenos da bacia e de deficiências no sistema de drenagem urbano.

De uma forma geral, todos os distritos da Regional da Matriz sofrem com problemas de enchentes. Na região da bacia, 15 manchas críticas de inundação foram identificadas ao longo do rio Belém e nos afluentes principais (rio Pilarzinho, rio Ivo, rio Água Verde, rio Juveve e córrego do Prado Velho). Danos diversos a núcleos residenciais, estabelecimentos comerciais, escolas e transtornos ao tráfego em diversas vias públicas, são alguns exemplos de ocorrências associadas a cheias de frequência muito alta na Bacia do Belém.

Na Regional Boa Vista, há duas manchas críticas de inundação na região de cabeceira do rio Belém. Na Regional Cajuru foram identificados 8 áreas críticas de enchentes associadas ao rio Belém, rio Guabirota e córrego Areiãozinho. Na Regional do Boqueirão, 9 manchas de inundação foram identificadas, associadas às cheias do rio Belém, ribeirão Pinheirinho, córrego Evaristo da Veiga, córrego Luiz José dos Santos e córrego Valdemar de Campos.

Na Bacia do Belém, a população atingida por inundação de frequência muito alta é estimada em 28.738 e 28.741 hab. para episódios de frequência alta ou moderada. A Bacia do Belém é a segunda mais crítica em relação à população atingida, e apresenta grau de risco muito alto associado ao problema das manchas de inundação e enchentes.

3.1.5 Bacia do Iraí

A Bacia do Iraí localiza-se na extremidade nordeste da Bacia do Alto Iguaçu, e constitui-se na maior bacia de drenagem em área da Região Metropolitana de Curitiba. Seus cursos d'água atravessam terrenos dos municípios de Colombo, Pinhais, Campina Grande do Sul, Quatro Barras, Piraquara e São José dos Pinhais. A maior parte da área encontra-se com baixa densidade populacional, à exceção dos centros urbanos dos municípios de Piraquara, Quatro Barras, Colombo e Pinhais.

Na Bacia do Iraí são 13 as manchas críticas de inundação identificadas. Essas áreas localizam-se nos municípios de Colombo (4), ao longo do rio Palmital e afluentes principais, Campina Grande do Sul (1) e Quatro Barras (1), associadas às cheias do rio Timbu, e Pinhais (6) e Piraquara (1), relacionadas aos rios Iraí e Palmital. As áreas mais críticas referem-se às grandes manchas de inundação no rio Iraí, que correspondem às áreas da planície aluvionar com ocupação urbana relativamente densa do município de Pinhais.

A população atingida por inundação estimada para a Bacia do Iraí é de 13.505 pessoas para frequência muito alta, 16.826 para frequência alta e 26.271 para frequência moderada. A Bacia do Iraí apresenta risco muito alto associado a enchentes e inundações em razão principalmente da estimativa da população atingida.

3.1.6 Bacia do Padilha

Localizada na porção central da Bacia do Alto Iguaçu, e abrangendo terrenos restritos ao município de Curitiba, a Bacia do Padilha é uma pequena bacia de drenagem com alto índice de ocupação populacional. Foram identificadas 7 manchas críticas de inundação na área desta bacia. O rio Padilha delimita a Regional do Boqueirão e a Regional do Bairro Novo, sendo que as manchas de inundação localizam-se nos distritos municipais dessas duas Regionais, e também na Regional Pinheirinho, que abriga a porção de cabeceira da bacia.

Na Regional do Boqueirão, foram identificadas 3 manchas críticas de inundação associadas ao rio Jardim Esmeralda e ao ribeirão Padilha. Os distritos municipais mais atingidos são Xaxim e Alto Boqueirão. Na Regional do Bairro Novo, outras 3 manchas críticas de inundação, associadas às cheias do córrego Vila Osternack, arroio Cercado e ribeirão Padilha, estão localizadas nos distritos de Sítio Cercado e Vila Osternack. Na Regional Pinheirinho, há uma mancha de inundação em trecho de cabeceira do Rio Padilha.

A Bacia do Padilha apresenta uma população atingida por inundação estimada em 6.610 pessoas. Uma parte significativa dessa população está associada a núcleos habitacionais de baixa renda do tipo favela, em terrenos ribeirinhos ao longo do rio Padilha, com alto grau de vulnerabilidade a acidentes de enchentes. A Bacia do Padilha está classificada como de alto grau de risco associado a enchentes e inundações.

3.1.7 Bacia do Alto Boqueirão

A Bacia do Alto Boqueirão localiza-se na porção central da Bacia do Alto Iguaçu, e compreende uma pequena bacia de drenagem, de ocupação populacional média a alta. Na área da bacia, as cheias do rio Alto Boqueirão causam transtornos localizados nos distritos relativamente populosos do Boqueirão, Alto Boqueirão e Xaxim, da Regional de Boqueirão, município de Curitiba. Eventos pluviométricos de alta intensidade e curta duração ocasionam freqüentes alagamentos e inundações nos bairros da região, relacionados à dinâmica de enchentes rápidas do rio Alto Boqueirão.

Na área da bacia, foram identificadas 2 manchas críticas de inundação no curso médio e inferior do Rio Alto Boqueirão.

A Bacia do Alto Boqueirão apresenta uma população atingida por inundação estimada em 4.319 pessoas, e está classificada como de alto grau de risco associada a processos de enchentes.

3.1.8 Bacia do Ressaca

A Bacia do Ressaca localiza-se na margem esquerda do rio Iguaçu, compreendendo terrenos com alta densidade populacional, na região urbana do município de São José dos Pinhais. Em bacias de dimensões restritas como a Bacia do Ressaca, a alta taxa de impermeabilização dos terrenos decorrente do processo de urbanização, em conjunto com as características intrínsecas da bacia, favorecem a ocorrência de processos hidrológicos com tempo muito curto depois da precipitação.

Foram identificadas nesta bacia 4 manchas críticas de inundação, que se localizam ao longo dos terrenos marginais do rio Ressaca. A Bacia do Ressaca apresenta população atingida por

inundação estimada em 2.384 pessoas e está classificada como de alto grau de risco associado a enchentes.

3.1.9 Bacia do Pequeno

A Bacia do Pequeno situa-se na margem esquerda do Rio Iguaçu, na porção leste da Bacia do Alto Iguaçu, e apresenta um formato alongado, com a maior parte de sua área, principalmente as suas porções de cabeceira, com baixa densidade de ocupação urbana. As áreas críticas de inundação localizam-se no terço inferior da bacia, onde se concentra significativa parte do desenvolvimento urbano do município de São José dos Pinhais. Na Bacia do Pequeno, os processos de cheia são geralmente lentos, em razão principalmente da extensa área preservada na porção de cabeceira.

Na Bacia do Pequeno, foram identificadas 6 manchas críticas de enchentes e inundações, associadas às cheias do rio Pequeno e do córrego Maciel. A frequência de cheias nessas áreas críticas é de moderada a alta, e o total de população atingida por inundação está estimado em 464 pessoas. A Bacia do Pequeno apresenta médio grau de risco associado a enchentes.

3.1.10 Bacia do Miringuava

A Bacia do Miringuava localiza-se na porção sudeste da Bacia do Alto Iguaçu, e toda a sua área encontra-se dentro dos limites territoriais do município de São José dos Pinhais. Semelhante à Bacia do rio Pequeno, a Bacia do Miringuava apresenta extensas áreas preservadas na região de cabeceiras de drenagem. Foram identificadas 4 manchas críticas de inundação, sendo 3 ao longo do rio Miringuava e 1 nas margens do rio Miringuava Mirim, nas porções inferiores da bacia.

A população atingida por inundação relacionada com as áreas críticas identificadas, está estimada em 1.988 pessoas. A Bacia do Rio Miringuava está classificada como de alto grau de risco associado a enchentes.

3.1.11 Bacia do Ponta Grossa

A Bacia do Ponta Grossa apresenta dimensões pequenas e está situada no limite sul da expansão urbana do município de Curitiba. Apresenta densidade populacional média a alta, e 2 manchas críticas de inundação foram identificadas na porção superior da bacia. Essas duas áreas localizam-se na Regional Bairro Novo. A população atingida por inundação estimada para a Bacia do Ponta Grossa é de 1.394 pessoas e a mesma apresenta alto grau de risco associado a enchentes.

3.1.12 Bacia do Avariú

A Bacia do Avariú localiza-se na margem esquerda do Rio Iguaçu, e abrange uma área de dimensão pequena de cerca de 5 km², em terrenos do município de São José dos Pinhais, sujeitos a processo de crescimento urbano. Foi identificada apenas uma área de inundação. A população atingida por inundação estimada para a bacia é de 357 pessoas. A Bacia do Avariú apresenta atualmente baixo grau de risco associado a enchentes.

3.1.13 Bacia do Mascate

A Bacia do Arroio Mascate localiza-se na porção sul da Bacia do Alto Iguaçu, na margem esquerda do rio Iguaçu. A bacia encontra-se em terrenos do município de Fazenda Rio Grande. As 2 manchas de inundação identificadas estão localizadas nos trechos marginais ao rio Despique e ao arroio Mascate. A Bacia do Arroio Mascate apresenta médio grau de risco associado a enchentes.

3.1.14 Bacia do Maurício

A Bacia do Maurício localiza-se no extremo sul da Bacia do Alto Iguaçu, na margem esquerda do rio Iguaçu, em terrenos do município de Mandirituba e do município de Fazenda Rio Grande. A área apresenta extensa porção de terrenos preservados e baixo grau de urbanização, que se restringe basicamente ao centro urbano de Mandirituba. Uma mancha crítica de inundação foi identificada no médio curso do Rio dos Patos, no município de Mandirituba. A população atingida por inundação foi estimada em 26 pessoas, e o grau de risco da bacia é baixo.

3.1.15 Bacia do Espigão

A Bacia do Arroio Espigão é uma bacia de dimensões pequenas, situada na porção central da Bacia do Alto Iguaçu, compreendendo terrenos da extremidade sul do município de Curitiba, em trecho de expansão urbana. Uma mancha de inundação foi identificada no arroio do Espigão. A população atingida por inundação é pequena, e o grau de risco da bacia é baixo.

3.1.16 Áreas Críticas de Inundação nas Várzeas do rio Iguaçu

O rio Iguaçu é a calha principal de drenagem na Região Metropolitana de Curitiba, e tem sua origem a partir da confluência dos rios Atuba e Iraí. Os trechos mais críticos de enchentes e inundações compreendem os terrenos de várzea, sujeitos a forte pressão de ocupação urbana, caracterizada por aglomerados urbanos de moradias sub-normais, situados na divisa de Curitiba com São José dos Pinhais. A população sujeita a ser atingida por eventos de inundações generalizadas da planície aluvionar do rio Iguaçu é alta, e as extensas áreas marginais ao longo do rio Iguaçu apresentam situações de muito alto grau de risco, associadas principalmente com a ocupação urbana do tipo favela.

3.2 ANÁLISE DOS CENÁRIOS ATUAL E FUTURO DAS ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES

O estudo dos cenários atual e futuro das áreas de risco de enchentes e inundações na bacia do Alto Iguaçu, baseou-se em análises comparativas de estimativas da população atingida hoje (1999), e no futuro (2020), em relação a situações hidrológicas de diferentes magnitudes. Para esse estudo, foram elaborados seis mapeamentos distintos, através do cruzamento da estimativa da mancha urbana atual e futura, com a projeção dos eventos de enchentes com frequência muito alta, alta e moderada (DESENHOS M05 G003, M05 G004, M05 G005, M05 G006, M05 G007 e M05 G008). Adotou-se como premissa que crescimentos populacionais elevados representariam aumento na magnitude do problema de risco nas manchas críticas de inundação.

A análise específica do crescimento populacional, comparando-se a projeção estimada do quadro atual em relação ao cenário futuro, indica uma situação de aumento significativo da população estimada de ser atingida por inundação, em algumas bacias. Por exemplo, nas bacias de pequenas dimensões tais como a do Ressaca, Pequeno e Mascate, as projeções de população atingida mudariam significativamente a situação de criticidade, se considerarmos apenas os critérios adotados na análise de criticidade das bacias, não levando em conta as possíveis medidas estruturais e não estruturais a serem realizadas, nem o aparecimento de novas manchas críticas de inundação.

No caso da bacia do Ressaca, a população estimada a ser atingida por eventos de inundação passaria de 2.384 (1999) para 7.382 hab. (2020). No caso da bacia do Pequeno, passaria de 464 pessoas (1999) para 12.316 hab. pessoas (2020) e a situação de risco mudaria de moderado para muito alto risco. Na bacia do Mascate, a população atingida passaria de 305 (1999) para 1003 hab. (2020) e a situação de risco mudaria de moderado para alto.

A análise da população atual e futura, estimada de ser atingida por eventos de enchentes e inundações, nas bacias com grau de risco atual muito alto (Atuba, Barigui, Belém e Iraí), indica aumentos mais consideráveis nas bacias do Iraí e Barigui.

Em relação à variação na magnitude dos processos hidrológicos, considerando enchentes com frequências muito alta, alta e moderada, a análise comparativa indica um aumento significativo das manchas de áreas sujeitas a inundações nas calhas dos cursos d'água principais: rio Iguaçu, rio Palmital, rio Atuba e rio Pequeno. Os eventos de enchentes e inundações com frequência baixa a moderada, representariam eventos hidrológicos decorrentes de chuvas de alta intensidade e longa duração, responsáveis por inundações afetando áreas extensas, principalmente nos trechos inferiores, nas áreas de várzea do rio Iguaçu e afluentes principais.

A análise da expansão urbana, que ocorre nas periferias da mancha urbana consolidada, e que pode ser notada nos mapas de estimativa da população atual e futura, indica que em bacias menores situadas ao sul de Curitiba, há uma tendência de crescimento no número de situações de risco de acidentes, associadas principalmente a cenários de risco de enchentes e inundações com frequência alta e muito alta. Nas áreas das planícies fluviais, na confluência dos rios Iguaçu, Palmital, Atuba e Pequeno, sujeitas a inundações extensas, a estimativa de crescimento populacional é menos significativa.

Como resultado dos trabalhos de campo realizados para avaliar os cenários de risco de enchentes e inundações, presentes nas manchas de inundação identificadas em cada município, pode-se observar as situações e tendências de agravamento do quadro atual de risco, decorrentes do processo de expansão urbana irregular em curso, principalmente nos seguintes municípios: Curitiba, Colombo, Almirante Tamandaré, Pinhais e São José dos Pinhais. A ocupação acelerada nos municípios de Colombo e Almirante Tamandaré, por exemplo, tende a agravar os cenários de risco presentes em Curitiba e Pinhais, na medida em que a urbanização naqueles dois municípios vêm ocorrendo em direção às porções de cabeceira das bacias do Barigui, Atuba, e sub-bacia do rio Palmital, afluente do rio Iraí.

As análises realizadas estão baseadas simplesmente em projeções estimativas de aumento populacional nas manchas de inundação, e portanto apresentam limitações metodológicas, que podem indicar algumas situações duvidosas. Na bacia do Miringuava por exemplo, que apresenta uma projeção de crescimento populacional futuro nas manchas de inundação presentes na bacia, da ordem de 5 vezes a população atual, esta estimativa é passível de um estudo mais apurado.

Da mesma forma, a ausência de incremento da população atual e futura, nas manchas de inundação em bacias com alta pressão de expansão urbana, como as bacias do Padilha, Alto Boqueirão e Ponta Grossa, configura uma situação duvidosa. Entretanto, apesar de possíveis incoerências associadas às projeções efetuadas, estas foram importantes para dar uma dimensão quantitativa do problema em relação à população passível de ser atingida por inundações, em cada uma das bacias que compõem a Bacia do Alto Iguaçu.

4 RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Esta atividade foi desenvolvida com o objetivo de reconhecer, os cenários de risco de acidentes de enchentes e inundações, relacionados com as manchas de inundação identificadas na região da bacia do Alto Iguaçu.

A análise dos cenários de risco compreendeu basicamente, a identificação dos tipos de processos hidrológicos ocorrentes, o entendimento do seu potencial de gerar danos, e a análise de vulnerabilidade dos tipos e padrões de uso e ocupação existentes nas manchas de inundação.

Na região da bacia do Alto Iguaçu, as situações de risco hidrológico podem ser classificadas segundo alguns cenários padrões de risco, apesar das particularidades presentes em cada mancha de inundação. Cada cenário padrão de risco, apresentaria um nível de periculosidade passível de diferenciação, em função de fatores tais como: tipo de processos hidrológicos ocorrentes, poder destrutivo do processo, seu tempo de desenvolvimento, raio de alcance, a vulnerabilidade dos elementos sob risco e dimensão dos danos esperados.

As administrações públicas municipais geralmente não contam com estudos de análise de risco para subsidiar ações corretivas e preventivas, em relação às áreas com problemas relacionados a enchentes e inundações. Este estudo, de caráter regional, apresenta um modelo de distinção dos cenários de risco hidrológico presentes na área da bacia do Alto Iguaçu.

A análise dos cenários de risco, realizados para cada município, deve necessariamente ser objeto de investigações mais detalhadas, para a caracterização precisa dos cenários efetivos de risco em cada mancha de inundação, no sentido de se obter subsídios para a definição das medidas específicas mais adequadas de prevenção de acidentes de enchentes e inundações, tanto em relação às ações do PASE, quanto para fundamentar planos diretores de drenagem urbana no âmbito municipal.

Em relação à distribuição espacial das manchas críticas de inundação, como apresentado anteriormente, a grande maioria das situações de risco localiza-se no município de Curitiba, relacionadas à ocupação urbana formal e consolidada, nas regiões centrais da cidade, e aos núcleos urbanos regulares e clandestinos invadindo terrenos marginais dos cursos d'água, fruto do crescimento urbano acelerado. Na área urbana consolidada, a impermeabilização dos terrenos favorece a ocorrência de eventos de escoamento superficial instantâneo.

O sistema de drenagem urbano não consegue escoar convenientemente o aporte atual de água superficial. Enchentes e alagamentos decorrentes desse excesso de água em superfície, causam transtornos ao trânsito, insegurança aos pedestres e moradores, e danos e prejuízos materiais diversos. Nas porções a jusante do rio Belém, após a travessia da rodoviária, há situações de risco pontuais associadas a ocupações ribeirinhas relacionadas à população de baixa renda, em trechos de terraços fluviais deprimidos. São situações pontuais associadas a núcleos de ocupação de baixa renda ocupando terraços fluviais restritos na confluência do rio Belém com o rio Água Verde.

No caso das áreas densamente urbanizadas, na porção central da cidade, as ocorrências de enchentes mostram-se de difícil previsibilidade e uma situação permanente de alerta para a possibilidade de enchentes instantâneas deve ser comunicada à população, e esta deve ser

educada para conviver de forma segura, enquanto outras medidas de natureza estrutural e não estrutural não resolverem de maneira satisfatória a questão.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO

A seguir são descritos os cenários de risco hidrológico associados a enchentes e processos correlatos, adotados neste estudo, para propiciar uma caracterização preliminar e uma avaliação da gravidade do problema, tendo em vista principalmente a definição de ações específicas do PASE no âmbito municipal.

4.1.1 Cenário de Risco I - Enchentes e Inundações com Alta Energia de Escoamento atingindo Ocupações Ribeirinhas

Este cenário de risco refere-se a processos hidrológicos com alta energia de fluxo, alta capacidade de transporte de material sólido e alto poder de impacto destrutivo. As situações de maior risco estão geralmente associadas a habitações precárias, erguidas na calha menor de cursos d'água, sujeitas a atingimento e destruição por forças hidrodinâmicas. As perdas decorrentes de acidentes desta natureza são geralmente de ordem material, mas eventos com vítimas podem também ocorrer.

As situações de risco referentes ao cenário de risco I, associadas a enchentes com alta energia de escoamento, são geralmente aquelas que apresentam maior grau de risco à integridade física das pessoas, principalmente ao longo de cursos d'água em cujas margens encontram-se habitações de padrão construtivo precário, altamente vulneráveis aos impactos das cheias. Os eventos dessa natureza estão associados tanto a processos de enchentes rápidas, de curta duração e altos picos de vazão, quanto a cheias associadas a eventos de chuva de longa duração.

4.1.2 Cenário de Risco II - Inundação de Extensas Áreas de Baixada ao longo dos Cursos D'Água Principais atingindo Grandes Adensamentos Urbanos

Este cenário de risco refere-se à inundação dos terrenos de várzea do rio Iguaçu e principais afluentes. O processo é geralmente lento e associado a eventos de chuva intensa e contínua. Os aglomerados urbanos de baixa renda, ocupando trechos relativamente grandes nas várzeas do rio Iguaçu, representam a situação de risco de maior expressão, considerando o grande número de habitações presentes e a precariedade construtiva das mesmas. As perdas decorrentes de acidentes desta natureza referem-se principalmente a danos materiais.

As condições de insalubridade são bastante adversas durante e logo após à ocorrência das cheias. O cenário de risco II caracteriza-se assim, pelo risco para a integridade física das pessoas, possibilidade de destruição total ou parcial de edificações, elevados danos patrimoniais públicos e privados e transtornos ao tráfego, decorrentes da inundação de extensas áreas urbanizadas da planície de inundação do rio Iguaçu e afluentes principais.

As situações de risco referentes ao cenário de risco II, compreendem aquelas que apresentam o maior contingente populacional passível de ser atingido e o maior grau e diversidade de transtornos para a rotina das atividades da Região Metropolitana de Curitiba.

4.1.3 Cenário de Risco III – Instabilização de Taludes Marginais atingindo Ocupações Ribeirinhas e trechos do Sistema Viário

Este cenário de risco refere-se principalmente a edificações de padrão precário, localizadas na borda de cursos d'água, ou trechos de cursos d'água com alto potencial erosivo. As edificações situadas nestas condições estão sujeitas a abalos de sua estrutura, que podem ocasionar a sua destruição total ou parcial.

O cenário de risco III caracteriza-se assim, como situações de risco de destruição total ou parcial de edificações, podendo ou não trazer perigo à integridade física das pessoas, decorrentes de processos de erosão, solapamento ou ruptura de talude marginal, deflagrados por picos de cheia, em cursos d'água de alta energia de escoamento. Situações de risco associadas a processos desta natureza ocorrem também ocasionando problemas em segmentos viários, principalmente em trechos de travessia de drenagem. O cenário de risco III refere-se geralmente a danos e prejuízos materiais.

4.1.4 Cenário de Risco IV – Enchentes Rápidas, Inundações e Alagamentos em Áreas Urbanas Consolidadas

Um grande número de manchas de inundação, localizadas principalmente na região central de Curitiba, refere-se a terrenos altamente urbanizados sujeitos a alagamentos, inundações e enchentes com alta energia de escoamento superficial. Estes processos se desenvolvem com tempo muito curto depois da ocorrência da precipitação e estão intimamente associados com as características geométricas das bacias, com a alta taxa de impermeabilização dos terrenos e deficiências no sistema de drenagem urbana.

As diversas atividades econômicas e demais formas de ocupação antrópica presentes nestas áreas, estão sujeitas a eventos constantes de enchentes, geralmente localizadas, associadas a chuvas de alta intensidade e curta duração, que provocam danos materiais, transtornos diversos, insalubridade e, às vezes, dependendo da energia de escoamento e volume de água, podem vitimar pessoas. O cenário de risco IV compreende assim, situações de risco para a integridade física das pessoas, danos e prejuízos patrimoniais públicos e privados, e transtornos diversos, decorrentes de inundações, alagamentos e escoamentos superficiais violentos das águas pluviais, em ruas, praças e avenidas, em áreas urbanas consolidadas do município de Curitiba.

4.1.5 Cenário de Risco V – Enchentes, Inundações e Alagamentos atingindo Ocupações Urbanas Restritas, Vias Públicas e trechos de Rodovias em Terrenos de Baixada

Este cenário de risco refere-se a segmentos viários e ocupações urbanas geralmente restritas situadas em terrenos sujeitos a enchentes, inundações e alagamentos localizados. Os danos ocorrentes nestas situações basicamente se restringem a transtornos ao tráfego e prejuízos diversos, tais como a destruição do pavimento das vias e destruição de muros e edificações. O cenário de risco V caracteriza-se assim como situações onde os danos principais correspondem geralmente a transtornos momentâneos, e alguns danos patrimoniais públicos e privados, relacionados a alagamentos e inundações em terrenos marginais aos diversos cursos d'água.

Em resumo, a Tabela 4.1.1 apresenta as principais características dos Cenários de Risco:

Tabela 4.1.1 Resumo das Principais Características dos “Cenários de Risco”

| Cenário | Impactos |
|---------|--|
| I | Causados por processos hidrológicos com alta energia de fluxo, alta capacidade de transporte de material sólido e alto poder de impacto destrutivo |
| | Risco para as habitações precárias junta à calha menor dos cursos d'água, altamente vulneráveis aos impactos das cheias e para a integridade física da população nessas áreas; |
| | Podem ocorrer em eventos associados tanto a processos de enchentes rápidas de curta duração e altos picos de vazão, quanto a cheias associadas a eventos de chuva de longa duração. |
| II | Causados por processos hidrológicos lentos e associados a eventos de chuva intensa e contínua; |
| | Risco para as populações ribeirinhas dos aglomerados urbanos de baixa renda na várzea do rio Iguaçu; |
| | Perdas principais de devido a danos materiais para as habitações na área atingida, risco para integridade física das pessoas, danos patrimoniais e públicos e transtornos ao tráfego |
| | Atingem o maior contingente populacional e causam os maiores transtornos para a RMC. |
| III | Causados por picos de cheia, em cursos d'água de alta energia de escoamento |
| | Atinge edificações de padrão precário, junto a borda de cursos d'água, em áreas com alto potencial erosivo, com solapamento ou ruptura de talude marginal |
| | Ocorrência principal de danos e prejuízos materiais e menores riscos à integridade das pessoas |
| | Risco de destruição total ou parcial de edificações e segmentos viários, principalmente em trechos de travessia de drenagem |
| IV | Eventos associados a chuvas de alta energia de escoamento superficial, alta intensidade e curta duração |
| | Atinge principalmente terrenos urbanizados na região central de Curitiba, devido à alta taxa de impermeabilização do terreno e deficiências no sistema de drenagem urbana |
| | Ocorrência principal de danos materiais, transtornos diversos, insalubridade e dependendo da energia do escoamento e volume de água, ocorrência de vítimas humanas |
| V | Atinge principalmente segmentos viários urbanos, trechos de rodovias e ocupações urbanas em áreas localizadas |
| | Danos relativos a transtornos ao tráfego, destruição do pavimento das vias e destruição de muros e edificações |

4.2 ANÁLISE DOS CENÁRIOS DE RISCO NOS MUNICÍPIOS

A seguir é feita a caracterização dos cenários de risco presentes nas manchas de inundação identificadas em cada município, bem como uma avaliação da gravidade do problema de enchentes e inundações.

4.2.1 Almirante Tamandaré

O município de Almirante Tamandaré compreende terrenos situados em porções de cabeceira (trecho superior) de 3 bacias: Barigui (maior parte em área), Passaúna e Atuba, (DESENHO M05 – G009). As manchas de risco identificadas no município (ALT – 1 e ALT – 2) encontram-se em porções de baixada ao longo do rio Barigui, próximos à divisa com Curitiba, em localidades onde predomina um relevo de morros com encostas de alta declividade natural, sujeitas a um processo desordenado de ocupação urbana predominantemente de baixa renda. Em razão das características fisiográficas presentes, o rio Barigui, na região do município de Almirante Tamandaré, apresenta de modo geral, boas condições de drenagem e alta energia de escoamento.

A mancha de inundação ALT – 1, refere-se a trecho do rio Barigui, onde ocorrem problemas de instabilização de taludes marginais, nas proximidades das instalações da fábrica de refrigerante Brahma. Nesta área, há ainda situações localizadas de risco de enchentes, associadas a ocupações ribeirinhas, e problemas de alagamentos causando transtornos ao tráfego da Rodovia dos Mineiros. As situações presentes na áreas desta mancha de inundação, refere-se a cenários de risco I, III e V.

A mancha de inundação ALT – 2, compreende a ocupação urbana de baixa renda em porções ribeirinhas e em terrenos da planície de inundação do rio Barigui, no bairro Jardim Bonfim. As situações de risco hidrológico presentes na área desta mancha de inundação referem-se a cenários de risco I e V.

O município de Almirante Tamandaré apresenta situação de gravidade moderada em relação aos atuais cenários de risco associados a enchentes e inundações. O número de manchas de inundação é pequeno, e apesar de alguns dos cenários de risco presentes serem relativamente graves, os mesmos apresentam boa possibilidade de resolução ou controle. É o caso, por exemplo, de algumas situações pontuais de risco relacionadas a ocupações ribeirinhas, e o problema de extravasamento localizado das águas do rio Barigui, causando transtornos ao tráfego em trecho de baixada da rodovia dos Mineiros.

O problema mais grave presente no município refere-se ao avanço acelerado da ocupação urbana de baixa renda, em terrenos da planície de inundação do rio Barigui, no bairro do Jardim Bonfim, próximo à divisa com Curitiba. A expansão urbana nesta localidade tem-se desenvolvido sem um melhor controle do poder público, tanto nas encostas de morros quanto nos terrenos de baixada. A ocupação dos setores de encosta expõe os terrenos aos processos erosivos, cujos sedimentos irão assorear os cursos d'água a jusante, comprometendo a capacidade de vazão dos rios, contribuindo para a ocorrência de enchentes e inundações.

Situações localizadas de enchentes e inundações ocorrem também na cidade de Almirante Tamandaré, associadas a trechos viários em pontos de travessia de drenagem, e ocupações esparsas às margens do rio Barigui. O controle e ordenação da expansão urbana, seria a medida mais eficaz e importante para reduzir os riscos presentes no município, e ajudaria também a

impedir o agravamento dos cenários de risco nas porções de jusante do rio Barigui, no município de Curitiba.

A atuação do PASE no município de Almirante Tamandaré deverá se concentrar principalmente na região do Jardim Bonfim.

4.2.2 Campo Magro

Na área de estudo, os terrenos localizados no município de Campo Magro, compreendem porções da Bacia do Passaúna. Foram identificadas 4 manchas de inundação no município: CAM – 1, CAM – 2, CAM – 3 e CAM – 4 (DESENHO M05 – G010).

A mancha de inundação CAM –1, compreende ocupação ribeirinha, constituída por um conjunto de moradias de baixa renda, ocupando terraços fluviais restritos e margens do rio Passaúna. A mancha de inundação CAM – 1 apresenta uma situação de risco hidrológico, conforme descrito no cenário de risco I.

A mancha de inundação CAM –2, compreende um conjunto de moradias de baixa renda, formando um núcleo habitacional relativamente denso, que ocupa setores de baixada sujeitos a enchentes e inundações, associados a eventos de cheias do rio Custódio, próximo à confluência com o rio Passaúna. Nesta área de risco de inundação, há um posto de saúde municipal, situado em terreno baixo e plano, que já foi atingido por problemas de inundação, associado à dinâmica hidrológica desses dois rios. A situação de risco presente na mancha de inundação CAM – 2, refere-se aos cenários de risco I e V.

A mancha de inundação CAM – 3 está relacionada a trecho de travessia do rio Passaúna, onde a ponte da rua João Budel, causa o estrangulamento da seção do rio, favorecendo a ocorrência de inundações e alagamentos localizados, nos terrenos marginais adjacentes. A situação presente neste local refere-se ao cenário de risco V.

A mancha de inundação CAM – 4 refere-se a um trecho da planície de inundação do rio Passaúna, esparsamente ocupado, sujeito a eventos periódicos de inundação. A situação nesta área refere-se ao cenário de risco V.

O município de Campo Magro apresenta atualmente gravidade moderada em relação aos problemas de enchentes e inundações. Apesar do pequeno número de manchas de inundação, há no município situações de risco à integridade física de pessoas que ocupam de forma precária os terrenos marginais do rio Passaúna e rio Custódio, relacionados às manchas de inundação CAM – 1 e CAM - 2.

O crescimento desordenado da ocupação clandestina nos terrenos marginais dos cursos d'água na bacia, além de dar origem às áreas de risco de enchentes no município, prejudica a qualidade das águas que escoam em direção ao reservatório de abastecimento de água de Passaúna, já que, nesse tipo de ocupação irregular, o esgoto doméstico é lançado diretamente na drenagem natural.

A ocupação irregular de áreas ribeirinhas no município de Campo Magro é relativamente restrita. Essa condição atual permite que sejam executadas ações de remoção permanente das ocupações ribeirinhas nas manchas de inundação, que contemplam a eliminação das situações de risco e a proteção dos recursos hídricos da bacia, antes que ocorra o crescimento dessas ocupações,

tornando impraticáveis medidas radicais de relocação populacional. Neste sentido, há que se adotar urgentemente políticas públicas rigorosas de controle da ocupação de margens dos cursos d'água, para eliminar as situações de risco presentes, e prevenir contra a degradação das áreas de proteção de mananciais.

Caso as medidas de remoção permanente das ocupações ribeirinhas não sejam realizadas, o município poderá participar da operação do PASE, cujas ações preventivas e emergenciais devem-se concentrar nas manchas de inundação CAM – 1 e CAM – 2.

4.2.3 Campo Largo

No município de Campo Largo (DESENHO M05 – G011), localizado na porção oeste da área de estudo, não foram identificadas manchas críticas de inundação no levantamento realizado junto a este município. Há porém, algumas situações de enchentes e inundações associadas a afluentes do rio Passaúna, situados em fundos de vale, cujas vertentes apresentam alta declividade natural. Os problemas neste município, dentro dos limites da área de estudo, estão relacionados a situações localizadas de risco de inundações e alagamentos, em razão da topografia acidentada e presença de edificações causando o estrangulamento de cursos d'água secundários.

A impermeabilização do solo, associada principalmente ao sistema viário, concentra as águas de escoamento superficial e diminui o tempo de chegada dessas águas, nos trechos críticos de fundo de vale, em pontos de confluência de drenagem. As situações sujeitas a processos de inundação localizam-se principalmente nos pontos de baixada ao longo da Avenida Araponga, na área urbana do município. Os problemas observados referem-se a cenários de risco V.

O município de Campo Largo apresenta atualmente situação de gravidade baixa em relação aos problemas de enchentes e inundações. Como descrito anteriormente, os problemas compreendem situações pontuais de drenagem urbana, em porções restritas de baixada, afetando um número pequeno de edificações, e trechos do sistema viário local.

Os terrenos do município de Campo Largo, localizados na margem direita do rio Passaúna, representam importante área de manancial de recursos hídricos da Região Metropolitana de Curitiba, e como tal devem receber atenção conveniente em relação ao planejamento de uso e ocupação territorial.

O crescimento urbano no município é ainda relativamente pequeno, e os problemas observados em relação à drenagem não são graves e de tão difícil controle e resolução. Esse quadro atual da urbanização em Campo Magro favorece a adoção de políticas públicas de drenagem urbana, e programas para o controle do processo de urbanização, visando eliminar as situações de risco localizados, e principalmente salvaguardar a qualidade dos recursos hídricos da bacia do Passaúna.

O município de Campo Magro, com baixo grau de risco de acidentes de enchentes e inundações, não deverá participar diretamente da operação do PASE.

4.2.4 Araucária

O município de Araucária, na área de estudo, compreende terrenos das bacias do Passaúna, Barigui, Cachoeira, Maurício e da várzea do rio Iguaçu. As manchas críticas de enchentes e inundações no município configuram algumas situações de risco localizadas, relacionadas a

ocupações em terraços fluviais ou nas margens do rio Barigui, próximo à divisa com o município de Curitiba. As situações mais graves ao longo do rio Barigui, compreendem na realidade, situações de ocupações urbanas de baixa renda localizadas em sua maior parte no município de Curitiba (DESENHO M05 – G012).

O município de Araucária apresenta situação de gravidade baixa em relação aos cenários de risco de enchentes e inundações. As manchas de inundação situam-se ao longo do rio Barigui, sendo que os cenários de risco propriamente ditos, estão praticamente restritos à margem esquerda do rio, no município de Curitiba. As áreas marginais dos cursos d'água no município de Araucária apresenta um bom grau de preservação. Políticas públicas municipais de planejamento e controle do uso e ocupação do solo devem tentar garantir um desenvolvimento sustentável em relação às áreas de proteção e preservação ambiental, principalmente na região ao longo do rio Barigui, onde ocorre um avanço da ocupação urbana periférica do município de Curitiba. Tais políticas públicas devem tentar evitar a geração de situações de risco de enchentes e contribuir para a qualidade dos recursos hídricos regionais.

O município de Araucária, com baixo grau de risco de acidentes de enchentes e inundações, não deverá participar diretamente da operação do PASE.

4.2.5 Mandirituba

O município de Mandirituba, situado na porção sul da área de estudo, compreende terrenos das bacias do Cotia e Maurício. Neste município, foi identificada 1 mancha relativamente extensa sujeita a inundação (MAN – 1) caracterizada pela ocupação ribeirinha ao longo dos cursos d'água, na porção média da sub-bacia do rio dos Patos (DESENHO M05 – G013). A situação presente nesta mancha de inundação refere-se ao cenário de risco V.

O município de Mandirituba apresenta situação de gravidade baixa em relação aos riscos de enchentes e inundações, não apresentando situações que envolvam alto risco potencial à integridade física das pessoas. O município de Mandirituba apresenta grandes áreas com mata preservada e os processos ocorrentes são geralmente lentos e passíveis de monitoramento.

O problema de enchentes e inundações está restrito à mancha de inundação na sub-bacia do rio dos Patos, e o cenário de risco ali ocorrente, tendo em vista as características da ocupação e o porte do problema, é passível de controle e resolução a médio e longo prazo. A curto prazo, tendo em vista a gravidade do problema atual de enchentes e inundações, o município de Mandirituba, não deverá participar diretamente da operação do PASE.

Da mesma forma como em outros municípios na região da bacia do Alto Iguaçu, onde o quadro atual de ocupação urbana, e correspondentes cenários de risco, é ainda relativamente restrito, recomenda-se a adoção de programas de planejamento do uso e ocupação do solo, que direcionem o desenvolvimento urbano no município de uma forma ordenada e controlada, evitando a geração e o crescimento de núcleos urbanos em situação de risco, principalmente de padrão precário, em áreas sujeitas a enchentes e inundações.

Tais programas de planejamento do uso e ocupação do solo, contemplando principalmente o controle da ocupação urbana das planícies de inundação dos rios, podem estar inseridos no plano diretor de drenagem da bacia do Maurício e no plano diretor de drenagem do município, enquanto instrumentos de políticas públicas importantes para evitar a expansão urbana desordenada, que se

constitui no principal fator de geração de áreas de risco de enchentes e inundações na Região Metropolitana de Curitiba.

4.2.6 Fazenda Rio Grande

O município de Fazenda Rio Grande, localizado na porção sul da área de estudo, compreende terrenos nas bacias dos rios Mascate, Divisa, Arroio do Moinho, Maurício, Cotia, e planícies de inundação do rio Iguaçu. Neste município, foram identificadas 3 manchas críticas de inundação (FRG – 1, FRG – 2 e FRG – 3), restritas ao trecho ribeirinho do Arroio Mascate e rio Despique (DESENHO MO5 – G014). Nessas áreas ocorrem algumas ocupações urbanas ribeirinhas, em situações relacionadas a cenários de risco I e V.

A situação atual no município de Fazenda Rio Grande é de risco moderado em relação aos problemas de enchentes e inundações, considerando o cenário de risco presente e o número de pessoas passíveis de serem atingidas. Considerando as manchas críticas de inundação identificadas, o problema está restrito à bacia do Arroio Mascate, e o quadro atual da ocupação urbana possibilita ações para a eliminação ou redução das condições de risco instaladas.

O município apresenta um bom nível de preservação das condições naturais dos terrenos. Como em outros municípios com situação de uso do solo favoráveis, políticas públicas de gestão territorial do uso do solo e controle da ocupação urbana devem ser dirigidas para evitar usos inadequados de áreas sujeitas a enchentes e inundações.

4.2.7 São José dos Pinhais

O município de São José dos Pinhais abrange extensa porção territorial situada na margem esquerda do rio Iguaçu, englobando porções das bacias do rio Cotia, Miringuava, Pequeno, Ressaca, Avariú, Irai e a planície de inundação do rio Iguaçu. Foram identificadas 14 manchas de inundação no município (DESENHO M05 – G015).

As manchas de inundação SJP – 1, SJP – 2, SJP – 3 e SJP – 4, na Bacia do Miringuava, correspondem a núcleos de moradias de padrão construtivo regular a bom, ocupando os terrenos baixos e planos das planícies de inundação dos rios Miringuava e Miringuava Mirim. As situações presentes nessas manchas críticas de inundação correspondem a cenários de risco V.

Na bacia do Avariú, foi identificada 1 mancha crítica de inundação (SJP – 5), associada a ocupações esparsas de baixo padrão construtivo, em áreas ribeirinhas do rio Avariú, cuja situação refere-se ao cenário de risco I. A mancha de inundação abrange também trechos urbanos de bom padrão construtivo, ocupando terraços marginais do rio Avariú, em situação de cenários de risco I e V.

Na bacia do Ressaca, foram identificadas 3 manchas críticas de inundação (SJP – 6, SJP – 7 e SJP – 8). A mancha SJP – 8, na região da foz do ribeirão Ressaca, apresenta cenário de risco II, estando a ocupação urbana nessa área, sujeita a inundações associadas tanto à dinâmica do ribeirão Ressaca, quanto principalmente das cheias do rio Iguaçu. As outras manchas correspondem a cenários de risco I e V, envolvendo ocupações ribeirinhas ao longo do ribeirão Ressaca e de extensas áreas de baixada.

Na bacia do Pequeno, foram identificadas 6 manchas críticas de inundação (SJP – 9, SJP – 10, SJP – 11, SJP – 12, SJP – 13 e SJP – 14). As manchas SJP – 9, SJP – 10 e SJP – 11

compreendem áreas de baixada urbanizadas na planície de inundação do rio Pequeno, referentes a cenários de risco II e V. As manchas SPJ – 13 e SPJ – 14 ao longo das margens do córrego Maciel, correspondem a cenários de risco I e V.

Na divisa com o município de Curitiba, apresenta-se uma extensa área de baixada, cuja ocupação urbana, principalmente aquela associada à população de baixa renda, encontra-se em cenário de risco II, associada às cheias do rio Iguaçu.

O município de São José dos Pinhais apresenta risco alto em relação aos processos de enchentes e inundações, face ao número relativamente alto de manchas de inundação, e principalmente ao elevado contingente populacional passível de ser afetado por processos de enchentes e inundações. A resolução dos problemas é de difícil consecução, em razão principalmente do elevado grau de adensamento urbano presente nas manchas de inundação em extensos terrenos de baixada das bacias abrangidas no município de São José dos Pinhais.

Planos municipais envolvendo medidas de ordenamento e controle da ocupação urbana em terrenos marginais aos cursos d'água, devem ajudar a reduzir os cenários de risco atuais e evitar o agravamento da situação. Há que se considerar porém, que faça ao quadro atual da urbanização no município, as populações deverão continuar convivendo com o problema de enchentes e inundações. Neste sentido, a implantação e operação das ações do PASE no município poderá reduzir os danos de futuros acidentes, evitando principalmente a ocorrência de vítimas.

4.2.8 Piraquara

O município de Piraquara (DESENHO M05 – G016), na porção nordeste da área de estudo, compreende exclusivamente terrenos da bacia do Iraí. Uma grande mancha de inundação (PIR - 1) localizada às margens do rio Iraí, na divisa com o município de Pinhais, corresponde a uma extensa área de baixada com ocupação urbana irregular, em situação associada ao cenário de risco II, cujo processo hidrológico de ocorrência está associado à dinâmica relativamente lenta das cheias do rio Iraí.

O município de Piraquara apresenta situação de risco moderado em relação a enchentes e inundações. O avanço da urbanização no município está atualmente limitado à região próxima aos municipais vizinhos de Pinhais e São José dos Pinhais, sendo que o restante do território municipal, que compreende toda a área da bacia na margem esquerda do rio Iraí, apresenta bom estágio de preservação das condições naturais.

Como caracteristicamente ocorre nas bacias da margem esquerda do Iguaçu, o baixo grau de urbanização dos terrenos e as grandes extensões de área preservada nos municípios, restringem os cenários de risco a eventos de inundação de extensas áreas de baixada no trecho inferior da bacia do Iraí. Apesar de apresentar apenas uma mancha de inundação, o contingente populacional passível de ser atingido é grande.

4.2.9 Pinhais

O município de Pinhais, compreende terrenos de relevo pouco acidentado nas porções inferiores das bacias do Atuba e do Iraí, estando toda a sua porção territorial, de extensão relativamente pequena, localizada no interior da bacia do Alto Iguaçu. Foram reconhecidas 1 mancha crítica de inundação (PNH – 1) na margem esquerda do curso inferior do rio Atuba, e 2 manchas críticas de

inundação (PNH – 2 e PNH – 3), respectivamente nos rios Palmital e Iraí (DESENHO M05 – G017).

As manchas de inundação PNH – 1 e PNH – 2, correspondem a ocupações urbanas com atividades antrópicas diversas, em extensas áreas de baixada, em situação representada por cenário de risco II, segundo a dinâmica das cheias das bacias do Atuba e do Iraí. As condições naturais vêm sendo rapidamente modificadas pela crescimento urbano intenso no trecho médio-superior dessas bacias, principalmente em função da expansão urbana desordenada que ocorre no município de Colombo, em bairros contíguos a Curitiba. A mancha de inundação PNH – 3, no trecho inferior do rio Palmital apresenta cenário de risco I, associado a ocupações irregulares nas margens do rio.

O município de Pinhais apresenta um quadro grave de risco relacionado a enchentes e inundações, em razão do alto índice de urbanização presente em terrenos da planície de inundação marginal aos cursos inferiores dos rios Atuba e Iraí, e do elevado contingente populacional passível de ser atingido.

São grandes as dificuldades para a solução dos problemas de enchentes e inundações em Pinhais, na medida em que as ações a ser realizadas não estão exclusivamente no domínio da esfera municipal. O aumento na taxa de impermeabilização dos terrenos e degradação das condições naturais nas sub-bacias situadas na margem direita do rio Iraí, decorrentes do processo acelerado de urbanização que vem ocorrendo principalmente no município de Colombo, tende a agravar a magnitude dos problemas de enchentes e inundações verificados nas manchas de inundação presentes na bacia do Iraí.

Do mesmo modo, a tendência de crescimento da urbanização nas porções de cabeceira do rio Atuba, deve-se refletir no agravamento das situações de risco de inundação presentes no baixo curso do Atuba. Considerando esse quadro, a melhoria da situação no município de Pinhais independe exclusivamente de suas ações, estando também subordinada a medidas de controle da ocupação urbana dos municípios que ocupam terrenos nas porções superiores das bacias do Atuba e Iraí.

4.2.10 Quatro Barras

O município de Quatro Barras, na porção norte da área de estudo, compreende terrenos da bacia do Iraí, e apresenta uma grande mancha de inundação (QBR – 1), em área de domínio da dinâmica superficial do rio Timbú (DESENHO M05 – G018), na divisa municipal com Campina Grande do Sul, em terrenos adjacentes à rodovia Br - 116. A situação presente no local está caracterizada como cenário de risco II, associado à ocupação urbana em extensa área de baixada.

O município de Quatro Barras apresenta grau baixo de risco em relação a enchentes e inundações, considerando especificamente a mancha de inundação identificada nos limites da área de estudo.

O município de Quatro Barras não deverá participar diretamente da operação do PASE.

4.2.11 Campina Grande do Sul

O município de Campina Grande do Sul, na porção norte da área de estudo, compreende terrenos da bacia do Iraí. Foram identificadas duas manchas críticas de inundação no município (CGS – 1 e

CGS – 2), em trecho médio da sub-bacia do rio Timbú (DESENHO M05 – G019). A situação presente nesses locais caracteriza-se como cenário de risco V, associado a núcleos urbanos isolados em trechos restritos de baixada sujeitos a eventos de inundações. Apresenta grau baixo de risco em relação a enchentes e inundações, considerando especificamente as manchas identificadas na área de estudo.

O município de Campina Grande do Sul não deverá participar diretamente da operação do PASE.

4.2.12 Colombo

O município de Colombo, compreende terrenos em relevo acidentado das bacias do Atuba e Iraí, nos limites da porção norte da área de estudo, e apresenta 8 manchas críticas de inundação (DESENHO M05 – G020). Na bacia do Atuba, foram identificadas 4 manchas de inundação (COL – 1, COL – 2, COL – 3 e COL – 4).

A mancha de inundação COL – 1 refere-se a núcleos habitacionais urbanos predominantemente de baixa renda, nas regiões dos bairros do Jardim Araçonga, Jardim Esplanada, Moinho Velho e Alto do Monjolo, ocupando anfiteatros de drenagem com vales bem encaixados e vertentes íngremes. As situações de risco estão relacionadas a ocupações de terraços fluviais do córrego Monjolo e de fundos de vale de seus afluentes, em cenários de risco I e III.

A mancha de inundação COL – 2 refere-se a áreas de baixada com ocupação urbana, na planície de inundação do rio Atuba, na divisa com Curitiba, cuja situação hidrológica corresponde ao cenário de risco II.

A mancha de inundação COL – 3 apresenta ocupação urbana de terrenos marginais de afluentes e sub-afluentes do rio Atuba, em anfiteatros de drenagem bem entalhados e com alta energia de escoamento superficial, na região da Vila Guaracy, cuja situação corresponde a cenários de risco I e V.

A mancha de inundação COL – 4, refere-se a trecho de ocupação urbana ao longo de afluente do rio Atuba, onde ocorrem processos de alagamentos e inundações associados ao cenário de risco V.

Na bacia do Iraí, foram identificadas outras 4 manchas de inundação (COL – 5, COL – 6, COL – 7 e COL – 8).

As manchas de inundação COL – 5 e COL – 6 apresentam ocupação urbana em terrenos marginais de sub-afluentes do rio Palmital, em seu trecho médio de drenagem. A situação presente nessas áreas está qualificada como cenário de risco V.

As manchas de inundação COL – 7 e COL – 8 compreendem ocupação urbana predominantemente de baixa renda, em terrenos de baixada marginais a afluentes do rio Palmital. A situação presente nessas áreas correspondem ao cenário de risco II, sob domínio da dinâmica das cheias do rio Palmital.

O município de Colombo apresenta um quadro grave de risco em razão do número relativamente alto de manchas de inundação, especialmente aquelas que se referem a cenários de risco I associados a ocupações de padrão precário em terrenos marginais dos cursos d'água afluentes do rio Palmital. As situações de risco de enchentes e inundações presentes no município de Colombo

são fruto do crescimento desordenado da expansão urbana, em bairros densamente povoados, próximos à divisa com o município de Curitiba, nos quais predomina a população de baixa renda.

A situação relacionada às manchas de inundação presentes no município de Colombo é de difícil controle e resolução, em razão do alto grau de adensamento populacional, padrão precário da ocupação urbana e carência de obras de infra-estrutura urbana. No município de Colombo, a situação presente de cenários de risco de enchentes e inundações, representa um desafio real para a administração pública tendo em conta as dificuldades de execução de medidas eficazes de controle do crescimento da expansão urbana de baixa renda.

O controle da expansão urbana em Colombo porém, adquire uma grande importância, não só para diminuir os problemas naquele município, mas também para impedir o agravamento das situações de risco nos trechos inferiores das bacias do Atuba e Iraí.

4.2.13 Curitiba

O município de Curitiba abrange terrenos das bacias do Belém, Atuba, Barigui, Padilha, Passaúna, Prensa, Espigão, Ponta Grossa, Alto do Boqueirão e da margem direita do rio Iguaçu (DESENHO M05 – G021).

Na bacia do Belém, foram identificadas 25 manchas críticas de inundação. As áreas marginais com ocupação urbana ao longo do rio Belém, no seu terço inferior, apresentam cenário de risco II, associado à dinâmica das cheias do rio Belém e do rio Iguaçu. Em relação às manchas de inundação individualizadas, presentes principalmente na porção central da área urbana consolidada, há o predomínio de cenários de risco IV. Cenários de risco I ocorrem relacionados a manchas de inundação decorrentes da ocupação por habitações precárias, de terraços marginais sujeitos a enchentes e inundações com alta energia de escoamento.

Na bacia do Padilha, localizada na região sul do município de Curitiba, foram identificadas 10 manchas críticas de inundação. As manchas de inundação compreendendo trechos marginais do rio Padilha, no seu curso médio e superior, apresentam cenários de risco I e III, associados principalmente a invasões de terrenos ribeirinhos por moradias de baixo padrão construtivo. As manchas de inundação localizadas nas porções marginais do rio Padilha, no seu trecho inferior, próximo à confluência com o rio Iguaçu e nos terrenos baixos da margem direita, apresentam cenários de risco II e V, associados a processos de inundação, e alagamentos localizados.

As bacias do Alto Boqueirão e Ponta Grossa apresentam duas manchas críticas de inundação cada, e as situações ali presentes referem-se a cenários de risco I.

Na bacia do Atuba, foram identificadas 20 manchas críticas de inundação. As manchas de inundação localizadas, formando uma faixa contínua ao longo do trecho inferior do rio Atuba, na divisa com o município de Pinhais, compreende uma situação qualificada como cenário de risco II, associado à dinâmica das cheias do rio Atuba, e do rio Iguaçu.

As manchas de inundação localizadas na região de cabeceira do rio Atuba, em anfiteatros de drenagem com topografia acidentada, com ocupação urbana em terrenos marginais ao longo do rio Atuba, Bacacheri e Bacacheri Mirim, apresentam cenários de risco I, III e V.

As manchas de inundação associadas aos rios Tarumã, v. Oficinas, Jardim Natália, Jardim Mercúrio e demais afluentes na margem direita do curso inferior do rio Atuba, relacionados à ocupação urbana de terrenos de baixada, apresentam cenário de risco II e V.

Na bacia do Barigui foram reconhecidas 65 manchas críticas de inundação. No município de Curitiba estão compreendidas porções da bacia referentes ao curso médio e inferior do rio Barigui. Na porção média da bacia, que corresponde aproximadamente à área das regionais Santa Felicidade e Portão, encontra-se a maioria das manchas de inundação. O cenário de risco IV refere-se a problemas geralmente localizados em trechos urbanos consolidados na regional de Santa Felicidade. O cenário de risco I, refere-se a ocupações marginais, geralmente de baixa renda, localizados ao longo das margens do rio Barigui e de seus afluentes principais. O cenário de risco III encontra-se bem caracterizado ao longo do curso médio e inferior do córrego Mossunguê, onde há diversas feições de instabilidade de seus taludes marginais. No trecho inferior da bacia, nas regionais de Pinheirinho e Bairro Novo, as manchas de inundação localizam-se principalmente ao longo das margens do rio Barigui, em todo o trecho de divisa com o município de Araucária. Neste trecho, predominam os cenários de risco II e V.

Na bacia do Prensa e na bacia do arroio Espigão, o crescimento urbano é pouco acentuado e as situações de risco são também pouco significativas.

A mancha de inundação que compreende a várzea do rio Iguaçu, na margem esquerda do rio, apresenta a situação mais grave, nos trechos urbanizados nas regionais Cajurú e Boqueirão, relacionados a cenários de risco II.

O município de Curitiba apresenta situação muito grave em relação aos riscos de enchentes e inundações. As situações de maior vulnerabilidade à ocorrência de acidentes em relação a cada tipo de cenário de risco presente no município de Curitiba, estão descritas a seguir:

- a) Cenário de risco I: dentre os locais de maior risco à ocorrência de acidentes com prejuízo à integridade física das pessoas, podem ser destacadas as manchas de inundação associadas às favelas ocupando as margens do rio Barigui e Padilha;
- b) Cenário de risco II: favelas de padrão construtivo muito precário ocupando terraços marginais na várzea do rio Iguaçu;
- c) Cenário de risco III: ocupações de baixo padrão no curso médio e inferior do córrego Mossunguê;
- d) Cenário de risco IV: porção central da regional Matriz;
- e) Cenário de risco V: ocupações de padrão precário em trechos restritos de baixada.

A situação relacionada a enchentes e inundações em Curitiba é muito grave, não apenas pelo elevado número e diversidade dos cenários de risco presentes nas manchas críticas de inundação e complexidade de resolução dos correspondentes problemas, mas também pelo fato de que, com exceção da bacia do Belém e bacias menores, cujos limites físicos se encontram no interior do território municipal, o gerenciamento do controle de enchentes nas outras duas principais bacias, Atuba e Barigui, depende de ações dos municípios vizinhos, principalmente aquelas relacionadas ao controle do processo de urbanização, de competência e domínio de cada município.

4.2.14 Balsa Nova

O município de Balsa Nova, no limite oeste da área de estudo, apresenta 2 pontos de enchentes e inundações na bacia do Itaqui (DESENHO M05 – G022). O quadro atual presente no município é de baixo risco de acidentes de enchentes e inundações. O município de Balsa Nova não deverá participar diretamente da operação do PASE.

4.3 AVALIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO AO PASE

A partir do estudo dos cenários de risco e da análise da gravidade da situação relacionada a enchentes e inundações de cada município, são feitas as seguintes considerações:

- a) Os municípios onde deverão ser priorizados os trabalhos de operação do PASE, em ordem de criticidade são: Curitiba, Pinhais, São José dos Pinhais, Colombo, Almirante Tamandaré, Piraquara, Campo Magro e Fazenda Rio Grande;
- b) Os municípios de Campo Largo, Araucária, Mandirituba, Quatro Barras e Campina Grande do Sul, apresentam situação relativamente baixa de criticidade em relação aos cenários de risco de enchentes e inundações, e portanto não estão sendo considerados para participar na operação do PASE.

5 MANUAL DO PASE

Neste item, são apresentados os fundamentos e pressupostos do PASE, e descritos os diversos tópicos que compõem a estrutura de funcionamento logístico interinstitucional, apresentada na Tabela de Estados de Alerta e Ações para Situações Emergenciais.

5.1 PRESSUPOSTOS BÁSICOS DO PASE

Os Planos Preventivos de Defesa Civil, enquanto medida não estrutural de prevenção de acidentes naturais, têm a sua operação fundamentada em dois pressupostos básicos:

- a) **Previsão:** a possibilidade técnica de prever onde (identificação espacial) e quando (identificação temporal) um dado evento natural pode ocasionar um acidente;
- b) **Prevenção:** a possibilidade de estabelecer e executar ações logísticas, preventivas e de emergência para garantir a segurança das pessoas em situações contingenciais.

A elaboração do PASE na Região Metropolitana de Curitiba, parte do princípio de que é possível tecnicamente prever situações meteorológicas potencialmente perigosas para a ocorrência de acidentes associados a enchentes na bacia do Alto Iguaçu. A identificação e o mapeamento das áreas críticas sujeitas a enchentes e inundações permitiu reconhecer quais são e onde estão os locais a ser monitorados pela operação do sistema.

A retroanálise de acidentes de enchentes ocorridos no passado ajuda a ter uma melhor estimativa da magnitude dos eventos, considerando a extensão das áreas atingidas e os danos sociais e econômicos decorrentes. Os avanços técnicos alcançados na previsão meteorológica, aliados aos recursos computacionais hoje existentes, permitem o reconhecimento prévio das condições ou circunstâncias meteorológicas, potencialmente perigosas para a ocorrência de enchentes.

A previsão e acompanhamento de condições meteorológicas potencialmente perigosas para a ocorrência de enchentes, a ser realizado pela SIMEPAR, e o monitoramento do nível dos rios a ser realizado pela SUDERHSA e pelas equipes de vistoria de campo, balizam a deflagração de ações logísticas de Defesa Civil, preconizadas nos diferentes estados de alerta do PASE, apresentados na Tabela de Estados de Alerta e Ações para Situações Emergenciais.

O planejamento logístico, de caráter de Defesa Civil, trata de determinar, como uma dada comunidade em perigo deve ser evacuada ou protegida, quando um acidente é iminente, ou já ocorrido. No âmbito do PASE, os estudos logísticos, bem como a organização estrutural e execução das ações para enfrentar situações de emergência relacionadas a enchentes, ficam sob a responsabilidade do poder público municipal, na medida em que cada município apresenta diferentes condições em relação ao número de manchas de inundação, cenários de risco e gravidade de ocorrência de acidentes.

5.2 CONCEPÇÃO PREVENTIVA DO PASE

O PASE da bacia do Alto Iguaçu foi elaborado segundo uma concepção primordialmente preventiva, e é composto de 2 sistemas básicos interligados: o Sistema de Monitoramento Meteorológico e de Previsão e Alerta de Enchentes, e o Sistema Metropolitano de Defesa Civil, segundo fluxograma apresentado a seguir. O Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Enchentes deve buscar reconhecer antecipadamente a ocorrência de enchentes na região da bacia do Alto Iguaçu, possibilitando assim deflagrar ações preventivas de Defesa Civil, de competência do Sistema Metropolitano de Defesa Civil.

Em conformidade com a concepção do PASE, são descritos a seguir os objetivos de sua implantação:

- a) Objetivo principal: evitar a perda de vidas humanas;
- b) Objetivos secundários: reduzir o agravamento das situações de enchente, os transtornos à rotina das cidades, e os danos e prejuízos materiais;
- c) Objetivo institucional: instrumento de ação que possibilite, aos poderes públicos estadual e municipais, prever, prevenir e ter o controle da situação em casos de emergência associados às enchentes e inundações.

O Plano de Ações para Situações Emergenciais – PASE, como medida não estrutural de prevenção de acidentes, compreende basicamente um sistema de monitoramento e alerta, e um conjunto de ações emergenciais de defesa civil previamente estabelecidas, a serem desencadeadas segundo níveis distintos de alerta pré-estipulados.

O sistema de alerta baseia-se no monitoramento de situações meteorológicas potencialmente perigosas para a ocorrência de enchentes, e na previsão de cheias. Ele subsidia o PASE na tomada de ações a partir de critérios e índices meteorológicos, pluviométricos e fluviométricos previamente definidos. Na Região Metropolitana de Curitiba, o monitoramento das condições meteorológicas tem sido realizado pela SIMEPAR, órgão de suporte da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC. O acompanhamento da evolução de cheias é de competência da SUDERHSA, que faz a análise, previsão e monitoramento das condições para a ocorrência de enchentes e inundações.

As ações emergenciais são resultantes de estudos estratégicos, de caráter logístico, para o enfrentamento de situações de emergência. O planejamento para situações de emergência trata principalmente, de determinar como uma dada população em uma área de risco deve ser evacuada preventivamente, ou de alguma forma protegida, visando evitar ou reduzir acidentes, quando um risco é iminente. Assim, a elaboração e implantação do PASE para enchentes e inundações contempla o planejamento para situações de emergência. Os planos logísticos para situações de emergência elaborados pelas Defesas Civas Estadual e Municipais, estão assim, contemplados no escopo do PASE. No contexto do PASE, as ações de coordenação estarão sob o comando da CEDEC e as ações emergenciais propriamente ditas serão realizadas pelas Defesas Civas Municipais.

A maioria das manchas críticas de enchentes e inundações encontra-se no interior dos limites geográficos, e na área de domínio da expansão urbana, do município de Curitiba. Considerando que a Prefeitura Municipal de Curitiba, através de sua Comissão Municipal de Defesa Civil,

elaborou em setembro de 1997, um Plano de Redução dos Efeitos Climáticos Provocados pelo Fenômeno “El Niño”, a operação do PASE, em caráter piloto, poderia ser realizada contemplando inicialmente, apenas o município de Curitiba.

5.3 AVALIAÇÃO DA TABELA DE AÇÕES LOGÍSTICAS DO PASE

Tendo em vista tratar-se de uma proposta teórica de desencadeamento de ações em situações de pré-emergência e emergência, o estabelecimento do PASE definitivo deverá ser conseguido após as adequações e aprimoramentos que se fizerem necessários, após a sua operação efetiva.

5.3.1 Período de Vigência da Operação do PASE

Considerando as características climáticas e os tipos de processos hidrológicos associados aos cenários de risco presentes na região da bacia do Alto Iguaçu, a operação do PASE deverá se dar continuamente durante todo o ano.

5.3.2 Estados de Alerta

O PASE tem 4 estados de alerta: Observação, Atenção, Alerta e Alerta Máximo. O estabelecimento de 4 estados distintos de alerta é decorrência das diferentes situações de perigo de ocorrência de fenômenos hidrológicos e correspondentes ações preventivas.

No Estado de Observação preponderam as ações de preparação e de acompanhamento das condições meteorológicas, e a rotina operacional do PASE, em situação de normalidade pluviométrica associada à previsão de não ocorrência de chuvas com potencial de gerar enchentes e inundações.

Nos outros estados do PASE, que já se referem a condições de anormalidade pluviométrica, além da rotina operacional prevista no plano, são definidas atividades de vistoria do nível das águas dos rios, nas bacias monitoradas, e correspondentes ações de caráter logístico, preventivo e emergencial.

5.3.3 Critérios de Entrada

A mudança de estado é efetuada segundo os critérios de entrada estabelecidos para cada estado. Os critérios de entrada referem-se a informações de natureza meteorológica, previsão de ocorrência de cheias, informes de vistorias de campo e registro de enchentes e inundações.

5.3.4 Critérios de Saída

O retorno a estados de alerta de menor perigo é efetuado segundo os critérios de saída. Os critérios de saída referem-se a informações meteorológicas, restauração dos sistemas de drenagem e recuperação das vias de acesso e circulação, e se necessário, parecer favorável emitido pela SUDERHSA. Dependendo da magnitude dos danos provocados por uma enchente, a manutenção do nível de alerta pode perdurar pelo período necessário até a volta para as condições de normalidade, independentemente das informações de previsão meteorológica.

5.3.5 Ações Correspondentes e Instituições Participantes

Para cada uma das instituições participantes da operação do PASE, foram estabelecidas ações correspondentes a cada estado de alerta. A operação do PASE será realizada pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC, Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC, SUDERHSA e SIMEPAR.

A Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC será a responsável pela coordenação geral da operação do PASE e pela recepção e transmissão das informações de previsão meteorológica elaboradas pela SIMEPAR e previsão de cheias emitidas pela SUDERHSA. Além dessas atividades diretamente ligadas à rotina operacional do PASE, caberá à CEDEC fornecer o suporte necessário ao Sistema Metropolitano de Defesa Civil e ajudar a organizar as Comissões Municipais de Defesa Civil, para que estas possam operar adequadamente o PASE, executando as ações logísticas, preventivas e emergenciais preconizadas nos diferentes estados de alerta.

Cabe à CEDEC ser o elo entre as Defesas Civas Municipais e os órgãos técnicos da SUDERHSA e SIMEPAR. Enquanto órgão coordenador da operação do PASE, cabe também à CEDEC convocar os diversos parceiros para reuniões de caráter emergencial ou relacionada a necessidades da rotina operacional do PASE.

A Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC, representando o poder público municipal, é o órgão responsável por avaliar a necessidade de mudança de estado, declarar mudança de estado e realizar as ações de Defesa Civil correspondentes. Por esta razão, as principais tarefas de caráter logístico, e principalmente as ações preventivas em situações emergenciais, como as ações de acompanhamento do nível d'água dos rios, apoio às comunidades para a execução de medidas de auto proteção, remoção preventiva e abrigo, deverão estar contempladas no Plano de Ação Municipal Específico do PASE, a ser elaborado, de preferência, em conjunto com a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC.

Cabe ainda à COMDEC, fazer o reconhecimento das áreas de risco de enchentes e inundações presentes em seu território municipal, e executar trabalhos contínuos de detalhamento dos cenários de risco, e demais atualizações necessárias em relação às manchas críticas de inundação. Dentre as diversas equipes municipais que devem participar da operação do PASE, destaca-se a importância logística da equipe de vistoria de campo. Os vistoriadores de campo devem ser adequadamente capacitados a realizar as tarefas de monitoramento do nível d'água dos rios nos locais pré-definidos pela SUDERHSA, e como representam a linha de frente nos momentos potencialmente críticos de ocorrência de acidentes, devem ser treinados também para poder dar apoio conveniente para as comunidades nas áreas reconhecidas como de risco de enchentes e inundações.

A Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA será responsável pelo monitoramento, previsão e alerta de cheias, indicando nos boletins de alerta a possibilidade ou não de ocorrência de enchentes e inundações, e se possível também o tipo de inundação passível de ocorrer e as localidades ou bacias onde poderão ocorrer processos hidrológicos perigosos.

O Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR é o órgão que ficará responsável pela análise, acompanhamento, previsão e alerta de condições meteorológicas potencialmente favoráveis para a ocorrência de enchentes e inundações, fornecendo em períodos a serem definidos, os boletins de previsão meteorológica do PASE.

5.4 AÇÕES MUNICIPAIS NO ÂMBITO DO PASE

A seguir são descritas as ações a serem realizadas pelos municípios que deverão participar da operação do PASE.

5.4.1 Ações de Caráter Geral

As ações de caráter geral valem para todos os municípios e basicamente se referem, às atividades de organização da estrutura municipal de defesa civil, e de preparação para a atuação nas situações de pré-emergência e emergência, preconizadas no PASE.

A operação do PASE nos municípios será coordenada pela Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC, órgão a quem compete estabelecer estratégias municipais de prevenção de acidentes e coordenar ações em situações emergenciais, em estreita vinculação com o Sistema Metropolitano de Defesa Civil e com a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC.

A seguir são descritas, as ações de preparação para o atendimento a situações de emergência relacionadas a enchentes e inundações, a serem executadas pelo poder público municipal:

- a) Estruturar as equipes direta ou indiretamente associadas com as atividades da COMDEC, com recursos humanos e materiais compatíveis com as necessidades do município, em relação aos diferentes tipos de ameaças e cenários de risco. Particularmente em relação ao PASE, isto significaria por exemplo, que as prefeituras municipais devem se organizar para conseguir as seguintes condições de operação: estrutura de plantão 24 horas para atender à rotina de recepção dos informes de alerta de enchentes e transmissão do estado de alerta vigente; montagem e capacitação de equipe de vistoriadores de campo para fiscalizar a ocupação nas áreas de risco, realizar o acompanhamento do nível d'água dos rios nos pontos de controle e trabalhar como agentes de Defesa Civil, executando ações para a prevenção de acidentes em situações de risco iminente, associadas a enchentes e inundações;
- b) Identificar e delimitar com maior grau de precisão as manchas críticas de inundação, e reconhecer e atualizar continuamente os cenários de risco de enchentes e inundações presentes no município, a partir dos mapeamentos e estudos realizados neste trabalho;
- c) Fazer um cadastro de risco detalhado das edificações e respectivos moradores, situadas no interior das manchas críticas de inundação, identificando as situações onde há perigo de ocorrência de acidentes graves de enchentes e inundações, principalmente envolvendo risco para a integridade física das pessoas;
- d) Realizar contínua atualização do quadro municipal de risco de enchentes e inundações, através da identificação de novas manchas e situações pontuais críticas de inundação, e novos cenários de risco;
- e) Realizar a hierarquização e o zoneamento de risco das manchas críticas de inundação, segundo o maior ou menor grau de suscetibilidade a acidentes, com vista a priorizar as ações de apoio e de remoção preventiva preconizadas no PASE, nos setores de maior perigo de acidentes;

- f) Identificar edificações em locais seguros e de fácil acesso, se possível nas proximidades das manchas de inundação, que possam ser utilizadas como abrigos provisórios;
- g) Identificar hospitais, postos de saúde e clínicas médicas particulares capazes de prestar atendimento médico em caso de acidentes relacionados às enchentes e inundações;
- h) Organizar um Grupo de Defesa Civil Municipal específico para enchentes, responsável pela elaboração e coordenação do Plano Municipal de Prevenção de Acidentes e de Ações Emergenciais Específico para Enchentes e Inundações, no âmbito do Plano Municipal de Defesa Civil. O Plano Municipal de Prevenção de Acidentes e de Ações Emergenciais de Enchentes e Inundações é um plano que deve ter suas ações integradas ao PASE, estabelecendo o que deve ser feito no município para situações relacionadas a enchentes. Além das medidas específicas descritas anteriormente, o Plano Municipal deve também definir a forma de participação dos diversos organismos, estabelecendo questões tais como: atribuições, competências, responsabilidades, necessidades e recursos disponíveis das diversas secretarias e departamentos municipais, bem como dos diferentes parceiros públicos (Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Exército, Escolas, etc.) e privados (Clínicas médicas particulares, associações de bairros, Cruz Vermelha, e equipamentos particulares existentes tais como barcos, veículos pesados, etc.);
- i) Realizar atividades de informações públicas e treinamento visando melhorar a percepção de risco da comunidade e prepará-la para enfrentar de forma organizada as situações de risco de enchentes, educando-as sobre medidas de auto proteção contra enchentes, através do uso de cartilhas e outras formas de difusão de conhecimentos;
- j) Realizar atividades de difusão da operação do PASE, comunicando sobre quando e como entrar em contato com a COMDEC, e divulgando a existência dos abrigos municipais para os quais a população poderá se dirigir em caso de emergência ou pré-emergência, até o retorno a condições de normalidade.

5.4.2 Ações Específicas de cada Município no Âmbito do PASE

A seguir são descritas algumas ações específicas a serem realizadas por cada um dos municípios no âmbito do PASE, a partir da caracterização dos cenários de risco municipais anteriormente descrita. Pressupõe-se que as atividades apresentadas sejam coordenadas pelas Comissões Municipais de Defesa Civil – COMDECs, no âmbito do poder público municipal, e integradas com o Sistema Metropolitano de Defesa Civil.

Os municípios com baixo grau de risco de enchentes e inundações não deverão integrar a operação do PASE, incluindo: Campo Largo, Araucária, Mandirituba, Quatro Barras e Campina Grande do Sul.

Com relação aos municípios inseridos no programa do PASE, considerando os atuais cenários de risco presentes nas manchas críticas de inundação identificadas em cada um, apresentam-se a seguir as ações a serem executadas:

- a) Em conjunto com técnicos da SUDERHSA, definir os pontos de controle do nível d'água, considerando as manchas de inundação identificadas, e estabelecer os níveis de perigo (compatíveis com os estado de alerta do PASE), e a forma de leitura (réguas), monitoramento e repasse da informação;

- b) Organizar equipe de vistoria de campo, que deverá ser treinada por técnicos da SUDERHSA, para fazer a leitura e o monitoramento do nível das águas dos cursos d'água, nos pontos de controle pré-estabelecidos;
- c) Ao receber informe meteorológico que indique previsão de evento chuvoso com possibilidade de gerar cheias na região, declarar Estado de Atenção, e encaminhar imediatamente os vistoriadores de campo para proceder ao acompanhamento dos pontos de controle do nível d'água do curso d'água;
- d) Acionar o Grupo de Defesa Civil Municipal específico para enchentes e transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil, para a SUDERHSA e para a SIMEPAR a informação de mudança para o estado de atenção;
- e) Emitir alerta e executar as ações de apoio para a tomada de medidas de auto proteção e remoção preventiva das populações ribeirinhas em situação de maior risco, quando o nível das águas do curso d'água, em qualquer um dos pontos de controle, atingir o segundo nível crítico de enchente, que corresponderia ao estado de alerta do PASE;
- f) Declarar Estado de Alerta e transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil, para a SUDERHSA e para a SIMEPAR a informação de mudança de estado do PASE;
- g) Emitir comunicado público geral e prestar apoio para a tomada de medidas de auto proteção e de remoção de emergência, quando o nível da águas do curso d'água, em qualquer um dos pontos de controle, atingir o nível máximo de enchente, que corresponderia ao estado de alerta máximo do PASE;
- h) Declarar Estado de Alerta Máximo e transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil e para a SUDERHSA e SIMEPAR a informação de mudança para o estado de alerta máximo;
- i) Proceder às medidas de Defesa Civil e de controle da segurança urbana previstos no Plano Municipal de Prevenção de Acidentes Específico para Enchentes e Inundações, quando ocorrer a inundação generalizada dos terrenos de baixada da bacia;
- j) Transmitir para o Sistema Metropolitano de Defesa Civil e para a SUDERHSA e SIMEPAR a informação de ocorrência de inundações generalizadas nas áreas de baixada da bacia do curso d'água.

Para os municípios inseridos no PASE, as ações previstas corresponderão basicamente às bacias apresentadas na tabela 5;4;1 a seguir:

Tabela 5.4.1 - Bacias Críticas dos Municípios da RMC

| Município | Bacias |
|----------------------|--|
| Almirante Tamandaré | Barigui |
| Campo Magro | Passaúna |
| Fazenda Rio Grande | Mascate |
| São José dos Pinhais | Miringuava e Miringuava Mirim |
| | Pequeno e Córrego Maciel |
| | Ressaca |
| | Planície de Inundação do Iguaçu |
| Piraquara | Irai |
| Pinhais | Irai e Atuba |
| Colombo | Palmital e seus afluentes, Atuba |
| Curitiba | Atuba – terrenos de baixada da planície |
| | Atuba – sub bacia do rio Bacacheri e Bacacheri Mirim |
| | Belém – baixada da planície e áreas de risco IV |
| | Barigui e seus afluentes – ocupações ribeirinhas ao longo do curso |
| | Padilha, Alto Boqueirão, Ponta Grossa e Espigão |
| | Iguaçu – planície de inundação |

5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE MONITORAMENTO, PREVISÃO E ALERTA DE CHEIAS EM RELAÇÃO ÀS TIPOLOGIAS DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES NA BACIA DO ALTO IGUAÇU

Os processos hidrológicos que causam acidentes na Região Metropolitana de Curitiba, podem ser classificados em dois tipos básicos, segundo a dinâmica de geração:

- Enchentes e inundações lentas, em porções inferiores das bacias dos cursos d'água principais, atingindo terraços marginais e áreas relativamente extensas de baixada da planície de inundação dos rios;
- Enchentes e inundações rápidas, ao longo de cursos d'água ou trechos de cursos d'água, em sub-bacias de topografia acidentada e urbanização intensa.

As enchentes e inundações lentas ocorrem principalmente ao longo do rio Iguaçu e na maioria dos seus afluentes da margem esquerda, em cujos terrenos o processo de urbanização encontra-se bem menos acentuado, em comparação com a região da margem direita do Iguaçu. Os processos de cheia e inundações ocorrem geralmente após uma seqüência de horas ou dias de chuva intensa e prolongada, associados a eventos pluviométricos contínuos e de longa duração.

Processos com esta dinâmica de desenvolvimento, deflagrados por eventos chuvosos de longa duração, são geralmente mais fáceis de serem previstos e seu desenvolvimento ao longo do tempo é passível de ser adequadamente monitorado. As manchas críticas de inundação associadas a eventos de enchentes e inundações lentas apresentam assim, uma maior possibilidade relativa de monitoramento e alerta, em tempo hábil da tomada de decisões de defesa civil. Por outro lado, processos hidrológicos dessa natureza, podem provocar eventos de acidentes de grande magnitude, associados a inundações generalizadas atingindo extensas áreas e grande número de pessoas.

Para os processos lentos das cheias do rio Iguaçu e afluentes das bacias preservadas, o sistema de monitoramento, previsão e alerta que vem sendo desenvolvido pela SUDERHSA, apresenta condições de emitir informes de alerta, com tempo de antecedência suficiente para a deflagração das ações específicas municipais e metropolitanas do PASE. O sistema de alerta da SUDERHSA contempla um sistema de coleta e transmissão de informações, um sistema de processamento de informações e um modelo de previsão de vazões e níveis.

A rede telemétrica da SUDERHSA da bacia do Alto Iguaçu, compreende atualmente 25 estações pluviométricas e 13 estações fluviométricas, distribuídas na região da bacia e em seu entorno, de maneira relativamente esparsa. A rede de estações telemétricas "ideal" a ser formulada não precisa necessariamente ter uma densidade de estações pluviométricas segundo uma malha regular, como proposto no documento Plano de Controle e Medidas Emergenciais para Enchentes elaborado pelo Consórcio ENERCONSULT/ELC/TEI. As novas estações pluviométricas e fluviométricas para complementar e aprimorar a rede telemétrica, devem estar ou serem distribuídas espacialmente, de forma a gerar dados hidrometeorológicos que complementem de maneira eficiente as informações obtidas da rede atualmente em operação.

A análise da distribuição espacial das estações pluviométricas e fluviométricas da rede telemétrica atualmente em operação na região da bacia do Alto Iguaçu, permite porém observar, algumas lacunas em bacias com situação crítica associada às manchas de enchentes e inundações, que não estão cobertas pela rede telemétrica atual. É o caso das bacias do Barigui, Atuba, Palmital e Padilha.

A decisão da implantação ou não de estações telemétricas, nestas e em outras bacias e da definição do número e localização dessas estações, deve ser precedida por estudos que considerem o modelo de previsão de níveis e vazões atualmente em desenvolvimento pela SUDERHSA, a avaliação de lacunas de dados hidrometeorológicos e a integração dos dados gerados pelo radar da COPEL. O intercâmbio sistemático de informações de previsão meteorológica e de previsão de cheias, entre o SIMEPAR e a SUDERHSA, através dos procedimentos do PASE, pode propiciar uma melhoria nas condições de previsibilidade e alerta de inundações em toda a bacia do rio Iguaçu, principalmente se houver avanços na quantificação da previsão meteorológica.

Os processos de enchentes e inundações rápidas, envolvendo as sub-bacias com alto índice de urbanização, caracterizam-se por ocorrerem num espaço de tempo muito curto, geralmente de

algumas horas, após a ocorrência da precipitação. A previsão e alerta para eventos dessa natureza, geralmente associadas a formações de chuva localizada, é mais difícil de ser realizada, em tempo hábil para a tomada de ações preventivas e emergenciais.

Esses eventos de chuva intensa e de curta duração têm sido previstos e monitorados basicamente fazendo uso dos radares meteorológicos. Na região da bacia do Alto Iguaçu, a SIMEPAR, a partir de informações obtidas do radar da COPEL, é um parceiro imprescindível na emissão de informes meteorológicos para a previsão de eventos potenciais de chuva capazes de provocar enchentes e inundações rápidas, através da análise de padrões meteorológicos em escala local e da previsão quantitativa de chuvas a curto prazo,

Em relação ao Sistema de Previsão e Alerta de Cheias no Alto Iguaçu atualmente operado, alguns aprimoramentos podem ser desenvolvidos tendo como referência o Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo – SAISP, que vem conseguindo um elevado grau de confiabilidade na previsão de cheias principalmente em relação à micro drenagem, onde os eventos críticos são mais freqüentes e de previsibilidade mais difícil. De fato, o Sistema de Previsão e Alerta de Cheias atualmente operado para a Região Metropolitana de Curitiba, deve ser continuamente aprimorado a partir da experiência de implantação do PASE.

A operação contínua do PASE e conseqüente acompanhamento sistemático dos eventos, poderá favorecer a montagem de um banco de dados de acidentes, cujo conteúdo poderá ser utilizado para estudos de correlação de chuvas e enchentes e estudos de caracterização de condições meteorológicas potencialmente críticas para a sua deflagração. Estes estudos de correlação poderão ajudar no aprimoramento dos modelos baseados em dados meteorológicos e pluviométricos, visando principalmente melhorar a capacidade de previsão e alerta de enchentes com curto espaço de tempo de ocorrência, para a tomada de decisões preventivas e emergenciais no âmbito do PASE.

6 IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RECURSOS PARA FOMENTO DO PASE

A análise da questão das fontes de recursos para a implantação e operação do PASE é realizada neste capítulo considerando as instituições participantes do PASE, a situação atual dos sistemas de monitoramento, alerta e de defesa civil existentes, e a possibilidade de avaliação objetiva dos recursos necessários.

A operação do PASE baseia-se em um tripé composto pelo sistema de monitoramento meteorológico, pelo sistema de alerta de cheias e pelo sistema metropolitano de defesa civil. O PASE foi concebido para ser implantado e operado de forma imediata, a partir da estrutura e capacidade operacional existente nesses três componentes essenciais, enquanto plano de ação emergencial de concepção preventiva.

Em relação ao monitoramento e alerta de cheias, a proposta do PASE aproveita a existência e capacidade instalada da SIMEPAR e da SUDERHSA, que já operam um Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta na Região Metropolitana de Curitiba, capaz de atender aos requisitos operacionais propostos no PASE.

Em relação ao Sistema Metropolitano de Defesa Civil, este também se encontra plenamente constituído, principalmente quanto à estrutura operacional e organizacional para o atendimento de situações de emergência, da Coordenadoria de Defesa Civil Estadual – CEDEC e da Comissão Municipal de Defesa Civil de Curitiba, e no caso deste último, estruturado em relação às ameaças de natureza hidrológica, a partir da elaboração e implantação do Plano Municipal de Redução dos Efeitos Climáticos Provocados pelo Fenômeno “El Niño”.

A partir do exposto anteriormente, considera-se que em um horizonte de curto prazo, o PASE pode ser implantado e operado, em caráter piloto, para os municípios mais críticos, sem a necessidade imprescindível do aporte de recursos vultosos. Já para operações futuras do PASE, deve-se estimar os recursos, para eventuais aprimoramentos e correção de deficiências observadas nas fases de sua implantação e operação em caráter experimental, ou mesmo para incrementar significativamente as capacitações, recursos e estruturas operacionais em relação aos três componentes essenciais do PASE.

A questão das fontes de recursos para o fomento do PASE deverá ser analisada, no âmbito do Sistema Institucional proposto para possibilitar a implementação integrada das diversas medidas preconizadas no Plano Diretor para a Bacia do Alto Iguaçu. Uma das principais fontes de recursos do PASE, principalmente para os aprimoramentos que se fizerem necessários no Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de Cheias, poderá advir do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH/PR, concebido para dar suporte financeiro aos projetos dos Planos de Bacias regulamentados pelo Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/PR.

Esses recursos poderão também atender ao Sistema Metropolitano de Defesa Civil, para as necessidades estruturais e operacionais de interesse à operação do PASE.

**ANEXO 1 – TABELA COM ATRIBUTOS DE CADA
MANCHA DE INUNDAÇÃO**

TABELA A1. COM ATRIBUTOS DE CADA MANCHA DE INUNDAÇÃO

| Codigo | Nome do Córrego | Município | Trecho Afetado | Nome do Informante | Área Inundável? | Frequência | Data Aproximada | Causa(s) Provável(eis) | | | | | | | | | | Característica da Área Inundada | Instituições Afetadas | Via interrompida |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|------------|-----------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|--|---------------------------------|----------------------------|---|
| | | | | | | | | Obsponte | Obsbueiro | Estrangulamento Natural | Travessia de tubulação | Assoreamento | Lançamento de Detritos | Remanso originado no rio a jusante | Calha Insuficiente | Falta de Manutenção | Outra Causa | | | |
| AT-D1_1 | Corr Bairro Alto | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | | set/99 | | | | X | | | | | | Tubulação subdimensionada, construção sobre faixa não edificável ou córrego | Urbana | casas | |
| AT-D1_2 | Corr Bairro Alto | PMC - SMOP/DOS | | Jocilia | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | | Urbana, Invasão | | |
| AT-D2_1 | Rio Bacacheri | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | >1/ano | set/99 | | | X | | | | | | | | Urbana | casas | |
| AT-D2_2 | Rio Bacacheri | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | Obstrução localizada e aterro irregular | Invasão | casas | |
| AT-D2_3 | Rio Bacacheri | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | | Obstrução localizada e ligações de água pluvial com ocorrência de refluxo | Urbana | casas | |
| AT-D2_4 | Rio Bacacheri | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | | | | | | X | Aterro Irregular | Invasão | casas | |
| AT-D3_1 | Rio Vila Oficinas | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | X | | | | | X | | | Faixa não edificável não respeitada, dificuldade de manutenção | Invasão | | R. Luisa Franca, Miguel Calut, Joao C da Rosa, Vicente Montanha, Rubens Mendes, Reinaldo Issberner, Procopio Ferreira |
| AT-D4_1 | Rio Teófilo Otoni | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | X | | | | | | | | Diâmetro da Canalização Insuficiente | Urbana | | R. Luis Franco, Miguel Calut, Paulo de Frouin, Aracaju, Cap. Guilherme Bianchi |
| AT-D5_1 | Rio Jardim Natalia | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | X | | | | | X | | | Dificuldade de manutenção devido a ocupação indevida | | | R. Natal, Maceio, Aracaju e Cap. Guilherme Bianch |
| AT-D6_1 | Rio Jardim Mercúrio | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | Obstrução localizada | Urbana | creche | R. Ladislau Mikos |
| AT-D6_2 | Rio Jardim Mercúrio | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | | Travessia sobre linha férrea insuficiente | Urbana | | |
| AT-DS01 | Sem denominação | Colombo | | Tania | Sim | Anual | jan a mar | | | | | | | | | X | Urbana | | | |
| AT-DS02 | Corr Base Aérea | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | >1/ano | set/99 | | | | X | X | X | | | | Aterro Irregular | Urbana, Invasão | casas | |
| AT-DS03 | Corr da Rua Pedro Klock | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | fev/99 | | | | X | X | | | | | Tubulação subdimensionada | Invasão | casas | |
| AT-E3_1 | Corr Monjolo | Colombo | | Tania | Sim | >1/ano | jan/99 | | | | | | | X | X | | | Urbana | | R. Pref. Pio Albertii Ludovico Kachel, R. Luiz Gulin |
| AT-E4_1 | Sem denominação | Colombo | | Tania | Sim | Anual | dez a mar | | | | | | | X | X | | | Urbana | | |
| BA-D1_2 | Rio Cascatinha | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | X | X | | | | | | Cascata, Fundos Rest. Cascatinha | Urbana | casas, comércios | |
| BA-D1_3 | Rio Cascatinha | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | Curvas do Rio | Urbana | Casas | R. Francisco Boscardin, R. Jose Scrickte |
| BA-D1_4 | Rio Cascatinha | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | | X | | | | | Travessia subdimensionada | Urbana | Casas | R. Francisco Dallalibera |
| BA-D1_5 | Rio Cascatinha | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | Erosão | Urbana | Casas | |
| BA-D1_6 | Rio Cascatinha | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | Anual | | | | | | | | | | | Erosão das margens junto a via pública | | Casas | |
| BA-D1_7 | Rio Cascatinha | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | >1/ano | fev/99 | | | X | X | X | X | X | X | X | | Urbana | | |
| BA-D2_2 | Rio Mossungue | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | Variado | | | | | | | | | | | Invasão da margem do rio | Invasão | Casas | |
| BA-D2_4 | Rio Mossungue | PMC - Regional de Santa Felicidade | Estrada Mina de Ouro | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | Erosão junto a margem destruindo vias públicas e imóveis | Urbana | Casas | |
| BA-D2_5 | Rio Mossungue | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | X | X | X | | | X | | Urbana | Equipamentos Comunitários | R. Domingos Castelano |
| BA-D3_2 | Rio Campo Comprido | PMC - Regional de Santa Felicidade | Fundos da Invasão Vila Sandra II | | Sim | Variado | | | | | | | | | | | Ocupação junto aos córregos, tubulações incorretas | Invasão | Casas | |
| BA-D3_3 | Rio Campo Comprido | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | | | | | X | X | X | X | X | | Manutenção prejudicada devido a acesso restrito e terreno de baixa capacidade p/ entrada de máquinas | Urbana | Rolf (ETE - Sanepar) | |
| BA-DS01 | Corr Passo do Franca | PMC -Regional Pinheirinho | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | Obstrução na Galeria da BR 116 | Urbana | | Vias locais no Jardim Joao Carlos - Pinheirinho |
| BA-DS02 | Corr Santo Inacio | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | Anual | | | | | X | X | | | | | Tubulação subdimensionada e mal executada | Urbana | faculdade, Casa, comercio | R. Tobias de Macedo Jr. |
| BA-DS03 | Corr Santo Inacio | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | X | | Urbana | casas, Academia de Esporte | R. Otavio Sanz |
| BA-DS04 | Rio do Wolf | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | | Invasão | Casas | |
| BA-DS05 | Afluentes margem direita Mossungue | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | X | | X | | | | | Urbana | Casas | Domingos Castellano, Jose Rossetin |
| BA-DS06 | Sem Denominação | PMC - Regional do Portão | | | Sim | | mar/99 | | | | | | | | | X | | Invasão | | |

TABELA A1. COM ATRIBUTOS DE CADA MANCHA DE INUNDAÇÃO

| Codigo | Nome do Córrego | Município | Trecho Afetado | Nome do Informante | Área Inundável? | Frequência | Data Aproximada | Causa(s) Provável(eis) | | | | | | | | | | Característica da Área Inundada | Instituições Afetadas | Via interrompida |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|--|--------------------|-----------------|------------|-----------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|---|---------------------------------|---|------------------|
| | | | | | | | | Obsponte | Obsbueiro | Estrangulamento Natural | Travessia de tubulação | Assoreamento | Lançamento de Detritos | Remanso originado no rio a jusante | Calha Insuficiente | Falta de Manutenção | Outra Causa | | | |
| BA-DS07 | Sem Denominação | PMC - Regional do Portão | | | Sim | >1/ano | mar/99 | | | X | X | X | X | | | X | Invadida | | Av.Des. Cid Campello | |
| BA-DS08 | Sem Denominação | PMC - Regional do Portão | | | Sim | Anual | mar/99 | | | X | X | X | X | | | X | Invadida | | | |
| BA-DS09 | Sem Denominação | PMC - Regional do Portão | | | Sim | >1/ano | 03/99, 10/99 | | | | | | X | | | X | Invadida | | | |
| BA-E1_1 | Rio Campina do Siqueira | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | Urbana | | | |
| BA-E1_2 | Rio Campina do Siqueira | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | | | | | | | | | | | Obstrução Localizada | | Urbana | |
| BA-E2_1 | Rio Hermes Fontes | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | | | | X | X | | | | | X | Urbana | | | |
| BA-E3_1 | Rio Vila Isabel | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | | | | | | | | | | | | | | | |
| BA-E4_1 | Rio Vista Alegre | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | | | | X | X | X | X | X | | | estrangulamento da seção devido a construção na área não edificável | | Urbana | |
| BA-E4_2 | Rio Vista Alegre | PMC - Regional do Portão | | | Sim | | | | | X | X | X | | | | X | Urbana | | | |
| BA-E5_1 | Rio Vila Formosa | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | >1/ano | mar/99 | | | X | X | X | X | X | | | estrangulamento da seção devido a construção na área não edificável | | Urbana, Invadida | |
| BA-E5_2 | Rio Vila Formosa | PMC - Regional do Portão | | | Sim | >1/ano | dez/99 | | | X | X | X | | | | | Invadida | | | |
| BA-E6_1 | Rio Capão Raso | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | | | | | | | | | | | | Urbana, Invadida | | | |
| BA-E7_1 | Rio Gleba da Ordem | PMC - Regional Pinheirinho | | | Sim | Anual | fev/99 | | | X | X | | | | X | X | Urbana, Invadida | | Não | |
| BA-E7_2 | Rio Gleba da Ordem | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | | | | X | X | | | | | | Urbana, Invadida | | | |
| BC-D6_2 | Rio Vila Marumbi | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | set/99 | | | | | | | | | | Erosão atingindo propriedades particulares | casas | | |
| BC-D7_1 | Rio Capão da Imbuia | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | X | | | | | | | | Necessidade de retificação de pequeno trecho | | Urbana | |
| BC-D7_2 | Rio Capão da Imbuia | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | | Tubulação insuficiente em terreno particular e muro de arrimo em colapso | | Urbana | |
| BC-D7_3 | Rio Capão da Imbuia | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | | | | | | | | | | | | Obstrução localizada, construção em área não edificável com tubulação subdimensionada | casas | Urbana | |
| BC-D7_4 | Rio Capão da Imbuia | PMC - SMOP/DOS | | Jocilia | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | Urbana | | | |
| BC-E1_1 | Rio Bacacheri Mirim | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | >1/ano | fev/99 | | X | | X | | | | | X | Urbana | casas | | |
| BE-D1_1 | Rio Pilarzinho | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | jan a mar | | | | X | | | | | | Obstrução Localizada | | Urbana | |
| BE-D1_2 | Rio Pilarzinho | PMC-SMOP/DOS | R.Nilo Pecanha, R. Paulo G. Sobr. | | Sim | Anual | fev/99 | | | | X | X | | | | | | Clinica Medica | R. Iliberi da Cunha, R. Hugo Simao, Tapajoz Emilio de Menezes, R. Emilio de Menezes, Cel.Guilherme Guimaraes, R.Roberto Barroso, R.Henrique Ilbere da Cunha | |
| BE-D2_1 | Rio Ivo | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | jan a mar | | | | | | | | | | Obstrução Localizada | | Urbana | |
| BE-D2_2 | Rio Ivo | PMC-SMOP/DOS | R. Presidente Taunay, R. Teixeira Coelho | | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | | | | | | | Tubulação Insuficiente | | Urbana | |
| BE-D3_1 | Rio Agua Verde | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | | | Urbana | |
| BE-D3_2 | Rio Agua Verde | PMC-SMOP/DOS | Rio Belém e Rua Coronel Dulcídio | | Sim | >1/ano | fev/99 | | X | | | | | | | | Galeria Celular - obstrução localizada | | Urbana | |
| BE-D4_1 | Rio Pinheirinho | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | >1/ano | dez a fev | | | X | | X | | | | | | casas e comércio | Urbana | |
| BE-D4_2 | Rio Pinheirinho | PMC-SMOP/DOS | Av. Wenceslau Braz/ Av Santa Bernadete | Gilmar | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | | Galeria Celular - obstrução localizada | | Urbana | |
| BE-D4_3 | Rio Pinheirinho | PMC - Regional do Portão | | | Sim | >1/ano | dez/99 | X | | X | X | X | | | | X | | | Urbana | |
| BE-D5_1 | Corr Evaristo da Veiga | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | | X | X | | | | Estrangulamento da seção do Rio Belém | casas e comércio | Urbana | |
| BE-D5_2 | Corr Evaristo da Veiga | PMC-SMOP/DOS | Na foz | Amaral | Sim | Anual | fev/99 | | | | | X | X | | | | Efluente na foz sem convergência com rio de jusante | | Urbana | |
| BE-D6_1 | Corr Luis J. dos Santos | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | Anual | dez a fev | X | | | | X | | | | | | casas e comércio | Urbana | |
| BE-D6_2 | Corr Luis J. dos Santos | PMC-SMOP/DOS | Na foz | Amaral | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | X | | | | Efluente sem convergência com rio de jusante | | Urbana | |
| BE-D7_1 | Corr Waldemar L. dos Campos | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | >1/ano | final de ano | | | | | X | | | | | Estrangulamento da seção do Rio Belém | casas e comércio | Invadida | |
| BE-D7_2 | Corr Waldemar L. dos Santos | PMC-SMOP/DOS | Na foz | Amaral | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | X | | | | Estrangulamento na seção Rio Belém | | Invadida | |
| BE-DS01 | Corr do Prado Velho | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | | | Urbana | |
| BE-DS02 | Rio Guabirota | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | Obstrução localizada, provável deflexão | | Urbana | |

TABELA A1. COM ATRIBUTOS DE CADA MANCHA DE INUNDAÇÃO

| Codigo | Nome do Córrego | Município | Trecho Afetado | Nome do Informante | Área Inundável? | Frequência | Data Aproximada | Causa(s) Provável(eis) | | | | | | | | | | Característica da Área Inundada | Instituições Afetadas | Via interrompida |
|----------|-----------------------|------------------------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------|-----------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|---|---|---------------------------------|---|---|
| | | | | | | | | Obsponte | Obsbueiro | Estrangulamento Natural | Travessia de tubulação | Assoreamento | Lançamento de Detritos | Remanso originado no rio a jusante | Calha Insuficiente | Falta de Manutenção | Outra Causa | | | |
| BE-E1_1 | Rio Juveve | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | | | | | | | Urbana | Escola | Prof. Brandao, R. XV, Mal Deodoro, Fernando Amaro, Dias da Rocha, Augusto Stesser, Carneiro de Campos, Camões | |
| BE-E1_2 | Rio Juveve | PMC-SMOP/DOS | Rio Belém e Rua dos Funcionários | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | X | Galeria Insuficiente | Urbana | Escola, creche | R. Camoes, Schiler, Itupava, Prof. Brandao, Eng. Reboucas | |
| BE-E2_2 | Corr Areiaozinho | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | | | | | | Obstrução localizada, tubulação insuficiente | Urbana | | R. Agostinho Angelo Trevisan, Joao M. Leandro | |
| BE-E2_3 | Corr Areiaozinho | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | X | X | | | | | | Travessia insuficiente da Av. Comendador Franco | urbana | | R. Adolfo Werneck | |
| BE-E2_4 | Corr Areiaozinho | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | Travessia insuficiente | Urbana | | R. Andre Petreli, R. Corr Januario Barbosa | |
| BE-E2_5 | Corr Areiaozinho | PMC-SMOP/DOS | Jus. R. Salgado Filho x Rio Belem | Amaral | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | X | X | | | | | Urbana | | R. Zulmira Bacila, Av. Senador Salgado Filho | |
| CC-D1_1 | Ribeirão do Muller | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | Variado | | | | | | | | | | Ocupação irregular junto ao rio | Invadida | Casas | | |
| CC-D1_2 | Ribeirão do Muller | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | Variado | | | | | | | | | | X | Urbana, Invadida | Casas | R. Jose Lopasinski, R. Jacinto Miensopust, R. Joao Kominek | |
| CC-D1_3 | Ribeirão do Muller | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | | | | | X | X | | | | | Invadida, não invadida | Escola, Creche | | |
| CC-D1_4 | Rio do Mueller | PMC - Regional do Portão | | | Sim | | mar/99 | | | | X | X | | | | X | Urbana, Invadida | | | |
| CS-D1_1 | Rio Uvu | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | X | X | | | | X | Erosão na Margem | Urbana, Invadida | casas | R. Jose Parise |
| CS-D1_2 | Rio Uvu | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | X | | | | | X | Erosão na Margem | Urbana | casas | |
| CS-D1_3 | Rio Uvu | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | fev/99 | | | X | X | X | X | X | X | X | Urbana, Invadida | | | |
| IG-D10_1 | Rio Verde | Campo Largo | Cercadinho/Figuereado | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | | | | | X | | Urbana | | Inunda via de acesso a colonia Figueiredo atingindo diversas casas do Cercadinho | |
| IG-D11_1 | Rio Itaqui | Campo Largo | Travessia Estrada Dom Rodrigo | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | X | | | | | | | X | | | Indústria | | |
| IG-D11_2 | Rio Itaqui | Campo Largo | Jd. Bela Vista | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | X | | | | | | | X | | Urbana | Estação Captação de Água | | |
| IG-D11_3 | Rio Itaqui | Campo Largo | Entre BR-277 e rua Fritz Erwin Schmidt | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | X | | | | | | | | Urbana pouco ocupada | | | |
| IG-D1_1 | Rio Atuba | Pinhais | | Pedro Sirineu Machado | Sim | cada 2 anos | | | | | X | X | | | X | X | Urbana | | R. Madaguacu | |
| IG-D1_2 | Rio Atuba | Colombo | | Tania | Sim | 2-3/ano | fev/99 | | | | | | | | X | X | Urbana | Indústria | Ruas Secundarias | |
| IG-D1_3 | Rio Atuba | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | X | X | | | | | | | X | Invadida | | R. Rio Iguacu, Corredor Central, Antonio Moreira Lopes, Joao Tobias de Paiva Neto | |
| IG-D1_4 | Rio Atuba | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | >1/ano | set/97 | X | | | X | | | | | | Urbana | casas | | |
| IG-D1_5 | Rio Atuba | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | | Tubulação sem cota de nível com lançamento no Rio | Invadida | casas | R. S G Pinto, Travessia para o município de Colombo |
| IG-D1_6 | Rio Atuba | PMC - SMOP/DOS | | Jocilia | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | X | | Urbana, Invadida | | | |
| IG-D1_7 | Rio Atuba | PMC - SMOP/DOS | | Jocilia | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | X | | Urbana, Invadida | | | |
| IG-D1_8 | Rio Atuba | Pinhais | | Roseli Silvestre | Sim | 10 anos | fev/99 | X | X | | | | | | | X | Urbana | Indústria | Guilherme Uveis, 25 de maio, General Lucas, Jose Mariano dos Santos, Jacob Fedalto, Valdemar Siqueira, 13 de maio, Laura Lopes, Vicente de Andrea, Max Aischen, Maria Luiza, Antônio Zelonca, Iolanda Borba | |
| IG-D2A_1 | Rio Alto Boqueirão | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | >1/ano | nov a fev | | | | X | | | | | X | Urbana, Invadida | casas e comércio | | |
| IG-D2A_2 | Rio Alto Boqueirão | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | | fev/99 | | | | X | X | | | | | Urbana, Invadida | | Travessia da RFFSA subdimensionada | |
| IG-D2_1 | Rio Belém | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | jan, fev | | | | | | | | | | Urbana | | R. Candido Ogrev | |
| IG-D2_2 | Rio Belém | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | >1/ano | | X | | | | | X | | | X | Urbana | Escola, hospital, indústria | Conjunto Nossa Senhora dos Santos, Roberto Hangar | |
| IG-D2_3 | Rio Belém | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | | Urbana | | Rua Alvorada, Walter Behling | |
| IG-D2_4 | Rio Belém | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | Anual | fev/99 | | | X | X | X | X | X | | X | Urbana | | R. Ten. Antonio Miranda Machado | |
| IG-D2_5 | Rio Belém | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | Urbana | casas | | |
| IG-D2_6 | Rio Belém | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | | | | | | X | Invadida | casas | | |
| IG-D2_7 | Rio Belém | PMC-SMOP/DOS | R. Robert Haver, R.Cel.Luis J. dos Santos | Gilmar | Sim | Anual | fev/01 | X | | | | | | | | X | Urbana, invadida | | R. Cel. Luis J. dos Santos | |
| IG-D3_2 | Ribeirão dos Padilhas | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | Anual | dez a fev | | | X | | | | | | X | Urbana, Invadida | Escola, casas e comércio | | |
| IG-D3_3 | Ribeirão dos Padilhas | PMC - Regional do Bairro Novo | | | Sim | >1/ano | mai/99 | | | | X | X | | | | X | Urbana | | Ruas Internas | |
| IG-D3_4 | Ribeirão dos Padilhas | PMC - SMOP/DOS | Após, a juzante da rua Ed Pinto da Rocha | Elisabete Sampaio | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | X | | | | Rural, Invadida | | | |
| IG-D4_1 | Rio Ponta Grossa | PMC -Regional Pinheirinho | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | X | | | X | Urbana | | Vias locais da Moradia Marupiara | |
| IG-D4_2 | Rio Ponta Grossa | PMC - Regional do Bairro Novo | | | Sim | >1/ano | fev/99 | | | | X | | | | | | Urbana | | Ruas Internas da Moradia Guaraquecaba | |
| IG-D4_3 | Rio Ponta Grossa | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | | fev/99 | | | | X | X | | | | | Urbana, Invadida | | Travessia da RFFSA subdimensionada | |
| IG-D5_1 | Arroio do Espigão | PMC - Regional do Bairro Novo | | | Sim | >1/ano | mai/99 | | | | X | | | | | | Rural | | | |
| IG-D7_1 | Rio Barigui | PMC -Regional Pinheirinho | | | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | X | Urbana, Rural, Invad | | R. Loteamento Vila Verde IV, Area Interna da Vila Rural Santa Rita | |

TABELA A1. COM ATRIBUTOS DE CADA MANCHA DE INUNDAÇÃO

| Codigo | Nome do Córrego | Município | Trecho Afetado | Nome do Informante | Área Inundável? | Frequência | Data Aproximada | Causa(s) Provável(eis) | | | | | | | | | | Característica da Área Inundada | Instituições Afetadas | Via interrompida |
|----------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------|-----------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|--|------------------|---------------------------------|---|------------------|
| | | | | | | | | Obsponte | Obsbueiro | Estrangulamento Natural | Travessia de Tubulação | Assoreamento | Lançamento de Detritos | Remanso originado no rio a jusante | Calha Insuficiente | Falta de Manutenção | Outra Causa | | | |
| IG-D7_10 | Rio Barigui | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | Fundo do Vale provoca alagamento | Invadida | casas | | |
| IG-D7_11 | Rio Barigui | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | >1/ano | fev/99 | | | X | | X | X | X | X | J. Esplanada e Conj. Olarias implantado em cota abaixo da cota máx. enchente | Urbana, Invadida | casas | | |
| IG-D7_12 | Rio Barigui | PMC - SMOP/DOS | Toda sua extensão foi alagada | | Sim | >1/ano | fev/99 | | | X | | X | X | X | X | Construção em faixas não edificáveis | Urbana, Invadida | | | |
| IG-D7_13 | Rio Barigui | PMC - Regional do Portão | | | Sim | >1/ano | mar/99 | | | | | X | X | | X | | Urbana, Invadida | | R. Bernardo Meyer, Waldemar Cavanha, Des. Cid Campello | |
| IG-D7_2 | Rio Barigui | Almirante Tamandaré | | Jose Carlos Lozoya | Sim | Eventual | 1997 | | | | | X | | | X | X | Area Urbana | | Rodovia dos Mineiros | |
| IG-D7_3 | Rio Barigui | Almirante Tamandaré | | Jose Carlos Lozoya | Sim | Eventual | 1998 | | | | | | | | X | X | Rural | | | |
| IG-D7_4 | Rio Barigui | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | Variado | fev/99 | | | | | X | Lixo | | X | | Invadida | casas | | |
| IG-D7_5 | Rio Barigui | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | Variado | fev/99 | | | | | X | Lixo | | X | | Urbana | casas | R. Tito Calderari | |
| IG-D7_6 | Rio Barigui | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | Alagamento dos Lagos do Parque Tinquí | Urbana | Indústrias, Casas | R. Jose Casagrande | |
| IG-D7_8 | Rio Barigui | PMC - Regional do Bairro Novo | | | Sim | >1/ano | mai/99 | | | | | X | | | | | Rural | | Rua W-391 | |
| IG-D7_9 | Rio Barigui | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | | Obstrução localizada | Invadida | casas | R. OtalinoA de Souza, Ponte da Madeira | |
| IG-E1_1 | Rio Irai | Pinhais | | Pedro Sirineu Machado | Sim | cada 2 anos | jan/97 | | | | | X | X | | X | | Urbana | | | |
| IG-E1_2 | Rio Irai | Pinhais | | Pedro Sirineu Machado | Sim | 10 anos | jan/99 | | | | | X | X | | X | X | Urbana | | | |
| IG-E1_3 | Rio Irai | Pinhais | | Pedro Sirineu Machado | Sim | 10 anos | jan/95 | | | | | | X | | X | | Urbana | | | |
| IG-E1_4 | Rio Irai | Pinhais | | Pedro Sirineu Machado | Sim | 10 anos | jan/97 | | | | | | X | | X | | Urbana | Escola | R. Alzira Moreira, Augusto Trevisan, Maria Maia Duarte, Osvaldo da Silva Ozonio, Herminia Lupion, Ed. Sobrinho, Leila Diniz, Maiza Matarazo | |
| IG-E1_5 | Rio Irai | Piraquara | | Mario | Sim | Anual | jan/99 | | | | | | | | X | Área Plana com Ocupação Irregular | Urbana | Creche, igreja, indústria | R. Pastor Adolfo, R. Joaquim Simões | |
| IG-E2_1 | Rio Pequeno | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 5 a 7 anos | 1995 | | | | | | | | X | | Urbana | Creche, Postos de Saúde | Av. Rui Barbosa, Av. Brasil | |
| IG-E2_2 | Rio Pequeno | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 5 a 7 anos | 1995 | | | | | | | | X | | Urbana | | Não | |
| IG-E2_3 | Rio Pequeno | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 5 a 7 anos | | | | | | | | | X | | Urbana | | | |
| IG-E2_4 | Rio Pequeno | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 5 a 7 anos | 1995 | | | | | | | | X | | Urbana | | | |
| IG-E3_1 | Rio Ressaca | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 5 anos | | | | | | | | | X | | Urbana | | Sim. NC | |
| IG-E3_2 | Rio Ressaca | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 2 anos | | | | | | | | | X | | Urbana | | Sim. NC | |
| IG-E5_1 | Rio Miringuava | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | Anual | | | | | | | | | | Bacia de Contenção | Urbana | | Não | |
| IG-E5_2 | IG-E5_2 | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | Anual | | | | | | | | | | Bacia de Contenção | Urbana | | Não | |
| IG-E5_3 | Rio Miringuava | Sao José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | Anual | jan/99 | | | | | | | | X | | Rural | | | |
| IG-E9_1 | Arroio Mascate | Fazenda Rio Grande | | Pedro | Sim | Anual | set/99 | | | | | | | | X | | Urbana | | Ruas Secundárias | |
| IGUACU | Rio Iguaçu | PMC - Regional do Cajuru | | | Sim | 5 anos | 1995 | X | | | | | | | X | | Rural, Invadida | | Av. Comendador Franco | |
| IR-D3_1 | Rio Timbu | Campina Grande do Sul | | Joao Batista | Sim | Anual | | | | | | X | X | | | Represamento da Empresa Propasa | | | Rua Prof. Duilio Calderari | |
| IR-D3_2 | Rio Timbu | Quatro Barras | | Busnardo | Sim | Anual | jan/98 | | | | | | | | X | | Urbana | | | |
| IR-D6_1 | Rio Palmital | Pinhais | | Pedro Sirineu Machado | Sim | cada 2 anos | jan/97 | | | | | | | | X | X | Urbana | | | |
| IR-D6_2 | Rio Palmital | Pinhais | | Pedro Sirineu Machado | Sim | 10 anos | | | | | | | | | X | X | Urbana | | | |
| IR-D6_3 | Rio Palmital | Colombo | | Tania | Sim | 2-3/ano | fev/99 | | | | | | | | X | X | Urbana | Indústria | Ruas Secundárias | |
| IT-ES01 | Sem denominação/ afl. Itaqui | Campo Largo | Loteamento Ferrari | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | dez/97 | | | | | | | | X | X | Area Invadida | Escola | | |
| IT-ES02 | Sem denominação/ afl. Itaqui | Campo Largo | Porcelanas Germer | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | | | | | X | | | Indústria | | |
| IT-ES03 | Sem denominação/ afl. Itaqui | Campo Largo | Loteamento Jardim Itaqui | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | | | | | X | X | Urbana, Invadida | Residencias | Somente os finais das vias internas do loteamento. Loteamento aprovado sem considerar a área de preservação permanente | |
| IT-ES04 | Sem denominação/ afl. Itaqui | Campo Largo | Av. dos Expedicionários | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | | | | | X | X | Urbana, Invadida | Residencias | Av. dos Expedicionários | |
| JU-D1_1 | Rio Juveve do Norte | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | | | | | | | | | | | Urbana | | | |
| MA-E1_1 | Rio Tarumã | PMC - Regional da Matriz | | | Sim | >1/ano | jan | | | | | X | X | | | | Urbana | | R. Osório Duque Estrada | |
| MA-E1_2 | Rio Tarumã | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | | set/99 | | | | | | | | | | Urbana | | Tubulação Subdimensionada | |
| MA-E1_3 | Rio Tarumã | PMC - SMOP/DOS | | Jocilia | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | | X | | Urbana | | | |
| MU-E2_1 | Rio dos Patos | Mandirituba | | Antonio Cezar | Sim | Anual | jan/99 | | | | | | | | X | | Urbana | | | |
| PA-D1_1 | Rio do Engenho | Campina Grande do Sul | | Falavinha | Sim | cada 2 anos | | | | | | | | | | Invasão da várzea | area invadida | | | |
| PA-D2_2 | Arroio Cercado | PMC - Regional do Bairro Novo | | | Sim | >1/ano | mai/99 | | | | | | | | X | | Urbana | | Rua Marialva | |
| PA-D4_1 | Rio Vila Osternack | PMC - Regional do Bairro Novo | | | Sim | >1/ano | mai/99 | | | | | | | | X | | Urbana | | Obstrução na rua Eduardo Pinto da Rocha | |

TABELA A1. COM ATRIBUTOS DE CADA MANCHA DE INUNDAÇÃO

| Codigo | Nome do Córrego | Município | Trecho Afetado | Nome do Informante | Área Inundável? | Frequência | Data Aproximada | Causa(s) Provável(eis) | | | | | | | Característica da Área Inundada | Instituições Afetadas | Via interrompida | |
|---------|--------------------------------|------------------------------------|---|--------------------|-----------------|------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| | | | | | | | | Obstrução | Obsbueiro | Estrangulamento Natural | Travessia de Tubulação | Assoreamento | Lançamento de Detritos | Remanso originado no rio a jusante | | | | Calha Insuficiente |
| PA-D4_2 | Rio Vila Osternack | PMC - SMOP/DOS | | Elisabete Sampaio | Sim | Anual | fev/99 | | | X | | X | | | Dimensionamento da Travessia da Rua Eduardo Pinto da Rocha | Urbana | | |
| PA-E1_1 | Rio Jardim ESimeralda | PMC - Regional do Boqueirão | | Ivan Sergio | Sim | >1/ano | dez a fev | | X | | | X | | X | | Urbana, Invasão | casas e comercio | |
| PE-E1_1 | Rio Vila Guaira | PMC-SMOP/DOS | Av. da República e Rua Paraíba | Gilmar | Sim | Anual | fev/99 | | | | | | | X | | Invasão | | Rua Brigadeiro Franco |
| PI-E1_1 | Rio Vila Guaira | PMC- Regional do Portão | | | Sim | | dez/99 | | | | X | X | | X | | Invasão | | R. Brigadeiro Franco, R. 24 de maio |
| PL-D1_1 | Arroio Cachoeira | PMC - Regional de Boa Vista | | Renato | Sim | Anual | feb-99 | | | | X | | | X | | Urbana | casas | R. Eng Francisco Xavier Driesel |
| PQ-E7_1 | Corr Maciel | São José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 5 a 7 anos | | | | | | | | | Bacia de Contenção | Urbana | | Não |
| PQ-E7_2 | Corr Maciel | São José dos Pinhais | | Robert Sholze | Sim | 5 a 7 anos | | | | | | | | | Bacia de Contenção | Urbana | | Não |
| PS-DS01 | Sem denominação | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | X | | | | | Urbana | Casas | |
| PS-DS02 | Sem denominação | PMC - Regional de Santa Felicidade | | | Sim | >1/ano | | | | | X | X | | | | Rural | | R. João Budel |
| PS-DS03 | Rio Três Marias | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | feb-99 | | | X | X | X | | X | Construção em área não edificável | Urbana | Equipamentos Comunitarios | |
| PS-DS04 | Rio São Braz | PMC - SMOP/DOS | | | Sim | Anual | feb-99 | | | | X | X | | X | Tubulação subdimensionada na área invadida | Urbana | | |
| PS-DS05 | Sem denominação/ afl. Passaúna | Campo Largo | Rua dos Pardais/ Jd. Donafina Ferraria | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | X | X | | | | | Urbana | | Rua Aguiá do Mar |
| PS-DS06 | Sem denominação/ afl. Passaúna | Campo Largo | Escola Dona Fina/Dist. Ferraria | Dulcimar Rinaldin | Sim | >1/ano | | | | X | | | | X | | Urbana | Escola | |
| PS-DS07 | Sem denominação/ afl. Passaúna | Campo Largo | Entre rua 5 e Arapongas/Ferraria | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | X | | | X | | Urbana | Captação Sanepar | |
| PS-DS08 | Rio Ferraria / Afl. Passaúna | Campo Largo | Escola Pe. Natal Pigato | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | | | X | X | | Urbana | Escola | |
| PS-DS09 | Sem denominação/ afl. Passaúna | Campo Largo | Loteamento Santa Angela/Ferraria | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | X | X | | X | | Loteamento Antigo | | |
| PS-DS10 | Sem denominação/ afl. Passaúna | Campo Largo | Loteamento São Lucas/Ferraria | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | | | X | X | | X | | Urbana/ Loteam. irreg | | |
| VE-D1_1 | Rio Cambuí | Campo Largo | Vila Cilka | SMPU-Dulcimar | Sim | >1/ano | dez/97 | | | X / BR-277 | | | | | | Urbana | Pateo empresa de ônibus | alaga residencias proximas |
| VE-D1_2 | Rio Cambuí | Campo Largo | Entre rua Gen. Marq./ Quintino Bocaiúva | Dulcimar Rinaldin | Sim | >1ano | | | | X | | X | | | | Urbana | | Avenida Manoel Ribas |
| VE-D1_3 | Rio Cambuí/Pedreira | Campo Largo | Indústria Lorenzetti | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | dez/97 | | X | | X | | | X | | Urbana/ Industria | Indústria | |
| VE-DS01 | Rio Cambuí/Pedreira | Campo Largo | Antônio Munari | Dulcimar Rinaldin | Sim | Anual | | | X / Gal. sub dimen. | | X | | | | | Urbana | | XV de Novembro/Antonio Munari |

ANEXO 2 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



F1.1. Erosão e solapamento de talude marginal em razão do estrangulamento da seção do canal provocado pela ponte sobre o rio Barigui, no trecho em frente à fábrica da Brahma. Mancha de inundação ALT – 1. Cenários de risco III e V.



F1.2. Situação pontual de risco associada à presença de algumas edificações ocupando porções rebaixadas em terrenos marginais do rio Barigui, sujeitas a ser atingidas por enchentes. Mancha de inundação ALT – 1. Cenário de risco I.



F1.3. Detalhe do padrão construtivo das moradias situadas no bairro Jardim Bonfim, em terrenos da planície de inundação do rio Barigui. Mancha de inundação ALT-2. Cenários de risco I e V.



F1.4. As travessias de drenagem representam geralmente situações críticas de estrangulamento do escoamento fluvial, favorecendo a ocorrência de enchentes remontantes. Mancha de inundação ALT-2. Cenário de risco V.



F1.5. Situações de risco relacionadas à ocupação urbana de padrão precário no Jardim Bonfim, em fundos de vale sujeitos a enchentes com alta energia de escoamento. A ausência de planos de gerenciamento do uso e ocupação dos terrenos, favorecem o desenvolvimento desordenado nas áreas de expansão urbana da Região Metropolitana de Curitiba. Mancha de inundação ALT-2. Cenário de risco I.



F2.1. Barracos de madeira ocupando, de forma precária, terrenos da calha menor do rio Passaúna. Situação de alto risco de ocorrência de acidentes potencializados por confinamento provocado pelo muro de alvenaria na margem oposta do rio. Mancha de inundação CAM-1 (cruzamento das ruas Violeta e Jasmim). Cenário de risco I.



F2.2. Detalhe da ocupação ribeirinha na margem direita do rio Passaúna. Mancha de inundação CAM-1. Cenário de risco I.

MUNICÍPIO DE CAMPO MAGRO



F2.3. Núcleo habitacional de baixa renda em terrenos de baixada sujeitos a enchentes e inundações do rio Custódio, próximo à confluência com o rio Passaúna. Mancha de inundação CAM-2. Cenários de risco I e V.



F2.4. Detalhe do padrão das moradias em área de risco de enchentes e inundações, em área de periferia da Região Metropolitana, formando núcleo habitacional restrito, sujeito a adensamento populacional. Mancha de inundação CAM-2. Cenários de risco I e V.



- F2.5. Situação pontual de risco de inundações e alagamentos agravada pela presença de ponte e de edificações marginais no rio Passaúna, travessia da Rua João Budel, na divisa de Campo Magro e Curitiba. Mancha de inundação CAM-3. Cenário de risco V.



F.3.1. Situação localizada de risco de inundação relacionada às cheias de afluente do rio Passaúna em trecho baixo da Avenida Arapongas. Cenário de risco V.



F.3.2. Área urbana (Loteamento Dona Fina) em planície de inundação de afluente do rio Passaúna, sujeita a eventos periódicos de enchentes e inundações. Cenário de risco V.

MUNICÍPIO DE COLOMBO



F4.1. Vista do padrão da ocupação urbana na sub-bacia do córrego Monjolo, afluente do rio Palmital, em área de expansão urbana acelerada na periferia da Região Metropolitana de Curitiba. Mancha de inundação COL-1. Cenários de risco I e V.



F4.2. Detalhe da ocupação ribeirinha de baixa renda localizada às margens do córrego Monjolo. Mancha de inundação COL-1. Cenário de risco I.

MUNICÍPIO DE COLOMBO



F4.3. Ocupação urbana em trechos de baixada do córrego Monjolo sujeitos a inundação. Mancha de inundação COL-1. Cenário de risco V.



F4.4. Ocupação de padrão precário em terrenos marginais de cursos d'água com alta energia de escoamento. Cenário de risco I.

MUNICÍPIO DE COLOMBO



- 4.5. Extensas áreas da planície de inundação do rio Palmital com ocupação urbana restrita. Mancha de inundação COL-6. Cenário de risco V.



- F4.6. Ocupação urbana de baixa renda invadindo terrenos da planície de inundação do rio Palmital em região de relevo colinoso, próximo à travessia sob a BR-116. Mancha de inundação COL-6. Cenário de risco V.

MUNICÍPIO DE ARAUCARIA



F5.1. Vista da situação atual do avanço da ocupação urbana, na divisa municipal com Curitiba, em terraços fluviais localizados na confluência do rio Capão Raso e rio Barigui. Cenário de risco V.



F6.1. Vista do rio Timbú, na travessia sob a BR-116. As áreas contíguas a montante desse ponto, no município de Campina Grande do Sul, e a jusante, no município de Quatro Barras, apresentam manchas de inundação que se referem a cenário de risco V.



F7.1. Vista de detalhe do padrão de ocupação presente na mancha de inundação situada na sub-bacia do rio dos Patos. Cenário de risco V.

MUNICÍPIO DE SÃO JOSE DOS PINHAIS



F8.1. Loteamento urbano em terrenos na planície de inundação do rio Miringuava Mirim. Mancha de inundação SJP-1. Cenário de risco V.



F8.2. Situação atual da ocupação urbana em terrenos marginais do rio Ressaca. Mancha de inundação SJP-7. Cenário de risco V.



F8.3. Situação atual da ocupação ribeirinha em trecho do rio Ressaca. Mancha de inundação SJP-7. Cenário de risco V.



F8.4. Ao longo do curso do rio Ressaca há diversas situações de risco localizado decorrente das ocupações ribeirinhas. Mancha de inundação SJP-7. Cenário de risco V.



F8.5. Vista parcial da planície de inundação do rio Avariú. Notar situações pontuais de risco associadas à ocupação esparsa em áreas ribeirinhas. Mancha de inundação SJP-5. Cenário de risco I.



F8.6. Ocupação urbana em terraços marginais do rio Avariú sujeita a episódios de inundação. Mancha de inundação SJP-5. Cenários de risco I e V.



F9.1. Avanço da ocupação urbana nas extensas planícies de inundação da bacia do rio Iraí. Mancha de inundação PNH-3. Cenário de risco II.



F9.2. Detalhe da ocupação esparsa nos terrenos de baixada ao longo do rio Iraí.



F9.3. Situação atual da ocupação marginal em trecho do rio Atuba (entre os rio Jardim Mercúrio e Jardim Natália), divisa com o município de Curitiba.

MUNICÍPIO DE CURITIBA



F10.1. Ocupação do tipo favela com grande número de moradias em terraços marginais na várzea do Rio Iguaçu. Mancha de inundação do Iguaçu (proximo à ponte BR-277) - Cenário de risco II.



F10.2. Ocupação do tipo favela em terraços alteados na planície de inundação do Rio Iguaçu, com alto grau de vulnerabilidade aos efeitos danosos das cheias do rio. Mancha de inundação do Iguaçu (proximo à Av. das Torres) - Cenário de risco II.

MUNICÍPIO DE CURITIBA



F10.3. Trecho do rio Atuba, entre o rio Jardim Mercúrio e o rio Jardim Natália, onde a ocupação marginal se expande em extensas áreas de baixada na planície de inundação do rio. Mancha de inundação CRT-2. Cenário de risco II.



F10.4. Ocupação ribeirinha de baixa renda no rio Jardim Natália. Mancha de inundação CRT-3. Cenário de risco V.



F10.5. Ocupação urbana em terrenos marginais do rio Bacacheri Mirim. Mancha de inundação CRT-8. Cenário de risco V.



F10.6. Ocupação urbana em porções ribeirinhas do rio Estribo Açú em trecho médio-superior da bacia do Atuba, sujeita a acidentes associados às cheias do rio. Mancha de inundação CRT-20. Cenário de risco I.



F10.7. Avanço da ocupação urbana nas extensas planícies de inundação do rio Iraí. Mancha de inundação CRT-108 (Loteamento Jardim Esplanada). Cenário de risco V.



F10.8. Moradias de baixo padrão construtivo em ocupação irregular de terrenos marginais do córrego Mossunguê, em situação precária de segurança. Mancha de inundação CRT-107 - Cenário de risco I.



F10.9. Margem oposta da foto anterior, onde se vê evidências de destruição de moradias, provocada por erosão dos taludes marginais, devido à alta energia de escoamento das águas do córrego Mossunguê. Mancha de inundação CRT-107. Cenários de risco I e III.



F10.10. Trecho do córrego Mossunguê, à jusante da foto anterior, onde são observadas erosões nos taludes marginais, que evidenciam alta energia de entalhamento neste trecho do rio. Mancha de inundação CRT-106. Cenários de risco I e III.



F10.11. Detalhe das condições precárias de habitação marginal no córrego Mossunguê.



F10.12. Vista de jusante para montante do córrego Mossunguê, com lajes rochosas expostas e seixos e blocos rolados, que evidenciam a alta energia de escoamento e capacidade erosiva neste trecho do rio.



F10.13. Vista da ocupação ribeirinha e em terrenos de baixada do córrego Mossunguê nas proximidades de sua foz. Mancha de inundação CRT-106. Cenários de risco I e V.



F10.14. Ocupação ribeirinha de baixa renda em terraços marginais do rio Barigui, à jusante da saída do vertedouro do lago do Parque Barigui. Mancha de inundação CRT-111. Cenário de risco I.



F10.15. Situação de risco localizado relacionada a ocupações do tipo favela em terrenos marginais do rio Barigui. Mancha de inundação CRT-110. Cenário de risco I.



F10.16. Vista de outro ângulo do mesmo local da foto anterior.



F10.17. Trecho de travessia do rio Uvú na Av. Vereador Toaldo Túlio, onde ocorrem processos de erosão e solapamento dos taludes marginais. Mancha de inundação CRT-122. Cenários de risco III e IV.



F10.18. Terraços marginais do ribeirão do Muller ocupado por moradias de baixo padrão, sujeitas a acidentes de enchentes e inundações. Cenário de risco I.

MUNICÍPIO DE CURITIBA



F10.19. Ocupação marginal ao longo do rio Barigui (Loteamento Promorar Barigui). Cenários de risco I e II.



F10.20. Ocupação ribeirinha ao longo do rio Ponta Grossa. Mancha de inundação CRT-65. Cenários de risco I e III.



F10.21. Favelas ao longo do rio Padilha. Cenário de risco I.



F10.22. Ocupação de baixo padrão às margens do rio Alto Boqueirão. Mancha de inundação CRT-54. Cenários de risco I e III.



F10.23. Situações localizadas de risco de enchentes associadas a pontos críticos de drenagem na região urbana consolidada de Curitiba. Mancha de inundação do Rio Pilarzinho CRT-126. Cenário de risco V.



F10.24. A alta taxa de impermeabilização dos terrenos na região central do município, favorece a ocorrência de alagamentos e inundações. Cenário de risco IV.



F10.25. Situação de risco localizado representada pela ocupação em trechos de terraços rebaixados do rio Belém, próximo à confluência com o rio Água Verde. Cenário de risco I.