Universidade de São Paulo – USP

Faculdade de Saúde Pública – FSP

**Tese de
Doutoramento**

**Integração de Sistemas
de Gerenciamento de
Riscos Ambientais**

Luiz Alberto Maktas Meiches

São Paulo – 1998

MENSAGEM

“Os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a Natureza. O direito ao desenvolvimento deve exercer-se de forma tal que responda eqüitativamente às necessidades de desenvolvimento e ambientais das gerações presentes e futuras. A fim de alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deverá constituir parte integrante do processo de desenvolvimento e não poderá considerar-se de forma isolada. O melhor modo de tratar as questões ambientais é com a participação de todos os cidadãos interessados, em vários níveis. Toda pessoa deverá ter acesso adequado à informação sobre o ambiente de que dispõem as autoridades públicas, incluída a informação sobre os materiais e as atividades que oferecem perigo em suas comunidades, assim como a oportunidade de participar dos processos de adoção de decisões. Os Estados deverão facilitar e fomentar a sensibilização e a participação do público, colocando a informação à disposição de todos. A paz, o desenvolvimento e a proteção do meio ambiente são interdependentes e inseparáveis”.

(Trechos dos Princípios proclamados pela Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 03 a 14 de Junho de 1992 - AGENDA 21)

DEDICATÓRIA

Dedico esta Tese à minha esposa Rosana e às minhas filhas Marina e Ilana. Sem o incentivo e o amor delas, a realização deste trabalho seria impossível.

RESUMO

A presente Tese, denominada "Integração de Sistemas de Gerenciamento de Riscos Ambientais", refere-se a um tema atual, vinculado às necessidades de nosso país, dentro de uma ótica de qualidade de vida e saúde pública em seus mais amplos sentidos.

O Brasil é um país de dimensões continentais, com áreas ecologicamente sensíveis, sujeitas às conseqüências de fenômenos naturais e das ações do homem, e que necessitam ser protegidas e conservadas, seguindo conceitos modernos de gerenciamento, considerando as idéias do Desenvolvimento Auto-Sustentado.

Este trabalho conceitua e integra sistemas e tecnologias visando a gestão de riscos com o objetivo de conhecê-los e preveni-los, de forma a reduzir a possibilidade de que situações perigosas se materializem com conseqüências danosas ao meio ambiente e ao ser humano ou, se elas se materializarem, que os danos sejam os menores possível.

Esta Tese inova em termos dos conceitos, técnicas e procedimentos geralmente praticados em nosso país, dentro do conceito da utilização otimizada dos recursos disponíveis nas regiões de implantação dos projetos, conservando seus recursos naturais e evitando conseqüências danosas ao meio ambiente e às populações locais e regionais pelo gerenciamento de riscos tecnológicos e naturais. Além disso, pretende ser uma referência para a difusão da cultura de Defesa Civil em seu conceito moderno de integração de recursos, promovendo a formação de agentes que possam difundir estas idéias aos diversos segmentos da população, que conhecedores de seus direitos e deveres, poderão participar ativamente deste processo, sabendo suas obrigações e buscando seus direitos, defendendo seu patrimônio de forma ativa e sem conformismos, inclusive o mais importante que é sua própria vida, em verdadeiro exercício de cidadania.

Finalmente, baseado na experiência do Autor, dentro de uma abordagem sistêmica, o desenvolvimento desta Tese adota como ecossistema de referência o espaço construído correspondente à Cidade de São Paulo, área superpopulada com todos os problemas típicos das maiores metrópoles do mundo, onde dois de seus riscos ambientais que freqüentemente se manifestam, ambos causados e desencadeados por fenômenos naturais em associação com atividades sem planejamento, sistematização e controle do homem, são as enchentes e os deslizamentos de encostas, que constituem o foco deste trabalho.

ABSTRACT

This Thesis, entitled "Environmental Risk Management Systems Integration" is referred to a present theme, related to our country necessities, promoting the enhancement of the quality of life and public health of the population in its more comprehensive way.

Brazil is a continental dimension country, with ecologically sensitive areas, that can suffer the consequences of the natural phenomena and of the man activities. Therefore, these areas must be protected and conserved, following the modern management concepts, taking into consideration the Self- Sustainable Development ideas.

This work is based on the concept of the integration of systems and technologies, owing to the risk management with the objective of identify and prevent these risks, in order to reduce the possibility of occurrence of dangerous situations with injurious consequences to the environment and to human beings, making the damages as small as possible.

This Thesis innovates in terms of concepts, technical applications and procedures usually used in this country, with the main idea of the optimized use of the available resources in the project implantation regions, with the conservation of the natural resources and avoiding undesirable consequences to the environment and regional and local populations by the natural and technological risks management. Besides that, this work intends to be a reference for the dissemination of the Civil Defense Culture in its modern concept of resources integration, promoting the qualification of agents to diffuse these ideas to the several population segments, that knowing its rights and duties, will participate actively in this process, defending its patrimony without conformism, like citizens well integrated in the community.

Finally, based on the experience of the Author, considering a systemic approach, the development of this thesis adopts as the basic ecosystem the City of São Paulo, overpopulated area with all typical problems of the major metropolis in the world, where two of the environmental risks that most frequently occurs, both caused and generated by natural phenomena associated to non planned and controlled man activities, are the floods and earth sliding that constitute the focus of this work.

ÍNDICE

ÍNDICE*		PÁG.
CAPÍTULO 1		
1.	Apresentação e Agradecimentos	1
CAPÍTULO 2		
2.	Introdução	1
CAPÍTULO 3		
3.	Objetivo	1
CAPÍTULO 4		
4.	A Problemática da Integração de Sistemas de Gestão de Riscos Ambientais	1
CAPÍTULO 5		
5.	Base Metodológica	1
CAPÍTULO 6		
6.	A Problemática das Enchentes e Deslizamentos como Fatores de Riscos Ambientais	1
6.1.	Os Recursos Hídricos e as Enchentes em São Paulo - Macro Drenagem	2
6.2.	Os Recursos Hídricos e as Enchentes em São Paulo - Meso e Micro Drenagem	3
6.3.	Consequências Sociais e Econômicas	5
6.4.	As Inundações e os Deslizamentos	8
6.5.	Enfrentamento das Inundações	11
6.5.1.	As Soluções Estruturais	11
6.5.2.	Análise Histórica dos Eventos e Estudos Hidrológicos Realizados em São Paulo	11
6.5.3.	As Soluções Não-Estruturais	15

6.5.4.	O Papel da Educação Ambiental	17
6.6.	Efeitos sobre a População Atingida por Inundações e Deslizamentos	18
6.6.1.	A Saúde Pública e a Ocupação de Áreas de Risco de Inundações	24
6.7.	A Atribuição de Responsabilidades e Competências	31
6.8.	Riscos de Deslizamentos Associados a Chuvas Intensas	32
6.8.1.	CrITÉrios de Risco	33
6.8.2.	Classificação e Hierarquização de Riscos	34
6.9.	Diretrizes Preventivas para Áreas Pontecias de Risco de Deslizamentos	52
6.9.1.	Medias e Ações Preventivas	52
6.9.2.	Controle e Fiscalização	52
CAPÍTULO 7		
7.	Conceituação e Aspectos Metodológicos de um Plano de Gestão de Riscos	1
7.1.	Considerações Iniciais sobre o Espaço Sócio - Territorial	2
7.2.	Considerações Iniciais sobre o Evento Deflagrador	3
7.3.	Considerações Iniciais sobre a Estrutura Operacional para a Administração de Emergências	3
7.4.	CrITÉrios para Avaliação dos Resultados dos Procedimentos e das Operações de Plano	3
CAPÍTULO 8		
8.	Mapeamento do Espaço Territorial	1
8.1.	Conceituação	1
8.1.1.	Diretrizes para a Elaboração da Base Urbana de Dados	3

8.1.1.1.	Comentários	3
8.1.1.2.	Elementos da Base Urbana - Riscos de Enchentes e Deslizamentos	3
8.1.1.3.	Área de Risco de Deslizamentos	5
8.2.	Mapeamentos Temáticos	9

CAPÍTULO 9

9.	Controle e Previsão do Evento Deflagrador	1
9.1.	Dados Pluviométricos e Fluviométricos	2
9.1.1.	Dados Pluviométricos - Rede Básica	2
9.1.2.	Dados Fluviométricos - Rede Básica	3
9.1.3.	Dados Pluviométricos e Fluviométricos - Redes Telemétricas e Redes Piloto de Projetos Especiais	3
9.1.4.	Análise de Dados Fluviométricos e da Evolução dos Picos de Cheias em Áreas Densamente Urbanizadas na Cidade de São Paulo	4
9.2.	Previsão de Eventos	5
9.2.1.	Modelo de Previsão de Estados Hidrológicos	5
9.2.2.	Proposta de um Novo Modelo de Estado Hidrológicos	8
9.2.3.	Proposta de um Modelo Simples de Previsão de Inundações	10

CAPÍTULO 10

10.	Estruturação Operacional da Administração de Emergências	1
10.1.	Considerações Iniciais	1
10.2.	A Experiência Internacional	4
10.2.1.	Holanda	4

<i>1998</i>	<i>TESE DE DOUTORAMENTO LUIZ ALBERTO MAKTAS MEICHES</i>	<i>FSP/USP</i>
-------------	---	----------------

10.2.2.	Índia	4
10.2.3.	Estados Unidos	5
10.3.	Experiência Nacional - Diagnóstico da Situação Atual	7
10.3.1.	Rio de Janeiro	10
10.3.2.	São Paulo	14
10.4.	Análise de Estrutura Atual e Competência Legal do Sistema Municipal de Defesa Civil de São Paulo	18
10.4.1.	Estrutura Atual do COMDEC	18
10.4.2.	Competência dos Órgãos do COMDEC	21
10.4.3.	Plano de Ação do Sistema Municipal de Defesa Civil	22
10.5.	Análise Face às Disposições Legais	30
10.6.	Proposta de um Centro de Controle de Operações	31
10.6.1.	Diretrizes para Implantação de um Centro de Gestão de Emergências	31
10.6.2.	Objetivos do Centro de Gestão	32
10.6.3.	Funções de um Centro de Gestão de Emergência	39
10.6.4.	Layout do Centro de Gestão	46
CAPÍTULO 11		
11.	Comentários, Conclusões e Recomendações	1
CAPÍTULO 12		
12.	Bibliografia Consultada	1

	LISTA DE FIGURAS *	PÁG.
CAPÍTULO 1		
CAPÍTULO 2		
CAPÍTULO 3		
CAPÍTULO 4		
CAPÍTULO 5		
CAPÍTULO 6		
Figura 6.2.a.	Evolução Temporal e Projeções de Vazões Máximas em Rios Urbanos do Município de São Paulo	6
Figura 6.6.a.	População Atingida - Janeiro / Março	21
Figura 6.8.2.a.	Influência da Precipitação	37
Figura 6.8.2.b.	Mapa Geomorfológico	38
Figura 6.8.2.c.	Uso e Ocupação do Solo na AR-FÓ	41
Figura 6.8.2.d.	Áreas de Ocupação Irregular	42
Figura 6.8.2.e.	Ocupação Irregular em Área Municipal	43
Figura 6.8.2.f.	Uso e Ocupação - Atributos de Notas	44
Figura 6.8.2.g.	Compartimentação de Riscos sem a Influência das Águas	49
Figura 6.8.2.h.	Compartimentação de Riscos com a Influência das Águas	50
Figura 6.8.2.i.	Áreas de Risco de Inundações	51
CAPÍTULO 7		

(* Cada Capítulo possui sua própria numeração de páginas)

CAPÍTULO 8

Figura 8.2.a.	Diagrama Unifilar da Rede Hidrográfica	14
Figura 8.2.b.	Malha Viária Principal	17
Figura 8.2.c.	Base Cartográfica do Município de São Paulo	21
Figura 8.2.d.	Sub-Bacias no Município de São Paulo	22
Figura 8.2.e.	Administrações Regionais	23
Figura 8.2.f.	Rede de Drenagem Superficial	24
Figura 8.2.g.	Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano	25
Figura 8.2.h.	Mapeamento de Favelas no Município de São Paulo	26
Figura 8.2.i.	Áreas de Risco no Município de São Paulo	27
Figura 8.2.j.	Uso e Ocupação no Município de São Paulo	28
Figura 8.2.k.	Aspectos Demográficos com Favelas	29
Figura 8.2.l.	Equipamentos de Apoio	30
Figura 8.2.m.	Malha Viária, Galerias de Águas Pluviais e Pontos de Inundação na Região Central	31
Figura 8.2.n.	Mapa de Exclusão Social	32

CAPÍTULO 9

Figura 9.2.3.a.	Representação Esquemática dos Módulos do Modelo de Previsão de Inundação	11
Figura 9.2.3.b.	Representação Esquemática da Seção do Córrego e da Régua de Observação	15
Figura 9.2.3.c.	Curva Cota x Vazão da Seção do Córrego	17

CAPÍTULO 10

Figura 10.4.1.a.	Esquema do SIMDEC	19
Figura 10.4.1.b.	Organograma do SIMDEC	20
Figura 10.4.3.a.	Organograma de Atendimento	26
Figura 10.6.2.1.	Ciclo de Treinamento	36
Figura 10.6.4.	Centro de Gestão de Emergências	47

CAPÍTULO 11**CAPÍTULO 12**

LISTA DE QUADROS / TABELAS*		PÁG.
CAPÍTULO 1		
CAPÍTULO 2		
CAPÍTULO 3		
CAPÍTULO 4		
CAPÍTULO 5		
CAPÍTULO 6		
Quadro 6.4.a.	Situação Geral das Favelas Urbanas de São Paulo	8
Quadro 6.4.b.	Intensidade de Risco dos Domicílios em Favelas	10
Quadro 6.6.a.	Listagem de Ocorrências Associadas às Chuvas no Município de São Paulo	19
Quadro 6.6.1.a.	Doenças Relacionadas a Água	28
Quadro 6.6.1.b.	Total de Casos de Leptospirose	30
Quadro 6.6.1.c.	Da Leptospirose no Município de São Paulo	30
Tabela 6.8.2.a.	Níveis e Atributos para Precipitação	39
Tabela 6.8.2.b.	Unidades e Atributos para Geomorfologia	39
Tabela 6.8.2.c.	Unidades e Atributos para Uso e Ocupação	40
Tabela 6.8.2.d.	Classificação de Riscos	45
Tabela 6.8.2.e.	Verificação da Validade da Compartimentação Correlação entre Deslizamentos Efetivamente Ocorridos e a Área dos Compartimentos	46
Tabela 6.8.2.f.	Modelo de Decisão - AR-FÓ	47
Tabela 6.9.1.a.	Medidas Preventivas em Função do Nível de Críticidade	53

CAPÍTULO 8

Quadro 8.2.a.	Relação de Mapas Elaborados	11
Quadro 8.2.b.	Fontes de Cadastro das Áreas Críticas	19

CAPÍTULO 9

Quadro 9.2.1.a.	Regiões do Modelo MEH - CTH	6
Quadro 9.2.1.b.	Descrição dos Estados Hidrológicos	7
Quadro 9.2.1.c.	Parâmetros do Modelo MEH	8
Quadro 9.2.3.a.	Classificação da Seção do Córrego quanto a Potencialidade de Inundação	13
Quadro 9.2.3.b.	Classificação da Seção da Bacia quanto a Velocidade para Ocorrência da Inundação	13
Quadro 9.2.3.c.	Classificação da Intensidade da Chuva	14
Quadro 9.2.3.d.	Classificação da Situação do N.A. na Seção do Córrego	15
Quadro 9.2.3.e.	Resumo dos Parâmetros de Avaliação da Seção da Bacia	16

CAPÍTULO 10

Quadro 10.2.2.a.	Agrupamento das ARs Segundo Ação Emergencial	15
Quadro 10.4.3.a.	Ações de Prevenção e Combate	23

CAPÍTULO 11**CAPÍTULO 12**

CAPÍTULO 1

1. APRESENTAÇÃO E AGRADECIMENTOS

A presente Tese é parte integrante do cumprimento do Programa de atividades para a obtenção do Grau de Doutor em Saúde Pública junto ao Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Este trabalho é decorrente de desenvolvimentos a partir do Projeto de Tese de Doutorado, submetido a Banca Examinadora em 1992 que, aprovado, constituiu-se no documento básico do qual foi elaborada esta Tese.

O autor deste Projeto tem formação na área de Engenharia Civil (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP), sendo pós-graduado na área de Engenharia de Saúde Pública tendo obtido o DIPLOMA IMPERIAL COLLEGE - DIC (Imperial College of Science, Technology and Medicine da Universidade de Londres - IC), tendo também obtido os Graus de Mestre em Engenharia Civil (Hidráulica) (EPUSP), mais precisamente nas áreas de Saneamento e Planejamento de Recursos Hídricos, com a apresentação da Dissertação "Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Águas", e de "Master of Sciences" em Engenharia de Saúde Pública (IC), com a apresentação da Dissertação "Effects of Wastewater Discharge to Rivers and Reservoirs of the Metropolitan Region of the City of São Paulo".

A presente Tese foi desenvolvida juntamente com as atividades do Autor como Responsável Técnico e Diretor das Empresas de Engenharia MKR Tecnologia, Serviços, Indústria e Comércio Ltda., SKR Engenharia Ltda. e RESICONTROL S.A.. O Autor agradece o apoio de seus sócios, colegas de diretoria e do corpo técnico destas empresas, sem o que este trabalho não teria sido possível. Igualmente lembrados os diretores e corpo técnico de nossa empresa parceira no desenvolvimento dos trabalhos para a Prefeitura de São Paulo, ENGECORPS Corpo de Engenheiros Consultores S/C Ltda., bem como do GEPROCARE, da Secretaria de Vias Públicas da Municipalidade de São Paulo. Aos meus pais, Olga e José, responsáveis por minha educação, sempre presentes nos momentos necessários com palavras e atitudes de apoio, minha especial homenagem e gratidão, que igualmente estendo aos meus sogros Josette e Kiwa, extremamente participantes e incentivadores de minhas atividades. Finalmente, o especial agradecimento ao Professor Doutor Samuel Murgel Branco, grande mestre e amigo, orientador desta Tese.

CAPÍTULO 2

2. INTRODUÇÃO

A presente Tese denominada "Integração de Sistemas de Gerenciamento de Riscos Ambientais" refere-se a um tema atual, vinculado às necessidades de nosso país, dentro de uma ótica de qualidade de vida e saúde pública em seus mais amplos sentidos.

O Brasil é um país de dimensões continentais, com áreas ecologicamente sensíveis, sujeitas às conseqüências de fenômenos naturais e das ações do homem, e que necessitam ser protegidas e conservadas, seguindo conceitos modernos de gerenciamento, considerando as idéias do Desenvolvimento Auto-Sustentado.

O mundo vem despertando para a conscientização de seus problemas ambientais, adquirindo este fato ênfase especial após os grandes acidentes ambientais, como os ocorridos em Seveso na Itália, em Bophal na Índia, no Alasca pelo EXXON VALDEZ, no Golfo Pérsico pelo derrame proposital de óleo durante a chamada Guerra do Golfo e em Chernobyl na Rússia. Além desses, diversos outros podem ser citados, como os ocorridos em nosso país em Vila Socó - Cubatão, Favela Nova República em São Paulo, inúmeras enchentes em São Paulo, césio radioativo em Goiás, Santa Genoveva no Rio e muitos outros. As tradicionais discussões sobre os problemas de desmatamentos, incêndios florestais, poluição do mar, rios e lagos, enchentes e deslizamentos de terra vêm ganhando grande destaque, sendo já incorporadas como questões de importância mundial, com demonstrado interesse das populações e imprensa dos países desenvolvidos ou altamente industrializados. O incêndio florestal no Estado de Roraima no início deste ano de 1998 é exemplo deste fato.

Os assuntos relativos à Saúde Pública, Meio Ambiente e Desenvolvimento, especialmente desde o final da década passada e após a abertura dos países do leste europeu, estão sendo incorporados como itens importantes das negociações internacionais, influenciando inclusive nos processos de renegociação de dívidas, bem como se constituem em peças integrantes para a obtenção de financiamentos de projetos.

Nesta realidade mundial, o Brasil se insere em uma situação singular pela sua condição de país altamente endividado, necessitando se manter em quase permanente estado de negociação com bancos, entidades financiadoras e países credores. A tendência é que recursos de financiamentos internacionais não mais sejam concedidos a projetos isolados que não estejam perfeitamente identificados com objetivos de interesse social e de conservação ambiental, além de não exporem os bancos financiadores ao risco do comprometimento de sua imagem e possíveis responsabilizações por destinações inadequadas de recursos. A quase totalidade dos grandes empreendimentos financiados nos últimos anos em nosso país é sujeita a estudos de impactos ambientais e programas de gestão de riscos. Estes projetos também devem

ser concebidos de forma a poderem ser integrados a estruturas sistêmicas existentes ou a serem implantadas, com vistas a não se duplicar investimentos quando determinados sistemas e estruturas podem ter múltiplas finalidades e servirem a diferentes objetivos.

Dentro desta conceituação integrada de sistemas de gerenciamento de riscos, o autor desta Tese foi um dos concebedores das idéias e metodologias dos Sistemas de Proteção e Vigilância da Amazônia (SIPAM e SIVAM), tendo sido o mencionado Projeto de Tese apresentado em 1992 totalmente fundamentado nas idéias básicas que nortearam estes Sistemas. Assim, estando nessa época o Autor como um dos principais responsáveis pelo gerenciamento destes sistemas, a idéia para o desenvolvimento da Tese era de que o SIVAM seria um grande laboratório para a aplicação destes conceitos totalmente inovadores em nosso país. No entanto, o Autor se afastou da coordenação da gestão deste Projeto no início de 1994. Além disso, o SIVAM sofreu enormes atrasos em seus cronogramas inicialmente previstos para seu desenvolvimento, tendo se iniciado de fato somente em 1997 com implantações e resultados sensíveis a partir de 1998.

Devido a estes fatos, o cronograma do SIVAM passou a ser incompatível com o exigível para o desenvolvimento desta Tese. Por este motivo, decidiu-se adotar para base de desenvolvimentos metodológicos e suas aplicações outros Projetos nos quais poderiam ser adotados os mesmos conceitos para a integração de sistemas de gerenciamento de riscos ambientais.

Afortunadamente, o Autor desta Tese teve a oportunidade de conceber e desenvolver como coordenador e responsável técnico a elaboração dos dois únicos estudos de maior porte no período 1993 - 1997 com enfoque na integração de sistemas na área de Administração de Emergências e/ou Defesa Civil. Claro que diversos outros trabalhos, Leis, Regulamentos foram desenvolvidos nestes cinco últimos anos na área da Administração de Emergências, assim como existem e cada vez mais estão sendo formados grupos, coordenadorias e até Secretarias de Defesa Civil, grande parte delas ainda militarizadas, geralmente deficientes em recursos e com uma visão parcial apenas de socorro e assistencial.

Este trabalho conceitua e integra sistemas e tecnologias visando a gestão de riscos com o objetivo de conhecê-los e preveni-los, de forma a reduzir a possibilidade de que situações perigosas se materializem com conseqüências danosas ao meio ambiente e ao ser humano ou, se elas se materializarem, que os danos sejam os menores possível.

Assim, a possibilidade de desenvolver sistemáticas, metodologias e aplicar tecnologias de maneira integrada ocorreu no desenvolvimento dos seguintes trabalhos:

- Plano de Segurança Urbana e Meio Ambiente, desenvolvido para a Prefeitura do Município de São Paulo, nos anos de 1989 e 1990 - trabalho este mais simples que os outros dois seguintes, mas muito significativo pelo pioneirismo da idéia de sua concepção.
- Plano de Ações de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, desenvolvido nos anos de 1994 e 1995 para a Secretaria de Estado da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Este trabalho, com ênfase em enchentes e deslizamentos de encostas, é um verdadeiro Programa Estadual de Gestão de Riscos, o único até hoje existente em nosso país até o presente ano de 1998, integrando todos os envolvidos na questão. Este trabalho é integrante do Programa Reconstrução - Rio, financiado pelo Banco Mundial, tendo sido este Projeto uma exigência do Banco.
- Plano de Gestão de Riscos de Enchentes e Deslizamentos da Cidade de São Paulo, realizado em 1996 e 1997, desenvolvido para a Secretaria de Vias Públicas da Prefeitura do Município de São Paulo, através do GEPROCARE, responsável pelo Programa de Canalização de Córregos da Cidade, financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento, tendo sido este Projeto também uma exigência do Banco. Este trabalho corresponde à base de um Programa Integrado de Gestão de Riscos para a Cidade de São Paulo, representando uma evolução tecnológica em relação aos dois anteriormente citados.

Assim, esta Tese apresenta idéias, metodologias e tecnologias para o planejamento estratégico e integração de sistemas. O leitor desta Tese observará o dinamismo deste assunto ao observar que desenvolvimentos específicos metodológicos necessitam constantemente de criatividade, adaptações, inovações e validações quando se pretende conceber um Programa de Gestão de Riscos, implantá-lo e colocá-lo para operar com eficácia em alguma região.

Esta Tese inovará em termos dos conceitos, técnicas e procedimentos geralmente praticados em nosso país, dentro do conceito da utilização otimizada dos recursos disponíveis nas regiões de implantação dos projetos, conservando seus recursos naturais e evitando consequências danosas ao meio ambiente e às populações locais e regionais pelo gerenciamento de riscos tecnológicos e naturais. Além disso, pretende ser uma referência para a difusão da cultura de Defesa Civil em seu conceito moderno de integração de recursos, promovendo a formação de agentes que possam difundir estas idéias aos diversos segmentos da população que, conhecedores de seus direitos e deveres, poderão participar ativamente deste processo, sabendo suas obrigações e buscando seus direitos, defendendo seu patrimônio e o bem estar de sua família de forma ativa e sem conformismos, inclusive o mais importante dos patrimônios que é a própria vida, em verdadeiro exercício de cidadania.

CAPÍTULO 3

3. OBJETIVO

O gerenciamento de riscos ambientais nos diversos ecossistemas do território nacional é antes de tudo um complexo exercício de planejamento e demonstração de capacidade de enfrentar grandes desafios.

É objetivo que esta Tese se constitua em uma referência como um primeiro passo em direção ao desenvolvimento e aplicação de Sistemas Integrados para o Gerenciamento de Riscos Ambientais. Estes sistemas devem ser bem articulados, dispondo de bancos de dados de toda a base física, social e institucional, acessíveis e atualizados, operando em tempo real ou pelo menos com tempos de resposta adequados, com equipes capacitadas para tomadas de decisão e atendimento de situações indesejáveis e, por último, atitude importantíssima, valorizando e investindo seriamente em prevenção. Além disso, esta Tese tem como objetivo criar as condições para que especialistas em assuntos temáticos associados a administradores públicos, que em geral não são profissionais das áreas de crises e emergências, possam ter uma referência para a integração e gestão de riscos ambientais em sistemas sob suas responsabilidades.

A sociedade deve exigir dos governos uma organização sólida e com credibilidade para o enfrentamento de seus riscos e emergências, com procedimentos bem estabelecidos, recursos humanos e materiais preparados, voltados para desenvolver os importantíssimos trabalhos de prevenção de potenciais crises e atendimento a eventos que se concretizem. Devem contar, ademais, com um sistema de previsão de situações perigosas com respectivos estados de criticidade e ter um apropriado conhecimento das áreas que devam ser atendidas, suas peculiaridades e vulnerabilidades, além de possuírem estreito relacionamento e conhecimento dos recursos e logística das organizações públicas e privadas da região que direta ou indiretamente devem ser preparadas e estarem disponíveis, cientes de suas funções e responsabilidades, de forma engajada dentro do sistema de controle e combate de riscos.

Na etapa preliminar ao planejamento da gestão de riscos e emergências, é importante salientar que, geralmente em nosso país, constata-se um quadro com informações dispersas, não sistematizadas ou normatizadas na apresentação, incompletas e, não raro, desatualizadas. Este quadro introduz ao processo a necessidade de estabelecer e testar uma metodologia de atuação que conduza a uma base de dados confiáveis. Além de ser preciso se recorrer a diversas fontes para a coleta de dados e proceder à sua consistência, a obtenção de parte das informações normalmente demanda sua própria elaboração específica. É necessário que os poderes públicos responsáveis se empenhem em cadastrar e informatizar a base física para melhorar sua gestão e planejamento. A falta de informações prejudica o atendimento e gera superposição de tarefas.

Como exemplo básico, as seguintes finalidades e atividades da gestão de riscos ambientais, dentre outras, devem ser tratadas de forma integrada e sistêmica em uma região :

- Saúde Pública
- Saneamento
- Planejamento, Controle, fiscalização e monitoramento ambiental
- Zoneamento ecológico - econômico
- Conservação e utilização racional de recursos naturais
- Administração de riscos e emergências
- Impactos ambientais decorrentes de poluição e utilização de recursos naturais

A Tese é baseada numa visão de planejamento estratégico regional, considerando as finalidades, assuntos e atividades acima apresentados ou, em cada caso, conforme a região em estudo, alguns deles. Assim, as questões a serem consideradas em uma área da Região Amazônica são diferentes das consideradas no Pantanal, na Serra do Japi, ou na Cidade de São Paulo. Porém, a metodologia da abordagem sistêmica, estruturada e dentro da filosofia de integração deve ser a mesma para todas as regiões. Em cada região, os temas a serem abordados dependem de suas condições ambientais, topográficas, geotécnicas, geopolíticas e culturais. Além disso, exatamente a mesma abordagem se aplica a sistemas localizados, como uma plataforma ou refinaria de petróleo, uma indústria com processos químicos, uma rua ou área ribeirinha sujeitas a alagamentos, ou sejam, sistemas do meio ambiente original ou construído, potencialmente vulneráveis a situações perigosas decorrentes de eventos naturais ou de ações direta ou indiretamente causadas pelas atividades ou intervenções do ser humano.

CAPÍTULO 4

4. A PROBLEMÁTICA DA INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

As diversas regiões brasileiras ou porções delas, mais do que partes de nosso território, têm se constituído em símbolos mundiais de interesse de preservação ambiental. A Amazônia é o melhor exemplo desta afirmação e existem diversos outros como as regiões do Pantanal, dos cerrados e as áreas serranas, devendo-se destacar que cerca de 3% do território nacional é ocupado por Parques Nacionais.

Diversas regiões brasileiras, devido às suas características especiais, reforçadas por dificuldades naturais de acesso, extensão territorial e reduzida quantidade de informações técnico-científicas sobre seus recursos, deverão merecer ações eficientes de supervisão e controle com o objetivo de disciplinar a ocupação e exploração de seus recursos naturais e promover a saúde pública, a segurança e a qualidade de vida de seus habitantes.

Idêntica necessidade de supervisão e controle ocorre em outros sistemas construídos em nosso país, caracterizados principalmente pelas áreas urbanas, algumas super populadas e que enfrentam os problemas da falta de empregos, marginalização, criminalidade, narcotráfico, deficiências de moradias, sistemas de saúde precários e falta de educação em seus mais diversos sentidos. As rápidas e imprevisíveis transformações ocorridas nos últimos anos produziram uma crise social em que a qualidade de vida e conceitos de moral, educação e segurança vêm se transformando e, em alguns casos, se degradando, assim como a mobilidade e a falta de integração de parcelas da sociedade em novos espaços geográficos estão gerando crises de identidade e de cidadania. Assim, cada vez fica mais difícil se compreender e explicar a "nova" ordem social em nosso país que experimenta o fenômeno mundial da globalização. Fala-se em novos paradigmas que envolvem a complexidade, o caos e a incerteza. Num capitalismo cada vez mais excludente, a ordem é marcada por imensas massas humanas que vivem à margem da cidadania e dos circuitos econômicos legais e que necessitam de capacitação para se candidatar aos novos empregos que são oferecidos num mundo mais tecnológico. Em paralelo, em nosso país, surgem novos conflitos oriundos de movimentos que reivindicam a reforma agrária e a posse da terra e ocorrem migrações internas totalmente desprovidas de qualquer planejamento e estruturação. Estes fatos, associados a decisões políticas demagógicas, proporcionaram assentamentos urbanos em locais inapropriados, com conseqüências danosas para estas populações que vivem em condições sanitárias inadequadas, e para a sociedade em geral que está assistindo a degradação do meio ambiente de locais que deveriam ser protegidos.

Desta maneira, a criação de sistemas integrados de supervisão e controle para determinadas áreas ou regiões é de fundamental importância dentro de um contexto não só de exploração racional de seus recursos naturais, respeitando suas vulnerabilidades e evitando a ocorrência de incidentes ou eventos indesejáveis, mas também de se planejar os investimentos públicos em obras e equipamentos sociais e de difusão de uma cultura de educação ambiental e de defesa civil, entendendo-se esta como a proteção do patrimônio da população, que deve conhecer seus deveres e exigir seus direitos de cidadão.

Analisando-se a situação brasileira, é fácil perceber que diferentes órgãos governamentais são responsáveis pelas diversas ações que acontecem em certo local ou região, sendo que não existem programas que permitam a integração das mesmas, o que implica na não otimização dos recursos envolvidos e em um baixo grau de resolubilidade das ações executadas.

Deve também ser ressaltada a responsabilidade dos órgãos financiadores internacionais em suprir recursos a projetos que sejam viáveis técnica e economicamente, que tragam de fato bem estar social e colaborem para o desenvolvimento auto - sustentável. O diretor geral do Fundo Monetário Internacional - FMI , Michel Camdessus fez um pronunciamento no plenário da Rio-92 no Riocentro, declarando que políticas de desenvolvimento mal concebidas produzem desastres ambientais e que todo país precisa de um sistema econômico e de um processo político, sob os quais o crescimento possa ser promovido por políticas que também respeitem o meio ambiente e os recursos naturais. Disse ainda que o financiamento para isso tem de ser obtido, incluindo, onde necessário, apoio internacional apropriado, e que qualquer grande estratégia, para ser sustentável, deve respeitar o meio ambiente, sendo que a proteção ambiental, para ser efetiva, tem de ser parte e parcela de uma estratégia viável de crescimento.

Assim, em diversas regiões brasileiras são encontradas áreas ecologicamente sensíveis, enfrentando ameaças, dificuldades e desequilíbrios, cuja gestão nem sempre se dá de forma harmônica entre os órgãos ou instituições responsáveis, que podem ser provenientes, por exemplo, de diferentes causas:

- Destruição de florestas
- Invasão de terras
- Poluição
- Epidemias
- Incêndios
- Ocupação desordenada

- Extração ilegal de recursos naturais
- Erosão e movimentações de camadas de terra

Dentre as dificuldades que o Governo do Brasil enfrenta para reduzir as ameaças mencionadas, podem ser citadas:

- A grande extensão territorial de regiões brasileiras como a Amazônia
- Dificuldade de acessos
- Diversidade e variações climáticas
- Escassez de recursos humanos qualificados para missões de supervisão e controle
- Ausência de um sistema integrado de comunicações
- Ausência de dados básicos que permitam a implementação de ações de controle
- Conflitos de competência entre as diferentes organizações governamentais, incluindo Governos de Estado e Municipais, com atividades nas regiões objeto.
- Inexistência de centros de avaliação, supervisão e coordenação de atividades

A Constituição Brasileira, delega à União a competência de elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social. Analisando-se o texto constitucional, pode-se observar que a ordenação do território é parte integrante do processo de planejamento do desenvolvimento do País, expressando-se através da especialização das políticas econômica, social, cultural, ambiental e de saúde pública, e apoiada por legislações específicas e instrumentos de caráter jurídico - administrativo.

Esses instrumentos devem buscar a regulação e a promoção dos melhores usos dos espaços consoante com sua sustentabilidade ecológica, social e econômica. Devem estabelecer os critérios e princípios que orientem o desenvolvimento das diversas regiões brasileiras e intra - regionais, de forma harmônica e que permitam corrigir e superar desequilíbrios em função da distribuição diferenciada de riquezas no país, beneficiando prioritariamente os setores e as regiões de baixa renda, combatendo a poluição e conservando os recursos naturais e a qualidade ambiental.

CAPÍTULO 5

5. BASE METODOLÓGICA

Esta Tese é desenvolvida baseada em metodologia na qual a ordenação do território, tanto a nível regional como a nível local, deverá servir de marco de referência espacial aos planos de desenvolvimento de curto e médio prazos e aos planos setoriais, com ênfase na conservação e preservação do meio ambiente com a melhoria dos padrões de saúde pública e qualidade de vida das populações destas regiões ou localidades.

Esta idéia é totalmente concordante com os atuais conceitos que vêm sendo difundidos em nosso planeta. Como marco, pode ser citado o Relatório da World Commission on Environment and Development - WCED, que criou uma agenda global para mudanças - mudanças na forma que pensamos sobre pobreza, crescimento econômico, degradação ambiental, e industrialização. Em Dezembro de 1983, a 38ª Sessão da Assembléia Geral das Nações Unidas resolveu criar a WCED como um "corpo independente", Sessão esta na qual a ex- Primeira Ministra da Noruega Sra. Gro Harlem Brundtland foi nomeada Presidente desta Comissão. O citado Relatório chamado "Nosso Futuro Comum", apresentado em Londres em 1987, atingiu a mais alta visibilidade pública e política, sendo o grande desafio para as gerações futuras transformar suas recomendações em ações. As idéias desta Tese estão em total harmonia com estas recomendações, apresentando metodologia de integração visando o desenvolvimento auto sustentável. Proteção do Meio Ambiente e promoção do desenvolvimento econômico não são desafios a serem tratados separadamente.

As ações a serem desenvolvidas em cada local ou região deverão ser conduzidas de maneira sistêmica e integrada entre os vários órgãos, departamentos e governos nestas regiões em estudo. Assim, a elaboração de planos de ordenação territorial, de zoneamento econômico - ecológico e de desenvolvimento, deverão ser realizados mediante processos de coordenação interinstitucional, multidisciplinar e permanente.

Para tal, deverão concorrer as políticas adotadas para os setores de saúde, transportes, agrícola, industrial, energético, de recursos hídricos, de desenvolvimento regional e urbano e de meio ambiente, resultando em propostas que traduzam espacialmente as perspectivas de desenvolvimento local ou regional, assim como econômico e social.

A fundamentação metodológica de um trabalho em que as palavras chaves, além de cooperação, são planejamento e integração de recursos em áreas tão abrangentes como meio ambiente, saneamento, transportes, geopolítica, saúde, segurança e outras, dentro de uma visão de otimização de meios disponíveis em determinadas regiões para a execução de múltiplas atividades sem repetições desnecessárias, é baseada em princípios consolidados na experiência de diversos pesquisadores e cientistas, sendo que as grandes linhas são descritas a seguir :

⇒ PRESSUPOSTOS :

- Conhecimento do complexo natural de um local ou região, de suas similaridades, contrastes internos e vulnerabilidades.
- Conhecimento das ações governamentais neste local ou região e de suas peculiaridades que se refletem nas regiões vizinhas e, em geral, em todo o país.
- Adoção de enfoque holístico, visando a integração de fatores que reflitam a estrutura e a dinâmica do ambiente e os aspectos gerais da vida na região, além de seus inter-relacionamentos com outras áreas e com o país.
- Adoção de visão sistêmica, objetivando estabelecer as relações de interdependência entre os sistemas físicos, biótipos e sócio - econômicos.
- Adoção de ações que promovam a saúde pública e a melhoria da qualidade de vida das populações destas regiões.

⇒ O PLANEJAMENTO E A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS SÃO PROCESSOS DINÂMICOS QUE POSSIBILITAM ALCANÇAR OS SEGUINTE RESULTADOS:

- Identificação de alternativas de uso e manejo adequado dos recursos ambientais e de melhoria da qualidade de vida e saúde das populações.
- Alterações introduzidas no ambiente, alternativas de sua recuperação, seu aprimoramento e implementação de medidas de controle dos efeitos da ação antrópica.
- Implantação de unidades no espaço físico, visando a manutenção da biodiversidade, baseadas no desenvolvimento intensivo de pesquisa pura e aplicada, bem como a implantação de unidades de conservação.
- Definição de usos econômicos e sistemas de manejo em áreas onde a sustentabilidade do ambiente assim permitir.
- Implantação de centros de controle e centros de operação para a gestão integrada de meios e recursos, visando a eficiente fiscalização ambiental, desenvolvimento de estudos e pesquisas nos locais ou regiões, bem como outras atividades de espectro regional que necessite dos mesmos meios ou similares, e que deverão deles se utilizar, como é o caso das atividades de defesa civil e segurança.

- Integrar os centros de controle e operação a instalações já existentes que forneçam serviços à região (como, por exemplo, radares e instalações meteorológicas), bem como a outros centros em operação.

A implementação de planos de ordenação territorial, envolvendo atividades não apenas nas áreas de uso e ocupação do solo e meio ambiente, mas também nas áreas de segurança, recursos hídricos, transportes e outras já mencionadas, deverá contar com a participação dos Estados da Federação, Municípios e empresas privadas, assim como de segmentos das populações envolvidas.

Assim, a elaboração destes planos é sempre condicionada ao fornecimento de subsídios técnicos orientadores das ações do governo. Estes devem possibilitar a identificação e a caracterização das unidades espaciais de acordo com suas exigências, requisitos, potencialidades e limitações ecológicas, compatibilizadas com as necessidades sócio - econômicas básicas.

Dentro deste propósito, necessita-se introduzir no planejamento estratégico o conhecimento integrado dos diversos fatores condicionantes do sistema a ser desenvolvido, além da avaliação da sustentabilidade dos recursos naturais e do ambiente, expressos através da setorização do espaço geográfico em zonas de intervenção, de acordo com os interesses dos sistemas a serem integrados e com critérios econômicos e ecológicos.

É função precípua de projetos e estudos nas áreas do manejo de recursos ambientais e do zoneamento econômico - ecológico, bem como estudos de geopolítica e outros em áreas mais específicas como a do controle de enchentes, fornecer subsídios técnico - científicos para a elaboração de planejamento estratégico, planos de ordenação territorial e de gestão de recursos hídricos e integração de sistemas ambientais. Essa função concretiza-se na setorização de um dado espaço geográfico em subespaços ou zonas homogêneas caracterizadas por similaridades e contrastes internos, no tocante a seus atributos sócio-econômicos, ecológicos ou qualquer outro relacionado à área de atividade a que se destina o subespaço. Como exemplo, determinada área é demarcada como terra indígena, ou como setor de fronteira com outro país, ou como uma região onde deverá ser desenvolvido um sistema de controle do tráfego aéreo ou como uma área para controle de cheias.

O diagnóstico e a prognose de estudos meticolosos e aprofundados da estrutura e dinâmica de determinadas áreas irão fornecer os elementos para precisar objetivos, selecionar critérios, normas e padrões técnicos para planificar intervenções e desenvolver os sistemas de controle e supervisão necessários à gestão da área em estudo. Com esses propósitos, a execução dos estudos irá requerer metodologias compatíveis com o grau de complexidade e a abrangência dos assuntos envolvidos na definição da sustentabilidade, entendida como o requisito primordial para a apropriação dessas áreas e o desenvolvimento de atividades pré-especificadas de interesse ao local, à região em estudo, e mesmo ao país.

Em conformidade com esta base conceitual, a visão cartesiana do espaço geográfico é abandonada em favor de uma abordagem de integração para a percepção da dinâmica de subsistemas econômicos e ecológicos e de suas interdependências, considerando de forma interdisciplinar as análises dos componentes físico - bióticos e das variáveis e fatores sócio-econômicos que neles estão inseridos. São requeridas a homogeneidade dos dados e a dos níveis de detalhe dos estudos básicos, necessários ao entendimento das relações de interdependência realizadas no âmbito dos sistemas ambientais, de suas vulnerabilidades e das atividades que se pretende implantar na região. Neste conceito, o já mencionado trabalho para a Prefeitura de São Paulo coordenado por este Autor representa um exemplo que proporcionará à Municipalidade um cadastro urbano dos elementos intervenientes na gestão de riscos de enchentes, devidamente sistematizados e georeferenciados em MapInfo, um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que teve como base de referência o MOC - Mapa Oficial da Cidade.

A grande variedade de regiões que caracteriza o território brasileiro, aliada aos diferentes tipos de necessidades e exigências que elas têm, modificadas por fatores políticos e econômicos que demonstram suas evoluções específicas, distinguem enfoques diversos a considerar no planejamento de atividades nestas regiões, bem como suas ordenações ou reordenações. Nas áreas densamente povoadas ocorrem desajustes entre os espaços onde permanecem as condições naturais e aquelas caracterizadas por derivações em função das atividades agrícolas e de infra-estruturas urbanas, industriais, viárias e outras. No Brasil, esses desajustes se fazem notar em áreas submetidas a ciclos econômicos sucessivos como nas regiões Sul, Sudeste e partes do litoral da região Nordeste. Desta maneira, surgem concentrações de zonas geoeconômicas, com transições em zonas geoecológicas contíguas, ou que envolvam mais de uma delas.

Desta forma, a realização de estudos visando a integração de sistemas de gerenciamento de riscos, assunto desta Tese, aliados a estudos de manejo de recursos ambientais, de zoneamentos econômico - ecológicos, de segurança industrial e de sistemas em geral, também representam ferramentas poderosas ao planejamento da ordenação e do desenvolvimento de regiões pouco exploradas onde persistem as condições naturais, como partes da Mata Atlântica, o Pantanal e a Amazônia.

O desenvolvimento de nosso país irá requerer atividades diversas, não apenas no campo do meio ambiente, como em outros já mencionados como os de infra-estrutura de transportes, comunicações, energia e segurança. Assim, serão necessários recursos humanos, materiais e financeiros para a concretização do que for ou vier a ser planejado em termos de ordenação territorial e de infra-estruturas necessárias ao desenvolvimento local, regional e do país. As porções de nosso território e as atividades que nele deverão ser instaladas devem interagir de forma harmônica, mesmo que aparentemente sirvam para objetivos totalmente diferentes. Assim, nesta Tese, as citadas parcelas do território e as atividades nelas a serem desenvolvidas serão consideradas sistemas. Estes deverão ser integrados e utilizados conforme

determinado em planejamentos estratégicos a níveis local, regional e nacional, segundo princípios de gestão racional e de alocação ótima de recursos, sempre visando se aprimorar os padrões de saúde pública, a proteção e as condições de vida das populações destes locais, regiões ou do país.

Finalmente, o Autor desta Tese, amparado nas experiências adquiridas pela coordenação e realização de trabalhos desenvolvidos nestes últimos dez anos, dentro de uma abordagem sistêmica, adotará para o desenvolvimentos desta Tese como ecossistema de referência o espaço construído correspondente à Cidade de São Paulo, área superpovoada com todos os problemas típicos das maiores metrópoles do mundo, em que dois de seus riscos ambientais que freqüentemente se manifestam, ambos causados e desencadeados por fenômenos naturais em associação com atividades sem planejamento, sistematização e controle do homem, são as enchentes e os deslizamentos de encostas, assuntos que a partir de agora constituirão o foco deste trabalho. Desta forma, a gestão integrada de sistemas de gerenciamento de riscos ambientais proporcionará respostas eficazes e otimizadas dos sistemas responsáveis pela administração destas potenciais situações de perigo ao bem estar social da cidade.

CAPÍTULO 6

6. A PROBLEMÁTICA DAS ENCHENTES E DESLIZAMENTOS COMO FATORES DE RISCOS AMBIENTAIS

Tendo sido adotados os fenômenos das enchentes e deslizamentos como o foco de aplicação desta Tese, verifica-se claramente que todas as variáveis, problemas e soluções precisam ser abordados e organizados ou integrados de forma sistêmica, de maneira a permitir ao leitor uma visão prática de situações reais, considerando calibrações e peculiaridades.

Adotando-se a Cidade de São Paulo como o cenário básico desta Tese como exemplo para a análise de todas as situações abordadas nos Capítulos 1 a 5, especialmente as questões relacionadas aos impactos social, econômico e ambiental, como resultado do agravamento das intervenções do homem, associadas aos fenômenos naturais decorrentes das chuvas, verifica-se então as dificuldades de integração e respostas de maneira otimizada e eficaz do sistema público e da sociedade em geral aos riscos que estão sujeitos.

Do ponto de vista das causas desta situação de riscos, vários fatores são identificados, podendo ser citados os estruturais e os conjunturais. No primeiro caso, destacam-se as questões das distorções dos modelos econômicos de desenvolvimento não sustentados aplicados ao longo das décadas de 60 a 80, que favoreceram um crescimento exponencial do movimento migratório para os grandes centros urbanos. No segundo caso, deve ser citado que foram raros os casos em que as administrações públicas tiveram ações efetivas para implantar modelos de gestão e planejamento urbano suficientemente eficazes para disciplinar os usos do espaço, levando em consideração as suas fragilidades ambientais. Social e economicamente, esta situação gerou e continua gerando prejuízos incalculáveis, se forem consideradas as perdas diretas de bens públicos e bens da população, perdas de vidas em infinidade de casos, sem contar perdas indiretas que nunca são calculadas, como as dos setores industrial, comercial e de serviços, tempo perdido em congestionamentos de trânsito e outros.

Assim, a Cidade de São Paulo, cenário básico desta Tese, está localizada na bacia do Alto Tietê, sendo que só uma pequena parte da região sul do município está fora, situada na vertente oceânica. São Paulo cresceu vertiginosamente nesse século. Sua população, com cerca de um quarto de milhão de habitantes no início do século, passou para mais de uma dezena de milhão no final do século. São Paulo é hoje uma das maiores cidades do mundo.

O crescimento de São Paulo se deve em grande parte ao seu desenvolvimento industrial. A indústria paulista cresceu devido a vários fatores, destacando a disponibilidade de energia hidroelétrica na região. O chamado Sistema de Reversão do Alto Tietê, para geração de energia na região da cidade de Cubatão, na vertente Atlântica, foi durante muito tempo o principal sistema de produção de energia elétrica no Brasil. Este sistema alimentou durante anos todo o complexo industrial de São

Paulo, além de ter propiciado o aparecimento de um dos maiores centros industriais da América Latina, em Cubatão.

Entretanto, esse crescimento se deu de forma totalmente desordenada. Os problemas urbanos foram se agravando: problemas relativos a água, habitação, poluição, saúde pública, educação, trânsito, segurança, etc. A qualidade de vida em São Paulo vem se deteriorando a cada dia, chegando a níveis alarmantes.

6.1. Os Recursos Hídricos e as Enchentes em São Paulo - Macro-Drenagem

No que se refere à água, os principais problemas de São Paulo incluem abastecimento, tratamento de esgotos e inundações. Ao crescer no entorno do Sistema de Reversão do Alto Tietê, São Paulo teve muitos dos seus problemas de inundação como decorrência. Não cabe aqui detalhar o sistema de reversão, mas descrever suas linhas operacionais básicas. O sistema transporta águas da bacia do Alto Tietê para o reservatório Billings que alimenta o reservatório Rio das Pedras, localizado na Serra do Mar, que por sua vez alimenta as turbinas da casa de força (Henry Borden com potência instalada de 840 MW) localizada na vertente atlântica, na região de Cubatão. As águas do Tietê chegam até a Billings pelo seu afluente, rio Pinheiros. Na foz do Pinheiros existe uma estrutura com comportas que permite separar os dois rios, são as chamadas Comportas de Retiro. O rio Pinheiros se divide em dois, o Pinheiros Inferior e o Pinheiros Superior, pela Estação Elevatória Traição; a estação elevatória da Billings chama-se Pedreira.

Cabe neste ponto algumas considerações sobre as regras de operação deste sistema. Em função da qualidade da água dos rios na região de São Paulo, constituída praticamente de esgoto natural e visando recuperar a qualidade da água da Represa Billings, o sistema de reversão foi paralisado no final da década de oitenta, sendo operado somente em casos emergenciais de chuvas muito intensas na bacia do Alto Tietê, como controle de cheias e de controle de eutrofização no Tietê.

Operacionalmente, durante a ocorrência destas chuvas, as comportas de Retiro são manobradas e é acionado o bombeamento Traição - Pedreira, drenando as águas afluentes ao rio Pinheiros, lançando-as na Billings. Nessa situação o rio Tietê drena o restante das águas de São Paulo para o interior do estado (região do Médio Tietê).

Portanto, o problema de inundações de São Paulo está intimamente ligado ao regime de escoamento dos rios Tietê e Pinheiros. No caso do rio Tietê, a capacidade de escoamento do canal condiciona o seu comportamento, uma vez que ele se dá por gravidade. No caso do rio Pinheiros, o problema não é só de canal, mas também de drenagem forçada, considerando-se as estações de bombeamento como obras fundamentais para o controle de cheias na região.

O Governo do Estado de São Paulo é responsável pelas condições de escoamento dos rios Tietê e Pinheiros (macro-drenagem) e dos outros que atravessam mais de um município. Alguns dos rios de grande-médio porte na região são: rio Tamanduateí, rio Cabuçu de Cima e rio Aricanduva; de pequeno-médio porte: afluentes no rio Tietê: rio

Tiquatira, Córrego do Tatuapé, rio Mandaqui, rio Cabuçu de Baixo, Ribeirão Água de Pedra, rio Verde, rio Pirituba; no rio Pinheiros: rio Jaguaré, rio Pirajussara, ribeirão Água Espraiada, ribeirão Morro do S, ribeirão do Cupecê; afluentes no rio Tamanduateí: rio Anhangabaú, rio Ipiranga e ribeirão da Moóca; esta lista não é exaustiva, mas destaca os rios mais importantes do município e que são envolvidos nos grandes problemas de inundação em São Paulo.

Através do chamado Projeto Tietê, o Estado está ampliando a calha do rio Tietê, entre a foz do rio Pinheiros e a barragem de Edgard de Souza e canalizando o rio Cabuçu de Cima. As considerações sobre maior ou menor eficiência desse projeto fogem ao objeto deste trabalho, assim como as conseqüências desse rebaixamento nos talwegues afluentes, conforme já constatado por ocasião dos rebaixamentos já efetuados no rio Tietê no passado.

O rio Tietê tem sua capacidade de descarga prevista variando de 1188 a 1434 m³/s, para um período de retorno de 100 anos (condições de ocupação urbana para o ano 2005), considerando uma contribuição da Penha e do rio Pinheiros, somadas, de 100 m³/s. O Governo do Estado prevê para breve a realização da retificação da calha do trecho foz do rio Pinheiros (Cebolão) até a barragem Edgard de Souza (Parnaíba); o trecho Cebolão-Penha não tem previsão de obras. A capacidade do rio Pinheiros, depende do bombeamento para a Billings. Este sistema possui hoje a seguinte capacidade: 280 m³/s em Traição e 395 m³/s em Pedreira.

É importante mencionar que existem conflitos de interesse nos assuntos dos usos da água e o controle de cheias na Cidade de São Paulo. Nestas regras operacionais, interferem ou tentam defender seus interesses o Governo do Estado e suas Companhias, como a ELETROPAULO, cuja missão é gerar energia e não controlar enchentes, CETESB, cuja missão é controlar poluição e não controlar cheias, além do DAEE e outros como a SABESP. Nas enchentes, é a Prefeitura responsável pelos atendimentos das emergências.

6.2. Os Recursos Hídricos e as Enchentes em São Paulo - Meso e Micro Drenagem

A Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP é responsável pelo controle de cheias do município, tanto da meso drenagem como da rede de micro drenagem.

A situação da maioria das bacias municipais é crítica e todas apresentam problemas de insuficiência de calha e de galerias entupidas e/ou possuem baixa capacidade para dar vazão às águas de chuva. Quando chove em São Paulo os problemas de inundação permeiam por quase todo município. De modo geral os principais problemas de inundação em São Paulo são:

- inundação de ruas e avenidas, paralisando o tráfego em várias regiões;
- inundação de várias áreas de comércio com enormes perdas econômicas;
- inundação de residências com grandes perdas materiais;

- inundação de favelas situadas em áreas marginais;
- deslizamento de encostas em áreas sujeitas a escorregamentos, colocando em risco residências e indústrias;
- inundação das vias marginais quando do extravasamento da macro drenagem (Tietê, Pinheiros, Tamanduateí e Aricanduva), e
- mortes e contaminação por microorganismos patogênicos de veiculação hídrica.

As principais causas hidráulicas das inundações em São Paulo são:

- ausência de obras de microdrenagem em diversas regiões da cidade;
- problemas na micro drenagem: capacidade de vazão insuficiente; drenos danificados; entupimento por lixo e/ou outros objetos; problemas de coleta devido à insuficiência de bocas de lobo e/ou má localização das mesmas.
- galerias pluviais que já ultrapassaram sua vida útil e/ou que se deterioraram por lançamento de esgotos domésticos e industriais.
- problemas na meso drenagem (córregos; ribeirões e rios): insuficiência de calha; assoreamento de canal; lixo e outros refugos; margens ocupadas; outras interferências; controle exercido pelos rios de maior porte, ou seja afogamento hidráulico em trechos de foz.
- problemas nos rios (macro drenagem): insuficiência de calha, lixo e outros refugos, assoreamento, ocupação das margens, interferências de grande porte, pilares de ponte por exemplo.

A PMSP está investindo em melhorias dos rios que se situam unicamente no Município de São Paulo. Essa política, entretanto, não encontra total sincronia com os investimentos do Estado, o que pode causar impactos na rede de macro drenagem. Estudos recentes concluíram que, caso sejam feitas todas as obras programadas para a zona leste de São Paulo, não haverá condições de escoamento simultâneo de ondas de cheias, sem a ampliação da calha do rio Tietê e das obras previstas para o rio Tamanduateí.

Os córregos do município perfazem cerca de 3200 km (sendo 2000 km em áreas de proteção de mananciais), dos quais aproximadamente 433 km já foram canalizados. O programa atual de canalização de córregos em São Paulo chamado PROCAV, numa primeira fase, promoveu a construção de 28 km de canais (custo aproximado de US\$ 250 milhões). Na segunda fase serão canalizados mais 45 km até 1998 (com investimento estimado em US\$ 544 milhões). A escolha dos trechos considerou a

gravidade dos problemas de saúde pública, leptospirose principalmente, e as obras do sistema Tietê para coleta e tratamento de esgotos.

Outro problema que vem agravando a situação dos canais é a produção acentuada de sedimentos. O material de assoreamento dos rios Tietê e Pinheiros, retirado anualmente, chega a 4.500.000 m³/ano, a um custo da ordem de US\$100 milhões. A Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano vem elaborando um programa de prevenção de erosão que deverá analisar e autorizar os projetos de movimento de terra em terrenos maiores de 1000 m²; para terrenos menores, cabe às administrações regionais a aprovação. Alguns modelos que preconizam a construção de um túnel extravasor de drenagem justificam essa concepção, pois o Rio Tietê dentro do Município de São Paulo, encontra um portal de rocha no limite de Osasco que lhe impõe velocidades extremamente baixas no trecho de montante.

A Figura 6.2.a apresenta a evolução das vazões características, ao longo do tempo, para os principais rios e córregos do Município de São Paulo. Percebe-se nitidamente o efeito da impermeabilização no aumento e concentração das vazões. Um caso muito interessante é o do rio Tamandateí. Nesta bacia avaliou-se, na década de 1950, a vazão de 25 anos em 60 m³/s; o projeto de canalização, feito no início da década de 1950, estimou a vazão de 500 anos em 480 m³/s. Em 1983, observou-se 300 m³/s no mesmo local e na grande cheia em 1991, observou-se 440 m³/s devido à contribuição do ribeirão dos Meninos (afluente do rio Tamandateí). A vazão de 480 m³/s possui hoje período de retorno aproximado de 50 anos, muito inferior ao previsto no projeto original.

6.3. Conseqüências Sociais e Econômicas

As enchentes em São Paulo nos meses de outubro a março são tradicionais. Os aspectos que mais chamam a atenção da sociedade através dos meios de comunicação são o "caos" do trânsito e os alagamentos de moradias.

Atualmente, é difícil definir um grupo de pessoas da Cidade que já não tenha sido atingido direta ou indiretamente pelas enchentes. Por sua vez, os deslizamentos, têm área de abrangência mais restrita, mas quando ocorrem em áreas ocupadas por moradias, suas conseqüências são nefastas, sendo freqüente a ocorrência de vítimas fatais.

Embora os prejuízos das chuvas se distribuam praticamente por toda a população da cidade, as áreas ocupadas por favelas, de um modo geral, são mais sensíveis às suas conseqüências. Dados da SEHAB (Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano) de 1990 apontam os riscos de enchentes e deslizamentos como os mais freqüentes nestes locais. As inundações atingem cerca de 32% das favelas do Município, enquanto que os deslizamentos de terra associados a movimentos de massa e a processos erosivos atingem cerca de 30% das áreas de favelas. Segundo a mesma fonte, em início de 1990 existiam no município cerca de 240 favelas consideradas de risco e necessitando de planos emergenciais.

Figura 6.2.a - Evolução Temporal e Projeções de Vazões Máximas em Rios Urbanos do Município de São Paulo

As enchentes paulistanas são antigas e remontam à fundação da cidade, tendo sido registradas no rio Anhambi, atual Tietê, nos documentos dos jesuítas. À medida que a cidade cresceu de forma desordenada, estendendo a ocupação ao longo das várzeas, terrenos íngremes, acompanhada de altas taxas de desmatamento e impermeabilização do solo, a situação foi se agravando, surgindo deste processo as inúmeras áreas de risco de deslizamento e inundação ocupadas freqüentemente por favelas.

Além da forma de uso e ocupação do solo, um outro fator que contribui imensamente para a ocorrência das inundações e deslizamentos é o lixo lançado nos córregos, vias e encostas íngremes, como vem sendo apontado de forma recorrente. O lixo obstrui o sistema de drenagem, causando inundações, e favorece o acúmulo de água em encostas íngremes.

Quanto ao enfrentamento das enchentes, o poder público tem recorrido a obras de contenção de cheias, canalizações e retificações de leitos e outras intervenções na calha dos rios, que constituem as medidas estruturais, na tentativa de evitar e/ou minimizar o problema. Em contrapartida, muito pouco se tem feito em relação às medidas não estruturais, que envolvem toda a bacia na prática de ações destinadas a atenuar os deflúvios ou adaptar os ocupantes das áreas parcialmente inundáveis para conviverem com o fenômeno.

As intervenções realizadas com o objetivo de resolver as enchentes, obras estruturais aplicadas isoladamente, revelam-se insuficientes. Constatou-se que o número de pontos críticos, inundações e escorregamentos no período chuvoso, aumentou de 125 pontos, em 1979, para cerca de 470, em 1991 (EMPLASA, 1993). Em 1996 o número de áreas críticas supera 500, pelos registros da SAR/COURGE e da CET.

As medidas estruturais normalmente são aplicadas nos trechos do rio inseridos em área urbanizada, sendo imprescindíveis nestes casos para permitir a continuidade das atividades estabelecidas ao longo da várzea. No entanto, nem sempre têm resultado nos benefícios esperados, seja porque têm sido adotadas isoladamente, seja por falta de uma inserção mais adequada, na comunidade.

Sempre é oportuno enfatizar que a solução dos problemas de enchentes no Município deve incorporar também as medidas não estruturais. Para tanto, é necessário que haja a coordenação entre as entidades atuantes (DAEE, ELETROPAULO, prefeituras dos municípios da bacia do Alto Tietê e outras), pois tais medidas são fundamentalmente de caráter institucional e exigem ação integrada dos órgãos para controle do uso do solo, educação ambiental, planejamento em macro escala das obras estruturais, etc.

Mais recentemente, o Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, elaborado pelo Consórcio HIDROPLAN entre 1993/1995, ao tratar a questão do controle das cheias apresenta como soluções possíveis para atenuar seus efeitos, a aplicação de medidas estruturais associadas às medidas não estruturais. As medidas estruturais propostas

incluem: canalizações e reservatórios de detenção em área urbana, a ampliação da calha do Tietê, a adequação da calha do rio Pinheiros, e a já comentada implantação de túneis extravasores para a bacia do rio Tamanduateí e Reservatório Billings. Enquanto as obras e as medidas não-estruturais não são concretizadas, só resta à população conviver com as inundações e deslizamentos, causadores de grandes prejuízos econômicos e sociais, tais como:

- Paralisação temporária e/ou comprometimento de atividades produtivas e comerciais.
- Famílias desabrigadas que não têm como superar os problemas sem ajuda do poder público.
- Mortes e contaminação por microrganismos patogênicos de veiculação hídrica.
- Perdas de bens móveis e imóveis.
- Congestionamentos, entre muitos outros, não menos graves que os citados.

6.4. As Inundações e os Deslizamentos

O meio ambiente urbano é resultado do processo de construção e utilização do espaço, que envolve a constante transformação de suas condições naturais, gerando e transformando fluxos internos, assim como atraindo pessoas para certas áreas. Em decorrência da complexidade deste processo, a questão ambiental urbana engloba diferentes temas, que surgem em decorrência do crescimento das cidades e da dificuldade de se conseguir um equilíbrio entre desenvolvimento e preservação da qualidade de vida.

As áreas de risco de inundação e deslizamentos durante os períodos de chuva se distribuem de forma difusa pelos moradores do município. Há porém uma parcela da população sujeita aos maiores infortúnios das enchentes e deslizamentos. Trata-se de populações de baixa renda que ocupam as áreas de encostas ou ribeirinhas, geralmente com baixo valor de mercado. Este tipo de ocupação expõe a população aí residente aos efeitos drásticos das chuvas, tais como, perda de moradias e pertences, desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica, principalmente leptospirose e, nos casos mais extremos, perda da vida.

As situações de risco são muitas, conforme mostra o Quadro 6.4.a, e indicam a precariedade de vida de alguns segmentos sociais paulistanos.

QUADRO 6.4.a - SITUAÇÃO GERAL DAS FAVELAS URBANAS DE SÃO PAULO

LOCALIZAÇÃO DA FAVELA	TOTAL* (%)
Margem de córrego	49,3
Sujeitas a inundações	32,2
Terrenos com declividade acentuada	29,3
Terrenos com erosão acentuada	24,2
Sobre aterros sanitários/lixão	1,9
À margem de via férrea	1,6

Fonte: Taschner, 1992

* A percentagem de cada situação foi calculada sobre o total de favelas no Município de São Paulo.

Nota-se pela observação do Quadro 6.4.a anterior que os riscos mais significativos são aqueles relacionados a inundações (32,2%) e deslizamentos de terra, seja pela alta declividade do terreno (29,3%) ou por suscetibilidade a erosão (24,2%). O total de risco é superior a 100% porque uma favela pode estar exposta a mais de um risco.

Embora em geral inundações e deslizamentos tenham um desencadeador comum, as chuvas, têm sido tratados diferenciadamente pelo poder público, cabendo aqui alguns comentários sobre cada um destes fenômenos.

A) Áreas com riscos de deslizamentos

As áreas com risco de deslizamento ocupadas por assentamentos humanos podem transformar um fenômeno natural de movimento de terra em catástrofes de dimensões imprevisíveis.

Ao contrário do que acontece com os corpos d'água e enchentes, as áreas com risco de deslizamento, até o momento, não têm motivado o mesmo interesse e volume de estudos e projetos por parte do poder público. Isto se deve, em parte, ao caráter localizado do fenômeno, quando comparado com as inundações, por se tratarem de áreas de pouco interesse à exploração econômica e à ocupação, e também por não ser um problema tão antigo quanto o das enchentes na história de São Paulo, que tradicionalmente causam grande comoção.

As áreas com risco de deslizamento passaram a chamar a atenção do poder público a partir dos anos 70, em decorrência do desenvolvimento em larga escala das favelas, que apresentaram nesta década um crescimento populacional maior que o crescimento da população do Município (Taschner, 1992).

Dentro de um contexto sócio-econômico recessivo, a expansão das favelas se deu e continua a se dar em direção a áreas menos valorizadas, impróprias para assentamentos humanos, dando origem assim a um grande contingente populacional em áreas com potencial para deslizamentos.

Considerando o alto potencial que o deslizamento em áreas ocupadas por moradias tem de causar vítimas fatais e a dificuldade do poder público em coibir a ocupação de áreas de risco, a curto prazo, tais áreas começaram a receber mais atenção nestes últimos anos.

Visando atualizar e diagnosticar as situações de risco, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) analisou cerca de 250 favelas, o que representava em 1990, 16% das favelas e 34% dos domicílios favelados do Município de São Paulo. Os critérios de risco foram relacionados às características geológicas e geotécnicas do local, tendo sido identificadas áreas de riscos em encostas (erosão e deslizamento) e em baixadas (alagamento e solapamento). As áreas analisadas foram enquadradas em 3 graus de risco, quais sejam: risco iminente, riscos I e II, sendo risco I mais intenso que risco II. O Quadro 6.4.b mostra o resultado desse trabalho para as grandes regiões de São Paulo.

QUADRO 6.4.b - INTENSIDADE DE RISCO DOS DOMICÍLIOS EM FAVELAS

REGIÃO	INTENSIDADE DE RISCO			DOMICÍLIOS	
	IMINENTE	RISCO I	RISCO II	EM RISCO	TOTAL
NORTE	290 (1,2)	1.982 (8,1)	3.270 (13,3)	5.542 (22,6)	24.537 (100,0)
SUL	120 (0,2)	1.692 (2,3)	5.838 (8,0)	7.650 (10,5)	72.771 (100,0)
LESTE	30 (0,1)	1.468 (6,3)	6.386 (27,2)	7.884 (33,6)	23.436 (100,0)
SUDESTE	60 (0,2)	1.702 (5,9)	1.718 (6,0)	3.480 (12,1)	28.755 (100,0)
CENTRO	-	67 (4,5)	43 (2,9)	110 (7,4)	1.482 (100,0)
TOTAL	500 (0,3)	6.912 (4,6)	17.255 (11,4)	24.666 (16,3)	150.981 (100,0)

Fonte: Taschner, 1992

Nota-se que na região norte o risco iminente manifesta-se associado à topografia marcada por declividades altas. É ainda nesta zona que o risco I aparece com valor maior (8,1) que nas outras regiões.

B) Áreas com risco de inundações

Em que pesem o padrão de uso e ocupação do solo e as características das precipitações, altamente concentradas e intensas no verão, como fatores decisivos para ocorrência e agravamento das inundações, as cheias em São Paulo são função do complexo sistema de canais e obras hidráulicas implantado na rede hídrica. Atualmente, o comportamento do Tietê, maior canal para escoamento do excesso de chuvas na cidade de São Paulo, e de seus afluentes depende do Sistema de Reversão do Alto Tietê discutido em 6.1.

Uma observação a ser feita neste momento é que a cheia é um fenômeno natural que sazonalmente sempre ocorre. Sua inconveniência surge quando a planície de inundação dos rios passa a ser ocupada por atividades humanas incompatíveis com tal fenômeno, tal como acontece na cidade de São Paulo. Diante desta realidade, duas linhas se impõem. A primeira delas está associada à atuação direta nas causas e engloba ações de fiscalização e controle do uso e ocupação do solo, controle do lixo, obras para controle de cheias a médio e longo prazo, etc. A outra abordagem é prevenir e minimizar as suas consequências danosas, através de um programa de gestão de riscos e administração de emergências.

6.5. Enfrentamento das Inundações

6.5.1. As Soluções Estruturais

Tradicionalmente, as medidas estruturais, constituídas de obras de retificação, ampliação da calha, canalização, diques de proteção e reservatórios reguladores de vazão, têm sido as medidas mais divulgadas e implementadas no trato do controle de cheias.

Para o caso da Cidade de São Paulo, as intervenções para o controle das enchentes, se limitaram à adequação hidráulica dos grandes rios que cortam a cidade. Como tais medidas mostraram-se insuficientes ao longo do tempo, foram estendidas para os córregos, em um momento porém, em que suas bacias e várzeas já estavam ocupadas, pois não era preocupação dos gestores públicos os riscos ambientais resultantes da ocupação desordenada do solo urbano.

Os projetos estruturais desenvolvidos e implementados nesta linha tinham uma finalidade imediatista, a de resolver os problemas a curto prazo e aproveitar ao máximo as áreas de várzeas, recuperando-as ao uso humano. A visão sistêmica da questão antevendo outros problemas que seriam decorrentes destas obras em geral foi e tem sido relegada para futuras correções. Normalmente, tais obras são realizadas nos trechos de corpos de água inseridos nas áreas densamente ocupadas com o intuito de minimizar o seu transbordamento, para que as atividades estabelecidas ao longo de suas várzeas não sejam comprometidas. No entanto, os fatos têm mostrado que quando adotadas isoladamente nem sempre resultam no benefício máximo, conforme demonstram os cerca de 500 pontos críticos existentes no município.

Este fato é decorrente da falta de visão global e de planejamento da bacia hidrográfica a longo prazo, presentes na maioria dos projetos estruturais, com poucas exceções. Assim, a tendência em nosso país consiste na priorização dada a correção dos problemas em pontos isolados, sem se avaliar de forma mais ampla as consequências que podem ocorrer a jusante da intervenção. Não é raro, nestes casos, a simples transferência da área inundável e a perenização do problema. Este aspecto se revela também, através da curta vida dos projetos, que raramente vão além de uma gestão.

6.5.2. Análise Histórica de Eventos de Enchentes e dos Estudos Hidrológicos Realizados em São Paulo

A Análise Histórica é uma técnica comumente utilizada em Estudos de Análise de Riscos e na elaboração de Programas de Gerenciamento de Riscos. Permite visualizar e calcular as frequências com que fenômenos ou eventos indesejáveis ocorrem ou historicamente vem ocorrendo. Possibilita se avaliar e conhecer a importância e a magnitude do risco, sendo uma ferramenta eficiente e prática.

Exemplificando seu uso para a Cidade de São Paulo, a seguinte relação de obras e estudos associados a medidas estruturais (Revista DAE, 1992) dão uma idéia da importância quantitativa com a qual as mesmas foram e têm sido conduzidas pelo poder público.

◊1560

Os escritos dos jesuítas registram as enchentes do Anhambi, o primeiro nome do rio Tietê.

◊1813

Gustavo Bayer informava que os freqüentes transbordamentos dos cursos d'água que banhavam a capital da Província quase transformavam a cidade em ilha.

◊1842

O empreendedor português conhecido como Teixeira realizava algumas obras de retificação do rio Tietê entre a Ponte Grande e a Coroa.

◊1850, 1861 e 1856

Grandes enchentes na cidade.

◊1866

O presidente da Província de São Paulo, João Alfredo Correia de Oliveira, defende a drenagem das várzeas dos rios Tietê e Tamanduateí.

◊1889

Epidemia de febre amarela no Estado de São Paulo. Um clamor público pelo saneamento das cidades será o impulsionador de inúmeras obras no rio Tietê.

◊1890

O governo de São Paulo nomeia uma comissão para estudar os terrenos e a hidrologia dos rios Tietê e Tamanduateí.

◊1892

Início de diversas obras de saneamento e retificação dos rios Tietê e Tamanduateí. Estas são as primeiras iniciativas que, de fato, interferiram nas condições do Tietê. No Tamanduateí, elas já datavam do final do século anterior. Naquele mesmo ano, Benedito Calixto pintava o quadro "As enchentes da Várzea do Carmo".

◊1893

Criação da Comissão de Saneamento do Estado com o objetivo de propor melhorias no escoamento das águas do Tamanduateí e projetar obras no curso do Tietê.

◊1901

É inaugurada a barragem de Parnaíba, posteriormente batizada Edgard de Souza.

◇1906

Uma grande enchente em São Paulo. A vazão registrada em Santana do Parnaíba foi de 462 m³/s. A vazão média normal, em tempo seco, na barragem Edgard de Souza é de 80 m³/s.

◇1908

A Light constrói o reservatório de Guarapiranga com o propósito de regularizar a vazão do rio Tietê e garantir o funcionamento da Usina Hidrelétrica de Santana do Parnaíba.

◇1916

São concluídas as obras de retificação do rio Tamanduateí.

◇1923

Outra grande cheia atinge São Paulo. A vazão registrada em Edgard de Souza foi de 358 m³/s.

◇1924

Criação da Comissão de Melhoramento do Tietê, presidida pelo engenheiro sanitarista Saturnino de Brito, para urbanizar e aproveitar as várzeas, cuidar da navegação e despoluir os efluentes.

◇1925

Saturnino de Brito estuda profundamente o regime hídrico da bacia do Alto Tietê. Em seu plano de combate às enchentes, recomendava, além de represamentos nas cabeceiras dos formadores do Alto Tietê (Taiaçupeba, Jundiá, Biritiba e rio Claro), o rebaixamento em um metro da crista da barragem Edgard de Souza.

◇1926

Inauguração da Usina Henry Borden, em Cubatão, com o aproveitamento da reversão do rio Pinheiros.

◇1929

Outra grande cheia em São Paulo. Em Santana do Parnaíba é registrada uma vazão de 521m³/s. A Comissão de Melhoramentos do Tietê aproveita para obter mais informações sobre o regime do rio. Os trabalhos da Comissão são interrompidos em virtude da crise econômica mundial, a partir da quebra na Bolsa de Nova York.

◇1930

Acontece a Revolução de 30. Os trabalhos no Tietê continuam parados. Naquele ano ocorreria mais uma enchente que em Edgard de Souza alcançou a vazão de 311m³/s.

◇1940 / 1950 / 1960

Durante essas três décadas, a Prefeitura de São Paulo realiza a retificação do Tietê dentro do município, desde a foz do rio Pinheiros até a foz do córrego Aricanduva, na Penha, numa extensão de 27 quilômetros. O Tietê ficaria aprisionado num canal.

◊1950

A Light altera a barragem Edgard de Souza, constrói a Usina de Pirapora e amplia a capacidade geradora da Henry Borden.

◊1951

Criado o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que elabora um plano em que, entre outras medidas, retoma a questão da construção das barragens nas cabeceiras do Tietê.

◊1960

No final dessa década, após iniciar a construção da barragem de Ponte Nova, o DAEE começa a retificar o Tietê entre o rio Pinheiros e a barragem Edgard de Souza. Trabalho este concluído na década de 1970.

◊1970

Durante os anos dessa década e início dos anos 80, o DAEE realizou obras no Tietê acima da barragem da Penha. Implantou o Parque Ecológico do Tietê, com a finalidade principal de conservar as várzeas nos trechos ainda não urbanizados.

◊1982

Mais uma grande enchente em São Paulo. A vazão em Edgard de Souza foi de 755m³/s.

◊1983

Outra enchente em São Paulo. A vazão em Edgard de Souza chegou a 832m³/s.

◊1984

Publicado o Plano Setorial de Controle de Enchentes, conforme as diretrizes de Aproveitamento dos Recursos Hídricos na Região Metropolitana de São Paulo.

◊1985

Catullo Branco, engenheiro especialista em energia elétrica, técnico da então Secretaria da Viação e Obras Públicas do Estado de São Paulo - de onde surgiria a Secretaria de Energia e Saneamento, criada em 1988, propõe a supressão da barragem Edgard de Souza e reafirma a proposta de represamento do Tietê na altura de Mogi das Cruzes.

◊1983-1985

A Eletropaulo construía os descarregadores de fundo da Edgard de Souza, com o objetivo de aumentar a vazão do rio durante episódios críticos de enchentes.

◊1987

O governo do Estado inicia a primeira etapa da obra de aprofundamento do leito do rio Tietê (cerca de 48 quilômetros entre as barragens de Edgard de Souza e da Penha). Esta é considerada a maior obra de combate a enchentes já realizada no Brasil.

◇1990

Em julho, São Paulo enfrenta outra grande enchente. A vazão em Santana do Parnaíba não foi registrada.

◇1991

Mais uma vez São Paulo é vitimada por duas grandes enchentes. A primeira, em 19 de março, registrava 940 m³/s de vazão em Santana do Parnaíba; a outra, em abril, com uma vazão de 880 m³/s. O governo prossegue na construção de barragens de cabeceira, propostas por Saturnino de Brito na década de 1920. Prosseguem também as obras de aprofundamento do leito do Tietê. É criada a Comissão de Enchentes e formulado um Plano de Defesa Civil para enfrentar as enchentes.

Analisando-se esta análise histórica, pode-se facilmente observar que a cultura de não investir em medidas preventivas, segundo um enfoque global da bacia hidrográfica, não possibilitou em São Paulo o adequado gerenciamento do problema das enchentes. Decorre desta prática a constante necessidade de obras de médio e grande porte, compatíveis com o crescimento da urbanização, caríssimas, com resultados nem sempre eficientes e definitivos. Desta forma, torna-se premente a associação de soluções não estruturais com as obras estruturais.

6.5.3. As Soluções Não-Estruturais

Analisando-se os dados de análises históricas realizadas (Trabalhos MKR em São Paulo coordenados por este Autor), bem como em outros levantamentos de informações, muito se encontrou sobre obras para contenção de enchentes. Contrariamente, quase que inexistem informações sobre adoção de medidas não-estruturais, o que revela a pouco freqüente utilização desta prática, ainda em caráter experimental, como um dos recursos auxiliares no enfrentamento do problema das enchentes no Município de São Paulo.

De fato, no Brasil as medidas não estruturais são ainda pouco utilizadas, em consequência do desconhecimento de suas vantagens e possibilidades, e também da sua maior dificuldade de implementação, pois necessitam de apoio legal, credibilidade na sua eficácia por parte das autoridades, técnicos e sobretudo, da conquista da confiança da população residente nas áreas problemáticas de que este trabalho não será mais uma tentativa que não terá continuidade em sua implantação, ou algum trabalho comunitário com fins eleitorais.

As medidas não estruturais são ações abrangendo toda a bacia e têm natureza institucional, administrativa. Estas medidas, como citadas a seguir, partem do princípio da convivência com as condições naturais, em contraponto com as medidas estruturais, que se referem a obras que alteram o sistema fluvial e, portanto, o regime hidrológico/hidráulico. Por terem caráter muito abrangente, considerando com grande prioridade a prevenção contra eventos indesejáveis e preparação de comunidades, dispensam alocação das enormes somas de recursos requeridas para execução das obras estruturais. Exemplificando, as medidas não estruturais podem se traduzir em disciplinamento do uso do solo, relocação de construções duramente atingidas,

medidas emergenciais do tipo remoção da população de áreas perigosas e outras. Para que a solução de problemas de enchentes sejam encaminhadas por medidas não estruturais, é necessário que haja a coordenação entre as entidades públicas atuantes na região, assim como o engajamento da comunidade ao processo, pois tais medidas são fundamentalmente de caráter institucional.

Na Cidade de São Paulo, uma das maiores do mundo, a questão adquire enorme complexidade. Além da Prefeitura local, estão inseridas nestas medidas a ação administrativa dos distintos órgãos responsáveis pelo uso e ocupação do solo e pela gestão dos recursos hídricos, tais como EMPLASA e DAEE, assim como as Prefeituras dos municípios localizados na bacia. No entanto, a ação de tais órgãos, com relação às medidas não estruturais, tem revelado que os mesmos ainda não conseguiram uma efetiva coordenação entre seus planos elaborados e os executados pelas diferentes prefeituras municipais.

As medidas não estruturais também esbarram nas administrações municipais e estaduais, onde o planejamento nem sempre tem continuidade de uma gestão para outra. Além disso, a má definição das atribuições entre os órgãos públicos, a competição entre os mesmos, a ausência de uma política metropolitana unificada, conflitos de projetos e superposição de funções são fatores preponderantes para que as intervenções se concentrem nas calhas dos rios e para que não se definam políticas amplas e firmes de uso do solo, de normatização, correção e fiscalização.

A maior dificuldade na adoção de soluções não estruturais para o enfrentamento das enchentes é, portanto, de integração entre as partes envolvidas, principalmente de caráter político-institucional, devido à falta de articulação entre os órgãos e entidades.

Excelente exemplo, que vale como alerta, corresponde ao que bem ilustra o importante papel do controle e disciplinamento da Bacia do Alto Tietê, a montante da barragem da Penha, no controle das inundações da metrópole. O trecho deste rio, a jusante da barragem, atravessa o centro expandido da metrópole, com sua urbanização consolidada e as várzeas ocupadas por sistema viário e edificações. Por isto, comporta preponderantemente medidas estruturais para possível solução do problema de inundação. Por outro lado, a área situada a montante da barragem não apresenta urbanização consolidada. As áreas de várzea do Tietê, no trecho não retificado, em sua maior parte ainda não estão ocupadas, amortecendo os picos das cheias na região metropolitana. Se a ocupação desta bacia se der de forma desordenada, tal como aconteceu com a cidade de São Paulo, corre-se o risco das obras que estão sendo feitas no Tietê não serem suficientes para absorver o acréscimo de vazão proveniente daquela área da bacia.

Enquanto as medidas não estruturais vão conquistando aos poucos seu espaço, ao mesmo tempo em que as medidas estruturais mostram-se insuficientes se adotadas isoladamente, o que resta, a curto prazo, é a aplicação de medidas minimizadoras das consequências das inevitáveis enchentes e deslizamentos, o que deve ser feito através de técnicas apropriadas, cuidadosamente planejadas em um Programa de Gestão de

Riscos, concebido de forma integrada, otimizando os recursos, com soluções sistêmicas, o que corresponde à essência da proposta desta Tese.

6.5.4. O Papel da Educação Ambiental

Esta Tese consolida a experiência do Autor trabalhando neste assunto desde o início dos anos 80, quando teve a oportunidade de conceber e coordenar o Projeto de Saneamento Alternativo de Baixo Custo e Planejamento Ambiental para Comunidades Faveladas, realizado pela CETESB, que, sem dúvida, foi o primeiro com ampla abordagem a tratar da saúde pública e segurança das populações em área de risco, em desenvolvimento juntamente com os trabalhos pioneiros do IPT no assunto geologia. Desde essa época muitos trabalhos foram e tem sido produzidos, tendo sido feita a análise de extenso material. É importante relatar que existe uma carência quase total de referência à questão da educação ambiental voltada para a população em geral e, particularmente, para aquelas residentes nas áreas com riscos de inundações e deslizamentos. Devem ser citados alguns trabalhos realizados com populações em áreas de riscos, especialmente após os trabalhos de recuperação na Serra do Mar (Bairros Cota) e em Cubatão, principalmente voltados aos aspectos localizados de preparação da população aos problemas vividos por estas comunidades. A educação ambiental como tema específico é assunto mais recente, sendo parte integrante como exigência dos grandes programas financiados pelos bancos financiadores internacionais como o Guarapiranga e o PROCAV. É um item fundamental na solução dos problemas das cheias, pois através da educação ambiental é possível abordar importantes fatores intervenientes no controle das enchentes como, por exemplo, as questões do lixo, do desmatamento, da ocupação das várzeas e a mudança comportamental de motoristas em dias de chuvas intensas.

Com relação ao lixo, foi fácil perceber em diagnóstico, conduzido em São Paulo, que muitas das áreas atingidas por enchentes não são realmente áreas de risco. A ocorrência de inundações nestes locais está associada à obstrução do sistema de drenagem por lixo das mais variadas naturezas, que incluem desde carcaças de automóvel e colchões, até sacos de lixo.

O mesmo acontece em relação aos deslizamentos. O lixo acumulado em grande quantidade nas encostas íngremes cria situações propícias a retenção e infiltração de água, além de sobrecarregar o talude, que favorece a ocorrência de deslizamentos. Cortes e aterros indiscriminados, agravados pela presença de água, também contribuem para a instabilidade das encostas. Ou seja, o hábito da população cria áreas de risco onde as mesmas naturalmente não ocorreriam, e agrava as condições dos relevos naturalmente predispostos à movimentação.

Estas situações refletem um quadro em que a população é vítima e agente da degradação ambiental. Isto ocorre em focos localizados, porém numerosos, que acarretam demandas por assistência para grupos diretamente atingidos e o comprometimento da estrutura viária e urbana, além da perda da eficiência dos serviços públicos.

Embora a questão do lixo fique muito evidente nas áreas ocupadas por favelas, onde o serviço de coleta é muitas vezes ineficiente, este problema se estende à cidade toda, em níveis diferenciados. Assim, a questão ambiental relacionada a lixo/enchente deveria ser tratada de uma forma ampla, muito além dos limites das áreas de risco ou favelas.

O papel da educação em um Programa de Gestão de Riscos é fundamental, à medida em que a ação de defesa civil exige a participação da população preparada para se organizar coletivamente para o enfrentamento de situações adversas.

Segundo Jacobi (1995), o desenvolvimento do senso de co-responsabilidade associado ao exercício da cidadania é um dos elementos principais para se pensar não só a resolução dos problemas ambientais urbanos, mas também a agregação de interesses dentro de uma lógica comum de enfrentamento de problemas. Isto só é possível através de um programa de educação da população que desperte a consciência da importância do papel desempenhado por cada indivíduo e pela comunidade, consciente de seus deveres e direitos de cidadão. Assim é possível a organização coletiva em ações pró-ativas diante dos perigos potenciais aos quais a população está sujeita, numa relação isenta de paternalismo do poder público.

6.6. Efeitos Sobre a População Atingida por Inundações e Deslizamentos

O verão está se tornando um pesadelo, tragédia para todos os que sofrem o drama das enchentes. A distribuição dos pontos críticos indica a ocorrência generalizada tanto de inundações como de deslizamentos pela área urbanizada do município.

Quando se fala especificamente das inundações em grandes centros urbanos, fica difícil limitar um universo de pessoas não atingidas direta ou indiretamente por suas consequências indesejáveis, principalmente quando se trata de problemas de trânsito. Já os deslizamentos, embora sejam inúmeros, têm áreas de influência menores. Nem por isso suas consequências são menos catastróficas, pois com frequência tem-se vítimas fatais nestes episódios.

Quanto a este fato, pode ser citada a Comissão Especial de Estudos sobre Enchentes da Câmara Municipal de São Paulo, em seu relatório final concluído em 1993, avaliou que as consequências das inundações para a cidade e população de São Paulo hoje, não diferem muito das verificadas há dez anos atrás. A diferença apontada pela Comissão está na abrangência das enchentes, que atualmente atinge desde a população mais carente, moradora em favelas às margens de córregos, até a população privilegiada de classe média e média alta. Contudo, entre os atingidos, a população carente residente em áreas de risco é mais significativa e sensível aos eventos.

Interagindo nas múltiplas escalas, as conseqüências das inundações contribuem para a deterioração da qualidade de vida da população e, associadas, dentre outras, à poluição, insegurança urbana, geram um desconforto social e ambiental generalizado.

Tradicionalmente, costuma-se dizer que só se lembra do problema de enchentes quando começa a chover. Passada a fase de emergência, todas as soluções propostas no momento acabam sendo postergadas. Enquanto decisões concretas e procedimentos preventivos não são tomados, só resta ao cidadão tirar lições dos últimos acontecimentos e se preparar para o inevitável.

É por este motivo que medidas não estruturais são difíceis de serem implantadas, principalmente quando se trata da adesão da comunidade. Durante e logo após às enchentes, surgem numerosas promessas de políticos que raramente se concretizam, gerando total descrédito.

Tomando como exemplo a Cidade de São Paulo, em outra aplicação da técnica de Análise Histórica, o Quadro 6.6.a apresenta a listagem de alguns eventos ocorridos nos anos de 1991, 1992, 1995 e 1996, destacados em função de suas conseqüências e do evento principal.

QUADRO 6.6.a LISTAGEM DE OCORRÊNCIAS ASSOCIADAS ÀS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

DATA	LOCAL	EVENTO PRINCIPAL	CONSEQÜÊNCIAS	CAUSAS	FONTE
19/03/91	MARGINAL DO RIO TIETÊ	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO.DANOS MATERIAIS. QUEDA DE ÁRVORES. VÍTIMAS FATAIS. DESABRIGADOS.	CHEIA DO RIO TIETÊ.	REVISTA VEJA
16/04/91	AV. NOVE DE JULHO	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. DANOS MATERIAIS. QUEDA DE ÁRVORES.	CHUVA E VENTO DE 65 M/H.	O.E.S.P.
25/04/91	MARGINAL DO RIO TIETÊ	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO POR 12 HORAS.	CHEIA DO RIO TIETÊ.	O.E.S.P.
16/09/92	MUNICÍPIO	INUNDAÇÃO DESLIZAMENTO. DESABAMENTO.	CONGESTIONAMENTO E DANOS MATERIAIS.	CHUVA.	GAZETA MERCANTIL
08/11/92	BAIRRO ITAQUERA	DESABAMENTO	DANOS MATERIAIS. QUATRO CRIANÇAS FERIDAS. DESABRIGADOS. CONGESTIONAMENTO.	ENXURRADA DEVIDO A CHEIA NO RIO VERDE.	O.E.S.P.
31/01/95	ZONA NORTE E ZONA LESTE	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO E DANOS MATERIAIS. TRÊS CRIANÇAS MORRERAM AFOGADAS E UMA SOTERRADA.	CHUVA.	F.S.P.

continua

QUADRO 6.6.a LISTAGEM DE OCORRÊNCIAS ASSOCIADAS ÀS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO (Continuação)

DATA	LOCAL	EVENTO PRINCIPAL	CONSEQUÊNCIAS	CAUSAS	FONTE
08/02/95	ZONA LESTE	DESLIZAMENTO	DANOS MATERIAIS E ONZE MORTES POR SOTERRAMENTO. DESABRIGADOS	CHUVAS	F.S.P.
07/03/96	ZONA SUL	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. ALAGAMENTO NAS AVENIDAS SANTO AMARO, ROQUE PETRONI JR, IBIRAPUERA, RICARDO JAFFET	CHUVA	F.S.P.
	ZONA LESTE: GUAIANAZES, ITAQUERA E SÃO MIGUEL		CÓRREGO ARICANDUVA E RIO TIETÊ NAS PONTES CASA VERDE, VILA MARIA E ARICANDUVA. FALTA DE LUZ E QUEDA DE ÁRVORES		
09/03/95	ZONA NORTE. CÓRREGO DA PACIÊNCIA NA AV. JÚLIO BUONO NO JARDIM BRASIL	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. DANOS MATERIAIS. DESABRIGADOS. CARRO CAI NO CÓRREGO COM TRÊS PESSOAS, DUAS SÃO RESGATADAS E A TERCEIRA OCUPANTE, UMA MENINA DE DOZE ANOS, É ARRASTADA.	CHEIA NO CÓRREGO DA PACIÊNCIA.	O.E.S.P.
13/03/96	ZONA NORTE E ZONA LESTE	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. DANOS MATERIAIS. DESABRIGADOS.	CHUVA DE DUAS HORAS	F.S.P.
04/01/96	MUNICÍPIO. MARG. PINHEIROS NA PONTE MORUMBI PRAÇA LUIZ CARLOS MESQUITA MARG. TIETÊ NAS PONTES DA CASA VERDE, VILA MARIA E ANHANGÜERA AV. CRUZEIRO DO SUL CÓRREGO DO CABUÇU VILA MARIA AV. ARICANDUVA CEAGESP	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. DANOS MATERIAIS. FALTA DE LUZ, TELEFONES MUDOS, ALAGAMENTO DE RODOVIAS E ISOLAMENTO DA CAPITAL. ROUBOS E SAQUES. TRÊS MORTES E 334 DESABRIGADOS.	CHUVA. BUEIROS ENTUPIDOS E OBRAS ATRASADAS	O.E.S.P. F.S.P. JORNAL DA TARDE FOLHA DA TARDE
15/01/96	MUNICÍPIO	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. DANOS MATERIAIS. FALTA DE LUZ	CHUVA	O.E.S.P.

continua

QUADRO 6.6.a LISTAGEM DE OCORRÊNCIAS ASSOCIADAS ÀS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO (Continuação)

DATA	LOCAL	EVENTO PRINCIPAL	CONSEQUÊNCIAS	CAUSAS	FONTE
30/01/96	ZONA SUL E ZONA LESTE	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. DANOS MATERIAIS. FALTA DE LUZ. QUEDA DE PELO MENOS SESENTA ÁRVORES.	CHUVA DE TRINTA MINUTOS. CHUVA DE GRANIZO.	F.S.P.
25/02/96	ZONA SUL, NA AV. ROQUE PETRONI JR. E CÓRREGO DAS ÁGUAS ESPRAIADAS. AV. RUBEM BERTA ZONA LESTE: CÓRREGO ARICANDUVA	INUNDAÇÃO	CONGESTIONAMENTO. DANOS MATERIAIS. DESABRIGADOS. FALTA DE LUZ	CHUVA E OBRAS DA PREFEITURA	F.S.P.

Vale ressaltar que as ocorrências listadas no Quadro 6.6.a apresentam episódios críticos de chuvas registrados nos anos de 1991, 1992, 1995 e 1996, que tiveram destaque da imprensa.

Figura 6.6.a - População Atingida - Janeiro-Março
Fonte: COMDEC - São Paulo

Segundo as informações veiculadas pelo rádio e imprensa em geral e, como pode ser constatado na Figura 6.6.a, o verão de 1991 foi um dos mais intensos em termos de chuva e seus inconvenientes, servindo de exemplo para os males provocados por estas ocorrências, conforme detalhado a seguir.

Em janeiro, o rio Tietê subiu 2 metros acima do seu nível normal e paralisou o trânsito da marginal por 10 horas, no sentido Lapa - Penha, com o alagamento do trecho sob a ponte das Bandeiras. A fila de veículos chegou até o Cebolão, distante de 15 quilômetros.

Na mesma data, o congestionamento na altura da ponte Cruzeiro do Sul atrasou em até 5 horas os desembarques no Terminal Rodoviário do Tietê e atrasou em uma hora os ônibus da EMTU com destino ao aeroporto de Cumbica. Na ocasião, a VASP informou que 25% dos passageiros não embarcaram. Na favela Aquarela, na Zona Norte de São Paulo, 300 barracos foram invadidos pelas águas do córrego Paciência. No Campo Limpo, 113 famílias tiveram seus barracos arrastados. A correnteza do córrego Tremembé arrastou o carro de um taxista e levou à morte seu condutor.

O mês de fevereiro continuou apresentando índices pluviométricos elevados que levaram ao comprometimento de vários serviços públicos: 40% da cidade de São Paulo ficou sem energia elétrica; a paralisação dos semáforos provocou o caos na região central; um raio atingiu os equipamentos eletrônicos da estação Itaquera paralisando toda a linha leste-oeste do metrô e deixando 120 mil usuários sem transporte no final da tarde.

A marginal do Tietê, na altura da ponte das Bandeiras, voltou a ser inundada, deixando a via interditada por 16 horas e provocando um congestionamento de 10 quilômetros. Na Marginal do Pinheiros ocorreu um congestionamento de 13 quilômetros, da ponte Eusébio Matoso até a ponte do Piqueri, que atingiu e paralisou cerca de 5 quilômetros da saída da rodovia Castelo Branco. O pátio da CEAGESP foi inundado, resultando na perda de 217 toneladas de frutas, além de outros prejuízos financeiros.

As chuvas do dia 19 de março de 1991 causaram enormes estragos, elevando a vazão do rio Tietê a aproximadamente 1.000 m³/s contra os 500 m³/s da grande cheia de 1983 (na Revista DAE, 1992 cita-se uma vazão de 832 m³/s neste ano), paralisando totalmente a marginal do Tietê, no sentido Lapa - Penha, por 10 horas e causando um atraso médio de 7 horas dos ônibus no Terminal Rodoviário do Tietê.

A ruptura da tubulação de gás que atravessa o rio Tamanduateí deixou sem abastecimento cerca de 50 mil residências em pontos das zonas Oeste e Sul da cidade, como também em São Caetano, São Bernardo e Diadema.

As linhas da CBTU ficaram paralisadas entre São Caetano e Tamanduateí devido à submersão dos trilhos. A FEPASA operava apenas a linha oeste. O ramal Pinheiros (linha sul), que liga Osasco a Jurubatuba (Santo Amaro), foi paralisado logo após as 14 horas deixando 50 mil usuários sem transporte.

As chuvas provocaram a morte de 17 pessoas na Região Metropolitana e deixaram 3.200 desabrigados - 2.000 em São Paulo e 1.200 na região do ABC.

O Corpo de Bombeiros da capital recebeu mais de 12.000 chamadas oriundas, sobretudo, do Ipiranga, Vila Prudente, Morumbi e da região do Aricanduva, zona Leste.

A CEAGESP foi atingida novamente e só reiniciou suas atividades depois que 18 caminhões fizeram a limpeza dos restos de frutas espalhados pela inundação. Mais de 40 caminhões de lama foram retirados da Cidade Universitária pelos funcionários da limpeza.

As indústrias e o comércio no Ipiranga e Butantã foram prejudicados, enquanto que empresas de grande porte nas proximidades da junção dos rios Tietê e Pinheiros também foram atingidas.

Um fato interessante a ser observando no Figura 6.6.a é que a população atingida nos anos de 1990, 1993 e 1994 é bem menor se comparada à dos anos de 1991, 1992 e 1995, coincidindo, segundo informações da COMDEC - São Paulo, com os anos que apresentaram menores índices de precipitação pluviométrica, quando comparados aos demais anos citados.

Mais recentemente, em janeiro de 1996 as chuvas levaram à morte cinco pessoas e deixaram 381 famílias desabrigadas, num total de 1.646 pessoas, que foram alojadas em 10 abrigos da Prefeitura (COMDEC - 1996).

Neste mesmo período, os soldados do Corpo de Bombeiros atenderam a 226 ocorrências de deslizamentos de terra, desabamentos de casas, barracos e muros. As administrações regionais e os bombeiros tiveram que atender a 298 casos de queda de árvores (COMDEC - 1996).

Complementando os acontecimentos que foram dignos de destaque pela imprensa, apresenta-se a seguir uma relação das possíveis conseqüências/transtornos causados pela chuva, sem a pretensão de esgotar o assunto.

- Danos materiais nas residências, veículos, comércio e indústrias, equipamentos comunitários públicos e privados.
- Perdas materiais de equipamentos, de matéria-prima e/ou produção estocada.
- Danos na pavimentação das vias públicas.
- Danos à integridade física do cidadão e até mortes decorrentes de desabamentos, deslizamentos e afogamentos.
- Exposição da população a agentes infecciosos de várias etiologias.
- Paralisação temporária e/ou comprometimento no atendimento de serviços públicos e privados tais como educação, saúde e outros.
- Interrupção da circulação de veículos (carga, passeio, transporte coletivo, ambulância) comprometendo a circulação de mercadorias e pessoas.
- Congestionamentos e alteração dos itinerários nos percursos diários, aumentando o tempo gasto e o custo dos deslocamentos.
- Famílias desabrigadas.
- Interrupção do fornecimento de energia elétrica, gás, abastecimento de água e dos serviços de comunicações.
- Paralisação temporária e/ou comprometimento de atividades produtivas e comerciais.
- Desvalorização dos imóveis localizados em áreas de alagamento.

- Perda de imagem dos órgãos públicos e credibilidade do governo.
- Saques em residências e estabelecimentos comerciais.
- Assaltos a motoristas envolvidos nos congestionamentos.
- Descaracterização do uso dos equipamentos sociais na fase de socorro aos desabrigados.
- Desvio de recursos financeiros de outras áreas de atuação da administração pública para a recuperação dos danos provocados pelas chuvas.
- Justificativa para o uso indevido de verbas públicas, que devem por administradores inescrupulosos.
- Falta ao trabalho para limpeza da moradia e reorganização da vida.

As consequências mais severas verificam-se nas proximidades de favelas localizadas em áreas de risco. A susceptibilidade deste tipo de ambiente se deve à ocupação da várzeas e em casos mais extremos, da margem do rio, à insuficiência ou inexistência de micro e mesodrenagem, à interferência da população sem nenhuma orientação técnica sobre o meio físico, desorganizando as linhas de drenagem existentes e desestabilizando encostas e margens de rios, e ao acúmulo de lixo.

Outro grande problema das inundações que ocorre após o período de chuvas (novembro a março) são as famílias desabrigadas. Esta população que não tem como superar os problemas sem ajuda do poder público, constitui a população flagelada e, como tal, requer atendimento pela Defesa Civil durante e após a emergência.

Segundo a Folha de S. Paulo (8/8/96), cerca de 1.800 pessoas vivem em situações de risco nos abrigos. Os alojamentos provisórios não atendem às condições básicas de higiene. Além dos problemas estruturais, ligações elétricas irregulares, acúmulo de materiais inflamáveis (cobertores, madeiras, botijões de gás), as famílias convivem com situações inadequadas de saúde pública: umidade nos cômodos, presença de ratos, acúmulo de lixo e falta de água.

A precariedade desta situação leva ao aparecimento de doenças respiratórias como broncopneumonia e tuberculose, doenças causadas por vírus, otites e outras, além do principal problema de saúde pública que é a leptospirose. O subitem seguinte aborda esta questão.

6.6.1. A Saúde Pública e a Ocupação de Áreas de Risco de Inundações

Os espaços ocupados pelo homem na natureza, resultantes de um processo histórico em que o mesmo participa como fator essencial na exploração artificial do ecossistema¹, são definidos por FORATTINI(1992) como “ecossistemas antrópicos”.

Segundo BRANCO&ROCHA (1987), “as dimensões de um ecossistema são dimensões de conveniência, isto é, podemos escolher uma unidade maior ou menor de

¹ ECOSISTEMA - “Qualquer unidade que inclua todos os organismos (a comunidade) de uma determinada área interagindo com o meio físico de forma tal a originar um fluxo de energia definindo claramente uma estrutura trófica, uma diversidade biótica e um ciclo de matérias (intercâmbio de matérias entre partes vivas e não vivas) dentro do sistema, constitui um sistema ecológico ou ecossistema” (ODUM apud BRANCO&ROCHA,1987)

estudo. Ele pode ser constituído por uma floresta inteira, ou por uma simples bromélia... Além disso, um meio de aparente continuidade física pode, na verdade, abrigar ecossistemas muito distintos “.

Assim, podemos distinguir diferentes ecossistemas antrópicos dentro do espaço urbano no município de São Paulo - baseando-se na simples observação da paisagem composta por variados tipos de uso e ocupação do solo. Ou, como sugere MILTON SANTOS (1980), “deveríamos conceber o espaço como um todo”, abolindo a “distinção artificial entre ‘espaço econômico’ e ‘espaço geográfico’”, e então nossa percepção² seria a de um único e enorme ecossistema antrópico, com todas as suas funções se interrelacionando.

Para BERTRAND(1972), “a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução ...”

As cidades, são, por excelência, os ambientes em que vivem as concentrações humanas organizadas em sociedade, que os adapta para seu maior conforto e bem-estar. “Talvez a aversão que os pesquisadores das ciências naturais têm em relação às cidades deva-se à pressuposição de que estas sejam menos convenientes para se estudar a natureza e as repetitivas afirmações de que o meio urbano é, em geral, nocivo à vida... Esquece-se que a paisagem urbana nada mais é do que uma paisagem alterada, ou, como muitos desejam, derivada da natural “ (CAVALHEIRO,1995) .

No município de São Paulo, alterações na paisagem urbana têm sido realizadas para acomodar um contingente de população que hoje é da ordem de 10 milhões de habitantes(EMPLASA,1995), e que convivem, conurbadamente, com as populações de outros 38 municípios que conformam a Região Metropolitana de São Paulo, chegando a um total de cerca de 17 milhões de habitantes num grande “continuum” populacional.

Algumas dessas adaptações referem-se aos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Alto Tietê, onde se assenta o sítio urbano do Município de São Paulo. Segundo OLIVEIRA(1995), “a pujança da Grande São Paulo revela-se nos níveis expressivos alcançados pelas atividades econômicas...e na grande magnitude de sua infraestrutura urbana. Esta última, representada pelo conjunto de empreendimentos que possibilitaram a transferência de consideráveis quantidades de água entre bacias hidrográficas diferentes”. Segundo DAEE/HIDROPLAN(1995), as bacias hidrográficas Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista encontram-se há algumas décadas vinculadas hidraulicamente umas às outras, por meio de reversões hídricas, com finalidades diversas. Para esse autor, a política de planejamento e gestão das águas

² PERCEPÇÃO - nas teorias empiristas, e percepção é a única fonte de conhecimento, estando na origem das idéias abstratas formuladas pelo pensamento; nas teorias racionalistas intelectualistas a percepção não é muito confiável pois depende das condições particulares de quem percebe e está propensa a ilusões; já na teoria fenomenológica, é parte principal do conhecimento humano e sempre se realiza por perfis e perspectivas e nunca percebe o objeto de uma só vez (CHAUÍ,1995)

que tem sido praticada na Grande São Paulo desde o início do século, privilegiando a geração de energia elétrica em Cubatão, tornou-se com o decorrer do tempo bastante complexa, em função de interesses múltiplos pela utilização do recurso. Para o atendimento às demandas por água de abastecimento ou às populações afetadas por enchentes, foram realizados “vultosos investimentos e inúmeras iniciativas do poder público. No entanto, a outra face desse “modelo” de desenvolvimento regional foi a degradação dos níveis de qualidade de vida de grande parte da população paulistana”.

Segundo OLIVEIRA (op cit), “os problemas hoje são “socializados” para as várias camadas sociais, em forma de congestionamentos, poluição do ar, racionamento do abastecimento de água, enchentes, entre outros”, acrescentando-se, ainda, as condições precárias do sistema de esgotos. Para o autor, foram colocados aos poderes públicos “desafios que, cada vez mais, fogem à capacidade deles”.

Um verdadeiro “desafio” que tem se colocado como de difícil solução está relacionado às inundações que, periodicamente, acometem São Paulo, sendo tratado atualmente como um dos maiores problemas urbanos desse município.

As inundações, também denominadas enchentes, cheias, vazas, entre outras do jargão acadêmico e popular, são fenômenos naturais relacionados à elevação dos níveis d’água dos rios, resultante de fenômenos meteorológicos de precipitação (chuvas) que, ao cair sobre o solo, escoam para os fundos de vale e corpos d’água. As águas fluviais, uma vez recebidas as contribuições das águas das chuvas, extravasam seus leitos menores atingindo suas planícies de inundação, mais conhecidas como várzeas.

As cheias nos cursos d’água passam a causar problemas a partir do momento em que o homem avança sobre as áreas próprias de ocorrência destes fenômenos, ou seja, as áreas de várzea. Da mesma forma, a urbanização das encostas, no restante da bacia hidrográfica, altera o regime hidrológico local e proporciona reflexos na quantidade e qualidade das águas que chegam aos fundos de vale na ocasião das chuvas. Quanto maior o número de casas e ruas pavimentadas, menor a área de solo para absorção da água e maior o volume e velocidade de água afluente às drenagens naturais.

Segundo PMSP/ENGEORPS (1996), “a velocidade das águas que escoam pela cidade de São Paulo aumentou consideravelmente devido à impermeabilização do solo, estimada em 60% do território, chegando cada vez mais depressa aos córregos e rios, os quais não têm mais como absorver esse volume. O resultado são enchentes cada vez piores, atingindo lugares onde anteriormente não aconteciam inundações”.

De acordo com a EMPLASA (in PMSP, op cit), em 1978 a cidade apresentava 125 pontos críticos à inundação; em 1982, esse número passou a 246, e em 1991 chegou a 470 pontos críticos. Noticiou o Jornal Folha de São Paulo, em 23.10.96, a existência de 496 pontos na cidade.

Percebe-se pela simples ilustração dos números acima apresentados que, num mesmo espaço urbano - o território continua com a mesma extensão - a paisagem

urbana é outra. Novos elementos estão se interrelacionando e “reagindo dialeticamente”. A população aumentou consideravelmente nesse espaço de tempo (...), e conseqüentemente, a demanda por espaço a ocupar. A pressão sobre os espaços vazios aumentou, tornando as “várzeas” altamente disputadas³, o que, sem dúvida, é forte agravante no processo de inundação de áreas em ecossistemas antrópicos.

Pela importância que assume para a saúde ambiental e, portanto, saúde pública, o sistema de drenagem urbana e de prevenção de inundações, fundamenta-se, segundo Câmara (1980), em:

- “Códigos, leis e regulamentos sobre edificações, zoneamento, parcelamento do solo e também códigos sanitários;
- Fiscalização da administração pública nas áreas urbanizadas e edificadas, bem como planos de reurbanização e renovação de áreas deterioradas, e
- Declaração de utilidade pública e desapropriação de áreas ociosas, ou assoladas por inundações freqüentes”.

Como se observa, as planícies de inundação dos rios constituem áreas de risco de ocorrência de inundações, e, em uma interpretação inversa das intenções de se manter as várzeas como áreas livres da ocupação, esses espaços vazios acabam sendo indevidamente ocupados.

A cada episódio de chuva crítica⁴, um evento natural de ocorrência periódica, preferencialmente no verão sob as condições climáticas do município de São Paulo, o que se observa é que as enchentes trazem inúmeros prejuízos à cidade e sua população, que sofre com perdas materiais e até de vidas humanas.

Uma preocupação bastante grande é a relação que provavelmente - dados os casos já conhecidos de doenças veiculadas pela água - deve existir entre a saúde da população cohabitante das áreas de risco e o tipo de ocupação urbana em ecossistema antrópico profundamente modificado e degradado, em situações de enchentes, quando as águas também se socializam...

Essa preocupação fundamenta-se, ainda, na afirmativa de que “nesses ambientes, a atividade humana e sua grande capacidade competitiva faz com que os ecossistemas assim modificados apresentem gradual empobrecimento de sua parte biótica, tanto animal como vegetal”. Ao modificar a dinâmica e romper o equilíbrio existente, surge o aparecimento de processos de favorecimento à instalação de fatores exógenos (grifo do autor) que se relacionam ao quadro ecológico da doença, estabelecendo-se “as condições do meio propícias à exposição do organismo e, assim, à subsequente possibilidade de desenvolvimento do processo de agravamento à saúde” (FORATTINI, op cit), o que significa: doenças.

³ Não se discutirá aqui as causas determinísticas/econômicas de ocupação das várzeas, mas o fato em si, dada a sua importância no processo de controle das inundações

⁴ CHUVA CRÍTICA - é dependente do tipo de chuva (frontal, orográfica ou convectiva), da altura (dada em mm), da duração e, conseqüentemente, da intensidade (WILKEN, 1978, org.)

Segundo esse autor, “não apenas a incidência de agravos à saúde da população, mas também as medidas destinadas à sua prevenção e controle, constituem o que se chama de problemas de saúde pública”...podendo ser assim encarado “quando puder ser incluído em uma ou mais das seguintes situações :

- representar causa frequente de morbidade e de mortalidade;
- existirem métodos eficientes para sua prevenção e controle, e que, portanto, devam ser aplicados;
- não estiverem sendo adequadamente empregados pela sociedade os métodos existentes para solucionar o problema;
- ao ser objeto de campanha destinada à sua erradicação, ocorrer persistência além do esperado “.

Muitas são as doenças relacionadas à água, seja por excesso, escassez ou má utilização. No caso das enchentes, é principalmente a população ribeirinha ou aquela que, desavisadamente, toma contato com as águas contaminadas por elas trazidas, que vão estar expostas ao agente transmissor, constituindo um sério problema de Saúde Pública, uma vez que atendem às quatro premissas relacionadas acima.

A doença humana mais frequentemente relacionada aos episódios de inundações é a Leptospirose.

Para a Organização Mundial de Saúde(OMS), a Leptospirose, também conhecida como Enfermidade de Weill, Febre canícola, Febre do Brejo, Icterícia hemorrágica, Icterícia leptospírica, Leptospirose porcina, caracteriza-se por uma infecção acompanhada de febre, dores de cabeça, calafrios, vômitos, dores musculares, náuseas , conjuntivites, as vezes meningite, insuficiência renal, anemia, hemorragias e até a morte. As manifestações clínicas duram de alguns dias até três semanas; é tipicamente uma doença bifásica. A infecção pode ser assintomática, e a gravidade varia com o sorotipo infectante.

Apesar da constante ênfase dada à Leptospirose, devem ser citadas algumas outras. Dentre as doenças relacionadas à água, foram citadas por ROCHA(1.987) as apresentadas no Quadro 6.6.1.a. a seguir.

QUADRO 6.6.1.a - DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA

- Transmissão por via hídrica(clássicas / não clássicas)	Febres paratífóide, tifóide, cólera, hepatite infecciosa
- Causada por insuficiência de água para higiene pessoal	Escabiose, tracoma, disenteria bacilar e amebiana, conjuntivite

continua

QUADRO 6.6.1.a - DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA (continuação)

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO	EXEMPLOS
-Transmissão por inseto vetor relacionado à água(picam pessoas perto das coleções d'água ou nela proliferam)	Doença do sono, febre amarela, malária, leishmaniose, oncocercose
- Relacionadas com o lançamento de excretas	Leptospirose, ancilostomose
- Baseadas na água(penetração pela pele ou ingestão)	Esquistossomose, verme da guinéa, verminoses e protozooses

Fonte: Rocha, 1987 (adaptado e ampliado de D.J.Bradley, 1977)

Segundo ROCHA(op cit), “a Leptospirose tem como agente etiológico a bactéria espiralada *Leptospira icterohemorrhagiae* , transmitida ao ser humano quando em contacto com a água ou lugares úmidos contaminados, penetrando pela pele . Outras vezes, talvez pela própria ingestão de água poluída ou contacto direto com animais portadores, como os ratos principalmente, outros roedores, animais silvestres e domésticos, estabulados ou não.

Caracteriza-se como Leptospirose endêmica a ocorrência de casos individuais ou em pequenos grupos, que se manifestam isoladamente em épocas diferentes. A forma epidêmica se manifesta quando pessoas ou um grupo de pessoas se contaminam pelo contacto com águas de enchentes ou em atividades recreacionais ou profissionais, como colheita agrícola, por exemplo.

“Um sério problema é a disposição de urina de animais contaminados na água e no solo, em regiões urbanas ou em coleções d’água de zonas rurais. Em 1987, em São Paulo, registraram-se casos de leptospirose relacionados às águas da represa Billings. Estes podem estar associados à disposição de lixo nas margens da represa, atraindo ratos, ou à entrada de esgoto doméstico, contaminado com bactérias *leptospira* que chegam a sobreviver infestantes por seis a sete dias no meio ambiente. Nos episódios de enchentes, em São Paulo, nesta década, várias vezes têm surgido casos de leptospirose “(ROCHA,op cit).

A poluição das águas de superfície induzem ao risco de infecção de outros animais, quer sejam eles roedores ou animais domésticos, inclusive cães e gatos. Entre os mamíferos atingidos pela Leptospirose, os ratos têm grande importância epidemiológica, pois geralmente têm uma infecção benigna e, devido à alcalinidade de sua urina, eliminam a *leptospira* por longos períodos, caracterizando-se como portadores.

A *leptospira* não tem grande resistência fora do organismo animal, não suportando o calor, o frio, a dissecação e ação de outros microorganismos. O período de incubação pode variar de algumas horas a 21 dias, com uma média de 7 a 12 dias.

No município de São Paulo, a ocorrência de casos humanos de Leptospirose é registrada por Administrações Regionais. Segundo o Centro de Controle de Zoonoses - CCZ/SMS/PMSP, o levantamento do número de casos da doença nos últimos dois anos apresenta os totais indicados no quadro 6.6.1.b :

QUADRO 6.6.1.b - TOTAL DE CASOS DE LEPTOSPIROSE

ANO	TOTAL DE CASOS	ÓBITOS
1995	492	44
1996	407	42

A profilaxia das leptospiroses deverá ser conduzida conforme as características epidemiológicas regionais e que variam com o animal portador, a maneira do contágio e o grupo de características suscetíveis. De qualquer forma, está ligada, principalmente nos países subdesenvolvidos, à falta ou deficiência de saneamento do meio.

É recomendado, para prevenção e controle da epidemia em episódios de enchentes e também das ocorrências isoladas, as seguintes medidas profiláticas:

- impedir instalação de habitações em áreas ribeirinhas;
- adoção de medidas para se evitar enchentes, como desassoreamento, limpeza e canalização dos córregos;
- coleta, afastamento, tratamento e disposição final adequada dos esgotos e resíduos sólidos domésticos;
- identificação de fontes de infecção como solos, coleções hídricas contaminadas, edificações, etc;
- limpeza e desinfecção das áreas contaminadas
- controle dos roedores, englobando desinsetização, desratização e antirratização, e
- educação sanitária, com esclarecimento à população sobre a transmissão da doença e a necessidade de se evitar nadar ou caminhar em águas que possam estar contaminadas (enxurradas).

Segundo as listagens de controle de leptospirose mantidas pela Secretaria de Saúde, cadastradas por administração regional, a taxa de fatalidade encontra-se ao redor de 10%, conforme ilustrado pelo quadro 6.6.1.c.

QUADRO 6.6.1.c - DA LEPTOSPIROSE NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

1995			1996		
Nº DE CASOS	ÓBITOS	TAXA FATAL(*)	Nº DE CASOS	ÓBITOS	TAXA FATAL(*)
492 (20 não encerrados)	44	9,3%	407 (39 não encerrados)	42	11,4%

* excluídos os casos não encerrados do total

As situações de contágio que ocasionaram a contração da doença ocorreram, na esmagadora maioria, durante as enchentes. Secundariamente, aparecem casos por contato com roedor, de rede privada de esgotos e, finalmente, de sistemas aquáticos naturais.

Em termos de localização dos casos, em 1995 a incidência foi maior no "eixo", das AR's Freguesia do Ó, Campo Limpo e Butantã, enquanto que em 1996, a concentração se deu na zona norte do Município.

6.7. A Atribuição de Responsabilidades e Competências

A abordagem deste tema fica extremamente simplificada e de fácil visualização quando se analisa o nosso cenário básico Cidade de São Paulo no combate às enchentes. A ação da Prefeitura está circunscrita ao âmbito da meso e microdrenagens, compostas basicamente pelos pavimentos das ruas, sarjetas, bocas de lobo, galerias de águas pluviais e córregos. Sua função é evitar inundações em áreas urbanas, minimizando as interferências das enxurradas com o tráfego de veículos, pedestres e danos gerais. A meso e microdrenagem são gerenciadas, no que diz respeito a maior parte da implantação e a menor parte da manutenção, pela SVP - Secretaria de Vias Públicas. A maior parte da manutenção das obras cabe a SAR - Secretaria de Administrações Regionais, a qual também executa obras e está em direto contato com a população.

Cabe também ao município, além de obras, zelar pela manutenção e exercer fiscalização, como a desobstrução das galerias de drenagem, leito de canais e córregos, galerias, bocas-de-lobo; o controle do uso do solo, por meio de mecanismos legais, como o Código de Obras e Edificações de 1992. Este trata as enchentes de forma preventiva, através de áreas "non aedificandi", controle de movimento de terra como prevenção à erosão e estímulos a plantios e outros recursos para retenção de águas em áreas verdes.

Dentro de sua atribuição, a ação da Prefeitura (em drenagem) tem se dado através das canalizações, construção de reservatórios de detenção como o do Córrego Pacaembu, construção de estruturas de arrimo e de drenagem em áreas instáveis e com riscos de ruptura e transferência de população para conjuntos habitacionais.

Por outro lado, dentro do município, a macrodrenagem, constituída pelos canais de galerias de maior porte, como os rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, é administrada pelos governos Federal e Estadual, que detêm o controle das ações correspondentes a geração de energia, navegação e aproveitamento industrial.

Um aspecto que merece considerações e análises mais aprofundadas é com relação às responsabilidades de cada órgão ou entidades da administração pública com ações diretas ou indiretas na questão das enchentes no Município de São Paulo. Em outras palavras, se a enchente ocorrer e tiver consequências, quem irá pagar a conta. Suponha-se o caso em que as consequências de um evento de enchente pudessem ter sido de uma determinada Companhia Estadual. Em não ocorrendo estas providências, até por falta de um mecanismo legal e ou operacional que determinasse estas providências, os prejuízos para o Município, para a Prefeitura e para a população tenham sido muito grandes. A pergunta é quem paga por estes danos. Deve existir um Programa de Gestão de Riscos que defina regras, competências e atribuições, assim como penalidades para os envolvidos que não cumpram suas obrigações no

Programa, que devem ser conhecedores de suas responsabilidades e estar perfeitamente informados e integrados. As competências de cada parte devem estar definidas no Programa.

6.8. Riscos de Deslizamentos Associados a Chuvas Intensas

A gestão de riscos deve ser exercida dentro de uma escala de prioridades. Seja na alocação dos investimentos e trabalhos de prevenção, seja para o atendimento emergencial, convém ter um quadro da área gerenciada onde se destacam os compartimentos com o tipo de risco e sua "severidade". Uma legenda desejável para a área compartimentada compreende o tipo de risco e o "grau de severidade" associado. Tal compartimentação é obtida através do cruzamento de mapeamentos temáticos, selecionados em função de serem relacionados com a ocorrência de eventos - problema. O conhecimento determinístico e/ou probabilístico do fenômeno a ser monitorado fornece os parâmetros intervenientes que serão mapeados direta ou indiretamente como temas.

A sistemática apresentada a seguir, que, para clareza, a título exemplificativo, será aplicada na Cidade de São Paulo, onde foi escolhida como área piloto a área de Administração Regional da Freguesia do Ó, AR-FÓ, ainda que baseada em metodologia convencional, guarda caráter preliminar pois é essencialmente um trabalho de gabinete. Deve ser encarada como um exercício exploratório. Apenas após a aferição e ajustes dos compartimentos pré-propostos com trabalhos de campo, seria lícito dar-lhes aval para se tornarem as bases da gestão de riscos.

A delimitação das áreas com risco de inundações é relativamente mais simples pois guarda uma estreita relação com as várzeas e planícies fluviais dos cursos d'água. Neste caso, as exceções são freqüentemente relacionadas à insuficiência do sistema de drenagem local, não raro devido ao seu entupimento por detritos, não constituindo uma "verdadeira" área de risco.

Já a delimitação de áreas de risco de escorregamentos é mais complexa e envolve um mecanismo de deflagração que exige a análise de um número de maior variáveis. O mecanismo crítico associado aos escorregamentos no período chuvoso é o paulatino aumento do grau de saturação da massa de solo, acompanhado pela proporcional perda de resistência do material. Se a massa de solo encontra-se com configuração geométrica pouco favorável, (natural ou "artificial"), pode chegar o momento em que a perda de resistência conduz à sua instabilização e deslizamento. O processo de saturação do solo depende da intensidade da precipitação e de sua duração. O histórico imediatamente anterior a um dado evento de chuva também é relevante. Se um evento de chuva ocorre após longo período de seca, terá efeito distinto daquele ao cabo de longo período de chuvas, quando o solo já vem sendo saturado. Quando o fenômeno é muito intenso, poderá haver uma verdadeira fluidificação do solo que descera a encosta sob forma de "lama".

A mesma configuração de solo e encosta poderá experimentar pequena variação do grau de saturação, se uma impermeabilização da superfície, ocasionada pela pavimentação e construção, por exemplo, acompanhada de uma drenagem superficial

eficiente, impedir o acesso da água ao solo. Por outro lado, uma ocupação inadequada que “abre” a superfície à franca entrada das chuvas, que insere água no solo pelo lançamento descuidado das águas servidas, ou ainda introduz cortes e aterros desfavoráveis à estabilidade, agrava as condições iniciais, se já potencialmente suscetíveis.

Portanto, a forma tecnológica de ocupação pode agravar ou compensar uma situação potencial. Isto só pode ser apreciado por técnicos no campo. É claro que há temas que dão indícios preliminares do quadro de ocupação e que devem ser efetivamente utilizados, pois contribuem com uma melhor e necessária pré-compartimentação, diretriz para o desenvolvimento dos trabalhos de campo. Situações intermediárias ou anômalas devem ser cobertas por mapeamentos específicos e parâmetros adequados (p. ex. encontro de pontes em áreas de várzeas, inundações, etc).

6.8.1. Critérios de Risco

Sempre se baseando em nosso cenário básico, a cidade de São Paulo, o crescimento desordenado da cidade, causado em grande parte pelo “déficit” habitacional e pelas elevadas taxas de desemprego que atingem a população, acaba induzindo à implantação de inúmeras moradias de baixo padrão em locais inadequados, sob o ponto de vista de sua estabilidade e segurança. Tratam-se de imóveis construídos com materiais de baixa ou nenhuma qualidade em regiões de encostas íngremes ou de várzeas de córregos e ribeirões sujeitos constantemente a deslizamentos e inundações. Neste sentido, torna-se importante a utilização dos zoneamentos descritos anteriormente, para subsidiar o Poder Público de informações a cerca da identificação, análise e representação cartográfica destes riscos. No âmbito do citado trabalho coordenado por este Autor para a Prefeitura, foram adotados critérios de risco para o Município de São Paulo, diretos e indiretos, de modo a melhor aproveitar os dados disponíveis. Alguns parâmetros deverão ser monitorados sistematicamente, possibilitando, no futuro, o aperfeiçoamento dos critérios de risco. Esforços devem ser empenhados no sentido de se dispor, cada vez mais, de parâmetros diretos de avaliação de riscos, monitorando a base urbana, fator fundamental para o sucesso de um trabalho dessa natureza.

Os critérios que devem ser considerados para o levantamento das condições de criticidade de uma determinada zona são:

- Características geológico - geotécnicas dos maciços, incluindo perfis do terreno, existência de antigas ou recentes erosões, escorregamentos ou fendas de tração, presença de blocos e matacões, posição do nível freático, etc.
- Características pluviométricas, em termos de isoietas, histórico de precipitações, regimes hidrológicos, etc.
- Padrões geomorfológicos, com especial atenção às faixas de declividades.

- Características de uso e ocupação, incluindo espaços edificados e não edificados; residencial, comercial e industrial; baixo, médio ou alto padrão econômico; presença de favelas; tendências de crescimento e ocupação, etc. Este mapeamento é de relativamente fácil obtenção e representa uma medida indireta dos cuidados tecnológicos das edificações. Em um nível de maior detalhe, cabe aqui o levantamento da presença de alguns aspectos, tais como: cortes com alturas e inclinações inadequados, aterros lançados sem controle, moradias próximas à base ou crista de taludes, retirada de cobertura vegetal, lançamento, em superfície, de águas pluviais e servidas, instalação de fossas sépticas, lançamento e concentração de lixo e entulho, etc.
- Histórico dos registros de ocorrências atendidas pela Defesa Civil e acidentes geológicos.

No caso de riscos associados a deslizamentos e escorregamentos de encostas no Município de São Paulo, apresentam-se, como fatores de relevada importância, a base geológica e geomorfológica, os padrões de uso e ocupação do solo, particularmente a localização de favelas, as intensidades e durações das precipitações e áreas de risco comprovadas por registro de ocorrências. A partir do cruzamento das informações advindas dos mapeamentos relativos a estes fatores, que recebem pesos relativos, pode-se executar a setorização do município baseada em pontuações, obtidas conforme sistemática apresentada a seguir.

A metodologia proposta de ponderar relativamente os temas ou fatores mapeados, segundo sua importância, é bastante comum em cartografia geotécnica e análise de riscos em geral, não constituindo, entretanto, o único método de conduzir às decisões. A atribuição de pesos e notas a cada fator é arbitrária no sentido de ser subjetiva. Baseia-se, entretanto, na experiência dos profissionais que as indicam. Por isso é interessante a presença de um grupo de consultores que fornece, cada qual independentemente, suas notas e ponderações, possibilitando montar uma escala de graduação e suas respectivas pontuações, na qual são agregadas diversas experiências. A monitoração e a periódica reavaliação permitem que o conhecimento possa evoluir e novas ponderações possam ser ajustadas (teorema de Bayes). Por outro lado, a introdução gradativa de algoritmo “fuzzy” (séries vagas) incorporado ao SIG permitirá a eliminação do caráter subjetivo das atribuições.

6.8.2. Classificação e Hierarquização de Riscos

Para a correta definição dos graus de risco, é fundamental que se analise, tanto a iminência de ocorrência do evento, quanto as dimensões das conseqüências sociais e econômicas potenciais advindas de sua deflagração. A tendência internacional é conferir às situações que envolvem a possibilidade de perda de vidas humanas, os maiores níveis de criticidade. Em uma primeira aproximação, pode-se adotar no zoneamento as situações de risco iminente, alto risco ou isentas de risco. Após esta classificação preliminar, pode-se detalhá-la em tantos níveis quanto necessários, tomando o cuidado de ficarem claras as prioridades de intervenção e a abrangência de cada nível, para a adequada tomada de decisões dos responsáveis pelo seu

gerenciamento. No caso da Cidade de São Paulo, particularmente na mencionada área piloto da AR-FÓ, foram utilizados 5 níveis, quais sejam:

- risco muito alto ao escorregamento (perigo imediato para moradias);
- risco alto ao escorregamento (possibilidade de atingir moradias e rede viária);
- risco médio ao escorregamento (possibilidade remota de atingir moradias);
- risco baixo ao escorregamento (sem possibilidade de atingir moradias);
- sem risco ao escorregamento.

O zoneamento se fez através da atribuição de notas, com pesos diferenciados a cada tema pertinente à deflagração de eventos de deslizamento, construindo, a partir do cruzamento destes diferentes temas, um mapa único, onde as compartimentações geradas representam estratos de criticidade homogênea em função da média ponderada obtida.

Cada um dos três fatores considerados recebeu uma nota de 0 a 100. Cada fator recebeu uma ponderação em relação aos demais.

a) mapeamentos de caracterização

- Precipitação: o mapa apresentado na Figura 6.8.2.a ilustra o zoneamento da AR-FÓ para a influência das águas, delimitando três regiões classificadas como de alta, média e baixa precipitação. Já foi enfatizada a importância da presença e intensidade da água nos processos de erosão e instabilização de taludes e encostas. Há indicações, de pluviógrafos em áreas adjacentes, que a precipitação não teria um padrão homogêneo na AR-FÓ (principalmente considerando duração e intensidade). O mapeamento ideal, portanto, deveria apresentar as isoietas distribuídas na área e quanto maior a precipitação, maior seria a nota merecida no cruzamento. Entretanto, tal informação não está totalmente disponível. A fim de não prejudicar metodologicamente o exercício de compartimentação, decidiu-se adotar as informações disponíveis, mesmo carecendo de delimitação e quantificação. De acordo com a monitoração disponível, e extrapolando-a para a AR-FÓ, registram-se precipitações maiores junto à várzea do Tietê. Estas seriam seguidas pelas da Serra da Cantareira, e finalmente, os menores índices seriam registrados na região intermediária. À falta de uma compartimentação específica, fornecida pelas precisas isoietas, dividiu-se a AR-FÓ em três regiões com precipitação relativa alta, média e baixa, seguindo-se os limites, arbitrariamente, próximas das unidades geomorfológicas para facilidade atual de modelagem.
- Geomorfologia: o mapa apresentado na Figura 6.8.2.b ilustra o zoneamento geomorfológico da AR-FÓ, delimitando as regiões de colinas pequenas, morros e montanhas, planícies fluviais e setores de encosta íngreme. Como se sabe, a dinâmica da superfície é tanto mais intensa quanto maiores são as declividades e amplitudes do relevo. Por esta razão, considerados os relevos presentes na AR-FÓ, o mais estável é representado pelas pequenas colinas. Com energia cada vez maior e conseqüentemente maior suscetibilidade a escorregamentos, apresentam-se os morros, e a serra, da Cantareira, com morros e montanhas. Os setores de encosta

íngremes, freqüentemente acompanhando os entalhes fluviais, também representam elevada suscetibilidade local. O único relevo de agradação é representado pelas planícies fluviais, onde o processo dominante é o de deposição de sedimentos. Este critério é correto na escala geológica de tempo, mas pode sofrer reversões na escala de projeto, onde as características geotécnicas se sobrepõem às anteriores, para o critério de risco. Espessura e natureza do capeamento do solo, e a variação do nível d'água, são determinantes sobre o risco de escorregamento. O mapeamento da espessura dos solos e da profundidade do lençol freático deveriam ser os temas complementares.

- **Uso e ocupação:** o mapa apresentado na Figura 6.8.2.c ilustra o uso e ocupação do solo na AR Freguesia do Ó, o qual foi elaborado de forma a agrupar as seguintes unidades: armazéns/comércio/garagens, edifícios, favelas, terrenos não construídos, residências de alto padrão, residências de baixo padrão, residências de médio padrão e uso especial/coletivo. A utilização do mapeamento do tipo e padrão de ocupação, de acordo com o cadastro TPCL (territorial, predial, conservação e limpeza), constitui uma medida indireta do nível tecnológico da urbanização. Quanto mais baixo o padrão de ocupação, como o correspondente a conjuntos habitacionais implantados com terraplanagem precária e sem drenagem, por exemplo, e nas auto-construções, maior a chance de ocorrência dos elementos de instabilização. O caso mais notável seria representado pelas favelas.

FIGURA 6.8.2.a - Influência da Precipitação

FIGURA 6.8.2.b - Mapa Geomorfológico

b) atribuição de notas e pesos

- Precipitação: o critério de precipitação ou influência das águas recebeu a pontuação e peso indicados na tabela 6.8.2.a.

TABELA 6.8.2.a - NÍVEIS E ATRIBUTOS PARA PRECIPITAÇÃO

PRECIPITAÇÃO		
NÍVEIS	ATRIBUTO	PESO
BAIXO	10	0,5
MÉDIO	50	
ALTO	100	

Se as isoietas com os valores de precipitação e os valores das durações das chuvas fossem conhecidos, os valores da tabela 6.8.2.a poderiam ser ajustados.

- Geomorfologia: para o critério de geomorfologia, foram utilizados os atributos e peso indicados na Tabela 6.8.2.b.

TABELA 6.8.2.b - UNIDADES E ATRIBUTOS PARA GEOMORFOLOGIA

GEOMORFOLOGIA		
UNIDADES	ATRIBUTO	PESO
PLANÍCIES FLUVIAIS	10	0,8
COLINAS PEQUENAS	30	
MORROS	70	
MORROS E MONTANHAS	80	
ENCOSTAS ÍNGREMES	100	

- Uso e ocupação: previamente à atribuição de notas para o critério de uso e ocupação do solo foi realizado um cruzamento auxiliar, no qual foram utilizados os mapeamentos de ocupação irregular (figura 6.8.2.d) e ocupação irregular em áreas municipais (figura 6.8.2.e). Com este procedimento, procurou-se majorar as notas atribuídas às unidades identificadas na figura 6.8.2.c. A tabela 6.8.2.c apresenta os atributos e pesos utilizados para este critério, enquanto que a figura 6.8.2.f ilustra a compartimentação de uso e ocupação, em termos de atribuição de notas, gerada por este cruzamento prévio.

Quanto mais precário o padrão de ocupação maior sua pontuação. Quando do uso em área de ocupação irregular, a nota foi multiplicada por 2. Este critério é bastante razoável ao se ter em mente as invasões para edificação de favelas. Quando, entretanto, a área for irregular por estar sob litígio, pode não ser adequado o critério, necessitando talvez, ser revisado.

TABELA 6.8.2.c - UNIDADES E ATRIBUTOS PARA USO E OCUPAÇÃO

USO E OCUPAÇÃO		
UNIDADES	ATRIBUTO	PESO
USO ESPECIAL / USO COLETIVO	5	1,0
EDIFÍCIOS	10	
RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO	15	
OUTROS E TERRENOS NÃO CONSTRUÍDOS	20	
ARMAZENS / COMÉRCIO / INDÚSTRIAS	25	
RESIDÊNCIAS DE MÉDIO PADRÃO	30	
RESIDÊNCIAS DE BAIXO PADRÃO	40	
FAVELA	50	

OBS.: quando em área considerada de ocupação irregular, a nota é multiplicada por 2.

A influência relativa entre os três mapeamentos considerados foi adotada tendo por base a confiança de que os dados disponíveis representassem os mecanismos selecionados em traduzir a suscetibilidade aos escorregamentos. Assim, para eles foram atribuídos pesos. Portanto, a ponderação estabelecida foi de 0,5 para a precipitação, 0,8 para a geomorfologia e 1,0 para o uso e ocupação.

c) Classificação e compartimentação das áreas

A partir dos mapeamentos e das notas de caracterização foram estabelecidas as notas finais para duas situações distintas: com e sem a influência das precipitações, de acordo com a seguinte formulação:

- sem a influência das águas

$$NF = \frac{N_{UO} * 1,0 + N_{GM} * 0,8}{(1,0 + 0,8)}$$

- com a influência das águas

$$NF = \frac{N_{UO} * 1,0 + N_{GM} * 0,8 + N_{AG} * 0,5}{(1,0 + 0,8 + 0,5)}$$

Onde:

NF = nota final

N_{UO} = nota de uso e ocupação do solo

N_{GM} = nota de geomorfologia

N_{AG} = nota de influência das águas

FIGURA 6.8.2.c - Uso e Ocupação do Solo Na AR-FÓ
CAP. 6 - PÁG 41

FIGURA 6.8.2.d - Áreas de Ocupação Irregular

FIGURA 6.8.2.e - Ocupação Irregular em Área Municipal

FIGURA 6.8.2.f - Uso e Ocupação - Atributos de Notas
CAP. 6 - PÁG 44

Após a definição das notas finais, para as duas situações citadas, as áreas foram classificadas, em termos da sua criticidade ao deslizamento, nas categorias indicadas na tabela 6.8.2.d.

TABELA 6.8.2.d - CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS

NÍVEIS	NOTAS FINAIS	
	S/INFLUÊNCIA D'ÁGUA	C/ INFLUÊNCIA D'ÁGUA
• MUITO BAIXA	0 A 35	0 A 30
• BAIXA	35 A 45	30 A 50
• MÉDIA	45 A 65	50 A 60
• ALTA	65 A 85	60 A 70
• MUITO ALTA	> 85	> 70

As figuras 6.8.2.g e 6.8.2.h ilustram, respectivamente, a compartimentação da AR Freguesia do Ó para as situações sem e com a influência das águas. A área protegida legalmente na serra da Canteira foi excluída do cruzamento. Tal zoneamento foi verificado, de forma amostral no campo, observando elevada sintonia com a realidade vistoriada em termos de riscos ao deslizamento.

Os dois mapas de risco de deslizamentos produzidos exibem as categorias de risco alto e muito alto concentradas na região dos morros, delimitando praticamente os mesmos perímetros. A influência da água se fez sentir pouco sobre estes perímetros porque aí, a precipitação relativa seria mais baixa.

A validade dos parâmetros selecionados para realizar a compartimentação inicial do território urbano, quanto ao risco ao escorregamento, foi igualmente testada. Compararam-se os compartimentos que receberam pontuação que reflete sua suscetibilidade à ocorrência de escorregamentos. Quanto mais elevada a pontuação de um dado compartimento, maior será sua suscetibilidade à ocorrência de escorregamentos. Esta compartimentação é relativa e interna à AR - FÓ. Ao se ampliar a compartimentação para novas porções do território municipal, será necessária uma compatibilização dos riscos relativos para critérios mais universais ao Município.

O teste de sensibilidade foi realizado comparando a classificação dos compartimentos, figura 6.8.2.g, obtida pelos cruzamentos, com as ocorrências efetivamente cadastradas pela COMDEC. Superpondo estas áreas cadastradas com os compartimentos, calculou-se um índice definido como o número de ocorrências por área homogênea. Arbitariamente, foram consideradas 5 áreas homogêneas, em faixas de 20 pontos, de 0 a 100 pontos, com os mesmos critérios que foram definidos os compartimentos. Verificaram-se quantas áreas de risco de escorregamento ocorriam em cada classe e calculou-se o índice. Se a compartimentação for correta, quanto mais suscetível for uma classe, maior será sua pontuação e maior será a frequência de ocorrências em sua área, e maior o índice calculado. Este comportamento foi efetivamente constatado, como se verifica na tabela 6.8.2.e. É importante ressaltar que esta avaliação é independente dos estudos de compartimentação, uma vez que estas ocorrências registradas pela COMDEC não foram consideradas na definição dos compartimentos.

TABELA 6.8.2.e - VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DA COMPARTIMENTAÇÃO
CORRELAÇÃO ENTRE DESLIZAMENTOS EFETIVAMENTE OCORRIDOS E A
ÁREA DOS COMPARTIMENTOS

SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS	FAIXA DE OCORRÊNCIAS (Nº.)	OCORRÊNCIAS REGISTRADAS (Nº.)	ÁREA DA COMPARTI- MENTAÇÃO km²	OCORR km²
• MUITO BAIXA	0 - 20	6	7,22	0,83
• BAIXA	20 - 40	17	12,17	1,40
• MÉDIA	40 - 60	49	27,60	1,78
• ALTA	60 - 80	31	1,18	26,37
• MUITO ALTA	80 -100	10	0,10	96,15

A observação da tabela 6.8.2.e ilustra inequivocamente a adequação dos compartimentos estabelecidos, onde a correlação entre os compartimentos classificados quanto à sua suscetibilidade a escorregamentos e os efetivamente ocorridos é enfaticamente exibida pelo índice calculado. Sugere também que a diferenciação entre as classes baixa e média é pouco sensível, devendo pesquisar uma melhor separação das 3 primeiras classes, ou melhorar o cadastramento das ocorrências.

Uma compartimentação específica de áreas suscetíveis à inundação seria mais simples, pois sua grande maioria prende-se às várzeas fluviais. A ocupação das várzeas e planícies fluviais está intrinsecamente fadada ao risco de inundação a cada período de cheia do rio, pela simples razão destas áreas marginais constituírem seu leito maior.

Mesmo nos trechos de rio canalizados, onde a vazão de cheia é considerada (para um certo período de retorno), os diversos fatores discutidos nos itens precedentes, lixo e detritos entupindo e reduzindo a capacidade de escoamento, ocupação e pavimentação reduzindo as infiltrações e o tempo de escoamento, colaboram com que as vazões de dimensionamento das galerias e canais sejam excedidas com freqüência muito maior que a projetada.

Desta forma, não surpreende que a grande maioria das áreas de risco de inundação localizem-se junto às planícies fluviais, como mostra a figura 6.8.2.i. Neste mapa estão plotados os pontos de inundação monitorados pela CET, apenas nas artérias urbanas principais, e os cadastrados pelas demais fontes, já referenciadas.

De 78 pontos de inundação plotados no perímetro da AR-FÓ, 70 localizam-se nas planícies fluviais. A categoria “inundação e deslizamento de solo” é representada na mesma área por 12 pontos, também com forte vinculação à drenagem. Cerca da metade dos pontos encontram-se na planície fluvial e os demais, remontam a posições mais de montante das drenagens, sempre associados aos cursos d’água.

A utilização do mapa de compartimentos na gestão dos riscos demandaria, além de adotar uma certa envoltória agregando as pequenas áreas fragmentadas, o estabelecimento de níveis de precipitação para a gestão de riscos. Diferenciados, talvez em duas áreas, os limites sugeridos, inicialmente com caráter de exercício, deflagrariam os estados de atenção e emergência. Estes valores de precipitação têm sido obtidos empiricamente, correlacionando sua intensidade e duração com deslizamentos e movimentos de massa em geral. Os valores limites observados variam de uma localidade a outra. Qualquer tentativa de estabelecê-los só pode adquirir confiabilidade a partir das observações locais, a médio e longo prazo. (monitoração efetiva e bem embasada). Mas é uma abordagem que merece empenho e investimentos, pois seus benefícios não apenas compensam, como é a maneira racional de gerir os riscos de escorregamentos, prevenindo, em vez de esperar os fatos consumados para atender às emergências.

O modelo de decisão para as ações preventivas poderia ser ilustrado pela tabela 6.8.2.f.

TABELA 6.8.2.f - MODELO DE DECISÃO - AR-FÓ

P1								
P2								

Precipitação P (mm) em 6h	
P < 10	Observação
10 < P < 20	Atenção
P > 20	Alerta

Obs.: Os Estados de Ação seriam aplicáveis diferentemente para as diversas áreas em que a AR-FÓ estaria dividida.

Os valores com os quais a tabela 6.8.2.f deve ser preenchida não são totalmente disponíveis para a AR-FÓ, devendo haver uma monitoração para que um dia tal intenção possa se concretizar.

Numa fase posterior, a monitoração de dados dos locais críticos permitirá a atualização das referidas pontuações, as quais irão subsidiar a análise do risco e conseqüências associadas aos eventos - problema. Tal análise é realizada com base em probabilidades de sucesso ou ruína aplicadas ao peso da decisão tomada e do tipo de intervenção indicada, estando cada uma delas associada a conseqüências de caráter econômico, social, político, etc.

Ressalte-se, portanto, a potencialidade do ferramental apresentado. O leitor deve perceber que este ferramental fornece subsídios concretos e realísticos para as tomadas futuras de decisão. No entanto, a consistência dos dados existentes, o seu trato estatístico e a sistematização de novas aquisições permitirão apoiar uma metodologia cada vez mais adequada e eficiente para tratar a fenomenologia de maneira mais apropriada e segura.

Este quadro poderá ainda ser alimentado por dados sobre a importância do fenômeno, custos associados, soluções previstas, interferências com rotas principais de tráfego, probabilidade de extensão do fenômeno atingir áreas públicas (escolas, hospitais, etc) e decisões políticas e/ou gerenciais, permitindo planejar mais as prioridades e ações necessárias de intervenção.

FIGURA 6.8.2.g - Compartimentação de Riscos sem a Influência das Águas

FIGURA 6.8.2.h - Compartimentação de Riscos com a Influência das Águas

FIGURA 6.8.2.i - Áreas de Risco de Inundações

6.9. Diretrizes Preventivas para Áreas Potenciais de Risco de Deslizamentos

Os deslizamentos geralmente ocorrem devido ao quase sempre caráter indefinido de controle centralizado das áreas potenciais de risco de deslizamento por parte da administração pública. Num primeiro instante, poderiam ser previstas diretrizes para “freiar” a ocupação dessas áreas, face aos fatores indutores que se apresentam, por exemplo em nosso país, ao ritmo acelerado que vem sendo registrado no setor da construção civil.

6.9.1. Medidas e Ações Preventivas

Em função da criticidade das áreas de risco de deslizamento podem ser implementadas:

- instrumentação e monitoramento geotécnico;
- sistema de alerta em função de dados pluviométricos;
- retirada e demolição de moradias;
- proteção superficial de taludes;
- limpeza e coleta de lixo e entulho;
- multa e interdição às moradias que infringirem regras básicas de corte/aterro de terrenos;
- adequação de sistemas de esgoto e águas pluviais;
- informação e treinamento à comunidade, e
- educação ambiental.

A tabela 6.9.1.a procura indicar, para os níveis de criticidade apontados no item 6.8, as medidas e ações cabíveis.

6.9.2. Controle e Fiscalização

As medidas e ações apresentadas no item anterior deverão ser gerenciadas e implementadas pelos órgãos específicos ligados direta ou indiretamente ao Sistema de Defesa Civil, com poderes de destinar recursos para obras de estabilização e contenção.

Neste momento, é proposto que sejam estabelecidas pelas autoridades municipais exigências a serem feitas quando da aprovação de plantas para construção/reformas de moradias em áreas consideradas de risco. Para isso, seria necessário também existir legislação apropriada sobre a concessão de alvarás de construção.

TABELA 6.9.1.a - MEDIDAS PREVENTIVAS EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE CRITICIDADE

NÍVEL DE CRITICIDADE	MEDIDAS E AÇÕES PREVENTIVAS
• Muito Baixa comparativamente podem ser postergadas na monitoração	- acompanhamento usual de fiscalização
• Baixa Requerem monitoração para não evoluir.	- acompanhamento usual - limpeza e coleta de entulhos em maior frequência
• Média Requer análise e monitoração sobre tratamento prévio	- acompanhamento programado - retirada de entulhos - multa e interdição de moradias que infringirem regras de construção - informações à comunidade
• Alta Deslizamentos prováveis (cicatrizes antigas), requerem tratamento a médio prazo.	- acompanhamento programado - retirada de entulhos - multa e interdição de moradias que infringirem regras de construção - adequação de sistemas de esgoto e águas pluviais - proteção superficial dos taludes - manuais de procedimentos
• Muito Alta Deslizamentos iminentes (cicatrizes recentes). Tratamento imediato (contratos guarda-chuva)	- adequação de sistemas de esgoto e águas pluviais - proteção superficial dos taludes - monitoração maior de procedimentos - sistema de alerta em função das precipitações - retirada e demolição de moradias - educação ambiental

No caso de São Paulo e também para outras cidades, a disponibilidade ao público de um bom arsenal de projetos-padrão com orientação prévia será de grande utilidade. O objetivo não é retornar a uma política anterior de consolidação de áreas críticas, mas sim preventiva. Além disso, uma atuação conjunta com o CREA / IE minimizaria a pressão política para liberar construções de baixo padrão que certamente no curto prazo trarão sérios problemas para a Prefeitura.

Por outro lado, deve-se promover um intenso e continuado trabalho de esclarecimento da população, seja, por exemplo, distribuindo folhetos orientativos, seja promovendo reuniões e treinando representantes e líderes comunitários que irão atuar junto à população, respaldando a campanha. Todos os meios disponíveis de comunicação devem ser articulados, como rádios comunitárias, jornais locais e associações. Ênfase deve ser dada à questão do lixo, condições sanitárias e ocupação mais adequada das encostas, evitando procedimentos que aceleram os processos de erosão e instabilização.

Sobretudo, é no trabalho de educação ambiental nas escolas, é que se encontra o investimento de maior retorno. A criança esclarecida e consciente atua como importante elemento de disseminação das informações e fiscalização no âmbito da família e será um cidadão mais preparado.

CAPÍTULO 7

7. CONCEITUAÇÃO E ASPECTOS METODOLÓGICOS DE UM PLANO DE GESTÃO DE RISCOS

Os objetivos a serem alcançados por um Plano de Gestão de Riscos compreendem:

- Propor uma política de convivência com os riscos objeto do Plano .
- Otimizar os recursos disponíveis de modo a reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos indesejáveis e minorar suas conseqüências.
- Propor uma organização funcional e operacional à Defesa Civil em nível de coordenação, abordando aspectos políticos e estratégicos. Em casos como a Cidade de São Paulo, propor uma atuação local via as Administrações Regionais. Prever recursos humanos e materiais.
- Valorizar as medidas estruturais e não estruturais mediante a participação e colaboração das comunidades envolvidas, maximizando seus benefícios.
- Propor os instrumentos e as bases técnicas e tecnológicas mais adequadas ao exercício da gestão de riscos.

Considerando-se nosso cenário base Cidade de São Paulo, para clareza de apresentação e ilustração, o foco será para os riscos de inundação e os de escorregamento. Tipicamente, os riscos de inundação situam-se em áreas junto à rede de drenagem original do Município, nas baixadas fluviais atuais ou canalizadas, enquanto os riscos de escorregamento concentram-se em encostas com declividades mais elevadas, agravados mais ou menos intensamente, por más práticas construtivas, geralmente de auto-construção.

A realização dos objetivos é traduzida pelo Plano de Gestão que, por sua vez, é estruturado com base em três grandes blocos temáticos: o espaço sócio-territorial onde é exercido, o evento deflagrador das situações de risco, e a defesa civil como a estrutura de administração de emergências ou órgão coordenador do atendimento às emergências e dos trabalhos de prevenção. Cada bloco compreende informações, critérios de decisão e avaliação e interfaces de comunicação com os outros dois.

O espaço sócio-territorial

Base urbana
compartimentada pelos
riscos qualificados

O evento deflagrador

Previsão de chuvas e
enchentes
&
Sistema de decisão

A Defesa Civil

Diretrizes preventivas,
planos emergenciais e
medidas corretivas

A construção de cada um dos blocos temáticos exige metodologias e ferramentas específicas que necessitam ser integradas. A articulação dos blocos pode evoluir para um sistema de informações gerenciais e geográficas, operado em tempo real. Em um trabalho como o do Autor na Cidade de São Paulo, que na verdade representa uma

primeira fase de montagem dos blocos, conduziu-se de forma modesta, semi informatizada.

7.1. Considerações Iniciais sobre o Espaço Sócio-Territorial

Adotando-se o Município como a unidade espacial para este Capítulo, representado pelo quadro urbano onde ocorrem os riscos, este deve ser conhecido e compartimentado em regiões homogêneas, sempre quanto aos riscos, tema que constitui o fio condutor de todo o Plano. O conhecimento do Município compreende toda a base física interveniente na caracterização e atendimento das áreas de risco, além da referente à sua caracterização social e política. Enfatiza-se a importância da última, por representar uma das condicionantes mais importantes do sucesso dos trabalhos de prevenção e convivência com as cheias. A seguinte abordagem metodológica é um dos desenvolvimentos apresentados nesta Tese, o qual foi concebido e aplicado com grande sucesso na Cidade de São Paulo em trabalho coordenado por este Autor . Sobre a cartografia geotécnica do município foram lançadas as áreas de risco e as ocorrências efetivamente registradas, conforme identificadas pela aplicação de estudos de Análises Históricas. A complementação com a malha viária, sistemas de drenagem e equipamentos de apoio, formaram a base física para a compartimentação em graus de criticidade, visando o planejamento da gestão de riscos. A caracterização social e a articulação política dos compartimentos de risco pronunciado complementaram a base urbana.

Buscando otimizar recursos ao se desenvolver o quadro urbano, previu-se a coleta das informações disponíveis no Município. Verificando-se a indisponibilidade de parte das informações, foram necessárias adaptações que ainda conduzissem às mesmas, indiretamente.

Os levantamentos principais efetuados, compreenderam:

- MOC (Mapa Oficial da Cidade).
- Mapeamentos geológicos e geomorfológicos e fragmentos de carta geotécnica já desenvolvidos.
- Sub bacias hidrográficas e rede hidrográfica.
- Rede de drenagem urbana.
- Delimitação das administrações regionais e suas sedes.
- Projetos de drenagem, ora em andamento, para atualização.
- Equipamentos urbanos direta e indiretamente envolvidos pelo Plano: hospitais, pronto socorros, abrigos, corpo de bombeiros, escolas, creches, etc.
- Padrão da ocupação urbana e uso do solo.
- Ocupação irregular do solo urbano.
- Mapa demográfico.
- Áreas de risco: localização e caracterização.
- Registro de ocorrências do COMDEC.

7.2. Considerações Iniciais sobre o Evento Deflagrador

A previsão de chuvas e enchentes no Município, função a cargo da FCTH (Fundação Centro Tecnológico e Hidráulico) desde a década passada, foi abordada como ora é exercida, através do **Sistema de Alerta a Inundações da Cidade de São Paulo** e suas perspectivas de desenvolvimento. Trata-se de um Sistema complexo e sofisticado, exigindo ainda muitos investimentos para seu aperfeiçoamento. Contribuindo tanto com a previsão de enchentes como para a calibração do Sistema, recomenda-se enfaticamente a implantação de um plano de monitoração plúvio-fluviométrica que em muito pode elevar o grau de acerto atual. Parte da monitoração existe e parte corresponde à reativação de instrumentação já instalada anteriormente.

7.3. Considerações Iniciais sobre a Estrutura Operacional para a Administração de Emergências

Para o desenvolvimento de um Programa de Gestão de Riscos, deve ser analisada a estrutura de gestão responsável pela sua implementação e operação. Deve ser levantado o quadro inicial atual, bem como sua inserção na prática nacional e internacional, a título de comparação. A Estrutura Operacional para a Administração de Emergências que compreende o Sistema de Defesa Civil deve privilegiar, metodologicamente, o ciclo: levantamento, análise e avaliação da infra-estrutura existente e propor a adição de recursos apropriados para o incremento de eficiência e atualização tecnológica. Deve abordar sobre recursos humanos e materiais, organização, procedimentos e rotinas. Devem ser considerados os costumes, a legislação, a tradição e a doutrina das estruturas existentes, interpretados à luz da prática e do exercício cotidiano dos trabalhos. Desta forma, pode ser elaborado um Plano de Ações de Defesa Civil, estruturando-se a conceituação de Gestão de Riscos com proposições objetivas para sua implementação e operacionalização.

7.4. Critérios para Avaliação dos Resultados dos Procedimentos e das Operações do Plano

Os critérios para avaliação dos resultados dos procedimentos e das operações de um Plano de Gestão de Riscos podem ser expressos nas seguintes equações:

$$Tr \leq Toc. + Ttr. + Texp.$$

$$Tr = Tident. + Taval. + Taci. + Tmob. + Tdesl. + (Tf - Ti)$$

Onde:

Tr = Tempo de resposta com eficiência, para que os danos esperados não venham a se configurar.

Toc. = Tempo de ocorrência do evento gerador.

Ttr. = Tempo de transporte do evento para outras regiões.

Texp. = Tempo de exposição do meio ao evento, no limiar da geração de danos.

Tident. = Tempo para identificação do evento.

Taval. = Tempo para avaliação do evento.

Taci. = Tempo para acionamento dos meios.

Tmob. = Tempo para mobilização dos meios.

Tdesl. = Tempo para deslocamento dos meios até a área de operação.

(Tf-Ti) = Tempo de ação da operação de campo.

Tf = Tempo em que termina a ação da operação de campo.

Ti = Tempo em que inicia a ação da operação de campo.

Portanto, através da aplicação destas equações a todos os procedimentos propostos no Plano, considerando-se os diversos tempos, o grau de complexidade de cada operação, as dificuldades de acesso, comunicação, etc, pode-se prever com antecedência o nível de dano que será incorrido em caso de enchentes e deslizamentos em determinada região e situação específica.

Estas equações representam a demonstração definitiva de como é importante o estabelecimento de um sistema de gestão integrado de informações que permita a realização permanente de atividades que possibilitem a análise e o controle dos fenômenos causadores dos riscos. Mesmo que os tempos de realização, por exemplo, ou qualquer outra parcela que componha a composição do tempo de resposta, devido a complexidade e às dificuldades de ação em uma Cidade como São Paulo, sejam muito grandes, ações pró-ativas preditivas e preventivas tomadas antes da catástrofe podem reduzi-los a praticamente zero a partir da deflagração do evento gerador.

Esta metodologia foi desenvolvida e aplicada por este Autor quando da formulação do Plano Nacional de Contingências de Incêndios Florestais, realizado para o IBAMA em 1992.

CAPÍTULO 8

8. MAPEAMENTO DO ESPAÇO TERRITORIAL

8.1. Conceituação

Qualquer trabalho desenvolvido na área de integração de sistemas de Gerenciamento de Riscos Ambientais para uma região deve ser desenvolvido sobre uma base de dados que verdadeiramente represente o espaço territorial ou a área objeto do estudo. Existem diversas tecnologias de fácil acesso que permitem a construção de sistemas georeferenciados para a base dos trabalhos a serem conduzidos.

Os estudos urbanos e de meio ambiente devem utilizar cada vez mais sistemas computacionais com capacidade de tratamento de dados geográficos, ou Geoprocessamento. Estes permitem realizar análises complexas de dados de diversas fontes, integrados em bancos de dados. Sistemas de Geoprocessamento têm aplicações em áreas como Cartografia, Mapeamento, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano e Regional e outras.

A evolução neste campo é imensa e a cada dia surgem inovações teóricas e práticas na Ciência da Computação. Neste contexto, apesar de não corresponder ao objetivo desta Tese, vale ressaltar para os futuros desenvolvimentos para a integração de sistemas de gerenciamento de riscos ambientais que devem ser incorporadas a estruturação apresentada neste trabalho algumas áreas de pesquisa e desenvolvimento: Processamento de Imagens, Computação Gráfica, Bancos de Dados Geográficos, Geometria Computacional, Interfaces, Técnicas de Inteligência Artificial, Sistemas Distribuídos e Engenharia de Software.

Para o nosso cenário básico Cidade de São Paulo, no já mencionado trabalho para a Prefeitura de São Paulo voltado aos riscos de enchentes e deslizamentos coordenado por este Autor, procedeu-se a formação da base urbana, representada em mapeamentos temáticos e interpretativos, tendo sido empregado um Sistema de Informações Geográficas - SIG, o MapInfo. Os dados para a alimentação do sistema foram obtidos, em sua grande maioria, nas diversas entidades relacionadas com o município, em entrevistas com técnicos ligados à Defesa Civil e/ou áreas de risco e, secundariamente, levantando diretamente as informações através de reconhecimento no local e interpretação de fotos aéreas. Como principais fontes de informação pode-se citar:

- EMPLASA - Empresa Metropolitana de Planejamento S/A
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- SEHAB - Secretaria de Habitação - PMSP
- SAR - Secretaria de Administrações Regionais - PMSP
- SF - Secretaria de Finanças - PMSP
- SEMPLA - Secretaria Municipal de Planejamento - PMSP
- CET - Companhia de Engenharia de Tráfego

- SVP - Secretaria de Vias Públicas - PMSP
- COMDEC - Comissão Municipal de Defesa Civil

Para a base urbana partiu-se do MOC - Mapa Oficial da Cidade, utilizando coordenadas no sistema de projeção UTM (Universal Transverse Mercator).

As informações foram coletadas e utilizadas no sistema de projeção e datum únicos. A geocodificação no MapInfo é automática através do endereço (rua e número) e também através do setor fiscal (quadra).

Cada mapa temático ou interpretativo produzido foi baseado em tabelas de dados geográficos armazenados na forma de Banco de Dados e que também podem ser exibidas. O MapInfo permite manipular as informações dos bancos de dados graficamente, em uma janela de mapa, assim como em sua forma tabular, em uma listagem. O mapeamento temático pode analisar os dados com densidade de pontos e símbolos graduados, cores, etc, enquanto que as análises geográficas podem ser elaboradas combinando polígonos para criar territórios, zonas relacionando pontos, distâncias, etc.

A base urbana, no âmbito da Gestão de Riscos de Enchentes, deve fornecer todas as informações necessárias ao atendimento das emergências, como localização e caracterização das áreas de risco, malha viária, arreamento, recursos locais e equipamentos sociais de apoio para o planejamento do resgate e relocação de pessoas, além de hospitais, corpo de bombeiros, e similares. A rede hídrica, as canalizações e sub-bacias afetadas, além da monitoração existente, são informações de grande interesse ao tema.

Já para o planejamento de trabalhos de prevenção e educação ambiental são necessárias a caracterização geológica e geotécnica e/ou uma compartimentação geotécnica do território, voltada às suas potencialidades e suscetibilidades perante o uso antrópico: o uso e ocupação atuais do solo, a caracterização técnica e social do padrão de ocupação, as organizações e articulações político-sociais e a rede escolar, entre outras.

Para dar suporte e aperfeiçoar continuamente o Sistema de Alerta de Chuvas e Enchentes, a base urbana deve ser representada hidrográfica e hidrologicamente e toda uma monitoração de apoio deve estar georreferenciada. Compreendendo as referências de níveis e os pontos de observação, associados às sub-bacias e áreas/compartimentos de risco, é necessário que cada ponto de medição de vazão e/ou nível d'água esteja relacionado com os sistemas de dados e de decisão.

A fim de permitir uma constante atualização e de maneira funcional, cada informação-tipo é representada em um mapa temático que posteriormente pode ser selecionado, superposto ou cruzado com outro(s) mapa(s), construído(s) analogamente. O cruzamento de mapas temáticos é uma ferramenta de grande interesse, tanto para a análise, como para a elaboração de novos temas interpretativos.

8.1.1. Diretrizes para Elaboração da Base Urbana de Dados

8.1.1.1. Comentários

Continuando a desenvolver conceitos baseados na experiência obtida na Cidade de São Paulo, deve ser citado que a gestão de riscos de enchentes demanda o perfeito conhecimento da base urbana do município. Foi possível constatar a total descentralização das informações básicas, a elevada sobreposição de dados, o descaso técnico com levantamentos e registros já efetuados, além da falta de atualização de uma série de elementos que subsidiam a consolidação de uma base de trabalho que represente a realidade urbana da Cidade de São Paulo. Tal constatação agrava-se, ainda mais, no momento em que esta dispersão de dados se dá no âmbito dos mais variados órgãos e secretarias de governo.

Nos tempos atuais, aglomerados urbanos do porte da Cidade de São Paulo requerem sistemas de controle e gestão que permitam a obtenção e visualização de uma gama de dados básicos de forma atualizada e sobre uma mesma base de trabalho, devidamente georreferenciada. Impressiona desfavoravelmente a constatação de que inúmeras informações são coletadas e colocadas em trabalhos técnicos em cima de bases desconexas e critérios não uniformes.

Neste trabalho, a partir da coleta, sistematização e análise de consistência dos dados para elaboração da base urbana, puderam ser verificadas inúmeras falhas (localização, critérios, sobreposição, etc), as quais tiveram que ser resolvidas, inclusive com inspeções e checagens de campo.

A utilização de ferramental informático, em termos de “software” e “hardware”, baseado em sistemas de informação geográfica (SIG), permitiu a visualização e o tratamento adequado das informações que constituíram a base urbana do município (sistema viário, redes de drenagem, ocupação do solo, limites político-administrativos, etc).

8.1.1.2. Elementos da Base Urbana - Riscos de Enchentes e Deslizamentos

A complexidade da Cidade de São Paulo irá requerer que a base urbana para gerenciamento e tratamento das questões relacionadas aos riscos de enchentes e deslizamentos de encostas compreenda no mínimo os seguintes tópicos:

- a) Sistema viário - rede de ruas, avenidas, vielas e outras devidamente nomeadas e com possibilidade de busca e identificação por denominação, CadLog, sub-trecho, numeração, etc. Tal rede deverá também indicar o sentido de tráfego das vias, pontes, estacionamentos, etc.
- b) Elementos topográficos: cadastros de referências de nível (RN) do Instituto Geográfico e Geológico (IGG), curvas de nível de 5 em 5 metros, pontos notáveis, etc.

- c) Equipamentos e pontos principais de apoio: localização das sedes das administrações regionais, postos da Defesa Civil, CET, Corpo de Bombeiros, delegacias e postos das Polícias Civil e Militar, hospitais, postos de saúde, etc.
- d) Rede de drenagem (superficial e canalizada): indicação da rede de drenagem livre e canalizada, esta preferencialmente acompanhada de características hidráulicas (seção, declividade, etc). Tal informação deve estar em consonância com os dados da Secretaria de Vias Públicas e das Administrações Regionais. Neste ponto atualmente residem as maiores discrepâncias entre as informações coletadas.
- e) Uso e ocupação, incluindo áreas municipais e irregulares: definição dos diversos usos e ocupações do solo (residencial, comercial, industrial, etc), localização de áreas municipais e identificação de áreas ocupadas irregularmente (municipais ou particulares). Tais informações podem ser obtidas junto a Secretaria de Finanças, através dos registros de cobrança do IPTU, registros de abertura de loteamentos, e devem ser empregadas com discernimento.
- f) Áreas de riscos de escorregamentos e inundações: para o plano de ações e de emergências, a identificação destas áreas constitui um dos elementos da base urbana de maior relevância.

O processo de compilação e de diagnóstico da base urbana do Município de São Paulo, cujo objetivo é sua compartimentação para fins de gestão de riscos de enchentes, teve início pela elaboração de mapeamentos temáticos. Estes englobam, entre outros, as unidades hidrográficas e suas sub-bacias, a rede de drenagem, as divisões administrativas municipais, o uso e ocupação do solo urbano, o zoneamento municipal, a cartografia geotécnica e geomorfológica, a malha viária principal, as áreas ocupadas por favelas e/ou loteamentos clandestinos e os equipamentos de apoio, tais como: corpo de bombeiros, delegacias de polícia, quartéis, escolas e abrigos que poderão ser acionados em situações de emergência, além do cadastro de áreas ou pontos críticos, verificados ao longo do período das chuvas, compreendendo as comunidades que abrigam.

A metodologia adotada neste trabalho de mapeamento com dados coletados essencialmente de fontes secundárias exigiu uma série de análises de consistência para discernir as informações confiáveis, de qualidade, daquelas que não o são.

Outra questão essencial incorporada como diretriz de trabalho correspondeu à compatibilização de informações coletadas de bases cartográficas diferentes e que mostraram certas discrepâncias que, mesmo discretas, foram aplainadas.

8.1.1.3. ÁREAS DE RISCO DE DESLIZAMENTOS

Um dos trabalhos mais sérios de consistência corresponde ao principal objeto da gestão que são as próprias áreas de risco, requerendo que as informações sejam agrupadas, sistematizadas e comparadas.

A identificação e localização das áreas de risco devem ser realizadas tendo em mente o conceito de diferenciação entre **pontos de risco** e **áreas de risco**, ou ainda, entre **cadastramento** e **zoneamento de risco**. No primeiro caso, têm-se situações pontuais, nas quais são empregadas soluções específicas e localizadas, com um nível de detalhe maior, indicando as situações de risco moradia por moradia, através de um mapa de pontos. As áreas de risco, por sua vez, abrangem setores da encosta com forma e dimensões irregulares, com características geológico-geotécnicas, geomorfológicas e ocupacionais relativamente homogêneas. Estas áreas, delimitadas através de zoneamento de risco e cruzamento de informações, podem envolver várias moradias, contendo ou não em seu espaço pontos de risco de graus diferentes.

A realização do cadastramento baseia-se essencialmente em um reconhecimento de campo, onde um cuidado especial com a definição dos critérios utilizados e com o treinamento das equipes faz-se necessário para permitir a unicidade dos levantamentos. No caso do zoneamento de risco, a identificação e delimitação das áreas apoia-se igualmente em trabalhos de campo, porém atrelados à utilização de dados secundários (histórico de ocupação, pluviometria, sócio-economia, etc) e outros mapeamentos (geologia, geomorfologia, uso e ocupação, declividade, drenagem livre e canalizada, etc) para, através de cruzamentos, estabelecer uma compartimentação.

Na visualização do Município de São Paulo como um todo em relação a ocorrências relacionadas a enchentes / chuvas intensas, ficou demonstrado, num primeiro instante, uma distribuição sistêmica no que se refere a inundações e mais concentrada no que tange a escorregamentos.

Deve ser ressaltado que, apesar de terem sido analisadas as ocorrências registradas nos últimos 06 anos, esse quadro não seria muito alterado no horizonte de 10 anos, apesar de se registrar uma escalada intensa das chamadas ocupações irregulares neste período.

A gestão urbana encontra confusão nos órgãos da PMSP que cuidam da cidade, porque um mesmo fenômeno pode ser atendido por mais de uma secretaria e existem situações onde atuam mais de 06 Secretarias e seus órgãos subordinados. Além disso os órgãos estaduais, responsáveis últimos pelo controle das bacias hidrográficas dos grandes rios, têm uma sistemática própria de condução do problema. Assim é que um ponto considerado como de risco por um órgão pode ser desprezado por outro, porque não se enquadra no programa que o órgão está desenvolvendo no momento (os programas não têm unicidade de ação). Muitos serviços são ativados ou desativados ao longo do tempo, assim como a rede de instrumentação instalada.

As bases de registro de dados estão espalhadas e com delimitações inadequadas. As áreas de SEHAB, por exemplo, não coincidem com áreas de SAR, que por sua vez não respeitam bacias e sub-bacias hidrográficas inteiras. A Secretaria de Finanças (SF) tem um controle próprio dos loteamentos irregulares em áreas públicas e privadas mas não “amarradas” a uma base cartográfica.

O cadastro de áreas críticas foi obrigado a compatibilizar essa multiplicidade de origens pois baseou-se em várias fontes:

- “Sistema de Cadastramento de Áreas Críticas do Município de São Paulo”, elaborado pela EMPLASA - Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo SA, por solicitação da Secretaria de Vias Públicas de PMSP, julho 1990;
- “Análise de Risco em Favelas”, elaborado pela EPT - Engenharia e Pesquisas Tecnológicas SA, por solicitação da Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo, junho 1993;
- “Cadastro de Áreas de Inundação”, elaborado pela CET - Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, período 93/94;
- “Áreas de Risco do Município de São Paulo”, elaborado pela SAR/Courge - Secretaria das Administrações Regionais, Coordenadoria de Urgências Urbanas e Áreas de Risco, 1995;
- “Cadastro de Ocorrências - Relatório de Conferência”; elaborado pela COMDEC - Comissão de Defesa Civil, janeiro 1990 a dezembro 1995;
- “Estudo de Impacto Ambiental do Programa de Microdrenagem II do Município de São Paulo”, elaborado por Terra Planejamento e Projetos, julho 1994.

a) Estudos EMPLASA

O cadastro elaborado pela EMPLASA - Empresa Metropolitana de Planejamento S/A partiu dos estudos realizados pelo I.P.T., os quais consistiram no levantamento, mapeamento e informatização dos dados de cerca de 230 áreas sujeitas à inundação, erosão e deslizamento no município, para o período das chuvas de 89/90.

A EMPLASA, numa primeira fase do trabalho, complementou o levantamento das áreas críticas, juntamente com o apoio de técnicos da Prefeitura. Nesta ocasião, foram identificadas as causas dos problemas, seus efeitos e as medidas a serem tomadas para minimizá-los ou solucioná-los, além de dados de ordem sócio-econômica: pessoal atingido ou desabrigado, locais de abrigo, etc. Foram assim identificadas 470 áreas críticas, em base cartográfica planialtimétrica, na escala 1:25.000. Apesar de desatualizada, é a caracterização mais completa de todos os estudos realizados, apesar de faltar a definição de um critério de criticidade que separasse as categorias dos eventos.

b) Estudos EPT

O estudo elaborado pela EPT registrou as favelas ou loteamentos clandestinos situados em áreas de risco de enchentes e/ou deslizamentos, no período 92/93. Contaram ainda com o levantamento cadastral de cada uma das áreas contendo dados relativos à sua localização, acesso, área estimada, população envolvida, número de moradias, propriedade da área, análise das situações de risco identificadas e soluções propostas de intervenção.

O mapeamento dessas áreas foi elaborado através do MOC - Mapa Oficial da Cidade de São Paulo atualizado até aquela data.

c) Estudos CET - SMT

As informações colhidas basearam-se em um cadastro tabular do ponto de inundação no período chuvoso de 93/94 e 95/96, registradas pela CET - Companhia de Engenharia de Tráfego - Secretaria Municipal de Transportes. O mapeamento desses pontos fez-se possível através da localização por coordenadas geográficas do local de risco.

A Companhia efetua regularmente um cadastro para a Cidade de São Paulo, com todas as ocorrências verificadas, não só em vias de tráfego intenso, como também em vias secundárias, muitas delas utilizadas como alternativas de trânsito em momentos de tráfego intenso ou interrupção de vias expressas de maior movimento, principalmente as marginais.

d) Estudos SAR/Courge

Elaborado para o período 94/95, pela COURGE (Comissão de Atendimento a Urgências Urbanas) da Secretaria de Administrações Regionais (SAR), este acompanhamento consiste na identificação e mapeamento dos dados de áreas de risco existentes no Município de São Paulo, visando a sua constante atualização e análise da distribuição espacial das áreas.

São coletados os dados de ocorrências de áreas de enchentes e/ou deslizamentos, identificados pelas diferentes Administrações Regionais da cidade. Além destes, foram utilizadas outras fontes através de Boletim de Ocorrência da Comissão de Defesa Civil - COMDEC.

Procedeu-se à elaboração de uma listagem por Administração Regional das áreas de risco existentes, contendo endereço da ocorrência, nome e número do cadastro da favela, bairro, distrito, localização da área no MOC, tipo de ocorrência e fonte utilizada.

O mapeamento dessas áreas foi elaborado na escala 1:20.000, segundo a classificação em áreas de inundação, de deslizamento, ou inundação e deslizamento simultâneos.

O número total de ocorrências levantadas nesse estudo foi de 473 pontos, com o predomínio de deslizamentos de terras, representando cerca de 45% do total das ocorrências segundo os critérios adotados.

e) Cadastro de Ocorrências - Relatório de Conferência - COMDEC

O Cadastro de Ocorrências - Relatório de Conferência, elaborado pela COMDEC, registra o tipo de ocorrência, a data do evento, o nome do solicitante e seu endereço, o local da ocorrência indicando se situado em favela, o número de desabrigados, vítimas fatais e feridos e um pequeno histórico do ocorrido. Além destes dados, consta no registro, se o caso foi encerrado ou não, ou seja, se foi dada solução ao problema encontrado.

Para o ano de 1993, por exemplo, houve registro de 28 ocorrências no período janeiro a junho, sendo apenas 7 delas causadas pelas chuvas. Na sua maioria, são casos de corte, poda ou queda de árvore, ou ainda muros e residências com risco de desabamento por construção irregular, com autos de intimação ou interdição decretados, impondo a consolidação ou demolição do imóvel.

O número de ocorrências verificadas pela COMDEC (Comissão de Defesa Civil) para a AR Freguesia do Ó foi de 211, no período janeiro 1993 a dezembro 1995, incluindo desde desabamentos de residências ou desmoronamentos de muros causados por enchentes e alagamentos, até a poda de árvores (realizada pelo Corpo de Bombeiros) e vistorias técnicas regulares em edificações.

f) Estudos de Programa de Microdrenagem II

Os Estudos de Impacto Ambiental do Programa de Microdrenagem II do Município de São Paulo, elaborados pela Terra Planejamento e Projetos, incorporaram um diagnóstico ambiental preliminar das áreas das bacias componentes do Programa (PROCAV II), onde foram apresentadas as características relevantes das bacias, quais sejam: localização, características físicas, informações sócio-econômicas, áreas de interesse para preservação, infra-estrutura urbana e de serviços e principais problemas decorrentes das inundações, através da identificação de pontos críticos, aspectos de saúde e atendimento de emergência.

Quanto aos pontos críticos, verifica-se que este documento apresenta uma listagem das áreas sujeitas a inundações e pontos inundáveis, porém sem mapeamento ou croquis das mesmas, o que dificultou a identificação e o georreferenciamento das áreas e de seus limites.

8.2 Mapeamentos Temáticos

Com a metodologia narrada anteriormente, foram desenvolvidos para a Cidade de São Paulo em trabalho coordenado por este Autor diversos mapas temáticos e mapas interpretativos de suporte à Gestão de Riscos, através da compartimentação, segundo a criticidade da área a escorregamentos e inundações.

Os mapeamentos temáticos tiveram distintos focos em três territórios do município. Em ordem crescente de aprofundamento, os três territórios considerados foram:

- O município de São Paulo;
- O denominado eixo, constituído pelas administrações regionais da Freguesia do Ó, Butantã e Campo Limpo
- A Administração Regional da Freguesia do Ó

O Quadro 8.2.a apresenta a lista de mapeamentos elaborados no trabalho conduzido para a Prefeitura de São Paulo, com sua respectiva numeração adotada pela SVP - PMSP. O conjunto total de mapas está à disposição de interessados no GEPROCARE da Secretaria de Vias Públicas da PMSP. Para integrar esta Tese, foram reproduzidos alguns destes mapas, que nesta Tese correspondem às figuras de numeração 8.2.b a 8.2.n, também referenciada no Quadro 8.2.a. Os itens a seguir tem comentários sobre os mapeamentos temáticos realizados para a PMSP - SVP. Os produtos do mapeamento também serão designados pela numeração da SVP, e referidos às figuras desta Tese.

a) Base Cartográfica

Constituída pelo MOC - Mapa Oficial da Cidade, está inserida no sistema cartográfico, permitindo a localização e/ou inserção de uma informação pelo endereço, caracterizado pelo nome da rua e número ou pela quadra fiscal (desenho nº. 121-SVP-CHE-A1-P021, representado nesta Tese na figura 8.2.c deste Capítulo).

Perfeitamente consistido com o MOC, o sistema de coordenadas também permite o cadastro e o acesso a uma informação através de sua localização por coordenadas UTM ("Universal Transverse Mercator").

Quanto à topografia, foram digitalizadas as curvas de nível de 5 em 5 metros, a partir das bases da EMPLASA (esc. 1:10.000) para as AR's Freguesia Ó (nº. 121-SVP-CHE-A1-P029), Butantã (nº. 121-SVP-CHE-A1-P036) e Campo Limpo (nº. 121-SVP-CHE-A1-P039) e ajustadas ao sistema de coordenadas do MOC.

b) Unidades Hidrográficas

As bacias e sub-bacias hidrográficas foram criteriosamente traçadas nas 82 cartas planialtimétricas do município, na escala 1:10.000, da EMPLASA. Posteriormente foram digitalizadas as sub-bacias no sistema, estando apresentadas nos desenhos do município (nº. 121-SVP-CHE-A1-P013 representado na Figura 8.2.d deste Capítulo) e da AR de Freguesia do Ó (nº. 121-SVP-CHE-A1-P010), da AR Butantã (nº. 121-SVP-CHE-A1-P019) e da AR Campo Limpo (nº. 121-SVP-CHE-A1-P025).

Estas sub-bacias foram completadas e numeradas com afluentes classificados até 5º. nível, onde o rio Tietê é considerado 1º. nível e os seus afluentes diretos como 2º. nível (Pinheiros, Cabuçu de Baixo p. ex.) e assim sucessivamente (vide figura 8.2.a - Diagrama Unifilar da Rede Hidrográfica).

As unidades hidrográficas representam a base física sobre a qual os fenômenos de inundação e instabilidade são deflagrados.

A rede de drenagem está elaborada sob vários aspectos. No tocante ao território do município a rede superficial de drenagem é a cadastrada pelo MOC (desenho nº. 121-SVP-CHE-A1-P024, representado na figura 8.2.f deste Capítulo). Pode-se notar a intensificação do padrão de drenagem em direção ao sul do município. Considerando a importância da rede de drenagem original nos pontos de inundação atuais, nas AR's da Freguesia do Ó, Campo Limpo e Butantã foi feito um cuidadoso trabalho de consistência com o cadastramento dos córregos até o 5º nível, compatibilizando os talvegues indicados no MOC e os realmente existentes atualmente. É interessante notar que no eixo destacado ocorrem 40% das áreas de risco do município cadastradas pela SAR/COURGE nas categorias "inundação" e "inundação com deslizamento". A recorrência com que tais pontos situam-se nas várzeas fluviais não chega a surpreender. Deve ser mencionado que as obras viárias recentes de canalização (após 1990) não foram registradas pela Secretaria de Finanças e introduzidas no MOC.

Este trabalho representa importante contribuição ao Município, que deverá atualizar e sistematizar as sub-bacias até o 5º. nível e monitorar as principais (vazões, qualidade da água, modelo de previsão de chuvas, etc).

Com relação à drenagem canalizada, os projetos de canalização disponíveis, na região central, foram digitalizados e incorporados ao sistema (nº. 121-SVP-CHE-A1-P014), representado na figura 8.2.m deste Capítulo. Constituindo um acervo inestimável para gestão e planejamento, o cadastro da drenagem canalizada em todo o município, ampliado posteriormente com a micro-drenagem, deve ser uma meta na construção da base urbana em SIG.

QUADRO 8.2.a - RELAÇÃO DE MAPAS ELABORADOS

Nº DA FIGURA	TÍTULO	Nº - PMSP / SVP	TERRITÓRIO
8.2.b	Malha Viária Principal	121-SVP-CHE-A1-P032	Município
8.2.c	Base Cartográfica do Município de São Paulo	121-SVP-CHE-A1-P021	Município
8.2.d	Sub-Bacias no Município de São Paulo	121-SVP-CHE-A1-P013	Município
8.2.e	Administrações Regionais	121-SVP-CHE-A1-P026	Município
8.2.f	Rede de Drenagem Superficial	121-SVP-CHE-A1-P024	Município
8.2.g	Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano	121-SVP-CHE-A1-P011	Município
8.2.h	Mapeamento de Favelas do Município de São Paulo	121-SVP-CHE-A1-P022	Município
8.2.i	Áreas de Risco no Município de São Paulo	121-SVP-CHE-A1-P027	Município
8.2.j	Uso e Ocupação no Município de São Paulo	121-SVP-CHE-A1-P030	Município
8.2.k	Aspectos Demográficos com Favelas	121-SVP-CHE-A1-P033	Município
8.2.l	Equipamentos de Apoio	121-SVP-CHE-A1-P031	Município
8.2.m	Malha Viária Principal, Galerias de Águas Pluviais e Pontos de Inundação na Região Central	121-SVP-CHE-A1-P014	Região Central
8.2.n	Mapa da Exclusão Social	121-SVP-CHE-A1-P018	Município

Continua

QUADRO 8.2.a - RELAÇÃO DE MAPAS ELABORADOS (Continuação)

Nº DA FIGURA	TÍTULO	Nº PMSP / SVP	TERRITÓRIO
-	Áreas de Risco nas AR's FO, Campo Limpo e Butantã	121-SVP-CHE-A1-P028	AR - FO, BT, CL
-	Uso e Ocupação nas AR's FO, Campo Limpo e Butantã	121-SVP-CHE-A1-P034	AR - FO, BT, CL
-	Sub-Bacias e Hidrografia da AR-FO	121-SVP-CHE-A1-P010	AR - FO
-	Uso e Ocupação - Área Construída AR-FO	121-SVP-CHE-A1-P016	AR - FO
-	Mapa Geomorfológico na AR-FO	121-SVP-CHE-A1-P029	AR - FO
-	Áreas de Risco - AR-FO	121-SVP-CHE-A1-P015	AR - FO
-	Pontos de Risco - AR-FO	121-SVP-CHE-A1-P040	AR-FO
-	Ocupação Irregular na AR-FO	121-SVP-CHE-A1-P023	AR - FO
-	Favelas - AR-FO	121-SVP-CHE-A1-P020	AR-FO
-	Topografia - AR Butantã	121-SVP-CHE-A1-P036	AR-BT
-	Hidrografia - AR Butantã	121-SVP-CHE-A1-P019	AR-BT
-	Áreas de Risco - AR Butantã	121-SVP-CHE-A1-P042	AR-BT
-	Topografia - AR Campo Limpo	121-SVP-CHE-A1-P039	AR-CL

Continua

QUADRO 8.2.a - RELAÇÃO DE MAPAS ELABORADOS (Continuação)

Nº DA FIGURA	TÍTULO	Nº PMSP / SVP	TERRITÓRIO
-	Hidrografia - AR Campo Limpo	121-SVP-CHE-A1-P025	AR-CL
-	Áreas de Risco - AR Campo Limpo	121-SVP-CHE-A1-P041	AR-CL

AR - Administração Regional
FO - Freguesia do Ó

BT - Butantã
CL - Campo Limpo

c) Unidades Administrativas

Associada às administrações regionais, a gestão das áreas de risco deve ser acompanhada simultaneamente nos territórios das sub-bacias (fenômenos físicos) e das divisões administrativas (gestão institucional). Nos mapeamentos temáticos são apresentadas as AR's com as respectivas sedes (desenho nº. 121-SVP-CHE-A1-P026, representado na figura 8.2.e. deste Capítulo) e toda a rede de equipamentos urbanos, muitos deles de apoio essencial às ações de Defesa Civil (desenho nº. 121-SVP-CHE-A1-P031, representado na figura 8.2.i. deste Capítulo). As AR's tem por fonte o MOC e os equipamentos urbanos, informações fornecidas pela SEMPLA, quando necessário, atualizadas através de telefonemas e consultas.

d) Aspectos geológicos e geotécnicos

A conceituação do Plano de Gestão de Riscos de Enchentes opera com a área urbana compartimentada de acordo com seus riscos potenciais, qualificados numa escala de criticidade. O melhor mapeamento, básico para tal finalidade, é constituído pela cartografia geotécnica que, entre outros, estabelece a aptidão à ocupação dos relevos e solos que recobrem sua área.

FIGURA 8.2.a - DIAGRAMA UNIFILAR DA REDE HIDROGRÁFICA

Fig. 8.2.a - "Diagrama Unifilar da Rede Hidrográfica

É fácil compreender que ao se ocupar, por exemplo, uma área de altas declividades, classificada como inapta ou de aptidão restrita, devido à sua dinâmica superficial, cria-se *incontinenti* uma potencial área de risco. Se, para agravar, a ocupação se exercer sem a adoção de medidas técnicas adequadas de estabilização e proteção, a probabilidade de aí ser criada uma área de risco se torna bastante elevada. Analogamente, a ocupação das várzeas e planícies fluviais quaternárias está sujeita a inundações.

Entretanto, a elaboração da carta geotécnica do Município de São Paulo encontra-se em estágio incipiente. Existe um mapeamento parcial de aptidão à ocupação, desenvolvido pelo IPT, que recobre apenas as bordas do Município, principalmente as áreas ainda não ocupadas. Complementando o quadro geotécnico para uma compartimentação perante os riscos, foram coletadas as informações disponíveis, restritas ao mapeamento geológico, (desenho nº 121-SVP-CHE-A1-P011, representada na figura 8.2.g. deste Capítulo).

Aliando a experiência de engenharia que se tem com os solos típicos de São Paulo ao mapeamento geológico, foram propostas diretrizes preliminares de aptidão à ocupação, de modo a completar o mapeamento. Ressalta-se, entretanto, a temeridade de utilizar tais informações no sistema de informações gerreferenciadas sem sua aferição e trabalhos de campo. Sua função é mais metodológica que aplicativa. É clara a necessidade de elaboração do mapeamento geotécnico no Município que, com a enorme quantidade de informações disponíveis pelas inúmeras obras urbanas já executadas, maior será o trabalho de compilação, sistematização e consistência, do que a necessidade de fazer levantamentos de campo.

Foi também elaborado um mapeamento geomorfológico. Com relevo diferenciado desde planícies fluviais a morrotes e montanhas, é notável o excelente papel a que a geomorfologia pode se prestar enquanto a base inicial para compartimentação. O mapeamento geomorfológico da AR Freguesia do Ó foi elaborado com base em fotos aéreas na escala 1:25.000, cartas planialtimétricas de detalhe e em trabalhos e inspeções de campo, tendo sido ampliado para escala 1:20.000 para possibilitar o seu relacionamento e cruzamento com outros temas.

e) Malha Viária Principal

Baseado na experiência adquirida na operação do sistema viário da cidade de São Paulo, a Companhia de Engenharia de Trânsito - CET, juntamente com a participação de outros órgãos, desenvolveu um "Plano Viário de Operação" do trânsito, nos dias de alagamentos de ruas e transbordamento dos rios Tietê e Tamanduateí.

O plano está montado de forma que atenda às várias situações que se apresentam, de acordo com a intensidade das chuvas, horário de transbordamento, volume de veículos, condições das galerias de águas pluviais, novas ruas obstruídas, etc.

O desenho n°. 121-SVP-CHE-A1-P032, representado na figura 8.2.b. deste Capítulo, mostra a malha viária principal e no n°. 121-SVP-CHE-A1-P014, representado na figura 8.2.m. deste Capítulo, são vistos os pontos de inundação cadastrados pela CET no período chuvoso de 93/94 e 95/96 na região central da cidade.

A importância da articulação entre a Defesa Civil e a CET é evidente. Muitos dos pontos de inundação, objetos de gestão da CET, são associados a áreas de risco de inundação, pois tanto a via (como as marginais) como os assentamentos à sua margem, estão na mesma planície fluvial. Portanto, a troca de informações e o compartilhamento dos recursos alocados só podem otimizar as ações de gestão para ambas as organizações, tanto visando os trabalhos de atendimento emergencial como o preventivo.

f) Uso do Solo

A compartimentação visando a gestão de riscos depende das suscetibilidades do meio físico e da forma de ocupação, envolvendo os cuidados de engenharia para assegurar sua integridade e evitar a deflagração ou aceleração dos processos de instabilização e de degradação. Uma forma indireta de avaliação pode ser preliminarmente, adotada através do uso e padrão de ocupação dado pelo Cadastro TPCL (Territorial, Predial, Conservação e Limpeza da Secretaria de Finanças). Pode-se esperar uma certa correlação entre o padrão de ocupação e a tecnologia empregada em sua construção que pode ser mais um indício na elaboração dos compartimentos de risco diferenciado. É claro que este trabalho preliminar de gabinete deve ter o subsídio de inspeções diretas de campo que irão confirmar ou não a previsão nos diversos compartimentos. Outras fontes como mapeamento de favelas e assentamentos irregulares, entre outros, oferecem um subsídio complementar, no âmbito da mesma abordagem.

O quadro do uso do solo municipal é apresentado sob vários aspectos. Para o município todo é feita a caracterização com base no cadastro TPCL, 1995, da Secretaria de Finanças, em que a predominância do tipo de área construída é representada em cada quadra. Como a fonte de mapeamento é para fins de cobrança do IPTU, as áreas sobre as que não incide este imposto não estão incluídas.

A legenda, como pode ser visto no desenho n°. 121-SVP-CHE-A1-P030, representado na figura 8.2.j. deste Capítulo, enfoca o tipo de uso: comercial, residencial, industrial, etc., e no caso de ocupação residencial, a qualidade da construção: alto, médio ou baixo padrão, além da informação de se a construção é horizontal ou vertical.

FIGURA 8.2.b. - MALHA VIÁRIA PRINCIPAL

NDA

- Divisa AR
- Rios Principais
- Hidrografia
- Represas e Lagos
- Áreas Municipais

REFERÊNCIAS

EMPLASA - Levantamento Aerofotogramétrico 1980/1981
Atualização até dezembro/1993
ESC. 1:10.000
MOC - Mapa Oficial da Cidade de São Paulo 1998
Atualização até 1994
ESC. 1:7.500

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

TESE DE DOUTORAMENTO - 1998
LUIZ ALBERTO MAKITAS MEICHES

FIGURA 8.2.b - MALHA VIÁRIA PRINCIPAL

ESCALA	Fonte: ENGEORPS - MKR	DATA	REVISÃO
1: 100 000	Mapa Nº 121-SVP-CHE-A1-P032	02/05/98	B

A melhor correlação que tal mapeamento traz, na caracterização das áreas de risco, objeto do plano de gestão, está mais associada à categoria “residencial horizontal de baixo padrão” e os “terrenos não construídos”, onde freqüentemente têm ocorrido invasões e ocupações irregulares.

A ocupação horizontal com baixo padrão de construção é representada no desenho citado pela cor azul escuro e salta à vista a predominância desta cor junto aos limites municipais, principalmente nas zonas sul e leste. O mesmo mapeamento é reproduzido em maior detalhe na AR da Freguesia do Ó, área objeto de aprofundamento e aplicação inicial do Plano (desenho nº. 121-SVP-CHE-A1-P016) e na região do eixo (desenho nº. 121-SVP-CHE-A1-P034).

O mapeamento das favelas também tem grande interesse, visto a grande freqüência com que as áreas de risco aí se localizam. A localização das favelas no município é mostrada no desenho nº 121-SVP-CHE-A1-P022, representado na figura 8.2.h deste Capítulo, datada de 1987, fonte SEHAB, último levantamento extensivo efetuado sobre o tema. Estudos realizados posteriormente, tiveram por objeto estimar a evolução demográfica das favelas - FIPE, 1993, e a caracterização de áreas de risco em favelas e fora delas. As favelas na AR Freguesia do Ó estão apresentadas no desenho nº. 121-SVP-CHE-A1-P020. Este é um tema que merece uma atenção maior futura pois falta uma sistemática mais adequada de compatibilizar essas áreas de favelas (de acordo com determinados padrões) e áreas de risco. (p.ex. moradias em alvenaria em ruas asfaltadas construída em terrenos estáveis, não podem ser consideradas áreas de riscos apenas por serem favelas em regiões com alta declividade). É quando a inspeção de campo se torna essencial.

As regiões de ocupações irregulares em áreas públicas e privadas também foram mapeadas. O RESOLO/SEHAB mantém um cadastro das ocupações irregulares em áreas privadas, mostradas para a AR Freguesia do Ó no desenho nº 121-SVP-CHE-A1-P023.

g) Áreas de Risco

Finalmente, foram cadastradas e georreferenciadas as áreas de risco propriamente ditas, coletadas de diversas fontes, conforme o Quadro 8.2.b.

QUADRO 8.2.b - FONTES DE CADASTRO DAS ÁREAS CRÍTICAS

FONTE	ANO	TIPO DE INFORMAÇÃO	TERRITÓRIO ANALISADO NO PRESENTE ESTUDO
SAR - COURGE	1994 / 1995	Áreas de risco mapeadas pelas AR's, representadas em cartas (papel) na escala 1:20.000	Município
EPT	1993	Ficha técnica descritiva de áreas de risco em favelas e indicação esquemática de localização	O eixo formado pelas AR's FO,CL e BT
CET	1993 / 1994 1995 / 1996	Ponto de inundação na malha viária urbana	Município e GET-2
EMPLASA	1990	Ficha técnica descritiva e diagnóstico / soluções, aspectos físicos e sociais e localização dos pontos (sem área) nas cartas 1:25.000 da EEMPLASA	AR FÓ, AR CL e AR BT
COMDEC	1990 / 1995	Ocorrências registradas com atendimento	AR FÓ

Os desenhos n°. 121-SVP-CHE-A1-P027 (representado nesta Tese na figura 8.2.i.), P028, P015, P042, P041 e P040, desenvolvidos para a municipalidade e constantes no Quadro 8.2.a anterior, ilustram os pontos críticos cadastrados no município e nas administrações regionais da Freguesia do Ó, Campo Limpo e Butantã.

A comparação da localização das áreas de risco e os compartimentos delimitados com critérios destacados deve permitir uma análise de alta qualidade.

Tanto as áreas de risco podem completar os limites dos compartimentos, como podem sugerir trabalhos de prevenção em áreas que têm potencial para vir a se tornarem de risco. Enfim, este mapeamento interpretativo constitui um excelente instrumental para a gestão de riscos.

h) Aspectos Sócio-Demográficos

Completando o quadro social que se sobrepõe às áreas de risco e compartimentação, foram reproduzidos os mapas de exclusão social (nº. 121-SVP-CHE-A1-P018 representado na figura 8.2.n deste Capítulo) e de demografia e população das favelas (nº. 121-SVP-CHE-A1-P033, representado na figura 8.2.k deste Capítulo) na área da AR-FÓ.

Como apreciação final, é importante ressaltar que todo esse trabalho precisa ser avaliado, após posto em prática nas áreas de aplicação, e feitos os ajustes necessários. Reorientado às especificidades das áreas das administrações regionais, paulatinamente deverá ir sendo ampliado para todo o município.

FIGURA 8.2.c. - BASE CARTOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

FIGURA 8.2.d. - SUB-BACIAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

- LEGENDA**
- Limites Municipais
 - Municípios Confrontantes
 - Divis AR
 - Coleiras de Águas Pluviais (Q₁ 1,20m)
 - Limite das Sub-bacias
 - Rios Principais
 - Hidrografia
 - Parques Estaduais e Municipais
 - Represas e Lagos
 - Áreas Municipais

REFERÊNCIAS

PMSP- Proj 4

EMPLASA - Levantamento Aerofotogramétrico 1980/1981
Atualização até dezembro/1993
ESC. 1:10.000

MOC - Mapa Oficial da Cidade de São Paulo 1998
Atualização até 1994
ESC. 1:17.500

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

TESE DE DOUTORAMENTO - 1998
LUIZ ALBERTO MAKITAS MEICHES

FIGURA 8.2.d - SUB-BACIAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

ESCALA	Fonte: ENGEPCORPS - MKR	DATA	REVISÃO
1: 100 000	Mapa Nº 121-SVP-CHE-A1-P013	02/05/98	C

FIGURA 8.2.e.- ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS

FIGURA 8.2.f. - REDE DE DRENAGEM SUPERFICIAL

FIGURA 8.2.g. - CARTA DE APTIDÃO FÍSICA AO ASSENTAMENTO URBANO

LEGENDA			
APTIDÃO FÍSICA	UNIDADES HOMOGÊNEAS	LITOLÓGICA	CARACTERIZAÇÃO GERAL
ÁREAS COM RESTRIÇÕES LOCAIS	1	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS
	2	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS
ÁREAS COM RESTRIÇÕES GERAIS	3	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS
	4	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS
ÁREAS COM RESTRIÇÕES GERAIS	5	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS
	6	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS
ÁREAS COM RESTRIÇÕES GERAIS	7	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS
	8	COQUELHO	TOPOGRAFIA SUAVE, SOLO EXCELENTE PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E ANIMAIS

FONTE:
 IPT/EMPLASA - ESCALA ORIGINAL 1:50.000 - BASE IBGE
 FOLHAS: SÃO PAULO - SF.23-Y-C-VI-2
 SANTANA DE PARNABA - SF.23-Y-C-III-3
 GUARULHOS - SF.23-Y-C-III-4
 MAJÁ - SF.23-Y-D-IV-1
 OSASCO - SF.23-Y-C-VI-1
 EMBU-GUAÇU - SF.23-Y-C-VI-3
 ITAQUAQUECETUBA - SF.23-Y-D-I-3
 RIACHO GRANDE - SF.23-Y-C-VI-4

1:100.000 0 1 2 3 4 6 8Km
 ESCALA GRÁFICA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

TESE DE DOUTORAMENTO - 1998
 LUIZ ALBERTO MARTAS MEICHES

FIGURA 8.2g - CARTA DE APTIDÃO FÍSICA AO
 ASSENTAMENTO URBANO

ESCALA	Fonte: ENGEACORP - MKR	DATA	REVISÃO
1:100.000	Mapa N° 121-SVP-CHE-A1-P011	02/05/98	0/8

FIGURA 8.2.h. - MAPEAMENTO DE FAVELAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

FIGURA 8.2.i. - ÁREAS DE RISCO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

FIGURA 8.2.j. - USO E OCUPAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

LEGENDA

- Rios Principais
- Represes e Lagos
- Áreas Municipais

Uso e Padrão de Ocupação Critério Área Construída (Fonte TPCL - 1995)

- Armazéns e depósitos
- Comércio e serviço horizontal
- Comércio e serviço vertical
- Escolas
- Garagens e/ou edifícios garagens
- Indústria
- Outros
- Residência de alto padrão
- Residência de baixo padrão
- Residência de médio padrão
- Edifício de alto padrão
- Edifício de baixo padrão
- Edifício de médio padrão
- Terrenos não construídos
- Uso Coletivo (clube, cinema etc)
- Uso especial (hotel, hospital etc)

REFERÊNCIAS

TPCL - 1995
ENFLACA - Levantamento Aerofotogramétrico 1989/1991
Atualização até dezembro/1993
ESC 1:10 000
MOC - Mapa Oficial da Cidade de São Paulo 1998
Atualização até 1996
ESC 1:7 500

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

TESE DE DOUTORAMENTO - 1998
LUIZ ALBERTO MAKITAS MEICHES

FIGURA 8.2.j - USO E OCUPAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

ESCALA	Fonte: ENGEORPS - MKR	DATA	REVISÃO
1:100 000	Mapa Nº 121-SVP-CHE-A1-P030	02/05/98	A

FIGURA 8.2.k. - ASPECTOS DEMOGRÁFICOS COM FAVELAS

FIGURA 8.2.I. - EQUIPAMENTOS DE APOIO

LEGENDA

- ÁREAS MUNICIPAIS
- RIOS E CÓRREGOS
- GET - CET
- ★ SECRETARIAS E EMPRESAS ESTATAIS
- ▲ LOCAIS DE ABRIGO
- GRUPAMENTOS DE INCÊNDIO E DE BUSCA E SALVAMENTO - BOMBEIROS
- DP e CORPO DE BOMBEIROS
- ◆ HOSPITAIS

FONTE

SEMPLA (94)

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

TESE DE DOUTORAMENTO - 1998
LUIZ ALBERTO MAKITAS MEICHES

FIGURA 8.2.1 - EQUIPAMENTOS DE APOIO

ESCALA 1:100.000	Fonte: ENGEORPS - MKR Mapa Nº 121-SVP-CHE-A1-P031	DATA 02/05/98	REVISÃO A
---------------------	--	------------------	--------------

FIGURA 8.2.m. - MALHA VIÁRIA PRINCIPAL, GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS E PONTOS DE INUNDAÇÃO NA REGIÃO CENTRAL

LEGENDA

- Limites Municipais
- Municípios Confrontantes
- Divisa AR
- Limites das Sub-bacias
- Galerias de Águas Pluviais ($\geq 1,20m$)
- Rios Principais
- Pontos de Inundação/CET
- Hidrografia
- Parques Estaduais e Municipais
- Represas e Lagos
- Áreas Municipais

NOTAS

1. A rede de drenagem canalizada encontra-se em constante atualização com base nos projetos executados e fornecidos pela PMSP.

REFERÊNCIA

SVP/GEPROCAV

CET 1993/1994

EMPLASA - Levantamento Aerofotogramétrico
ESC.: 1:10 000

MOC - Mapa Oficial da Cidade de São Paulo
ESC.: 1:7 500

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

TESE DE DOUTORAMENTO - 1998
LUIZ ALBERTO MAKTAS MEICHES

**FIGURA 8.2.m - MALHA VIÁRIA PRINCIPAL, GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS
E PONTOS DE INUNDAÇÃO NA REGIÃO CENTRAL**

ESCALA	Fonte: ENGECORPS - MKR	DATA	REVISÃO
1:50 000	Mapa Nº 121-SVP-CHE-A1-P014	02/05/98	C

FIGURA 8.2.n. - MAPA DE EXCLUSÃO SOCIAL

CAPÍTULO 9

9. CONTROLE E PREVISÃO DO EVENTO DEFLAGRADOR

Os eventos deflagradores de situações perigosas, seu controle e previsão, são parâmetros essenciais a serem estudados e monitorados. Para tal, as tecnologias, equipamentos e recursos materiais e humanos também são os elementos básicos a serem integrados nesta etapa para o gerenciamento de riscos ambientais.

Para a concepção de Programas de Gestão de Riscos é primordial que se tenha conhecimento da probabilidade dos eventos indesejáveis se materializarem trazendo conseqüências danosas ao ser humano e ao meio ambiente em geral. Para se integrar sistemas visando a gestão de riscos em uma região, é necessário se identificar os riscos potenciais que ameaçam aquela área, que necessitam ser prevenidos ou, pelo menos, se estar preparado para enfrentá-los, sabendo-se com antecedência quando os potenciais eventos deflagradores devem acontecer.

Esta tarefa pode ser muito difícil. Suponha-se que o cenário objeto seja complexo e de alto risco, por exemplo, uma usina nuclear de geração de energia elétrica. Esta frase merece explicações. A usina é um sistema complexo pois as atividades e os processos que lá são conduzidos envolvem tecnologias e equipamentos sofisticados. É de alto risco, pois apesar de serem raros ou de baixa probabilidade os grandes acidentes em usinas nucleares, quando acontecem, vide Chernobyl, as conseqüências são imensamente danosas ou catastróficas, matematicamente elevando exponencialmente a magnitude do resultado da função risco (é a probabilidade de um perigo se materializar causando danos. O risco é função da probabilidade de ocorrência de um evento indesejável e dos danos resultantes desse evento). Retornando ao evento deflagrador de situações anormais e emergenciais na usina, estudos de análise de riscos devem ser conduzidos para a identificação de problemas herdados das fases de construção e implantação, desvios operacionais e modos de falhas de equipamentos e processos. Neste caso, mesmo um equipamento com baixíssima taxa de falha e desgaste deve ser monitorado com cuidado em suas condições especificadas de fabricação e operação, pois sua inadequação pode resultar em grande perigo.

Mesmo em casos não tão complexos como o do exemplo acima, a tarefa de supervisão e controle do evento deflagrador continua sendo árdua, requerendo tecnologia apropriada, dedicação contínua e sistemática e capacitação de recursos humanos. A integração de agências governamentais que tenham em seu objetivo social a realização de certas funções especializadas com pessoal treinado é fundamental para certos Programas de Gestão de Riscos, como é o caso de enchentes e deslizamentos de terra.

Além disso, outro aspecto fundamental é a transferência de informações e a não duplicação de atribuições, responsabilidades e de estruturas operacionais.

São muitas as equipes envolvidas na operação de Programas de Gestão de Riscos. Em situações em que o cenário é extenso abrangendo diversas especializações e

grandes extensões territoriais, como é caso da Cidade de São Paulo no assunto enchentes, estas equipes poderão nem se conhecer, mas devem estar cientes e capacitadas a realizarem as tarefas que lhe são atribuídas e coordenadas e integradas temporal e espacialmente para que suas atividades atinjam o objetivo almejado. Por vezes, estas equipes pertencem a diferentes órgãos, especialistas em suas áreas temáticas, acostumadas com o jargão próprio de suas atividades. A forma de se comunicar destas equipes especialistas, por exemplo meteorologistas, talvez seja completamente incompreensível para outras pessoas alheias a este assunto. Porém, as atividades destas pessoas no Programa podem depender ou ser usuárias destas informações específicas, que devem lhes chegar em linguagem e formato compatíveis para poderem ser compreendidas e aproveitadas. Assim, grupos de profissionais especialistas devem ser integrados ao Programa, sendo que os produtos de interesse por eles desenvolvidos devem ser transmitidos em tempo e forma adequados, algumas vezes trabalhados, aos usuários que devem estar capacitados a receber, processar e utilizar estas informações, alimentar bancos de dados e sistemas de apoio à decisão, e dar início às ações necessárias e compatíveis para a gestão de riscos.

Para clareza do exposto, os próximos itens discorrem sobre os riscos de enchentes e deslizamentos no cenário Cidade de São Paulo.

9.1. Dados Pluviométricos e Fluviométricos

O sistema de registro de dados pluviométricos e fluviométricos na Cidade de São Paulo é composto por um conjunto de estações operadas por diversos órgãos da administração pública, principalmente pelo DAEE, pela ELETROPAULO, pela SABESP, pelo INEMET, pela RFFSA e pela Secretaria da Agricultura (SA).

Em função do período de operação e da representatividade estatística das séries históricas, no já citado trabalho realizado para a Municipalidade de São Paulo coordenado por este Autor, foram consideradas as estações com no mínimo 20 anos de observações pluviométricas e 10 anos de observações fluviométricas.

O processamento dos dados hidrometeorológicos registrados varia de instituição para instituição. No caso das mantenedoras das maiores redes (DAEE e ELETROPAULO), o processamento dos dados é efetuado através de bancos de dados especializados que realizam testes de consistência e preenchimento de falhas. As informações dos bancos de dados do DAEE estão disponíveis aos usuários em geral em todo o Estado de São Paulo.

9.1.1. Dados Pluviométricos - Rede Básica

Na bacia do Alto Tietê, a montante da barragem Edgard de Souza, existem mais de 200 postos pluviométricos, que proporcionam uma cobertura de boa densidade. A maior parte, cerca de dois terços, cobre a região da bacia hidrográfica que contribui ao trecho entre as barragens da Penha e Edgard de Souza.

A entrada em operação das redes de telemetria hidrológica do DAEE e da ELETROPAULO ensejou o enriquecimento da base de dados, notadamente de eventos críticos.

Mais recentemente, em 1987, com a instalação do Radar Meteorológico de Ponte Nova pelo DAEE, passou-se a contar com vasta base de dados em tempo real, de grande utilidade para a previsão hidrometeorológica de eventos máximos.

9.1.2. Dados Fluviométricos - Rede Básica

Na bacia a montante de Edgard de Sousa já foram instalados mais de 150 postos fluviométricos. Entretanto, muitas dessas estações foram sendo instaladas e desativadas em um espaço de tempo de poucos anos. Grande parte destas desativações de postos fluviométricos está vinculada à crescente urbanização, que conduz a retificações e outras obras para escoamento mais rápido nos cursos d'água (caso do rio Tietê e vários dos seus afluentes). Estas alterações artificiais somadas àquelas provocadas por assoreamento dificultam o estabelecimento de curvas-chave, obrigando à extinção de vários postos e conservando aqueles necessários ao controle apenas dos níveis d'água.

9.1.3. Dados Pluviométricos e Fluviométricos - Redes Telemétricas e Redes Piloto de Projetos Especiais

No final da década de 1970 e início da década de 1980, o DAEE e a ELETROPAULO, preocupados com a evolução das cheias em bacias em fase de urbanização, desenvolveram vários projetos visando dotar a bacia do Alto Tietê de meios para prever cheias em tempo real.

O episódio crítico de 1976, que colocou em risco a barragem de Guarapiranga, deixou evidente a necessidade de modernização dos sistemas de monitoramento e previsão hidrológica.

Em 1977 entrou em operação a rede telemétrica de hidrologia do DAEE, mediante convênio com o Centro Tecnológico de Hidráulica da Escola Politécnica e a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia da mesma Escola.

Foram desenvolvidos equipamentos de telemedição de chuvas e de níveis d'água, associados a modelagem matemática de previsão com n horas de antecedência, que operaram inicialmente em diversos pontos do rio Tietê e na bacia do rio Tamanduateí. Ao longo do tempo, essa rede acabou se expandindo para a Serra do Mar, em Cubatão, e para a bacia do rio Ribeira de Iguape

Entre 1981 e 1984, o CTH operou uma rede especial em rios urbanos, preocupado com a avaliação dos eventos críticos, tanto do ponto de vista de vazões máximas como também quanto à produção de sedimentos. Estes postos foram operados por uma equipe de engenheiros e hidrometristas especializada, e foi responsável pela

observação de importante conjunto de eventos de cheias em rios urbanos na cidade de São Paulo. Foi possível, através desse conjunto de registros, efetuar análises no sentido de avaliar quantitativamente os efeitos da intensa urbanização das décadas de 70/80 no processo de geração de vazões máximas e de sedimentos.

9.1.4 Análise de Dados Fluviométricos e da Evolução dos Picos de Cheias em Áreas Densamente Urbanizadas na Cidade de São Paulo

O escoamento durante as enchentes em bacias urbanas é rápido, além de possuir um grande volume superficial. A macro-drenagem urbana recebe grandes contribuições de volume, em tempo reduzido. Considerando que a tendência natural da ocupação urbana é no sentido de jusante para montante, com o crescimento das cidades, as calhas dos rios que compõem a drenagem principal chegam ao seu limite, provocando inundações com grande frequência e cada vez atingindo cotas mais elevadas.

A macro-drenagem da área urbana da cidade de São Paulo é constituída pelos rios Tietê, Tamandateí e Pinheiros. A evolução crescente dos picos de cheias das bacias contribuintes desses rios e a canalização ao longo do rio Tietê, que tem uma capacidade de escoamento limitada em várias seções, tem aumentado a frequência das enchentes.

Para analisar o efeito da urbanização nos picos de cheia na cidade de São Paulo, selecionou-se uma base de dados representativa, resultante de uma campanha de levantamentos desenvolvida exatamente com essa finalidade a partir de 1980. Conforme é sabido, na década de 1980 registrou-se a maior expansão urbana em toda a Região Metropolitana, com reflexos importantes na magnitude e frequência de observação de inundações em rios urbanos. Nesta campanha, foram selecionados oito postos fluviométricos que operaram continuamente entre 1980 e 1984, voltados exclusivamente ao registro de episódios de cheias em bacias densamente urbanizadas. Pode ser verificado que nos eventos mais críticos relacionados foram observados coeficientes de escoamento superficial que atingiram a marca de 0,80, valor considerando limite para bacias urbanas e raras vezes observado na natureza.

A Prefeitura do Município de São Paulo, igualmente preocupada à época com o vertiginoso crescimento do número de pontos inundados no município, procedeu também a levantamentos onde se indica por bacia o número de pontos inundáveis, que totalizaram cerca de 420 no município.

Mesmo com a diminuição do crescimento demográfico ocorrido a partir de 1990, observou-se crescimento, em menor escala, dos pontos, e tendência de saturação das áreas impermeabilizadas e inundáveis. Levantamentos efetuados pela Prefeitura de São Paulo na cheia de 1991 indicaram cerca de 470 pontos de inundação, o que representa um forte ponto indicativo ter se dado nos anos 70/80 o maior gradiente de expansão urbana.

9.2. Previsão de Eventos

O Sistema de Alerta a Inundações da Cidade de São Paulo é um sistema altamente sofisticado, de grande alcance e com um potencial de serviço expressivo no aviso a inundações. Como todo sistema sofisticado, depende de investimentos elevados para a operação, manutenção e aprimoramento permanente dos seus vários componentes de “hardware” e de “software”. No momento estão em andamento diversos investimentos que deverão melhorar o desempenho geral do Sistema.

No que tange aos modelos de previsão utilizados, a experiência acumulada mostra haver necessidade de aprimoramentos, tanto na previsão pluviométrica (Modelo “SHARP”) como no algoritmo de previsão de estados hidrológicos (Modelo “MEH”).

O modelo SHARP é fundamentado em aspectos puramente cinemáticos para a projeção do deslocamento dos sistemas precipitantes. Ele não possui elementos físicos para considerar a extinção ou a intensificação desses sistemas ao longo de suas trajetórias. No momento, não se visualiza meio de superar essa deficiência metodológica. Entretanto, está em desenvolvimento uma nova versão do modelo que deverá contornar algumas limitações do modelo atual. Nessa nova versão, a projeção dos deslocamentos deverá ser realizada a partir do radar de Ponte Nova por sub-setores do CAPPI (“Constant Altitude Plan Position Indication”) e não através de um único vetor integrado para toda a área do CAPPI. Também deverão ser efetuadas previsões com a mesma frequência da varredura do radar e para todas as quadrículas do CAPPI. Observa-se que na versão atual o programa somente é reprocessado a cada 30 minutos, realizando previsões para apenas 8 quadrículas pré-selecionadas na área do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo. A nova versão possibilitará a previsão para todas quadrículas do radar e, desse modo, ter-se-ão CAPPI’s previstos de 5 em 5 minutos, até 3 horas a frente, reprocessados a cada 30 minutos.

Quanto ao modelo de previsão de estados hidrológicos MEH, existem ressalvas ao nível e à forma de discretização espacial utilizada, ao modo de apresentação dos resultados e, de resto, à própria estrutura demasiadamente empírica do algoritmo básico adotado.

Não obstante terem sido realizados estudos mostrando resultados satisfatórios do Modelo, ou seja, mostrando que a cada previsão de mudança de estado numa dada região sucedia-se geralmente a efetiva alteração da situação de alagamento em pelo menos um ponto da região, verificou-se, na prática, pouco proveito para a ação imediata dos órgãos envolvidos face à extensão e à conformação das regiões adotadas na discretização espacial.

9.2.1. Modelo de Previsão de Estados Hidrológicos

Nas regiões com drenagem insuficiente, é possível a previsão de inundação a partir da análise dos dados históricos de inundação e do conhecimento das chuvas intensas na área. Para rios existe uma gama muito grande de modelos para previsão de vazão em tempo real.

No caso dos problemas locais de inundação, a técnica proposta de previsão é a do modelo de estados hidrológicos (MEH). Devem ser utilizados os modelos de meso/macro drenagem.

O modelo de previsão de estados hidrológicos tem uma estrutura muito simples, é um modelo de decisão. A situação hidrológica de uma região depende exclusivamente da chuva observada e da chuva prevista. Através de uma regra de decisão , o modelo estabelece o estado hidrológico futuro de uma região, em função da precipitação. Essa regra é determinada empiricamente através de observações passadas. Atualmente, o maior problema nesse tipo de análise é a falta de observações consistentes.

Uma primeira tentativa de elaboração de um modelo desse tipo foi feita pelo CTH-DAEE para a Prefeitura de São Paulo. O chamado Modelo MEH, que se baseia exclusivamente em dados pluviométricos observados e previstos para caracterizar a situação próxima futura em 16 regiões de interesse previamente estabelecidas em São Paulo. O Quadro 9.2.1.a apresenta cada uma dessas regiões, sendo que os critérios para sua definição pautaram-se na conformação das principais bacias hidrográficas, nos locais usuais de inundação e na própria circunscrição das diferentes Administrações Regionais.

QUADRO 9.2.1.a - REGIÕES DO MODELO MEH- CTH

Norte	Cabuçu de Baixo	Perus Pirituba/Jaraguá
Norte-Montante	Tremembé Tietê (Margem Direita)	Freguesia do Ó /Santana Vila Maria / Vila Guilherme
Oeste	Jaguaré Pirajussara	Butantã
Oeste-Montante	Morro do "S" Pinheiros (Margem Esquerda)	Campo Limpo
Socorro	Billings Guarapiranga	Capela do Socorro
Sul	Cordeiro Água Espraiada	Pinheiros Vila Mariana
Sul-Montante	Pinheiros (Margem Direita)	Santo Amaro
Centro	Tietê (Margem Esquerda)	Sé Lapa
Tamanduateí		Ipiranga Vila Prudente

continua

QUADRO 9.2.1.a - REGIÕES DO MODELO MEH- CTH (continuação)

Região de Referência	Sub-região	Região
Tamanduateí-Montante	Tamanduateí	Santo André, São Bernardo São Caetano
Aricanduva	Aricanduva	Penha Moóca São Mateus
Leste	Itaquera	Itaquera
Leste-Montante	Jacu	São Miguel Paulista
Tietê-Bandeiras	Tietê (Ponte das Bandeiras)	
Tietê-Limão	Tietê (Ponte do Limão)	
Tietê-Pinheiros	Confluência Tietê-Pinheiros	

Para o cômputo das alturas pluviométricas ocorridas em cada região são integrados no tempo e no espaço os CAPPI's do Radar Meteorológico de São Paulo, sendo o tempo de acumulação ideal um dos parâmetros do modelo. Para a estimativa das alturas pluviométricas futuras são utilizados os resultados do Modelo SHARP, associando cada região a uma das 16 quadrículas de previsão disponíveis.

O modelo considera quatro horizontes de previsão, atribuindo um prognóstico a cada um, não interdependente para o estado hidrológico da região. O primeiro horizonte corresponde ao intervalo de 30 min à frente da previsão, enquanto, o segundo, o terceiro e o quarto horizontes correspondem aos intervalos de 1, 2 e 3 horas à frente, respectivamente. Os estados hidrológicos possíveis em cada horizonte são definidos no Quadro 9.2.1.b.

É considerado ainda um quarto estado, o de EMERGÊNCIA, reservado para as situações em que informações de campo confirmam a existência de inundações na região.

QUADRO 9.2.1.b - DESCRIÇÃO DOS ESTADOS HIDROLÓGICOS

Estado	Descrição
OBSERVAÇÃO	Estado permanente de operação do sistema. A precipitação acumulada e a prevista não indicam a possibilidade de inundações.
ATENÇÃO	Valores de precipitação acumulada e prevista indicam alguma possibilidade de ocorrência de inundações.
ALERTA	Valores de precipitação acumulada e prevista indicam grande possibilidade de inundações em pontos críticos.

O processo de calibração dos parâmetros do modelo foi desenvolvido paulatinamente, por tentativa e erro, com base nos dados de chuvas observadas e previstas pelo radar e também no registro das respectivas inundações constatadas em cada região. O Quadro 9.2.1.c apresenta os tempos de acumulação adotados para as 16 regiões, bem como os limites de precipitação adotados para caracterizar, por essa condição, as mudanças de estado hidrológico.

QUADRO 9.2.1.c - PARÂMETROS DO MODELO MEH

REGIÃO DE PREVISÃO	TEMPO DE ACUMULAÇÃO (horas)	LIMITES DE MUDANÇA DE ESTADO (mm)	
		DE OBSERV. PARA ATENÇÃO (A ₁)	DE ATENÇÃO PARA ALERTA (A ₂)
Norte	8,0	38,5	55,0
Norte-Montante	4,0	34,0	48,6
Oeste	6,0	36,5	52,2
Oeste-Montante	3,0	32,3	46,1
Socorro	10,0	40,0	57,2
Sul	5,0	35,0	50,0
Sul-Montante	2,5	31,3	44,7
Centro	3,0	32,2	46,0
Tamanduateí	9,0	39,2	56,0
Tamand.-Montante	4,5	34,3	49,0
Aricanduva	6,0	36,5	52,2
Leste	6,0	36,5	52,2
Leste-Montante	3,0	32,3	46,1
Tietê-Bandeiras	2,0	30,0	43,0
Tietê-Limão	2,0	30,0	43,0
Tietê-Pinheiros	2,0	30,0	43,0

Em termos operacionais, o modelo é reprocessado a cada dez minutos, na medida em que o acesso a um novo CAPPI possibilita o recálculo das precipitações acumuladas nas diversas regiões. Por limitações operacionais as chuvas previstas pelo modelo SHARP somente são atualizadas a cada meia hora.

9.2.2. Proposta de um Novo Modelo de Estados Hidrológicos

Mais recentemente, a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) da Prefeitura de São Paulo implantou um sistema de registro de inundações em vias públicas da cidade. De acordo com levantamento feito com dados do período chuvoso 93/94, existem cerca de 206 pontos de inundação em São Paulo. O CTH (1996) plotou na base cartográfica do radar de São Paulo esses pontos de inundação.

Muitos pontos correspondem a locais de fundos de vale, onde as inundações são devidas ao extravasamento de curso d'água integrante do sistema de meso ou macro drenagem da cidade. Outros tantos, contudo, localizam-se em locais elevados, algumas vezes junto a divisores de água, caracterizando alagamentos associados a deficiências do sistema local de micro-drenagem. Tratam-se de problemas originalmente distintos, embora possam coexistir numa mesma região.

Os alagamentos por insuficiência de micro-drenagem são normalmente provocados por chuvas muito intensas, porém de curta duração e de caráter local. Já os extravasamentos nos cursos da rede principal de drenagem são geralmente resultantes de chuvas menos intensas, porém de maior duração e abrangência espacial.

Dada a pequena área das bacias contribuintes e a rapidez do processo, decorre que a previsão de alagamentos por insuficiência de micro-drenagem vai depender menos do conhecimento das chuvas recém-ocorridas do que da correta previsão das chuvas no horizonte de interesse. O algoritmo de cálculo de um novo modelo de estados hidrológicos deve ser bastante ágil e simples, compreendendo apenas comparações entre as intensidades das chuvas correntes e aquelas que habitualmente causam problemas locais. A estrutura do modelo seria semelhante ao modelo MEH, porém com uma discretização espacial mais detalhada. Uma vez que, segundo o CTH, será possível obter as previsões de chuva SHARP para todas as quadrículas do radar, o novo modelo de previsão poderá trabalhar com o mesmo nível de detalhe espacial.

Uma alteração importante que deve ser implementada no modelo MEH diz respeito à decretação dos estados hidrológicos. O modelo MEH trabalha com intervalos de tempo fixos, 1, 2 e 3 horas a frente. Essa divisão pode acarretar problemas operacionais num plano de ação emergencial. Sugere-se que o novo modelo trabalhe sempre no intervalo de 3 horas, porém discretizando a análise hidrológica a cada 10 minutos.

Como durações potencialmente críticas para o sistema de micro-drenagem, devem ser adotados tempos de 10, 20 e 30 minutos. Como parâmetros de referência para sua capacidade, devem ser adotadas chuvas de projeto de 1, 2, 5 e 10 anos de período de retorno, dependendo da maior ou menor vulnerabilidade da quadrícula às chuvas intensas típicas da região. O parâmetro local, a ser arbitrado para cada área crítica, é o nível de vulnerabilidade do seu sistema de micro-drenagem, expresso pelo período de retorno das chuvas intensas que começam a causar problemas (T_r) ou, alternativamente, pela probabilidade de ocorrência ($F=1/T_r$). No caso do sistema de alerta de São Paulo, a base espacial deve seguir a malha de controle do radar meteorológico de São Paulo, ou seja, a malha quadrada de 2 por 2 km (4 km^2).

A determinação dos índices críticos deve ser feita através da equação de chuvas intensas para a cidade de São Paulo, recentemente estimada pelo CTH e apresentada no relatório "Diretrizes Básicas para Projeto de Drenagem Urbana" na cidade de São Paulo (no prelo).

Por se tratar de um modelo totalmente empírico, o modelo de estados hidrológicos está sujeito a erros, muitas vezes grandes. Dada a precariedade das informações disponíveis, será fundamental coordenar um trabalho de coleta e sistematização de novas informações que deverão rapidamente ser implementadas no processo de calibração do modelo.

Sugere-se, em princípio, que sejam montadas planilhas que possibilitem uma reavaliação constante dos índices de criticidade das áreas sujeitas a inundações e, conseqüentemente, dos níveis para decretar os estados hidrológicos (normal, atenção e alerta).

9.2.3. Proposta de um Modelo Simples de Previsão de Inundações

O modelo simples de previsão está concebido considerando que não haja envolvimento de sistemas de telemetria, sensoriamento remoto, radar meteorológico, nem mesmo pluviógrafos ou limnígrafos, e está baseado na hipótese principal de que a inundação de uma área por um córrego foi considerada como um processo não natural, ocasionado pela falta de capacidade hidráulica do curso d'água de drenar o escoamento superficial da bacia. Portanto, este modelo concentra-se nas redes principais de drenagem das bacias hidrográficas e não abrange os problemas localizados de micro - drenagem.

Um modelo de previsão de inundação em um local de uma bacia hidrográfica pode ser entendido como um modelo de previsão do limnigrama neste local, onde o evento inundação é caracterizado por obter-se níveis de água (N.As.) que excedem a cota de transbordamento do córrego.

De uma forma simplificada, o modelo de previsão de inundação é composto por :

- um modelo de previsão da intensidade e duração da chuva (I);
- um modelo hidrológico de simulação do processo de transformação chuva - vazão (II);
- um modelo hidráulico de simulação da transformação vazão - N.A. (III), e
- um modelo de verificação do N.A. em relação a capacidade do córrego (IV).

A figura 9.2.3.a. apresenta esquematicamente estes módulos:

Figura 9.2.3.a - Representação Esquemática dos Módulos do Modelo de Previsão de Inundação

Os modelos hidrológicos de transformação de chuva em vazão (II), os modelos hidráulicos de transformação de vazão em N.A. (III) e a rotina de verificação da falta de capacidade hidráulica do córrego (IV) podem ser bem desenvolvidos e seus resultados são julgados confiáveis. Usualmente os modelos hidrológicos e hidráulicos são utilizados para determinação de vazões ou N.A. de projeto, a partir da definição de uma tormenta de projeto com base em uma série de dados observados em pluviômetros e/ou pluviógrafos. As tormentas de projeto são chuvas com intensidade, duração e frequências críticas, com baixa probabilidade de ocorrência, utilizadas para o dimensionamento de estruturas hidráulicas. Assim, nos casos de projetos de engenharia, a chuva, causa do processo, é pré-definida e o efeito é simulado.

Nos modelos de previsão de inundação, a chuva não é conhecida e é necessário prever não só o efeito (NA) mas principalmente a causa (chuva). Uma vez que os módulos de simulação (II e III) e de verificação (IV) estão bem desenvolvidos, resta analisar o módulo de previsão (I). Analisando os parâmetros envolvidos neste processo quanto à sua variabilidade, da chuva verifica-se que:

- a chuva é variável no tempo e no espaço;
- a retenção é variável no tempo, no espaço e depende da chuva e das condições antecedentes;

- o N.A. do córrego pode ser influenciado pelo N.A. do rio principal, com variações ao longo do tempo;
- os demais parâmetros - geometria do córrego e características fisiográficas da bacia - são parâmetros constantes em relação a duração do fenômeno.

Através de um sistema avançado de telemetria pode-se ter informação em tempo real do N.A. nos rios principais e sua variação, via de regra, é mais lenta devido a sua maior capacidade. Mesmo a retenção na bacia pode ser avaliada com razoável precisão em função das características de uso e ocupação do solo da bacia e das condições antecedentes.

Dentre os parâmetros variáveis no tempo e/ou na área da bacia, verifica-se que a chuva é o parâmetro de maior aleatoriedade e de maior dificuldade de previsão. A caracterização da chuva inclui a sua intensidade, duração, distribuição temporal e espacial. Por exemplo, as chuvas que usualmente causam inundações na Cidade de São Paulo são do tipo convectivas, com alta intensidade e curta duração. Estas chuvas se concentram em pequenas áreas e ocorrem de forma desordenada. Portanto, sua previsão é muito difícil e mesmo utilizando as técnicas mais avançadas, como o radar meteorológico, os erros podem ser de até 150 % nas estimativas de quantidade de chuva.

Conclui-se que devido, principalmente, a grande aleatoriedade da chuva e a dificuldade da sua previsão, os modelos usuais de previsão de inundações em bacias urbanas não são, ainda, considerados confiáveis e precisos.

Desta forma, esta proposta representa uma sugestão metodológica que procura definir as diretrizes básicas de um modelo alternativo mais simples que apresente as seguintes características:

- seja simples e de custo baixo;
- de fácil implementação e utilização.

a) Classificação das Seções quanto a Potencialidade de Inundação

Para a implantação de um modelo de previsão de inundação em uma bacia hidrográfica é fundamental que esta bacia seja caracterizada quanto à potencialidade de ocorrência deste evento. Esta potencialidade pode ser caracterizada através da capacidade hidráulica da seção do córrego, um dos parâmetros fundamentais no processo de transformação vazão - N.A.

A capacidade hidráulica da seção de um córrego (Q_{max}) é caracterizada pela vazão máxima de escoamento sem ocorrer extravasamento, ou seja, sem que o N.A. do córrego supere a cota de extravasamento da seção.

Inicialmente, devem ser calculadas as vazões de pico correspondentes às tormentas de projeto com tempos de recorrência (TR) de 5, 10, 20, 25 e 50 anos, denominadas

respectivamente de Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{25} e Q_{50} . Com base nestas vazões, sugere-se a classificação do quadro 9.2.3.a da seção de um córrego quanto à potencialidade de inundações :

QUADRO 9.2.3.a - CLASSIFICAÇÃO DA SEÇÃO DO CÓRREGO QUANTO A POTENCIALIDADE DE INUNDAÇÃO

P	SITUAÇÃO DA CAPACIDADE	CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE	POTENCIALIDADE DE INUNDAÇÃO
1	$Q_{25} \leq Q_{max}$	SUFICIENTE	MUITO PEQUENA
2	$Q_{20} \leq Q_{max} < Q_{25}$	ADEQUADA	PEQUENA
3	$Q_{10} \leq Q_{max} < Q_{20}$	RAZOÁVEL	MÉDIA
4	$Q_5 \leq Q_{max} < Q_{10}$	LIMITADA	ALTA
5	$Q_{max} < Q_5$	INSUFICIENTE	MUITO ALTA

Essa classificação será de muita utilidade para o sistema de monitoramento e previsão de inundação, uma vez que caracteriza a priori, sem a ocorrência de chuvas, a potencialidade de inundação da seção de um córrego.

b) Classificação das Seções quanto a Velocidade para a Ocorrência da Inundação

Uma das principais características de um modelo de previsão da inundação é prever com a maior antecedência possível a ocorrência deste evento. A inundação ocorre em uma seção de um córrego quando são atingidos N.As. acima da cota de extravasamento. Esses N.As. críticos correspondem às vazões altas, próximas ou iguais as vazões de pico do hidrograma gerador.

A classificação das seções das bacias hidrográficas quanto à velocidade para ocorrência da inundação será feita levando em consideração o tempo de concentração da bacia, relacionado ao fenômeno de formação do hidrograma, e o tempo para a comunicação, o acionamento e a mobilização da defesa civil. O quadro 9.2.3.b apresenta uma sugestão para esta classificação:

QUADRO 9.2.3.b - CLASSIFICAÇÃO DA SEÇÃO DA BACIA QUANTO A VELOCIDADE PARA OCORRÊNCIA DA INUNDAÇÃO

V	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO t_c (MIN)	TEMPO DE RETARDO t_r (MIN)	CLASSIFICAÇÃO DA SEÇÃO DA BACIA
1	$40 \text{ min} < t_c$	$24 \text{ min} < t_r$	LENTA
2	$20 \text{ min} < t_c \leq 40 \text{ min}$	$12 \text{ min} < t_r \leq 24 \text{ min}$	MÉDIA
3	$t_c \leq 20 \text{ min}$	$t_r \leq 12 \text{ min}$	RÁPIDA

Deve-se ressaltar que esta classificação das seções das bacias está relacionado ao tempo disponível para mobilização da defesa civil e, portanto, não é uma classificação hidrológica. Na classificação hidrológica, bacias com tempo de concentração superiores a 1 hora podem ser consideradas hidrológicamente lentas, dependendo das suas dimensões. O tempo de retardo foi avaliado de acordo com a metodologia sugerida pela “Soil Conservation Service” dos Estados Unidos, que considerada seu valor como 60 % do tempo de concentração. No entanto, trata-se apenas de um valor indicativo, que seria aferido ao cronograma ao longo dos anos de aplicação do modelo. O leitor que deseje aplicar este modelo em um caso que se apresente poderá modificá-lo para calibrá-lo à situação local. Por exemplo, o trânsito na Cidade de São Paulo, principalmente em dias de chuva, é um parâmetro a ser levado em consideração quando se fala em mobilização e acionamento de meios.

c) Modelo de Monitoramento de Inundação

Conforme foi justificado, os sistemas de previsão de chuvas são, ainda, imprecisos para permitir sua utilização como ferramenta para a previsão de enchentes e de inundações. Desta forma, com o objetivo de desenvolver um modelo de previsão de inundações que fosse simples e ao mesmo tempo preciso, optou-se por técnicas alternativas, procurando majorar a porcentagem de acerto da previsão.

A técnica alternativa a ser proposta é, sem dúvida, mais antiga, mas nem por isso inadequada. Propõe-se utilizar de observadores que deverão monitorar os dois extremos deste complexo processo: a chuva e o N.A. do córrego. Diferente do usualmente utilizado, o monitoramento aqui proposto é qualitativo e orientativo.

O homem urbano, em função do seu tipo de vida, desaprendeu a observar a natureza e os seus fenômenos. Por sua vez, o homem rural é capaz de descrever com precisão a chuva, o escoamento das águas de um rio, as variações do clima e da paisagem com a mudança das estações do ano. Além disso, memoriza os fenômenos naturais mais característicos que presenciou durante a sua vida. O modelo a ser proposto pretende utilizar a capacidade do homem de observar a natureza, juntamente com as técnicas modernas de comunicação.

Para verificar a intensidade da chuva, causa do processo de inundação, o observador usaria sua sensibilidade e experiência, podendo, também, observar o cenário externo da sua janela. O quadro 9.2.3.c permite classificar a intensidade da chuva a partir de características usuais da vida das pessoas.

QUADRO 9.2.3.C - CLASSIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DA CHUVA

1	MUITO FRACA	daria para andar na rua sem guarda-chuvas
2	FRACA	daria para andar na rua parando nos beirais das casas
3	NORMAL	preciso de guarda-chuvas e de tomar atenção nas poças
4	FORTE	seria difícil andar na rua e/ou molharia os sapatos
5	MUITO FORTE	não dá para andar na rua, há enxurradas

Para a verificar o N.A. do córrego, efeito principal neste processo, seria instalada uma régua limnimétrica dividida em cinco partes. Cada parte teria uma cor para facilitar sua identificação. A figura 9.2.3.b apresenta um esquema com a seção do córrego e a régua de observação.

Figura 9.2.3.b - Representação Esquemática da Seção do Córrego e da Régua de Observação

Para diagnosticar a situação do córrego, o observador utilizaria a régua instalada na seção e verificaria qual a cor mais próxima ao N.A. do córrego. Ressalta-se que esta régua ficaria iluminada para permitir a sua observação no período noturno. O observador deve observar com facilidade a régua da sua casa ou apartamento, em condição de conforto. Caso sua residência esteja distante da régua, deve-se providenciar um binóculo. Caso o córrego esteja canalizado em uma galeria subterrânea, deve ser instalado um sistema de flutuação na régua, de forma que os indicativos de cores sejam visíveis externamente. Deve haver um dispositivo de proteção das réguas contra atos de vandalismo.

As faixas da régua são indicativos da relação entre a vazão do córrego (Q) e a sua capacidade hidráulica (Q_{max}). O quadro 9.2.3.d define as relações entre as faixas e a capacidade relativa do córrego :

QUADRO 9.2.3.d - CLASSIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO DO N.A. NA SEÇÃO DO CÓRREGO

NA	CAPACIDADE RELATIVA	SITUAÇÃO DO N.A.	COR DA RÉGUA
1	$Q/Q_{max} < 0,25$	Baixo	Preto
2	$0,25 \leq Q/Q_{max} < 0,50$	Médio	Vermelho
3	$0,50 \leq Q/Q_{max} < 0,75$	Alto	Amarelo
4	$0,75 \leq Q/Q_{max} < 1,00$	muito alto	Verde
5	$Q/Q_{max} > 1,00$	N.A. > cota de inundação	Azul

A faixa de N.A. a ser identificada na régua deverá ser definida a partir da curva cota x vazão da seção do córrego. A figura 9.2.3.c. apresenta uma curva cota x vazão, destacando as vazões e as respectivas faixas de N.A. que indicam a situação do córrego em relação a possibilidade de extravasamento.

d) Modelo Simples de Previsão de Inundação

A análise apresentada resultou em quatro parâmetros para prever a ocorrência de inundação em uma seção transversal de uma bacia. O quadro 9.2.3.e apresenta estes parâmetros e seus índices correspondentes, conforme apresentado nos quadros 9.2.3.a, 9.2.3.b, 9.2.3.c, e 9.2.3.d.

QUADRO 9.2.3.e - RESUMO DOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA SEÇÃO DA BACIA

SITUAÇÃO ESTÁTICA DA SEÇÃO				SITUAÇÃO DINÂMICA DA SEÇÃO			
POTENCIALIDADE DE (P)		VELOCIDADE (V)		CHUBVA (C)		NÍVEL D'ÁGUA (NA)	
1	MUITO PEQUENA	1	LENTA	1	MUITO FRACA	1	BAIXO
2	PEQUENA	2	MÉDIA	2	FRACA	2	MÉDIO
3	MÉDIA	3	RÁPIDA	3	NORMAL	3	ALTO
4	ALTA			4	FORTE	4	MUITO ALTO
5	MUITO ALTA			5	MUITO FORTE	5	INUNDAÇÃO

Figura 9.2.3.c - Curva Cota x Vazão da Seção do Córrego

Percebe-se que existem dois parâmetros que referem-se a situação estática da seção da bacia, ou seja, classificam sua situação independentemente da ocorrência da chuva. Os outros dois parâmetros referem-se a situação dinâmica da bacia, ou seja, classificam sua situação durante a ocorrência da chuva. Verifica-se que os índices adotados foram definidos com magnitudes proporcionais à gravidade da situação em relação ao evento inundação.

Para atender o objetivo principal do modelo de previsão de inundação, deve-se diagnosticar cada situação de uma forma global, ou seja, considerando a situação estática e dinâmica. Para isso, definiu-se o Índice de Alerta IA que permite diagnosticar a situação atual quanto à possibilidade de inundação, calculado a partir da seguinte equação:

$$IA = 10 \times (n_p \cdot P + n_v \cdot V + n_c \cdot C + n_{NA} \cdot NA) / (n_p \cdot 5 + n_v \cdot 3 + n_c \cdot 5 + n_{NA} \cdot 5)$$

onde:

n_p peso do parâmetro potencialidade de inundação;

n_v peso do parâmetro velocidade para ocorrência de inundação;

n_c peso do parâmetro intensidade da chuva;

n_{NA} .. peso do parâmetro situação do N.A. da seção do córrego.

Cabe ao órgão decisor (no caso de São Paulo, PMSP e COMDEC) estabelecer pesos para cada parâmetro, de forma que resulte um índice IA que forneça o diagnóstico da situação atual na seção do córrego e indique a necessidade de mobilização na antecedência necessária.

Estes pesos são função das características operacionais deste órgão, da sua velocidade de mobilização e do risco que está disposto a correr. Assim, em uma hipótese extrema, o órgão responsável pode considerar que consegue se mobilizar muito rapidamente e esteja disposto a correr um risco maior. Neste caso, poderá dar peso zero aos parâmetros de potencialidade, velocidade e intensidade da chuva, e considerar apenas o N.A. no córrego como parâmetro de decisão quanto à mobilização.

O valor IA resultará entre 2 e 10, caracterizando a situação global da seção do córrego. Como foi explicado, os índices referentes à potencialidade de inundação (P) e à velocidade para a ocorrência da inundação (V) devem ser obtidos a priori e são valores fixos característicos da seção do córrego.

Os índices referentes à intensidade da chuva (C) e a situação do NA na seção do córrego (NA) serão informados pelo observador. A princípio, um método que poderia ser adotado é fornecer uma linha telefônica e um aparelho telefônico para o observador. Esses observadores devem ser pessoas que ficam quase sempre no local onde o telefone iria ser instalado e deveriam ser previamente treinados. Cada observador teria um código que o identificaria automaticamente, juntamente com a bacia e a seção observada.

Na ocorrência de qualquer evento referente a inundação, o observador ligaria para o “disque inundação”, 0800-nnnnnn, um número exclusivo para os observadores. O atendimento deste número seria automático e as informações necessárias seriam fornecidas na seguinte seqüência :

- DISQUE INUNDAÇÃO. OBRIGADO POR LIGAR
- DIGITE O CÓDIGO DO OBSERVADOR o observador digitaria o seu código, identificando a bacia e a seção;
- DIGITE O CÓDIGO DA CHUVA o observador digitaria o índice de intensidade da chuva C (1 a 5), segundo o indicado no Quadro 9.2.3.c e de acordo com o treinamento recebido;
- DIGITE O CÓDIGO DO NÍVEL D'ÁGUA o observador digitaria o índice do nível d'água NA (1 a 5), segundo o indicado no Quadro 9.2.3.d e de acordo com o treinamento recebido;
- POR FAVOR, VOLTE A LIGAR EM "N" minutos o sistema calcularia o índice de alerta IA e, em função da gravidade da situação, solicita uma nova ligação com maior ou menor brevidade.

Além disso, o observador poderá ligar neste mesmo número fora de épocas chuvosas para informar quaisquer ocorrências que estejam relacionadas com a inundação, como presença de lixo no leito do córrego, depredações das estruturas, necessidade de manutenção, entre outros.

e) Considerações gerais

O modelo proposto apresenta a vantagem de permitir o diagnóstico de seções de bacias hidrográficas em termos de inundação. A partir desta informação e da experiência adquirida da operação do modelo de previsão, será fácil hierarquizar as intervenções necessárias para diminuir a ocorrência de inundações. Assim, por exemplo, a execução de uma obra bem concebida de drenagem urbana em um córrego permite mudar a sua situação estática, diminuindo a sua potencialidade de inundação.

Outra vantagem é que, com o passar do tempo e das estações chuvosas, o observador criará uma “cultura” e uma “sensibilidade” em relação às chuvas e a resposta da bacia na seção do córrego, o que resultará em uma melhor precisão do modelo.

CAPÍTULO 10

10. ESTRUTURAÇÃO OPERACIONAL DA ADMINISTRAÇÃO DE EMERGÊNCIAS

10.1. Considerações Iniciais

A Gestão de Riscos é o conjunto de atividades de planejamento e ação destinado a evitar a ocorrência de acidentes ou desastres e, na eventualidade da ocorrência de tais eventos, minimizar os danos conseqüentes.

Inicialmente, é necessário definir os conceitos de *Perigo* e *Risco*.

PERIGO: é uma característica inerente a uma área, uma substância, uma instalação, uma atividade ou a um procedimento, que representa um potencial para causar danos.

RISCO: é a probabilidade de um perigo se materializar causando danos. O risco é função da probabilidade de ocorrência de um evento indesejável e dos danos resultantes desse evento.

A Gestão visa, então, reduzir a probabilidade de ocorrência dos acidentes ou desastres e, também, reduzir a magnitude dos danos derivados dos perigos.

Os espaços territoriais ou porções deles possuem vulnerabilidades que os tornam mais sensíveis a perigos que podem se materializar em eventos indesejáveis com conseqüências danosas ao meio ambiente e às pessoas que de alguma forma com ele interagem. Os riscos em cada lugar dependem das características físicas locais e da tradição, conflitos, culturas e até religiões das pessoas que lá habitam. Assim, certos países concentram muito mais sua preocupação nas áreas de saúde e salvamento de pessoas vítimas, por exemplo, de explosões que ocorrem devido a conflitos étnicos ou ataques terroristas, do que com fenômenos naturais. Por outro lado, existem regiões mais preocupadas com erupções vulcânicas, outras com incêndios florestais, portos com derramamentos de óleo, e assim por diante. Em todos estes casos, os recursos para a prevenção e combate a estas situações devem ser integrados, otimizados e deve existir uma estruturação tecnológica e de recursos humanos qualificados e preparados para, com tempos de resposta adequados, gerenciar os problemas em todas as suas fases.

Assim, vamos continuar focando na questão enchentes, que constituem problemas para várias metrópoles do mundo. Para controlar este problema, as saídas encontradas por cada país ou cidade dependem da gravidade do problema e, é claro, dos recursos financeiros disponíveis. Isto pode ser constatado pela forma de gestão adotada em diferentes países, tais como Estados Unidos, Holanda e Índia.

A Holanda, é um país que tem cerca de 25% de sua superfície abaixo do nível do mar. Há centenas de anos a sociedade convive com o problema do avanço das águas. Para contê-las, muitas medidas foram adotadas, tanto nas áreas urbanas, como nas áreas rurais de produção de alimentos. As comunidades construíram diques e sistemas de drenagem. Mesmo assim, tem-se episódios críticos de enchentes associados a chuvas intensas.

Os Estados Unidos, que similarmente à Holanda não dispõe de grandes limitações de recursos financeiros como os países menos desenvolvidos, tem o mais avançado e organizado sistema nacional de advertência de enchentes do mundo, segundo Ward (1978).

Em contrapartida, a Índia, que é um país extremamente pobre, apresenta um sistema de advertência de enchentes com muitas deficiências e dificuldades. Estas dificuldades são representadas tanto pelas influências antrópicas sobre o solo, quanto pelas características dos recursos utilizados e condições econômicas e sociais das comunidades afetadas.

No caso do Brasil, cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Florianópolis, Porto Alegre, Salvador, Cuiabá, Belo Horizonte, etc. enfrentam o caos das enchentes anualmente.

O controle das inundações, conforme já mencionado, pode ser efetuado através de medidas estruturais e não estruturais, entre as quais destacam-se:

- Disciplinamento do uso e ocupação do solo.
- Redução do escoamento superficial.
- Educação ambiental.
- Convivência: execução de intervenções localizadas, destinadas a proteger e preservar as edificações e populações localizadas em áreas inundáveis, apesar dos sérios inconvenientes sanitários e de segurança provocados por estes procedimentos.
- Relocação de habitações.
- Medidas de emergência, tais como a remoção da população com uma certa antecedência, a utilização de diques provisórios e uma infra-estrutura de socorro às pessoas atingidas

Dentre as medidas não estruturais propostas para as megacidades brasileiras como Rio de Janeiro e São Paulo, que têm nas enchentes e deslizamentos seus principais mecanismos de transtorno e interrupção da normalidade durante o período chuvoso, estão sendo implantados Planos de Defesa Civil.

O Estado do Rio de Janeiro instituiu o Projeto Reconstrução - Rio. Dentre os vários trabalhos integrantes deste Projeto, existe o Subprojeto "Plano de Ações de Defesa Civil", que foi desenvolvido com o objetivo de dotar o Sistema de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro de uma estrutura organizacional, material e humana que a complemente, de maneira sistêmica e estruturada, e com os melhores recursos possíveis no atendimento às populações atingidas por desastres e catástrofes. Este trabalho, o primeiro no Brasil concebendo uma estrutura de administração de emergências com abrangência estadual, constituiu uma exigência do Banco Mundial para conceder financiamento ao Projeto Reconstrução - Rio e foi conduzido e coordenado por este Autor.

No caso da Cidade de São Paulo, em vista da abrangência e gravidade dos danos causados pelas enchentes e deslizamentos, vários planos foram elaborados com o intuito de minimização de conseqüências. Porém, a falta de integração dos órgãos e de planejamento gera uma quantidade de informações e procedimentos que, de maneira geral, não funcionam na prática.

Pode-se mencionar os seguintes planos:

- Plano da COMDEC.
- Plano da EMPLASA - Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo.
- CET - Companhia de Engenharia de Tráfego.

Em síntese, a experiência obtida demonstra que a principal medida a ser adotada, diante da impossibilidade de controle das chuvas e de relocação de toda as áreas urbanas de risco, são as ações preventivas em São Paulo, pode ser sugerida uma sequências de ações, tal como listado a seguir:

- A curto prazo, são importantes a educação ambiental, com campanhas de conscientização, e a limpeza urbana.
- Fiscalização quanto à execução da legislação de loteamentos e desmatamentos e restrição de ocupação das várzeas.
- Megaprojeto: Plano Diretor de Drenagem Urbana para a Cidade de São Paulo segundo um enfoque integrado, com base na análise da bacia hidrográfica como um todo e rebaixamento da calha do rio Tietê.

10. 2. A Experiência Internacional

A experiência de utilização de reservatórios de retenção de cheias, solução tradicional em engenharia hidráulica, é adotada há anos, com sucesso, em países desenvolvidos como os Estados Unidos e o Japão, onde barram-se também as corridas de lama.

Esta técnica ganhou notoriedade local com o sucesso obtido pela obra construída na RMSP, no bairro do Pacaembu. Este sistema hidráulico entrou em funcionamento em outubro de 1995 e reduziu drasticamente as enchentes na Avenida Pacaembu, um ponto da cidade de São Paulo que tradicionalmente apresentava sérios problemas em épocas de chuvas.

A utilização deste tipo de reservatório é uma solução implantada até mesmo em residências e estabelecimentos comerciais, como ocorre no Japão e nos Estados Unidos, onde os empreendimentos imobiliários são construídos com equipamentos para facilitar a drenagem e muitas casas têm pequenos reservatórios. Os estacionamento dos “shoppings centers” e grandes empreendimentos do Japão são revestidos com material de alta porosidade, que favorecem a absorção da água.

10.2.1. Holanda

Uma experiência interessante é o caso da Holanda, um país com 435 habitantes por quilômetro quadrado, um dos países com a maior densidade de ocupação da Europa. Possui 25% de sua superfície abaixo do nível médio do mar, sendo que a parte mais baixa situa-se a 7 metros abaixo do nível mínimo do mar, e cerca de 65% de sua superfície total seria alagada se não fossem seus diques e represas (Schulze, 1993).

Neste país, além da preocupação com a necessidade de múltiplo aproveitamento do solo, existe também a preocupação com as enchentes, conforme episódio crítico do início do ano de 1995, quando chuvas fortes e temperaturas muito elevadas nas bacias dos rios Reno e Mosa provocaram níveis d'água muito elevados, especialmente nos trechos de jusante destes rios, na Holanda. Felizmente não houve uma catástrofe, porém os danos foram consideráveis e a situação provocou grande ameaça, levando à evacuação de elevado número de habitantes.

Na Holanda, situada basicamente sobre o delta de um rio, a proteção contra inundações sempre preocupou. A drenagem da turfa reduz continuamente o nível do solo e isto vem ocorrendo há séculos na maior parte do país. Este abaixamento do nível do solo trouxe consequências importantes na administração dos recursos hídricos da Holanda.

10.2.2. Índia

Enchentes anuais no oeste de Bengala, na Índia, revelaram deficiências em seu sistema de advertência de enchentes. As enchentes ocorrem a cada ano com maiores frequência e magnitude, principalmente devido ao aumento das influências antrópicas

sobre o solo e sobre as variações climáticas. As comunidades fazem uso das férteis planícies aluviais para a agricultura de subsistência, sendo estas áreas propícias a inundação. Outro problema que se verifica é que a área dos rios principais têm origem nos estados vizinhos de Bihar e Assam, assim como outros estados menores, tornando a comunicação de advertência de ocorrência de enchentes difícil.

A advertência da ocorrência de enchente inicia-se quando a vazão de saída de uma das quatro represas excede uma taxa de vazão predeterminada ou quando uma destas represas está para ser aberta. Uma mensagem é enviada por telefone, linhas de comunicação, rádios e mensageiros para uma relação de autoridades, incluindo todas as estações de rádio para transmissão imediata de notícias. Mensagens de advertência de enchente também são enviadas para as empresas privadas, um serviço que é pago antecipadamente para cada mês sob influência das Monções. A comunicação de uma descarga de água provavelmente não é o melhor método de advertência, uma vez que ele não dá nenhuma referência sobre a área geográfica de inundação. Este processo leva de duas a quatro horas.

O último nível de advertência oficial de enchente ocorre quando a polícia percorre a área e transmite a advertência através de alto-falantes. Antes, porém, a polícia deve alugar um alto-falante do setor privado. A eficiência deste sistema é determinada pela distância que a polícia deve percorrer até as vilas remotas e da predominância das condições do tempo. O tempo que decorre entre o recebimento da advertência da ocorrência pela polícia e a chegada da notícia até as áreas rurais neste processo varia entre 5 e 12 horas.

A sirene da margem esquerda do rio Damodar, localizada a poucos quilômetros da barragem, também serve de aviso do potencial de inundação às pessoas situadas a jusante da barragem. Este sinal não atinge, contudo, a maior parte dos habitantes das vilas do interior ou as pessoas da margem direita do rio. Por causa das deficiências deste sistema oficial, um sistema popular de advertência também foi desenvolvido entre os habitantes da Índia.

O sistema oficial é um sistema de poucas informações, formalmente projetado para uma lista fixa de equipamentos e comunicações para envio de mensagens. As diferenças entre o desempenho possível e o verificado para este sistema ocorrem, por exemplo, devido a problemas técnicos. À medida que se desloca para as áreas rurais, o sistema popular de advertência torna-se operacional, aumentando a capacidade de disseminar a advertência nestas áreas. O sistema popular de advertência é livremente organizado, contém muitos canais diferentes de comunicação e é capaz de comunicação contínua durante chuvas pesadas. Estes dois sistemas trabalham juntos e o popular tende a predominar quando o sistema oficial falha.

10.2.3. Estados Unidos

Segundo Ward (1978), os Estados Unidos possuem o sistema nacional de advertência de enchentes mais avançado e melhor organizado do mundo.

As estatísticas apontam, em média, a morte de 80 a 90 pessoas, destruição de 75.000 casas e danos de mais de 260 milhões de dólares por ano, decorrentes de enchentes.

O sistema de advertência é controlado pelo National Weather Service do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Possui 12 centros, "Weather Service River Forecast Centres", que fazem o monitoramento das condições meteorológicas e hidrológicas e fornecem a previsão do nível d'água para mais de 2.500 pontos de uma rede de rios. Para possibilitar uma previsão de enchente, são requeridas as informações das condições atmosféricas atuais e futuras, fornecidas pelos "River Forecast Centres" e pelo "National Meteorological Center", em Washington DC, onde previsões são preparadas através do uso de satélites, radares, modelos atmosféricos e dados de estações meteorológicas. A área servida pelo River Forecast Centre é dividida em distritos gerenciados pelos River District Offices. Estes escritórios coletam dados do estágio do rio e de medidores de precipitação pluviométrica, os quais são comunicados ao River Forecast Centre. A previsão final de enchente é transmitida aos River District Offices para divulgação ao público através de rádio, televisão, jornais e outras agências responsáveis pela proteção contra enchentes.

Este sistema é adequado para grandes bacias de drenagem com tempos grandes de concentração. Para pequenas bacias de drenagem ou com inclinações íngremes, é rara a possibilidade deste sistema fornecer uma advertência suficiente para limitar a perda de propriedade. Existe um sistema separado, envolvendo três métodos, desenvolvido pelo NOAA, para tratar de situações de inundações rápidas :

- O primeiro método é baseado na cooperação e ajuda comunitária, associadas à rede de medição de chuvas e dos rios. Voluntários reportam-se diretamente a um coordenador de enchente que prepara a advertência e a divulga em minutos.
- São instalados sensores, a montante dos rios, que acionam um alarme à comunidade quando da ocorrência de qualquer acréscimo no nível do rio (nas estações de polícia locais, por exemplo).
- Em terceiro lugar, se nenhum destes métodos for viável, é sugerido um sistema de advertência mais geral.

Existem nos Estados Unidos muitos sistemas de advertência de enchentes implementados por comunidades individuais.

Shope (1987) resume como o "US Geological Survey" desenvolveu uma rede nacional para o processamento e distribuição dos dados hidrológicos em tempo quase real para alimentar os usuários com informações tão rápidas e eficientes quanto possível. Alguns destes usuários são os sistemas de previsão de enchentes. Os dados são coletados a partir de cada um dos grandes rios dos EUA através dos DCPs ("Direct Collect Points"), os quais armazenam os dados temporariamente até que uma das quatro "Direct Readout Ground Stations" (DRGS) possa recebê-los. Os DRGS's

possuem um sistema de "backup" para o caso de ocorrência de falha. Os dados são então transmitidos através de telemetria, via satélite, ao DRGS. Ao chegar ao DRGS, o sinal do satélite deve ser convertido para a frequência do receptor através de um conversor. A transmissão do sinal é então convertida a dados binários por demoduladores para a entrada nos mini controladores de computador. Os objetivos destes mini controladores são:

- a) Programar os demoduladores.
- b) Criar um "time tag" para os dados.
- c) Converter as mensagens de diferentes DCPs para um formato padrão.
- d) Gerar um desempenho estatístico para os DCPs.
- e) Armazenar os dados e o desempenho estatístico no computador.

Estes dados devem ser acessados via telefone e "modem" pelos não usuários do DRGS com seus próprios recursos de processamento. O Distributed Information System (DIS) processa as informações em tempo quase real e comunica os dados ao usuário correto.

Foi desenvolvido um software denominado "National Water Information System" (NWIS) que gerencia e opera nesta rede. A seção do "Automated Data Processing System" (ADAPS) do NWIS trabalha com os dados de processamento coletados nos registros automáticos e permite a ligação entre os DRGSs e computadores. A ligação entre o DIS e os computadores remotos para a entrada e manipulação dos dados de telemetria via satélite utiliza outro sistema denominado "Satellite Telemetry Input" (SATIN). ADAPS também monitora o desempenho do sistema de coleta de dados, os quais são armazenados e mostrados num display com os dados hidrológicos.

Uma vez atingidos os computadores remotos, eles são protegidos contra possíveis erros e armazenados. Valores necessários para usuários em tempo real são computados e armazenados.

O processo completo tem uma duração inferior a 15 minutos, isto é, um processo em tempo quase real.

10.3. Experiência Nacional - Diagnóstico da Situação Atual

Dentre os inúmeros problemas com que se defronta a população brasileira, as enchentes, sem dúvida nenhuma, têm merecido uma preocupação especial. Repetem-se ano a ano nas principais capitais e geram danos de ordem social, econômica e de saúde pública. Cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Florianópolis, Porto Alegre, Salvador, Cuiabá, Belo Horizonte, etc. enfrentam o caos das enchentes anualmente.

Segundo informações da imprensa escrita (Folha de S. Paulo e O Estado de São Paulo), no mês de abril de 1996, a prefeita da cidade de Salvador decretou estado de emergência após a precipitação de 233,5 milímetros de chuva em 24 horas, causando

grande tragédia na cidade, com deslizamentos e desabamentos de casas, deixando um saldo de dezenas de mortes e centenas de famílias desabrigadas. Outro fato semelhante no mesmo mês ocorreu na cidade do Recife, que apresentou em um único mês 564 milímetros de chuvas, sendo 200 milímetros no período de 12 horas de um único dia, causando danos a toda região metropolitana, dezenas de vítimas fatais e milhares de pessoas desabrigadas em toda região.

Na cidade do Rio de Janeiro, no mês de fevereiro de 1996, dois dias de chuvas contínuas, apresentando em uma única noite 199,8 milímetros de chuva, foram suficientes para a ocorrência de deslizamentos nos morros da cidade, ocasionando, mais uma vez, dezenas de vítimas fatais e centenas de famílias desabrigadas.

Em outras cidades ocorreram situações semelhantes: congestionamentos no tráfego, deslizamentos de terra, desabamentos de casas, famílias desabrigadas, vítimas fatais, falta de energia elétrica, etc. Ou seja, um verdadeiro caos que gera a seguinte pergunta: COMO CONTROLAR ESTAS SITUAÇÕES?

Conforme já mencionado, o controle das enchentes e inundações pode ser efetuado através de medidas estruturais e não - estruturais.

- Medidas estruturais: “São aquelas destinadas a reter, confinar, desviar ou escoar com maior rapidez e menores cotas o volume de enchentes, caracterizando-se pela construção de obras hidráulicas de grande porte, apresentando grande área de influência e envolvendo, freqüentemente, a aplicação maciça de capitais”.
As medidas estruturais são tradicionalmente mais divulgadas, solicitadas e empregadas. As obras mais características são as que proporcionam o aumento da capacidade de escoamento do curso d’água (retificação, ampliação da calha, canalização), os diques de proteção e os reservatórios de regularização de vazões.
- Medidas não-estruturais: “São aquelas de caráter extensivo, com ações abrangendo toda a bacia, ou de natureza institucional, administrativa ou financeira, adotadas individualmente ou em grupo, espontaneamente ou por força de legislação, destinadas a atenuar os deflúvios ou adaptar os ocupantes das áreas potencialmente inundáveis para conviverem com a ocorrência periódica do fenômeno”.

A despeito da idéia ser antiga, as medidas não estruturais não têm ainda tradição em nosso meio, sendo pouco usuais. Não obstante, são aquelas que dispensam a alocação de enormes somas de recursos como as que são exigidas para execução de grandes obras de contenção de enchentes, a exemplo do caso das medidas estruturais.

Essas medidas podem se traduzir em:

- *Disciplinamento do uso e ocupação do solo*: é o instrumento mais importante na prevenção de danos ocasionados por inundações, pois as ações humanas no solo

da bacia são refletidas qualitativa e quantitativamente nos cursos d'água que a drenam.

- *Redução do escoamento superficial:* artificial ou naturalmente, pode-se promover a redução do escoamento superficial e o abatimento dos picos de cheia. Isto é conseguido através da manutenção de áreas permeáveis (mata, jardins, pastos, etc.) ou da construção de estruturas de retenção das águas superficiais (poços, curvas de nível em agricultura, pátios e estacionamentos permeáveis, etc.), que possibilitam maior infiltração das águas pluviais e aumento do tempo de percurso das mesmas nas bacias (conceito de tempo de concentração). A manutenção de áreas permeáveis tem estreitas relações com o disciplinamento do uso e ocupação do solo de uma bacia.
- *Convivência:* execução de intervenções localizadas destinadas a proteger e preservar de danos as edificações e populações localizadas em áreas inundáveis. São normalmente soluções individuais ou de pequeno número de proprietários que, através de elevação das estruturas existentes, utilização de equipamentos simples que impeçam a entrada da água nas edificações ("stop-logs", vedação de portas e janelas) ou de arranjo interno dos móveis e utensílios de maior valor (colocação dos mesmos em cotas mais elevadas), protegem as edificações, evitando prejuízos de grande monta. Entretanto, devem ser ressaltados os sérios inconvenientes sanitários e de segurança provocados por estes procedimentos.
- *Educação ambiental:* disseminação de conhecimentos sanitário-educacionais para as comunidades envolvidas.
- *Relocação de estruturas:* a remoção de edificações duramente atingidas pelas enchentes para locais mais protegidos é um procedimento viável em alguns casos.
- *Medidas de emergência:* a remoção da população com uma certa antecedência, a utilização de diques provisórios (sacos de areia, por exemplo) e uma infra-estrutura de socorro às pessoas atingidas são formas de amenizar as agruras dos habitantes atingidos pelos infortúnios decorrentes das precipitações.

A carência de infra-estrutura urbana (coleta de lixo, controle de erosão, preservação da área ribeirinha, etc.) favorece a transformação dos cursos d'água e galerias em verdadeiros depósitos de lixo e de sedimentos, o que compromete o adequado funcionamento do sistema de drenagem.

Tanto no caso de intervenções estruturais quanto no de não estruturais, para a garantia de um bom nível de eficiência desses sistemas, é imprescindível que se realizem manutenções periódicas nos mesmos, as quais são representadas pelas operações de limpeza, desobstrução e desassoreamento dos meios de drenagem, que normalmente são simples de serem executadas (manual ou mecanicamente). A realização dessas operações amenizaria, ou mesmo resolveria, alguns casos de inundações que ocorrem em áreas urbanizadas.

10.3.1. Rio de Janeiro

Seguindo-se aos eventos catastróficos do verão de 1988 no Estado do Rio de Janeiro e visando a recuperação dos danos sofridos, o Governo do Estado instituiu o Projeto Reconstrução - Rio e constituiu o Grupo Executivo de Recuperação e Obras de Emergência - GEROE como seu órgão gestor.

Dentre os vários trabalhos integrantes do Projeto Reconstrução-Rio, existe o Subprojeto "Plano de Ações de Defesa Civil", que foi desenvolvido com o objetivo de dotar o Sistema de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro de uma estrutura organizacional, material e humana que a complemente, de maneira sistêmica estruturada, e com os melhores recursos possíveis no atendimento às populações atingidas por desastres e catástrofes.

Dentro do enfoque de integração de sistemas, o Subprojeto "Plano de Ações da Defesa Civil" foi construído mediante o desenvolvimento dos seguintes produtos:

- Plano de Ações de Defesa Civil - Programa de Prevenção Contra Enchentes.
- Criação e Implantação do Núcleo de Desenvolvimento de Recursos Humanos.
- Difusão da Cultura de Defesa Civil.
- Estudos Hidrometeorológicos.

Todo este trabalho foi concebido, coordenado e conduzido pelo Autor desta Tese.

a) Plano de Ações de Defesa Civil - Programa de Prevenção Contra Enchentes

O Plano fundamenta-se em análises da situação de organização e atendimento da Defesa Civil e tem como visão futura um cenário amplo de ações, a serem executadas com agilidade operacional, fundamentadas no melhor conjunto possível de informações técnicas e por recursos humanos capacitados e adequados. Em 1994, apesar de existir uma Secretaria Estadual de Defesa Civil, incorporada em 1995 à Secretaria de Estado da Segurança Pública e transformada em uma Coordenadoria de Defesa Civil, esta se confundia em todos os sentidos com o Corpo de Bombeiros, uma instituição militar, centenária, heróica, com vida própria, tradicionalmente voltada ao salvamento, que deveria estar inserida dentro de uma estrutura de gerenciamento de riscos e emergências, e não o contrário.

O Plano considera, em todos os seus aspectos, a transformação da Defesa Civil, passando de um órgão atuante apenas em situações de emergência para um órgão que dedique esforços permanentes à prevenção das crises previsíveis, cumprindo, assim, integralmente a sua Missão.

O Plano aborda dois conjuntos de atividades:

- A reorganização administrativa e operacional do Sistema de Defesa Civil.
- Um conjunto de projetos e ações visando dotar a Defesa Civil de instrumental técnico e de recursos humanos que lhe permita cumprir a totalidade da sua Missão.

O documento final apresentou compilações de dados e informações, comentários e recomendações, organizados em nove capítulos, os quais tratam dos seguintes assuntos: objetivo, diagnóstico da situação atual, levantamento das necessidades da população, estrutura de atendimento da Defesa Civil, estudo frente aos princípios básicos da gestão de riscos, possibilidades de incremento do atendimento, proposta de mecanismos gerenciais, programa de prevenção contra enchentes e relatório das informações jornalísticas (“clipagem”).

b) Criação e Implantação do Núcleo de Desenvolvimento de Recursos Humanos

Este documento apresenta o desenvolvimento e a concepção de um “Núcleo de Desenvolvimento de Recursos Humanos”, definindo desde suas instalações físicas, equipamentos e localização, até o estabelecimento de sua estrutura administrativa e operacional.

Ressalta-se que para o alcance dos objetivos preconizados, torna-se primordial que a Defesa Civil seja dotada de meios adequados ao desenvolvimento de suas funções, tanto no que diz respeito a sua estrutura física e organizacional, quanto nos seus recursos humanos e tecnológicos, considerando não somente a operação eficaz do sistema em todos os seus níveis de atuação, como ainda o permanente desenvolvimento dos recursos humanos, técnicos e organizacionais necessários à sua operação e gestão.

O documento final é composto de sete capítulos, versando sobre os seguintes assuntos: objetivo, estruturação do núcleo de desenvolvimento de recursos humanos, reformulação do arranjo físico do então DGAC (Departamento Geral de Apoio Comunitário) que foi transformado em Coordenadoria após a incorporação da Secretaria de Defesa Civil pela Secretaria de Segurança Pública, recursos humanos, recursos materiais, projetos e obras para implantação do núcleo e divulgação.

c) Difusão da Cultura de Defesa Civil

O objetivo da “Difusão da Cultura de Defesa Civil” é disseminar a cultura de Defesa Civil aos órgãos participantes do sistema como também à sociedade civil e à mídia, proporcionando novos valores e comportamentos, sobretudo, àqueles que reforçam as ações preventivas.

A difusão da cultura de Defesa Civil, através de seminários e cursos, é elemento essencial que fortalece a integração dos diversos órgãos do Sistema Estadual de

Defesa Civil - SIEDEC para o cumprimento de suas diretrizes e procedimentos, gerando um quadro gerencial e técnico mais qualificado e formando os multiplicadores da cultura, em especial no âmbito das comunidades residentes nas áreas de riscos, que realizarão, em conjunto, ações preventivas e ações socorristas. Permite ainda uma conscientização da população em geral, aculturando-a à questão da proteção pública, da solidariedade entre os habitantes de determinados locais ou regiões e da necessidade da existência e conservação de um ambiente próspero, mais limpo, sadio, harmônico e não agredido.

Finalmente, as atividades de Defesa Civil, ou de proteção pública, ou de administração de emergências em toda a sua abrangência, somente terão sucesso caso não sejam paternalistas e encaradas apenas como um direito do cidadão. Elas serão, acima de tudo, um dever do cidadão que, para desfrutá-las, deverá estar sintonizado e consciente dos riscos e suas correspondentes soluções no espaço que influencia sua vida, devendo participar dos assuntos que dizem ou passam a dizer respeito à sua vida e a de sua região, procurando trazer outros colaboradores ou interessados à defesa de seus direitos e exigir, de forma organizada, cooperativa e construtiva planos de ações dos órgãos responsáveis pela Defesa Civil.

O documento final é composto de sete capítulos, versando sobre os seguintes assuntos: objetivo, levantamento das necessidades de treinamento, desenvolvimento do workshop, desenvolvimento dos seminários, relatório das atividades de difusão da cultura, relatório fotográfico e relatório da cobertura da imprensa local aos seminários.

d) Estudos Hidrometeorológicos

O documento final deste produto é composto de duas partes, uma relativa aos Estudos Hidrológicos (Parte A) e outra relativa aos Estudos Meteorológicos (Parte B), versando sobre os assuntos apresentados a seguir.

O objetivo da Parte A é ressaltar a importância de realizar estudos hidrológicos, baseado no fato de que é a hidrologia que permite a compreensão da relação entre chuva e deflúvio em uma bacia hidrográfica, isto é, conhecer como o uso do solo (seja o do espaço construído ou do espaço natural) transformaram as precipitações em deflúvios. Estes escoam para fora da bacia hidrográfica ou permanecem armazenados temporariamente no solo, nas ruas e avenidas, podendo causar transtornos à população e destruir patrimônio.

Destaca ainda que, em função da dinâmica intensa de ocupação do solo, novos espaços naturais são continuamente incorporados ou transformados em espaços construídos, gerando aumento do deflúvio. Esta incorporação é problemática quando parte ou maioria do espaço recém construído são áreas sem infra-estrutura de águas, esgotos e arruamentos. Passam a gerar escoamento superficial e, por conseguinte, deflúvios, além de sedimentos que não são absorvidos pelas redes de serviços instalados.

As áreas contempladas foram os municípios da Baixada Fluminense, os municípios da Região Serrana e áreas do entorno da Av. Brasil, que já foram alvo de estudos hidrológicos em diferentes épocas.

A Parte A é composta de seis capítulos e um apêndice de mapas, os quais são desenvolvidos a partir dos temas mais relevantes, versando sobre os seguintes assuntos: desenvolvimento conceitual, diagnóstico preliminar das áreas alvo, critérios para preparação de diagnóstico, desastres, processos naturais e interativos, estudos, estratégias e procedimentos necessários e bibliografia citada e consultada.

O objetivo da Parte B é o estabelecimento de uma estrutura de enlace dinâmico entre o Departamento de Climatologia e Meteorologia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro - DCM/UERJ e a Defesa Civil, através da implantação de um esquema de pesquisa e uso de informações meteorológicas dentro da filosofia do Decênio Internacional Para a Redução dos Desastres Naturais - IDNDR da Organização das Nações Unidas.

Dois aspectos fundamentais foram considerados:

- A necessidade de adaptar a estrutura já existente na UERJ para se coletar eficientemente informações e produtos meteorológicos disponíveis e de gerar outros, considerados importantes para a identificação e quantificação da situação do tempo no Estado, integrando-os e colocando-os de forma adequada para disseminação e utilização em tempo hábil.
- A necessidade de ampliação das suas atividades de pesquisa em Meteorologia Aplicada, que permitam colocar seus produtos, seletivamente, na forma adequada para os diferentes usuários.

A Parte B é composta de onze capítulos, versando sobre os seguintes assuntos: introdução, sistema de geração de dados e disseminação de produtos, o sistema atmosférico, a circulação geral da atmosfera (CGA), massas de ar e frentes mais comuns da América do Sul e sua participação na variação das condições de tempo na região sudeste, o meio ambiente, a explosão demográfica e seus desastres naturais, meteorologia, desastres naturais e Defesa Civil, Interface UERJ/DGAC, recursos técnicos disponíveis no DCM/UERJ, o Sistema de informação e monitoramento meteorológico SIMMET/UERJ e referências bibliográficas.

Finalmente, cabe ressaltar que o imenso mérito deste trabalho, o primeiro em nosso país com espectro abrangente estadual, que o Autor desta Tese coordenou, foi a sensível mudança de comportamento das estruturas altamente corporativistas, especialmente os novos comandantes militares que estão na linha de frente da estrutura de defesa civil, que passaram a tratar a gestão de emergências de uma forma mais abrangente, com a preocupação de implementar sistemas com maior tecnologia.

10.3.2. São Paulo

Resumindo a problemática específica das enchentes na Cidade de São Paulo, as mesmas podem ser classificadas em dois tipos, não totalmente independentes, quais sejam:

- Aquelas que ocorrem ao longo dos rios Tietê, Pinheiros e baixo Tamanduateí, ocupando extensas áreas contínuas e que trazem como consequência maior, grandes transtornos à metrópole pela interdição das avenidas marginais dos citados rios, que constituem as mais importantes do sistema viário metropolitano.
- Aquelas que ocorrem ao longo dos córregos e ribeirões e que são distribuídas em diversos pontos da malha urbana, afetando um grande contingente populacional local.

Nos últimos anos o problema de enchentes no Município de São Paulo, cada vez mais tem merecido um lugar de destaque. Ocorrem todo ano, causam prejuízos diversos às populações que são direta e indiretamente atingidas. Se formos estabelecer um ano como marco de toda mobilização para o controle das enchentes na Cidade de São Paulo, sem dúvida este ano seria 1991, que foi um dos mais significativos em termos de chuvas e de infortúnios a ela associados.

O cenário deste ano pode ser avaliado considerando que as previsões meteorológicas indicavam 619 milímetros de chuva para o período e, no entanto, elas atingiram a marca de 1.086 milímetros, sendo registrados apenas no mês de março 457 milímetros de chuva, 294 milímetros acima do previsto.

Vários planos foram elaborados com o intuito de minimizar as consequências das enchentes na cidade. Porém, a falta de integração dos órgãos e de planejamento gera uma quantidade de informações e procedimentos que, de maneira geral, não funcionam na prática. Alguns destes planos são abordados a seguir.

- **Plano da COMDEC**

O Plano tem seu início com o conceito de “Emergência”, definindo como: “as situações imprevisíveis e inevitáveis consumadas, causadas por fatores anormais e adversos (enchentes, incêndios, desmoronamentos, desabamentos), ocasionando desabrigados e perda de bens imprescindíveis à vida humana, afetando gravemente a população atingida e privando-a total ou parcialmente do atendimento de suas necessidades.”

Em seguida é apresentado a forma de acionamento dos órgãos participantes: SAR - Secretaria das Administrações Regionais, Ars - Administrações Regionais, COURGE - Coordenadoria de Urgências Urbanas, COMDEC - Comissão Municipal de Defesa Civil, GAB-PREF - Gabinete do Prefeito, BOMBEIROS, CET, entre outros.

Com relação às atribuições, compete às ARs: manter operacional o sistema de atendimento às Urgências Urbanas 24 horas/dia. A coordenação do atendimento fica

sob a responsabilidade do Administrador Geral e/ou Coordenador Regional da COURGE.

As equipes previstas para atendimento, em plantão de 24 horas, são formadas por: operador de rádio, engenheiro ou arquiteto, agente vistor, encarregado de tráfego, encarregado e operacionais de limpeza. Os recursos materiais básicos necessários para atendimento são: viatura (abastecida) com rádio, caminhões e máquinas (abastecidos e funcionando), bombas de sucção, guinchos e caminhões pipa.

A estrutura de atendimento para a cidade de São Paulo está dividida em oito grupos, conforme apresentado Quadro 10.2.2.a.

QUADRO 10.2.2.a - AGRUPAMENTO DAS ARs SEGUNDO AÇÃO EMERGENCIAL

GRUPO	ADMINISTRAÇÃO REGIONAL
1	Ipiranga - IP
	Vila Mariana - VM
	Jabaquara - JÁ
2	Capela do Socorro - CS
	Campo Limpo - CL
	Santo Amaro - SA
3	Butantã - BT
	Pinheiros - PI
	Lapa - LA
4	Freguesia do Ó - FO
	Pirituba/Jaraguá - PJ
	Perus - PR
5	Vila Maria/Guilherme - MG
	Santana - ST
	Jaçanã/Tremembé - JT
6	Penha - PE
	Moóca - MO
	Ermelino Matarazzo - EM
7	Itaquera - IQ
	Guaianases - G
	São Miguel Paulista - MP
8	Vila Prudente - VP
	São Mateus - SM
	Aricanduva/Vila Formosa - AF

Fonte: COMDEC

Existe um fluxo de procedimento geral que é especificado desta forma: quando a ação for de tal amplitude que não possa ser atendida isoladamente pela Regional onde ocorreu a emergência, esta deverá acionar a(s) Regional(ais), preferencialmente dentro do seu Grupo. A(s) Regional(ais) acionada(s) deverá(ão) colocar todos os meios

materiais e humanos à disposição da Regional onde houve a emergência. Neste caso, a gestão dos trabalhos ficará a cargo do Administrador e/ou Coordenador da COURGE da Regional, que deverá comunicar de imediato a emergência ao Gabinete da SAR e ao Coordenador da COURGE-SAR/GAB. Ao término dos trabalhos, num prazo máximo de 24 horas, o(s) administrador(es) regional(ais) deverá(ão) enviar relatório detalhado à Chefia do Gabinete da SAR, COMDEC-GAB/PREFEITO e SAR/COURGE.

O Plano de Atendimento às Urgências Urbanas apresenta uma estrutura de agrupamentos de ARs para atuação em situações críticas. Esta forma de estrutura favorece as ações onde os recursos humanos e materiais são compartilhados entre os Grupos. Um fato que merece ser mencionado é a preocupação de especificar que os recursos materiais que serão utilizados diretamente na emergência, quando relacionados, deverão estar em condições de uso, o que parece óbvio, porém, na prática, sempre se depara com alguma dificuldade de última hora. Simulados de acionamento são os exercícios para evitar este tipo de problemas.

- **Plano da EMPLASA - Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo**

O “Plano de Contingência para Estados Críticos de Chuva Excessiva na Região Metropolitana de São Paulo” foi uma ação conjunta do Governo do Estado com a Prefeitura da Cidade de São Paulo. Este Plano faz parte de um Programa de Controle de Enchentes do Governo do Estado de São Paulo.

Para o desenvolvimento do Plano, foi criado um Grupo Executivo de Coordenação integrado pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC e pela EMPLASA. Esta última é responsável pela articulação dos órgãos e instituições ao nível do estado e dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo diretamente envolvidos.

O objetivo principal do Plano é integrar e desencadear operações de caráter preventivo e emergencial relacionadas à Defesa Civil e à segurança urbana. Baseando-se no princípio de que compete aos municípios o primeiro atendimento às emergências, é de suma importância que cada município integrante da RMSP estabeleça e aperfeiçoe as estruturas próprias de Defesa Civil, sem as quais torna-se difícil a adoção de procedimentos preventivos e até emergenciais.

A estratégia de ação do Plano está organizada em cinco grandes grupos, denominados de Programas Emergenciais, de forma a possibilitar a articulação entre os vários órgãos intervenientes e a otimização dos recursos disponíveis. Os Programas Emergenciais são os listados a seguir.

- Programa Alternativo de Transporte, Circulação e Acessos.
- Programa de Salvamento e Assistência aos Cidadãos atingidos por inundações e/ou escorregamentos.
- Programa de Desinterdição e Limpeza das Áreas Afetadas.
- Programa de Controle Sanitário e Epidemiológico nas Áreas Afetadas.

- Programa de Comunicação Preventiva e de Orientação.

Para o período de chuvas, compreendido entre os meses de novembro a março, foram atribuídos os estados críticos, isto é, observação, atenção, alerta e emergência, e seus indicadores a partir de dados fornecidos pelo DAEE.

A operacionalização do Plano é de responsabilidade da CEDEC, com o apoio técnico da EMPLASA, promovendo a articulação e integração entre os vários órgãos e entidades governamentais intervenientes, bem como a deflagração de campanhas de orientação à população. O desencadeamento dos procedimentos emergenciais do Plano atende a três atividades básicas: coleta e divulgação da informação, coordenação das medidas operacionais e execução das medidas de ações.

- **CET** - Companhia de Engenharia de Tráfego

A CET está conectada a uma rede de informações que engloba desde órgãos que trabalham com previsão do tempo até radio táxis. O objetivo é levar a informação aos motoristas para evitar as cenas de carros ilhados.

A CET utiliza dois "hovercrafts" (carros anfíbios). Os carros anfíbios são utilizados para resgates de motoristas ilhados como também na operação dos trabalhos onde haja necessidade de locomoção em pontos estratégicos alagados.

A empresa fez acordos com diversos órgãos para ajudar na orientação aos motoristas. Está previsto que o DERSA e as polícias estadual e federal coloquem faixas nas rodovias para avisar aos motoristas quando a Marginal do Tietê estiver alagada.

Os caminhões devem ficar retidos nas balanças, postos rodoviários existentes ao longo das Rodovias Dutra e Castelo Branco, pela Polícia Rodoviária, até que as marginais estejam abertas para o tráfego.

Para aqueles que estão na Marginal Tietê, a CET elaborou rota alternativa de fuga, mas estes caminhos não absorvem os 400 mil veículos que diariamente circulam nas marginais, dos quais 115 mil são caminhões.

Uma outra opção para o tráfego das Rodovias dos Bandeirantes, Anhangüera e Castelo Branco, que afluem para a Marginal do Tietê, é desviar, por exemplo, para a Marginal do Pinheiros, que geralmente não sofre problemas de transbordamento do rio.

As rádios AM estarão em contato com a CET, tanto para saber quais são os locais inundados quanto para informar à empresa se há novos pontos de alagamento ou transbordamento.

Está prevista também uma campanha, a ser veiculada pela mídia, solicitando aos motoristas que são obrigados a passar pela Marginal do Tietê que adiem seus compromissos nos dias de enchente. Do mesmo modo, deverá ser criada uma

conscientização de toda a população para que, em dias de chuva forte, procurem informações pelo telefone 194.

A CET possui uma equipe de prontidão, no período de chuvas, para bloquear a Marginal do Tietê assim que houver risco de transbordamento. Através de acordos com a Eletropaulo, Departamento de Águas e Energia - DAEE/ Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica - FCTH a CET, obtém dados meteorológicos, através do radar para a previsão da quantidade de chuva que poderá cair e a possibilidade de ocorrência de enchente.

O radar mostra-se adequado para fornecer informações para modelos de previsão de chuvas e inundações a curto prazo, quando se tratar daquelas provocadas por frentes ou linhas de instabilidade. Nos casos de chuvas convectivas, ou de formação local, não há tempo hábil para tratamento e transmissão das informações, já que se trata de fenômenos de menor duração que o primeiro e de abrangência restrita. Estes fenômenos são de grande importância, uma vez que podem provocar chuvas intensas causadoras de inundações, particularmente em bacias urbanizadas.

Com o objetivo de minimizar tal deficiência, a CET desenvolveu um meio de previsão que consiste na capacitação de técnicos dos Postos Avançados de Campo - PAC, localizados em coberturas de vários edifícios para acompanhamento visual do trânsito. Após o treinamento, um posto localizado na Avenida Paulista passou a observar também a formação e o deslocamento de nuvens que possam causar chuvas intensas, transmitindo de imediato essas informações para a Defesa Civil, via rádio, que a retransmite para os demais órgãos da PMSP, tais como: Administrações Regionais, Secretarias Municipais e outros participantes de convênios.

Vale ressaltar que todas estas medidas apresentadas no Plano Emergencial da CET têm a finalidade de apresentar uma alternativa de fuga para os motoristas, para que os mesmos não fiquem ilhados e sofram danos físicos e materiais.

10.4. Análise da Estrutura Atual e Competência Legal do Sistema Municipal de Defesa Civil de São Paulo

10.4.1. Estrutura Atual do SIMDEC

O Regulamento do Sistema Municipal de Defesa Civil - SIMDEC está definido no Decreto Municipal nº 26.188/88. Segundo o referido Decreto, compete ao SIMDEC, através da Comissão Municipal de Defesa Civil - COMDEC, a coordenação de esforços de todos os órgãos públicos e privados e com a comunidade em geral, para o planejamento e a execução de medidas permanentes, preventivas, de socorro, assistenciais ou recuperativas destinadas a evitar ou minimizar consequências danosas de eventos previsíveis e imprevisíveis, a fim de preservar o moral da população e restabelecer o bem estar social.

Os integrantes do SIMDEC são a Comissão Municipal de Defesa Civil - COMDEC, vinculada à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC; Comissões Distritais de Defesa Civil - CODDEC, subordinadas à COMDEC e com circunscrição nas respectivas Administrações Regionais. Cada Comissão Distrital de Defesa Civil - CODDEC será composta por Núcleos Comunitários de Defesa Civil - NUDEC.

As Comissões Distritais de Defesa Civil poderão constituir Conselhos de Entidades não Governamentais - CENG, com âmbito de atuação nas respectivas Administrações Regionais. O CENG também poderá ser constituído pela COMDEC, integrando a Comissão, para atuação no âmbito do município da capital.

As Figuras 10.4.1.a e 10.4.1.b apresentam, respectivamente, o esquema e o organograma do SIMDEC.

Fonte: Decreto 26.188/88

FIGURA 10.4.1.a - Esquema do SIMDEC

(·) OS CENG PODERÃO SER CRIADOS A NÍVEL DE SAR E AR.

Fonte: Decreto 26.188/88

FIGURA 10.4.1.b - Organograma do SIMDEC

10.4.2 Competência dos Órgãos do SIMDEC

As competências dos integrantes do SIMDEC são definidas no Decreto Municipal nº 26.188/88 de forma detalhada. Nesta Tese, no entanto, somente serão apresentadas algumas destas competências consideradas necessárias ao entendimento do Plano de Ações proposto para a Defesa Civil.

a) Comissão Municipal de Defesa Civil - COMDEC

Incluem-se entre as competências da COMDEC:

- Coordenar a atuação dos órgãos municipais públicos e privados integrantes do Sistema, articulando-os com os das esferas estadual e federal.
- Acompanhar e avaliar as operações de defesa civil desencadeadas no Município de São Paulo, bem como o desempenho dos órgãos que a integram.
- Promover a elaboração de folhetos informativos e publicações, bem como sua distribuição aos órgãos públicos e privados, ao público e à imprensa.

Os órgãos da administração pública municipal indireta e a comunidade devem cooperar com a COMDEC.

b) Comissões Distritais de Defesa Civil - CODDEC

As Comissões Distritais de Defesa Civil atuarão em conformidade com as diretrizes e as normas emanadas da COMDEC. A partir das proporções e dimensão do evento ocorrido, a CODDEC assumirá as operações de defesa, cabendo-lhe, basicamente, a função de estabelecer, executar, controlar e avaliar o seu programa de trabalho. No desempenho de suas atribuições solicitará à COMDEC a mobilização e ação dos órgãos que compõem o Sistema, bem como os demais recursos necessários ao atendimento.

No âmbito de sua área regional, cabe à CODDEC a adoção de medidas de permanente vigilância e controle do patrimônio e a adoção dos meios de informação e comunicação.

c) Núcleos Comunitários de Defesa Civil - NUDEC

Os NUDEC são orientados e têm suas ações disciplinadas pelas CODDEC, devendo ser estruturados de acordo com o tipo de prestação de serviço que caracterizará a sua participação no Sistema.

d) Conselho de Entidades não Governamentais - CENG

As Comissões Distritais de Defesa Civil poderão organizar o CENG, que cooperará, basicamente, com o Sistema em tarefas de mobilização e organização dos recursos comunitários, humanos, tecnológicos, financeiros e materiais oriundos da comunidade.

10.4.3. Plano de Ação do Sistema Municipal de Defesa Civil

O Plano de Ação tem por finalidade definir e orientar o funcionamento do SIMDEC no âmbito do Município de São Paulo.

Constitui um subsistema local, vinculando-se aos Sistemas de Defesa Civil do Estado de São Paulo e da União, conforme estabelece o Decreto 7.550 de 09 de fevereiro de 1976.

O Plano foi proposto segundo as normas e conceitos adotados pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC e procura definir um esquema básico de operação para a área do município, definindo competências, responsabilidades e formas de integração e articulação dos órgãos que o compõem.

O Plano parte do pressuposto que as ações de Defesa Civil, atribuídas aos órgãos municipais e estaduais, devem ocorrer integradamente e possibilitar uma imediata e ordenada prestação de serviços.

Vale ressaltar, no entanto, que o Plano não esgota a necessidade de continuidade das funções de planejamento do Sistema, visando a formulação de Planos Específicos e Setoriais que realizem o detalhamento operacional das atividades básicas nele definidas.

a) Conceituação e Fases da Defesa Civil

Defesa Civil é o conjunto de medidas permanentes, preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas destinadas a evitar ou minimizar consequências danosas de eventos desastrosos, previsíveis e imprevisíveis, a fim de preservar o moral da população e restabelecer o bem-estar social.

Relaciona-se, fundamentalmente, à prevenção e solução de problemas gerados por calamidades decorrentes de fenômenos e desequilíbrios da natureza, bem como de fatores ligados à comunidade.

Considerando a ocorrência dos chamados “eventos” ou calamidades, quer naturais, quer humanas, conforme metodologia adotada pelo Sistema Estadual de Defesa Civil (SEDEC), as ações de prevenção e combate podem se desenvolver em quatro fases, que se desdobram em sub-fases, conforme quadro 10.4.3.a

QUADRO 10.4.3.a - AÇÕES DE PREVENÇÃO E COMBATE

FASE	SUB-FASES
Preventiva	Análise Prevenção Pré-Calamidade
Socorro	Pré-Impacto Impacto (ou Emergência) Calamidade
Assistencial	Assistência Inicial Reabilitação
Recuperativa	Recuperação

Fonte: Decreto 26.188/88

Fase preventiva: corresponde ao momento do planejamento e implemento de medidas técnicas, administrativas e legais durante a situação de normalidade de forma a criar, rever ou aperfeiçoar os sistemas e subsistemas estabelecidos.

Fase de socorro: diz respeito às operações de combate, salvamento e proteção a serem desencadeadas em situações de anormalidade, ou seja, na ocorrência de eventos desastrosos ou calamidades.

Fase assistencial: diz respeito, inicialmente, à triagem e cadastramento das populações atingidas e flageladas.

Cabe aqui estabelecer a diferença entre população atingida e população flagelada. A primeira refere-se às pessoas com recursos e em condições de sobrevivência e superação do problema sem auxílio especial. Por outro lado, a população flagelada corresponde às pessoas que realmente necessitam de amparo e ajuda, material ou financeira.

Após o cadastramento inicial, esta fase prevê o atendimento imediato, social e de saúde, à população nas áreas de ocorrência ou nos abrigos e a reabilitação inicial da área atingida, a fim de permitir o retorno progressivo dos habitantes.

Nesta fase, prossegue o atendimento social da população, no sentido de solucionar o problema emergencial, providenciando seu retorno às moradias recuperadas ou, na impossibilidade, mudança para outros locais.

Fase recuperativa: corresponde, geralmente, ao período mais longo, demandando adoção de medidas para restabelecimento completo da situação de normalidade, proporcionando o funcionamento pleno da localidade afetada.

b) Estrutura do Sistema Municipal de Defesa Civil

Conforme dispõe o Decreto no 21.782 de 26 de dezembro de 1985 e o Decreto no 21.849 de 7 de janeiro de 1986, compõem o Sistema Municipal de Defesa Civil:

- Comissão Municipal de Defesa Civil - COMDEC, vinculada à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil.
- Comissões Distritais de Defesa Civil - CODDEC, subordinadas à COMDEC e compostas por Núcleos Comunitários de Defesa Civil - NUDEC.

Considerando-se a importância e abrangência das ações da Defesa Civil, o Decreto Municipal nº 26.188/88 prevê o envolvimento e a participação direta das secretarias municipais a seguir relacionadas, como forma de viabilizar a realização de todas as ações competentes ao SIMDEC:

- Secretaria Municipal de Bem-Estar Social - SEBES
atual: Secretaria da Família e do Bem Estar Social - FABES
- Secretaria das Administrações Regionais (SAR)
atual: Secretaria das Administrações Regionais (SAR)
- Secretaria de Higiene e Saúde (SHS)
atual: Secretaria Municipal da Saúde (SMS)
- Secretaria Municipal de Educação (SME)
atual: Secretaria Municipal de Educação (SME)
- Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano - Superintendência de Habitação Popular (SEHAB/HAB)
atual: Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano - Superintendência de Habitação Popular (SEHAB/HAB)
- Secretaria Municipal de Abastecimento (SEMAB)
atual: Secretaria Municipal de Abastecimento (SEMAB)
- Secretaria das Finanças (SF)
atual: Secretaria das Finanças (SF)
- Secretaria Municipal do Planejamento (SEMPLA)
atual: Secretaria Municipal do Planejamento (SEMPLA)
- Secretaria Municipal de Esportes, Lazer e Recreação (SEME)
atual: Secretaria Municipal de Esportes, Lazer e Recreação (SEME)

- Secretaria Municipal de Transportes (SMT)
atual: Secretaria Municipal de Transportes (SMT)
- Secretaria Municipal de Defesa Social (SEMDES) - ANEXADA a Secretaria dos Negócios Extraordinários, esta EXTINTA em 1993.
- Assistência Militar do Gabinete do Prefeito
atual: Assessoria Policial Militar da Prefeitura do Município de São Paulo - APMPMSP
- Secretaria Municipal da Administração (SMA)
atual: Secretaria Municipal da Administração (SMA)
- Secretaria de Serviço e Obras (SSO)
atual: Secretaria de Serviço e Obras (SSO)
- Secretaria de Vias Públicas (SVP)
atual: Secretaria de Vias Públicas (SVP)

Todas as Secretarias deverão informar a COMDEC sobre os recursos disponíveis a serem utilizados em situação de emergência ou calamidade pública.

O Decreto ainda prevê que cada órgão integrante ou participante do Sistema tenha o seu Plano Setorial de Ação, válido para atendimento de qualquer tipo de calamidade, conforme normas estabelecidas pela COMDEC. O Plano Setorial poderá ser desdobrado em Planos Específicos de Ação para atendimento a determinados tipos de ocorrências emergenciais, levando em conta as peculiaridades das diferentes situações e dos locais onde ocorrem com maior incidência. Deverão incluir também o nível de envolvimento de cada órgão envolvido e programações de treinamento dos recursos humanos indicados para atuar.

c) Esquema de Ação do Sistema Municipal de Defesa Civil - SIMDEC

Partindo do princípio que as ações de defesa têm início no Município, a quem cabe fixar as primeiras medidas e providências, o esquema de ação apresentado no organograma da Figura 10.4.3.a indica a seqüência das principais atividades previstas e competência dos órgãos de âmbito municipal de maior representatividade no Sistema.

FASES E SUB-FASES			ATIVIDADES	ÓRGÃOS COMPETENTES	
PREVENTIVA	PREVENÇÃO	ANÁLISE	PLANEJA- MENTO	AVALIAÇÃO DAS OPERAÇÕES EXECUTADAS. ELABORAÇÃO E/OU ATUALIZAÇÃO DOS PLANOS GERAIS.	COMDEC
		IMPLEMENTAÇÃO	MONTAGEM DE ESQUEMAS DE PRONTIDÃO. MONTAGEM DE REDE DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO.	COMDEC ASSISTÊNCIA MILITAR SGM CODDEC	
			ADOÇÃO DE MEDIDAS DE PERMANENTE VIGILÂNCIA SOBRE A ÁREA. ADOÇÃO DE MEDIDAS DE DEFESA DO PATRIMÔNIO DA ÁREA E DE FISCALIZAÇÃO ESPECIAL.	CODDEC SEHAB SSO SVP	
			MONTAGEM E DISTRIBUIÇÃO DE BOLETINS INFORMATIVOS E PUBLICAÇÕES.	COMDEC CODDEC	
	PRÉ CALAMIDADE	IMPLANTAÇÃO	EXECUÇÃO DE PROGRAMAS DE TREINAMENTO DE PESSOAL	CADA ÓRGÃO INTEGRANTE DO SISTEMA	
			OBSERVAÇÃO PERMANENTE DA ÁREA. ADOÇÃO DE MEDIDAS PARA PRONTA MOBILIZAÇÃO DOS ÓRGÃOS E RECURSOS DO SISTEMA MANUTENÇÃO DE ESTADO DE ALERTA.	COMDEC ASSISTÊNCIA MILITAR SGM CODDEC	

Fonte: 26.188/88

FIGURA 10.4.3.a - Organograma de Atendimento

FASES E SUB-FASES			ATIVIDADES	ÓRGÃOS COMPETENTES
SOCORRO	PRÉ-IMPACTO	IMPLANTAÇÃO / EXECUÇÃO	COMUNICAÇÃO DE UM POSSÍVEL EVENTO. COMUNICAÇÃO DO ALARME.	COMDEC CODDEC
			PERÍCIA TÉCNICA, SE NECESSÁRIA	CODDEC ASSISTÊNCIA MILITAR SEHAB / SVP
			ACIONAMENTO DO ESQUEMA DE DEFESA; COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO DOS ÓRGÃOS E DEMAIS RECURSOS INTEGRANTES DO SISTEMA.	COMDEC
			MOBILIZAÇÃO E COLOCAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS, FÍSICOS E FINANCEIROS À DISPOSIÇÃO, CONFORME ESQUEMA MONTADO.	COMDEC CODDEC
			EVACUAÇÃO DAS POPULAÇÕES NAS ÁREAS ATINGIDAS.	CODDEC ASSISTÊNCIA MILITAR SMT SMS NUDEC
			INFORMAÇÃO AO PÚBLICO E À IMPRENSA.	COMDEC
	IMPACTO OU EMERGÊNCIA	EXECUÇÃO	ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SALVAMENTO, SEGURANÇA E PROTEÇÃO POLICIAL, JUNTO ÀS ÁREAS E POPULAÇÕES ATINGIDAS PELO EVENTO.	ASSISTÊNCIA MILITAR CODDEC FABES NUDEC
			PERÍCIA TÉCNICA, QUANDO NECESSÁRIA.	SEHAB CODDEC
			ATENDIMENTO MÉDICO DE URGÊNCIA ÀS ÁREAS E ÀS VÍTIMAS DA OCORRÊNCIA	SMS
			TRANSPORTES DAS POPULAÇÕES ATINGIDAS E/OU FLAGELADAS E, SE NECESSÁRIO, REMOÇÃO PARA ABRIGOS DE EMERGÊNCIA.	CODDEC SMT NUDEC
			INFORMAÇÃO AO PÚBLICO E À IMPRENSA.	COMDEC
	CALAMIDADE	EXECUÇÃO	CANALIZAÇÃO E INTENSIFICAÇÃO DAS PROVIDÊNCIAS ADOTADAS NA SUB-FASE ANTERIOR, NA MEDIDA DA PROGRESSÃO DO EVENTO.	COMDEC
			INFORMAÇÃO AO PÚBLICO E À IMPRENSA	COMDEC

Fonte: 26.188/88

FIGURA 10.4.3.a - Organograma de Atendimento (continuação)

FASES E SUB-FASES			ATIVIDADES	ÓRGÃOS COMPETENTES
ASSISTENCIAL	REABILITAÇÃO	EXECUÇÃO	DESCONTAMINAÇÃO, LIMPEZA OU DESINFECÇÃO DAS ÁREAS ATINGIDAS. DESOBSTRUÇÃO E REMOÇÃO DOS ESCOMBROS, QUANDO A SITUAÇÃO O EXIGIR.	CODDEC SVP SSO
			ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SANEAMENTO DE ÁREAS E IMUNIZAÇÃO DA POPULAÇÃO.	FABES
			PROSSEGUIMENTO DO ATENDIMENTO SOCIAL, VISANDO SOLUÇÃO DO PROBLEMA EMERGENCIAL.	FABES
			RETORNO DA POPULAÇÃO ÀS MORADIAS RECUPERADAS OU MUDANÇAS PARA OUTROS LOCAIS.	FABES CODDEC SMT ASSISTÊNCIA MILITAR
			INFORMAÇÃO AO PÚBLICO E À IMPRENSA	COMDEC
	ASSISTENCIA INICIAL	EXECUÇÃO	TRIAGEM E CADASTRAMENTO DA POPULAÇÃO ATINGIDA E FLAGELADA. MANUTENÇÃO DE ABRIGOS DE EMERGÊNCIA, COM PROTEÇÃO POLICIAL À POPULAÇÃO INSTALADA. ATENDIMENTO SOCIAL E DE SAÚDE IMEDIATO, À POPULAÇÃO, NAS ÁREAS DE OCORRÊNCIAS OU EM ABRIGOS DE EMERGÊNCIA.	SEBES ASSISTÊNCIA MILITAR NUDEC CODDEC SMS DEFESA SOCIAL
			INFORMAÇÕES AO PÚBLICO E À IMPRENSA	COMDEC

Fonte: 26.188/88

FIGURA 10.4.3.a - Organograma de Atendimento (continuação)

FASES E SUB-FASES			ATIVIDADES	ÓRGÃOS COMPETENTES
RECUPERATIVA	RECUPERAÇÃO	EXECUÇÃO	DESOCUPAÇÃO E FECHAMENTO DOS ABRIGOS INSTALADOS.	SEBES CODDEC
			ADOÇÃO DE MEDIDAS PARA RESTABELECIMENTO COMPLETO DA SITUAÇÃO DE NORMALIDADE.	COMDEC CODDEC SSO SEHAB SVP
			ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS SETORIAIS DE ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES.	CADA ÓRGÃO INTEGRANTE DO SISTEMA
		CONTROLE E AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO DAS OPERAÇÕES EXECUTADAS.	COMDEC CODDEC CADA ÓRGÃO INTEGRANTE DO SISTEMA
			INFORMAÇÕES AO PÚBLICO E À IMPRENSA. DISTRIBUIÇÃO DE PUBLICAÇÕES E BOLETINS INFORMATIVOS.	COMDEC

Fonte: 26.188/88

FIGURA 10.4.3.a - Organograma de Atendimento (continuação)

10.5. Análise Face às Disposições Legais

A análise do Sistema Municipal de Defesa Civil foi realizada através de pesquisas bibliográficas e da consulta ao material fornecido pela COMDEC, permitindo estabelecer uma visão sintética da situação presente da Defesa Civil do Município de São Paulo.

Assim, foram consultados os seguintes documentos:

- Decreto Nº 895, de 16 de agosto de 1993, que dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC.
- Estado de São Paulo - Manual de Defesa Civil - Síntese da Doutrina - Volume VII, que apresenta os conceitos, as ações e os procedimentos da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil.
- Decreto Nº 26.188, de 17 de junho de 1988, que aprova o Regulamento do Sistema Municipal de Defesa Civil de São Paulo - SIMDEC.

O Sistema Municipal de Defesa Civil é o instrumento de conjugação de esforços de todos os órgãos governamentais, privados e entidades não governamentais com a comunidade, visando o planejamento e a execução de medidas permanentes, preventivas, de socorro, assistenciais ou recuperativas, destinadas a evitar ou minimizar as conseqüências de ameaças ou do desencadeamento de fatores anormais e adversos, a fim de salvaguardar a população, seus bens e serviços, preservar o moral social e promover o eco-desenvolvimento.

Fazendo uma consolidação dos dispositivos das legislações federal, estadual e municipal, são apresentados os seguintes enfoques:

- A Defesa Civil deve planejar suas atividades e promover a defesa permanente contra desastres.
- A Defesa Civil deve dedicar-se à prevenção e/ou minimização dos danos provocados pelos desastres.
- A Defesa Civil deve socorrer e assistir populações atingidas e recuperar as áreas deterioradas por desastres.
- A Defesa Civil deve contar com recursos orçamentários.
- O Município é o órgão primário de ação de Defesa Civil, seguindo-se-lhe o Estado e a União com um papel suplementador.
- As ações de Defesa Civil devem ser desenvolvidas através da participação cooperativa dos órgãos da administração pública, entidades privadas e comunidade.

10.6. Proposta de um Centro de Controle de Operações

10.6.1 Diretrizes para a Implantação de um Centro de Gestão de Emergências

O propósito de um Centro de Gestão de Emergências é dotar o órgão responsável pela administração de Emergências, no Brasil comumente chamado de Defesa Civil, de uma infra-estrutura e logística necessárias ao gerenciamento dos recursos humanos e materiais envolvidos nas ações de emergência.

A capacidade para o gerenciamento de recursos humanos e materiais em situações de emergência é função direta das condições de infra-estrutura e logística à disposição dos administradores destas situações. Esta capacidade é especialmente importante em situações de emergência quando ocorre o envolvimento de grande número de órgãos e entidades e o impacto direto sobre a opinião pública exige decisões rápidas e eficazes das autoridades. Nestes momentos, é imprescindível o acesso confiável às informações estratégicas e operacionais.

Para tanto, um Centro de Gestão deve ser equipado minimamente com meios de comunicação adequados, sistemas de visualização cartográfica das áreas de risco e dados e informações técnicas relacionadas às ocorrências.

O Centro de Gestão deve ser dotado de condições tais que assegurem o seu funcionamento permanente, sem a possibilidade de interrupção, seja por aspectos relativos a sua operação, seja por comprometimento de sua integridade física.

É proposta desta Tese, baseada na experiência do Autor que já concebeu cinco Centros, três dos quais foram implantados sob sua supervisão pessoal (PMSP / SAR - para o período de chuvas de fevereiro e março de 1992, ESCA Ambiental, em Alphaville - para a gestão de frotas e emergências ambientais, hoje desativado, e IBAMA - para o controle e acompanhamento de incêndios florestais, instalado na sede do IBAMA em Brasília), que o Centro deve possibilitar a execução de todas suas tarefas de maneira integrada e sistêmica, sendo, para tanto, constituído de 4 (quatro) unidades básicas, a saber, documentação e treinamento; comunicação; controle de emergências, e infra-estrutura, e apoio logístico. Estas unidades devem estar localizadas em espaços contíguos.

Dotar a estrutura responsável pela administração de emergências de um Centro equipado com recursos materiais adequados de nada adianta se não houver um grande esforço na preparação dos recursos humanos responsáveis pela operação do centro e pelas ações de emergência em campo. Assim sendo, o desenvolvimento dos recursos humanos deve ocorrer em paralelo com a implantação do centro e ter continuidade durante o seu funcionamento.

O conforto quanto às condições de luminosidade, ergonomia, aparência e ventilação deve ser adequado, de modo a permitir que os administradores de emergências

possam enfrentar situações de grande tensão sem o agravante do desconforto do ambiente.

10.6.2. Objetivos do Centro de Gestão

As ações, tanto rotineiras como de emergência, deverão estar adequadamente planejadas. O processo decisório é função direta do conhecimento do problema, do acesso à informação, da experiência anterior e do conhecimento e identificação dos meios a serem aplicados. Assim sendo, uma proposta para os objetivos de suas unidades são detalhadas a seguir.

10.6.2.1 Objetivos e Características da Unidade de Documentação e Treinamento

a) Documentação

Deverão ser estabelecidos e mantidos procedimentos para o controle de todos os documentos previstos, de forma a assegurar que :

- as informações necessárias possam ser facilmente localizadas;
- as informações sejam periodicamente revistas e revisadas;
- suas versões atualizadas estejam disponíveis em todos os locais onde são executadas as operações essenciais ao efetivo funcionamento do Sistema de Administração de Emergências, e
- as informações obsoletas sejam prontamente identificadas e removidas de todos os pontos de emissão e uso.

A documentação deverá ser legível, conter as datas de revisão, ser prontamente identificada, mantida de forma organizada e conservada por um período de tempo especificado. Entre os documentos, inclui-se, dentre outros, manuais de orientação e procedimentos, relatórios internos, cartografias, etc.

Dentre os manuais a serem elaborados, destaca-se a necessidade daqueles onde estarão descritos os elementos chave dos Programas de Gestão de Riscos (PGRs) e Planos de Ação de Emergência (PAEs) nos quais o Centro se insere, bem como sua interação com outros sistemas organizacionais. Considerando este enfoque e lembrando que estes manuais devem ser um recurso para facilitar o processo de documentação, sem criar entraves burocráticos, sugere-se o seguinte sumário dos itens a serem abordados:

- Documentação relacionada com os PGRs e / ou PAEs.
- Descrição dos meios e métodos para implantação dos PGRs e / ou PAEs.
- Descrição das funções e responsabilidades dos envolvidos nos PGRs e / ou PAEs.

- Procedimentos para acompanhamento da implantação dos PGRs e / ou PAEs.
- Procedimentos para avaliação dos PGRs e / ou PAEs.

Deve-se ressaltar que, devido a ampla interpretação que o termo possui, no caso dos PGRs e / ou PAEs, a documentação pode referir-se, por exemplo, a um ou mais dos tópicos a seguir listados, porém não limitados a eles :

- Metodologia para a identificação permanente de riscos de enchentes e escorregamentos.
- Critérios para aceitabilidade dos riscos.
- Levantamentos específicos de áreas de riscos.
- Levantamento da vulnerabilidade das possíveis áreas e comunidades afetadas quando da ocorrência dos riscos de enchentes e deslizamentos.
- Levantamento dos recursos humanos e materiais de resposta aos desastres e reconstrução disponíveis em cada unidade regional responsável pelo atendimento a emergências, específicos para cada um dos riscos identificados.
- Possíveis efeitos esperados em cada uma das áreas de riscos identificadas em função de medidas estruturais e não estruturais implantadas pela administração pública.
- Registro e divulgação das informações de monitoramento relacionadas à previsão de emergências.
- Procedimentos de identificação e análise das possíveis “falhas”, de modo a subsidiar a melhoria dos Programas propostos.
- Procedimentos para o desenvolvimento e implantação de um sistema único e padronizado de cadastro de ocorrências de enchentes e deslizamentos abrangendo suas causas, conseqüências e duração dos efeitos. Este cadastro deverá fornecer os dados de entrada ou de alimentação para um Banco de Dados.
- Registro de todos os procedimentos de ação previstos.
- Registro de todas as atividades desenvolvidas.
- Informativos enviados aos elementos envolvidos no Programa, partes interessadas e comunidade.

- Planos de Ações de Defesa Civil, regionais, setoriais ou localizados.
- Registro do número de cópias emitidas de cada documento e identificação do destinatário.
- Mecanismo de atualização permanente das informações.

O Centro de Gestão deve estar dotado de um sistema de apoio cartográfico informatizado, em escalas diferenciadas, a ponto de permitir a visualização geral das áreas objeto em cada caso de interesse, bem como para a identificação temática a nível regional de assuntos que permitam a tomada de decisão estratégica, tática e operacional.

À base cartográfica, deverá estar associado um banco de dados com as informações de interesse para o atendimento à emergências, tais como:

- Local das áreas críticas de perturbações geológicas e enchentes.
- Identificação dos equipamentos e serviços públicos.
- Áreas de apoio médico e hospitalar.
- Rotas alternativas e classificação do sistema viário, com ênfase às áreas críticas em termos de acesso e volume de tráfego e outros.
- Apoio social.

Para manter todas as informações necessárias ao funcionamento, o Centro de Gestão deverá contar com um sistema básico de apoio para armazenamento de informações e acesso a dados à distância, conforme especificado nos PAEs, necessitando, para tanto, contar com softwares apropriados.

O uso deste sistema poderá ser tanto para a administração de emergências quanto para o apoio ao planejamento de atividades rotineiras, que se utilizariam da base de dados históricos para a projeção de cenários futuros.

É recomendável dispor de um espaço exclusivo para guardar e consultar livros, "papers", mapas, relatórios, etc., que constituirá a sala de documentação.

b) Treinamento

A eficiência de um Programa de Gestão de Riscos (PGR) ou de um Plano de Ações de Emergência (PAE) está intimamente relacionada ao estabelecimento e manutenção dos processos e procedimentos previstos neste sistema de gestão.

Para tanto, deverão estar definidos os documentos que estabelecem e especificam procedimentos, tanto os realizados no controle das operações no Centro, como em unidades de apoio para atendimento às situações de emergência em campo.

Para agir eficientemente, os agentes de defesa civil, sejam eles de órgãos públicos ou cidadãos integrados aos Programas e Planos, devem ter pleno conhecimento de suas atividades. A eficácia da ação da Defesa Civil depende do empenho de cada pessoa.

Todos os envolvidos devem participar do esforço para o sucesso da Defesa Civil. Para tanto, devem ser treinados sob o enfoque da disciplina. A palavra disciplina, aplicada ao pessoal de todos os níveis, significa que eles farão de fato o que dizem que vão fazer. Segundo Oakland (1994), o treinamento é o fator isolado mais importante para a efetiva melhoria da qualidade do serviço prestado por uma organização, desde que haja comprometimento neste sentido.

Para ser eficaz, o treinamento deve ser planejado de maneira sistemática e objetiva e deve ser contínuo, para atender às mudanças de tecnologia do ambiente de atuação da defesa civil e, principalmente, de membros da equipe.

As atividades de treinamento podem ser consideradas sob a forma de um ciclo de melhorias, conforme apresentado na Figura 10.6.2.1. Os elementos deste ciclo são:

- Certificação de que o treinamento seja parte da política da Defesa Civil.
- Atribuição de responsabilidade pelo treinamento.
- Definição dos objetivos do treinamento.
- Estabelecimento da organização para o treinamento.
- Especificação das necessidades de treinamento.
- Preparação dos programas e materiais de treinamento.
- Implementação.
- Avaliação dos resultados.
- Revisão da eficácia do treinamento.

Fonte: OAKLAND, J., 1994.

FIGURA 10.6.2.1 - Ciclo de treinamento

O treinamento numa estrutura organizacional deve ter, como primeiro objetivo, uma avaliação da responsabilidade pessoal de cada um, desde o nível mais alto, até os mais humildes envolvidos, relativamente ao atendimento dos requisitos da população a ser atendida. Ênfase deve ser dada para a prevenção do erro.

Considerando que a Defesa Civil deverá contar com elementos de várias secretarias e órgãos públicos, administrações regionais, cidadãos, etc., propõe-se que os treinamentos se concentrem, na medida do possível, nas dependências do Centro de Operações, que deverá dispor de uma sala adequada para esta atividade. Esta sala deve ser confortável, dotada de recursos de comunicação audio-visual e demais recursos necessários à boa comunicação.

10.6.2.2. Objetivos e Características da Unidade de Comunicação

O propósito desta unidade é facilitar o acesso às informações com níveis de confiabilidade e eficiência predeterminados para as situações de emergências previstas.

Deverá ser implantado um sistema formal de comunicação que atenda tanto às necessidades de comunicação interna entre os vários níveis e funções envolvidos nos Programas de Gerenciamento de Riscos (PGRs) e Planos de Ação de Emergência (PAEs), quanto à comunicação externa.

A comunicação interna pode abranger a transferência de informações rotineiras entre os diferentes elementos de uma mesma entidade ou entre os diferentes órgãos envolvidos na gestão dos riscos abordados pelo Programa. Além desta transferência de informações, a comunicação interna também pode envolver coletas e relatórios de informações sobre legislação, normas e regulamentações pertinentes, levantamentos de áreas de riscos, cadastro e acompanhamento da implantação de medidas estruturais e informações sobre o desempenho do Programa.

Considerando a comunicação externa, o Centro deve possuir e manter procedimentos para o recebimento, arquivo e resposta de comunicações relevantes das partes interessadas.

A comunicação deve estabelecer sistemas de retorno da informação ao cliente (população), registro de sua reação, trabalho que deve ser programado para um contínuo acompanhamento. Qualquer informação sobre o serviço deve ser coletada, conferida, interpretada, analisada e comunicada com o objetivo de melhorar a resposta, mantendo relacionamento com a experiência e a exigência do cliente, partícipe fundamental e razão de existência dos Programas e Planos. Esses mesmos princípios devem também ser aplicados internamente à organização, visando contínuo aprimoramento.

Enfim, para uma organização ser realmente eficaz, cada uma de suas partes deve trabalhar em conjunto, de maneira adequada. Cada unidade, cada atividade, cada

pessoa da organização afeta e é afetada pelos outros, sendo que o sucesso ou fracasso de um será o sucesso ou fracasso de todos.

O Centro de Gestão deve contar com meios de comunicação que permitam aos administradores de emergência receber e transmitir informações relativas às emergências. É fundamental que os meios sejam adequados aos propósitos do Programa que o mesmo deverá atender. Portanto, os meios deverão satisfazer as comunicações, respeitando-se as características de acesso, transmissão e confiabilidade que o caso requerer.

10.6.2.3. Objetivo e Características da Unidade de Controle de Emergências

O propósito básico da Unidade de Controle de Emergências é administrar as emergências, a partir de dados e informações disponibilizados pelas duas unidades descritas anteriormente.

A rede de comando é particularmente importante no caso de situação de emergência.

10.6.2.4. Objetivo e Características da Unidade de Infra-estrutura e Apoio Logístico

O atendimento à emergência requer meios adequados para o sucesso de uma determinada operação, devendo os mesmos ser selecionados com base em critérios técnicos. Entenda-se por meios, os recursos materiais e infra-estrutura, recursos humanos, instalações e logística necessários ao bom desempenho, operacionalidade, manutenção e eficiência da operação.

Considerando-se que os recursos materiais e humanos da Defesa Civil estão espalhados pelos órgãos integrantes do Sistema de Defesa Civil, é necessário que o Centro de Gestão tenha muito bem mapeado e cadastrado todos os recursos necessários ao desempenho das funções de defesa civil durante as quatro fases (preventiva, socorro, assistencial e recuperativa). Este conhecimento permitirá o acionamento rápido e eficiente dos recursos necessários ao atendimento, resultando em melhoria da qualidade dos serviços prestados.

Propõe-se que a unidade em questão seja a responsável pela atividade de articulação interinstitucional para levantamento, cadastramento e atualização das informações referentes aos recursos materiais e humanos e serviços disponíveis (manutenção de equipamentos, obras e reparo, por exemplo).

Considerando que a unidade em questão está vinculada à fase assistencial, caberá à mesma centralizar as informações a respeito de disponibilidade de alimentação, alojamento, apoio médico, meios de transporte para a população atingida, etc.

10.6.3. Funções de um Centro de Gestão de Emergências

Um Centro de Gestão de Emergências, concebido estruturalmente com as unidades descritas no item anterior, poderá servir para o desenvolvimento de diversas funções, conforme os objetivos do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) ou Plano de Ação de Emergência (PAE), em que o Centro está inserido. Para tanto, de forma integrada, alguns sistemas podem fazer parte do Centro, podendo ser brevemente citados, a título ilustrativo dentre os muitos existentes e longe do objetivo de se aprofundar no assunto, pois cada um por si já é assunto de uma Tese, os sistemas apresentados nos subitens seguintes.

10.6.3.1. Sistema de Monitoramento de Fontes Fixas

Um sistema de Monitoramento de Fontes Fixas é responsável pelo tratamento dos dados coletados remotamente, seja em plantas industriais e de armazenamento de produtos perigosos, seja em áreas de encostas ou alagáveis, ou ainda em pluviômetros espalhados em uma determinada região.

As informações coletadas remotamente são enviadas por rádio ou satélite, em alguns casos em tempo real, ao Sistema que registra e armazena os dados, podendo acionar alarmes em situações predeterminadas.

Softwares especialistas podem ser desenvolvidos para este sistema que possibilitam a visualização gráfica da instalação específica onde os sensores estão instalados, indicando qual dos sensores acusou a situação crítica ou de interesse, e permitindo ainda acesso de forma ordenada aos bancos de dados do sistema para consulta das informações cadastradas, que podem inclusive conter ou receber imagens do local ou equipamento onde o sensor está instalado.

10.6.3.2. Sistema de Monitoramento de Transporte

Um Sistema de Monitoramento de Transporte ou de Fontes Móveis possibilita o acompanhamento via satélite ou rádio frequência de veículos, por exemplo, transportando produtos perigosos, permitindo monitorar permanentemente, inclusive em tempo real, a localização do veículo, sua velocidade e vários outros parâmetros relativos ao próprio veículo, como a pressão dos pneus e acelerações e desacelerações, e da carga transportada, como sua temperatura, e outros.

Este Sistema pode conter ainda o cadastro de todas as informações importantes para o apoio da fonte móvel e auxílio em caso de emergência e na ocorrência de acidentes, tais como a localização de locais de apoio, meios disponíveis e aplicáveis para o atendimento a diversos tipos de ocorrências e sua localização (tais como hospitais, bombeiros, polícias rodoviária e florestal, equipamentos, campos de pouso e outros), qualquer que seja a rota abrangida no PAE.

Este Sistema possibilita ainda o monitoramento de unidades volantes de atendimento para a gestão e otimização de frotas e recursos, pela supervisão e fiscalização de unidades volantes de atendimento, fornecendo permanentemente sua localização e permitindo o envio de dados existentes na Central de Controle diretamente ao veículo, bem como a recepção de dados enviados por este para a Central.

10.6.3.3. Sistema de Supervisão e Controle por Imageamento

Um Sistema de Supervisão e Controle por Imageamento é uma ferramenta prática e eficiente para o planejamento e desenvolvimento de atividades dos PGRs e PAEs, visando a segurança industrial, controle ambiental, segurança pública, defesa do patrimônio público e controle de perdas, dentre outras.

Um dos sistemas que já está bastante familiar dos habitantes de São Paulo corresponde às câmaras acopladas aos helicópteros das redes de televisão (a GLOBO e a RECORD estão voando com estes sistemas desde 1997), que inclusive possuem “links” de microondas para receber e transmitir imagens ao vivo, além de poder gravá-las em video tape.

Além dessas câmaras que trabalham no espectro da luz visível, existem, com características bastante semelhantes, com mais ou menos recursos técnicos, algumas certificadas com especificações militares podendo operar sob condições ambientais extremamente difíceis, as câmaras para imageamento por infravermelho termal, gerando imagens a partir de diferenças térmicas de 0,1°C, que podem operar à noite ou na ausência da luz visível.

Em nosso país, também a população de São Paulo está se habituando a observar os helicópteros Águia da Polícia Militar de São Paulo operando com os Sistemas FLIR (“Forward Looking Infrared Imager System”), com absoluto sucesso em operações de busca e salvamento e controle ambiental.

Foi o autor desta Tese o introdutor dos Sistemas Infravermelho em nosso país, quando em 1991 /1992 procurava mapear por meios eficientes vazamentos em oleodutos, derramamentos de óleo nos recursos hídricos interiores e costeiros, bem como perdas de energia em linhas de transmissão. Desta aplicações, introduziu esta tecnologia para o uso na administração de emergências, para a busca e salvamento de pessoas soterradas em deslizamentos de terra, pessoas ilhadas em enchentes e levadas por correnteza no mar. Além disso, qualificou militarmente este sistema que foi incorporado no SIVAM, Sistema de Proteção da Amazônia, para uso nos aviões AL-X e EMB -145 da Força Aérea Brasileira.

Finalizando este item, alguns comentários sobre o sensoriamento remoto. A utilização de imagens interpretadas de satélites é uma ferramenta de grande utilidade para as funções de monitoramento ambiental, controle e combate a incêndios florestais, uso e ocupação do solo, controle de erosão, acompanhamento de episódios agudos de poluição e muitas outras. Permitem acompanhar e tomar decisões em escritório sobre

ocorrências acontecendo em locais remotos ou de difícil acesso, com segurança e em tempo hábil, evitando levantamentos de campo custosos e improdutivos.

10.6.3.4. Sistema de Registro e Tratamento de Informações

O Sistema de Registro e Tratamento de Informações compõe o Banco de Dados Principal do Centro de Gestão de Emergências, onde as informações são armazenadas de forma sistematizada após a passagem por uma triagem e equalização.

Dentre outras, as seguintes informações podem ser fornecidas por este sistema:

- Fichas técnicas de Produtos Perigosos.
- Meios necessários para atendimento a emergências, tais como hospitais, equipamentos, bombeiros, empresas, recursos especializados.
- Recursos humanos disponíveis e sua localização.
- Especialistas em diversas áreas.
- Dados históricos de ocorrência.
- Informações geográficas, meteorológicas e de sistemas viários.

A organização e utilização de bancos de dados informatizados representa um recurso poderoso e de extrema valia para as atividades de gestão e planejamento ambiental, especialmente em se tratando de integração de sistemas ambientais, onde a informação é o fator chave para o gerenciamento racional e otimizado às questões de meio ambiente. Proporciona ainda ações em tempos adequados nos assuntos relativos ao gerenciamento de riscos e atuações em situações emergenciais (como incêndios florestais, derrames de óleo etc.).

Os bancos de dados irão fornecer os elementos de conhecimento aos tomadores de decisão e responsáveis pela gestão dos sistemas ambientais. Podem estar integrados a sistemas especialistas, servindo a eles como base de dados.

Através de um sistema de busca de informações e interligando vários segmentos e interessados, podem ser desenvolvidos diversos bancos de dados. A boa estruturação dos bancos de dados irá definir a forma de armazenamento e organização de dados e informações a serem obtidas, de maneira rápida e diminuindo a possibilidade de perdas.

10.6.3.5. Sistema de Informações Geográficas

O sistema de Informação Geográfica é uma importante ferramenta para o estudo, prevenção e tomada de decisão no que se refere à ocorrência de deslizamentos, inundações e acidentes ambientais.

Este sistema contém bancos de dados e Softwares necessários ao processamento de informações geográficas, contendo algoritmos que permitem a análise espacial dos fenômenos, possibilitando a integração e o cruzamento de diferentes mapas temáticos, propiciando a obtenção de novos níveis de informação.

No Centro de Gestão de Emergências, os resultados temáticos gerados pelo sistema podem ser visualizados através de um telão que deverá existir no Setor de Planejamento e Gestão, possibilitando o planejamento das ações pertinentes a cada tipo de ocorrência com base em informações georeferenciadas atualizadas, confiáveis e que apresentam velocidade e versatilidade em termos de integração, cruzamento e superposição de mapas.

10.6.3.6. Sistema de Gestão Inteligente de Contingências

Um Sistema Inteligente de Contingências corresponde a um software que utiliza técnicas de inteligência artificial voltada ao apoio à tomada de decisões em situações de emergência. O Sistema possibilita a integração de todos os demais sistemas descritos, interligando os sistemas de monitoramento, bancos de dados e informações geográficas, fornecendo aos operadores as informações de ocorrências já processadas e acompanhadas do plano de ação e dos processamentos pertinentes às situações configuradas.

Utilizando tecnologia de ponta, o sistema suporta as funções essenciais na gestão de riscos e situações emergenciais :

- Monitoração do processo
- Detecção e predição de acidentes
- Caracterização de cenário acidental
- Inferência de procedimentos e ações
- Emissão de mensagens e acionamento automático de dispositivos
- Supervisão da execução de procedimentos e ações adequadas
- Registro histórico de acidentes

O Sistema pode ser concebido mediante interfaces gráficas baseadas em janelas e menus hierárquicos para visualização de :

- Informações do processo
- Mapas georeferenciados
- Proporção e conseqüências do acidente
- Procedimentos e ações emergenciais necessárias
- Menu de comandos
- Mensagens de alerta

O Sistema possui interfaces gráficas de comando para :

- Entrada de variáveis do processo
- Caracterização do acidente
- Aplicação interativa de ações e procedimentos
- Visualização do estado do processo
- Simulações e análise de casos

Define-se a Inteligência Artificial (IA) como um campo da Ciência da Computação que estuda métodos de representação do conhecimento e técnicas de resolução de problemas.

Existe o interesse de aplicação desses métodos onde ocorrem fenômenos de explosão combinatória de alternativas de pesquisa de uma solução e em problemas que são difíceis de serem estruturados através de técnicas convencionais de programação.

Uma das áreas de estudo da IA, dentre as várias existentes (robótica, visão artificial etc.), utiliza o raciocínio a partir de um conjunto de conhecimentos. Assim, de posse de um domínio limitado de conhecimento, é possível construir programas que podem ter uma performance de raciocínio humano.

Neste contexto e ligados à Engenharia de Conhecimento, existem então os chamados "Sistemas Especialistas", cujo princípio básico é produzir um programa de computador que, ao receber um problema ou um questionamento, fornece a mesma solução ou resposta que seria dada por um especialista humano trabalhando em situação e ambiente de tranquilidade em cujo conhecimento o programa foi desenvolvido.

Um dos universos mais ricos para a aplicação de técnicas de IA corresponde àquele associado aos sistemas de controle, de gestão e de processos, cujas características de dinâmica e complexidade fazem com que os Sistemas Especialistas tenham um papel de destaque e com grande potencial de projeção futura junto às modernas tecnologias. Assim, esta ferramenta representa um recurso poderosíssimo para a gestão otimizada de recursos ambientais, se constituindo também em um elemento de alta eficiência para o gerenciamento de riscos em áreas ecologicamente sensíveis (como florestas), ou ocupadas por empreendimentos de alto risco tecnológico (como um polo petroquímico).

Neste ambiente de processos, os sistemas atuais são concebidos caso a caso, de forma a apresentar uma abordagem manual. Quando automatizados, são algorítmicos, sendo estes últimos os mais tradicionais.

A abordagem algorítmica ou de otimização emprega modelos matemáticos que enfatizam a obtenção de resultados ótimos em função de algum parâmetro de desempenho. Devido ao grande número de operações possíveis e à própria complexidade dos problemas, torna-se difícil e, em alguns casos, quase impossível modelar todas as variáveis envolvidas no processo ou na tomada de decisão. Além disso, o tempo de resposta eleva-se consideravelmente, tornando-se impraticável a obtenção de soluções ótimas em tempos adequados. Uma boa ilustração deste fato é o exemplo de um episódio de derramamento de óleo no mar, onde são tantas as variáveis envolvidas no evento, além do fato de não se poder perder tempo para minimizar a magnitude dos danos. Assim, a parcela não reprodutível do problema por meio algorítmico fica a cargo da criatividade e da capacidade de avaliação do tomador de decisão (operador). Este, quando trabalhando sob pressão, sobrecarregado em suas funções e limitado em suas ações por sua própria condição humana, pode entrar em pânico ao se encontrar em situações de extrema tensão e responsabilidade.

Portanto, a especialização e o conhecimento nem sempre são formalizados nem transferidos para um sistema informatizado, o que dificulta a análise das informações se as mesmas não estiverem organizadas de maneira compreensível e com prioridades definidas para facilitar o processo de tomada de decisão. Neste cenário, o Sistema Especialista, através das técnicas de IA, se propõe a ampliar a capacidade de raciocínio do operador ou do especialista. Através do conhecimento e das experiências previamente obtidas e ainda podendo incorporar preferências ou determinações do proprietário, político ou administrador responsável pelo empreendimento, o Sistema Especialista irá restringir o número de soluções alternativas para se alcançar uma solução viável (se existir), automatizando o conhecimento e, conseqüentemente, reduzindo a duração de um diagnóstico ou uma tomada de decisão em um campo de atuação limitado.

Finalmente, em uma visão mais abrangente, os sistemas baseados em conhecimentos têm muito a contribuir em atividades de diagnóstico, monitoração, planejamento, pesquisa, análise e interpretação, que são os elementos chave para a gestão racional e integrada de sistemas ambientais, assunto deste trabalho.

10.6.3.7. Sistema de Comunicação

O Sistema de Comunicação concentra todos os meios necessários às atividades de recebimento e disseminação de informações tais como linhas telefônicas, telefones celulares, equipamentos de rádio comunicação, telex, internet e equipamentos de fax interligados a micro computadores.

O sistema de Comunicação dispõe ainda de banco de dados dirigidos, que possibilitam rápida e fácil consulta a números de telefones, fax, e - mails, telex e frequência de rádio de diversos órgãos públicos e empresas, com grande flexibilidade, facilidade e rapidez de acesso via palavras - chave.

Recursos modernos de telecomunicações são imprescindíveis para uma atuação ambiental integrada, otimizada nos recursos disponíveis e eficiente quanto aos resultados desejados.

Sistemas de comunicação por satélites representam a grande evolução em termos de transmissão de dados, sendo de enorme valia para as atividades de pesquisa, controle e fiscalização do meio ambiente.

Os sistemas de comunicação via satélite permitem eficiência, economia e segurança em trabalhos de campo, principalmente em regiões de difícil acesso e largas extensões territoriais, onde um exemplo típico é a Amazônia. Sistemas de transmissão de dados por satélites incorporados a sistemas de localização como o GPS (Global Positioning System) deverão representar nos próximos anos a maior evolução em termos de controle e fiscalização do meio ambiente. O Autor desta Tese teve a oportunidade de conceber e operar pela primeira vez em nosso país um sistema com estas características em prestação de serviços para a Polícia Federal nos seus trabalhos de segurança da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, RIO-92, realizada no Rio de Janeiro de 03 a 14 de Junho de 1992. Os trabalhos realizados neste evento tiveram sucesso absoluto, comprovando que as idéias desta Tese na área de integração de sistemas de gerenciamento de riscos se aplica às mais diversas especialidades, não havendo limites para a otimização de recursos servindo a diferentes finalidades, desde que haja uma coordenação de gestão eficiente que contemple todos os usos na medida de suas necessidades.

As comunicações via satélite representam um sistema tecnológico moderno, avançado e flexível que pode oferecer diversas possibilidades de serviços, desde somente recebendo ou somente transmitindo, ou operando nos dois sentidos comunicando mensagens e dados.

O sistema de comunicações via satélite irá representar o meio mais apropriado para o monitoramento da qualidade ambiental, transmitindo informações e dados de quaisquer locais para centros de operação e controle. Assim, como exemplo, suponhamos que uma empresa geradora de eletricidade deseje monitorar de maneira sistemática a quantidade e a qualidade da água de seus reservatórios localizados em locais distantes, de modo a prevenir enchentes e controlar os processos de emanação

de gases devido à eutrofização. Esta empresa poderá via satélite receber de forma sistemática, estruturada e constante todos os dados necessários aos procedimentos de sua gestão, independente dos sistemas de telefonia existentes, podendo atuar nos momentos adequados nos seus sistemas permitindo uma operação otimizada, diminuindo os riscos para suas próprias instalações, para as comunidades ao redor do sistema e para o meio ambiente em geral.

10.6.4. Layout do Centro de Gestão

A figura 10.6.4 ilustra uma possibilidade de layout de um Centro de Gestão de Emergências, conforme descrito nos itens anteriores.

FIGURA 10.6.4 - Centro de Gestão de Emergências

CAPÍTULO 11

11. COMENTÁRIOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

11.1. Em consonância com as Diretrizes da Resolução 2 de 12/12/1994, que aprova a Política Nacional de Defesa Civil, esta Tese recomenda que todos as Regiões e Municípios Brasileiros :

- Promovam a ordenação do espaço urbano, objetivando diminuir a ocupação desordenada de áreas de riscos de desastres, com a finalidade de reduzir a vulnerabilidade das áreas urbanas aos escorregamentos, alagamentos e outros eventos indesejáveis.
- Estabeleçam critérios relacionados com os estudos de avaliação de riscos, com a finalidade de hierarquizar e direcionar o planejamento da redução de riscos de catástrofes para as áreas de maior vulnerabilidade do território nacional.
- Priorizem as ações relacionadas com a prevenção de desastres e planejamento integrado do uso e ocupação do solo, inclusive considerando orçamento e aplicação de recursos públicos para obras de infra-estrutura, através de atividades de avaliação e de redução de riscos de ocorrência de eventos causadores de danos às atividades econômicas, ao patrimônio da população e ao meio ambiente.
- Introduzam tecnologia às suas ações de gestão de riscos, como sistemas de apoio à decisão, que afastem do homem, às vezes um político sem a devida capacitação ou simplesmente um ser humano que possa entrar em pânico ou agir sem o necessário discernimento, a tomada de decisões que não podem ser postergadas em situações críticas, com grande repercussão sobre comunidades e sistemas, em casos em que a falha gera uma catástrofe.
- Implementem a interação entre os órgãos do governo e a comunidade, especialmente por intermédio das Comissões Municipais de Defesa Civil - COMDECs, e de Núcleos Comunitários de Defesa Civil - NUDECs, com a finalidade de garantir uma resposta integrada de toda a sociedade.
- Implementem programas de mudança cultural e de treinamento de voluntários, objetivando o engajamento das comunidades participativas, informadas, preparadas e cômicas de seus direitos e deveres relativos à segurança comunitária, à promoção da educação, da saúde e do aprimoramento da qualidade de vida, num verdadeiro exercício de cidadania.

- 11.2. Como comentário geral desta Tese, que tem como cenário básico a Cidade de São Paulo, deve ser mencionado, em concordância com o subitem anterior, que é muito oportuna a iniciativa da Prefeitura do Município de São Paulo de incluir em um projeto estrutural de canalização de córregos e urbanização de fundos de vales, como o PROCAV, um Programa de Gestão de Riscos de Enchentes e Deslizamentos - PROGRES, que se constitui em uma ferramenta importante a serviço de uma política ampla de gestão de riscos. É recomendação desta Tese que todos os projetos de maior porte incluam em seu desenvolvimento a elaboração e implementação de um Programa de Gerenciamento de Riscos.
- 11.3. Os Estados e Municípios devem elaborar Programas de Gerenciamento de Riscos (PGRs) e Planos de Ação de Emergência (PAEs) que devem contemplar todas as fases da Administração de Emergências, inclusive a "PREVENÇÃO". Tradicionalmente em nosso país, as Defesas Cíveis estão muito associadas aos Corpos de Bombeiros, instituição heróica e centenária em nosso país, mas apenas voltada ao salvamento. O Corpo de Bombeiros deve ser um dos agentes integrados dentro do Sistema de Defesa Civil.
- 11.4. O gerenciamento das situações de calamidade decorrentes dos acidentes de origem natural considerados em PGRs e PAEs (por exemplo, enchentes e deslizamentos) requer o planejamento de medidas preventivas, capazes de evitar ou, pelo menos, minimizar os efeitos negativos destas ocorrências. Além das medidas preventivas, este gerenciamento também deve prever a adoção de medidas corretivas, rápidas e eficazes, objetivando controlar os impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente e restabelecer, no menor intervalo de tempo possível, as condições normais de vida das comunidades atingidas.
- 11.5. É recomendação desta Tese que a administração pública tenha a permanente preocupação e foco em suas atitudes com relação às medidas preventivas, tanto sob o ponto de vista de gerenciamento dos riscos, envolvendo a comunidade e o meio ambiente, quanto sob o enfoque econômico. Desta forma, são elencadas a seguir algumas medidas preventivas que recomenda-se serem objeto de estudos mais detalhados para os diversos casos reais específicos de região, cidades e comunidades que possam se apresentar :
- Implantação de um cadastro permanentemente e atualizado das áreas de risco.
 - Inspeções periódicas nas áreas de risco.
 - Adequação dos sistemas de drenagem (projeto e construção considerando um enfoque sistêmico da bacia hidrográfica).
 - Manutenção adequada dos sistemas de drenagem (desobstrução, desassoreamento, etc.).

- Implantação de redes de esgoto.
- Remoção de moradias das áreas de risco, principalmente aquelas em situação de alto perigo.
- Implantação e/ou adequação dos sistemas de coleta de lixo.
- Implantação de Programas de Educação Ambiental.
- Adoção de sistemas de prevenção de ocupação das áreas de riscos, baseado em informações de um sistema de cadastro atualizado.
- Divulgação dos Programas de Gerenciamento de Riscos e/ou Planos de Ação de Emergência às comunidades possivelmente afetadas.
- Treinamento de equipes especializadas no atendimento das ocorrências previstas nos PGRs e PAEs.
- Elaboração de programas de desinterdição e limpeza de áreas afetadas.
- Elaboração de programas de controle sanitário e epidemiológico.
- Elaboração de programas de treinamento da comunidade.
- Elaboração de programas de comunicação com a imprensa.
- Elaboração de programas de orientação da mídia.
- Acompanhamento dos critérios técnicos adotados e efetivamente implantados na execução de obras de cortes e aterros.
- Obras de reforço estrutural.
- Obras de contenção de encostas.
- Regularização das construções.
- Interdição e demolição de obras irregulares.
- Elaboração de exigências para aprovação de plantas para construções e reformas em áreas de riscos.

- Criação de Legislação apropriada e específica para a concessão de alvarás de construção em áreas de riscos.
- Implantação de Centros de Gestão, Operação, Supervisão e Controle.

Além disso, as administrações públicas deveriam adotar para os cursos de água sob suas responsabilidade, ações de monitoração para avaliação de comportamento face às precipitações. Dentre elas podem ser citadas :

- Instalação de Instrumentos de Medição.
- Estabelecimento de Rotinas de Inspeção.
- Acompanhamento Durante o Período Chuvoso.
- Monitoração das Áreas com Risco de Deslizamento.
- Para áreas já ocupadas consideradas mais críticas, propõe-se o estabelecimento de procedimento de inspeção por técnico competente, devidamente treinado, após cada chuva forte, ou durante os períodos de chuva praticamente ininterrupta.
- Desenvolvimento de mapeamentos temáticos que permitam acompanhamento sistemático de monitoração de bacias e áreas de riscos.
- As áreas ainda não ocupadas, indicadas em mapas temáticos, deverão ser vistoriadas periodicamente. A seleção das áreas prioritárias para vistoria poderá ser feita com base em alguns critérios tais como o grau de risco da área e fatores que favoreçam a ocupação da área, tais como: infra-estrutura urbana existente nas circunvizinhanças, proximidade com núcleos de favelas e outros. O objetivo da vistoria é impedir a ocupação de tais áreas de forma desorganizada e ilegal.

11.6. Considerando a disseminação global dos conceitos de garantia de qualidade e qualidade total associados a produtos e serviços, os Programas de Gestão de Riscos (PGRs) e os Planos de Ação de Emergência (PAEs) não podem deixar de incorporá-los, uma vez que a gestão da qualidade é uma maneira de gerenciar os processos de uma empresa, seja ela privada ou pública, visando um trabalho conjunto entre esta última (no caso a Defesa Civil) e o cliente (representado pela população), para o benefício comum. O primeiro passo para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento adequado inicia-se com o comprometimento de todos os níveis de liderança das organizações e comunidades envolvidas com uma política em que realmente se possa acreditar. O conteúdo dessa política deve ser divulgado para todos os participantes. Definida a política, há que se disponibilizar os meios que tornem possível sua implementação.

- 11.7. As administrações públicas devem ter como atividade rotineira o desenvolvimento de mapas temáticos que permitam a aquisição, organização, obtenção e visualização de dados de forma atualizada e sobre uma mesma base de trabalho, devidamente georreferenciada. A gestão de riscos de enchentes demanda o perfeito conhecimento da base urbana da região ou do município, onde é exercida. O manuseio e análise destes mapas, sejam na forma impressa ou eletrônica, devem ocorrer em locais apropriados, os Centros de Operação e Gestão.
- 11.8. Como comentário sobre o subitem anterior, no caso do cenário básico adotado neste Tese, a Cidade de São Paulo, foi possível constatar a total descentralização das informações básicas, a elevada sobreposição de dados, o descaso técnico com levantamentos e registros já efetuados, além da falta de atualização de uma série de elementos que subsidiam a consolidação de uma base de trabalho que represente a realidade urbana da cidade. Tal constatação agrava-se ainda mais, no momento em que esta dispersão de dados se dá no âmbito dos mais variados órgãos e secretarias de governo.
- 11.9. Os Estados e Municípios deveriam organizar suas estruturas de Administração de Emergências ou Defesa Civil dentro dos princípios de gestão sistêmica e integrada de riscos, com a elaboração, implantação, operacionalização e operação de PGRs e PAEs estaduais, municipais, regionais, setoriais e locais, garantindo que :
- Haja recursos humanos especificamente dedicados às estruturas de Defesa Civil.
 - Estes recursos humanos especificamente dedicados sejam adequadamente preparados, dispondo de um núcleo de conhecimentos que cubra as áreas de : Cultura Básica de Defesa Civil, comunicação e relacionamento com a população e com grupos comunitários e conhecimentos técnicos para identificação, avaliação e monitoramento de riscos.
 - Os Sistemas de Defesa Civil estejam aparelhados com recursos materiais de comunicação e informática, criando e/ou incorporando tecnologias modernas e atualizadas, com softwares e sistemas de apoio a decisão.
 - Existam políticas e procedimentos operacionais que orientem, mas que não aprisionem, os agentes da Defesa Civil em todos os seus níveis.
 - Exista uma estrutura para captar recursos para projetos.
 - Exista uma estrutura para gerenciar projetos.

- Exista uma estrutura para obter e gerenciar conhecimentos.
- Exista legislação específica a apropriada.

11.10. A participação das comunidades constitui-se na verdadeira essência da Defesa Civil, desde as suas origens na Europa. Ela é mencionada em todas as peças de legislação e está sempre presente em qualquer discussão sobre o assunto. Do ponto de vista operacional, a participação comunitária é o conceito que viabiliza a coordenação e execução das ações. Pela experiência adquirida pelo Autor obtida da realização de diversos trabalhos no Brasil, recomenda-se que os Estados e Municípios adotem em sua estrutura administrativa a Instituição Defesa Civil, que dotada de estrutura organizacional e de recursos adequados, possa liderar este processo, estruturando-o através das parcerias com organizações não governamentais, com ênfase para os órgãos locais de aglutinamento comunitário, tais como associações de moradores, igrejas, clubes, clubes de serviço, etc. A utilização eficiente e planejada da mídia será, também, um fator crítico para a multiplicação do sucesso destas iniciativas, divulgando-as e, assim, promovendo sua disseminação. Atividades podem ser organizadas, atendendo às peculiaridades de cada local. Algumas possibilidades simples podem ser a participação em reuniões, a realização de eventos abertos ao público que incluam cursos e palestras e, também, participação dos agentes de Defesa Civil em atividades escolares. O mais eficiente trabalho de difusão de cultura de Defesa Civil e treinamento ocorre exatamente junto às crianças. Embora leis, decretos, portarias e regulamentos possam determinar a integração dos diversos membros do Sistema de Defesa Civil, a prática deve ser buscada e estabelecida fora da centralização administrativa. O melhor lugar para esta busca é dentro dos limites abrangidos pelas comunidades, isto é, a região, a cidade, o bairro, o núcleo. Quanto menor a área de abrangência, menos formal e mais fácil será o contato do agente de Defesa Civil com o seu colega dos serviços de água, de esgoto, de eletricidade, de vias públicas, de coleta de lixo e outros também muito importantes como os professores.

11.11. O atendimento às situações de emergência exige meios adequados para o seu êxito. No entanto, algumas variáveis fundamentais devem ser levadas em consideração, desde a seleção destes meios até a sua correta utilização. Para tanto, os meios devem ser compreendidos como a infra-estrutura necessária em termos de recursos humanos, recursos materiais, instalações e serviços necessários ao alcance dos objetivos, bem como a logística necessária para seu bom desempenho, considerando os aspectos operacionais, de manutenção e eficiência.

- 11.12. A comunidade precisa ser informada e conscientizada dos riscos a que está exposta, de maneira que possa entender corretamente a necessidade da existência de Planos Emergenciais, como eles funcionam e quais as ações que são esperadas de cada cidadão antes, durante e após a ocorrência de um evento indesejável. Cabe aos órgãos públicos responsáveis pela saúde, bem-estar e segurança da população, podendo contar também com a colaboração da iniciativa privada, desenvolver programas para a conscientização, educação, treinamento e mobilização da sociedade, no sentido de que esta esteja efetivamente preparada para enfrentar situações de emergência, participando de forma integrada, com o objetivo de minimizar os impactos e danos causados pelos desastres.
- 11.13. O cidadão deve participar nas definições e decisões da vida comunitária, sendo que a participação é um processo social. Este processo precisa ser promovido. É necessário desenvolver um processo educativo que venha interferir na dinâmica social, de forma organizada, contínua e crescente, diante de uma realidade concreta. O importante é descobrir, com a população, as formas de intervenção na realidade. Isto só se consegue através de trabalho contínuo de discussões e debates, possibilitando análise, reflexão e planejamento das ações. Desta forma, não basta a capacidade técnica, mas o compromisso de todos os envolvidos.
- 11.14. Especificamente para o cenário básico de estudo desta Tese, a Cidade de São Paulo, são apresentados os seguintes comentários, recomendações e conclusões :
- Qualquer trabalho que se pretenda executar no Município de São Paulo relacionado à Gestão de Riscos deverá requerer bases cartográficas unificadas.
 - No que tange a riscos de deslizamentos e enchentes, que dependem de dados sobre uso e ocupação do solo, declividades, dados geomorfológicos, cadastros de favelas, rede hidrográfica, registro de eventos históricos, modelos de pressão de enchentes e outros, a desconexão da base de dados é flagrante.
 - Falta à PMSP (às suas Secretarias) ter um sistema integrado de critérios de riscos de deslizamentos e de enchentes para permitir a atuação preventiva e operacional.
 - Uma condição básica para apoio ao trabalho de gestão de riscos é um modelo eficiente de prevenção de enchentes e onde se encaixem todas as alterações feitas a nível metropolitano. O desenvolvimento e implantação de sistemas especialistas para apoio à gestão e decisão plenamente se justifica para São Paulo, uma das maiores cidades do mundo. Além disso, a “tomada de decisão eletrônica”, elimina rivalidade e os interesses particulares dos

diversos órgãos públicos com influência direta ou indireta no sistema de prevenção e gestão de enchentes de São Paulo.

- Uma política de monitoração de sub-bacias deve ser implantada e mantida, inclusive com a cooperação da iniciativa privada, pois os prejuízos que o município sofre são enormes e, atualmente, o Governo do Estado está intensificando a monitoração das áreas de parques e de mananciais.
- A Legislação deve incorporar padrões e exigências para a concessão de alvarás e aprovação de plantas em áreas de riscos.
- A Legislação de áreas irregulares deve ser alterada e aprimorada para que a sua legalização se processe de maneira mais ágil e eficiente, dentro da boa técnica, garantindo a conservação do meio ambiente.
- Os registros dos eventos devem ter sua base mudada para que eventos de natureza diversa, não estejam no mesmo patamar daqueles realmente fundamentais para uma política de gestão.
- Num horizonte de médio prazo, a Cidade deveria contar com uma rede telemétrica e televisiva de informação onde, em conjunto com a CET, seriam divulgadas mensagens orientativas para a população, além do atendimento "on line" (telefone e computadores).
- São Paulo tem a necessidade de que se desenvolva um trabalho integrado e participativo entre o governo municipal e população. Isto poderia se traduzir pela constituição de um grupo de trabalho central e grupos de trabalho regionais e locais, formados por técnicos que deverão propor e se responsabilizar pela implantação, viabilização e execução de uma atuação preventiva e educativa na área. Esta proposta só tem sentido a partir de um compromisso sério de continuidade de implantação dos Planos da Ações a serem elaborados.
- Recomenda-se que estes grupos desenvolvam seu trabalho a partir das experiências vividas pelos órgãos públicos e pela população, estabelecendo com esta população seu plano de trabalho e estabeleçam mecanismos de articulação constante com as lideranças e entidades que atuam ou venham a atuar com os problemas locais.
- A Prefeitura deverá possuir um "estoque" de projetos - padrão com orientação detalhada para construção em áreas de riscos para ser disponibilizados à população, bem como oferecer outros mecanismos, vantagens e, mesmo, alternativas que atraiam ou possibilitem o cidadão a agir dentro da legalidade das disposições municipais.

- A municipalidade, sua gestão, sua fiscalização e sua Legislação não devem representar o motivo que obrigue o cidadão a viver na marginalidade e ilegalidade. Devem compreender a situação social e oferecer alternativas para que a população se sinta segura, confortável e com moral elevado. A política deve ser preventiva e não de consolidação de áreas críticas e socorro a catástrofes. A cidadania e o progresso social só podem ser exercidos por pessoas que possuam auto-estima e objetivos a serem alcançados.
- Finalmente, recomenda-se que sejam criados os NUDECs - Núcleos Comunitários de Defesa Civil, integrado pelos moradores das áreas onde se concentram os problemas e sejam desenvolvidas campanhas educativas (prevenção de enchentes, lixo, preservação ambiental, uso e ocupação do solo), reabilitando os trabalhos que algumas lideranças fazem ou fizeram na área, ou criando novas estratégias, bem como envolvam as rádios comunitárias no trabalho educativo, uma vez que têm audiência e um bom alcance. O importante é criar uma cultura de combate aos riscos, não restrita às ações imediatas, mas associada a um processo social mais amplo de recuperação e proteção das moradias de baixo padrão em áreas de risco.

CAPÍTULO 12

12. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. AB SABER, A. Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia. questões de escala e método. Instituto de Estudos Avançados IEA/USP, São Paulo, 1989.
2. AGUDO, E. G. e outros Dinâmica de lagos e reservatórios de grande porte utilizando traçadores radioativos. CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 15º, Buenos Aires, Argentina, 1976. CETESB. São Paulo, 1976, p. 1-14.
3. AGUIAR, R. S. Amazonas nova fronteira de progresso, 1989.
4. ALTIERI, M. A. e MERRICK, L. C. Agroecology and in situ conservation of native crop diversity in the third world. (artigo avulso).
5. ALVES, P. V. A. O Drama das enchentes. Comissão de Defesa da Represa Billings. São Paulo, 1983 (não publicado).
6. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater 15º ed. Washington, D.C. Joint Editorial Board, 1980.
7. ANDRADE, M. Amazônia, esfinge do terceiro milênio, 1981.
8. APPEL (Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências locais). Programa Ambiental das Nações Unidas - UNEP. 1a Edição - 1990.
9. ARAGÃO, A. Pescarias fluviais no Brasil, 1947.
10. ARAÚJO, N. Y. B. O milagre dos manauaras : zona franca de Manaus. 1975. (Dissertação para obtenção do grau de mestre em educação - Fundação Getúlio Vargas).
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAÇA Caça e conservação, 1985.
12. BARROS, F. J. Caçando e pescando por todo o Brasil, 1948 (4ª série).
13. BASTOS, A. C. T. O vale do Amazonas, 1975.
14. BATISTA, D. O complexo da Amazônia, 1976.
15. BELÉM, F. Limites orientais do Estado do Amazonas, 1991.
16. BENCHIMOL, S. Amazônia fiscal, 1988.
17. BENCHIMOL, S. Amazônia: planetarização e moratória ecológica, 1989.

18. BENCHIMOL, S. Amazônia: quadros econômicos da produção, 1989.
19. BENCHIMOL, S. Amazônia: um parco antes e além depois, 1977.
20. BENCHIMOL, S. Estrutura geo - social e econômica da Amazônia, 1966.
21. BENCHIMOL, S. Tributos na Amazônia. exercício 1990 e janeiro - julho 1991, 1991.
22. BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global - esboço metodológico. São Paulo: IG/USP, v.13, p.27, 1972. Série Caderno de Ciências da Terra .
23. BNH; OPAS e COMPANHIAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO. Diretrizes gerais para formulação do programa estadual de controle de perdas em sistemas de abastecimento de água - elementos preliminares. São Paulo, 1981.
24. BOLOGNA, G. (organizador) Amazônia adeus, 1990.
25. BRADY, N. C. International development and the protection of biological diversity. (artigo avulso).
26. BRANCO, S. M. e ROCHA, A. A. Poluição, proteção e usos múltiplos de represas. 1º ed. Edgard Blucher, CETESB, 1978.
27. BRANCO, S. M. Estudo dos fatores biológicos responsáveis pelas más qualidades que caracterizam as águas de abastecimento do ABC. Departamento da Águas e Esgotos, São Paulo, 1959 (não publicado).
28. BRANCO, S. M. Estudo preliminar da hidrobiologia na represa Billings. Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo, São Paulo, 1958 (não publicado).
29. BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária. 2º ed. São Paulo, CETESB, 1978.
30. BRANCO, S. M. O desafio Amazônico, 1989.
31. BRANCO, S. & ROCHA, A. Elementos de ciências do ambiente. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 2. edição, 206 p., 1987. Série Didáticos.
32. BRANCO, S. & ROCHA, A. Poluição, proteção e usos múltiplos de represas. São Paulo: Edgard Blücher, CETESB, 185 p., 1977.
33. CÂMARA, F. Drenagem urbana - Manual de Projeto. São Paulo: DAEE/CETESB, 2. edição corrigida, 468 p. , 1980.
34. CAMEO - computer - aided management of emergency operation, 1991. (Publicação NOAA e EPA).

35. CAMPBELL, B. Ecologia humana, 1988.
36. CASA DO ESTUDANTE DO BRASIL. Problemática da Amazônia, 1969.
37. CASTRO, N. e outros. O problema das espumas formadas no Rio Tietê e na Represa Billings em São Paulo: presença de alquibenzeno sulfonatos, íons metálicos e microrganismos. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 10º, Manaus, 1979. CETESB. São Paulo, 1979. (26), p. 1-9.
38. CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais, in: Análise ambiental: uma visão multidisciplinar. São Paulo: editora UNESP, 2. edição revisada, p. 114-124, 1995.
39. CETESB - Cia. Tecnologia e Saneamento Ambiental. "Manual de orientação para elaboração de estudos de análise de riscos". São Paulo, 1994.
40. CETESB - Cia. Tecnologia e Saneamento Ambiental. "Acidentes Ambientais: preservação e controle". São Paulo, 1989. (Apostila de curso).
41. CETESB, São Paulo. Macromedicação em sistemas de abastecimento de água. São Paulo, 1981.
42. CHASE, A. Playing God in Yellowstone, 1987.
43. CHAUÍ, M. Convite à filosofia. São Paulo: Ed. Ática, 6. edição, p. 124-125, 1995.
44. CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, vol. 1, 313p., 1981.
45. CLARK, L. S. Fight global warming. EDF, Environmental Defense Fund.
46. CLEAN COAL TECHNOLOGY, EUA, 1992. (Publicação do Departamento de Energia).
47. Código Amazônico: 2ª versão. Amapá, 1991. (30 artigos).
48. COMDEC (Comissão Municipal de Defesa Civil). Plano de Atendimento às Urgências Urbanas, 1993/1994.
49. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Estudo para a melhoria da qualidade das águas do Reservatório Billings. Operação Energética Sanitária. São Paulo, 1975 (não publicado).
50. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de atividades da CETESB no programa de Comissão de Estudo de Regras de Operação do Reservatório Billings, CERORB, São Paulo, 1977 (não publicado).

51. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório preliminar de operação do reservatório Billings. São Paulo, 1983 (não publicado).
52. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 1992 - AGENDA 21 (INTERNET).
53. CONSÓRCIO ENGECORPS-MKR. Programa de Gestão de Risco de Enchentes e Administração de Emergências - Diagnóstico Ambiental, 1996.
54. DEPARTAMENTO DE IMPRENSA NACIONAL Valorização econômica da Amazônia, 1954.
55. DERÍSIO, J. C. e MONTEBELLO, L. Relatório de levantamento das condições sanitárias da Represa Billings, São Paulo. Fomento Estadual de Saneamento Básico / Centro Tecnológico de Saneamento Básico, São Paulo, 1972 (não publicado).
56. DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DA AMAZÔNIA. Coleção Amazônica, Série Augusto Montenegro , 1967.
57. Documento relativo a manifesto dos Governadores da Amazônia de 16 de Agosto de 1991.
58. DWYER, A. Into the Amazon, 1990.
59. EMBRAPA e CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO - CPATU. Macrocenários - Amazônia 2010 - A Questão Agrícola na Amazônia - Aptidão das Terras.
60. ENFORCEMENT FOR COASTAL PROTECTION, 1991. (Publicação EPA).
61. ENVIRONMENTAL DEMOCRACY IN ACTION: community right to know, 1991. (Publicação EPA).
62. ENVIRONMENTAL ENFORCEMENT: a citizen's guide, 1991. (Publicação EPA).
63. ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY SOURCES: matching solutions to problems, 1991. (Publicação EPA).
64. EPA's pesticide program, 1991. (Publicação EPA).
65. ERWIN, T. L. The tropical forest canopy: the heart of biodiversity. (artigo avulso).
66. FALABELA, P. G. R. A pesca no Amazonas: problemas e soluções, 1985.
67. FEARNSIDE, P. M. A Hidrelétrica de Balbina, 1990.

68. FERGUSSON, A. R. Fueling dreams into realities: a venture capitalists Perspective. (artigo avulso).
69. F I P E (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas). Favelas na Cidade de São Paulo: Relatório gerencial, 1994.
70. FLOR, H. M. Florestas tropicais, como intervir sem devastar, 1985.
71. FORATTINI, O. Ecologia, epidemiologia e sociedade. São Paulo: Artes Médicas/EDUSP, 529 p. 1992.
72. FREIRE, J. R. B. (coordenador) A Amazônia colonial, 1991.
73. GANIDO FILHA, I. O Projeto Jari e os capitais estrangeiros na Amazônia, 1980.
74. Garbage. The Practical Journal for the Environment, September/ October, 1991.
75. GLOBAL TOMORROW COALITION The global ecology handbook. What you can do about the environmental crises, 1990.
76. Goldemberg, J. e Durham, E.R. A Amazônia e a soberania nacional. Revista Nossa América ,1990.
77. GROET, S. S. Biotechnology and the U.S Government: the pot at the end of the rainbow?. (artigo avulso).
78. GUNDER-FRANK, A. Acumulação dependente e subdesenvolvimento - repensando a teoria da dependência. São Paulo: Ed. Brasiliense, 259 p., 1980.
79. HANEMANN, W. M. Economics and the preservation of biodiversity. (artigo avulso).
80. HENIQUES, E. M. Reserva dos Ianomamis (a última capitulação republicana), 1991.
81. HUMMEL C.A. e Minette, J. L. Aspectos do setor florestal do Estado do Amazonas, 1990. (Trabalho apresentado no 6º Congresso Florestal Brasileiro, realizado em Campos do Jordão - SP - Brasil).
82. HUNTER, J. A. O caçador, 1954.
83. IBGE Grande Região Norte, 1959.
84. INMARSAT-C: Go-anywhere satellite communications. (Publicação Inmarsat).
85. INSTITUTO de PESQUISA AGROPECUÁRIO DO NORTE Zoneamento agrícola da Amazônia, 1972.

86. JACOBI, Pedro Conflito ambiental urbano e meio ambiente, in "Conflitos sociais e meio ambiente - desafios políticos e conceituais". Ibase, Rio de Janeiro, 1995.
87. JANZEN, D. H. Tropical dry forests: the most endangered of tropical ecosystem. (artigo avulso).
88. JASTROW, R. A arquitetura do universo, 1988.
89. JAVNA, J. e THE EARTH WORKS GRAY 50 simple things kids can do to save the earth, 1990.
90. KAWAI, H. e BRANCO, S.M. Estudo sobre as relações entre despejos domésticos e industriais da Região da Grande São Paulo e a eutrofização do Reservatório Billings, São Paulo. Revista DAE, São Paulo, 29 (71):57-68, 1969.
91. KLUMB, A. O plano nacional de saneamento "Planasa". Revista DAE, São Paulo, 37(112): 24-28, 1977. (Conferência proferida no Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 9. Belo Horizonte, ABES, 1977).
92. KUPOR, R. Wall street and biotechnology: a walk on the wilder side. (artigo avulso).
93. LEGISLAÇÃO FEDERAL. Decreto nº 895, de 16 de agosto de 1993. Dispõe sobre o SINDEC (Sistema Nacional de Defesa Civil).
94. LEGISLAÇÃO FEDERAL. Resolução nº 2, de 12 de dezembro de 1994. Resolve aprovar a Política Nacional de Defesa Civil.
95. LEONARD, H. J. Meio ambiente e pobreza : estratégias de desenvolvimento para uma agenda comum, 1992.
96. LOTUFO, D. A. Growing the organization: people-power from research and development start-up to market-driven enterprise. (artigo avulso).
97. LOWELL, C.L. The search for dollars: life cycle of a biotechnology company. (artigo avulso).
98. LUGO, A. E. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. (artigo avulso).
99. LUTZENBERGER, J. A. Conferência Canadá, 1983.
100. MABBERLEY, D. J. Tropical rain forest ecology".
101. MALINA, J. F. Report on the metropolitan Sao Paulo pollution control programs. Projeto Brasil 2103. São Paulo, 1973 (não publicado).

102. MANUAL DE DEFESA CIVIL ESTADUAL. Síntese da Doutrina, v. 7. Conceito, ações e procedimentos da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil.
103. MARTINE, G. Criança, problemática sócio - ambiental e desenvolvimento na Amazônia, 1991. (Trabalho preparado originalmente para o UNICEF e publicado pelo Instituto SPN).
104. Mc NEIL, J.; WINSEMIN, P. e YABUSTRYI, T. Para além da interdependência: a relação entre a economia mundial e a ecologia da Terra, 1992.
105. MEGGERS, B. J. Amazônia: a ilusão de um paraíso, 1987.
106. MEICHES, J. Contribuição para o estudo das limitações impostas pela qualidade das águas naturais para o seu aproveitamento, São Paulo, 1964. (Tese de Livre Docência - Escola Politécnica - USP).
107. MEICHES, L. A. M. Controle de perdas em sistemas de abastecimento da água, São Paulo, 1984. (Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP).
108. MEICHES, L. A. M. e AWAZU, L. A. M. Integração de sistemas ambientais, São Paulo, 1992. (Trabalho apresentado no V CONAI, Congresso Nacional de Automação Industrial, e I Congresso Internacional de Automação, São Paulo, 1992).
109. MEICHES, L. A. M. Effects of wastewater discharge to rivers and reservoirs of the metropolitan region of the city of Sao Paulo, Brasil, Londres, Inglaterra, 1986. (Dissertação de Mestrado - Imperial College of Science, Technology and Medicine - Universidade de Londres).
110. MEIO AMBIENTE: a próxima fronteira, 1992. (Publicação da Agência de Divulgação, EUA).
111. MENDES, A. Amazônia econômica, 2ª ed.
112. MESTRINHO, G. (Palestra aos membros da Câmara de Comércio e Indústria Japonesa em 16 de julho de 1991).
113. MESTRINHO, G. (Palestra na ADESG-SP em 12/11/91).
114. METCALF and EDDY, Inc. Wastewater engineering : treatment, disposal, reuse. McGraw-Hill, 2º ed., New Delhi, 1984.
115. MITCHELL, G. J. World on fire, 1991.

116. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Análise de riscos e plano de ação de emergência para a fábrica de papel e celulose da RIOCELL S.A., São Paulo, 1990 (não publicado).
117. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de análise de riscos do Terminal Marítimo Almirante Alves Câmara - TEMADRE - PETROBRAS, São Paulo, 1991 (não publicado).
118. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para a AGA - fábrica Rio de Janeiro, São Paulo, 1989 (não publicado).
119. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o GASPAL - GASODUTO RIO - SÃO PAULO - PETROBRAS, São Paulo, 1990 (não publicado).
120. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o Poliduto OSVAT II- PETROBRAS, São Paulo, 1990 (não publicado).
121. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o Poliduto OSRIO - PETROBRAS, São Paulo, 1990 (não publicado).
122. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para a PROFERTIL Produtos Químicos e Fertilizantes S.A., São Paulo, 1990 (não publicado).
123. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o OSSP - Oleodutos Santos / São Paulo (trecho EBC - RPBC) - PETROBRAS, São Paulo, 1990 (não publicado).
124. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o gasoduto Furado - Atalaia - PETROBRAS, São Paulo, 1990 (não publicado).
125. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para a LIQUIGÁS do Brasil S.A., São Paulo, 1990 (não publicado).
126. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o Poliduto REPAR - FLORINÓPOLIS - PETROBRAS, São Paulo, 1990 (não publicado).

127. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o Poliduto Guararema - REPLAN -PETROBRAS, São Paulo, 1990 (não publicado).
128. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o Terminal Marítimo Almirante Soares Dutra - TEDUT - PETROBRAS, São Paulo, 1991 (não publicado).
129. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o Terminal de Gás do Rio Grande - PETROBRAS, São Paulo, 1991 (não publicado).
130. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de ação de emergência para o amonioduto da Solorrco S.A., São Paulo, 1991 (não publicado).
131. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o OSBAT - Oleoduto São Sebastião - Cubatão - PETROBRAS, São Paulo, 1992 (não publicado).
132. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o OBATI - Poliduto Barueri -Utinga -PETROBRAS, São Paulo, 1992 (não publicado).
133. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos e plano de contingências para o Terminal de Derivados de São Paulo - TEDEP - PETROBRAS, São Paulo, 1992 (não publicado).
134. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Estudo de riscos, plano de ação de emergência e plano de defesa civil para a Salgema S.A. Indústrias Químicas, em Maceió, Alagoas, São Paulo, 1990 (não publicado).
135. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Plano de ação de emergência da União S.A. - Base Alemoa, Santos, São Paulo, 1990 (não publicado).
136. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Plano de meio ambiente e segurança urbana do Município de São Paulo, São Paulo, 1991 (não publicado).
137. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Plano emergencial de resíduos para o Porto de Santos - CODESP, São Paulo, 1992 (não publicado).
138. MKR TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO DE RISCOS Plano nacional de contingências de incêndios florestais - IBAMA, São Paulo, 1992 (não publicado).

139. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Análise, diagnóstico e proposição de soluções nos campos institucional, técnico e operacional relativas a incêndios florestais na Amazônia, Sul, Sudoeste e Centro-Oeste do país para o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 1992 (não publicado).
140. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Anteprojeto de Lei do Código do Meio Ambiente do Município de Paulínia, para a Prefeitura Municipal de Paulínia, 1993 (não publicado).
141. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Assessoramento técnico à Superintendência Regional de Juiz de Fora para a neutralização das consequências do derramamento de mercúrio metálico ocorrido no Pátio da Estação de Pulverização da RFFSA do Município de Barra do Piraí - RJ, 1993 (não publicado).
142. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Assessoria geral, Estudo de Risco de Enchente e proposição de soluções para as instalações da GRACE BRASIL S. A. em São Paulo, 1998 (não publicado)
143. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Assessoria para o Desenvolvimento dos Estudos de Gerenciamento de Frotas e Plano de Ação de Emergência para a Polícia Federal durante a Rio-92, 1992 (não publicado).
144. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Assessoria para o Desenvolvimento do SEGPort - Sistema de Segurança Portuária - para o Porto de Santos, incluindo controle de acessos, monitoramento ambiental e de segurança, 1993 (não publicado).
145. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Assessoria técnica para revisão da Política Nacional sobre Poluição Hídrica decorrente de fontes com potencial de risco de acidentes, para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, 1991 (não publicado).
146. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Assessoria técnica para o Licenciamento Municipal do Terminal Marítimo Almirante Barroso, da PETROBRAS, para a Prefeitura Municipal de São Sebastião, 1992 (não publicado).
147. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Concepção e desenvolvimento do SIPAM - Sistema Integrado de Proteção da Amazônia, apresentado à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, em conjunto com a ESCA Engenharia de Sistemas de Controle a Automoção S.A., 1992 (não publicado).

148. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Concepção e desenvolvimento do SIVAM - Sistema de Vigilância da Amazônia, apresentado ao Ministério da Aeronáutica, em conjunto com a ESCA Engenharia de Sistemas de Controle a Automoção S.A., 1992 (não publicado).
149. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Controle de recuperação da área afetada pelo acidente envolvendo derramamento de óleo diesel para o Expresso Itamarati Ltda, 1996 (não publicado).
150. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Coordenação técnica, planejamento e execução da operação de remoção do óleo do navio MINERAL STAR, encalhado na região de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, prevenindo desastre ambiental, 1991 (não publicado).
151. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Coordenação técnica, planejamento e execução da operação de remoção do óleo do navio THEOMANA VALLETA, avariado na região da Bacia de Campos, em Albacora - Rio de Janeiro, prevenindo desastre ambiental, 1992 (não publicado).
152. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Desenvolvimento do Estudo Preliminar de Riscos Ambientais, como etapa do Projeto da Via de Interligação Rodoviária para a DERSA, em contrato com o consórcio VENCE-VETEC - RODOANEL de São Paulo, 1995 (não publicado).
153. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Elaboração do Plano de Ação de Emergência para o Sistema de Transferência de Gás Natural- São Bernardo do Campo - COMGÁS, 1996 (não publicado).
154. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Elaboração do Documento de Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos no Processo de Avaliação de Impactos Ambientais - SUREHMA/GTZ, 1996.
155. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Elaboração e implantação do Plano de Contingências da RESICONTROL S.A., planta de Sorocaba, com realização de simulado, 1996 (não publicado).
156. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Elaboração e implantação do Plano de Contingências da Companhia de Cimento Ribeirão Grande (CCRG), com realização de simulado, 1996 (não publicado).
157. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Elaboração e implantação do Plano de Contingências do Transporte de Resíduos e/ou Blending entre a RESICONTROL S.A., planta de Sorocaba, e a Companhia de Cimento Ribeirão Grande (CCRG), com realização de simulado, 1996 (não publicado)

158. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Elaboração, implantação e operacionalização do Plano de Ação de Emergência para atendimento a eventos acidentais durante o transporte rodoviário de metanol entre a BAVAP e o TEPLAN - PETROBRAS, 1997 (não publicado).
159. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos da Unidade de Coqueamento Retardado da REPLAN-PETROBRAS, 1996 (não publicado).
160. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos e Elaboração do Plano de Ação de Emergência da Base Industrial da ULTRAGAZ em Barueri - São Paulo, 1996 (não publicado).
161. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos e Elaboração do Plano de Ação de Emergência do Sistema de Gás Natural de São José dos Campos - Odorização e Distribuição da COMGÁS, 1996 (não publicado).
162. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos do Sistema de Gás Natural de São José dos Campos - Transferência e Recebimento da COMGÁS, 1997 (não publicado).
163. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos Qualitativo, Diretriz para a Elaboração do Plano de Ação de Emergência e Diretriz para a Elaboração do Plano de Gerenciamento de Riscos da Usina Termoelétrica Rio Acre - ELETRONORTE, 1997 (não publicado).
164. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos e Elaboração do Plano de Ação de Emergência para o Terminal de Cubatão dos Dutos e Terminais do Centro-Oeste e São Paulo - DTCS - PETROBRAS, 1995 (não publicado).
165. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos e Plano de Ação de Emergência para a Plataforma Central de Garoupa - PETROBRAS, 1997 (não publicado).
166. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise e Avaliação de Riscos do Gasoduto de Distribuição da SULGÁS - SAENCO - Saneamento e Construções Ltda, 1997 (não publicado).
167. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise e Avaliação de Riscos da Atlanta Química Industrial, 1997 (não publicado).

168. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudo de Análise de Riscos, Plano de Ação de Emergência e Plano de Gerenciamento de Riscos do Depósito de Inflamáveis para a PHILIPS DO BRASIL LTDA. em São José dos Campos/SP, 1998 (não publicado).
169. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudos de Análise de Riscos para os Sistemas de Distribuição de Gás Natural nos Municípios de Taubaté, Pindamonhagaba, Lorena e Cruzeiro da COMGÁS, 1997 (não publicado).
170. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudos de Análise de Riscos e Planos de Ação de Emergência para os Sistemas de Distribuição de Gás Natural da COMGÁS nos Municípios de Limeira, Americana e Jaguariúna, 1998 (não publicado).
171. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Estudos de Análise de Riscos dos Sistemas de Distribuição de Gás Natural da SCGÁS em Santa Catarina - Regiões A, B, C e D para a TECNOSAN Engenharia S/C Ltda., 1998 (não publicado).
172. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Plano de Ações de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Projeto Reconstrução-Rio, GEROE - Grupo Executivo para Recuperação e Obras de Emergência, Secretaria de Estado da Defesa Civil, 1995 (não publicado).
173. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Plano de Contingências do Conjunto Pituba em Salvador, incluindo a realização de simulados - PETROBRAS, 1998 (não publicado).
174. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Plano de Gerenciamento de Riscos e Plano de Ação de Emergência da Refinaria de Paulínia (REPLAN) - PETROBRAS, 1997 (não publicado).
175. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Programa de Gestão de Riscos de Enchentes e Administração de Emergências para a Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria de Vias Públicas - GEPROCARE, 1997 (não publicado).
176. MKR TECNOLOGIA, SERVIÇOS, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Programa de Gerenciamento de Riscos das fases de construção e montagem do Gasoduto Bolívia-Brasil, trechos entre Corumbá e Mimoso, Mato Grosso do Sul, para o consórcio Camargo Corrêa/Brown&Root-Murphy, 1998 (não publicado).
177. MOREL, E. Amazônia saqueada, 1989.

178. MORGAN, R. Enciclopédia das ervas e plantas medicinais, 1979.
179. MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Decreto nº 26.188, de 17 de junho de 1988. Organiza e dá normas de funcionamento à COMDEC (Comissão Municipal de Defesa Civil de São Paulo).
180. MUTERMETER, R. A. Primate diversity and the tropical forest: studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. (artigo avulso).
181. MYERS, N. The Gaia Atlas of future world, 1990.
182. MYERS, N. An atlas of planet management.
183. NATIONAL FOCAL POINT, INFOTERRA/USA, 1991. (Publicação EPA).
184. NATIONS, J. D. Deep ecology meets the developing world. (artigo avulso).
185. NELSEN, L.L. The lifeblood of biotechnology: university - industry technology transfer. (artigo avulso).
186. NOVAES, W. Amazônia Certezas e Incertezas. Revista Nossa América, dezembro de 1991.
187. NUNES, O. Introdução ao Estado da Amazônia Brasileira, 1951.
188. OAKLAND, J. Gerenciamento da Qualidade Total . São Paulo, Nobel, 1994.
189. OCANA, G. e outros Alternatives to destruction: research in Panama. (artigo avulso).
190. OLIVEIRA, A. U. Amazônia: monopólio, expropriação e conflitos, 1987.
191. OLIVEIRA, E. Processos decisórios e conflitos de interesse na constituição das políticas de água na Grande São Paulo. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental/USP. São Paulo, 1995
192. PEARCE, F. O efeito estufa, 1990.
193. PEATTIE, D. A. Hope in the vial: the cloning and expression of recombinant products. (artigo avulso).
194. PHILIPPI JR, A. Serviços básicos de saneamento em caso de inundações. São Paulo: Depart. Saúde Ambiental/Fac.S.Pública/USP , 9p., 1984.
195. PORRITT, J. Salve a Terra, 1991.

196. PRICE, B. J. In the trenches: the marketing and selling of biotechnology. (artigo avulso).
197. PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL ENFORCEMENT: an international training course, 1991. (Publicação EPA).
198. RAU, N. Europhoria: biopharmaceuticals in the emerging european market. (artigo avulso).
199. RAVEN, P. H. Our diminishing tropical forests. (artigo avulso).
200. REIS, A. C. F. A Amazônia e a cobiça internacional, 1982.
201. Reportagens do Caderno Ambiente do Jornal O Estado de São Paulo sobre a Rio-92, de 31 de maio a 05 de junho de 1992.
202. REVKIM, A. Tempo de queimada. Chico Mendes. Tempo de morte, 1990.
203. RIBEIRO, B. G. O índio na cultura brasileira, 1991.
204. RICHARDS, P. B. Space Technology, Contributions to Emergency and Disaster Management. ADV. Earth Oriented Appl. Space Technology vol. 1. no 4, pp 215-221, 1982.
205. ROCHA, A. A. A ecologia, os aspectos sanitários e de saúde pública da Represa Billings na Região Metropolitana de São Paulo, uma contribuição à sua recuperação, São Paulo, 1984. (Tese de Livre Docência - Faculdade de Saúde Pública - USP).
206. ROCHA, A. A. Pesquisa na Represa Billings para a elaboração de um sistema biológico indicador de poluição. Empresa de Planejamento da Grande São Paulo, 1979 (não publicado).
207. ROCHA, A. Ciências do ambiente, saneamento, saúde pública. São Paulo: Depart. Saúde Ambiental/Fac. S. Pública/USP, 407 p., 1995.
208. SALATE, E.; SCHUBART, H.; ROGER, O.; JUNK, W. e OLIVEIRA, A. E. Amazônia: desenvolvimento, integração, ecologia, 1983.
209. SANTOS, R. História econômica da Amazônia, 1980.
210. SANTOS, M. Geografia, marxismo e subdesenvolvimento, in: Reflexões sobre a geografia. São Paulo: edições AGB, p.81-96, 1980.
211. SÃO PAULO (ESTADO) SNM / EMPLASA. Sumário de dados, 1995.

212. SÃO PAULO (MUNICÍPIO) SMS / CCZ. Listagem de dados sobre casos humanos de Leptospirose em A.R.s, 1.995 e 1.996 .
213. SÃO PAULO (MUNICÍPIO) SVP / ENGECORPS-MKR. Diagnóstico Ambiental - Plano de Gestão de Áreas de Risco de Enchentes - GEPROCAV . São Paulo, 1996.
214. SÃO PAULO(ESTADO) SNM / EMPLASA. O Problema das Inundações na Grande São Paulo:Situação Atual e Implementação de Diretrizes Metropolitanas de Drenagem.151p. , 1985.
215. SÃO PAULO(ESTADO) SRH / DAEE - Consórcio HIDROPLAN. Plano integrado de utilização dos recursos hídricos das bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista. São Paulo , 1995 , não editado .
216. SAWYER, C. N. e MCCARTHY, P. L. Chemistry for sanitary engineers. McGraw-Hill, EUA, 1967.
217. SCHUBART, O.R. A Amazônia no contexto ecológico: certezas e incertezas, 1989. (Trabalho elaborado para o Projeto "A questão da ciência e tecnologia no processo de desenvolvimento da região Amazônica", do Centro de Política Científica e Tecnologia).
218. SCHUBART, O.R. Ciência, tecnologia e o desenvolvimento sustentado da Amazônia Brasileira, 1989. (Trabalho apresentado ao Fórum de Investimento e Tecnologia, durante a Exposição Brasil em Milão, realizada de 18 a 20 de outubro de 1989).
219. SCHUBART, O.R. 1989, A Amazônia e os temas globais: Mitos e Realidades. (Publicado pelo Instituto SPN).
220. SHAMEL, R. E. Biotechnology megatrends: lessons from the past-visions of the future. (artigo avulso).
221. SHERBLOM, J. P. Ours, theirs, or both? Strategic planning and deal making. (artigo avulso).
222. SILK, D. e SACHS, I. Strategics for sustentable development - Food and Energy.
223. SILVA, L. O. A luta pela Amazônia, 1962.
224. SILVA, M. C. Guerra de conquista da Amazônia, 1989.
225. SMITH, A. Os conquistadores do Amazonas, 1990.
226. SMITH, N. J. H. A Pesca no Rio Amazonas, 1979.

227. SPEARS, J. Preserving biological diversity in the tropical forests of the Asian Region. (artigo avulso).
228. STEGER, W. e BOWERSMASTER, J. Saving the earth. A citizen's guide to environmental action, 1990.
229. STONE, R. D. Sonhos da Amazônia, 1986.
230. SUDAM Amazônia: comércio por vias internas, 1982.
231. SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A GUIDE TO OUR COMMON FUTURE, Paris, 1990. (Publicação do The Centre of Our Common Future).
232. TAYLOR, K. L. Deforestation and indians in Brazilian Amazonia. (artigo avulso).
233. TEITELMAN, R. Miracles and money: the evolution of a new industry. (artigo avulso).
234. THE WATERSHED PROTECTION APPROACH - AN OVERVIEW, 1991. (Publicação EPA).
235. THE WORLD BANK Environmental assessment sourcebook Volume I. Policies, procedures, and cross-sectorial issues. Technical Paper Number 139.
236. THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT Our common future, Oxford University Press, Great Britain, 1987.
237. Tomorrow. The Global Environment Magazine, Volume I, Number 2, 1991.
238. TROYER, W. Preserving our world, 1990.
239. UNITED NATIONS ORGANIZATION Global outlook 2000, 1990.
240. UNIVERSIDADE DO AMAZONAS Proposta de política florestal para a Amazônia Brasileira, 1979.
241. VALVERDE, O. e FREITAS, T. L. R. O problema florestal da Amazônia Brasileira, 1980.
242. WILKEN, P. Engenharia de drenagem superficial. São Paulo: CETESB, 478 p., 1978.
243. WILSON, E. O. Biodiversity. National Academy Press, 1988.
244. WRIGHT, J. W. The universal almanac, 1992.