

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

PAULO HENRIQUE MOLINER AMBONI

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE ALERTA DE ENCHENTES PARA O
MUNICÍPIO DE CRICIÚMA/SC**

CRICIÚMA

2011

PAULO HENRIQUE MOLINER AMBONI

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE ALERTA DE ENCHENTES PARA O
MUNICÍPIO DE CRICIÚMA/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental, no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro José Back

CRICIÚMA

2011

PAULO HENRIQUE MOLINER AMBONI

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE ALERTA DE ENCHENTES PARA O
MUNICÍPIO DE CRICIÚMA/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Criciúma, 25 de novembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Álvaro José Back - Doutor - (UNESC)

Prof. Clóvis Norberto Savi - Mestre - (UNESC)

Prof. Sérgio Luciano Galatto - Mestre - (IPAT/UNESC)

Dedico este trabalho aos meus pais Geraldo (*in memoriam*) e Maria Terezinha, pelo total apoio concebido e pelo belo exemplo de cidadãos, a minha querida irmã Andreza, as minhas sobrinhas Monique e Nicole, e a minha namorada Fernanda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força e sabedoria dada em todos os momentos.

In memoriam ao meu pai Geraldo, pessoa muito especial, que marcou uma linda fase de minha vida, que me deixa muitas saudades.

A minha mãe Maria Terezinha pelo carinho, atenção e afeto dado dia-a-dia nesta caminhada, pessoa ao qual me espelho e que me possibilitou chegar ao final desta jornada, além de contribuir para minha formação pessoal.

A minha irmã Andreza, pelas palavras de incentivo e admiração, que me fizeram sonhar cada vez mais alto.

As minhas sobrinhas Monique e Nicole, crianças com muita sabedoria e vitalidade, pelo apoio e incentivo.

A minha namorada Fernanda, pelo amor dado e pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu amigo/irmão e companheiro de classe Felipe Pitta, pela parceria e companheirismo nestes cinco anos de curso.

Aos meus colegas de classe, em especial a Fernando Reus, Maiara Beza, Marcelo Feltrin, Silvia Sartor, pelos bons momentos vividos.

A Ângela Mello, pelos ensinamentos passados nestes três anos de Defesa Civil, pessoa ao qual tenho enorme admiração e carinho.

Ao meu orientador Álvaro José Back, pela disposição e conhecimentos passados ao longo deste trabalho.

Aos meus professores, pelos ensinamentos prestados.

Enfim, agradeço a todos que torcem por minhas conquistas, e que estão ao meu lado me incentivando e apoiando.

“Procure ser uma pessoa de valor, em vez de procurar ser uma pessoa de sucesso. O sucesso é consequência.”

Albert Einstein

RESUMO

No Brasil, o processo de urbanização ocorreu de forma intensa e irregular. Em nossas cidades, viver com qualidade não é privilégio de todos, levando dessa forma parte da população menos favorecida e informada, a ocupar áreas de risco, que apresentam riscos a vida e que são impróprias para moradia. No município de Criciúma, a exemplo de várias cidades brasileiras, o processo de urbanização ocorreu em detrimento das condicionantes ambientais. Esta situação associada ao dimensionamento impróprio do sistema de drenagem pluvial contribui com habituais inundações em vários pontos do município. O presente trabalho proporciona conhecer os eventos de enchentes e inundações ocorridos no município de Criciúma que levaram a cidade a decretar situação de emergência, ou até mesmo calamidade pública, bem como as áreas mais castigadas por este tipo de adversidade. No município de Criciúma, tem-se mapeado quinze bairros e localidades que possuem áreas passíveis de inundação. A grande maioria destes locais são comunidades com baixo nível econômico, com problemas socioambientais e que tem destaque na degradação do meio ambiente. Devido à necessidade de uma resposta mais rápida a população cricumense, a fim de minimizar os diversos tipos de perda ocorridos nestes eventos, este trabalho propõe um sistema hidrológico, que alertaria a população local sobre o nível de água e o volume de chuva em tal localidade. Tal sistema, poderia também ajudar a prever determinadas inundações em pontos mais adiantes, através de modelos matemáticos. Porém, as bacias hidrográficas do município de Criciúma são pequenas, dificultando desta forma prever com antecedência considerável uma possível enchente ou inundação.

Palavras-chave: Município de Criciúma. Enchente. Inundação. Desastre. COMDEC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Inundação de áreas ribeirinhas.	14
Figura 2 - Imagem de área ribeirinha sendo atingida pela enchente no município de Criciúma/SC.	14
Figura 3 - Imagem de área urbanizada no centro de Criciúma/SC, sendo atingida pela enchente, devido à baixa permeabilidade do solo e a problemática rede de condutos de escoamento.	15
Figura 4 - hidrograma hipotético.	15
Figura 5 - Classificação dos desastres.	19
Figura 6 - Classificação dos desastres naturais quanto às características.	23
Figura 7 - Distribuição por continente dos desastres naturais ocorridos no Planeta (1900-2006). Legenda: IN – Inundação, ES – Escorregamento, TE – Tempestade, SE – Seca, TX – Temperatura Extrema, IF – Incêndio Florestal, VU – Vulcanismo, TR – Terremoto e RE – Ressaca.	24
Figura 8 - Tipos de desastres naturais ocorridos no Brasil (1900-2006). Legenda: IN – Inundação, ES – Escorregamento, TE – Tempestades, SE – Seca, TX – Temperatura Extrema, IF – Incêndio Florestal e TR – Terremoto.	25
Figura 9 - Distribuição dos desastres naturais no Brasil (1900-2006). Legenda: N – Norte, CO – Centro Oeste, NE – Nordeste, SE – Sudeste, S – Sul.	26
Figura 10 - Pluviômetro.	28
Figura 11 - Sistema de gerenciamento de crise do município de Criciúma, Setor 4.	33
Figura 12 - Sistema de gerenciamento de crise, divisão de setores.	35
Figura 13 - Sistema de gerenciamento de crise, estrutura de abrigo provisório.	36
Figura 14 – Tipos de desastres no município de Criciúma/SC.	41
Figura 15 – Frequência de ocorrência de desastres no município de Criciúma/SC nos diferentes meses do ano.	42
Figura 16 – Escala temporal dos casos de estado de emergência em Criciúma/SC.	42
Figura 17 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: A – Bairro Ana Maria, B – Bairro Boa vista, C – Localidade Coloninha Zilli, D – Bairro Cristo Redentor.	44
Figura 18 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: E – Localidade Vila Francesa, F – Bairro Vila Zuleima.	45

Figura 19 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: G – Bairro Imperatriz, H – Localidade Vila Floresta, I – Bairro Paraíso, J – Bairro Renascer. 45

Figura 20 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: K – Bairro Pinheirinho, L – Bairro Vila Rica, M – Bairro São Defende, N – Bairro São Francisco. 46

Figura 21 – Áreas de risco passíveis de inundação, Legenda: A - Bairro Centro, B – Localidade Sangão. 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos desastres naturais quanto à tipologia.	22
Tabela 2 – Medidas estruturais.	30
Tabela 3 – Dados de gerenciamento de crise, setor 4.	34
Tabela 4 – Decretações de Situação de Emergência no município de Criciúma/SC.	40
Tabela 5 – Decretação de Situação de Calamidade Pública.	43
Tabela 6 – Áreas de risco passíveis de inundação.	43
Tabela 7 – Equipamentos para estação meteorológica.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVADAN - Relatório de Avaliação de Danos

CIRAM - Centro de Informações e de Recursos Ambientais de Hidrometeorologia de Santa Catarina

COMDEC - Coordenaria Municipal de Defesa Civil

CRAS - Centro de Referência de Assistência Social

EM-DAT - *Emergency Events Database*

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

FME - Fundação Municipal de Esportes

GSM - *Global System for Mobile Communications*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPAT - Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

NOPRED - Notificação Preliminar de Desastres

PMC - Prefeitura Municipal de Criciúma

PMRR - Plano Municipal de Redução de Riscos

SC - Santa Catarina

SINDEC - Sistema Nacional de Defesa Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 Enchente ou Cheias, Inundação, Enxurradas e Alagamentos	13
3.2 Desastres	18
3.2.1 Classificação dos Desastres	19
3.2.2 Desastres Naturais	21
3.3 Situação de Emergência	26
3.4 Estado de Calamidade Pública	26
3.5 Situação Crítica	27
3.6 Aplicação da Hidrologia para Prevenção de Desastres Naturais	28
3.7 Medidas Estruturais e Não Estruturais	29
3.8 Funcionamento da Defesa Civil de Criciúma	32
4 METODOLOGIA	37
4.1 Descrição da Área de Estudo	37
4.2 Levantar decretações de Situação de Emergência ocasionadas por enchentes no município de Criciúma	38
4.3 Descrição do sistema para gerenciamento de crise no município	38
4.4 Identificar os pontos críticos de inundação no município de Criciúma	39
4.5 Proposição de pontos de instalação de sensores e sistema de alerta	39
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	40
6 CONCLUSÃO	50
7 REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foca um dos assuntos mais discutidos na atualidade, o das enchentes. Tal evento é ocasionado pelo alto índice pluviométrico que incide em determinada região, que acaba ocasionando. Porém, há fatores que influenciam para que a quantidade destes eventos climáticos terem aumentado. A ação antrópica, é um dos principais fatores, seja ela pela degradação ambiental, pela influência no aquecimento global ou pela ocupação de áreas irregulares, situações que favorecem a ocorrência deste tipo de fenômeno.

A área escolhida para desenvolvimento do trabalho foi o município de Criciúma, considerada a principal cidade do sul de Santa Catarina, onde nos últimos anos tem-se registrado grande frequência de ocorrências de enchentes na área central e em alguns bairros.

O motivo da escolha do tema deve-se ao fato de estar trabalhando a 3 (três) anos na Coordenadoria Municipal de Defesa Civil do Município de Criciúma. Neste período, foi possível vivenciar alguns eventos, sendo relativos a vendavais e enchentes, que fizeram nossa cidade decretar situação de emergência. Com base nestas experiências, e observando o funcionamento do sistema da Defesa Civil atualmente, pretende-se estudar a possibilidade de instalar um sistema de alerta contra enchentes de forma a melhorar o funcionamento do sistema da Defesa Civil e minimizar os impactos desses fenômenos sobre a população.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a necessidade de instalação de um sistema de alerta para monitoramento de enchentes no município de Criciúma/SC.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que o objetivo geral do estudo seja efetuado é importante que foque o trabalho nos objetivos específicos abaixo:

- a) Levantar os episódios que levaram a decretação de Situação de Emergência ocasionada por enchentes no município de Criciúma;
- b) Demonstrar o sistema utilizado para gerenciamento de crise no município;
- c) Identificar os pontos passíveis de inundação no município de Criciúma;
- d) Propor pontos de instalação de sensores e sistema de alerta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Os eventos climáticos afetam de maneira direta diversos aspectos da vida humana. A adaptação as mudanças climáticas está entre um dos maiores desafios para a humanidade neste século.

Os eventos extremos de precipitação geram impactos econômicos de grande importância tanto pelo excesso quanto pelo déficit de água, o que afeta insumos básicos como abastecimento de água, fornecimento de energia elétrica e, a produção de alimentos (BLAINSKI et al. 2009).

3.1 Enchente ou Cheias, Inundação, Enxurradas e Alagamentos

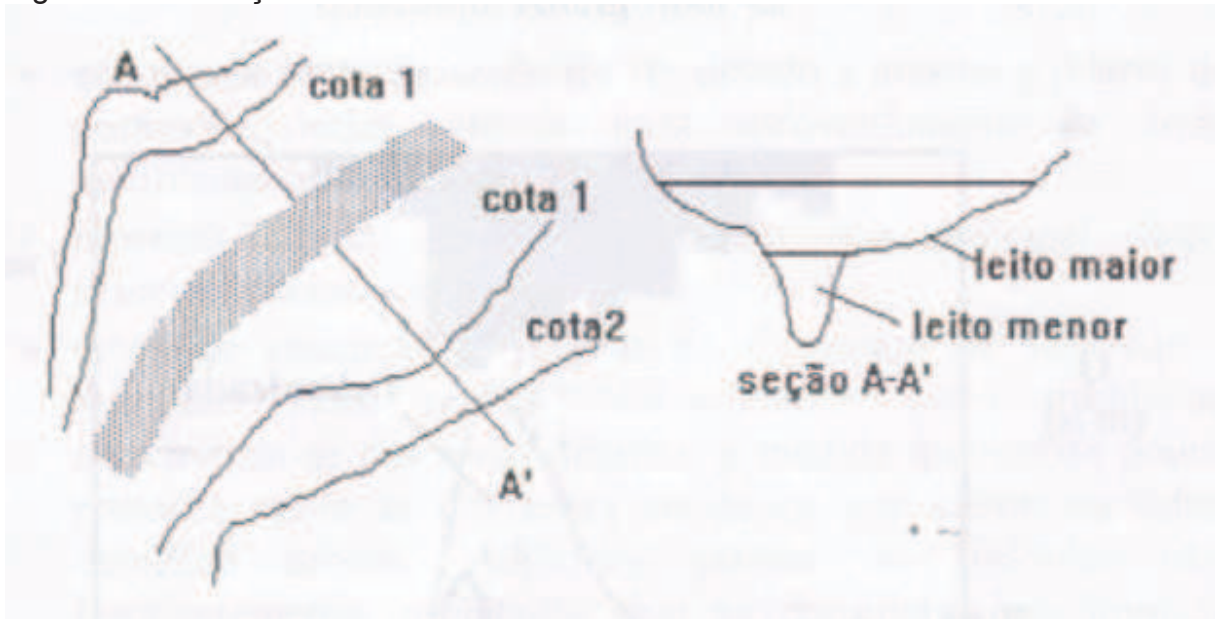
Segundo o Glossário de Defesa Civil (2002), cheia se caracteriza por uma enchente de um rio causada por fortes chuvas ou fusão das neves, uma elevação temporária e móvel do nível das águas de um rio ou lago.

Enchente é uma elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal (GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL, 2002).

As enchentes urbanas constituem-se em um dos importantes impactos sobre a sociedade, que podem ocorrer devido à urbanização ou a inundação natural da várzea ribeirinha. As enchentes nas áreas urbanas ocorrem devido a dois processos, que podem acontecer isoladamente ou de forma integrada, são eles (TUCCI et al., 1995):

- **Enchentes em áreas ribeirinhas:** os rios possuem dois leitos, o leito menor, em que a água escoar na maior parte do tempo, e o leito maior, o qual é inundado em um certo período de tempo, normalmente de dois anos (Figura 1). O impacto devido à enchente ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes. A Figura 2, e uma imagem da área ribeirinha sendo atingida pela enchente, na localidade da Vila Francesa.

Figura 1 - Inundação de áreas ribeirinhas.



Fonte: (Tucci et al., 1995).

Figura 2 - Imagem de área ribeirinha sendo atingida pela enchente no município de Criciúma/SC.



Fonte: (COMDEC 2010).

• **Enchentes devido à urbanização:** ocorre o aumento da frequência e magnitude devido a impermeabilização do solo e rede de condutos de escoamento. O desenvolvimento urbano pode gerar obstruções ao escoamento. A Figura 3

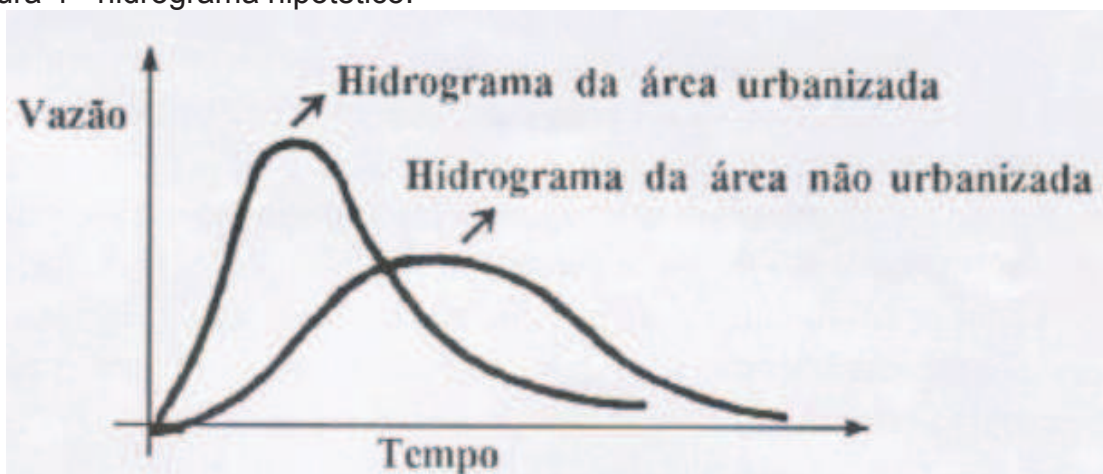
mostra uma enchente ocasionada devido à urbanização, no município de Criciúma/SC. A Figura 4, apresenta um hidrograma típico de uma bacia natural e aquele resultante da urbanização.

Figura 3 - Imagem de área urbanizada no centro de Criciúma/SC, sendo atingida pela enchente, devido à baixa permeabilidade do solo e a problemática rede de condutos de escoamento.



Fonte: (COMDEC 2010).

Figura 4 - hidrograma hipotético.



Fonte: (Tucci et al., 1995).

Visto a definição de enchentes ou cheias, podemos dizer que inundação é o transbordamento da água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou a acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não comumente submersas (GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL, 2002).

A situação é pior nas cidades, porque prédios, casas e o asfalto cobrem as terras que antes eram cobertas por vegetações, que seguravam a água no solo e absorviam parte da chuva. Estas edificações impedem que a água infiltre no solo, ou seja, causam a impermeabilização do solo (KOBİYAMA, 2006).

A inundação tem como causa a precipitação anormal de água que, ao transbordar dos leitos, invade os terrenos adjacentes, gerando danos. O incremento dos caudais superficiais, normalmente, é provocado por precipitações pluviométricas intensas e concentradas, porém, pode ter outras causas imediatas e/ou concorrentes, tais como (MANUAL DE DESASTRES, 2005):

- Degelo;
- Aumento dos leitos dos rios por assoreamento;
- Redução da capacidade de infiltração do solo, causada por ressecamento, compactação e/ou impermeabilização;
- Saturação do lençol freático por antecedentes próximos, de precipitações continuadas;
- Erupções vulcânicas em áreas de nevados;
- Combinação de precipitações concentradas com períodos de marés muito elevadas;
- Invasão de terrenos deprimidos e dos leitos dos rios em áreas de rebaixamento geológico, por maremotos ou ressacas intensas;
- Rompimento de barragens construídas com tecnologia inadequada;
- Drenagem deficiente de terrenos localizados a montante de aterros, em estradas que cortam transversalmente vales de riachos.
- Estrangulamento de leitos de rios, provocado por desmoronamentos oriundos de terremotos ou deslizamentos relacionados com intemperismo.

A enxurrada é definida como o volume de água que escoar na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas (GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL, 2002).

As enxurradas são geradas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa (MANUAL DE DESASTRES, 2005).

O alagamento se difere das situações anteriores, pois corresponde à invasão de casas e outras edificações pelas águas de escoamento superficial em áreas urbanas consolidadas com altas taxas de impermeabilização (LACERDA e TEIXEIRA, 2005).

Segundo Carvalho, Macedo e Ogura(2007), alagamento é o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial.

Para o Glossário de Defesa Civil (2002), alagamento é a água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades cujo o sistema de drenagem é deficiente.

No alagamento, o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais. Este fenômeno se relaciona com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, que pode ser provocadas por (MANUAL DE DESASTRES, 2005):

- Compactação e impermeabilização do solo;
- Pavimentação de ruas e construção de calçadas, diminuindo a superfície de infiltração;
- Construção adensada de edificações, que colaboram para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas;
- Desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano;
- Acúmulo de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água;
- Incapacidade da rede de galerias pluviais.

3.2 Desastres

Glossário da Defesa Civil (2004) define desastre como o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres podem ser classificados quanto à intensidade (nível I, II, III e IV), quanto à evolução (desastres súbitos; graduais; e por somação), e quanto à origem (desastres naturais; humanos; e mistos).

A palavra desastre vem do latim, o prefixo “*dis*” tem relação com o significado de distância, e “*astre*” tem a ver com astro, formando então literalmente “astro distante” (Bruggeman, 2009).

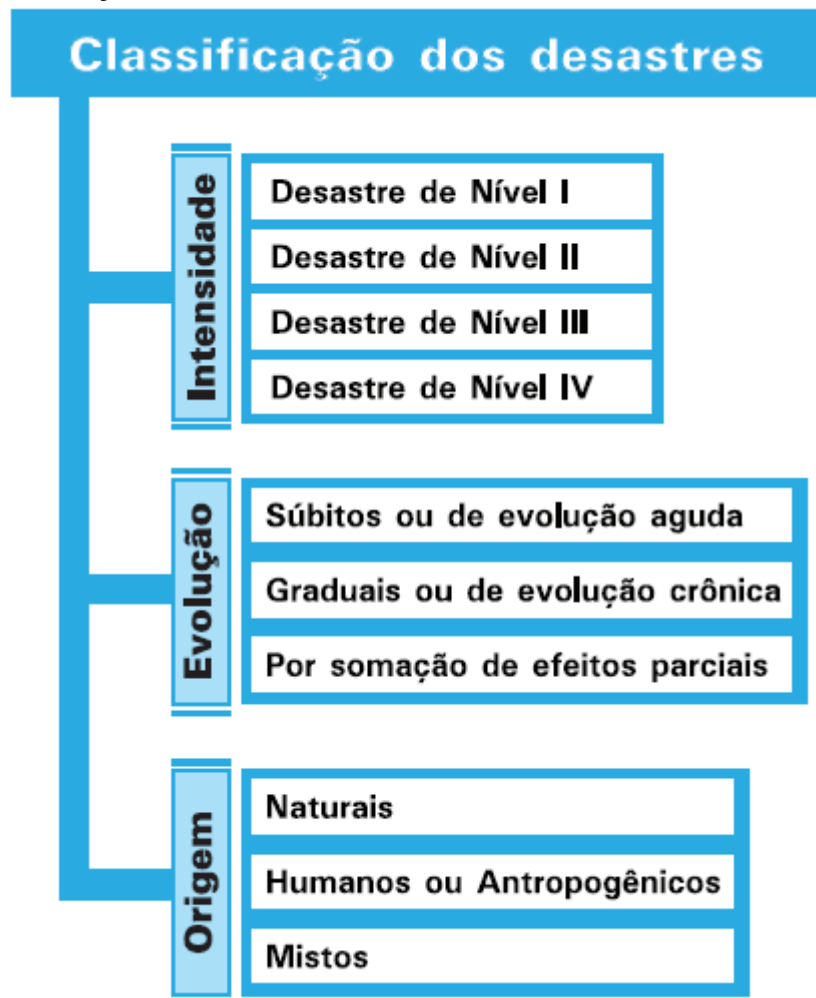
Segundo Bruggeman (2009), desastres podem ser gerados pela natureza ou até mesmo pelo ser humano. Nos desastres de origem natural, o acontecimento, os danos e a intensidade deles dependem da vulnerabilidade das regiões atingidas e das condições geográficas e climáticas onde as pessoas vivem.

É possível presenciar, que nas últimas décadas se teve um aumento significativo não apenas na frequência e intensidade, mas também nos danos e prejuízos causados pelos desastres naturais (MARCELINO, 2008).

Vários fatores são apontados como sendo responsáveis pelo aumento dos desastres climáticos, entre eles o crescimento populacional, o aumento dos bolsões de pobreza, a ocupação indevida de áreas de risco e as mudanças climáticas (BRUGGEMAN, 2009, p. 54).

Os desastres podem ser classificados de acordo com sua intensidade, evolução ou origem, (Figura 5):

Figura 5 - Classificação dos desastres.



Fonte: GOMES JUNIOR, 20--.

3.2.1 Classificação dos Desastres

a) Quanto a Intensidade

Podemos classificar os desastres quanto à intensidade, em desastres de nível I, desastres de nível II, desastres de nível III e desastres de nível IV (GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL, 2002):

- **Desastre de Nível I:** são desastres de pequeno porte ou acidentes. São caracterizados quando os danos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco consideráveis, sendo mais facilmente superáveis pela comunidade afetada. A situação é facilmente normalizada com recursos existentes no município afetado, sem necessidade de grandes mobilizações.

- **Desastre de Nível II:** são desastres de médio porte. Caracterizados quando os danos causados tem certa importância, e os prejuízos causados, embora pouco consideráveis, são significativos. Estes tipos de desastres são suportáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis. A situação pode ser normalizada com recursos existentes no município afetado, desde que sejam racionalmente mobilizados e judiciosamente utilizados.

- **Desastres de Nível III:** são desastres de grande porte. Caracterizados quando os danos causados são importantes e os prejuízos consideráveis. Estes tipos de desastres são suportáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis. A situação pode ser normalizada, porém os recursos disponíveis no município atingido devem ser reforçados com o aporte de recursos estaduais e federais já disponíveis.

- **Desastre de Nível IV:** são desastres de muito grande porte. São caracterizados quando os danos causados são muito importantes e os prejuízos muito consideráveis. Estes tipos de desastres não são superáveis pela comunidade, mesmo quando bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis, a não ser que recebam auxílio de fora do município. A situação pode ser normalizada, desde que haja a ação coordenada dos três níveis (Municipal, Estadual e Federal) do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC, e algumas vezes, de ajuda internacional.

b) Quanto a Evolução

Podemos classificar os desastres quanto à evolução, em desastres súbitos ou de evolução aguda, desastres graduais de evolução crônica, desastres por somação de efeitos parciais (GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL, 2002):

- **Desastres súbitos ou de evolução aguda:** se caracterizam pela velocidade em que o processo evolui, normalmente pela violência dos eventos adversos que o causaram. Pode ocorrer de forma inesperada ou ter características cíclicas e sazonais, podendo desta forma prevê-los.

- **Desastres graduais de evolução crônica:** se caracterizam por serem silenciosos e por evoluírem por etapas, e irem se agravando progressivamente.

- **Desastres por somação de efeitos parciais:** se caracterizam pela somatória de diversos acidentes/ocorrências idênticos, que quando somados após certo período de tempo, definem um desastre de grande proporção.

c) Quanto a Origem

Podemos dividir os desastres quanto à origem em três tipos, os desastres naturais, os desastres humanos e os desastres mistos.

- **Desastres naturais:** podem ser definidos como o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade dos afetados em conviver com o impacto (TOBIN e MONTZ, 1997; UNDP, 2004 apud MARCELINO, 2008). Os desastres naturais são ocasionados pela intervenção direta de um fenômeno natural de grande intensidade. Intervenções antrópicas, se forem mal planejadas, poderão intensificar e/ou agravar um desastre natural. Temos como exemplo as inundações, os deslizamentos, tornados, etc.

- **Desastres humanos:** Os desastres humanos são ocasionados por ações ou omissões humanas. Damos como exemplo acidentes de trânsito, incêndios industriais, etc; (MARCELINO, 2008).

- **Desastres Mistos:** Os desastres mistos são ocasionados quando as ações ou omissões antropogênicas contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais. Caracterizam-se também por variações de fenômenos adversos naturais que atuam sobre condições ambientais degradadas pelo homem, provocando o desastre.

3.2.2 Desastres Naturais

Para classificar os desastres naturais, foram utilizadas as duas propostas apresentadas por Tobin e Montz (1997) apud Marcelino (2008). Enquanto uma tem o objetivo de detectar as similaridades entre os fenômenos, caracterizando-os, a outra tem o objetivo de diferenciá-las dentro de uma mesma categoria. Essas são informações indispensáveis em uma gestão de risco, que leva a poupar tempo, dinheiro e salvar vidas. A primeira, quanto à tipologia, tem como premissa o evento

geofísico que desencadeou o desastre natural (Tabela 1). Estes eventos fazem parte da geodinâmica externa (meteorológicos e hidrológicos) e interna (geológicos) da terra (MARCELINO, 2008).

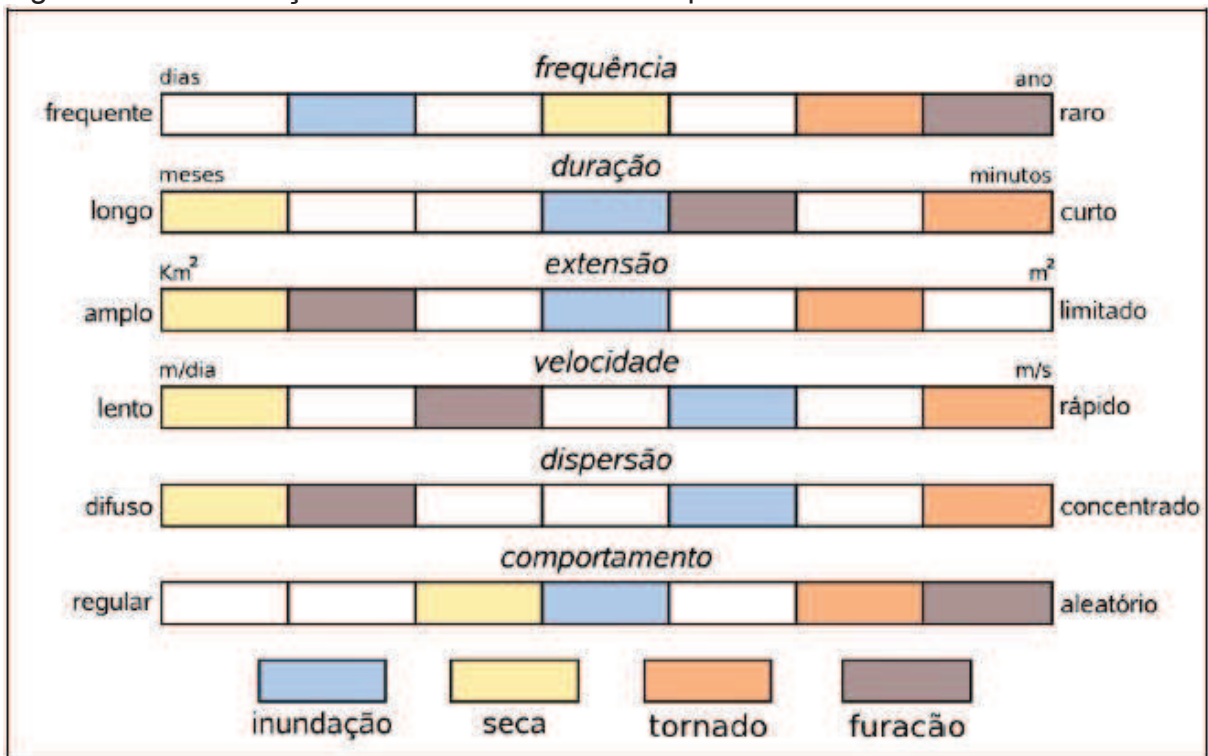
Tabela 1 – Classificação dos desastres naturais quanto à tipologia.

CATEGORIA	TIPOS DE DESASTRE
Meteorológicos	Furacões, ciclones e tufões
	Vendaval
	Granizos
	Tornados
	Nevascas
	Geadas
	Ondas de frio
	Ondas de calor
Hidrológicos	Inundações
	Seca/ estiagem
	Incêndio florestal
Geológicos	Terremotos
	Vulcanismo
	Tsunami
	Escorregamentos
	Subsidências

Fonte: (MARCELINO, 2008).

A segunda classificação tem o objetivo de diferenciar os desastres levando em conta as suas características comportamentais. Se levarmos em conta os fenômenos que ocorrem na região sul do Brasil, podemos notar na Figura 6, que as inundações têm características diferenciadas das estiagens. As inundações ocorrem praticamente em todos os meses do ano, enquanto as estiagens são atreladas à determinada estação ou período do ano. A duração e a extensão das estiagens são maiores do que as inundações, porém, a formação e a dissipação são mais lentas. Outro fator, é que a estiagem cobre grandes áreas, de diferentes relevos, e as inundações estão limitadas às terras planas, normalmente em margens de rios (MARCELINO, 2008).

Figura 6 - Classificação dos desastres naturais quanto às características.

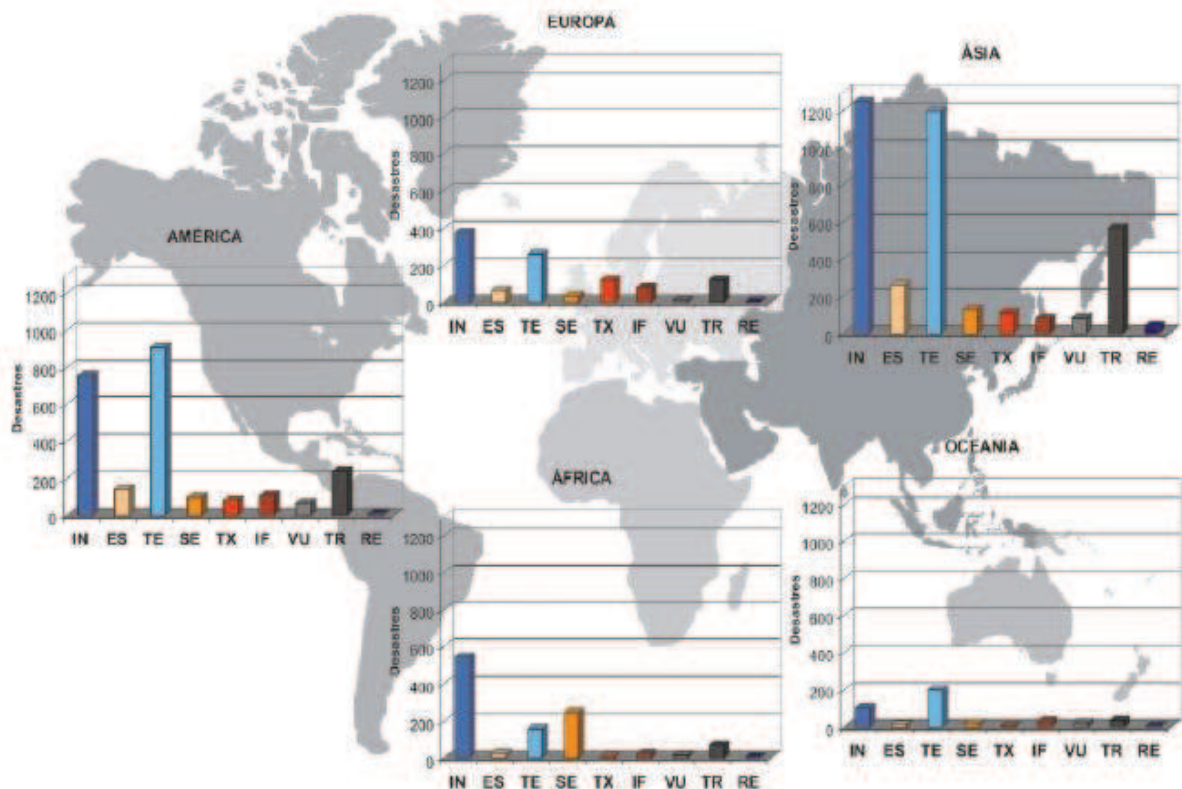


Fonte: (MARCELINO, 2008).

Tornados e furacões se assemelham em relação à frequência e ao comportamento, pois ambos são relativamente raros e aleatórios, dificultando assim a previsibilidade. Porém, em relação à extensão, os danos dos tornados são concentrados e intensos. No caso dos furacões, sua área de destruição apesar de menor intensidade é muito maior, se tornando mais difuso. Quanto à velocidade, os furacões deslocam-se com menor velocidade que os tornados (MARCELINO, 2008).

Os desastres naturais podem ocorrer em qualquer país ou continente. Porém, algumas regiões são mais afetadas em função da magnitude e frequência dos fenômenos e da vulnerabilidade do sistema social. De acordo com o banco global *Emergency Events Database* (EM-DAT), no período de 1900 – 2006, o continente que apresentou o maior número de registros foi o Asiático (Figura 7), com 3.699 registros, seguido pelo Americano, com 2.416 registros (EM-DAT, 2007 apud MARCELINO, 2008). É importante frisar, que em todo mundo, os tipos de desastres que mais ocorreram foram as inundações (35%) seguido das tempestades (31%). Portanto, cerca de 66% dos desastres naturais ocorridos no mundo estão vinculados as instabilidades atmosféricas severas (MARCELINO, 2008). Na Figura 7, pode-se observar a distribuição continental dos desastres naturais ocorridos no Planeta, entre os anos 1900 e 2006.

Figura 7 - Distribuição por continente dos desastres naturais ocorridos no Planeta (1900-2006). Legenda: IN – Inundação, ES – Escorregamento, TE – Tempestade, SE – Seca, TX – Temperatura Extrema, IF – Incêndio Florestal, VU – Vulcanismo, TR – Terremoto e RE – Ressaca.



Fonte: (MARCELINO, 2008).

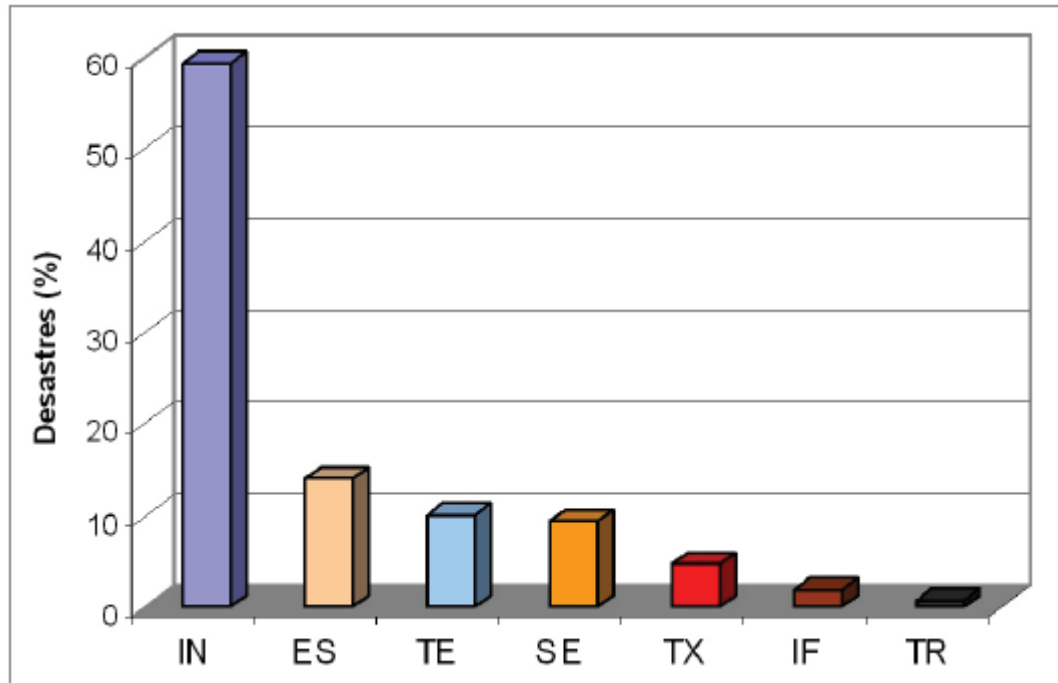
É interessante ressaltar que mais de 70% dos desastres ocorreram em países em desenvolvimento. Estes dados refletem as próprias condições sócio-econômicas destes países, como ocupação populacional em áreas de risco, falta de planejamento urbano, baixos investimentos em saúde e educação, fatores que aumentam consideravelmente a vulnerabilidade das comunidades (ALEXANDER, 1995; DEGG, 1992; TOBIN e MONTZ, 1997 apud MARCELINO, 2008).

No Brasil, de acordo com o EM-DAT (2007) apud Marcelino (2008), ocorreram 150 desastres no período de 1900-2006, contabilizando 8.183 vítimas e um prejuízo estimado em 10 bilhões de dólares. Deste total, 84% aconteceram após os anos 70, demonstrando um aumento considerável de desastres nas últimas décadas. (MARCELINO, 2008).

Assim como os desastres mundiais, o mais frequente no Brasil são as inundações, com 59% de registros. A maioria dos desastres ocorridos no Brasil está associada às instabilidades atmosféricas severas (MARCELINO, 2008). Na Figura 8,

pode-se observar os tipos de desastres naturais ocorridos no Brasil entre o período de 1900 a 2006.

Figura 8 - Tipos de desastres naturais ocorridos no Brasil (1900-2006). Legenda: IN – Inundação, ES – Escorregamento, TE – Tempestades, SE – Seca, TX – Temperatura Extrema, IF – Incêndio Florestal e TR – Terremoto.

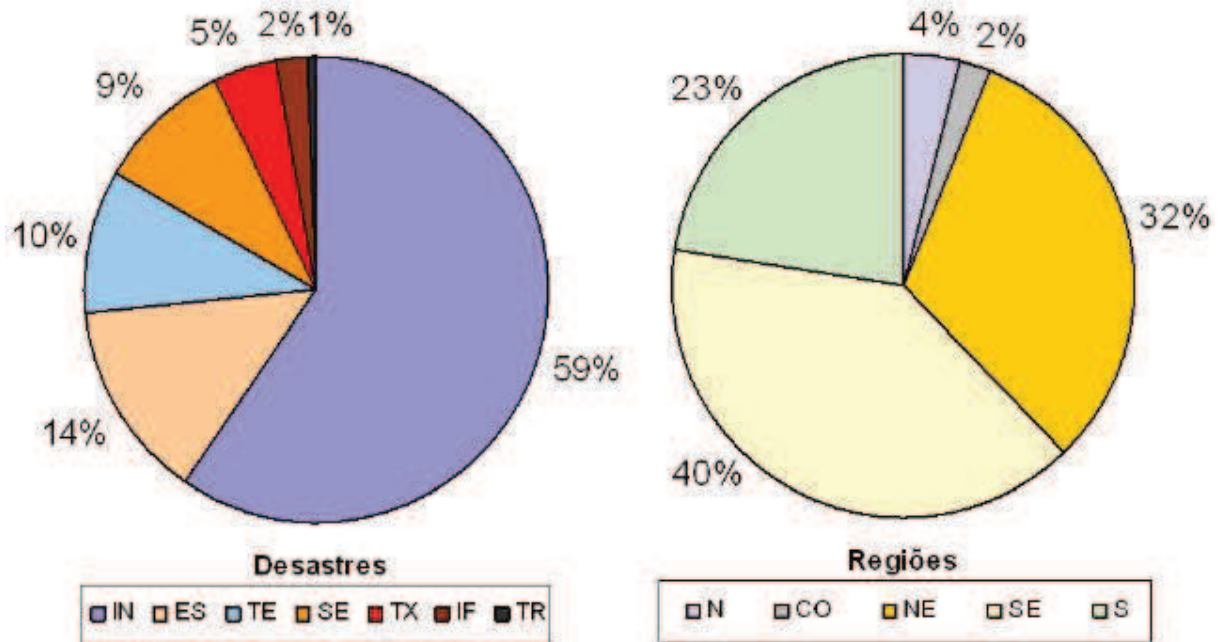


Fonte: (MARCELINO, 2008).

As regiões mais afetadas são o Sul e Sudeste. No Brasil, as ocorrências estão mais associadas às características geoambientais do que sócio-econômicas, visto que favelas e falta de planejamento urbano estão presentes na maioria das cidades (MARCELINO, 2008).

É importante frisar, que no Banco do EM-DAT, são computados apenas desastres de grande severidade, caracterizados como desastres de nível IV, que resultam em muitas mortes e inúmeros desabrigados, levando os estados e o país a buscarem auxílio externo (MARCELINO 2008). Desta forma, o número de desastres ocorrido no Brasil se torna muito maior. Na Figura 9, tem-se a distribuição dos desastres naturais ocorridos no Brasil, no período de 1900 a 2006.

Figura 9 - Distribuição dos desastres naturais no Brasil (1900-2006). Legenda: N – Norte, CO – Centro Oeste, NE – Nordeste, SE – Sudeste, S – Sul.



Fonte: (MARCELINO, 2008).

3.3 Situação de Emergência

Situação de emergência é o reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, oriunda de desastres, causando danos superáveis a comunidade afetada (GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL, 2002).

São situações que demandam uma intervenção imediata de profissionais treinados e com equipamentos adequados, porém podem ser atendidos com recursos normais de resposta a emergências, não necessitando de procedimentos especiais (GOMES JUNIOR, 20--).

3.4 Estado de Calamidade Pública

Estado de calamidade pública é o reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, oriunda de desastres, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade e à vida de seus integrantes (GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL, 2002).

3.5 Situação Crítica

Situações cuja característica de risco e origem, necessita além de uma intervenção imediata de profissionais treinados com equipamentos adequados, uma postura organizacional não rotineira, mesmo não sendo caracterizado um desastre (GOMES JUNIOR, 20--).

Segundo Gomes Júnior (20--); é possível, mapear alguns fatores que afetam a situação crítica, dentre eles pode-se citar:

- **Alto risco:** os riscos existentes na situação crítica são altos, tendo grande possibilidade de que resultados indesejados se concretizem. As consequências destes resultados podem ser graves, como mortes humanas, pessoas feridas ou desalojadas, patrimônios danificados ou destruídos, impactos no meio ambiente.

- **Dinâmicas:** a mudança de cenário acontece com muita rapidez, em função da intervenção complexa de vários fatores como clima, vento, temperatura, luminosidade, comportamento humano e desempenho de equipamentos. A situação se modifica em resposta as nossas ações, porém nem sempre da forma desejada. A dificuldade de obter informações precisas faz com que nossa percepção da situação crítica se modifique com muita frequência.

- **Complexas:** as situações críticas são complexas por algumas razões. Primeiro porque podem envolver problemas relativamente complexos (resgates técnicos, evacuação de muitas pessoas). Além disso, envolvem mais de uma organização ou serviço, cada um com diferentes prioridades, procedimentos e responsabilidades.

- **Confusas:** existe uma grande dificuldade em estabelecer a comunicação entre as organizações envolvidas, e a falta de informações faz com que o cenário pareça fragmentado. Nem sempre são estabelecidos prioridades e objetivos comuns para as operações, e os recursos não são compartilhados de forma adequada.

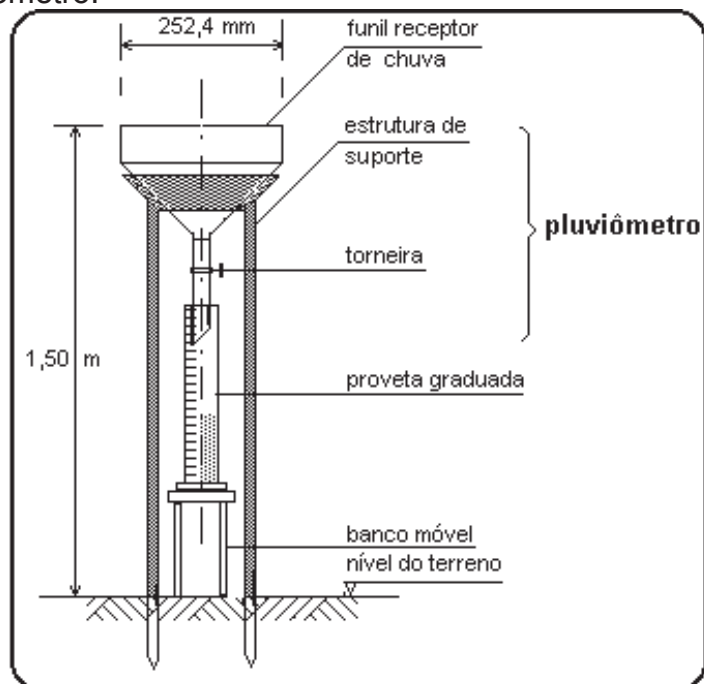
3.6 Aplicação da Hidrologia para Prevenção de Desastres Naturais

De acordo com Kobiyama (2006), hidrologia é “a ciência que estuda a água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua relação com o meio ambiente”. Com a aplicação da hidrologia, é possível minimizar os efeitos causados pelos desastres naturais, prevendo como e quando estes fenômenos poderão acontecer, através de monitoramento das áreas de estudo e modelagem.

Para se realizar o monitoramento, é feita a medição contínua dos processos, variáveis hidrológicas e meteorológicas, permitindo desta forma obter o conhecimento das características hidrológicas, que possibilitam a modelagem (KOBİYAMA, 2006).

A medição da chuva pode ser feita com um aparelho chamado pluviômetro (Figura 10). É essencial para auxiliar a prever o tempo, saber quais locais estão sujeitos a maiores riscos, formar um sistema de alerta e para a construção de obras como barragens, pontes e estradas. Com os dados das precipitações, é possível estimar, por meio de modelagem, o quanto de chuva é esperado para cada época do ano e a probabilidade de ocorrer um desastre natural (KOBİYAMA, 2006).

Figura 10 - Pluviômetro.



Fonte: (UFCG, 2002).

A modelagem é um modelo que tenta imitar ou representar um fenômeno que acontece na realidade, com base nos valores medidos durante o monitoramento. Os modelos são ferramentas que auxiliam a compreender alguns fenômenos, fazendo inclusive previsões (KOBİYAMA, 2006).

De acordo com Kobiyama (2006), a modelagem é realizada através dos dados de chuva e vazão obtidos através do monitoramento e estudo prévio das características da região, como clima, geografia do terreno, tipo de solo, qualidade da água, dentre outros. Com estas informações, são estimados valores por meio de fórmulas matemáticas e com os valores obtidos é feito o modelo matemático, que irá representar o comportamento do ciclo hidrológico da região.

3.7 Medidas Estruturais e Não Estruturais

Para Barros (2005), o sistema de drenagem é composto de dois tipos de intervenções no ambiente, que dificilmente estão dissociadas. São classificadas como medidas estruturais e medidas não-estruturais.

O controle da inundação obtido por um conjunto de medidas estruturais e não-estruturais permite à população ribeirinha mitigar suas perdas e manter uma convivência harmônica com o rio (TUCCI, 1997).

3.7.1 Medidas Estruturais

Envolvem recursos que grande parte das cidades não dispõe para investir, e servem para resolver problemas específicos e localizados (TUCCI e GENZ, 1995).

Segundo Barros (2005), são às obras hidráulicas necessárias para proporcionar a boa drenagem do escoamento superficial.

Para Tucci (1997), as medidas estruturais podem ser extensivas ou intensivas. As medidas extensivas são as que atuam na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como por exemplo, a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de enchente além de controlar a erosão da bacia. Já as medidas intensivas, atuam no rio e podem ser de três tipos:

- **Aceleram o escoamento:** construção de diques e polders, aumento da capacidade de descarga dos rios e corte de meandros;
- **Retardam o escoamento:** reservatórios e as bacias de amortecimento;
- **Desvio do escoamento:** obras como canais de desvio.

A Tabela 2 apresenta de forma resumida as principais características das medidas estruturais.

Tabela 2 – Medidas estruturais.

MEDIDA	PRINCIPAL VANTAGEM	PRINCIPAL DESVANTAGEM	APLICAÇÃO
MEDIDAS EXTENSIVAS			
Cobertura vegetal	Redução do pico de cheia	Impraticável para grandes áreas	Pequenas bacias
Controle de perda	Reduz assoreamento	Idem ao anterior	Pequenas Bacias
MEDIDAS INTENSIVAS			
<i>Diques e polders:</i>	Alto grau de proteção de uma área	Danos significativos caso falhe	Grandes rios
<i>Melhoria do canal:</i> Redução da rugosidade por desobstrução	Aumento da vazão com pouco investimento	Efeito localizado	Pequenos rios
Corte de meandro	Amplia a área protegida e acelera o escoamento	Impacto negativo em rio com fundo aluvionar	Área de inundação estreita
<i>Reservatórios:</i> Todos os reservatórios	Controle a jusante	Localização difícil	Bacias intermediárias
Reservatórios com comportas	Mais eficiente com o mesmo volume	Vulnerável a erros humanos	Projetos de usos múltiplos
Reservatórios para cheias	Operação com o mínimo de perdas	Custo não partilhado	Restrito ao controle de enchentes
<i>Mudança do Canal:</i> Caminho da cheia	Amortecimento de Volume	Depende da topografia	Grandes bacias

MEDIDA	PRINCIPAL VANTAGEM	PRINCIPAL DESVANTAGEM	APLICAÇÃO
Desvios	Reduz vazão do canal principal	Idem ao anterior	Bacias médias e grandes

Fonte: (SIMONS et al 1977 apud TUCCI 1995).

3.7.2 Medidas Não Estruturais

As medidas não estruturais são uma série de propostas que visam à minimização dos efeitos das chuvas intensas na área urbana, que não implicam em grandes obras de engenharia.

Muitas vezes, as medidas não-estruturais de baixo custo e de curto prazo resultam em grandes benefícios para a drenagem. As medidas estruturais e não-estruturais se complementam, visto que o sistema de drenagem não pode prescindir de nenhuma delas (BARROS, 2005).

As medidas não-estruturais, em conjunto com a estrutural ou sem ela, pode minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor. Normalmente, o custo de proteção de uma área inundável por medidas estruturais é superior ao de medidas não-estruturais (TUCCI, 1997).

Segundo Johson (1978 apud Tucci 1997), foi possível identificar as seguintes medidas não-estruturais: instalação de vedação temporária ou permanente nas aberturas da estruturas; elevação de estruturas existentes; construção de novas estruturas sob pilotis; construção de pequenas paredes ou diques circundando a estrutura; relocação ou proteção de artigos que possam ser danificados dentro da estrutura existente; relocação de estrutura para fora da área de inundação; uso de material resistente a água ou a novas estruturas; regulamentação da ocupação da área de inundação por cercamento; regulamentação de subdivisão e código de construção; compra de áreas de inundação; seguro de inundação; instalação de serviços de previsão e de alerta de enchente com plano de evacuação; adoção de incentivos fiscais para um uso prudente da área de inundação; instalação de avisos de alerta na área e adoção de políticas de desenvolvimento. As medidas não-estruturais de inundação podem ser divididas em:

- **Regulamentação do uso da terra ou zoneamento de áreas inundáveis:** para regulamentar é necessário instituir o risco de inundação das diferentes cotas das áreas ribeirinhas. Nas áreas de risco maior, não é aceita a habitação, porém pode ser utilizada para recreação desde que o investimento seja baixo e não se danifique. Para cotas com risco menor são permitidas construções com precauções especiais, efetuando ainda recomendações quanto aos sistemas de esgoto cloacal, pluvial e viário.

- **Construção a prova de enchente:** é o conjunto de medidas projetadas para minimizar as perdas de prédios localizados nas várzeas de inundação durante a ocorrência das cheias.

- **Seguro de enchente:** permite aos indivíduos ou empresas a obtenção de uma proteção econômica para as eventuais perdas.

- **Previsão de alerta:** sistema composto de obtenção de dados em tempo real, transmissão de informação para um centro de análise, previsão em tempo atual com modelo matemático, e Plano de Defesa Civil que envolve todas as ações individuais ou de comunidade para reduzir as perdas durante as enchentes.

A combinação destas medidas permite diminuir os impactos das cheias e melhorar o planejamento da ocupação da várzea. Como o zoneamento de inundação pressupõe a ocupação com risco, torna-se indispensável que exista um sistema de alerta para avisar a população sobre os riscos durante a enchente. O seguro e a proteção individual contra enchentes são medidas complementares, necessárias para minimizar impactos sobre a economia da população (TUCCI, 1997).

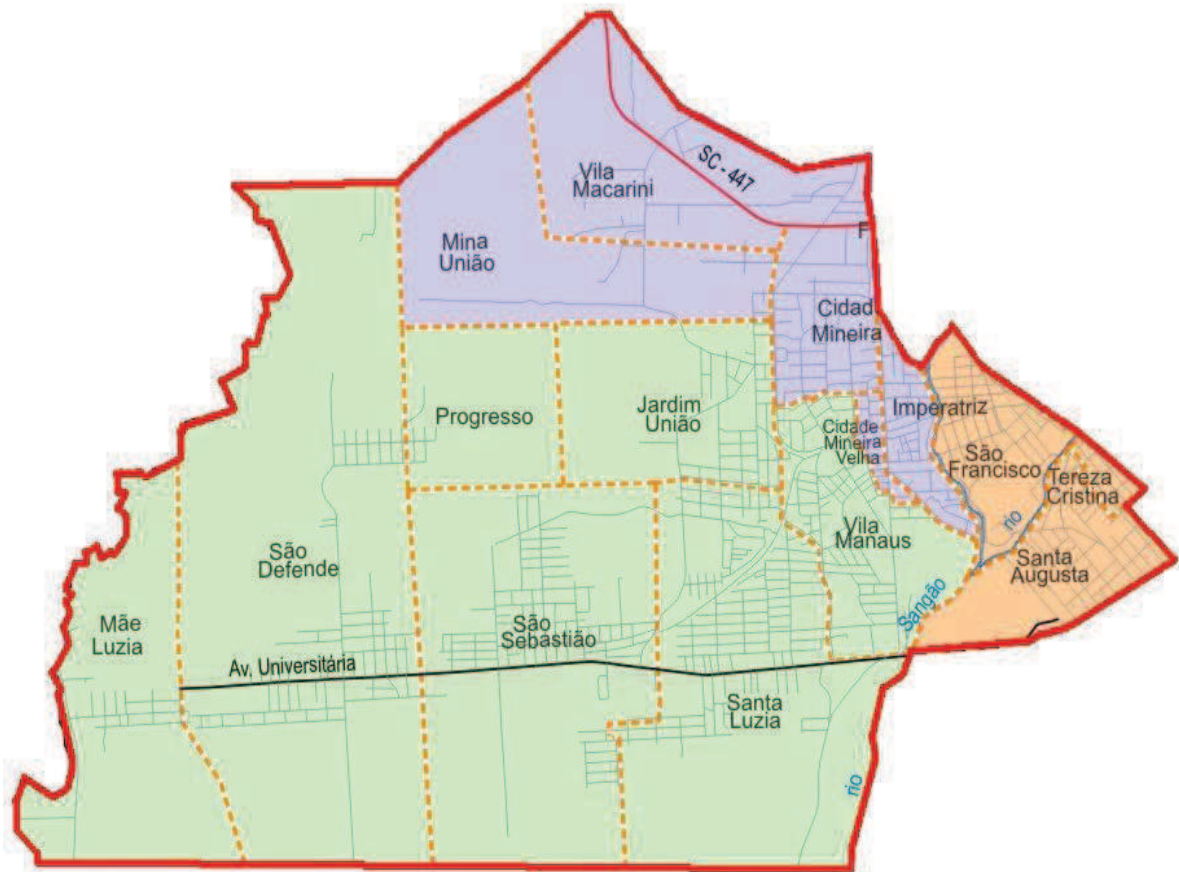
3.8 Funcionamento da Defesa Civil de Criciúma

Atualmente, a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil conta com um sistema de gerenciamento de crise desenvolvido pela própria coordenadoria. Tal sistema consiste na divisão do município de Criciúma em cinco partes, chamadas de setores. Tal sistema serve para facilitar o deslocamento e agilizar na assistência das comunidades caso haja necessidade, visto que cada setor possui responsáveis dentro da estrutura do governo do município para prestar a assistência necessária.

A princípio, o município foi dividido em cinco setores, logo após foram mapeados quais os bairros que integravam cada setor, podendo assim ser mapeado os que possuem escolas, postos de saúde, centro comunitário ou Centro de Referência de Assistência Social (CRAS).

Tais informações podem facilitar caso exista a necessidade de uma demanda maior de abrigo provisório, ou até mesmo a necessidade de deslocamento de afetados ao posto de saúde, em uma situação de emergência ou calamidade pública, por exemplo. Para compreender melhor, é possível observar na Figura 11, o “Setor 4” dentro da estrutura da COMDEC.

Figura 11 - Sistema de gerenciamento de crise do município de Criciúma, Setor 4.



Fonte: (COMDEC, 2011).

Este setor é composto por quinze bairros ou localidades. O Setor 4, ainda conta com outras informações, conforme podem ser vistas na Tabela 3.

Tabela 3 – Dados de gerenciamento de crise, setor 4.

	Bairro/ localidade	Escola	Posto saúde	Cras	Centro Comunitário
1	Mineira Nova	EMEIEF. Fiorento Meller	SIM	Santa Luzia	SIM
2	Imperatriz	-	-	Santa Luzia	-
3	Jardim União	EMEF. Adolfo Back	-	Santa Luzia	SIM
4	Mãe Luzia	EMEIEF. Giácomo Búrigo	SIM	Santa Luzia	-
5	Mina União	-	SIM	Santa Luzia	-
6	Mineira Velha	EMEIEF. PE. Carlos Wecki	SIM	Santa Luzia	SIM
7	Progresso	-	-	Santa Luzia	-
8	Santa Augusta	EMEIEF. Pascoal Meller	SIM	Tereza Cristina	SIM
9	Santa Luzia	EMEIEF. Prof ^a . Lili Coelho EMEIEF. Amaro João Batista (Nova Esperança)	SIM	Santa Luzia	SIM
10	São Defende	EMEIEF. Caetano Rochi EMEIEF. Acácio Alfredo Villain (Montevideo)	SIM	Santa Luzia	SIM
11	São Francisco	EMEIEF. Oswaldo Hülse	-	Tereza Cristina	SIM
12	São Sebastião	EMEIEF. José Contim Portella	SIM	Santa Luzia	SIM
13	Tereza Cristina	EMEIEF. Eliza Sampaio Rovaris	-	Tereza Cristina	SIM
14	Vila Macarini	CEIM. José Macarini	-	Santa Luzia	SIM
15	Vila Manaus	EMEIEF. Marcílio Dias San Thiago	SIM	Santa Luzia	SIM

Fonte: (COMDEC, 2011).

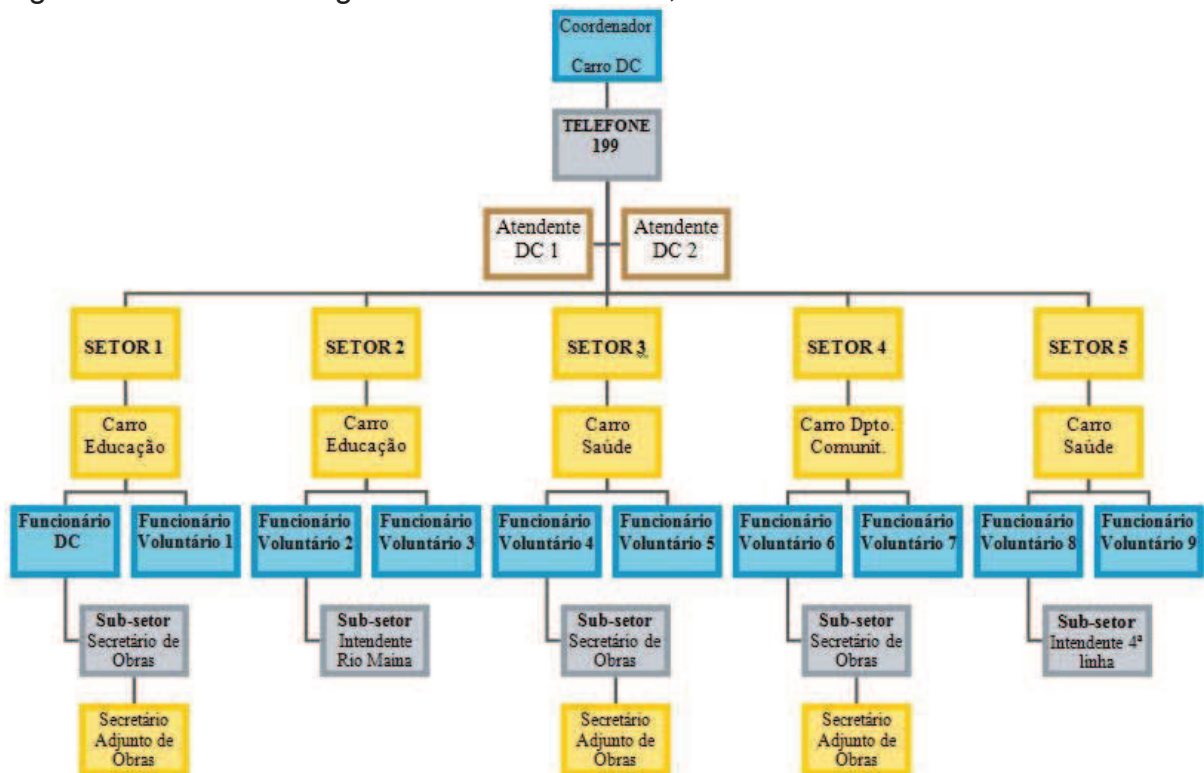
O Setor 4, foi utilizado como exemplo, visto que todos os outros setores (1;2;3;5) adotam o mesmo sistema de gerenciamento de crise.

Caso ocorra alguma situação de grande intensidade, caracterizadas como emergência ou calamidade pública, os cinco setores receberão informações via telefonia celular de dentro da prefeitura, passadas por funcionários qualificados para tal finalidade, que estarão de prontidão para atender chamados dos cidadãos realizados para o número 199.

A COMDEC do município de Criciúma conta com uma estrutura montada dentro do Paço Municipal, com três computadores, três linhas de telefone fixo sendo uma o número de emergência 199, dois celulares, dois funcionários, uma estagiária e 41 funcionários municipais voluntários, prontos para atuarem, conforme o decreto municipal SG/n. 229/10, de 5 de abril de 2010, além de possuir um veículo com tração 4x4.

Todos os setores estão ligados a coordenadora municipal, e tem no mínimo disponíveis duas pessoas para atuar, um carro, e um suporte, chamado de sub-setor, que será acionado caso seja necessário a solicitação de maquinários, para desobstrução de pontes, por exemplo, conforme Figura 12.

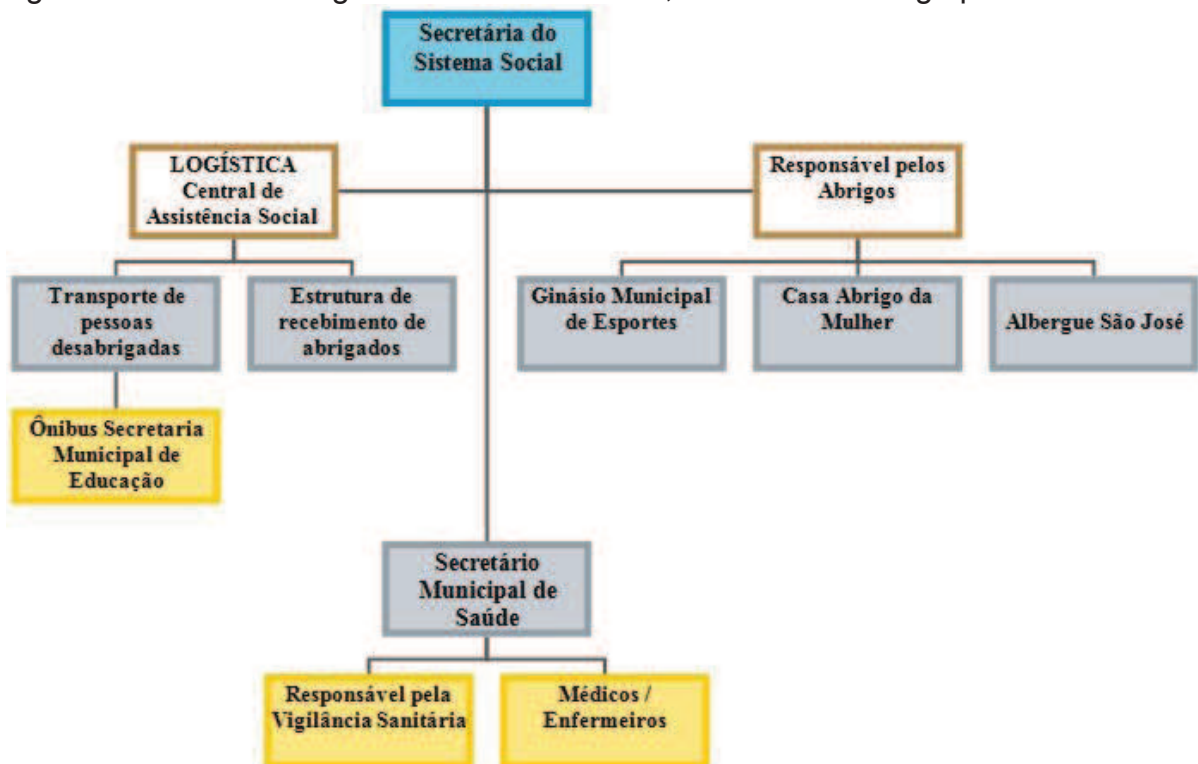
Figura 12 - Sistema de gerenciamento de crise, divisão de setores.



Fonte: (COMDEC, 2011).

Em situações de emergência, a COMDEC quando necessário utiliza uma estrutura de abrigo provisório, e conta com uma equipe multidisciplinar, que inclui diversas secretarias/diretorias do governo do município, entre elas a Secretaria Municipal do Sistema Social, Secretaria Municipal de Educação, Secretaria Municipal de Saúde, Fundação Municipal de Esportes (FME) entre outras. Tal sistema pode ser mais bem compreendido observando a Figura 13.

Figura 13 - Sistema de gerenciamento de crise, estrutura de abrigo provisório.



Fonte: (COMDEC, 2011).

4 METODOLOGIA

4.1 Descrição da Área de Estudo

A cidade de Criciúma foi fundada no dia 06 de janeiro de 1880, porém foi emancipada no dia 04 de janeiro de 1925. A colonização iniciou-se através da vinda de famílias italianas seguidas de imigrantes alemães e poloneses. Atualmente seu quadro étnico é composto basicamente pelas etnias portuguesa, árabe, polonesa, alemã, italiana, espanhola e afro descendentes (Alexandre et al, 1995; IBGE, 2010 apud SOUZA, 2010).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), Criciúma é uma cidade com 192.308 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 235,627 km².

O ponto central do município encontra-se na latitude de 28°40'40"S e longitude 49°22'12"W, localizando-se no Sul do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil. As águas superficiais do município de Criciúma drenam para as bacias hidrográficas do Araranguá e Urussanga, ambas pertencentes a 10ª região hidrográfica do Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1997 apud STEINER, 2011).

De acordo com Back (2009), o clima da região sul é determinado por fatores relacionados à dinâmica da atmosfera e geográficos, como a continentalidade, a orografia e a maritimidade. Algumas massas de ar influem no clima do sul do Brasil, são:

- Massa Tropical Marítima (Tm): tem origem no anticiclone do Atlântico (30°S), se caracteriza como quente e úmida e atua durante o ano todo;
- Massa Polar Marítima (Pm): tem origem em latitudes subpolares, se caracteriza como fria e úmida e atua no Estado durante o ano todo, no entanto de forma mais ativa durante o inverno;
- Massa Tropical Continental (Tc): tem origem na região do Chaco, chega ao estado pelo oeste, se caracteriza como quente e seca e de atividade mais intensa no verão;
- Massa Equatorial Continental (Ec): massa quente e úmida, entra no Estado pelo noroeste, principalmente no verão.

Em grande parte do tempo, a região é dominada pelo anticiclone subtropical do Atlântico Sul, desta forma sendo submetida a grandes movimentos descendentes. Os ventos que predominam na baixa atmosfera são do quadrante S-SE. Ao longo do ano, a região é invadida por sistemas extratropicais associados a massas de ar frio oriundas do sul, trazendo baixas temperaturas no inverno, chuvas na primavera e verão e ventos predominantes dos quadrantes S-SE e N-NE (BACK, 2009).

Os problemas de alagamento em Criciúma são oriundos de fatores antrópicos, como a ocupação urbana desordenada; beneficiamento de carvão e atividades de mineração realizadas em épocas passadas; ruas e edificações construídas à margem de rios; subdimensionamento e obstrução do sistema de micro e macrodrenagem (KREBS et al., 2006).

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia de pesquisa aplicada ao estudo com a finalidade de alcançar os objetivos inicialmente propostos.

4.2 Levantar decretações de Situação de Emergência ocasionadas por enchentes no município de Criciúma

Nesta etapa do trabalho foi realizada a análise de documentos para levantar as decretações de Situação de Emergência ocorridas no município de Criciúma. Foram analisados dados a partir de análises bibliográficas obtidas na COMDEC de Criciúma.

Foram analisados os documentos de decretação de situação de emergência e calamidade pública no município, registrando o número do decreto e sua data, o tipo de desastre, a data do episódio e o prefeito em exercício.

4.3 Descrição do sistema para gerenciamento de crise no município

Para descrever o modo de funcionamento do sistema de gerenciamento de crise utilizado atualmente no município, foram analisadas as bases da COMDEC, bem como os mapas de divisão de gerenciamento de crise, que divide o município em cinco regiões. Foi também analisado o modelo de estrutura de abrigo provisório, que é utilizado em conjunto com o gerenciamento de crise, quando há necessidade.

Para concluir a etapa, foi levantada a estrutura humana e material que a

COMDEC possui atualmente.

4.4 Identificar os pontos críticos de inundação no município de Criciúma

Para identificação dos pontos críticos de inundação no município de Criciúma, foi analisado o Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR. Tal plano foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT, a pedido da Prefeitura Municipal de Criciúma – PMC. Neste plano, foram mapeadas 29 áreas de risco no município, destas 14 áreas são passíveis de enxurradas e/ou inundações.

Porém, o centro do município de Criciúma, uma das áreas mais atingidas por inundações não está mapeada no PMRR como área de risco, sendo necessário buscar outros autores que a tragam como área passível de inundação, totalizando 15 áreas passíveis de enxurradas e/ou inundação.

Para concluir a etapa, foi elaborada uma tabela com os bairros/localidades passíveis de inundação no município, bem como o motivo destas ocorrências.

4.5 Proposição de pontos de instalação de sensores e sistema de alerta

Para propor os locais de instalação de sensores, foram levados em conta os dados obtidos através do PMRR, bem como os principais locais de ocorrência de inundações, já mapeados pela COMDEC através da Notificação Preliminar de Desastres – NOPRED, bem como do Relatório de Avaliação de Danos – AVADAN. Os locais definidos para propor os pontos de instalação possuem maior ocorrência de inundação segundo tais documentos.

Os sistemas de alerta existentes são constituídos de estações hidrológicas com registro de chuva e nível do rio, um sistema para recebimento dos dados e um sistema para transmissão dos dados, sendo possível realizar a modelagem matemática e previsão de níveis de cheias. Foram realizados contatos com alguns fornecedores para obter informações e orçamento destes equipamentos.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A cidade de Criciúma sofreu e continua sofrendo com alguns eventos adversos naturais, tanto de natureza meteorológica, geológica, porém principalmente hidrológica, através de enchentes. Diversos são os fatores condicionantes para a tão frequente ocorrência destes na cidade de Criciúma, o qual podemos citar os fatores antrópicos como a destruição de matas ciliares, bem como a falta de fiscalização para que não ocorra a habitação em áreas de riscos. Além disso, fatores de ordem física, como alto nível de precipitação e a incapacidade da rede de galerias pluviais.

A Tabela 4 mostra as decretações de situação de emergência no município de Criciúma, bem como suas datas e motivo, conforme dados da COMDEC deste município.

Tabela 4 – Decretações de Situação de Emergência no município de Criciúma/SC.

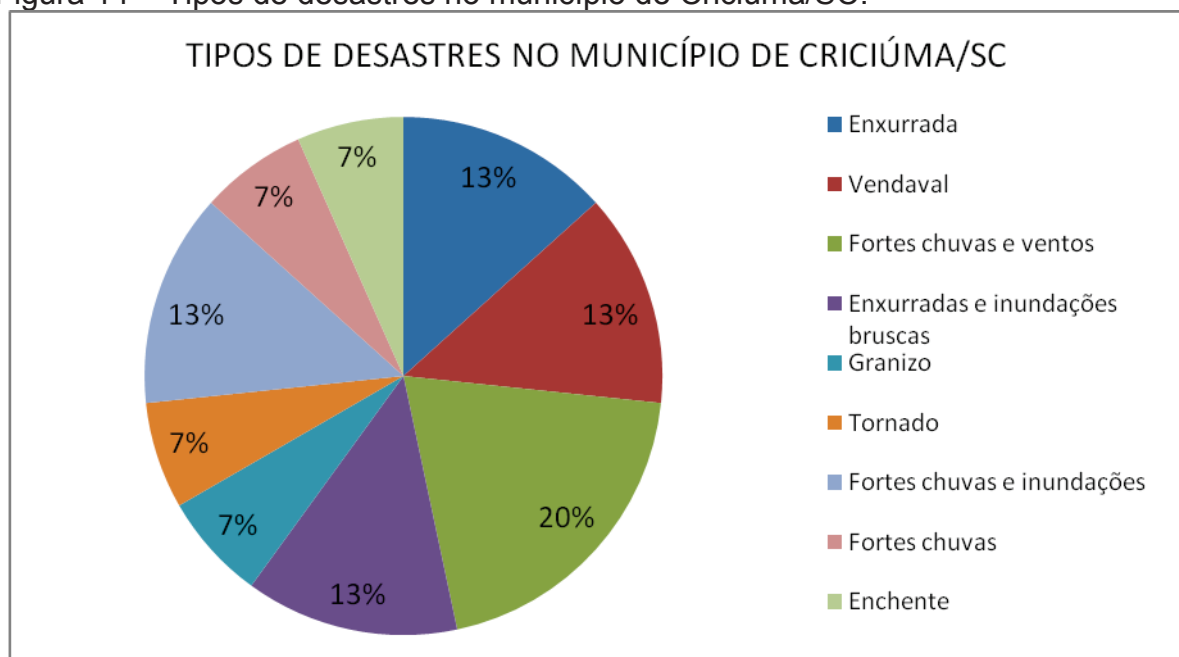
Número do Decreto	Data do Decreto	Tipo de desastre	Data do Desastre	Prefeito em exercício
009	19/01/2011	Enxurrada	18/01/2011	Clésio Salvaro
301	12/05/2010	Enxurrada	12/05/2010	Clésio Salvaro
016	27/01/2010	Vendaval	27/01/2010	Clésio Salvaro
852	20/11/2009	Vendaval	19/11/2009	Clésio Salvaro
318	09/03/2009	Fortes chuvas e ventos	17/02/2009	Clésio Salvaro
013	03/01/2009	Enxurradas ou inundações bruscas	01/01/2009	Clésio Salvaro
375	04/04/2007	Enxurradas e inundações bruscas	02/04/2007	Anderlei José Antonelli
361	17/04/2006	Granizos	16/01/2006	Anderlei José Antonelli
010	05/01/2005	Tornado	03/01/2005	Sérgio Hercílio Pacheco
713	26/08/2004	Fortes chuvas e ventos	27/03/2004	Décio Góes

Número do Decreto	Data do Decreto	Tipo de desastre	Data do Desastre	Prefeito em exercício
123	11/02/2003	Fortes chuvas e inundações	10/02/2003	Décio Góes
255	07/02/2001	Fortes chuvas e inundações	05/02/2001	Décio Góes
356	02/05/2000	Fortes chuvas e ventos	27/03/2000	Paulo Meller
1171	26/12/1995	Fortes chuvas	26/12/1995	Eduardo Pinho Moreira

Fonte: Dados do autor (2011).

No Figura 14, pode-se observar os diferentes tipos de desastres no município de Criciúma, bem como a porcentagem de sua ocorrência.

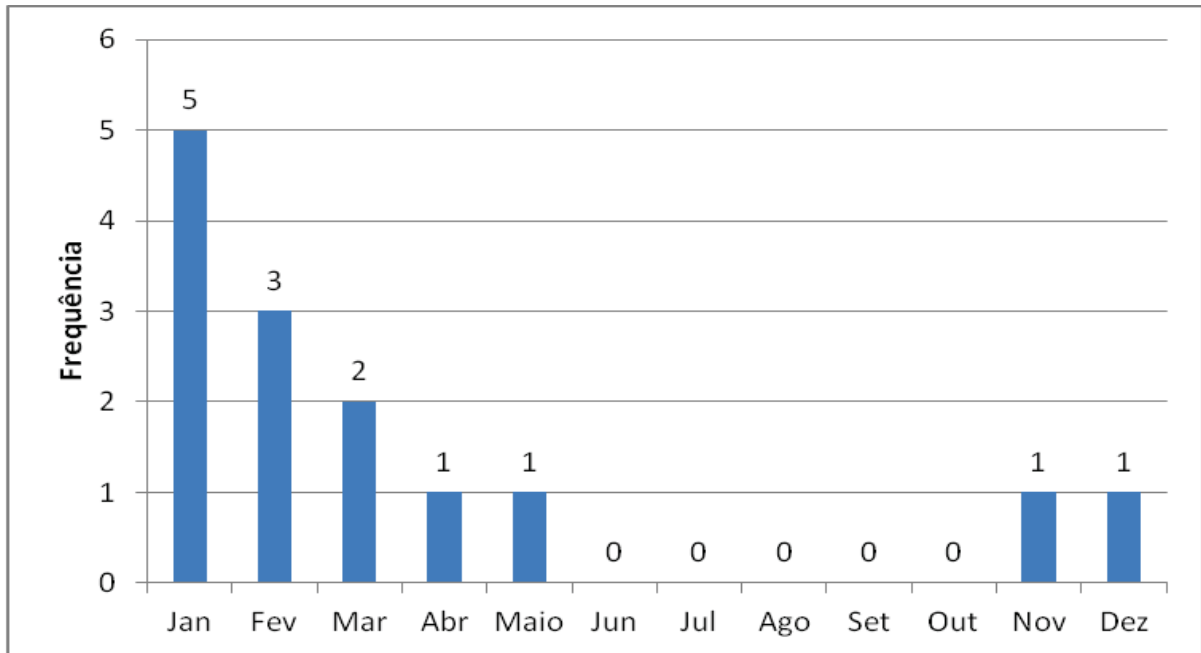
Figura 14 – Tipos de desastres no município de Criciúma/SC.



Fonte: Dados do autor (2011).

Como visto na Figura 14, mais da metade das situações de emergências registradas no município, possuem ligação direta com o elevado índice pluviométrico que caem na cidade. Na Figura 15, observa-se que as situações de emergência ocorreram entre os meses de novembro a maio, porém com maior frequência nos meses de janeiro a março.

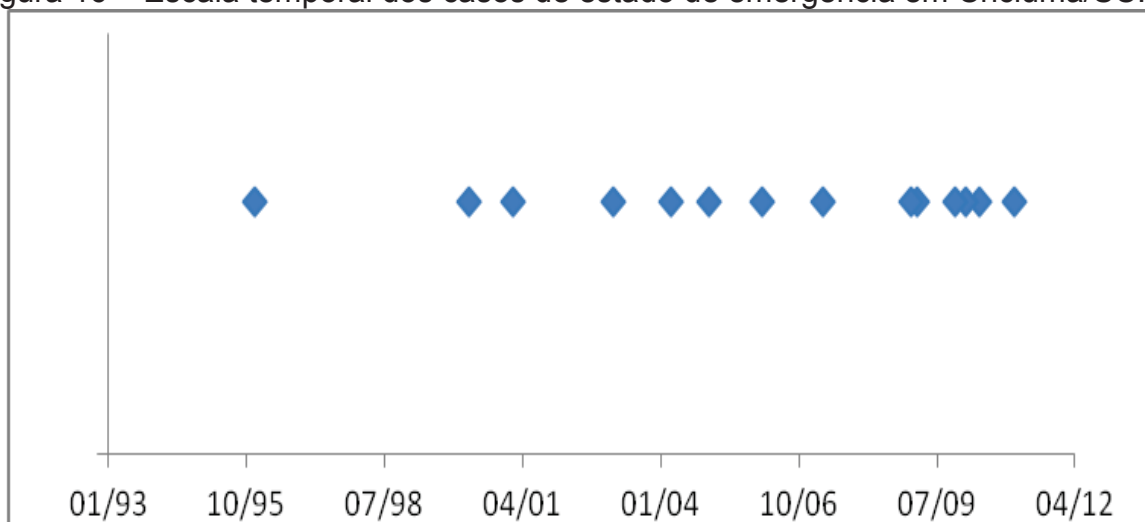
Figura 15 – Frequência de ocorrência de desastres no município de Criciúma/SC nos diferentes meses do ano.



Fonte: Dados do autor (2011).

Na Figura 16, está representado as ocorrências de estado de emergência em escala temporal, onde se observa maior ocorrência dos eventos a partir do ano 2000. Esta frequência pode estar relacionado as modificações na ocupação de solo, mas também pode estar sendo reflexo das mudanças climáticas globais. Segundo o IPCC (2007), como consequência das mudanças climáticas tem-se observado maior frequência de eventos extremos como cheias, tempestades, vendavais.

Figura 16 – Escala temporal dos casos de estado de emergência em Criciúma/SC.



Fonte: Dados do autor (2011).

No município de Criciúma, conforme dados levantados junto a COMDEC, apenas uma vez foi decretado estado de calamidade pública, conforme os dados da Tabela 5.

Tabela 5 – Decretação de Situação de Calamidade Pública.

Numero do Decreto	Dia/Mês/Ano	Tipo de desastre	Data do Desastre	Prefeito em exercício
019	25/03/1974	Enchente	24/03/1974	Algemiro Manique Barreto

Fonte: Dados do autor (2011).

Criciúma possui diversos bairros/localidades que são atingidos frequentemente por inundação. A Tabela 6 define as dezesseis áreas de risco no município passíveis de inundação. Nas figuras 17, 18, 19, 20 e 21 tem-se a localização dos bairros dentro do município de Criciúma, em formato de mapas.

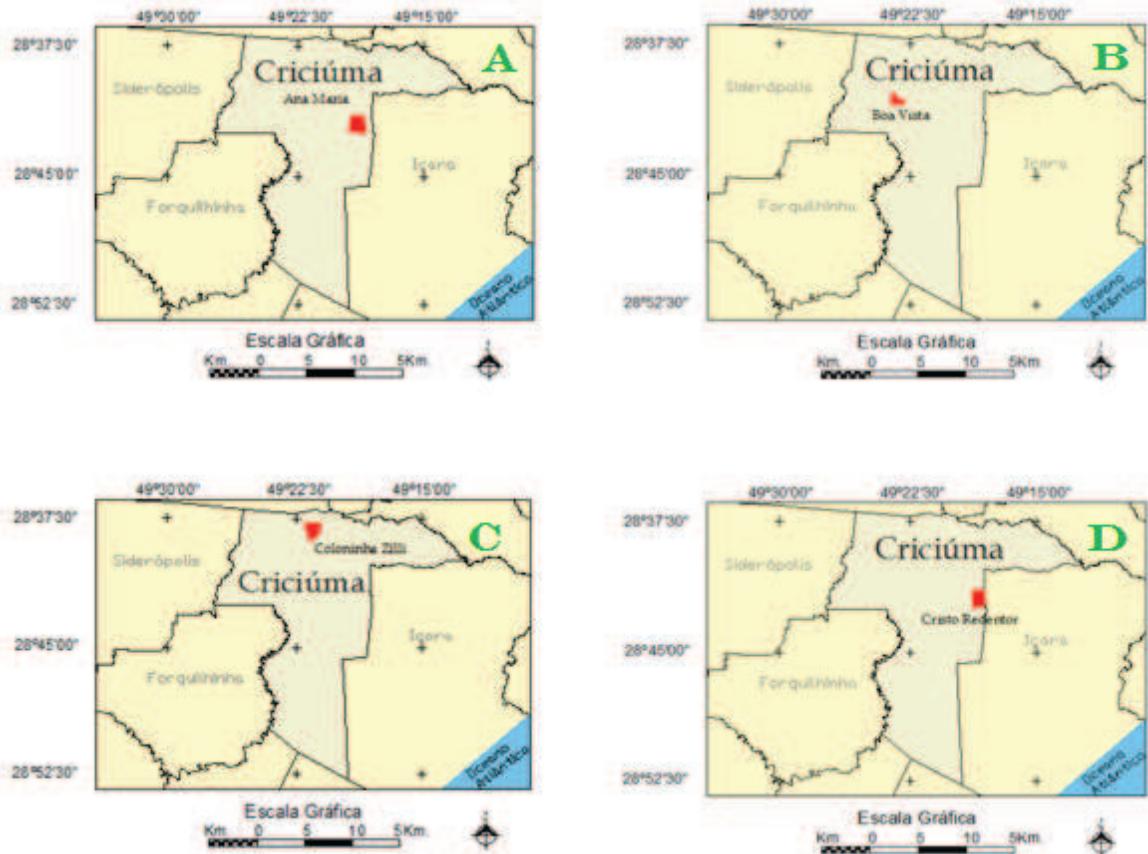
Tabela 6 – Áreas de risco passíveis de inundação.

BAIRRO / LOCALIDADE	TIPO DE OCORRÊNCIA	MOTIVO DA OCORRÊNCIA	LEIS	
			CRIAÇÃO	ALTERAÇÃO
Ana Maria	Inundações	Assoreamento dos córregos que passam pelo bairro	2729/1992	-
Boa vista	Enxurradas e inundações	Assoreamento dos rios Sangão e Criciúma	1064/1974 (DEC. no. AS/009/1974)	2097/1985
Centro	Alagamentos	Falha de dimensionamento da microdrenagem local e descarte inadequado de resíduos	2096/1985	
Coloninha Zilli	Inundações	Assoreamento da calha do rio Sangão, decorrente do carreamento de material sólido oriundo dos processos de mineração	-	-

BAIRRO / LOCALIDADE	TIPO DE OCORRÊNCIA	MOTIVO DA OCORRÊNCIA	LEIS	
			CRIAÇÃO	ALTERAÇÃO
Cristo Redentor	Inundações	Córregos assoreados	3246/1996	-
Imperatriz	Enxurradas e inundações	Assoreamento do rio Sangão	3858/1999	-
Paraíso	Enxurradas e inundações	Assoreamento do rio Criciúma	781/1970	-
Pinheirinho	Inundações	Assoreamento do rio Criciúma	851/1971	-
Renascer	Enxurradas e inundações	Assoreamento do córrego	3445/1997	-
Sangão	Inundações	Assoreamento do rio Sangão	-	-
São Defende	Inundações	Assoreamento dos canais que recebem água do bairro	3863/1999	-
São Francisco	Enxurradas e inundações	Assoreamento dos rios Sangão e Criciúma	2097/1985	-
Vila floresta	Inundações	Assoreamento da calha do rio Sangão, ocupação de suas margens	-	-
Vila Francesa	Inundações	Assoreamento da calha do rio Sangão, ocupação de suas margens	-	-
Vila Rica	Inundações	Ocupação das margens do rio Linha Anta	2700/1992	-
Vila Zuleima	Inundações	Assoreamento do rio Sangão	1750/1982	-

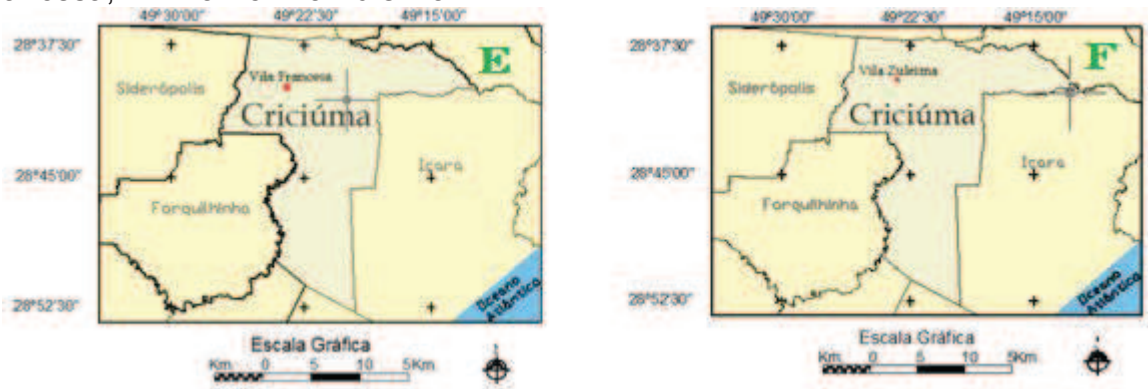
Fonte: Dados do autor (2011).

Figura 17 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: A – Bairro Ana Maria, B – Bairro Boa vista, C – Localidade Coloninha Zilli, D – Bairro Cristo Redentor.



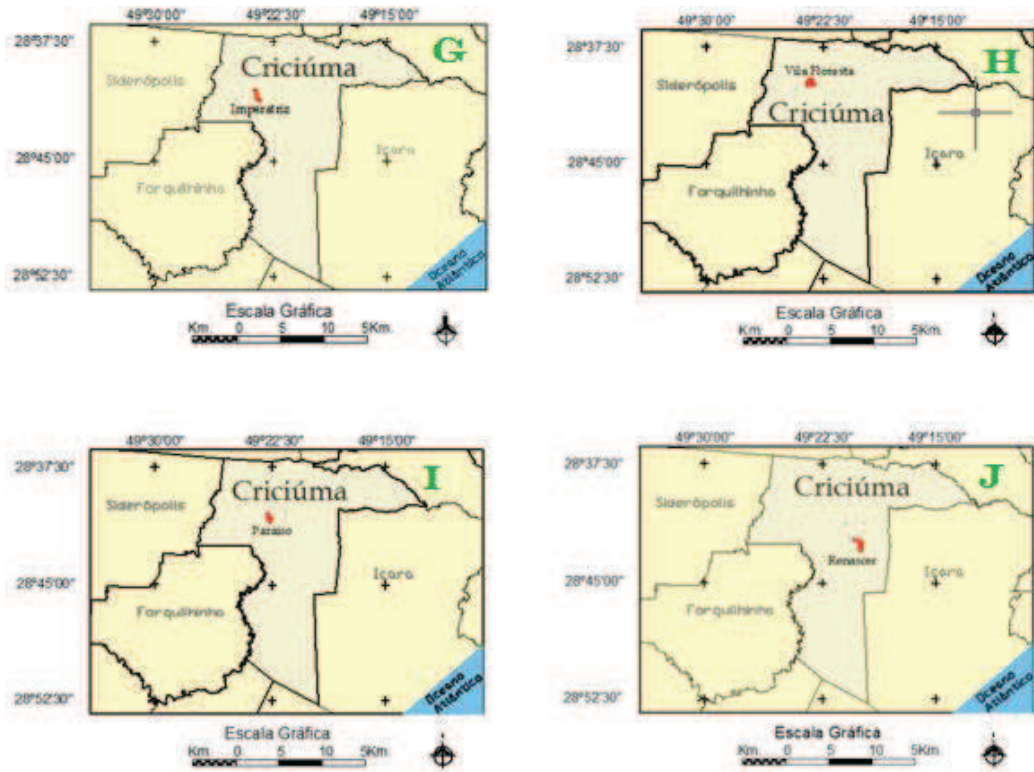
Fonte: (IPAT/UNESC, 2009).

Figura 18 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: E – Localidade Vila Francesa, F – Bairro Vila Zuleima.



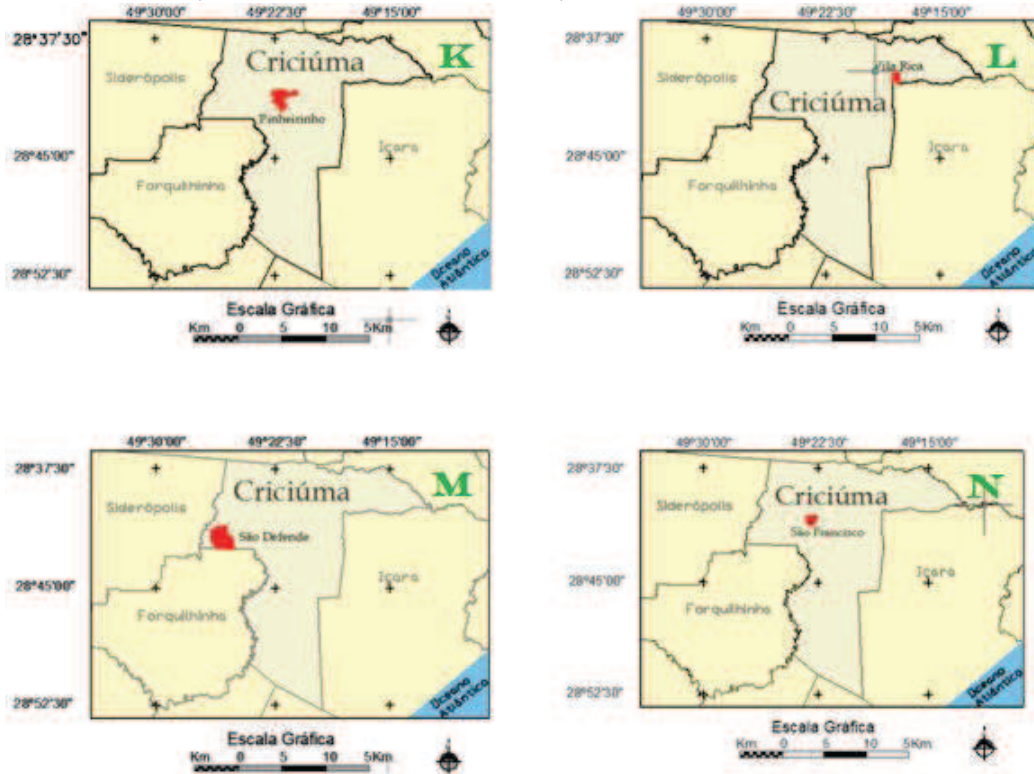
Fonte: (IPAT/UNESC, 2009).

Figura 19 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: G – Bairro Imperatriz, H – Localidade Vila Floresta, I – Bairro Paraíso, J – Bairro Renascer.



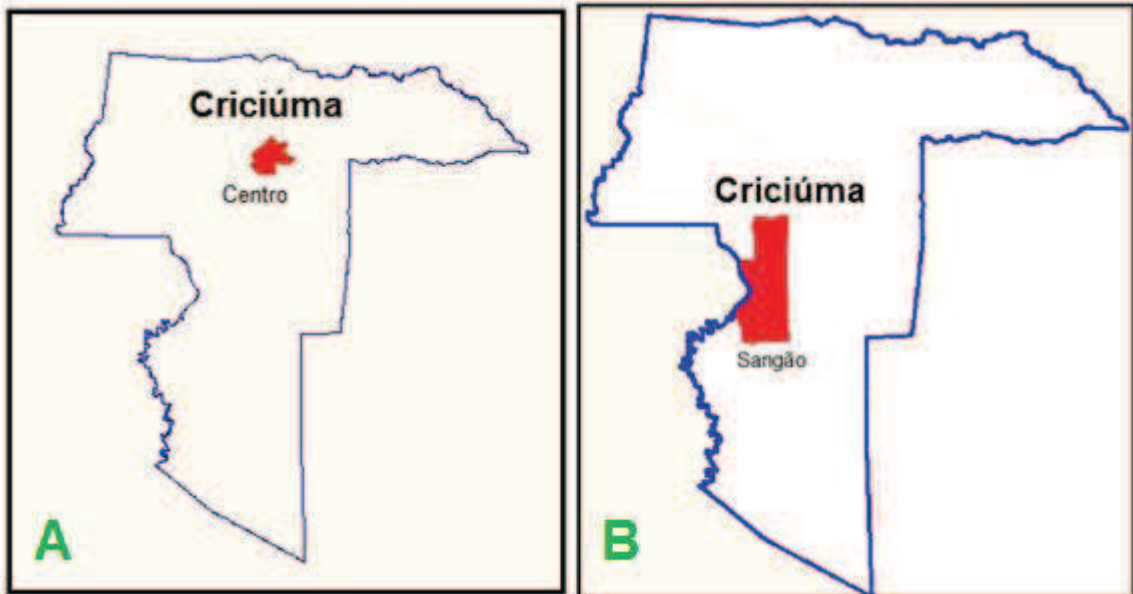
Fonte: (IPAT/UNESC, 2009).

Figura 20 – Áreas de risco passíveis de inundação. Legenda: K – Bairro Pinheirinho, L – Bairro Vila Rica, M – Bairro São Defende, N – Bairro São Francisco.



Fonte: (IPAT/UNESC, 2009).

Figura 21 – Áreas de risco passíveis de inundação, Legenda: A - Bairro Centro, B – Localidade Sangão.



Fonte: Dados do autor (2011).

Analisando os dados em documentos como NOPRED e AVADAN, e através da experiência obtida neste período na COMDEC, foi possível identificar que as regiões mais atingidas no município de Criciúma são a localidade Vila Francesa, o bairro Vila Zuleima e o bairro Pinheirinho, consecutivamente. Portanto estes locais seriam os primeiros a receber o sistema de monitoramento de enchente proposto.

É importante lembrar, que a estação de monitoramento permite mostrar apenas o volume de chuva e nível do rio naquele local em que ela se encontra instalada. Para fazer uma previsão de alagamento em pontos diferentes da estação de monitoramento, é necessário ainda desenvolver um modelo matemático com tal finalidade.

Cada sistema de monitoramento deverá conter os seguintes itens, descritos na Tabela 7.

Tabela 7 – Equipamentos para estação meteorológica.

Equipamento	Descrição	Quantidade	Valor
Data Logger U30	GSM (envia dados via internet)	01	R\$ 4.445,000
Sensor Pluviômetro	S-RGB-M002 - escala em mm de chuva	01	R\$ 2.050,00
Sensor de Nível da água	SDX	01	R\$ 3.250,00
Suporte Tripé	M-TPB-KIT	01	R\$ 950,00
Painel Solar	SOLAR-3W	01	R\$ 745,00
Software Hoboware Pro	BHW-PRO-CD	01	R\$ 495,00
Plano GSM	Anual, operadora Vivo	01	R\$ 600,00
			Total: R\$ 12.535,00
Adicionais	Descrição	Quantidade	Valor
Instalação e treinamento	Deslocamento / Hotel / Montagem / Treinamento	01	R\$ 2.450,00
Coletor de Dados em Campo	U30 Shuttle	01	R\$ 1.300,00
			Total: R\$ 3.750,00

Fonte: Dados do autor (2011).

Levando em conta a atual estrutura da COMDEC, o elevado custo de implantação e manutenção da estação hidrológica, pela necessidade do acompanhamento de um funcionário junto ao sistema e pela pequena quantidade de pessoas beneficiadas, pode-se dizer que não seria viável tal aplicação no município de Criciúma. Com o valor das três estações propostas, que seria de R\$ 37.605,00; poderiam ser comprados alguns itens que auxiliariam a população em geral, como por exemplo, botes e coletes salva-vidas.

Pode-se ainda analisar o sistema contra enchentes da cidade de Blumenau – SC, que é uma cidade com bacia hidrográfica grande, que tais sistemas

de alerta são interessantes para município, mas que por fatores diversificados não funcionaram nas chuvas de setembro de 2011, fazendo com que desta forma a população fosse pega de surpresa com a enchente.

A relação entre custo e benefício de um sistema de alerta nas condições do município de Criciúma parece inviabilizar a sua implantação. Pela experiência da Defesa Civil, o tempo de resposta entre a chuva e a inundação é relativamente pequeno, menor que 30 minutos, e assim um sistema de alerta pouco iria contribuir para reduzir os danos. Entende-se que a análise da previsão de eventos realizada pelas entidades meteorológicas é uma alternativa a implantação de um sistema de alerta. No estado de Santa Catarina, o Centro de Informações e de Recursos Ambientais de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram/Epagri) fornece a previsão meteorológica para o estado e emite alerta de eventos extremos. Recomenda-se que a Defesa Civil de Criciúma mantenha uma pessoa responsável pela análise desses avisos, principalmente na época de verão, com uma estratégia de ação para cada tipo de evento.

6 CONCLUSÃO

São muitos os fatores condicionantes para que ocorram enchentes e inundações no município de Criciúma, como por exemplo, o alto índice pluviométrico que incide na região, principalmente no verão, o assoreamento dos rios e o sistema de drenagem urbana com dimensionamento inadequado.

Como visto, o processo de urbanização brasileiro ocorreu de forma desorientada e em desacordo com as questões ambientais, e Criciúma seguiu neste exemplo.

O presente estudo procurou analisar as questões que influenciam na ocorrência de enchentes e inundações no município de Criciúma, bem como mapear os bairros e localidades passíveis de tais ocorrências, para desta forma verificar a viabilidade da instalação de sistemas hidrológicos com a finalidade de alertar ao município contra enchentes.

Para minimizar as perdas das famílias cricumenses, foi proposta uma estação hidrológica para cada um dos três locais, que conforme dados levantados na COMDEC são as comunidades que mais sofrem nesta situação, que são a Vila Francesa, Vila Zuleima e Pinheirinho. Porém, foi visto que no município a bacia hidrográfica é muito pequena, e que tal estação não seria adequada devido à previsão de inundação com baixa antecedência e ao alto custo. Desta forma, recomenda-se que o dinheiro que seria investido na aquisição destas estações fosse empregado na aquisição de outros materiais, como botes, remos e coletes salva-vidas, por exemplo, que contemplariam maior parte da população. Recomenda-se ainda que a Defesa Civil municipal faça a análise da previsão de eventos realizada pelas entidades meteorológicas, mantendo uma pessoa responsável pela análise desses avisos, principalmente na época de verão, com uma estratégia de ação para cada tipo de evento. No estado de Santa Catarina, o Centro de Informações e de Recursos Ambientais de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram/Epagri) fornece a previsão meteorológica para o estado e emite alerta de eventos extremos.

7 REFERÊNCIAS

- AMORIN, D. G.; ARAÚJO, M.M.; ROCHA, R.R.A. ; CASTILHO, J.R.F. – **Planejamento Ambiental Urbano** – Uma metodologia adotada para o município de Pirapozinho/SP. Anais do V SBEA – Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental. Curitiba, PR. 2006.
- BACK, Álvaro José. Caracterização climática . In: . **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba : Juruá,2009.
- BARROS, M. T. L. Drenagem Urbana: Bases Conceituais e Planejamento. In: PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo (Ed.). **Saneamento, Saúde e Meio Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. p. 221-266.
- BLAINSKI, E.; GARBOSSA, L.H.P.; VIANNA, L.F.N.; ANTUNES, E.N.; BORGES, R.C.; CONCEIÇÃO, G.; MALUTTA, S. **Aninhamento de modelos numéricos (meteorológicos e hidrológicos) para a previsão de eventos extremos**. Florianópolis - SC: Epagri, 2009. 45p. (Relatório do Projeto PREVISÃO DE EVENTOS EXTREMOS NO SUL DO BRASIL – FINEP 14) Disponível em < [http://ciram.com.br/finep14/ Rel_FINEP14_Hidro.PDF](http://ciram.com.br/finep14/Rel_FINEP14_Hidro.PDF) >. Acessado em: 09 de agosto. 2011.
- BRASIL, **IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Santa Catarina, Cidades, Informações Estatísticas. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> >. Acessado em: 26 de setembro de 2011.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. (MI). Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastre. 3. ed. ver. **Ministério da Integração Nacional**. Brasília: MI, 2002. 283p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. (MI). Manual de Desastres: desastres naturais. **Ministério da Integração Nacional**. Brasília: MI, 2005. 182p.
- BRUGGEMAN, Fábio. **Percepção de risco: a descoberta de um novo olhar: livro do professor**. Florianópolis - SC, 2009. 144 p.
- CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Tadashi. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades, 2007. 176 p.
- CASTRO, Antônio L. C. **Manual de Desastre: Desastres Naturais**. Brasília: Ministério a Integração Nacional, 2005. 182 p.
- FRANK, Beate. **Uma abordagem para o gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Itajaí, com ênfase no problema das enchentes**. Florianópolis – SC, 1995. Disponível em < <http://www.eps.ufsc.br/teses/beate/indice/index.html> >. Acessado em: 09 de agosto de 2011.

GOMES JÚNIOR, Carlos Alberto de Araújo; ALVES, Márcio Luiz. **Capacitação em Defesa Civil: sistema comando em operações – SCO**. Florianópolis: Lagoa Editora, [20--]. 136p.

IPAT/UNESC. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas/ Universidade do Extremo Sul Catarinense. Plano Municipal de Redução de Riscos do Município de Criciúma, SC. **Relatório Final**. Criciúma, 2009. 175 p.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Relatório do IPCC/ONU. **Novos Cenários Climáticos**. 2006. Disponível em: < <http://www.ecolatina.com.br/pdf/IPCC-COMPLETO.pdf> >. Acessado em: 20 de outubro de 2011.

KOBIYAMA, Masato (Org.) et al. **Aprender Hidrologia Para Prevenção de Desastres Naturais**. Florianópolis, 2006. Disponível em: < <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/aprenderhidro.pdf> >. Acessado em: 08 de setembro de 2011.

KREBS, A, S, J, et al. **Projeto Subsídios ao Planejamento Territorial e Definição de Medidas para Minimização dos Efeitos das Cheias Urbanas no Município de Criciúma, SC**. 2006. Artigos. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/rehi/simposio/pa/Artigo%20Estimativa%20de%20area%20Impermeavel-Final.pdf> >. Acessado em: 20 de outubro de 2011.

LACERDA, Homero; TEIXEIRA, Leide Laura F.M. et al. **Formar de relevo, uso da terra e riscos geológicos na área central de Anápolis(GO)**. Anápolis – GO, 2005. Disponível em < <http://www.unucseh.ueg.br/downloads/graduacao/geografia/docsgrupodeestudogeografia/PluraisGrupoGeo.pdf> >. Acessado em: 22 de agosto de 2011.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Santa Maria/RS: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008. 36p. Disponível em < <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf> > Acessado em 22 de agosto de 2011.

MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no Sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. 315 p.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **Mudanças climáticas: ensino fundamental e médio**. Brasília, 2009. 348 p.

SOUZA, Thiago Augusto Bratti. **Avaliação da concentração dos principais poluentes atmosféricos monitorados na região Sul do estado de Santa Catarina**. 2010. 117 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010. Disponível em: < <http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000044/00004494.pdf.pdf> >. Acessado em: 28 de outubro de 2011.

STEINER, Laura. **Avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana com aplicação do índice de fragilidade. Estudo de caso: microbacia do Rio Criciúma-SC.** 2011. 105 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

TUCCI, Carlos E.M; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mario T. de. **Drenagem urbana.** Porto Alegre: ABRH, 1995. 428 p.

VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. 319 p.