

Informação sobre o documento

Projecto	Estratégias sustentáveis para mitigar os impactos das cheias
Título do relatório	Orientação sobre avaliações nacional de risco de cheias
Fotografia da capa	Mapas de cheia e fotografias de Moçambique
Cliente	Departamento para o Desenvolvimento Internacional
Representante do cliente	Peter O'Neil
Projecto N°	MDS 0542
Relatório N°	EX5115
Ref° do doc.	National_flood_risk_assessment_document_Portuguese.doc
Gestor do Projecto	D Lumbroso
Patrocinador do Projecto	D Ramsbottom

Histórico do Documento

Data	Revisão	Preparado	Aprovado	Autorizado	Notas
	0.0	D. Lumbroso	D. Ramsbottom	T. Brabben	<i>Relatório preliminar</i>
	1.0	D. Lumbroso	D. Ramsbottom	T. Brabben	<i>Relatório final</i>

Preparado

Aprovado

Autorizado

© HR Wallingford Limited

HR Wallingford não aceita qualquer responsabilidade pela utilização por entidades terceiras dos resultados ou métodos apresentados neste relatório. A Empresa salienta igualmente que várias secções deste relatório dependem dos dados fornecidos ou obtidos de entidades terceiras. HR Wallingford não aceita qualquer responsabilidade pelas perdas ou danos sofridos pelo cliente ou entidades terceiras como resultado de erros ou imprecisões nos dados dessas entidades terceiras.

Índice

<u>1. Introdução</u>	1
<u>1.1 Antecedentes sobre as avaliações nacionais de riscos de cheias</u>	1
<u>1.2 Frequência das cheias</u>	2
<u>1.3 Perigo de cheia e risco de cheia</u>	3
<u>2. Mapas de perigo de cheias</u>	3
<u>2.1 Opções para o mapeamento dos perigos de cheias à escala nacional</u>	4
<u>2.1.1 Utilização da informação sobre cheias históricas</u>	4
<u>2.1.2 Mapas de solos</u>	5
<u>2.1.3 Fotografia aérea</u>	5
<u>2.1.4 Imagens por satélite</u>	6
<u>2.1.5 Modelo hidráulico do rio</u>	8
<u>2.1.6 Utilização de um modelo digital nacional do terreno e projecção dos níveis das águas das cheias</u> ... 8	
<u>3. Mapas de risco de cheias</u>	9
<u>3.1 Factores que afectam o risco de cheia</u>	9
<u>3.2 Grau de risco de cheia</u>	10
<u>3.3 A elaboração de mapas de risco de cheias</u>	10
<u>4. Divulgação de mapas de cheias</u>	14
<u>5. Referências</u>	14
Tabelas	
<u>Tabela 2.1</u> <u>Categorias de perigo de cheias</u>	4
Figuras	
<u>Figura 2.1</u> <u>Fotografia aérea de cheias em Moçambique</u>	7
<u>Figura 2.2</u> <u>Imagem de satélite dos Rios Zambeze e Shire nas cheias de 25 de Fevereiro 2001</u>	7
<u>Figura 2.3</u> <u>Mapa de cheias produzido a partir da imagem de satélite de 2001 dos Rios Zambeze e Shire</u>	8
<u>Figura 3.1</u> <u>Organigrama para abordar uma avaliação nacional do risco de cheias</u>	12
<u>Figura 3.2</u> <u>Exemplo de um mapa de risco de cheias para a bacia do Rio Limpopo em Moçambique</u>	12
<u>Figura 3.3</u> <u>Mapa de cheias para o Rio Nisqually nos USA apresentando áreas de incerteza quanto à extensão das cheias</u>	13
Caixas	
<u>Caixa 1.1</u> <u>Frequência dos eventos de cheia</u>	2
<u>Caixa 1.2</u> <u>Definição de perigo e risco</u>	3

1. INTRODUÇÃO

O objectivo deste documento é facultar linhas de orientação sobre como desenvolver avaliações de riscos de cheias para as organizações responsáveis pela gestão da água da África meridional. O documento foi estruturado do seguinte modo:



Mapa de cheias utilizado em Inglaterra apresentando a extensão de cheia com probabilidades de 1% (1 em 100 anos) e 0.1% (1 em 1000 anos) (Referência 1).

- O Capítulo 1 faculta os antecedentes sobre as avaliações de riscos de cheias, a frequência das cheias e as definições de perigo de cheia e risco de cheia;
- O Capítulo 2 descreve os métodos que podem ser utilizados na identificação dos perigos de cheias e na produção de mapas de perigos de cheias;
- O Capítulo 3 sintetiza as técnicas para a elaboração dos mapas nacionais de riscos de cheias;
- O Capítulo 4 descreve os métodos para a divulgação dos mapas de cheias;
- O Capítulo 5 disponibiliza uma lista de referências úteis.

Este documento tem por objectivo facultar uma visão global dos métodos disponíveis e tem uma apresentação deliberadamente condensada. Nas referências citadas são apresentados mais pormenores sobre a elaboração dos mapas nacionais de riscos de cheias.

1.1 ANTECEDENTES SOBRE AS AVALIAÇÕES NACIONAIS DE RISCOS DE CHEIAS

Uma avaliação de risco de cheia envolve definir:

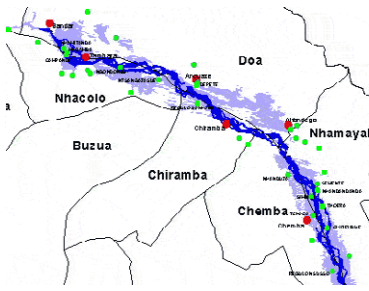
- As localizações onde as cheias podem ocorrer (a planície de inundação);
- O que está em risco de ser inundado, normalmente expresso em termos do número de pessoas em risco e/ou os bens em risco (por exemplo, o número de habitações).

A localização das habitações e outros bens, e conseqüentemente a localização das pessoas, estão normalmente disponíveis nos mapas nacionais. O elemento chave de uma avaliação nacional de risco de cheias consiste em determinar onde as cheias podem ocorrer. Conseqüentemente este documento concentra-se principalmente nos métodos de mapeamento da extensão das cheias. Quando os mapas da extensão das cheias estão disponíveis, as localizações onde bens e pessoas possam estar em risco podem ser determinadas através da sobreposição destes dois conjuntos de informações. Deste modo fica disponível uma avaliação visual do risco de cheia e uma indicação clara de onde o risco é mais elevado.

Os mapas de cheias podem ser igualmente utilizados para fins de planeamento, para informar quanto a decisões sobre onde localizar novos empreendimentos. Existem técnicas para quantificar o risco de cheia e desenvolver estratégias e planos para mitigar esse risco. No entanto, estes estão fora do âmbito deste documento.

O primeiro passo a ser tomado quando se procede a uma avaliação nacional dos riscos de cheias consiste em estabelecer o significado das

Nalgumas zonas da África Austral as bacias hidrográficas dos rios têm enormes planícies de cheias onde muitas propriedades estão em risco, enquanto noutras zonas do país, os vales dos rios são estreitos e as propriedades estão na generalidade localizadas fora das planícies de cheias. Neste caso, é claramente aconselhável concentrar-se nas áreas de maior risco.



Mapa de cheias produzido pelos Serviços Geológicos dos Estados Unidos para a bacia do Alto Zambeze em Moçambique baseado numa descarga continuada de 12.000 m³/s de água da Barragem de Cahora Bassa (Referência 2).

cheias num contexto regional e nacional, de modo a determinar onde concentrar os maiores esforços. Isto pode ser feito recorrendo ao conhecimento e registos sobre as catástrofes naturais que afectaram o país no passado.

Existe uma gama de origens de cheia que inclui:

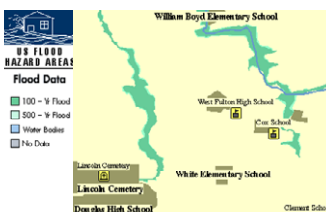
- Rios;
- O mar (resultante de marés-cheias, ciclones e tsunamis);
- Águas subterrâneas;
- Esgotos e canais de drenagem locais, especialmente nas áreas urbanas.

É importante salientar que uma avaliação nacional dos riscos de cheias irá apenas facultar um panorama global do problema das cheias, concentrado-se nas cheias com origem nos grandes rios e no mar. Não irá facultar informações detalhadas sobre cheias locais, como por exemplo as criadas pelos meios de drenagem nas zonas urbanas.

1.2 FREQUÊNCIA DAS CHEIAS

As cheias são eventos naturais recorrentes que afectam os rios e as zonas costeiras. Nos rios, as cheias são o resultado de chuvas intensas ou contínuas que excedem a capacidade de infiltração dos solos e a capacidade de caudal do leito do rio. Estes factores levam um rio a saltar as suas margens e a inundar os terrenos adjacentes. Nas costas, os níveis altos do mar e as ondas podem provocar cheias. Estas podem ser provocadas por condições atmosféricas extremas como por exemplo os ciclones ou mesmo até tsunamis criados por abalos sísmicos.

As planícies de cheias estão situadas adjacentes a rios e costas. As planícies de cheias são por conseguinte “propensas às cheias” e poderão ser perigosas para as pessoas, os bens, os animais e outros valores. A Caixa 1.1 descreve a terminologia que é geralmente utilizada para descrever a frequência dos eventos de cheia.



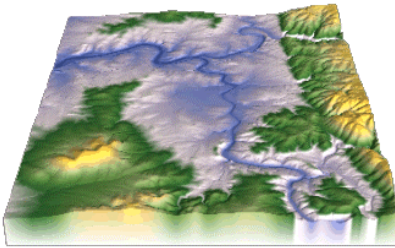
Mapas nacionais de perigos de cheias produzidos pela Agência Federal de Gestão de Emergências dos EUA apresentando as extensões de cheias para 1 em 100 anos e 1 em 500 anos (Referência 3).

Caixa 1.1 Frequência dos eventos de cheia

As cheias são na generalidade descritas em termos da sua frequência estatística. Uma “cheia de 1 em 100 anos” descreve um evento de cheia que tem uma probabilidade de 1% de ser igualado ou excedido num ano indeterminado. Similarmente uma “planície de cheia de 1 em 100” descreve a área que seria inundada na eventualidade de um tal evento de cheia.

Isto não significa que uma tal cheia ocorra apenas uma vez em cem anos. Quer ocorra ou não em determinado ano não tem qualquer influência no facto de continuar a existir uma hipótese de 1% de uma ocorrência semelhante no ano seguinte. Dado que as planícies de cheias podem ser mapeadas, o limite de cheia de 1 em 100 anos é em termos comuns utilizado para identificar áreas onde o risco de cheia é significativo.

1.3 PERIGO DE CHEIA E RISCO DE CHEIA



Modelo Digital do Terreno a três dimensões (DTM) utilizado para delinear a extensão das cheias.

Os mapas de perigo de cheia evidenciam a extensão das planícies de cheia, e os mapas de risco de cheia evidenciam a extensão das planícies de cheia e bens sob risco de inundação na área da planície de cheia. Estes mapas não são apenas necessários para uma avaliação nacional de riscos de cheias, mas podem também facultar informações valiosas para o planeamento de toda uma gama de actividades incluindo as reacções de emergência a uma cheia catastrófica. Os conceitos de perigo e risco são definidos na Caixa 1.2.

Caixa 1.2 Definição de perigo e risco

Perigo

Um perigo pode ser definido como uma situação com um potencial para resultar em danos. Um perigo não conduz necessariamente a danos, mas a identificação de um perigo significa que há uma possibilidade de ocorrerem danos. No contexto das cheias, um perigo de cheia existe em áreas onde as cheias podem ocorrer.

Risco

Risco é uma combinação do acaso de um evento específico, com o impacto que o evento causaria se ocorresse. O risco tem consequentemente dois componentes: o acaso (ou probabilidade) de um evento ocorrer e o impacto (ou consequência) associada a esse evento.

Risco = Probabilidade x Consequências

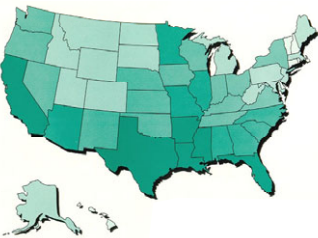
No contexto das cheias, a probabilidade é a eventualidade da cheia ocorrer e as consequências são os impactos da cheia (por exemplo, danos nos edifícios).

2. MAPAS DE PERIGO DE CHEIAS

O principal método para a identificação dos perigos de cheias a nível nacional faz-se através dos mapas de perigos de cheias. Para a total avaliação dos perigos de cheias, é necessário o seguinte:

- Localização das áreas de planície de cheias;
- Frequência de submersão da planície de cheia;
- A altura da água das cheias;
- Durante quanto tempo fica a planície de cheia coberta pela água;
- Em que altura do ano são previsíveis as cheias.

Numa avaliação nacional de riscos de cheias é importante avaliar o grau de perigo na planície de cheia e priorizar o esforço na produção de mapas de cheias nas situações em que o perigo de cheia é elevado. Um método pelo qual o perigo de cheia pode ser categorizado é apresentado na Tabela 2.1 baseada no impacto que a cheia tem nas pessoas.



Mapa de perigo de cheias dos EUA apresentando a área de terreno passíve de ser inundada em cada estado. Quanto mais escura for a tonalidade de verde maior é a probabilidade de área ser inundada em cada estado. (Referência 4).

Tabela 2.1 Categorias de perigo de cheias

No final dos anos 1960 as medidas de protecção contra as cheias de Winnipeg no Canada custaram 92 milhões de dólares americanos. Uma breve estimativa dos danos evitados em cinco grandes cheias desde então é de aproximadamente US 2,0 mil milhões de dólares americanos (Referência 5).

Categoria de perigo	Descrição
Baixo	Não existem problemas significativos de evacuação. Se necessário, as crianças e os idosos podem fugir para segurança atravessando a água a vau sem grande dificuldade; a altura máxima da cheia e a velocidade da corrente da cheia ao longo das vias de evacuação são baixas; e as distâncias de evacuação são curtas.
Médio	Áreas onde adultos saudáveis possam atravessar a água a vau para locais seguros, mas onde as crianças e os idosos possam ter dificuldade; as vias de evacuação são mais longas; e a altura máxima e velocidade da corrente são superiores.
Alto	Os adultos saudáveis têm dificuldade em atravessar a água a vau para segurança; as vias de evacuação são ainda mais longas; e a altura máxima e velocidade da corrente da cheia são ainda maiores (até 1,0 metro de altura e 1,5 metros por segundo respectivamente).
Extremo	São necessários barcos ou helicópteros para a evacuação; atravessar a vau não é uma opção devido ao ritmo de subida das águas, a sua altura e a velocidade da corrente da cheia. Altura máxima da água e velocidade da corrente da ordem de 1,0 metro e 1,5 metros por segundo respectivamente.

Na generalidade a maioria dos mapas de perigos de cheias apenas apresenta a extensão da cheia para uma probabilidade de cheia anual específica ou período de retorno. Nos projectos de mapeamento nacional de cheias o período de retorno de 1 em 100 anos (ou 1% de probabilidade anual) é frequentemente o utilizado.

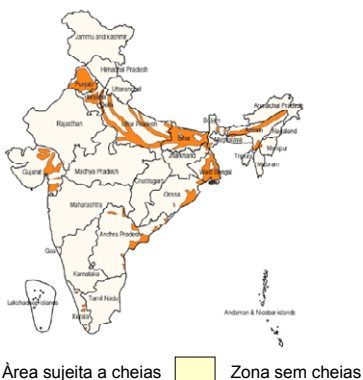
2.1 OPÇÕES PARA O MAPEAMENTO DOS PERIGOS DE CHEIAS À ESCALA NACIONAL

Existem várias opções que podem ser utilizadas para mapear os perigos de cheias à escala nacional. Estas incluem o seguinte:

- Informação sobre cheias históricas;
- Mapas de solos;
- Fotografia aérea;
- Imagens recolhidas por satélite;
- Modelização de dados sobre hidráulica;
- Utilização de modelos digitais de terreno e níveis de água à escala nacional.

2.1.1 Utilização da informação sobre cheias históricas

A informação histórica sobre os principais eventos de cheia que ocorreram no passado pode ser utilizada para elaborar os mapas de perigos de cheias. A informação pode assumir a forma de extensões de



Exemplo de um mapa nacional de zonas de cheias, produzido para a Índia (Referência 6).

cheias em pequenas áreas (por exemplo, partes de aglomerados que se sabe terem sido inundados) ou mapas de extensão de cheias elaborados após a ocorrência de uma cheia para a maioria senão para toda a área afectada. Quando a informação histórica sobre as cheias é utilizada, é prática comum projectar toda a informação disponível em mapas para tentar obter uma primeira estimativa do panorama à escala nacional.

Uma deficiência importante de tais mapeamentos consiste em que a informação é frequentemente difícil de obter e apenas cobre partes do país. Os mapas de cheias que de aí resultam estão consequentemente incompletos. No entanto estes podem apresentar áreas que foram inundadas nos aglomerados principais e consequentemente facultar informação sobre as principais áreas de perigo de cheias. Um problema suplementar consiste em que os dados raramente identificam a frequência das cheias associadas a um evento de cheia. Não obstante, o mapeamento de tais eventos pode contribuir para a identificação de áreas propensas às cheias.

2.1.2 Mapas de solos

Os mapas de solos podem fornecer informações sobre lotes de solos associados a rios, lagos, pântanos e deposições das marés. Podem ainda ser úteis para definir planícies de cheias históricas em escalas de tempo geológicas mas não fornecem qualquer indicação sobre as probabilidades do evento. As praias levantadas fornecem um exemplo de como os dados do solo podem induzir em erro, uma vez que estas foram criadas por elevação isostática e podem estar vários metros acima do presente risco de cheia. Para além de indicativos da influência fluvial ou das cheias em qualquer altura do passado, os mapas de solos não podem fornecer toda a informação necessária para a avaliação do risco de cheia.

2.1.3 Fotografia aérea



Fotografia aérea das cheias no Rio Ohio nos EUA em 1937.

Se uma cheia histórica foi particularmente extensa e com uma duração suficiente de modo a permitir a mobilização de meios aéreos, então a fotografia aérea pode ter sido feita por uma organização (por exemplo uma organização responsável pela gestão da bacia de um rio ou mesmo até pelos media) com um interesse específico na cheia. Deste modo serão disponibilizadas informações fiáveis sobre as áreas inundadas pela cheia que foi fotografada apesar de a magnitude da cheia (expressa em termos de probabilidade de ocorrência) ser ainda desconhecida. É igualmente difícil a captura da totalidade da cheia no seu pico utilizando uma captação por fotografia aérea. Nas áreas densamente florestadas é frequente ser difícil definir onde se encontram os limites da extensão da cheia.

As fotografias aéreas podem ser utilizadas para determinar a extensão das planícies de cheia. Há um problema específico com a fotografia aérea que consiste no facto de frequentemente não existir um arquivo central para a recolha das fotografias aéreas e é provável que as fontes sejam muitas e que estejam dispersas. A produção de mapas de cheias a partir de fotografias aéreas pode consequentemente ser um processo moroso. Na Figura 2.1 é apresentada uma fotografia aérea das cheias que afectaram Moçambique em 2000.

2.1.4 Imagens por satélite

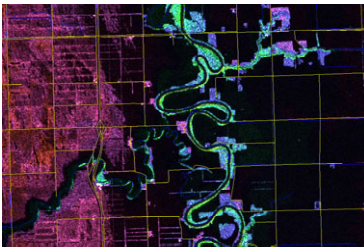
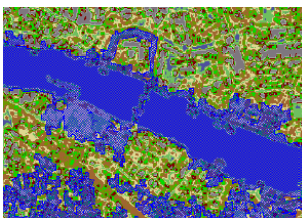


Imagem produzida a partir de um Radar de Abertura Sintética (SAR) das cheias no Rio Red nos EUA.

Em muitos locais em todo o mundo o Radar de Abertura Sintética (SAR) provou ser a fonte ideal para o mapeamento regional de cheias. A resolução da imagem do SAR, faculto um conjunto de dados que podem ser tratados com relativa facilidade, e pode fornecer detalhes horizontais e verticais para a maioria dos requisitos dos projectos de mapas nacionais de cheias.



Fotografia aérea do centro de Londres no Reino Unido.



Mapa de cheias da mesma área do centro de Londres produzido com a utilização de dados SAR obtidos por meios aerotransportados.

A recolha por satélite de imagens por microondas ou ópticas de troços de rio seleccionados pode ser utilizada para detectar condições de cheia. As imagens por satélite permitem na generalidade a elaboração de mapas nacionais de cheias à escala 1:250.000.

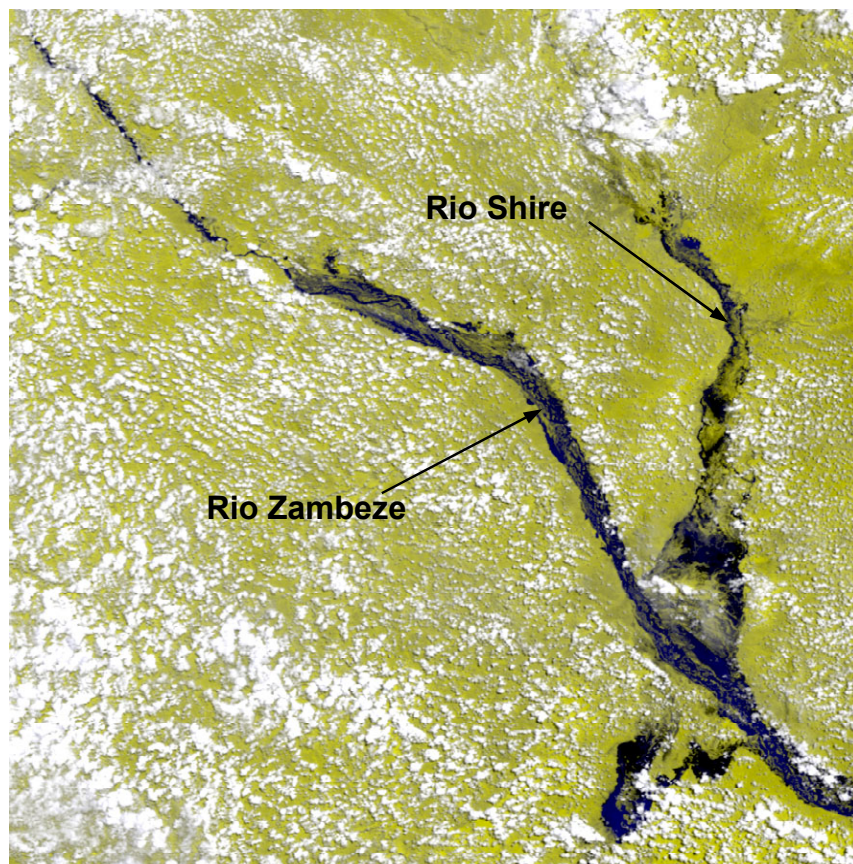
Os métodos de detecção remota (teledetecção) baseados na recolha de imagens ópticas, de resolução média tais como o Landsat e do satélite Francês Satellite Pour l'Observation du Terre (SPOT), são limitados na sua aplicabilidade. Isto deve-se ao facto de estarem dependentes de um funcionamento em condições isentas de nuvens e de serem relativamente caros. Estes meios de detecção remota também não têm capacidade para penetrar em áreas inundadas a coberto das copas das árvores.

Existe igualmente uma limitação temporal. Por exemplo o satélite Landsat só volta a sobrevoar qualquer localização específica uma vez em cada 16 dias. Numa cheia, quando as nuvens obscurecem frequentemente a superfície do solo durante vários dias consecutivos, esta limitação temporal impede frequentemente a tomada adequada de imagens para a análise da extensão das cheias. A Figura 2.2 apresenta uma imagem de satélite do vale do Zambeze na cheia de 2001. A Figura 2.3 apresenta o mapa de cheias produzido a partir de imagens de satélite.

Os mapas de cheias podem igualmente ser elaborados utilizando dados de radar obtidos por satélite. Os Radares de Abertura Sintética (SAR) podem ser utilizados para obter imagens de alta resolução em larga escala da superfície da terra. As vantagens de um dispositivo SAR consistem sobretudo em poderem funcionar em todas as condições climáticas diurnas e nocturnas em círculos de uma órbita. Para além de estimarem a extensão das cheias, o SAR também pode ser utilizado para produzir Modelos Digitais do Terreno (DTM) de grandes áreas. Estes DTMs podem ser combinados com informações sobre os níveis de cheia para produzir as extensões das cheias. Deve notar-se que os DTMs por SARs instalados em satélites têm uma resolução vertical baixa da ordem dos ± 10 m. Um SAR pode ser montado num avião e um DTM de uma grande área pode ser produzido com relativa rapidez com uma boa resolução vertical (por exemplo ± 0.5 m). No Reino Unido o SAR aerotransportado demonstrou ser praticável em termos do processamento de mais de 200.000 km² de dados de terrenos, incluindo 80.000 km de rios e na produção de mapas realistas das planícies de cheia.

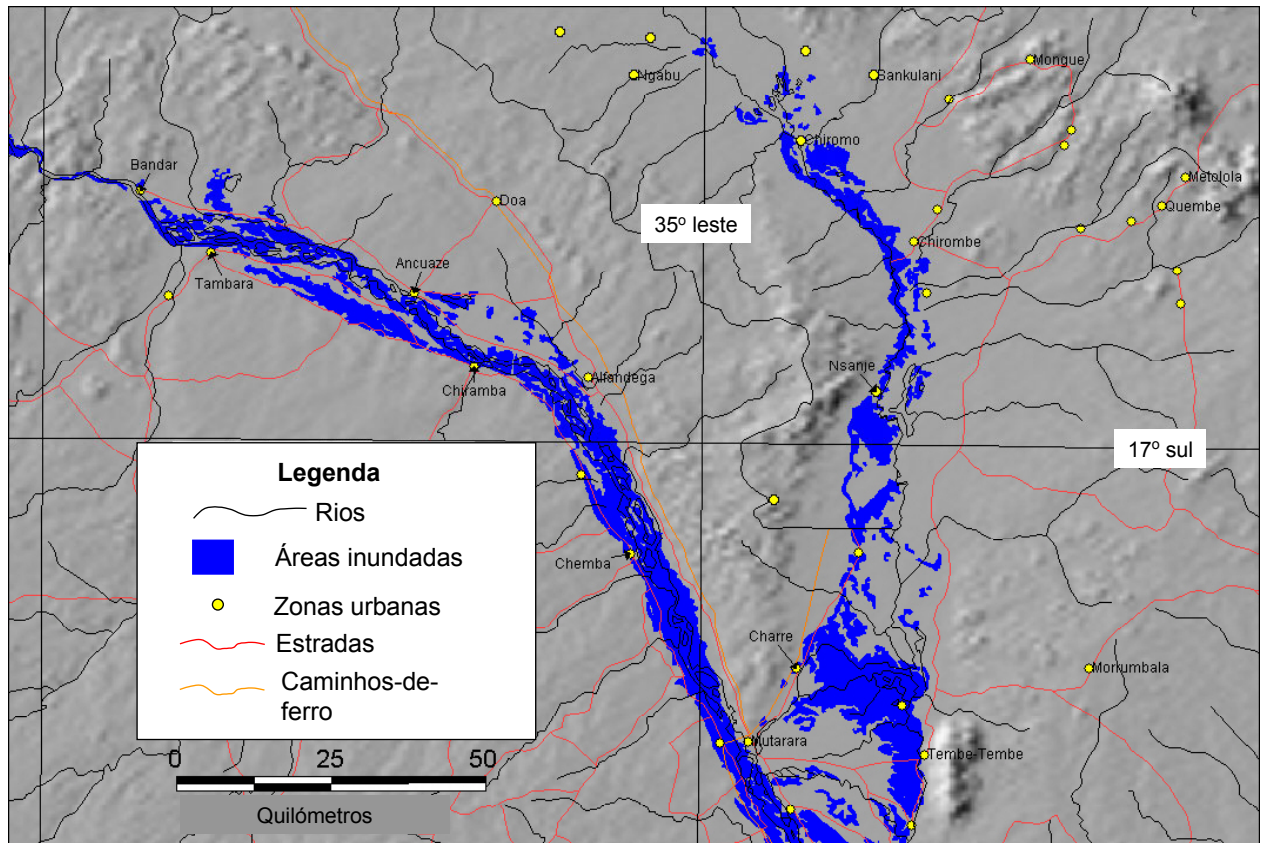


Figura 2.1 Fotografia aérea de cheias em Moçambique



(Fonte: Referência 7)

Figura 2.2 Imagem de satélite dos Rios Zambeze e Shire nas cheias de 25 de Fevereiro 2001



(Fonte: Referência 7)

Figura 2.3 Mapa de cheias produzido a partir da imagem de satélite de 2001 dos Rios Zambeze e Shire

Em Janeiro de 1981 ocorreram cheias em grandes áreas da zona semi-árida de Karoo na África do Sul. Em termos de perda de vidas humanas a cidade mais afectada foi Laingsburg, onde morreram afogadas mais de 100 pessoas. A população da cidade tinha construído as suas casas nas planícies de cheia nas duas margens do rio. As águas subiram tão rapidamente que as pessoas ficaram aprisionadas nas suas casas. Hoje a marca do pico das cheias está assinalada em vários candeeiros de iluminação e na igreja que sobreviveu às cheias.

2.1.5 Modelo hidráulico do rio

A execução de modelos hidráulicos de todos os grandes rios de um país não é um meio rentável nem um método eficaz para produzir mapas nacionais de perigo de cheias. No entanto, o modelo hidráulico pode existir nas situações em que os esquemas de prevenção contra as cheias foram investigados e, eventualmente, quando as avaliações de perigo de cheias tenham sido feitas. A utilização dos resultados dos modelos é normalmente preferível à utilização dos dados dos eventos de cheia históricos uma vez que os modelos são normalmente desenvolvimentos para definir a extensão de uma cheia específica de uma determinada probabilidade sobre a totalidade da área do modelo.

2.1.6 Utilização de um modelo digital nacional do terreno e projecção dos níveis das águas das cheias

Um método eficaz de elaborar mapas nacionais de cheias que foi aplicado nalguns países Europeus consiste em utilizar um modelo digital do terreno (DTM) do país combinado com estimativas de projecções dos níveis das águas das cheias em vários locais. Os vários passos para a produção de mapas de risco de cheias através deste método são os seguintes:

1. Estabelecer a magnitude das cheias a ser mapeadas (por exemplo a cheia de 1 em 100 anos);

- 2 Estimativa dos picos das cheias para as cheias definidas em qualquer ponto ao longo dos rios no país. Isto pode ser feito pela modelação da bacia de drenagem ou pela análise estatística dos dados dos caudais;
- 3 Produção de um modelo digital do terreno DTM do país;
- 4 Estimativa do nível das águas para a cheia definida em qualquer ponto ao longo dos rios;
- 5 Utilização do modelo digital do terreno DTM em conjunto com os níveis das águas para cheia definida para delinear a extensão da cheia.

Existe um número de DTMs imediatamente disponíveis (por exemplo através dos Serviços Geológicos dos Estados Unidos (United States Geological Survey). No entanto a resolução vertical destes DTMs pode variar consideravelmente. Os Sistemas de Informação Geográfica (GIS) desempenham habitualmente um papel fulcral no processo da elaboração dos mapas de cheias.

3. MAPAS DE RISCO DE CHEIAS

3.1 FACTORES QUE AFECTAM O RISCO DE CHEIA

O risco de cheia é o resultado da combinação do perigo de cheia e das consequências da cheia. Existe um número de factores que pode afectar o risco de cheia. Estes factores podem ser agrupados em quatro grandes categorias de:

- Comportamento da cheia;
- Topografia;
- População em risco;
- Gestão da emergência.

A Tabela 3.1 identifica os vários factores nestas categorias.

Tabela 3.1 Factores principais que afectam o risco de cheia

Comportamento da cheia	Topografia	População em risco	Gestão da emergência
Severidade	Vias de evacuação	Número de pessoas	Previsão de cheias
Altura	Ilhas	Número de casas e outros bens	Aviso de cheias
Velocidade	Presença de diques contra cheias	Tipo de utilização dos solos	Planos de reacção às cheias
Taxa de subida		Sensibilização para as cheias	Planos de evacuação
Duração			Planos de recuperação

A severidade ou dimensão de uma cheia é na generalidade o principal determinante de um perigo. Não só afecta aspectos do comportamento da cheia que influencia individualmente o perigo, por exemplo a altura da água, a sua velocidade, a taxa de subida das águas, mas também determina o número de pessoas em risco.

3.2 Grau de risco de cheia



Pessoas a serem evacuadas para segurança nas cheias de Moçambique em 2000.



Pessoas a atravessar um rio onde uma ponte foi levada pela corrente na área de Chapananga no Malawi.

O grau de risco e da perturbação social variam com a dimensão da população a viver na planície de cheia ou dependendo dela para a sua subsistência. Quanto maior for a população no interior da planície de cheia maior é considerado o risco de cheia.

Uma análise das consequências de cheias toma em consideração a população e estruturas em risco no interior da zona propensa às cheias. A análise pode avaliar as consequências das cheias em termos do seguinte:

- **Deslocamento e salvamento.** Áreas onde a população será deslocada devido à extensão das cheias podendo igualmente necessitar de operações de salvamento;
- **Subsistência.** Áreas onde há um impacto na subsistência das pessoas como por exemplo em consequência da destruição das colheitas;
- **Danos nas casas e infra-estruturas sociais** (por exemplo clínicas e escolas). Devem ser definidos os tipos de edifícios existentes na planície de cheia. Por exemplo, muitas casas na África Austral são construídas com base nos materiais tradicionais sendo portanto mais vulneráveis aos danos infligidos pelas águas das cheias do que os edifícios construídos em betão.
- **Acesso aos bens alimentares e cuidados de saúde.** Os danos infligidos nas infra-estruturas importantes tais como estradas, linhas de caminho de ferro (que irão afectar o acesso das pessoas aos mercados e aos meios de auxílio), e os sistemas de abastecimento de água e electricidade e ainda as infra-estruturas de saneamento que podem conduzir à propagação de doenças.

Uma análise de vulnerabilidade, que identifica a população sob maior risco de cheias, pode ser igualmente utilizada para identificar as respostas dos serviços de emergência que podem ser necessárias, incluindo a necessidade de abrigos temporários e meios de evacuação. A análise é igualmente importante para as decisões sobre o nível de protecção contra as cheias. As decisões baseiam-se no conhecimento da rentabilidade das várias opções.

3.3 A elaboração de mapas de risco de cheias

Uma vez recolhida a informação sobre o perigo de cheia e as comunidades em risco, os desafios que se levantam consistem em apresentar essa informação em moldes úteis e coerentes e em fazer a sobreposição da extensão física das cheias com as áreas vulneráveis.

Para a elaboração de mapas nacionais de risco de cheias são necessários os seguintes:

- **Mapas de perigos de cheias.** Estes mapas são desenvolvidos através da utilização dos métodos descritos na Secção 2.1;
- **Mapas de vulnerabilidade.** Estes mapas apresentam a localização, o tipo e o número de edifícios, pessoas, áreas de cultivo e as infra-estruturas importantes que podem estar em risco na eventualidade de ocorrerem cheias.



Cheias perto de Xai Xai em Moçambique em 2000.

Os **mapas de risco de cheias** são produzidos através da sobreposição dos mapas de perigo de cheia e os mapas de vulnerabilidade. A Figura 3.1 apresenta o método que deve ser adoptado para produzir e utilizar mapas de risco de cheias a nível nacional. A nível nacional os mapas devem ser produzidos numa escala adequada à sua apresentação em público. Para grandes planícies de cheias a escala 1:100.000 ou 1:250.000 são as escala mais adequadas. No entanto, para cursos de água mais pequenos uma escala mais pequena pode ser mais apropriada. Por exemplo no Reino Unido os mapas nacionais de cheias estão disponíveis à escala 1:25.000. O exemplo de um mapa de risco de cheia para a bacia do Rio Limpopo em Moçambique é apresentado na Figura 3.2.

O risco de cheia pode ser quantificado de modo a descrever o risco de cheia num país. Dentro dos métodos simples e possíveis distinguem-se os seguintes:



Cheias na cidade de Xai Xai em Moçambique em 2000.

- Número de cidades/vilas/aldeias na área de perigo de cheia (com a população estimada);
- Número de propriedades na área de perigo de cheia;
- Como acima, mas dividido em partes diferentes do país para identificar que áreas estão sob maior risco de cheias.

Estão disponíveis métodos mais sofisticados que envolvem a utilização de uma gama de magnitudes de cheias, dados de recenseamentos populacionais e dados de danos económicos. O formato dos mapas de riscos de cheias também tem de ser considerado. Existem dois formatos principais, estes são:

- Suporte rígido, ou seja, por exemplo desenhos em papel ou cartazes;
- Formato em suporte digital.

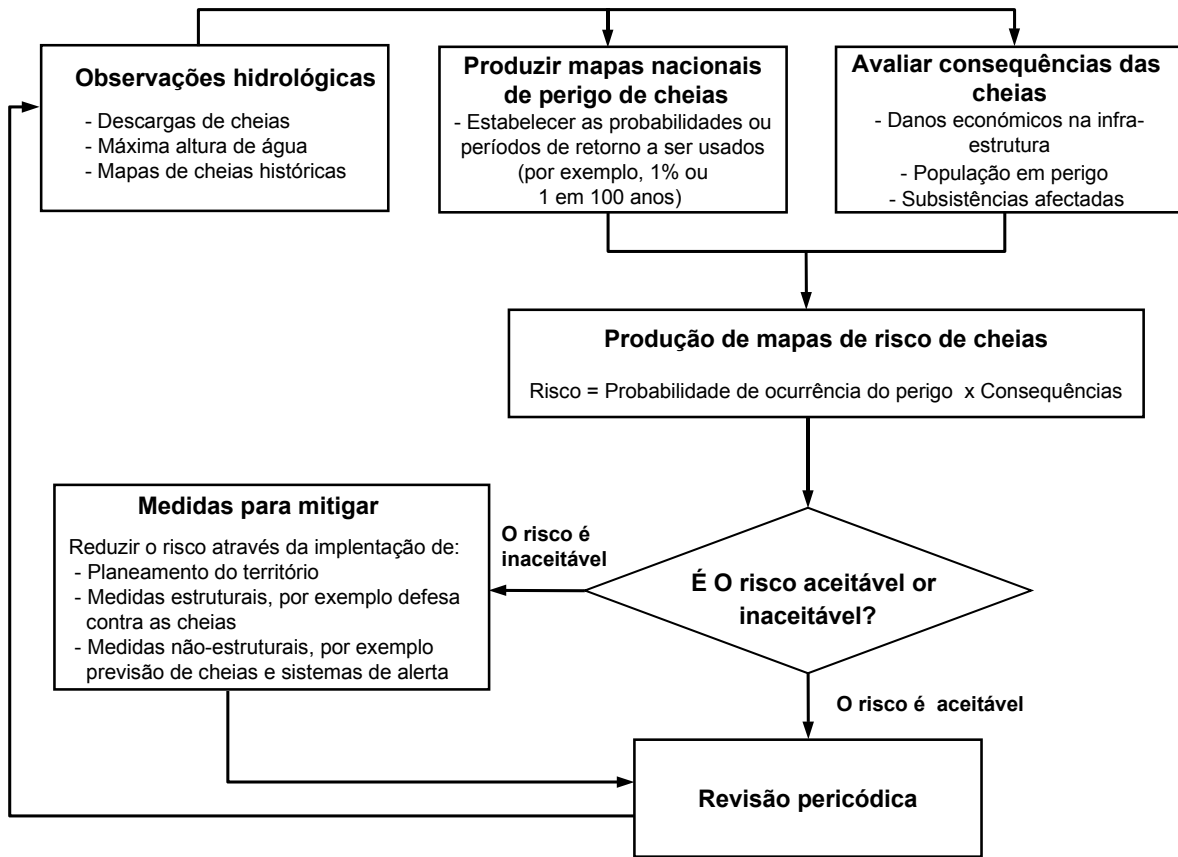
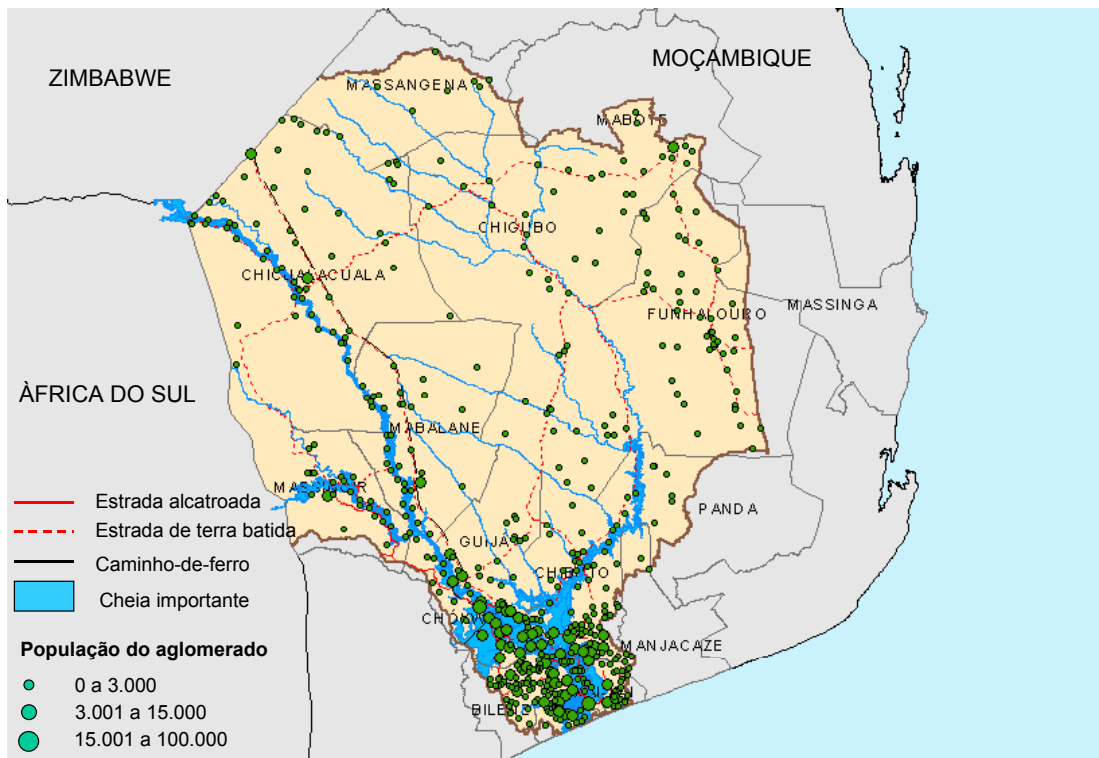


Figura 3.1 Organograma para abordar uma avaliação nacional do risco de cheias



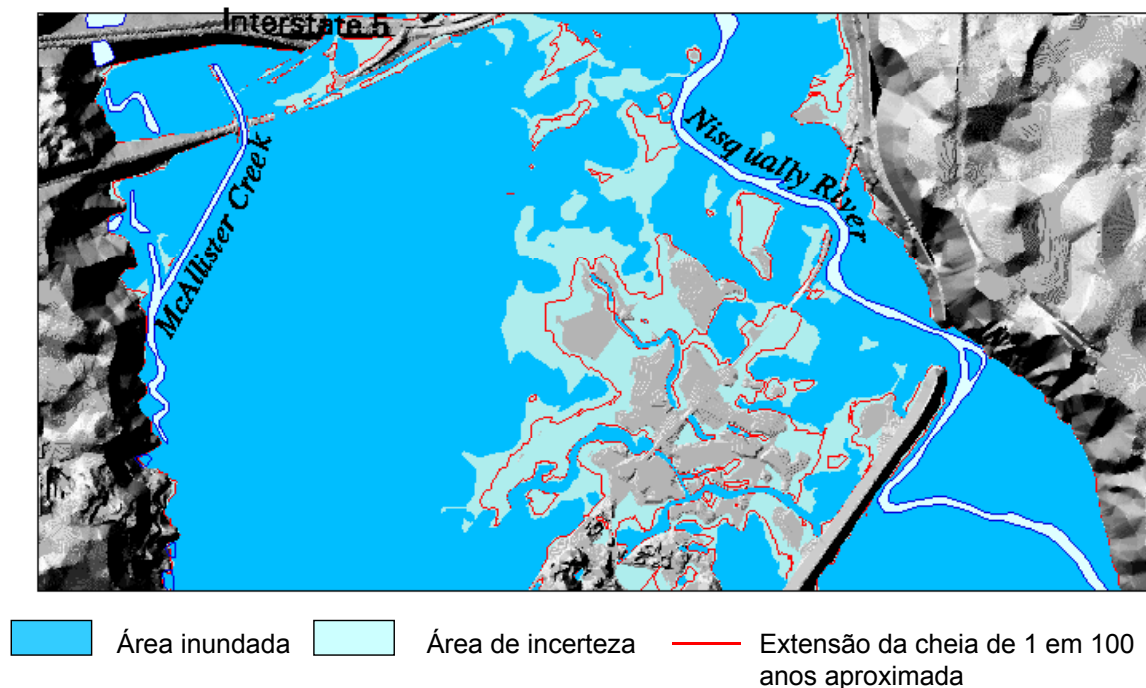
(Fonte: Referência 8)

Figura 3.2 Exemplo de um mapa de risco de cheias para a bacia do Rio Limpopo em Moçambique

Nos EUA a Agência Federal de Gestão de Emergências (FEMA) tem a responsabilidade, de acordo com a Lei Nacional de Segurança Contra as Cheias de 1968, de identificar perigos de cheias à escala nacional, publicar e actualizar informações de perigos de cheias. Ao longo dos últimos 20 anos a FEMA produziu mais de 90.000 mapas de perigos de cheias que cobrem cerca de 19.000 comunidades representando aproximadamente 150.000 milhas quadradas de planícies de cheias. Cerca de 75% dos mapas de perigo de cheias têm mais de 10 anos. Em 2003 foram adjudicados 150 milhões de dólares americanos para a modernização dos mapas de perigo de cheias incluindo a conversão dos mapas em papel para mapas em suporte digital (Referência 9).

Os mapas nacionais de risco de cheias são frequentemente disponibilizados nos formatos suporte rígido e suporte digital. Deve notar-se que os mapas em escalas grandes em papel para apresentar áreas inundadas podem ser difíceis de actualizar, armazenar e distribuir. Os mapas de cheias digitais produzidos com um SIG (Sistema de Informação Geográfica) permitem aos utilizadores fazer a sobreposição de informações digitais suplementares tais como população em risco, estradas, edifícios e outras instalações importantes. Isto permite uma avaliação rápida dos impactos potenciais para um determinado nível de cheia. O armazenamento dos mapas e a sua distribuição são grandemente simplificados podendo ainda ser impressos mapas em papel a qualquer escala.

Uma outra vantagem da utilização do SIG reside na capacidade de mapear áreas ao longo da periferia da área inundada onde possa haver dúvidas quanto aos níveis da água ou elevações no terreno que se traduzem em incertezas sobre a extensão das cheias. Num SIG é um assunto extremamente simples ajustar os dados de altura de cheia por estimativas de incerteza, delineando conseqüentemente as áreas onde possa haver menos confiança que ocorram cheias, como apresentado na Figura 3.3.



(Fonte: Referência 9)

Figura 3.3 Mapa de cheias para o Rio Nisqually nos USA apresentando áreas de incerteza quanto à extensão das cheias

4. DIVULGAÇÃO DE MAPAS DE CHEIAS

A divulgação de mapas nacionais de riscos de cheias é absolutamente crucial para o entendimento do risco de cheias a nível nacional. Os mapas de risco de cheias devem ser distribuídos às seguintes entidades:

- Organizações gestoras da água a nível regional e nacional;
- Organizações gestoras de situações de catástrofe;
- Administrações local e central.

Se possível os mapas de cheias relevantes devem ser distribuídos às escolas e clínicas nas áreas com propensão para ficarem inundadas. Os mapas de cheias deviam igualmente estar disponíveis através da Internet. É igualmente importante abordar questões tais como:

- O que é um mapa de perigo de cheias e um de risco de cheias?
- O que apresentam os mapas de risco e de perigo de cheias?
- Como foi calculada a probabilidade de ocorrência de cheias?
- Quais são as incertezas no mapa de cheias?

5. REFERÊNCIAS

1. Environment Agency, England and Wales (2004) National flood map internet site <http://maps.environment-agency.gov.uk/wiyby/gazetteer>
2. Relief Web internet site (2005) <http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/SKAR-64GBP5?OpenDocument&rc=1&emid=FL-2001-0019-MOZ>
3. Federal Emergency Agency (FEMA), USA (2005) Flood hazard map internet site <http://www.fema.gov/fhm/>
4. Northeast States Emergency Consortium, USA (2005) Disaster resistant resource tools internet site <http://www.nesec.org/hazards/Floods.cfm>
5. United Nations (2002) Guidelines for reducing flood losses <http://www.unisdr.org/eng/library/isdr-publication/flood-guidelines/Guidelines-for-reducing-floods-losses.pdf>
6. United Nations Development Programme India (2005) Multihazard maps internet site <http://www.undp.org.in/dmweb/Multihazard/Maps/>
7. Dartmouth flood observatory internet site (2004) <http://www.dartmouth.edu/~floods/>
8. Universidade Eduardo Mondlane – Department of Geography and Famine Early Warning Network (2003) Atlas for disaster preparedness and response in the Limpopo basin Instituto Nacional Da Gestao De Calamidades
9. Jones, J Haluska, T Williamson, A and Erwin, M (1998) Updating flood inundation maps efficiently: Building on existing hydraulic information and modern elevation data with a GIS http://smig.usgs.gov/SMIG/features_0998/floodgis.html
10. HR Wallingford (2004) Flood risk to people - Phase 1 published by the Department for the Environment Food and Rural Affairs
11. Tennakoon, T.B (2004) Parameterisation of 2D hydrodynamic models and flood hazard mapping for Naga City, The

- Philippines published by the International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands
12. Hiroki, K (2003) Flood hazard mapping in Japan, published by Disaster Risk Management Center, National Institute for Land and Infrastructure Management, Japan
 13. United Nations (2001) Flood risk map Mozambique from internet site <http://www.reliefweb.int/w/map.nsf/>
 14. Scottish Executive, UK (2004) Requirements for flood mapping: Scoping study
 15. Australian Emergency Manual Series (1999) Part III Emergency Management Practice Volume 3 – Guidelines Guide 4 Flood preparedness
 16. Benito, G. et al (2004) Use of systematic, palaeoflood and historical data for the improvement of flood risk estimation: Review of scientific methods, Natural Hazards Vol 31 pp 623-643

Detalhes de contacto:



Darren Lumbroso, HR Wallingford, Howbery Park, Wallingford, Oxfordshire, OX10 8BA, UK
Tel: +44 (0)1491 822217, Fax: +44 (0)1491 826352
Email: d.lumbroso@hrwallingford.co.uk
<http://www.hrwallingford.co.uk>