

Manual de Planificação de Evacuação por Tsunami

SCHEMA – Scenarios for Hazard-induced Emergencies Management
(Cenários de Risco para a Gestão de Emergências),
Projecto n.º 030963, Projecto de Investigação Especificamente Orientado,
Prioridade Espacial

S. Scheer, A. Gardi, R. Guillande, G. Eftichidis, V. Varela, B. de Vanssay,
L. Colbeau-Justin



EUR 24707 PT - 2011

A missão do JRC-IPSC consiste em fornecer resultados de pesquisa e apoiar os decisores políticos da União Europeia nos seus esforços de segurança global e protecção dos cidadãos europeus contra acidentes, ataques deliberados, fraude e acções ilegais contrárias às políticas europeias.

Comissão Europeia
Centro de Pesquisa Conjunta
Instituto para a Protecção e Segurança do Cidadão

Contactos:

Endereço: Stefan Scheer, TP 361, Via Enrico Fermi, 2749, 21027 Ispra, Itália
E-mail: stefan.scheer@jrc.ec.europa.eu
Tel: +39 0332785683
Fax: +39 0332785813

<http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/>
<http://www.jrc.ec.europa.eu/>

Supervisão gráfica: Annalisa Gardi, Geosciences Consultants, Paris

Aviso Legal

A Comissão Europeia e quaisquer pessoas actuando em sua representação não poderão ser responsabilizadas pelo uso dado à presente publicação.

***Europa Directa é um serviço para ajudá-lo a encontrar respostas
às suas questões sobre a União Europeia***

Número de telefone gratuito (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Certos operadores móveis não permitem o acesso a números 00 800 ou poderão taxar estas chamadas.

Muita da informação adicional sobre a União Europeia está disponível através da Internet.
Pode ser obtida através do servidor europeu <http://europa.eu/>

JRC 61202

EUR 24707 PT
ISBN 978-92-79-19089-6
ISSN 1018-5593
doi:10.2788/35636

Luxemburgo: Gabinete de Publicações da União Europeia

© União Europeia, 2011

Reprodução autorizada mediante reconhecimento da fonte

Impresso em Itália

Agradecimentos

A pesquisa que conduziu a estes resultados foi financiada pelo Sexto Quadro Comunitário, sob a égide do acordo n.º SST5-CT-2006-030963.

Os autores gostariam de agradecer calorosamente aos muitos participantes de todos os parceiros envolvidos no projecto nos últimos três anos, contribuindo das mais variadas formas para a conclusão deste manual de planificação para a evacuação por tsunami.

Um agradecimento especial para o principal revisor de projecto, Sr. François SCHINDELE, pela sua contribuição importante durante o processo de finalização deste manual, especialmente quanto aos seus conhecimentos sobre as recomendações da versão actualizada da IOC.

Outro agradecimento especial para o coordenador da Comissão Europeia, Sr. Mats LJUNGQVIST, pela sua paciência e atitude de encorajamento que nos levaram a produzir os bons resultados deste projecto.

Muitos aspectos do trabalho de campo não teriam sido possíveis sem a disponibilidade das autoridades da cidade de Setúbal. Os nossos agradecimentos pelo seu envolvimento e apoio, angariando vários actores representativos do caso em estudo, bem como a sua hospitalidade durante a última discussão pública deste projecto.

Agradecimentos finais à ACRI-ST, França (Sra. Olivia LESNE, Srs. Camille RENOU, Antoine MANGIN e Frédéric ROUFFI) e à CRTS, Marrocos (Srs. Abderrahman ATILLAH, Driss EL HADANI e Hicham MOUDNI), pela disponibilização de duas imagens relativas aos resultados do trabalho em Rabat.

Afiliações do Autor

Stefan Scheer, Comissão Europeia, Centro de Pesquisa Conjunta, Ispra, Itália

Annalisa Gardi, GEOSCIENCES CONSULTANTS sarl, Paris, França

Richard Guillande, GEOSCIENCES CONSULTANTS sarl, Paris, França

George Eftichidis, ALGOSYSTEMS, Atenas, Grécia

Vassiliki Varela, ALGOSYSTEMS, Atenas, Grécia

Bernadette de Vannsay, GEOSCIENCES CONSULTANTS sarl, Paris, França

Ludvina Colbeau-Justin, GEOSCIENCES CONSULTANTS sarl, Paris, França

Índice

Sumário executivo	5
1 Estratégias para a redução do risco de tsunami	6
1.1 Base científica do processo de decisão para o aviso de tsunami	6
1.2 Plano de evacuação: objectivos e metas	7
1.3 O que é um plano de evacuação?	7
1.4 O plano de evacuação como parte de uma estratégia de aviso, preparação e alerta	8
1.5 Prática corrente noutros países	8
1.6 UNESCO – IOC	12
1.7 Conceitos específicos da criação de planos de evacuação	13
2 Metodologia de criação de planos de evacuação	15
2.1 Aspectos gerais	15
2.2 Risco e análise de impacto para a definição da base do plano e dados introduzidos (etapa 1)...	15
2.3 Produção e implementação do plano de evacuação (etapa 2).....	23
2.4 Utilização, monitorização e actualização do plano de evacuação (etapa 3)	29
3 Aspectos sociológicos da aceitação de riscos e evacuação: análise do trabalho em Setúbal.....	32
3.1 Contexto e apresentação do estudo	32
3.2 Impactos no comportamento dos contextos específicos de Setúbal	32
3.3 Métodos utilizados para o estudo em Setúbal	33
3.4 Os resultados de ambos os inquéritos evidenciam vulnerabilidades específicas	34
3.5 Conclusões	36
4 Dificuldades e limitações	38
4.1 Ausência de sistema de aviso prévio	38
4.2 Ausência de ferramentas de análise	38
4.3 Ausência de locais para abrigo.....	38
4.4 Falta de aceitação pela população	39
4.5 Falta de aceitação pelos decisores.....	39
4.6 Evacuação da população especial	39
4.7 Limitações dos avisos de tsunami	40
5 Referências	42
6 Anexos	44
6.1 Apresentação do projecto SCHEMA.....	44
6.2 O consórcio SCHEMA	45
6.3 Classificação de edifícios de acordo com a sua vulnerabilidade.....	46
6.4 Classificação de danos em edifícios	47
6.5 Questionário desenvolvido e utilizado no caso de Setúbal	48
7 Lista de figuras.....	51
8 Lista de tabelas	51

Sumário executivo

Este manual tem como objectivo prestar informação detalhada e acessível, bem como uma metodologia abrangente de criação de planos para a evacuação de populações devido a tsunamis. Desta forma, fica facultado aos decisores integrados nas comunidades ou outros actores semelhantes um guia detalhado sobre como implementar um plano de evacuação totalmente desenvolvido em três etapas: elaboração da primeira instância válida de plano de evacuação, revisão a médio prazo e revisão e integração a longo prazo.

A determinação do risco de tsunami e todas as implicações subsequentes relativas ao plano de evacuação são baseadas no conhecimento da altura de onda de tsunami expectável e no tempo de chegada previsível da primeira onda devastadora. O primeiro parâmetro permite calcular a área em risco e o segundo fornece indicações sobre o tempo disponível para a concretização da evacuação.

A evacuação deve ser feita numa determinada rede de estradas ou caminhos. Neste contexto, se necessário, a metodologia prevê a inclusão de rotas de fuga adicionais a serem construídas e/ou locais seguros, de modo a produzir um plano de evacuação totalmente funcional que preencha os requisitos básicos. Os locais seguros (abrigos) são locais situados a elevada altitude, em terreno natural ou em construções artificiais, incluindo edifícios com altura superior a três pisos.

A metodologia descreve ainda o modo de implementar o plano de evacuação através da marcação das rotas de fuga identificadas e dos abrigos reais, bem como o modo de disseminar a informação à população afectada. No âmbito da revisão a médio prazo, o plano de evacuação deve ser mantido de forma constante, garantindo as medidas de autoridade apropriadas.

A revisão a longo prazo, de um ponto de vista final, mantém o acompanhamento de toda a informação necessária para cumprir apropriadamente o plano de evacuação: integração com sistemas de aviso prévio existentes, com outros planos de emergência e a verificação de obrigações legais. Numa perspectiva idealista, o plano de evacuação deve ser revisto conjuntamente com a população afectada, de modo a garantir a máxima aceitação possível. Neste contexto, se necessário, deverão ser feitas adaptações para garantir o bom funcionamento de todo o plano, no contexto do seu desempenho maximizado.

O manual apresenta igualmente os resultados obtidos a partir de entrevistas realizadas com pessoas potencialmente afectadas (em Setúbal), terminando com as dificuldades e limitações que podem surgir durante a geração de planos de evacuação.

Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto europeu co-financiado FP6 SCHEMA (SCenarios for Hazard-induced Emergencies MAnagement, www.schemeproject.org). O anexo contém uma descrição dos propósitos e objectivos alcançados do projecto, juntamente com a lista de parceiros.

1 Estratégias para a redução do risco de tsunami

1.1 Base científica do processo de decisão para o aviso de tsunami

1.1.1 Determinação do nível de exposição da população: utilização de cenários

O risco de um tsunami atingir a costa é determinado pela probabilidade de ocorrência de ondas devastadoras ou pela altura máxima expectável de onda, conjugada com o grau de vulnerabilidade de edifícios, ecossistemas e ambientes.

O exemplo mais representativo do projecto SCHEMA é a utilização de cenários realísticos potencialmente geradores de tsunamis. Estes cenários podem ser seleccionados com base em acontecimentos históricos (por exemplo, o terramoto e tsunami de Lisboa em 1755 ou o deslizamento submarino de Nice em 1979) ou ainda no conhecimento científico (por exemplo, o conhecimento de falhas sísmicas existentes ou instabilidades submarinas).

Uma vez que podem coexistir vários cenários possíveis em cada localização, tem sido comumente aceite no projecto SCHEMA [Tinti et al., 2010] adoptar o pior cenário, para o qual a informação pode ser obtida através de modelação numérica: altura máxima de onda expectável, parâmetros mínimos, área que irá ser inundada pelas ondas do tsunami, velocidade das ondas e recuo máximo do mar.

Entre outros, esta informação permite verificar a estabilidade dos edifícios expostos e criar uma selecção de estruturas não-colapsáveis.

1.1.2 Influência da distância a partir da fonte e da eficiência do aviso prévio

O tempo disponível para a evacuação depende da distância à origem (terramoto, deslizamento de terras, erupção vulcânica) e da existência ou eficácia dos sistemas de aviso prévio de tsunami.

Ao redor da bacia do Mediterrâneo, muitas localizações estão expostas a tsunamis de campo curto (distância à fonte até 400 Km). Nos casos piores, os tempos de aviso são mínimos (até 5 minutos); noutras bacias, um aviso de tsunami poderá ser feito várias horas antes da chegada da onda devastadora. As mensagens 1 a 3, por exemplo, mostram um aviso de tsunami para toda a zona do Pacífico, emitido depois do sismo de Fevereiro de 2010 ao largo da costa do Chile.

As mensagens de alerta de tsunami são emitidas frequentemente com muita antecedência, na sequência de medidas apropriadas que tenham detectado alturas anormais de onda (muitas vezes após a ocorrência de um sismo).

```
TSUNAMI BULLETIN NUMBER 017
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS
ISSUED AT 2241Z 27 FEB 2010

THIS BULLETIN APPLIES TO AREAS WITHIN AND BORDERING THE PACIFIC
OCEAN AND ADJACENT SEAS...EXCEPT ALASKA...BRITISH COLUMBIA...
WASHINGTON...OREGON AND CALIFORNIA.

... A WIDESPREAD TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT ...

A TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT FOR

CHILE / PERU / ECUADOR / COLOMBIA / ANTARCTICA / PANAMA /
COSTA RICA / NICARAGUA / PITCAIRN / HONDURAS / EL SALVADOR /
GUATEMALA / FR. POLYNESIA / MEXICO / COOK ISLANDS / KIRIBATI /
KERMADEC IS / NIUE / NEW ZEALAND / TONGA / AMERICAN SAMOA /
SAMOA / JARVIS IS. / WALLIS-FUTUNA / TOKELAU / FIJI /
AUSTRALIA / HAWAII / PALMYRA IS. / TUVALU / VANUATU /
HOWLAND-BAKER / NEW CALEDONIA / JOHNSTON IS. / SOLOMON IS. /
NAURU / MARSHALL IS. / MIDWAY IS. / KOSRAE / PAPUA NEW GUINEA /
POHNPEI / WAKE IS. / CHUUK / RUSSIA / MARCUS IS. / INDONESIA /
N. MARIANAS / GUAM / YAP / BELAU / JAPAN / PHILIPPINES /
CHINESE TAIPEI

THIS BULLETIN IS ISSUED AS ADVICE TO GOVERNMENT AGENCIES. ONLY
NATIONAL AND LOCAL GOVERNMENT AGENCIES HAVE THE AUTHORITY TO MAKE
DECISIONS REGARDING THE OFFICIAL STATE OF ALERT IN THEIR AREA AND
ANY ACTIONS TO BE TAKEN IN RESPONSE.

AN EARTHQUAKE HAS OCCURRED WITH THESE PRELIMINARY PARAMETERS

ORIGIN TIME - 0634Z 27 FEB 2010
COORDINATES - 36.1 SOUTH 72.6 WEST
DEPTH - 55 KM
LOCATION - NEAR COAST OF CENTRAL CHILE
MAGNITUDE - 8.8
```

Mensagem 1: Aviso de tsunami emitido aquando do sismo no Chile, em Fevereiro de 2010

MEASUREMENTS OR REPORTS OF TSUNAMI WAVE ACTIVITY					
GAUGE LOCATION	LAT	LO	TIME	AMPL	PER
NUKUALOFA TO	21.1S	175.2W	2024Z	0.10M / 0.3FT	62MIN
KAWAIHAE HAWAII	20.0N	155.8W	2211Z	0.52M / 1.7FT	24MIN
BARBERS PT HI	21.3N	158.1W	2140Z	0.19M / 0.6FT	76MIN
KAUMALAPAU HAWAII	20.8N	156.9W	2136Z	0.18M / 0.6FT	56MIN
KAHULUI MAUI	20.9N	156.5W	2147Z	0.98M / 3.2FT	22MIN
NAWILIWILI KAUAI	22.0N	159.4W	2151Z	0.28M / 0.9FT	44MIN
PAGO PAGO AS	14.3S	170.7W	2132Z	0.66M / 2.2FT	12MIN
MONTEREY HARBOR CA	36.6N	121.9W	2031Z	0.32M / 1.1FT	56MIN
SANTA MONICA CA	34.0N	118.5W	2035Z	0.41M / 1.4FT	32MIN
SANTA BARBARA CA	34.4N	119.7W	2029Z	0.22M / 0.7FT	48MIN
SAN DIEGO CA	32.7N	117.2W	2036Z	0.13M / 0.4FT	20MIN
APIA UPOLU WS	13.8S	171.8W	2018Z	0.16M / 0.5FT	16MIN
RAROTONGA CK	21.2S	159.8W	1907Z	0.15M / 0.5FT	24MIN
ACAPULCO MX	16.8N	99.9W	1931Z	0.62M / 2.0FT	26MIN
DART SAN DIEGO 4641	32.2N	120.7W	1931Z	0.06M / 0.2FT	24MIN
LOTTIN PT NZ	37.6S	178.2E	1934Z	0.15M / 0.5FT	10MIN
RAROTONGA CK	21.2S	159.8W	1918Z	0.32M / 1.0FT	06MIN
CABO SAN LUCAS MX	22.9N	109.9W	1833Z	0.36M / 1.2FT	12MIN
DART TONGA 51426	23.0S	168.1W	1844Z	0.04M / 0.1FT	30MIN
HIVA OA MARQUESAS	9.8S	139.0W	1741Z	1.79M / 5.9FT	12MIN
PAPEETE TAHITI	17.5S	149.6W	1810Z	0.16M / 0.5FT	10MIN
NUKU HIVA MARQUESAS	8.9S	140.1W	1745Z	0.95M / 3.1FT	04MIN
MANZANILLO MX	19.1N	104.3W	1705Z	0.32M / 1.0FT	24MIN
DART MANZANILLO 434	16.0N	107.0W	1611Z	0.07M / 0.2FT	24MIN
RIKITEA PF	23.1S	134.9W	1559Z	0.15M / 0.5FT	22MIN
DART MARQUESAS 5140	8.5S	125.0W	1531Z	0.18M / 0.6FT	18MIN
QUEPOS CR	9.4E	81.2W	1416Z	0.24M / 0.8FT	52MIN
BALTRA GALAPAGS EC	0.4S	90.3W	1452Z	0.35M / 1.2FT	14MIN
EASTER CL	27.2S	109.5W	1205Z	0.35M / 1.1FT	52MIN
ANCUD CL	41.9S	73.8W	0838Z	0.62M / 2.0FT	84MIN
CALLAO LA-PUNTA PE	12.1S	77.2W	1029Z	0.36M / 1.2FT	30MIN
ARICA CL	18.5S	70.3W	1008Z	0.94M / 3.1FT	42MIN
IQUIQUE CL	20.2S	70.1W	0907Z	0.28M / 0.9FT	68MIN

Mensagem 2: Aviso de tsunami emitido aquando do sismo no Chile em Fevereiro de 2010 (parte 2)

No caso de fontes próximas, a desvantagem de ter avisos com pouca antecipação é compensada pela possibilidade de sentir as ondas de choque do sismo em primeira-mão e sentir directamente o eventual recuo anómalo do mar. Em tais casos, a população deve ser instruída convenientemente no sentido de adoptar o comportamento correcto.

Quando as fontes próximas são eventos sísmicos locais, o risco de devastação anterior à chegada do tsunami não é marginal, devendo ser tomadas medidas apropriadas relativamente à organização da fuga e salvamento, bem como à selecção de abrigos.

1.2 Plano de evacuação: objectivos e metas

Apesar do facto de que até nas regiões mais propensas a tsunamis o risco é bastante reduzido, a vulnerabilidade pode ser extremamente elevada. A gestão deste risco deve focar-se na redução da vulnerabilidade até níveis satisfatórios, sendo o salvamento de vidas o seu objectivo principal.

Salvar vidas significa reduzir o impacto mais significativo das ondas (colisão de pessoas com objectos, colisão de detritos com pessoas, afogamento), o risco de ser arrastado para mar alto e ficar encurralado numa casa em colapso.

LAT - LATITUDE (N-NORTH, S-SOUTH)
LO - LONGITUDE (E-EAST, W-WEST)
TIME - TIME OF THE MEASUREMENT (Z IS UTC IS GREENWICH TIME)
AMPL - TSUNAMI AMPLITUDE MEASURED RELATIVE TO NORMAL SEA LEVEL.
IT IS ...NOT... CREST-TO-TROUGH WAVE HEIGHT.
VALUES ARE GIVEN IN BOTH METERS(M) AND FEET(FT).
PER - PERIOD OF TIME IN MINUTES(MIN) FROM ONE WAVE TO THE NEXT.
EVALUATION
SEA LEVEL READINGS CONFIRM THAT A TSUNAMI HAS BEEN GENERATED WHICH COULD CAUSE WIDESPREAD DAMAGE. AUTHORITIES SHOULD TAKE APPROPRIATE ACTION IN RESPONSE TO THIS THREAT. THIS CENTER WILL CONTINUE TO MONITOR SEA LEVEL DATA TO DETERMINE THE EXTENT AND SEVERITY OF THE THREAT.
A TSUNAMI IS A SERIES OF WAVES AND THE FIRST WAVE MAY NOT BE THE LARGEST. TSUNAMI WAVE HEIGHTS CANNOT BE PREDICTED AND CAN VARY SIGNIFICANTLY ALONG A COAST DUE TO LOCAL EFFECTS. THE TIME FROM ONE TSUNAMI WAVE TO THE NEXT CAN BE FIVE MINUTES TO AN HOUR, AND THE THREAT CAN CONTINUE FOR MANY HOURS AS MULTIPLE WAVES ARRIVE.
FOR ALL AREAS - WHEN NO MAJOR WAVES ARE OBSERVED FOR TWO HOURS AFTER THE ESTIMATED TIME OF ARRIVAL OR DAMAGING WAVES HAVE NOT OCCURRED FOR AT LEAST TWO HOURS THEN LOCAL AUTHORITIES CAN ASSUME THE THREAT IS PASSED. DANGER TO BOATS AND COASTAL STRUCTURES CAN CONTINUE FOR SEVERAL HOURS DUE TO RAPID CURRENTS. AS LOCAL CONDITIONS CAN CAUSE A WIDE VARIATION IN TSUNAMI WAVE ACTION THE ALL CLEAR DETERMINATION MUST BE MADE BY LOCAL AUTHORITIES.
BULLETINS WILL BE ISSUED HOURLY OR SOONER IF CONDITIONS WARRANT. THE TSUNAMI WARNING WILL REMAIN IN EFFECT UNTIL FURTHER NOTICE.
THE WEST COAST/ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER WILL ISSUE PRODUCTS FOR ALASKA...BRITISH COLUMBIA...WASHINGTON...OREGON...CALIFORNIA.

Mensagem 3: Aviso de tsunami emitido aquando do sismo do Chile em Fevereiro de 2010 (parte 3)

Apesar de as medidas de mitigação poderem ser criadas de modo a reduzir o impacto das ondas (por exemplo com a criação de quebra-mares), o aspecto principal continua a ser a evacuação da população potencialmente afectada para locais seguros. Normalmente, em zonas com elevada densidade populacional, é necessária uma planificação detalhada para poder proceder-se à evacuação da forma mais eficiente possível. Neste sentido, deve ser implementado um plano de evacuação monitorizado pelos decisores locais.

1.3 O que é um plano de evacuação?

Um plano de evacuação devido a tsunami (PET) é um plano que possa ser invocado sempre que um alarme de tsunami seja accionado. O PET afectará uma série de medidas de preparação que serão activadas no caso de um alerta de tsunami¹.

O propósito de um PET é salvar a vida às pessoas que podem ser afectadas pelas ondas de um

¹ No caso de alerta de tsunami, deverá existir um sinal audio-visual ou por telecomunicação. Nalguns casos, especialmente quando ocorrem sismos próximos, o aviso pode ser emitido apenas alguns minutos antes da chegada do tsunami; a sensação de ter sofrido um sismo é o primeiro sinal não-ambíguo, mesmo se nenhum tsunami tiver lugar ou se um alarme de tsunami tiver sido emitido.

tsunami. O principal objectivo dum plano de evacuação devido a tsunami deverá ser a orientação de todas as pessoas afectadas ao longo das rotas de evacuação:

- a) Em direcção a lugares seguros (fora do alcance das ondas), também chamados pontos de encontro ou abrigos de emergência;
- b) Em tempo útil (período entre o alarme e a chegada da primeira onda, tendo em conta a distância a percorrer por cada pessoa até ao abrigo mais próximo).

Para além disso, um plano de evacuação deve prever que uma instalação que cumpra o critério a) consiga suportar o número de pessoas que se espera virem a utilizar essa instalação.

Consequentemente, um PET deve ser gerado tendo como base os dois grupos de parâmetros seguintes:

- 1)
 - O número de pessoas afectadas (incluindo crianças, deficientes ou idosos) em cada local;
 - Localidades, estradas, distâncias e acessibilidade às mesmas, seu grau de segurança após um sismo prévio.
- 2)
 - Estimativa da altura de onda máxima esperada;
 - Estimativa do tempo a considerar até à chegada da primeira onda.

1.4 O plano de evacuação como parte de uma estratégia de aviso, preparação e alerta

A existência de um PET é crucial para a evacuação e para as medidas de salvamento. No entanto, não funcionará adequadamente se não for delineada uma estratégia que cumpra os seguintes critérios:

1. Invocação do PET, instalação de sistema de alarme: um PET não faz muito sentido, a não ser que seja instalado um sistema de alarme. Normalmente, podem ser utilizadas redes de comunicação telefónica com áudio e vídeo para gerar um alarme de tsunami (por exemplo sirenes, luzes de alarme ou SMS).
2. Integração do sistema de alarme: normalmente, as comunidades não dispõem de meios suficientes para manter em

funcionamento um sistema de alarme. Assim, será de grande ajuda um sistema de nível superior (regional ou nacional).

3. Elaboração de cenários de tsunami para compreender o seu impacto: os planos de evacuação devem ser sempre criados a partir de informações tais como fontes expectáveis, propagação das ondas, área de inundação, vulnerabilidade e danos previsíveis, de forma semelhante à abordagem desenvolvida no projecto SCHEMA [Tinti, 2010].
4. Estado de preparação da comunidade: as comunidades em zonas propícias a tsunami deverão estar sempre preparadas, apesar de poder haver poucas probabilidades e/ou consequências negligenciáveis.
5. Estado de alerta das pessoas: é importante despertar o estado de alerta das pessoas sem lhes criar pânico. As pessoas deverão ser informadas sobre os riscos gerais e saber a ligação entre um sismo e o tsunami que ele pode provocar.

Foi desenvolvida pela UNESCO-IOC, para a região do Oceano Índico, uma moldura típica de estratégia global [UNESCO-IOC 2009].

1.5 Prática corrente noutros países

1.5.1 Prática de planos de evacuação no Japão

A planificação de evacuações tem uma longa tradição no Japão: tal como para os sismos, a ocorrência de tsunamis foi incorporada na cultura japonesa. Existem diversas medidas de preparação ao nível local, uma vez que toda a costa do Japão está exposta à ameaça de tsunami.

Na história mais recente, o sismo e consequente tsunami de Hokkaido em 1993 permitiu um tempo de evacuação de 3 a 5 minutos; a altura de onda máxima observada foi de 10m [Nagao, 2005]. Por estas razões, tem sido encorajada a construção de abrigos (artificiais) verticais (Figuras 1 e 2).

No Japão, existem sinais a indicar as direcções de fuga, a distância até ao próximo abrigo e o seu nome. Muitos sinais estão escritos em Japonês e em Inglês. Os sinais para os pontos de encontro são rectangulares, mostrando uma onda de tsunami e ocasionalmente uma cruz verde. Há sinais ao longo das estradas, indicando a altura esperada de onda nessa localização específica, por exemplo 3.3m.

Muita da preparação para a evacuação é feita por organizações especializadas, através do trabalho de voluntários; mais de 28 milhões de pessoas fazem parte destas organizações.

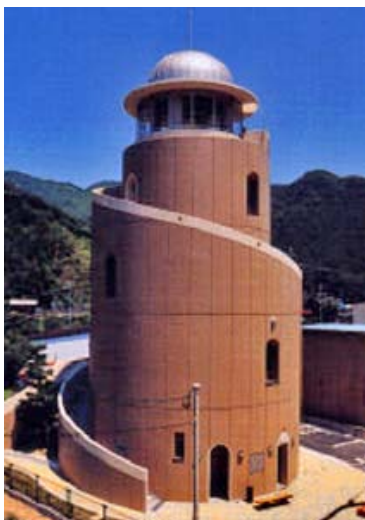


Figura 1: Edifício para abrigo de emergência (Prefeitura de Mie, Japão, informação cortesia de <http://www.webmie.or.jp>)

• Ilha de Okushiri

Depois do tsunami devastador de 1993, foram construídos abrigos verticais artificiais ao longo das praias. As estâncias de férias estão em desvantagem pela necessidade de evacuar um grande número de pessoas que não conhecem a zona; no entanto, esta desvantagem pode ser compensada pela construção de abrigos verticais, que funcionam igualmente como plataformas de observação panorâmica.



Figura 2: Plataformas elevadas na ilha de Okushiri (<http://ioc3.unesco.org/itic/printer.php?id=20>)

Em Okushiri pode ver-se igualmente a construção de comportas (Figura 3).



Figura 3: Comporta utilizada na ilha de Okushiri, cortesia do ITIC (<http://ioc3.unesco.org/itic/printer.php?id=20>)

1.5.2 Prática da planificação de evacuação nos Estados Unidos da América

O Acto de Mitigação de Desastres de 2000 (DMA 2000) [FEMA 2003] reforçou a importância da criação de planos de mitigação de desastres antes que os mesmos aconteçam. Deste modo, o DMA 2000 estabelece um programa de mitigação pré-desastre e novos requisitos para a fase pós-desastre a nível nacional, o Programa Grant de Mitigação de Perigos (HMGP). A Secção 322 do DMA 2000 é dedicada especificamente à planificação da mitigação de perigos aos níveis local e estadual. Esta secção identifica novos requisitos para que os fundos HMGP possam ser utilizados em acções de planeamento, incrementando o total de fundos disponíveis para os estados que tenham desenvolvido planos de mitigação anteriormente a desastres. Estados, tribos e comunidades deverão possuir um plano de mitigação aprovado antes de receberem os fundos HMGP. Os planos locais e tribais têm que demonstrar que as suas propostas de acções de mitigação são baseadas em planeamentos adequados ao risco e às capacidades individuais de cada comunidade.

Os governos estatais têm certas responsabilidades na implementação da Secção 322, incluindo:

- A preparação e submissão de um plano de mitigação geral ou desenvolvido;
- A revisão e a actualização do plano de mitigação estadual a cada três anos;
- O fornecimento de assistência técnica e formação aos governos locais, assistindo-os no desenvolvimento dos planos locais de mitigação e na candidatura aos fundos HMGP;
- A revisão e aprovação dos planos locais, se o estado tiver um plano desenvolvido aprovado.

O DMA 2000 tem como objectivo facilitar a cooperação entre o estado e as autoridades locais. Encoraja e recompensa a planificação local, tribal e estadual elaborada antes dos desastres e promove a sustentabilidade como estratégia para a resistência ao desastre. Esta rede desenvolvida de planificação permitirá aos governos locais, tribais e estaduais uma melhor articulação das suas necessidades de mitigação, resultando numa alocação de fundos mais rápida e na produção de planos de redução de riscos mais eficazes.

- **Estados da Costa Oeste**

Muitas comunidades dos estados da Costa Oeste nos Estados Unidos e do Canadá possuem excelentes planos de evacuação devido a tsunami. São distribuídos panfletos à população em geral, contendo mapas da localidade com a indicação das zonas de risco, rotas de evacuação e abrigos. Muitas vezes são indicadas outras localizações tais como escolas, hospitais, polícia e bombeiros.

Estas brochuras são impressas em ambas as faces e dobradas, criando um prático panfleto que pode ser levado para todo o lado ou colocado em locais frequentemente acessíveis. Normalmente, estes panfletos descrevem o perigo de tsunami após a ocorrência de um sismo. São ainda indicados os sinais de evacuação usados nessa localidade, bem como contactos para informação adicional.

O Havai possui um sistema de aviso global baseado em sirenes controladas por rádio, parcialmente alimentadas a energia solar. O Sistema de Alerta de Emergência especial combina todas as ilhas havaianas e transmite alarmes em todos os meios de comunicação disponíveis. O sistema é testado semanalmente. Os Centros de Operação de Emergência (COE) activam e alertam as agências de resposta a emergências.

Os COE têm a seu cargo a activação de sirenes e a coordenação do encerramento de escolas. Os mapas de evacuação por tsunami de todas as principais localidades são colocados junto às listas telefónicas. Cerca de 2 horas antes da hora estimada para a chegada da primeira onda, as escolas e outros edifícios públicos devem iniciar os procedimentos de evacuação. Entre 30 a 45 minutos antes da primeira onda, a polícia coloca barreiras à entrada das zonas de risco de tsunami; os condutores de autocarro são informados das

rotas alternativas pré-estabelecidas que não passam na zona de risco; o pessoal designado para responder a emergências deverá chegar aos abrigos ou a outros locais de serviço por esta altura [programa de tsunami UNESCO IOC, 2005].



Figura 4: Partes do mapa de evacuação da cidade de Depoe Bay (à esquerda) e de Brookings (à direita), no Oregon, EUA (em www.oregon.gov)

1.5.3 Prática da planificação de evacuação no Oceano Índico desde 2004

Na maior parte dos países afectados pelo tsunami do Sudeste Asiático de 2004 foi dada grande ênfase à prevenção destes fenómenos. Entre as publicações mais interessantes publicadas recentemente está um manual editado pelo IOC, focando-se especialmente na determinação de risco e mitigação para a zona do Oceano Índico [UNESCO-IOC 2009].

- **Tailândia**

A Tailândia é um dos países que instalaram as medidas mais avançadas de informação à população e elaboração de medidas de alerta e preparação. Ao longo da costa com o Oceano Índico foram instalados sinais com indicação das rotas de evacuação e respectivo comprimento; estes sinais estão escritos em Tailandês e em Inglês. Foram igualmente instalados marcadores que recordam às pessoas a altura da inundação que ocorreu durante o tsunami de 2004 [Scheer, 2008] e as áreas desabitadas ao longo da costa vulnerável são supervisionadas por um sistema de aviso controlado por rádio.

Foram publicadas várias brochuras explicando os riscos de tsunami e discutindo as observações locais (durante o tsunami de 2004), juntamente com estratégias de mitigação [por exemplo, o Instituto Geotécnico Norueguês, 2006].

1.5.4 Prática da planificação de evacuação por tsunami na Europa

Existe muito pouca informação e planos relevantes disponíveis na Europa, relativamente a evacuação devida a tsunami. Relativamente aos locais estudados pelo projecto SCHEMA, pode dizer-se que:

Na região de Setúbal não existem planos de evacuação ou estruturas específicas para eventos como tsunamis. Os sistemas de alerta e os procedimentos, no caso de um desastre natural, são coordenados pela Autoridade Nacional de Protecção Civil. Existe um gabinete central que distribui os procedimentos aos gabinetes locais de protecção civil e às equipas locais de busca e salvamento. As equipas de salvamento são constituídas principalmente por corporações de bombeiros e pela Cruz Vermelha. No caso específico de Setúbal, a corporação de bombeiros completou recentemente um estudo acerca das cheias na cidade, indicando as áreas potenciais de cheia de acordo com a intensidade da chuva. A acção a levar a cabo nestes casos é a fuga para locais de elevada altitude. Este estudo indica:

- Os locais que representam a melhor escolha;
- A rota mais indicada para aceder a esses locais;
- Os locais onde estarão os sinais de alerta e orientação;
- Os locais acessíveis às equipas de resgate e tipo de equipamento que pode ser usado nestas áreas específicas;
- Outros perigos secundários tais como fogo, havendo para tal locais específicos com equipamento de combate a incêndios [Ribeiro J., 2008].

A ilha de Stromboli, onde ocorreram vários desastres relacionados com tsunamis, está equipada com uma rede de sinais indicando as rotas de evacuação. Os sinais são muito diferentes de outros utilizados internacionalmente. No caso de Stromboli, deve igualmente ser mencionado que apesar do risco contínuo (erupções vulcânicas regulares → deslizamentos para o mar → ondas de tsunami), as autoridades tentaram “esconder” o risco, principalmente devido à importante indústria do turismo.

Outros municípios na Calábria e na Sicília adoptaram planos de emergência locais devido às ondas anómalas provocadas pelas actividades vulcânicas de Stromboli (especialmente em 2002). Por exemplo, o município de Rometta (Sicília) editou um plano de emergência contendo a descrição das competências dos vários actores locais e regionais, bem como um mapa indicando as áreas costeiras do município que podem ficar inundadas (Figura 5). Este mapa mostra ainda a direcção e as rotas de fuga, áreas de “espera” e edifícios particulares tais como escolas que fiquem dentro da zona de inundação.

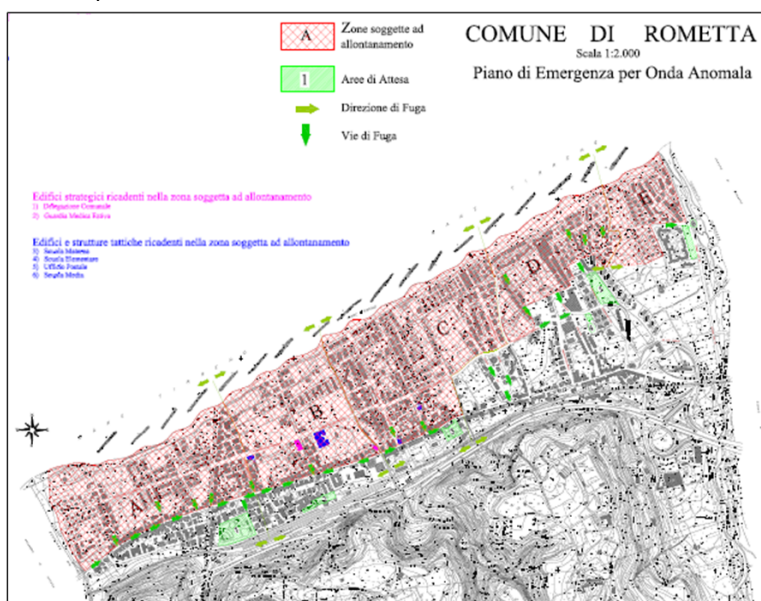


Figura 5: Mapa de cenários de emergência [Comunidade de Rometta, 2008]

1.6 UNESCO – IOC

No seguimento do tsunami do Sudeste Asiático de 2004, foi atribuída à Comissão Oceanográfica Intergovernamental (IOC) da UNESCO a tarefa de promover a expansão da cobertura mundial de sistemas de detecção de tsunamis, coordenando diversos sistemas de alarme em várias regiões do mundo. Para a região Europa/Mediterrâneo, está ser finalizado um sistema de alarme (NEAMTWS, Atlântico Nordeste, Mediterrâneo e Mares Conexas) [Programa de Tsunami UNESCO-IOC, 2005].

A UNESCO-IOC editou duas publicações acessíveis ao público em geral, entre as quais o glossário de tsunamis [UNESCO-IOC, 2008], para a obtenção de informação detalhada sobre o risco de tsunami e os princípios de alerta e evacuação.

1.6.1 NEAMTWS

Os elementos estruturais da NEAMTWS são os Centros Regionais de Observação de Tsunami (RTWC), os Pontos Focais de Aviso de Tsunami (TWFP) e os Centros Nacionais de Aviso de Tsunami (NTWC) [ver <http://www.ioctsunami.org/content/view/287/1123>]. Cada Estado-membro deve nomear um contacto nacional para a problemática dos tsunamis (TNC).

Centros Regionais de Observação de Tsunami (RTWC)

- Recolha, registo, processamento e análise de dados referentes a sismos, para determinação rápida da localização do sismo, a sua profundidade, magnitude e duração, como base do sistema de alerta.
- Cálculo do tempo de chegada do tsunami aos pontos de previsão listados no Plano de Comunicações.
- Recolha, registo, processamento e análise de dados referentes ao nível do mar, para confirmar e monitorizar o tsunami ou cancelar alarmes.
- Elaboração de um processo de decisão de acordo com o Plano de Comunicação, para emitir mensagens.
- Disseminação aos estados-membros (e aos centros de aviso nacionais) das mensagens, de acordo com o Plano de Comunicação, incluindo o tempo da deslocação do tsunami, amplitude e período, bem como mensagens de cancelamento.

Até ao presente momento, cinco países ofereceram-se para alojar os RTWC: França, Grécia, Itália, Portugal e Turquia. A Alemanha ofereceu-se para fornecer a cópia de segurança de recolha e processamento de dados.

Centros Nacionais de Aviso de Tsunami (NTWC)

- Recolha, registo e processamento de dados referentes a sismos, para aviso rápido da localização do sismo, a sua profundidade, magnitude e duração.
- Cálculo do tempo de chegada do tsunami aos pontos de previsão nacionais.
- Recolha, registo e processamento de dados referentes ao nível do mar, para confirmação ou cancelamento do aviso de tsunami.

Estes centros de aviso nacionais esforçam-se por ser:

- Rápidos, proporcionando avisos assim que possível, depois da geração potencial de um tsunami.
- Precisos, através da emissão de avisos para todos os tsunamis destrutivos, ao mesmo tempo que tentam minimizar o número de avisos falsos.
- Fiáveis, pela garantia de que operam continuamente e que as suas mensagens são enviadas, recebidas e compreendidas prontamente pelos utilizadores do sistema.

Contactos Nacionais de Tsunami (TNC)

Trata-se da pessoa designada por um dos governos dos Estados-Membros ICG para representar o seu país, coordenando as actividades de aviso e mitigação de tsunamis a nível internacional. Esta pessoa faz parte dos actores principais do programa nacional de aviso e mitigação de tsunamis. Pode ser o Ponto Focal de Aviso de Tsunami da organização nacional de gestão de desastres, de uma instituição técnica ou científica ou outra agência com responsabilidades no aviso e mitigação de tsunamis.

Ponto Focal de Aviso de Tsunami (TFP)

O Ponto Focal de Aviso de Tsunami (TWFP) é uma pessoa de contacto disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana, ou qualquer outro ponto ou contacto designado por um governo, disponível a nível nacional para receber e emitir de forma rápida as informações relativas a tsunamis, tais como os avisos. O Ponto Focal de Aviso de Tsunami é a autoridade de emergência (protecção civil ou outra agência designada, responsável pela segurança pública) ou outra organização com responsabilidades na notificação da autoridade de emergência, das características do evento (sismo e/ou tsunami), de acordo com os procedimentos nacionais gerais. O Ponto Focal de Aviso de Tsunami recebe avisos internacionais do NEAMTWS ou de outros centros regionais de aviso.

- Recepção de mensagens transmitidas pelos Centros Regionais de Observação de Tsunami;

- Avaliação e emissão de avisos à escala nacional, de acordo com o Plano Nacional de Emergência;
- Transmissão de mensagens de aviso às autoridades nacionais de emergência;
- Operação 24 horas por dia, todos os dias.

Recomendações actuais do grupo NEAMTWS

O grupo NEAMTWS recomenda manter dois níveis de ameaça através duma matriz de decisão de alerta, conforme mencionado na Tabela 1.

Tabela 1: Matriz de decisão (nível de alerta), conforme sugerido pelo grupo de trabalho ICG

	Aconselhável	Necessário
Altura	<1m	> 1m
Amplitude	0.2m – 0.5m	> 0.5m
Impacto	Correntes, macaréus, recuo do mar, danos em portos, inundações leves ao longo de praias	Inundação costeira

1.6.2 Região do Oceano Índico

Para a região do Oceano Índico, a UNESCO-IOC desenvolveu um manual [UNESCO-IOC, 2009] referindo todos os aspectos relacionados com o perigo de tsunamis e fornecendo aconselhamento detalhado para aumentar o grau de prontidão das comunidades e planificar as várias fases de evacuação.

Este manual fornece muitos conselhos e dicas sobre como atingir um grau de prontidão elevado. No capítulo sobre como gerir o risco de tsunami, as comunidades são orientadas sobre os diversos passos e procedimentos a tomar no sentido de se prepararem para a evacuação.

1.7 Conceitos específicos da criação de planos de evacuação

Para além dos conceitos gerais de geração de planos de evacuação fornecidos pela UNESCO-IOC, o resultado do projecto FP6 SCHEMA incorpora algumas particularidades que podem influenciar a construção de um plano de evacuação por tsunami. Estas dizem respeito a:

1. Resultados de cenários locais de tsunami (baseados em eventos históricos ou fontes mais ou menos próximas) em linha com o documento da IOC [UNESCO-IOC 2009], fornecendo uma selecção de cenários representativos. Usualmente, é seleccionado para análise suplementar o plano de evacuação que contenha o cenário dos impactos expectáveis. No caso de haver uma grande variedade de cenários de tsunami, deverá ser aumentado o estado de alerta ao nível local,

mostrando a extensão dos danos no caso de voltar a ocorrer um evento semelhante.

2. A altura máxima de onda calculada, a zona de inundação e a hora estimada para a primeira onda: deste modo, a zona de perigo de tsunami é conhecida (pela determinação de áreas seguras), bem como o tempo máximo disponível para a evacuação. Ver por exemplo a Figura 6.
3. O nível de danos calculado para as casas (baseado na altura da onda). Os cenários baseados no SCHEMA fornecem dicas claras sobre os danos expectáveis (Figura 7); como consequência, o número de pessoas afectadas a serem evacuadas pode ser menos do que originalmente esperado.
4. Um algoritmo temporal específico adaptado às infra-estruturas locais e à população residente: este algoritmo estuda o movimento dos evacuados no espaço disponível (rotas de fuga) em direcção a zonas seguras (abrigos horizontais em solo seguro, edifícios servindo de abrigos verticais). O algoritmo calcula os períodos necessários para efectuar uma evacuação completa.
5. Adicionalmente, o procedimento de geração do plano de evacuação baseado no SCHEMA propõe uma intervenção em três fases, com possibilidade de iteração entre cada passo e a necessidade de recuar a uma fase anterior: a primeira fase produz um cenário de evacuação válido (baseado nos resultados do ponto 2, usando o algoritmo do ponto 4 e levando em consideração os resultados do ponto 3); a segunda fase (de médio prazo) serve para implementar o plano de evacuação *in loco* e organizar os procedimentos de manutenção necessários; numa terceira fase (a longo prazo), o plano de evacuação é continuamente monitorizado, actualizado, acrescentado ou rescrito, se alguns indicadores o tornarem necessário.

Entre os resultados principais do projecto SCHEMA está a produção, para cada local estudado, de um “Atlas das áreas expostas a risco de tsunami”. Este atlas contém mapas com indicação do impacto calculado pelos cenários de tsunami seleccionados (altura máxima de onda esperada, extensão da inundação, hora de chegada, recuo do mar, velocidade das correntes), bem como mapas descrevendo a vulnerabilidade dos edifícios na área em questão e o grau de danos expectável para os mesmos. Toda esta informação pode ser utilizada como parâmetros de introdução de dados para a geração de um plano de evacuação, conforme detalhado na próxima secção.

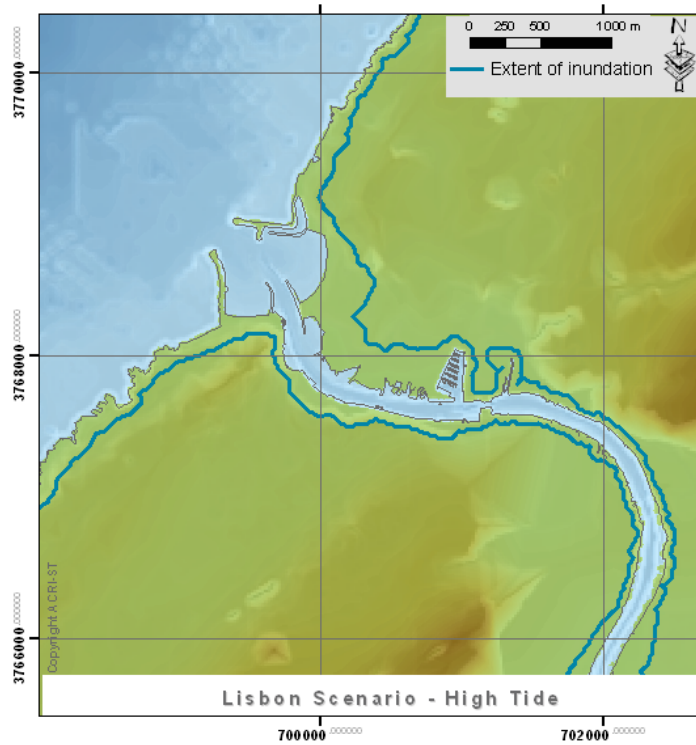


Figura 6: Extensão da inundação (Rabat)

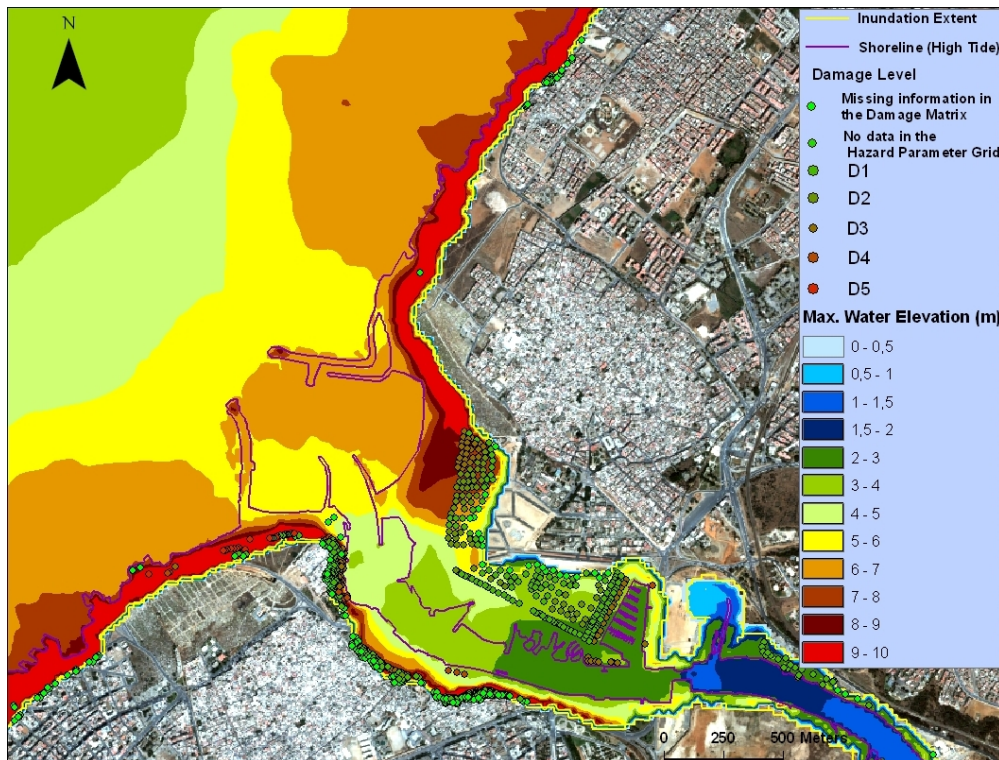


Figura 7: Estimativa de danos em edifícios e altura máxima do nível da água para o cenário “terramoto de Lisboa em 1755” (Rabat) – Copyright Quickbird image, 2008-09-28, res: 0.63m.

2 Metodologia de criação de planos de evacuação

2.1 Aspectos gerais

2.1.1 As várias etapas e funções

Um plano de evacuação tem que ser gerado com uma abordagem de obtenção de factos e cálculo analítico de riscos, sendo subsequentemente desenvolvido em três etapas interactivas. Para além disso, a implementação e a integração de um plano de evacuação ao nível regional são tarefas adicionais importantes. A adequação de um plano de evacuação tem que ser verificada continuamente e garantida a sua manutenção geral [FEMA, 2003].

Dentro da primeira etapa, são efectuados cálculos básicos no âmbito de uma análise clássica de riscos e impactos. O resultado deverá ser a revelação da localização, o número de pessoas potencialmente afectadas, a quantidade e localização dos abrigos. Baseados nas estimativas da altura máxima de onda e a hora esperada de chegada, serão gerados mapas mostrando se as rotas de fuga são ou não suficientes.

As etapas seguintes da geração do plano de evacuação compreendem à sinalização das rotas de fuga e abrigos de emergência, instruções de resposta para as comunidades locais e pessoas ameaçadas, exercícios de rotina para manter o grau de sensibilização da população, treino de evacuação e salvamento, alocação de recursos, manutenção das rotas de fuga e controlo dos pressupostos básicos ao longo dos anos. Assim, a segunda etapa é a produção e disseminação do plano de evacuação. Esta segunda etapa lida com o desenvolvimento e monitorização da implementação do plano existente, numa base diária e mensal. No caso de serem encontradas variações nos conceitos do plano, poderá ser necessária uma iteração do tipo primeira etapa.

A terceira etapa refere-se à utilização do plano de evacuação, significando que um plano existente de evacuação por tsunamis deverá ser monitorizado ao longo do tempo; deverão ser consideradas para análise as variações que ocorram nos dados básicos ou nos conceitos fundamentais do plano geral, examinando as potenciais consequências para o plano existente e decidindo se serão necessárias iterações dos tipos primeira ou segunda etapas.

Consequentemente, a geração de um plano de evacuação é um processo com três iterações:

1. Uma iteração inicial para otimizar a rede existente de rotas de fuga e abrigos de emergência;
2. Uma iteração de médio prazo, colocando em prática o conceito de evacuação;
3. Uma iteração de longo prazo do plano geral, devido a novos dados ou conceitos relativos ao risco de tsunami e a dados de utilização do terreno.

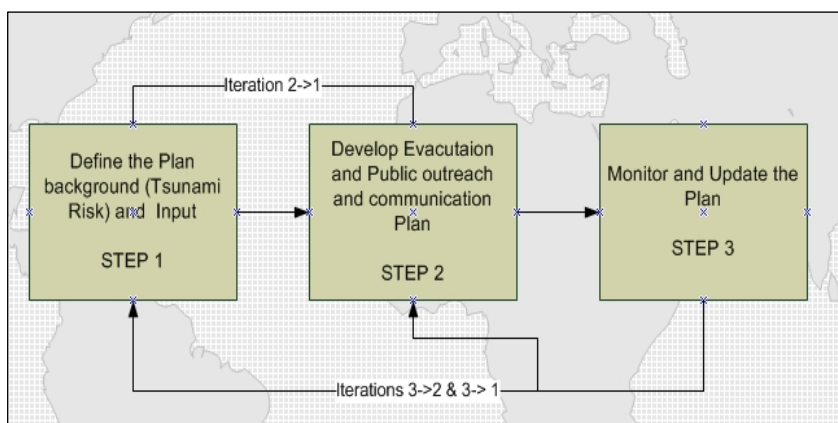


Figura 8: Abordagem à planificação de evacuação por etapas

2.2 Risco e análise de impacto para a definição da base do plano e dados introduzidos (etapa 1)

A análise do risco inicial e do impacto ajudará a documentar a forma como uma rede de rotas de fuga e abrigos de tsunami (ou edifícios) pode ser construída no âmbito do salvamento de vidas, numa área de alto risco. O risco e a análise subsequente servirão igualmente para afinar uma rede de rotas e abrigos existente, com vista a optimização posterior. Esta tarefa deve ser confiada às autoridades locais a cargo da protecção civil.

O resultado desta tarefa no contexto da planificação de evacuação por tsunamis será a designação de uma rede válida de rotas de fuga e locais seguros a serem usados durante um alarme ou emergência, para guiar em segurança e em tempo útil a população em risco.

2.2.1 Introdução básica de dados

Contexto e dados de vulnerabilidade

Os seguintes estratos temáticos básicos poderão servir para a introdução espacial de dados requerida, devendo assim ser disponibilizados:

- **Modelo digital de elevação** (DEM). Este é um dos dados necessários para calcular a área de inundação esperada e consequentemente determinar as potenciais localizações seguras.
- **Mapa de distribuição da população**: Este mapa mostra como a população se encontra distribuída em determinada área. Por razões práticas, um número máximo de pessoas (incluindo residentes temporários tais como trabalhadores ou turistas) é tomado como base. O mapa de distribuição da população indicará a quantidade esperada de pessoas a evacuar. Para este propósito, as áreas citadinas potencialmente afectadas são subdivididas em distritos, quadrantes ou segmentos. No mapa de distribuição da população, cada uma destas sub-divisões será apresentada como uma classe dimensional de população, indicada por uma cor específica.
- **Mapa de estradas e caminhos principais**: Este mapa indicará as estradas e caminhos seleccionados que podem servir como rotas de fuga. Adicionalmente, estas estradas e caminhos podem ser classificados de acordo com a sua capacidade e código de cores, para uma apresentação compreensível do seu conteúdo. Por razões práticas, só as estradas ou caminhos que contenham uma dimensão mínima aceitável deverão ser considerados neste mapa.
- **Mapa de edifícios classificados**: Este mapa mostra a classificação de todos os edifícios (dentro da área provável de evacuação), de acordo com o esquema de classificação de vulnerabilidade definido no SCHEMA (WP 3.3, D3.1, ver Anexo): A, B, C, D, E, F e G, sendo as categorias A a E normalmente consideradas como inutilizáveis (inseguras).
- **Mapa de locais especiais**: Este mapa mostra todos os locais e edifícios que poderão estar sujeitos a procedimentos específicos: escolas e hospitais, locais muito frequentados (por exemplo, mercados), locais altamente vulneráveis (portos, praias, estuários) mas também outros edifícios importantes para a resposta de emergência.
- **Áreas de risco ou perigo**: Todas as instalações industriais que estejam localizadas na área de perigo poderão ser marcadas separadamente

num mapa. A razão para isto é que os eventos NATECH poderão acontecer na sequência da destruição ou inundação destas áreas. Deverá ser definido separadamente se haverá impacto nestas instalações, se tal poderá conduzir a situações de risco e quais os abrigos ou rotas de fuga que poderão ser afectados por esse facto.

- **Mapa de particularidades condicionantes da evacuação**: Existem particularidades que podem ser decisivas para uma evacuação eficaz e que, por essa razão, deverão ser marcados separadamente num mapa:
 1. Barreiras e vedações que possam impedir a evacuação para o interior;
 2. Escadas e estreitamento de vias na linha que separa as praias e a restante zona costeira;
 3. Estradas sobrelotadas (por pessoas, automóveis, lojas, etc.) nas imediações das praias. Adicionalmente, as áreas mais baixas podem acumular água depois da inundação e serem assim prejudiciais à evacuação vertical.

Risco e impacto físico das ondas

Para além disso, deverão ser tidas em conta suposições básicas relativamente aos seguintes factores:

- **Hora esperada de chegada da primeira onda**: A hora de chegada esperada da primeira onda é um dado essencial para o procedimento de cálculo global, uma vez que define o tempo de resposta que tem de ser atingido pelo processo de evacuação. Por razões práticas, é considerado o intervalo entre a emissão do alerta e a chegada da primeira onda.

Por razões óbvias, os “Tempos Esperados de Chegada de Ondas de Tsunami (ETWATs)” extremamente curtos (abaixo de 5 minutos) poderão ser negligenciados, uma vez que uma evacuação ordeira nestas condições dificilmente poderá correr bem. Da mesma forma, os valores de ETWAT acima de 1 hora deverão ser considerados críticos. As pessoas muitas vezes ignoram a perigosidade da situação e tentam evitar a evacuação ou regressar à costa antes do aviso de fim de perigo, dado pelas autoridades de emergência oficiais.

A falta de conhecimento ou a indisponibilidade de ferramentas de cálculo apropriadas tem que ser compensada por valores assumidos por defeito. No SCHEMA, foi definido um valor médio de 15 minutos como valor por defeito.

- **Altura máxima de onda esperada**: Apesar de haver várias alturas de onda a ser consideradas, é

provavelmente a altura máxima de onda que, por razões práticas, proporciona o valor mais importante, uma vez que fornece uma indicação clara da distância máxima, a partir da linha de costa, cuja área ficará sujeita a inundações e quais as pessoas que poderão ser atingidas pelas ondas.

Tal como no ETWAT, as ondas inferiores a 1m poderão ser negligenciadas, a não ser que haja razões claras a considerar no mapa do terreno (por exemplo praias muito planas) ou nas infra-estruturas locais (construções portuárias expostas, estradas muito próximas da praia).

A falta de conhecimento ou a indisponibilidade de ferramentas de cálculo apropriadas têm que ser compensadas com valores estimados. No SCHEMA foi estimado um valor médio de 10m como valor por defeito.

- **Mapa de velocidade das correntes:** Dentro da área inundada, este mapa mostra as várias velocidades das ondas que se aproximam. Poderão surgir velocidades diferentes à medida que uma onda encontre obstáculos que reduzam a sua energia.

Na base de dois parâmetros-chave (ETWAT e altura de onda) e com o apoio dos mapas previamente elaborados, podem ser feitos os seguintes cálculos:

- **Inundação e mapa de áreas seguras:** O mapa de inundação é calculado juntando o modelo digital de elevação com a altura esperada de onda. Uma vez que a área estimada de inundação é considerada “zona de evacuação” ou “zona de risco de tsunami”, em princípio todas as zonas não-inundadas (áreas fora da zona de risco de tsunami) podem ser consideradas seguras. Podem ser aplicadas restrições adicionais a estas considerações após investigação do caso singular, tais como:
 - As áreas seguras que sejam totalmente rodeadas pela inundação podem ser excluídas de cálculos adicionais;
 - As áreas que, embora não inundadas, sejam extremamente planas, podem ser igualmente excluídas de cálculos adicionais.

Os resultados subjacentes aos cálculos deverão ser analisados de modo a confirmar que as profundidades são razoáveis para as alturas respectivas de tsunami e a sua topografia. Uma sequência de mapas a escalas entre 1:25000 e 1:10000 deverá ser preparada com uma grelha de 100m e 20m respectivamente, expressa em linhas de profundidade de inundação de 1m, com código de cores.

Os abrigos horizontais são locais previamente definidos que satisfaçam as necessidades de alojamento de um certo número de evacuados durante o período da inundação. Estes abrigos são especificamente definidos como pontos de encontro. Podem ser aplicadas algumas restrições a estes locais, incluindo o requisito de serem facilmente acessíveis, situados a uma distância racional do ponto de partida, ao mesmo tempo que deverão ter capacidade para alojar o número apropriado de pessoas. Idealmente, os abrigos horizontais deverão ter acesso a meios de suporte de vida tais como água potável, telefone, electricidade, kits de emergência, etc. Para a escolha desses locais deverá ser tida em consideração a capacidade de resposta, uma vez que as vias de acesso aos abrigos horizontais podem permanecer inundadas.

- **Mapa de abrigos verticais:** Edifícios classificados como E2, de acordo com a sua vulnerabilidade a tsunamis e resistentes a sismos (por exemplo, estruturas de betão armado, residenciais ou colectivas, com mais de 3 andares, ver Anexo) podem ser considerados como potenciais abrigos verticais dentro da zona de perigo de tsunami. Estes edifícios podem permanecer rodeados por água durante algum tempo e os abrigos horizontais poderão permanecer inacessíveis devido à inundação. Para além disso, os edifícios seleccionados como abrigos verticais devem ainda ser capazes de suportar danos severos provocados por detritos flutuantes e grandes objectos transportados pelas ondas ou trazidos de volta durante o recuo das águas.

Os edifícios seleccionados devem ter uma altura suficiente acima da altura máxima esperada da água. Usualmente, esta altura adicional é estimada em 5m. Uma fórmula empírica para estimar a cota acima da qual a evacuação vertical pode ser considerada segura é a seguinte:

$$\text{Altura segura} = \text{Altura máx. de onda} \times 1.30 + 1 \text{ m.}$$

Um abrigo vertical não tem necessariamente que ser um edifício fechado. Os abrigos verticais artificialmente construídos são do tipo plataforma aberta ou em formato de monte, desde que sejam construídos com a mesma resistência do que os edifícios classificados como E2.

O uso como abrigo vertical de edifícios de betão armado com vários andares, de estrutura metálica ou ainda os montes artificiais é uma política apropriada para todos os tsunamis de origem próxima ou de origem afastada em zonas

eventos mais lentos, tais como furacões, os tempos de partida são mais afastados mas podem variar com a localização. Um ponto fraco da maior parte dos planos de evacuação é que não integram apropriadamente (subestimam) a capacidade de resposta [Gruntfest and Huber, 1989].

O período de remoção é a soma dos tempos de recepção dum aviso, mobilização e deslocação (tempo decorrido entre a partida e a chegada ao abrigo).

Como resultado principal, o mapa providenciará aos organizadores informação sobre a distribuição da população durante a evacuação nos locais que sejam inundados e finalmente um resultado (R1 ou R2) mostrando:

(R1) A eficiência do plano de evacuação (se todas as pessoas afectadas forem evacuadas dentro do período de remoção)

ou

(R2) Aquelas zonas com tempos inadequados para a evacuação (por exemplo, inundadas sem possibilidade de evacuar todos os residentes dentro do período de remoção).

Obviamente, este último caso revelará que o plano de evacuação terá que ser melhorado. Uma vez que o exercício de simulação de evacuação terá que ser refeito numa base modificada, terá que ser levada a cabo uma iteração deste tipo (etapa 1, ver capítulo 2.2.4).

Há duas formas (indicadas pelos códigos *EvacR* e *VertSh*) para realizar estes melhoramentos:

(*EvacR*) Melhorar a taxa de transferência de evacuados ao longo da direcção de fuga, através de:

1. Alargamento das rotas existentes

e/ou

2. Criação de rotas adicionais.

(*VertSh*) Diminuição do tempo necessário para alcançar o abrigo vertical mais próximo, pelo aumento do sistema de abrigos verticais, através de:

1. Aumento da capacidade de abrigos existentes

e/ou

2. Criação de abrigos verticais adicionais [Nagao, 2005].

Quando o ambiente operacional é caracterizado por áreas desabitadas na costa, será difícil atingir os melhoramentos do tipo *EvacR*. Para além disso, um melhoramento tal como sugerido pelo *VertSh-1* aparenta ser bastante teórico; assim, a busca de soluções do tipo *VertSh-2* será a mais simples, com

possibilidades adicionais em relação às soluções do tipo *EvacR-2*.

Os problemas particulares relativos ao comportamento humano podem alterar significativamente os resultados da implementação da evacuação e conseqüentemente a simulação. No caso de evacuação vertical, dois comportamentos diferentes podem ocorrer: a procura de locais altos (as pessoas que receberem e compreenderem os avisos sabem o que têm que fazer e fazem-no) e a procura de locais exteriores (pessoas que querem sair dos edifícios, seja por que razão for). Um modelo de evacuação vertical relevante desenvolvido pelo Centro de Desastres do Pacífico, Kihei Maui Hi Tech, em 2007, demonstrou como o comportamento individual pode abrandar o movimento geral, criar engarrafamentos e bloquear os acessos a zonas seguras durante uma evacuação vertical [Jul, 2007].

2.2.3 Análise e mapeamento de simulações de evacuação, utilizando o GIS

A análise de simulações de evacuação tenta identificar se uma rede existente de rotas de fuga (para abrigos verticais e horizontais) e os abrigos verticais existentes conseguem satisfazer as necessidades duma evacuação total dentro do período determinado. Assim, a análise da simulação de evacuação avalia o desempenho dos planos de evacuação e, como tal, é uma excelente ferramenta para apoiar os decisores. Como objectivo, podem ser identificadas zonas problemáticas (localidades, rotas de fuga, etc.).

Os dados geográficos, juntamente com outra informação importante² que possa ter um papel decisivo durante uma evacuação, são analisados especialmente utilizando o GIS, de modo a produzir uma série de mapas que facultem aos decisores respostas quanto a:

- Cobertura geral dos abrigos verticais na área de inundaçãõ;
- Descrição pormenorizada do desempenho (por exemplo, a taxa de transferência de evacuados) da rede existente de estradas e ruas a serem usadas para aceder aos abrigos horizontais e verticais considerados no plano de evacuaçãõ;
- Determinaçãõ da distribuiçãõ dos residentes relativamente à rede de abrigos estabelecida (levando em conta a capacidade dos abrigos);
- Determinaçãõ da adequaçãõ da rede de abrigos (número, posicionamento, capacidade) e identificaçãõ de inadequações e falhas.

² *Locais de especial interesse, estrangulamentos conhecidos, vedações, muros ou estradas cheias de automóveis parados.*

Com base no “Mapa de Estradas e Caminhos Principais”, no “Mapa de Zonas Seguras e de Inundação” e no “Mapa de Abrigos Verticais”, é simulada a evacuação da população exposta. Assim, para todos os distritos (ou quadrantes, ou sub-divisões) da zona de perigo de tsunami, a população residente³ é determinada de modo a:

1. Correr para a estrada ou caminho mais próximo e seguir as rotas de fuga até ao próximo abrigo horizontal ou vertical;
- ou
2. Ficar (e deslocar-se para cima⁴) no edifício, no caso de o mesmo ser parte da rede de abrigos verticais.

Por razões práticas, são adoptados os seguintes pressupostos:

1. A capacidade de cada segmento de rota de fuga não tem um papel significativo, a não ser em casos particulares (por exemplo, se demasiadas pessoas chegarem a um segmento de rota de fuga ao mesmo tempo e começarem a correr). Ainda assim, esta situação deverá ser lidada com atenção, especialmente no caso de haver um período de remoção muito curto. Os autores sugerem uma solução “indirecta”: um aumento drástico do tempo para o próximo abrigo, para esses evacuados.
2. Nem todas as pessoas por localidade, quadrante ou sub-divisão se apresentarão ao mesmo tempo (no primeiro minuto da evacuação) no segmento de rota de fuga mais próximo, permitindo assim alguma flexibilidade relativamente à capacidade necessária do segmento. Ver comentários na secção 2.2.1.
3. É tomada como garantida uma velocidade média de deslocação de um ser humano de 1m/s; a redução deste valor será levada em conta no estrato relativo a superfícies (ver abaixo). Por exemplo, em terreno de difícil mobilidade como a areia, será garantida uma velocidade de deslocação humana de 0.5m/s.
4. É considerada apenas a evacuação pedestre, excluindo-se assim a utilização de automóveis⁵.

³ Usualmente, é assumido um máximo de população temporariamente residente, incluindo trabalhadores, crianças na escola ou turistas, mesmo se residam noutras locais.

⁴ Em geral, deverá ser atingido pelo menos o terceiro andar.

⁵ A evacuação a pé é considerada a forma mais eficaz, uma vez que a acumulação de automóveis será prejudicial a uma evacuação rápida. Nalgumas circunstâncias, o uso de automóveis pode ser permitido: período de aviso bastante longo, boas estradas, reduzido número de pessoas a evacuar.

5. Pessoas com necessidades especiais não são consideradas no exercício de simulação; no entanto, elas têm que ser consideradas separadamente pelas autoridades (ver capítulo 2.3.5)

Criação de mapas de simulação de evacuação

A metodologia para criar os estratos/mapas anteriormente mencionados para a evacuação pedestre é implementada de acordo com os passos seguintes (A a G):

A) Definição da superfície de custo

Toda a análise GIS posterior requer a introdução de um estrato temático fundamental, a superfície de custo. A superfície de custo é uma camada *raster* que representa o tempo que o elemento que se desloca (evacuado) demora a atravessar uma unidade de distância (um metro) dessa camada.

A superfície de custo considera apenas aquelas áreas em que se espera que os peões se desloquem durante um processo de evacuação organizado (por exemplo uma rede de estradas ou uma zona de praia). Todas as outras zonas (especialmente edifícios, rios, campos, etc.) não são consideradas.

De modo a criar camadas/mapas de evacuação tão genéricos quanto possível e livres da definição de unidades, o valor de tempo atribuído a cada célula do estrato de superfície representa um tamanho sem unidade, que deriva da relação com as outras células.

Assim, na análise que se seguirá é introduzido o conceito de “unidade de tempo” para expressar o tempo de cada célula, em vez da indicação das unidades reais de tempo (segundos, minutos, etc.).

B) Definição dos pontos de abrigo de evacuação

O “Mapa de Abrigos Verticais” (ver capítulo 2.2.1) mostra edifícios adequados na zona inundada que possam temporariamente abrigar um número suficiente de evacuados.

Por outro lado, os abrigos horizontais são indirectamente definidos através de uma análise do “Mapa de Inundação e Locais Seguros” (ver igualmente o capítulo 2.2.1). Uma vez que estes abrigos horizontais podem estar localizados muito para lá da zona inundada, é mais conveniente para efeitos do cálculo marcar as rotas de escape dentro da zona inundada como “locais de abrigo horizontal”.

Nalguns locais pouco habitados dos EUA, por exemplo, é consentida a evacuação em veículos.

C) Definição do mapa de tempo

Usando as superfícies de custo e os pontos de abrigo de evacuação, pode ser calculado um mapa de distância utilizando as ferramentas GIS apropriadas. Neste mapa, o valor de cada célula representa a dificuldade em deslocar-se para o ponto mais próximo, seguindo o caminho mais fácil.

Relativamente à abordagem do SCHEMA, os pontos de abrigo de evacuação são considerados como pontos de partida e os valores são expressos em tempo: cada célula indica o tempo necessário para um evacuado se deslocar desse ponto até ao abrigo mais próximo, seguindo o caminho mais rápido.

Em geral, este mapa revela as zonas que necessitam de mais tempo para serem evacuadas [Laghi et. al 2007; Graehl and Dengler, 2008].

D) Definição da zona coberta por cada abrigo (alocação de abrigos por região)

O objectivo desta análise é delinear as zonas ou bairros que podem ser atribuídas a cada abrigo, dentro dos que tenham sido incluídos no plano de evacuação.

A superfície custo de tempo é utilizada na análise GIS e posteriormente combinado com o estrato “abrigos”, de modo a compartimentar toda a zona em áreas pequenas, representando as fronteiras dos bairros que podem ser servidos pelos respectivos edifícios de abrigo. A cada zona é atribuído um número único, idêntico ao número do edifício (Figura 10) que tenha sido considerado abrigo vertical no contexto do plano de evacuação por tsunamis.

E) Distância e tempo ao próximo abrigo

O objectivo desta análise é providenciar indicações sobre a proximidade de cada abrigo em relação ao segmento de estrada ou rua respectivo. Esta indicação evidencia o desempenho do abrigo. A análise é baseada no mapa de alocação de abrigos e ruas apresentado acima.

O mapa de tempo-distância até ao próximo abrigo (Figura 11) representa as unidades de tempo necessárias para alcançar o abrigo mais próximo, a partir de qualquer ponto na rede de estradas e ruas.

A análise identifica segmentos de estrada e locais que sejam distantes dos abrigos e onde deverá ser tida especial atenção durante a evacuação, uma vez que as pessoas destas áreas não terão tempo suficiente para ser evacuadas. Este mapa pode ser combinado com os mapas de risco de tsunamis (mapas que visualizam o tempo de chegada da primeira onda, profundidade da corrente e altura máxima da onda), de modo a estimar o tempo disponível para o procedimento de evacuação em cada ponto da área em estudo e identificar áreas

vulneráveis (de acordo com o cenário de tsunami adoptado para a simulação), devido a limitações de tempo para que os residentes alcancem locais ou edifícios seguros (tempo insuficiente para a evacuação).

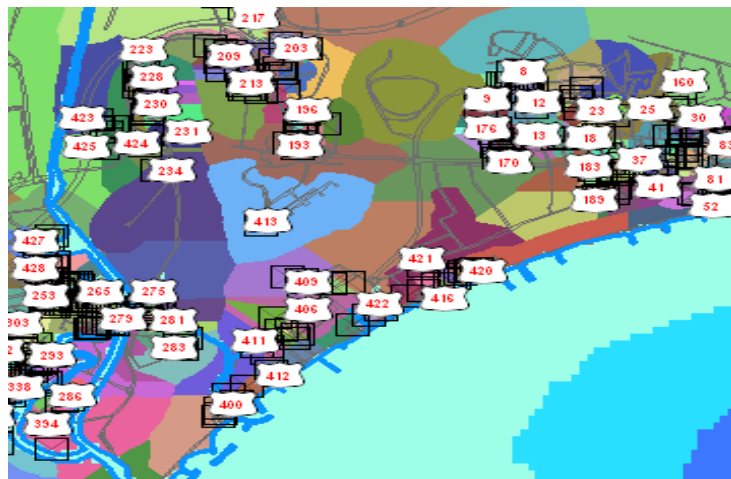


Figura 10: Subdivisão do território em zonas, cada uma servida por um abrigo vertical (Mandelieu)



Figura 11: Mapa das classes de distância até ao abrigo mais próximo (Mandelieu); as zonas a amarelo e vermelho são os segmentos de estrada mais distantes neste exemplo

F) Definição das áreas servidas por pontos de saída/fuga (alocação de saídas por região)

A análise seguinte é semelhante, em termos de conceito, à definição da zona coberta por cada abrigo, apresentada acima; é dada ênfase às zonas mais críticas (por exemplo, praias), onde não há abrigos e os residentes têm que ser evacuados prioritariamente, porque se encontram em grande perigo. As particularidades geográficas (escadas, passagens subterrâneas, rampas, etc.) que conduzam para fora desta zona crítica são consideradas como pontos de fuga. Todas as outras zonas serão consideradas como obstáculos (por exemplo, vedações ou paredes).

Os resultados desta análise mostram a divisão da zona crítica em sub-zonas que correspondem ao ponto de fuga mais próximo. Adicionalmente, cada sub-zona possui uma identificação específica, semelhante à identificação do ponto de fuga. Na Figura 12a, por exemplo, o segmento de estrada correspondente é dividido entre os pontos de fuga 2 e 3, enquanto que o segmento de praia próximo, à direita, é atribuído por inteiro ao ponto de fuga 2, simplesmente por causa da ausência de escadas (pontos violeta) em direcção à estrada junto à praia.

G) Distância temporal até alcançar o ponto de fuga mais próximo

A “distância temporal do ponto de fuga mais próximo” foca-se igualmente nas zonas mais críticas para a evacuação por tsunami (praias, estradas junto a praias), onde não existem abrigos e que necessitam de ser priorizadas numa evacuação, devido ao grande perigo em que encontram os residentes. Esta análise calcula as unidades de tempo necessárias para alcançar o local mais próximo considerado como ponto de fuga da área em perigo, em direcção a zonas interiores mais seguras. A legenda (código de cores) expressa as unidades de tempo em segundos, baseada no pressuposto de uma velocidade média de deslocação de 3600m/h (1m/s) em superfícies de estrada e aproximadamente 1800m/h (0.5m/s) em superfícies mais difíceis (praia, escadas, etc.).

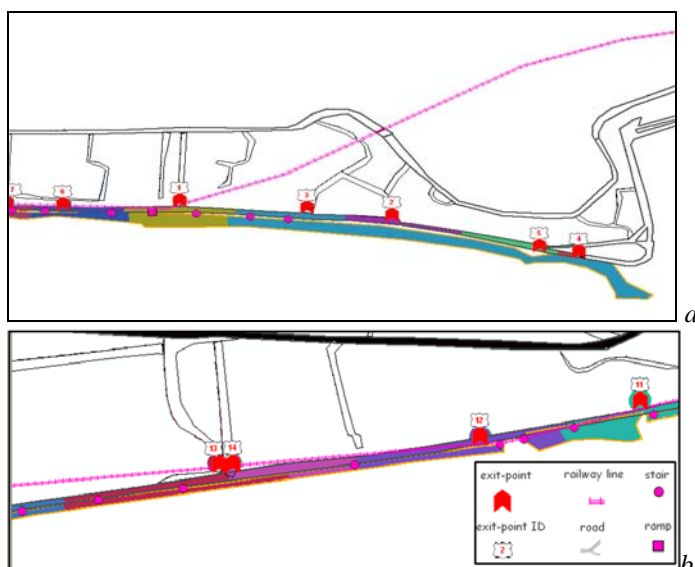


Figura 12 (a, b): Alocação de sub-zonas dentro de uma zona crítica a serem servidas por cada ponto de fuga (Mandelieu – Cada sub-zona é representada por uma cor diferente)

A análise de Figura 13, por exemplo, identifica sub-zonas que são distantes dos pontos de fuga. Isto é

particularmente evidente no caso das zonas amarelas e vermelhas (ver explicação da Figura 12a).

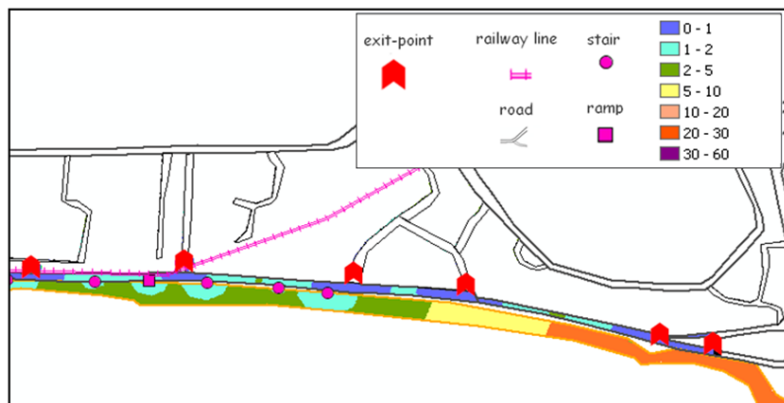


Figura 13: Mapa da distância temporal (minutos) numa zona crítica a partir dos pontos de fuga mais próximos (Mandelieu)

2.2.4 Iteração do tipo 1

A etapa 1 do procedimento de geração do plano de evacuação tem que sofrer uma iteração, utilizando as funcionalidades do mapa de simulação de evacuação. De facto, uma primeira instância do mapa de evacuação será válida se a simulação revelar que toda a população afectada⁶ será evacuada a tempo. Consequentemente, os melhoramentos acima mencionados deverão ser seguidos por ordem, para alcançar este objectivo.

Deverão ser priorizados os melhoramentos relativos ao EvacR (ver 2.2.2), uma vez que essa é a melhor opção (e provavelmente a menos cara) de evacuação das pessoas para terrenos seguros. A evacuação para abrigos horizontais é a forma mais simples: não serão necessárias inspecções aos abrigos verticais e podem ser adoptadas medidas de resposta mais facilmente.

Os melhoramentos do tipo VertSh poderão ser antecipados se as possibilidades de evacuação do tipo EvacR estiverem esgotadas. Os melhoramentos relativos ao VertSh terão provavelmente menos hipóteses de ser realizados mas as interacções deste tipo poderão por vezes fazer sentido. Por exemplo, as plataformas verticais construídas junto às praias podem ser uma excelente localização segura e fácil de alcançar para praias sobrelotadas.

Uma vez que uma ou mais interacções tenham funcionado, o mapa de simulação de evacuação (do capítulo 2.2.3) pode ser calculado novamente.

⁶ No contexto deste trabalho, o termo “população afectada” refere-se ao número máximo de pessoas temporariamente residentes e trabalhadores por área.

2.3 Produção e implementação do plano de evacuação (etapa 2)

Uma rede de rotas de fuga deverá ser marcada, reproduzida em papel e em formatos electrónicos, de modo a disseminar esta informação crítica a todas as pessoas potencialmente afectadas. Assim, as conclusões das simulações de evacuação devem ser integradas no plano de evacuação, que tem de ser comunicado de forma eficaz ao público.

Os actores mais apropriados para gerir a disseminação do Plano Público de Evacuação são as autoridades locais a cargo da protecção civil. A utilização de *spots* de rádio e TV, imprensa e internet deve ser considerada como meio de comunicação do plano.

O resultado desta tarefa (etapa 2) é produzir e comunicar um plano de evacuação por tsunami no qual as rotas de fuga, pontos de encontro, locais seguros e abrigos de emergência estejam claramente marcados. A implementação de um plano de evacuação pressupõe ainda que os meios de evacuação são incorporados pela população potencialmente afectada através de simulações e pela administração pública, através da definição de tarefas e alocação de recursos de modo a manter o plano de evacuação válido “activo”.

2.3.1 Colocação de sinalização

A forma mais visível de informar o público acerca das rotas de fuga e abrigos é afixar sinalização. Os resultados da etapa 1 tais como rotas de fuga, locais seguros, pontos de encontro, etc., deverão ser marcados no pavimento dentro da zona de evacuação de tsunami. As rotas de fuga devem ser marcadas ao longo de todo o percurso. Os sinais de rotas de evacuação têm que ser colocados muito antes da sua necessidade real e mantidos apropriadamente, de modo a informar as pessoas sobre as rotas disponíveis e caminhos que os guiarão para fora das zonas de risco elevado.

A zona de perigo de tsunami no seu todo deve ser marcada, proporcionando assim informação adicional a quem entra e sai da zona de perigo potencial de tsunami. Qualquer pessoa, especialmente os não-residentes, poderão assim ser avisados de forma correcta. Poderão ser colocados sinais adicionais dentro das zonas de perigo de tsunami, especialmente em locais de grande aglomeração de pessoas, tais como praias, parques e zonas costeiras desenvolvidas.

Para além disso, todos os abrigos identificados – horizontais e verticais – deverão ser marcados. Os sinais de abrigo horizontal indicam uma pessoa a fugir de uma onda em direcção a uma elevação, plataforma ou berma e os sinais de abrigo vertical indicam uma

pessoa a fugir de uma onda em direcção a um edifício (com entrada e janelas).

Parece haver muitos tipos de sinais de tsunami disponíveis em todo o mundo, tais como zonas de perigo de tsunami, rotas de fuga de tsunami, local de evacuação devido a tsunami e entrada/saída de zonas de perigo de tsunami. Uma vez que a UNESCO/IOC 2008 encoraja os seus estados-membros a desenvolver e utilizar símbolos e sinais que cumpram as normas ISO, de modo a promover a consistência aos níveis local, regional, nacional e internacional, foi acordado adicionar três sinais básicos (perigo / zona de evacuação, abrigo horizontal e abrigo vertical, Figura 14) ao standard ISO 20712, proporcionando especificações e instruções para a sinalização de segurança relativa a perigos aquáticos.



Figura 14: sinais aprovados pela ISO, mostrando zona de evacuação por tsunami, abrigo horizontal e abrigo vertical.

Estes três sinais representam o mínimo; onde seja necessário, sugere-se que sejam utilizados sinais adicionais ou texto. Pode ser necessária sinalização complementar que aconselhe as populações da zona de perigo sobre o que fazer e qual a direcção a tomar [Kong, 2000]. O sinal redondo de rota de evacuação (Figura 16), tal como foi implementado nos anos 1990 e anteriormente, está obsoleto, de acordo com as sugestões da UNESCO/IOC [Sinais de Tsunami ISO, 2008]. A rota de evacuação pode ser marcada na totalidade mostrando o sinal de evacuação (cada um com uma seta) com o tipo de abrigo que a pessoa que foge encontrará no final da rota de evacuação (Figura 14) ou mesmo com o nome do local que servirá de abrigo (Figura 15).



Figura 15: Sinais de evacuação aprovados pela ISO ao longo de uma rota de evacuação específica.

Tal como qualquer outra rota de evacuação, uma rota de evacuação por tsunami deve ser marcada de modo a que seja imediatamente visível, memorizável e inconfundível. Os sinais devem ser colocados ao longo de estradas designadas como rotas de evacuação de tsunami. Pessoas que fujam de um edifício, uma vez que cheguem ao exterior, deverão imediatamente saber em que direcção fugir. Adicionalmente, é útil indicar as localizações dos vários sinais dentro do mapa de evacuação por tsunami (ver o capítulo 2.2.2).



Figura 16: Sinais permanentes de evacuação nos EUA (sinais obsoletos)

2.3.2 Instruções e disseminação

A criação de panfletos e brochuras é fundamental para comunicar as instruções gerais ao público. Pessoas que residam ou trabalhem em zonas de risco de tsunami devem estar avisadas acerca dos perigos, riscos e a forma como devem reagir quando for emitido um aviso. A forma usual de fornecer informação aos vários grupos de população é a distribuição de panfletos e brochuras que incluam e expliquem o seguinte, de forma resumida:

- O que é um tsunami;
- Qual é o risco e o perigo de um tsunami;
- Quais são as precauções básicas;
- Como estar preparado (kit de emergência);
- De que forma será comunicado o alarme ou aviso;
- Um mapa de:
 - A zona de perigo, incluindo as zonas de risco e seguras;
 - A localização de pontos de encontro, abrigos e locais seguros;
 - As rotas de fuga.
- Exemplos de sinais ISO de perigo de tsunami;


- Exemplos de sinais ISO de abrigo de evacuação;
- O que fazer quando houver um aviso/alarme;
- O que fazer depois de um alarme.

É preferível combinar os vários mapas num mapa composto e tornar esse mapa tão compreensível quanto possível. As Figuras 17 e 18 mostram textos e gráficos que podem fazer parte de uma brochura composta.

Devem ser distribuídos panfletos e brochuras de acordo com um plano de disseminação pré-definido, assegurando que inclui instruções apropriadas para todos os membros do agregado familiar. Os residentes temporários (trabalhadores externos, turistas, etc.) não deverão ser excluídos desta informação. Deve ser prestada atenção aos utilizadores da rede de estradas (automobilistas), passageiros em estações de comboio e passageiros em trânsito nos portos e aeroportos. A disseminação apropriada do plano específico de evacuação é crucial para que todas as pessoas estejam cientes do perigo e das instruções sobre como reagir em caso de alarme. Assim, deverão ser distribuídas brochuras bem elaboradas em locais-chave (edifícios públicos, escritórios e outros locais de trabalho, estâncias turísticas, quartos de hotel, praias, etc.). A comunicação de mensagens de aviso deve ser disponibilizada (placards publicitários em estradas, ecrãs electrónicos, etc.) e outros canais de disseminação deverão ser actualizados (internet, telefones móveis, etc.).

Os panfletos têm a vantagem de serem um objecto concreto dado directamente a uma pessoa. As pessoas podem guardá-los nas suas casas em locais facilmente visíveis. Outros modos importantes de disseminação de informação poderão ser *spots* de TV ou mensagens transmitidas através de estações de rádio. Os panfletos poderão também estar disponíveis através da internet, pela sua publicação no site das agências locais de protecção civil. Os sites de comunidades sujeitas a tsunami devem mencionar esse risco e focar os procedimentos de evacuação em vigor. A vantagem particular da internet é que os mapas interactivos podem ser disponibilizados, permitindo identificar o risco [Merati et al., 2004], a vulnerabilidade e a rota expectável de evacuação para uma localização específica. Os utilizadores podem inserir a sua localização exacta e receber de forma imediata a resposta á sua situação pessoal.

Tsunami Evacuation Map: Gearhart



The information in this brochure may save your life. Please take the time to read it and share what you have learned with your family and friends.

What to Know and What to Do About Tsunamis

A tsunami is a series of sea waves usually caused by a displacement of the ocean floor by an undersea earthquake. As tsunamis enter shallow water near land, they increase in height and can cause great loss of life and property damage.

Recent research suggests that tsunamis have struck the Oregon coast on a regular basis. They can occur any time, day or night. Typical wave heights from tsunamis occurring in the Pacific over the last 80 years have been 20–45 feet at the shoreline. A few waves however have been much higher—as much as 100 feet or more—because of local conditions.

We distinguish between a tsunami caused by an undersea earthquake near the Oregon coast (LOCAL TSUNAMI) and an undersea earthquake far away from the coast (DISTANT TSUNAMI).

A LOCAL TSUNAMI could come onshore within 15 to 20 minutes after the earthquake—before there is time for official warning from a national warning system. Ground-shaking from the earthquake may be the only warning you have. Evacuate quickly!

A DISTANT TSUNAMI will take four hours or more to come onshore. You will feel no earthquake, and the tsunami will generally be smaller than that from a local earthquake. There will typically be time for an official warning and evacuation to safety. Evacuation for a distant tsunami will generally be indicated by a STEADY 3-MINUTE SIREN BLAST and an announcement over NOAA weather radio that the local area has been put into an official TSUNAMI WARNING. In isolated areas along beaches and bays you may not hear a warning. Here, a SUDDEN CHANGE OF SEA LEVEL should prompt you to move immediately inland to high ground. If you hear the 3-minute blast or see sudden sea level changes, evacuate away from shoreline areas, then turn on your local broadcast media or NOAA weather radio for further information.

FOR BOTH DISTANT AND LOCAL TSUNAMIS:

1. Evacuate on foot if at all possible because of potential traffic jams.
2. Stay away from potentially hazardous areas until you receive an ALL CLEAR from local officials. Dangerous waves can persist for several hours, and local officials must inspect all flooded or earthquake-damaged structures before anyone can go back into them.
3. If you need help evacuating, tie something WHITE (sheet or towel) to the front door knob. Make it large enough to be visible from the street. If the emergency is a distant tsunami, then help may arrive. In the event of a local earthquake and tsunami, it is unlikely that anyone will help you, so make a plan and be prepared!
4. After evacuation, check with the local area commander if you can help with special skills or need assistance with locating lost family.

Be prepared! Assemble emergency kits with a three-day supply for each member of your family.

1. First aid kit and reference guide.
2. Water—½ gal. drinking water per person per day, plus the same amount for hygiene and cooking.
3. Food (packaged, canned, no-cook, baby food and for special diets).
4. Can opener (non-electric).
5. Blankets or sleeping bags.
6. Fire extinguisher (A-B-C type).
7. Essential medications
8. Money.
9. Food and water for pets.
10. Portable radio, flashlights, & batteries.
11. Alternate cooking source & matches
12. Heavy gloves and sturdy shoes
13. Crescent wrench (12" or longer for utility shut off).

Figura 17: A secção “O que saber e fazer acerca de tsunamis” de uma brochura (sinal obsoleto).

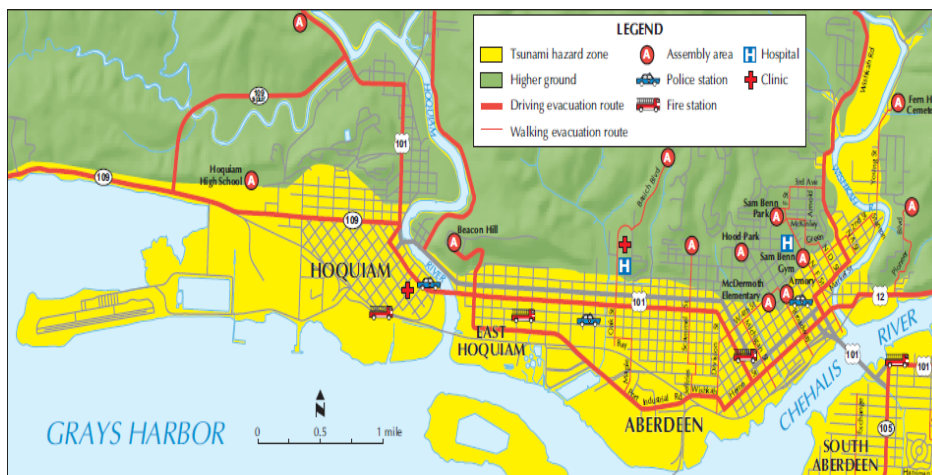


Figura 18: Mapa de evacuação numa brochura de Aberdeen e Hoquiam, ao longo da costa de Washington.

2.3.3 Simulações

As comunidades locais devem ser instruídas e treinadas periodicamente, no âmbito do plano de evacuação de tsunami. O plano de comunicações, os equipamentos incluídos no plano de evacuação e o nível de resposta dos evacuados têm que ser testados no contexto de simulações de evacuação. Deve ser dada especial atenção à organização de simulações de evacuação em edifícios públicos, realizar *workshops* em associações de hotelaria nas regiões costeiras e campanhas de informação para minorias e grupos vulneráveis. Adicionalmente, devem ser planificadas simulações de evacuação específicas para grupos tais como:

- Escolas/estudantes (ver Figura 19)
- Idosos e deficientes
- Pessoal ligado a cuidados de saúde
- Empregados de hotelaria
- Trabalhadores industriais
- Organizações não-governamentais (exemplo: Cruz Vermelha)

Devem ser organizados exercícios pelas autoridades locais e serviços de protecção civil. Para a organização desses exercícios, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Identificação dos administradores e organização de reuniões
- Discussão e definição dos objectivos do exercício
- Papéis e responsabilidades
- Nível de participação esperado
- Selecção da data e hora para a evacuação
- Desenvolvimento de um guião para os participantes e fornecimento de informação
- Notificação pública (ver Figura 20, à direita).



Figura 19: Simulação de evacuação de estudantes (La Push County, Washington, EUA)

Os exercícios de evacuação, bem como as simulações, podem referir-se a uma evacuação completa, juntando toda a gente nos pontos de encontro designados dentro do intervalo temporal necessário a uma evacuação em segurança (ver Figura 20, abaixo). Em alternativa, pode ser previsto apenas um exercício de evacuação semi-operacional; esse exercício será concluído quando as pessoas afectadas alcançarem as rotas de fuga. O exercício ao longo das rotas de fuga será ignorado, simulando-se apenas o início da evacuação.

A coordenação é um aspecto-chave durante as simulações de evacuação, uma vez que as autoridades locais devem considerar:

- Como os serviços locais (transportes públicos, escolas, etc.) podem ser afectados durante a simulação
- Como os negócios e a administração locais podem ser afectados
- Qual a organização independente que pode servir de observador e avaliador
- Se os meios de comunicação podem ser envolvidos de forma eficaz



(a)



(b)

Figura 20: Exercício de evacuação em (a) La Push (Costa de Washington) e (b) Andaman (Tailândia)

2.3.4 Tarefas das autoridades durante a evacuação

Uma evacuação apropriada implica a intervenção das autoridades locais, para garantir a evacuação mais rápida possível para toda a gente. Essas autoridades têm que gerar calendarizações de operação próprias para uma variedade de tarefas específicas, depois da emissão de um alerta de tsunami:

- As autoridades locais têm responsabilidades especiais na evacuação de edifícios públicos e no controlo do trânsito. Em particular, a evacuação de escolas, hospitais e residências de idosos deve ser analisada e garantida a alocação dos recursos apropriados. De igual modo, será vantajoso saber onde se localizam as pessoas com necessidades especiais, para ser garantida a sua evacuação.
- As autoridades locais devem considerar a evacuação de zonas costeiras onde se concentrem muitas pessoas, especialmente no Verão. Deve ser dada ênfase à evacuação de portos, uma vez que são o local de trabalho de muitas pessoas.
- Poderá ser necessário estabelecer uma lista de estrangulamentos que possam ocorrer durante a evacuação, o que pode por sua vez tornar necessária a previsão de supervisão especial. Esses estrangulamentos poderão ser partes de rotas de fuga ou qualquer outro obstáculo que diminua drasticamente a passagem dos evacuados. Por exemplo, a identificação dos chamados “pontos de fuga” tal como mencionado em 2.2.3.G é um desses casos.
- Devem ser detalhados os planos previamente elaborados de bloqueio de estradas. Numa primeira fase, a zona de perigo de tsunami é encerrada a novas entradas; posteriormente, serão desviados os transportes públicos.

2.3.5 Manutenção de rotas de fuga e abrigos

Os decisores locais devem assegurar-se que, uma vez emitido o plano de evacuação, deve ser regularmente mantido através da verificação das rotas de evacuação:

- Estado de acessibilidade
- Mudanças na sua capacidade

Para os abrigos de emergência a serem usados no plano de evacuação, deverá ser considerada:

- A acessibilidade ao(s) abrigo(s) de emergência;
- A disponibilidade de novos abrigos;
- A mudança de capacidade dos abrigos de emergência.

As rotas de evacuação podem tornar-se inacessíveis, de forma permanente ou temporária devido a trabalhos

na estrada, o que será um problema na manutenção do plano de evacuação. Para além disso, pode haver alteração nas estradas, com possíveis repercussões na capacidade que tenha sido assumida no plano original. A colocação de pinos nas estradas pode, por exemplo, reduzir a capacidade das mesmas.

Os decisores locais devem assegurar-se regularmente de que os constituintes do plano de evacuação são válidos. As estradas que sirvam de rota de evacuação devem ser mantidas livres, para que a capacidade pretendida de evacuação permaneça inalterada. De forma semelhante para os abrigos de emergência: deve ser mantida a sua disponibilidade, para que possam providenciar locais seguros ao número planeado de evacuados. No caso de os abrigos de emergência possuírem acesso a água, kits de emergência, etc., estes também devem ser mantidos apropriadamente.

2.3.6 Tarefas de organização para autoridades

A manutenção de um plano de evacuação necessita do envolvimento activo de pessoas especializadas e autorizadas, bem como da alocação de recursos para alcançar esta tarefa. Assim, parte do desenvolvimento de um plano de evacuação de tsunami deve ser a alocação *a priori* de recursos humanos e financeiros que assegurem a sua manutenção. Esta alocação permanente de pessoal deve ser reforçada com mais especialistas, no caso de uma emergência.

Todo o pessoal permanente e de emergência deve ser sujeito a treino, de modo a desempenhar todas as tarefas de forma apropriada.

A implementação fiável e a manutenção regular do plano de evacuação deve antecipar qualquer desvio significativo dos seus objectivos e do seu uso. Devem ser registadas as inspecções regulares numa tabela com uma matriz de decisão anexa; essa matriz deve revelar as acções necessárias a serem tomadas para restabelecer o estado desejado.

2.3.7 Iteração da etapa 2

Um plano de evacuação por tsunami existente e a sua implementação devem ser monitorizados numa base regular⁷. O plano de evacuação deve ser revisto se:

- Os sinais tiverem que ser removidos, recolocados ou substituídos;
- Os panfletos e brochuras tiverem que ser reproduzidos;
- Novos residentes tiverem que ser informados;

⁷ Obviamente, cabe aos decisores locais determinar a periodicidade destas verificações: diariamente, mensalmente, anualmente.

- As rotas de fuga tiverem que ser supervisionadas e mantidas continuamente livres de obstáculos;
- Os abrigos tiverem que ser mantidos acessíveis e em boas condições;
- A base para a atribuição de tarefas tiver mudado: uma mudança significativa dos recursos humanos e financeiros.

As autoridades devem ser informadas continuamente sobre as pessoas que necessitam de cuidados específicos, em edifícios públicos ou hospitais.

As simulações de evacuação devem ser organizadas periodicamente, o seu resultado avaliado e propostas as modificações necessárias ao plano existente. A realização de reuniões com a população deve ser constante, de modo a familiarizá-los com o plano de evacuação existente.

Devem ser tidas em consideração as deteriorações no estado das rotas de fuga (falta de acessibilidade ou bloqueio permanente, capacidade reduzida) e/ou nos locais de abrigo (falta de acessibilidade, capacidade reduzida), para encontrar alternativas apropriadas. A Tabela 2 fornece uma vista geral das verificações regulares a serem feitas pelas autoridades locais.

Tabela 2: Assuntos em questão e a verificar na etapa 2

Assunto em causa / controlos	Frequência sugerida
Estado de controlo de sinais de evacuação	Mensalmente
Estado de controlo de rotas de fuga	Mensalmente
Estado de controlo dos abrigos	Mensalmente
Treino de evacuação a realizar	2 vezes por ano para exercícios completos, anualmente para exercícios semi-operacionais especiais
Controlo contínuo de rotas de fuga (obstáculos, etc.)	Diariamente ou semanalmente
Informação a novos residentes	Durante o registo
Verificação do mapa de evacuação (novas estradas, novos edifícios, etc.)	Anualmente
Verificação do estado do plano de alocação de recursos	Mensalmente

Tabela 3: Tabela de decisão sugerida para rever um plano de evacuação existente, com iterações 1 ou 2

Assunto em questão	Iteração da etapa 1 (sugerida)	Iteração da etapa 2 (sugerida)
Sinais em falta ou em mau estado		Substituição de sinais
Mudanças na rede de estradas (usadas como rotas de fuga)	Obrigatório para mudança substancial (perda de acessibilidade, diminuição da capacidade, mudança de layout)	Recomendado verificar ajustamentos no caso de a capacidade descer <5%
Redução de condições nos abrigos horizontais (interior)	Obrigatório para mudança substancial (falta de acessibilidade, diminuição de capacidade >10%)	Restaurar o abrigo horizontal
Redução de condições nos abrigos verticais	Obrigatório para mudança principal (inexistência ou diminuição de capacidade >2%, menor acessibilidade)	Restaurar o abrigo vertical
Novos requisitos para simulações		Rever os planos de simulação
Material de instrução e comunicação desatualizado (panfleto, internet)		Rever o material existente (panfleto, internet)
Novos residentes		Instrução individual
Alocação de recursos desatualizada		Rever o plano de alocação de recursos

A Tabela 3, por outro lado, fornece uma tabela de decisão sugerida⁸ sobre como fazer a revisão de um plano de evacuação existente no âmbito de uma iteração da etapa 1⁹ ou da etapa 2. Por exemplo, é óbvio que alterações importantes na rede de estradas invalidarão um plano de evacuação existente. Assim, o sistema de abrigos e rotas de fuga tem que ser

⁸ Estas sugestões fornecem pistas e, como tal, não são mandatórias; especialmente os valores mencionados de percentagem podem ser interpretados de forma diferente pelos decisores locais.

⁹ Deve ficar claro que uma iteração da etapa 1 implica uma repetição da etapa 2; por exemplo, uma modificação ou a criação de uma nova rota de fuga implica uma alteração do sistema de sinalização.

revalidado através da iteração de todo o processo, na base de novas realidades.

Em alternativa, as iterações da etapa 2 são devidas a modificações menores na sinalização, ocupação de edifícios públicos, tráfego em estradas e mudança na alocação de recursos.

2.4 Utilização, monitorização e actualização do plano de evacuação (etapa 3)

Depois de o plano de evacuação por tsunami estar totalmente operacional, há ainda dois factores externos a serem vistos com maior detalhe. Primeiro, os pressupostos gerais, altura esperada da onda e hora de chegada relativa a todas as fontes potenciais conhecidas podem ser sujeitos a revisão, devido a novas abordagens ou descobertas científicas. Outros assuntos a considerar são a integração geral do plano de evacuação local no sistema de alerta de tsunami, no plano regional de emergência e em procedimentos de evacuação associados a riscos adicionais. A utilização do plano de evacuação abrange adaptações comuns e/ou limitações à abordagem geral ou a reavaliação de aspectos de aceitação.

2.4.1 Integração com um sistema de aviso de tsunami

O pressuposto básico do desenvolvimento de um plano de evacuação por tsunami é a existência de um ponto que despoleta o processo: um alarme emitido que desencadeia o processo de evacuação. A hora de chegada da primeira onda é calculada a partir da hora em que o alarme é formalmente emitido. Um sistema de alarme prévio pode operar numa base hierárquica, recebendo alarmes a nível nacional, baseados por sua vez em alarmes regionais ou supra-regionais. Em qualquer dos casos, um sistema de alarme prévio despoleta alarmes com origem em sistemas superiores. Assim, a conectividade local ao sistema de nível superior tem que ser implementada apropriadamente. Os alarmes que surjam terão que ser correctamente interpretados ao nível local e fornecidos em condições aos responsáveis locais pelas comunicações de alerta.

As autoridades locais deverão supervisionar continuamente o funcionamento que despoleta o alarme. Na ausência de uma conectividade totalmente operacional com o sistema supra-regional de aviso, as comunidades podem trabalhar num plano de activação de alarme local.

2.4.2 Integração com outros planos de emergência

As comunidades poderão ter mais do que um plano de emergência disponível, provavelmente referente a outros perigos que possam ocorrer no seu território. Desta forma, um plano de evacuação por tsunami existente pode ser modificado ou adaptado de modo a ser integrado com outros planos de emergência. No caso de haver um plano de acção regional mais alargado que esteja atribuído à redução de perigos em geral, deverão ser tomadas medidas adicionais de adaptação.

Os desastres típicos com que as regiões sujeitas a tsunamis terão que lidar são:

- Sismos
- Deslizamento de terras
- Cheias ou chuvas incessantes
- Incêndios
- Tempestades

Em particular, os desastres motivados por sismos podem muito bem preceder um desastre provocado por um tsunami; deste modo, as medidas de preparação têm que ser integradas num plano geral de evacuação por tsunami. Usualmente, os tempos de alerta variam significativamente (perto de zero no caso de sismos). Assim, os objectivos da evacuação são igualmente diferentes. Os pontos em comum a considerar deverão contemplar o seguinte:

- Os abrigos verticais seleccionados (edifícios com nível de vulnerabilidade classificada como E2 e altura suficiente, ver Anexo e a secção 2.2.1) devem em qualquer caso “sobreviver” ao sismo que se tenha verificado anteriormente ao tsunami.
- As pessoas que tenham conseguido sair de um edifício deverão evacuar na direcção da rota de fuga de tsunami.

As comunidades poderão ter um plano local ou fazer parte de um plano de acção regional relativo à redução de riscos e à resistência/capacidade de recuperação a desastres. A interacção com estes planos deve cobrir todas as fases de gestão de desastres: prevenção, preparação, resposta e recuperação. As actividades que surjam durante as várias fases referem-se ao aviso prévio, implementação de medidas de mitigação, simulações e aumento de capacidades, bem como à distribuição e gestão destas tarefas.

2.4.3 Exequibilidade e revisão da aceitação

A maior parte da análise elaborada até agora considerou aspectos mais teóricos do que práticos.

Pode acontecer que alguns aspectos específicos do plano possam ser mais bem implementados de forma diferente. Normalmente, deverá haver pontos de contacto que reúnam comentários a longo prazo, queixas e sugestões de melhoramento.

Operacionalizar um plano de evacuação de tsunami significa convencer as pessoas envolvidas da importância e necessidade de existência desse plano. Assim, é crucial saber se o plano chegou a todos os alvos e se foi compreendido por todas as pessoas envolvidas. Desta forma, deverão ser reunidos e analisados pelas autoridades responsáveis os assuntos relativos à aceitação do plano.

As autoridades locais (e/ou regionais) são fortemente encorajadas a determinar o nível de preparação e compreensão do risco subjacente entre a população afectada. Podem ser reunidas junto das pessoas afectadas contribuições importantes relativas ao plano de evacuação, quanto à capacidade de utilização das rotas de fuga e abrigos, bem como a disponibilização de informação e a aceitação geral dos procedimentos de evacuação.

Assim, o co-envolvimento da população não deve ser visto como prejudicial ao processo de planificação de evacuação mas antes como uma fonte valiosa de informação que ajude a melhorar detalhes de um plano de evacuação existente.

2.4.4 Manutenção a longo prazo

Independentemente dos assuntos relativos à integração com outros planos de emergência, um plano de evacuação por tsunami existente e a sua implementação devem ser revistos regularmente, por exemplo numa base anual ou pelo menos de dois em dois anos. As razões para isto podem ser diversas:

1. Novas abordagens aos perigos de tsunami podem revelar uma altura de onda ou um tempo esperado de chegada da primeira onda diferentes;
2. Alterações significativas ao número de pessoas afectadas poderá implicar que a capacidade das rotas de fuga ou dos abrigos já não é suficiente¹⁰;
3. As mudanças na rede viária devidas à construção de novas estradas podem ter efeito na possível incorporação de novas rotas de fuga;

4. As novas construções poderão servir de abrigos verticais adicionais;
5. Modificações na legislação poderão significar que tenham que ser adoptados novos padrões (por exemplo a definição das rotas de fuga, sinalização, etc.);
6. Adaptações a outros planos de emergência poderão implicar a reanálise de efeitos sinérgicos ou aspectos redundantes;
7. A avaliação de aspectos de exequibilidade e aceitação podem revelar a necessidade de alteração de partes decisivas do plano de evacuação que não sejam bem aceites.

As acções relativas ao plano de evacuação que derivem de alterações destes tipos devem ser avaliadas pelas autoridades locais e tomadas de acordo com a matriz de decisão referida na Tabela 3.

2.4.5 Revisão (iteração a longo prazo ou da etapa 3)

O trabalho de manutenção da etapa 3 é, por si, uma iteração feita ao longo de muitos anos. Em primeiro lugar, têm que ser realizadas inspecções anuais regulares relativas ao funcionamento dos sistemas de transmissão de alarme prévio e aos pressupostos básicos respeitantes ao perigo de tsunami. De seguida surgirão, sempre que necessário, preocupações relativas aos aspectos legais e à integração com outros planos de emergência. Para além disso, devem ainda ser analisadas regularmente a aceitação e a exequibilidade. Normalmente, as iterações da etapa 3 dizem respeito a descobertas factuais e trabalhos preparatórios para iterações das etapas 1 ou 2. No caso da identificação de mudanças significativas ou da discrepância de parâmetros ou factores fundamentais, terão que ser realizados outros tipos de iterações, nomeadamente da etapa 1. As iterações da etapa 2 que não questionem os elementos fundamentais do plano poderão ser feitas se forem encontradas alterações menores à sinalização ou aos abrigos. De forma semelhante, podem ser efectuadas modificações ligeiras nas publicações (panfletos, internet) no âmbito de uma iteração da etapa 2.

A Tabela 4 apresenta os assuntos em causa e sugere acções de recuo (para as etapas 2 ou 1, ou a repetição da etapa 3), de acordo com a abordagem do projecto SCHEMA.

¹⁰ Pode igualmente suceder o contrário: se o número de pessoas afectadas baixar significativamente, a disposição das rotas de fuga e abrigos pode ser alterada de acordo com essa redução.

Tabela 4: Assuntos em causa durante a etapa 3 e iterações sugeridas

Assunto	Iteração da etapa 1 (sugerida)	Iteração da etapa 2 (sugerida)	Iteração da etapa 3 (sugerida)
Identificação de nova altura de onda de tsunami	Obrigatório, se $\Delta h > 50\text{cm}$		
Identificação de nova hora de chegada da primeira onda	Obrigatório, se $\Delta t > 5 \text{ min.}$		
Aumento da população afectada	Obrigatório, se $\Delta n > 2\%$ na mesma localidade		
Construção de novas estradas	Aconselhável, se as rotas de fuga forem alteradas significativamente	Aconselhável, se as mudanças forem de pouca importância	
Construção de novas instalações que possam servir de abrigo horizontal	Aconselhável, se for possível uma mudança significativa	Aconselhável, se as mudanças forem de pouca importância	
Construção de novas instalações que possam servir de abrigo vertical	Aconselhável, se forem esperadas mudanças significativas	Aconselhável, se as mudanças forem de pouca importância	
Mudanças de legislação	Aconselhável, se houver muitas mudanças no cálculo básico Obrigatório, se houver implicações nos pressupostos (altura e hora de chegada da onda)	Obrigatório, se houver alterações de sinalização, mudanças nos abrigos ou definição de rotas de fuga Obrigatório, se houver novos requisitos para a disseminação ou para as simulações	Aconselhável, se houver descobertas factuais (se o plano de evacuação existente estiver dentro das exigências legais) e preparação para iterações futuras das etapas 1 ou 2
Sobreposição / integração com outros planos de emergência	Obrigatório, se não for suficiente a rede de rotas de fuga e abrigos existente	Aconselhável, se puderem ser reutilizados os sinais e abrigos; aconselhável, se puderem ser organizadas simulações e disseminação comum (panfletos, internet).	Aconselhável, se houver descoberta factual (ajustamentos, redundâncias) e para otimizar recursos; aconselhável para preparar iterações das etapas 1 e 2
Sugestões relativas à exequibilidade e aceitação		Aconselhável, se forem alcançados melhoramentos na sinalização, definição de rotas de fuga, disseminação e simulações	Aconselhável, se houver descoberta factual e preparação para iterações futuras das etapas 1 ou 2

3 Aspectos sociológicos da aceitação de riscos e evacuação: análise do trabalho em Setúbal (Portugal)

3.1 Contexto e apresentação do estudo

As considerações dos factores humanos na gestão de riscos e aceitação da evacuação são um assunto crucial para as pessoas a cargo da elaboração de planos de evacuação. É um passo importante para a implementação local de um plano de evacuação. Em Setúbal, o estudo foi efectuado de acordo com uma abordagem psico-social.

Os tópicos principais foram comportamento de grupo, percepção social, representação mental, percepção especial, atitudes e ligações entre estes factores e os comportamentos observados.

Uma vez que é impossível testar toda a gente, a pesquisa psico-social é normalmente conduzida numa amostra pequena de pessoas. Os resultados dos estudos têm tendência a ser específicos, em vez de gerais e globais.

A pesquisa feita em Setúbal envolveu um estudo qualitativo aplicado a uma amostra seleccionada da população e entrevistas com actores-chave específicos.

As linhas principais da pesquisa foram:

- O impacto dos contextos ambientais, económicos e sociais na capacidade de reacção da população e dos actores-chave a um aviso de evacuação;
- O nível de percepção de risco, representação espacial e representações de risco; seus impactos nos comportamentos pretendidos e observados;
- Nível e capacidade de interacção entre os actores-chave (interacções internas) e a população (interacções externas).

Os resultados fornecem uma boa imagem das opiniões e comportamentos pretendidos dos utilizadores potencialmente afectados da área de risco em Setúbal.

Uma vez que os resultados não são representativos para qualquer outra localização sujeita a potenciais tsunamis, terão que ser implementados estudos semelhantes antes da elaboração de um plano de evacuação. Esse plano deverá ter em linha de conta a população, as percepções dos actores-chave e o grau de percepção do risco de tsunami. Os métodos utilizados são explicados mais abaixo e o questionário é apresentado no anexo.

3.2 Impactos no comportamento dos contextos específicos de Setúbal

3.2.1 Factores ambientais e sociais

Setúbal, uma cidade de tamanho médio, está situada a 40Km de Lisboa. É uma cidade portuária com 118.696 habitantes, construída ao longo da costa.

Toda a zona é propícia a sismos; durante o sismo e tsunami de 1755, a cidade foi destruída. Em Dezembro de 2009 ocorreu um pequeno sismo, sentido pela população.



Foto 1: Frente marítima de Setúbal (fonte: Autoridade Portuária de Setúbal); ao fundo, à direita, a península de Tróia, com instalações turísticas

- O centro histórico no centro da cidade (zona turística e comercial) foi reconstruído após o sismo e tsunami de 1755, sem a implementação de normas anti-sísmicas. É constituído por ruas pequenas e estreitas; o nível geral de manutenção é pobre, por razões económicas. Esta zona sobrelotada é bem conhecida pelas suas ruas de comércio. Durante o dia, as ruas estão apinhadas de gente; à noite estão praticamente desertas.
- A rua principal, a Avenida Luísa Todi, foi reconstruída a partir de escombros deixados pelo desastre de 1755; a avenida cria uma espécie de barragem entre o porto e a cidade velha. Um grande número de restaurantes e actividades comerciais está situado ao longo da avenida, criando uma zona de acumulação de risco.
- O problema do trânsito em geral, combinado com o estacionamento anárquico, obras em curso e ruas estreitas, cria engarrafamentos frequentes e limita o acesso a veículos de

emergência. Tem que ser ainda adicionado o permanente fluxo de camiões ao já significativo trânsito na estrada que segue ao longo da costa (camiões, parques de estacionamento, bicicletas e autocarros).

- Os edifícios altos e modernos recentemente construídos estão situados nas zonas altas da cidade, junto a pequenos rios que se dirigem ao mar através da cidade, induzindo assim a possibilidade de cheias. A rede de esgotos é insuficiente para drenar a água da chuva, quando conjugada com marés-altas sazonais.

3.2.2 Contexto económico

- O porto industrial estende-se ao longo de 12Km, ao longo da linha de costa.
- A zona industrial por detrás do porto inclui cinco fábricas classificadas como “Seveso II” (perigosas, de acordo com os critérios europeus estabelecidos pela Directiva EU.Seveso II 1996).
- O porto piscatório encontra-se em declínio de actividade. A maior parte dos barcos têm mais de 30 anos e continuam a utilizar equipamentos antigos. A população de pescadores está a envelhecer; a profissão já não é atractiva para os mais jovens.
- O recente desaparecimento de actividades ligadas às antigas fábricas de conservas (115 unidades há 15 anos, nenhuma actualmente) afectou os níveis de empregabilidade.
- É esperado que o turismo forneça uma nova dinâmica à economia local. Significa uma mudança importante na imagem da cidade e a melhoria das praias e instalações turísticas.
- Para a cidade, o desafio é reter os turistas em Setúbal, em vez de irem para Tróia, no lado oposto da península (ver Foto 1).

A partir da descrição acima, este local apresenta a maior parte das dificuldades de implementação de um plano de evacuação conforme descrito neste manual.

Para além disso, durante o dia, grande parte da população em risco (residentes junto ao mar) está a trabalhar, quer seja nas fábricas, no porto ou nas empresas e lojas do centro de Setúbal; à noite, vivem junto ao mar ou nas partes altas da cidade. O plano de evacuação deve ter em conta os locais onde se encontram as pessoas e a exequibilidade da evacuação.

3.3 Métodos utilizados para o estudo em Setúbal

De modo a compreender os dados institucionais e sociais, foram conduzidos dois inquéritos no local¹¹, conforme descrito nas secções seguintes.

3.3.1 Um estudo qualitativo num painel definido da população

O estudo foi construído a partir de uma grelha de entrevistas após um pré-estudo, baseado no cruzamento de metodologias de associação de palavras, questões abertas e fechadas, mapas mentais e redundâncias observadas nas respostas recolhidas. Todas as entrevistas foram realizadas presencialmente.

Os mapas mentais foram utilizados para medir a percepção de espaço da amostra e os meios pretendidos de evacuação.

Durante o inquérito, as entrevistas foram feitas apresentando um mapa de Setúbal. Os entrevistados tinham que indicar o seu local de residência e trabalho, a sua representação da zona em risco de tsunami, os locais seguros, escolher uma rota para a potencial evacuação, etc.

Os mapas mentais constituem uma base para as escolhas e decisões. As preferências espaciais de cada indivíduo estão ligadas ao nível de atracção exercido pelo local, combinado com a distância memorizada que separa a pessoa deste local e a familiaridade que tem com ele. Esta informação leva à construção de um mapa mental do ambiente.

3.3.2 Entrevistas presenciais com os actores institucionais

O inquérito feito aos actores principais sobre a mitigação de riscos tinha como meta avaliar a sua percepção, grau de preparação e preocupação relativamente ao risco de tsunami e à evacuação, bem como a forma como poderiam interagir entre si no caso da ocorrência de um tsunami. O objectivo era entrevistar representantes importantes da vida económica local, dos diferentes sectores de actividade que desempenharão papéis no caso de evacuação ligada a um aviso de tsunami. Foi dada ênfase à análise da articulação entre os actores.

¹¹(1) Um inquérito de actores-chave a 15 pessoas e (2) um estudo de população num total de 42 pessoas (20 homens, 22 mulheres); todas as pessoas foram consideradas como “afectadas”, uma vez que residiam ou trabalhavam dentro da zona de risco de tsunami.

3.4 Os resultados de ambos os inquéritos evidenciam vulnerabilidades específicas

3.4.1 A vulnerabilidade estrutural, ligada à falta de ligações sistemáticas entre os actores principais da mitigação de riscos

A partir das entrevistas aos actores, percebe-se que a percepção adequada do risco é inútil quando os deveres e a actividade profissional limitam a sua integração ao nível das decisões do dia-a-dia.

No gráfico das ligações existentes entre os actores, representado na Figura 21, é óbvio que alguns dos actores se encontram isolados. Em caso de tsunami, o aviso não alcançará todos os serviços ou actores locais.

No presente estado de coisas, a Protecção Civil local não receberá imediatamente o aviso emitido pelos cientistas. Em 17/12/2009, a Protecção Civil local teve que telefonar para o Instituto Nacional de Meteorologia para obter informações sobre o sismo.

De acordo com os actores, a primeira informação será proveniente do campo, como resultado da experiência pessoal sobre sismos. No entanto, a ligação entre sismos e tsunamis não será automaticamente feita, se nos ativermos ao que foi dito por professores, serviços técnicos, etc.

Está em curso um novo sistema de comunicação com a população. Novos terminais de rádio, localizados no centro histórico, permitirão uma comunicação imediata com os serviços de emergência.

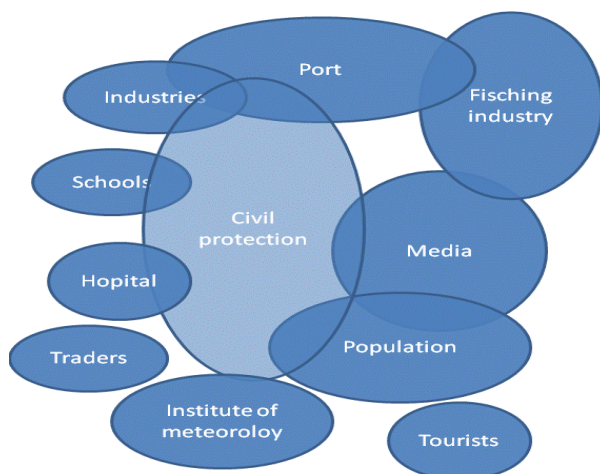


Figura 21: Interação entre os actores

O gráfico da Figura 22 fornece um sumário visual dos resultados das entrevistas com os actores-chave, de acordo com os seus sectores de actividade.

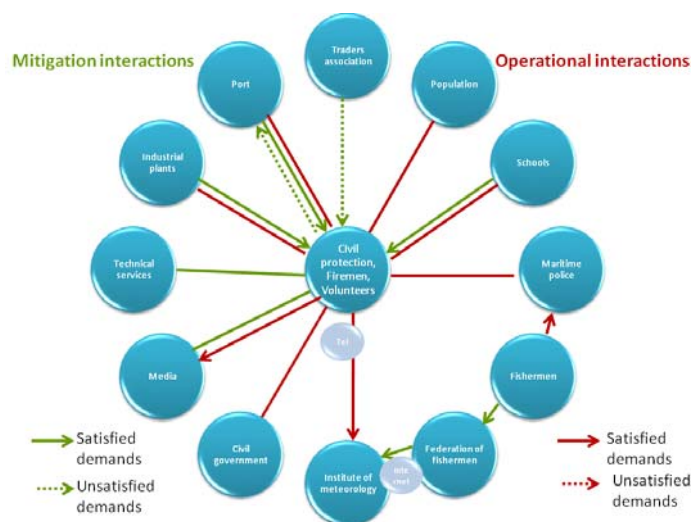


Figura 22: Comunicação entre actores e satisfação

3.4.2 Vulnerabilidades sociais ligadas a um nível baixo de percepção de risco de tsunami

A análise das entrevistas da amostra mostra que, actualmente, a percepção de risco e o conhecimento estão desligados do comportamento experienciado ou pretendido.

1) Representação de um local seguro

No âmbito da ocorrência de um tsunami, os entrevistados tinham que dar a sua definição de local seguro.

A amostra é coerente com o seu conhecimento das instruções gerais: um local seguro é longe do oceano, possuindo altitude elevada. Analisando o mapa mental, confirma-se que a altitude é um elemento massivamente considerado para a identificação de zonas seguras. Uma vez desenhada a zona de provável impacto de um tsunami, poderíamos esperar que as zonas seguras fossem localizadas bastante perto do limite dessa zona. Na realidade, no mapa, a maioria das pessoas localiza a zona de segurança muito para além da zona de impacto.

Isto tem a ver com um comportamento tendente a evitar ao máximo o perigo, combinando a distância horizontal e vertical relativa à onda. Um lugar seguro é entendido como um local situado tão longe quanto possível da onda de tsunami. Tentar alcançar um local seguro longínquo pode, no entanto, aumentar a probabilidade de ser atingido por uma onda de tsunami.

O item “fácil de alcançar a partir de onde estamos” é referido por algumas pessoas. O item “um lugar onde as pessoas possam juntar-se” é referido por apenas 3 pessoas e o facto de estar a uma certa distância de edifícios é negligenciado.

A identificação de zonas seguras é baseada em informação adequada: distâncias verticais e horizontais a partir da onda.

Quando têm que desenhar no mapa de Setúbal os limites de um possível tsunami, a maioria das pessoas da amostra refere-se ao pior cenário, o de 1755, mas a referência geral é mais topográfica e ligada a um bom conhecimento da cidade.

2) Envolvimento em comportamentos de protecção

O envolvimento individual na mitigação de riscos depende de três funções: a determinação individual do risco (esse risco é importante para mim ou apenas para as outras pessoas?), a compreensão da proximidade do risco (este risco vai ter impacto nos meus valores e bens?) e a capacidade de reagir (tenho a oportunidade de agir e controlar este risco?).

Em Setúbal, muitos actores disseram-nos: “o segredo para salvar pessoas é fazer com que estejam preparadas” ou “para um aviso eficiente em caso de emergência, as pessoas têm que conhecer os procedimentos a adoptar e saber que as autoridades contam com elas”.

No inquérito, a preparação para tsunamis é negligenciada por um terço da amostra, porque pensam que estar preparado não será útil nessa situação, ou julgam que não ocorrerá um tsunami.

3) Mobilização ao nível local e participação na elaboração do plano de evacuação

A maior parte dos entrevistados gostaria de participar em reuniões nas suas localidades para a elaboração de um plano de evacuação. Este desejo de participação é comum a homens e mulheres.

O desejo de participação é sempre uma forma de manter o controlo sobre o processo de decisão, para obter mais informação e compreender os mecanismos em jogo. É também um sinal de abertura à aprendizagem e deve ser comparado com a recusa da preparação para lidar com um tsunami, mencionada acima.

A amostra foi igualmente questionada sobre as pessoas ou organizações envolvidas na preparação de um plano de evacuação. Foi uma questão aberta; os entrevistados poderiam fornecer os nomes dos seus líderes locais ou de pessoas específicas, conhecidas pelo seu envolvimento no domínio dos perigos naturais.

Para o painel, a confiança e eficácia são garantidas pela Protecção Civil em primeiro lugar e depois pela Câmara Municipal. As autoridades distritais, portuárias, especialistas ou o exército são referidas por duas pessoas cada.

A escolha pelo painel do serviço institucional e oficial a cargo de emergências pode ser visto como o desejo de deixar a questão do plano de evacuação para os especialistas; se eles concordam em participar, não querem estar na primeira linha, é uma atitude passiva. Ao mesmo tempo, a fama local da Protecção Civil (do director) e do corpo de bombeiros recebeu neste caso bastante aceitação pelos habitantes.

A amostra explica a sua escolha: a Protecção Civil possui capacidade, conhecimento e responsabilidade, enquanto que a Câmara Municipal se situa no lado do poder, responsabilidade e coordenação.

É interessante verificar que o item “protecção” não é referido em relação à Câmara Municipal nem à Protecção Civil; os resultados podem ser correlacionados com a percepção de um baixo nível de preparação da cidade e a necessidade de auto-protecção (ver os resultados do questionário).

Mesmo existindo interesse pela prevenção de tsunamis e planos de evacuação, a mobilização da população não está ainda organizada e é considerada uma matéria dos serviços públicos. Ninguém emerge como referência ou líder ao nível citadino, excepto os serviços públicos operacionais.

4) Comportamentos observados e pretendidos

O sismo de 17 de Dezembro de 2009 (Mw 5.5 às 1:37 UTC) surgiu como hipótese de estudo: foi assumido que a experiência recente de sismos leva as pessoas a compreender a sua própria exposição ao risco; no questionário, foi pedido aos entrevistados que descrevessem o que tinham sentido e qual tinha sido a sua primeira acção ou pedido de informação.

Mais de metade do painel afirmou ter sentido o sismo de Dezembro de 2009 e conhecer o terramoto e tsunami de 1755 em Setúbal; apenas uma pessoa referiu um sismo nos anos oitenta mais forte do que o de 2009. A amostra forneceu ainda uma descrição assustadora das potenciais consequências de um sismo.

Ainda assim, a experiência do sismo de Dezembro de 2009 (Mw 5.5) parece não ter tido influência na percepção do risco; o conhecimento está presente ou latente entre o painel mas isso não implica um sentimento de risco. Mais ainda, a maioria das pessoas consegue descrever o que fazer numa situação de sismo mas apenas três pessoas o fizeram na realidade quando o sismo ocorreu. Pode dizer-se que o conhecimento está desligado do comportamento: a imagem de um sismo é demasiadamente abstracta para ser integrada em comportamentos concretos.

Em Dezembro de 2009, dentro da amostra, apenas as pessoas que possuíam conhecimentos específicos, treino de enfermagem ou um pescador fizeram a ligação imediata entre o sismo e um possível tsunami.

O grau de preparação para o risco tem claramente um papel essencial na reacção adequada.

Na maior parte das vezes, a ligação entre um sismo e um tsunami existe ao nível teórico ou do conhecimento geral, mas na amostra de Setúbal essa ligação não foi activada espontaneamente por uma situação real.

Pode dizer-se que a informação do risco de tsunamis existe em histórias e memórias do passado; criou uma imagem de “a pior inundaçãõ” da cidade, mas essa imagem é insuficiente para induzir comportamentos adequados.

O questionário revela igualmente a intenção de utilizar veículos em vez da deslocação a pé, durante o processo de evacuação. Isso pode ser explicado pela localização remota das zonas de segurança e a sua altitude mas essa escolha revela problemas potenciais que surgirãõ devido aos engarrafamentos e à possível obstruçãõ de estradas pelo colapso de edifícios devido ao sismo.

3.5 Conclusões

De forma geral, as autoridades possuem a expectativa de que as pessoas fiquem à espera de instruções ou que as aplicarão, ao passo que o homem vulgar sem formação específica avaliará a situação por si mesmo de acordo com diversos factores baseados na sua experiência, conhecimentos ou cultura.

Deve ser dada formação para ensinar as pessoas a protegerem-se imediatamente e a manterem-se em contacto com os canais de informação, devendo essa formação ser dada de forma rápida.

Os factores que atrasam os avisos de tsunami e os procedimentos de evacuação, bem como os que facilitam a preparação das comunidades costeiras para um tsunami, estão sumarizadas na tabela abaixo. Encontram-se organizados de acordo com três eixos. O primeiro, “representação e conhecimento”, refere-se ao contexto mental e ao nível de conhecimento do risco. O segundo, “responsabilidade”, diz respeito à aceitação pessoal do envolvimento no comportamento proteccionista relativamente ao risco. O último, “capacidade”, está relacionado com a probabilidade de adoptar comportamentos de protecção adequados e mobilizar meios ou ferramentas existentes.

Em Setúbal, no princípio do inquérito, não houve contacto suficiente entre os aspectos organizacionais e sociais, mas na fase final foram desenvolvidas novas medidas pela Câmara e pela Protecção Civil; o estudo funcionou como rastilho, devendo ser enfatizada e utilidade dos seus resultados.

Tabela 5: Construindo resistência entre a população

	Factores facilitadores	Factores impeditivos
Representações e conhecimento	<p>Conhecimento de tsunamis potenciais (excepto para pessoas jovens).</p> <p>Conhecimento relativamente bom das instruções a aplicar no caso de sismo e tsunami.</p> <p>Conhecimento da topografia da cidade e dos locais. Ligação afectiva à cidade.</p> <p>Boa representação do que é um lugar seguro.</p>	<p>Falta de ligação entre sismo e tsunamis.</p> <p>Reflexo de fugir para o mais longe possível, com risco de atravessamento da zona inundada.</p> <p>Tentativa de alcançar um local seguro longínquo, aumentando a exposição ao perigo. Ideia irrealista de utilizar veículos para escapar ao tsunami.</p> <p>Falta de adopção espontânea das instruções durante a ocorrência real, ligada a baixo nível de percepção.</p>
Responsabilidade	<p>A minha protecção e a da minha família dependem de mim.</p> <p>Desejo de participação na elaboração de um plano de evacuação ao nível local.</p>	<p>Transferência de responsabilidade para os serviços públicos (dever).</p> <p>Baixa percepção da necessidade de acção colectiva.</p>
Capacidade	<p>Meios modernos de comunicação.</p> <p>Confiança nas autoridades.</p>	<p>Deficiente identificação dos canais de comunicação que podem ser usados (TV).</p> <p>Falta de interesse em estar preparado para lidar com um tsunami.</p>

No entanto, o conhecimento de orientações gerais não garante a adopção de comportamentos adequados. Apesar de o sismo de 2009 ter ocorrido apenas três meses antes da investigação ter começado, isso não induziu comportamentos de protecção. Deve ser tido em mente que, no caso de um sismo, o primeiro movimento que um ser humano faz é reflexivo e muitas vezes isso significa ficar paralisado. As experiências e exercícios de simulação podem criar uma memória que ajude a adoptar comportamentos adequados quando a situação for real.

O envolvimento activo na preparação e geração do plano de evacuação foi requisitado pela maioria dos entrevistados. Sublinhou-se que o plano de evacuação terá que levar em consideração as visões por vezes irrealistas das pessoas que pensam em escapar com recurso ao automóvel, a táxis e mesmo a autocarros. As hipóteses de evacuação no caso de tsunami são poucas

para a população que vive à beira do mar, a não ser que um sistema de alerta melhorado seja implementado.

As experiências feitas em todo o mundo, tais como no Chile em 2010, fornecem lições interessantes e eficientes. O tsunami chileno de 2010 (despoletado pelo sismo de Maule, M 8.8, ocorrido em 27 de Fevereiro) causou poucas vítimas devido a uma experiência prévia muito bem integrada (1960) e a políticas preventivas. Por exemplo, todas as cidades costeiras tinham implementado uma área marcada como “de risco” e colocado sinais nas rotas de evacuação para locais seguros.

A experiência chilena mostra a eficácia da integração do comportamento operacional com o conhecimento abstracto. Desta integração surgirão espontaneamente comportamentos adequados, de acordo com a situação específica, para uma evacuação com sucesso.

4 Dificuldades e limitações

A abordagem SCHEMA proporciona uma metodologia completa, permitindo que uma comunidade se prepare para um desastre de tsunami. A metodologia é baseada em dados científicos fornecidos com base nas características de tsunami esperadas, de modo a que qualquer cálculo adicional possa ser aplicado sobre esses dados. Em teoria, isto requer o uso de certas técnicas e a disponibilidade de ferramentas particulares. Adicionalmente, é crucial a conectividade com um aviso prévio. No entanto, a metodologia foi desenhada para providenciar soluções que funcionem, mesmo no caso de faltarem informação necessária e/ou recursos.

4.1 Ausência de sistema de aviso prévio

Apesar do número cada vez maior de sistemas modernos de aviso (EWS) instalados ou presentemente em desenvolvimento, existem ainda muitas zonas costeiras que permanecem fora de alcance destes sistemas. Nestas áreas, os índices “alternativos” podem ser usados como sinal da ocorrência potencial de um tsunami. Esses índices incluem:

1. Sacudidela sentida ou reportada;
2. Recuo ou rebaixamento anormal do nível do mar.

O primeiro índice não é fiável, no sentido em que não conduz necessariamente a ondas de tsunami. No entanto, pode ser usado como dado a introduzir num aviso de tsunami; isto é particularmente verdade no caso de locais conhecidos como propícios a tsunamis. Por outro lado, o recuo ou rebaixamento do mar (durando desde alguns instantes até 20 minutos) é considerado um sinal válido da ocorrência potencial de um tsunami. Neste caso, a hora de chegada da onda pode estar realmente muito próxima. No entanto, dependendo da fonte e da localização, a primeira manifestação de um tsunami pode ser um aumento do nível da água do mar sem que haja um recuo ou abaixamento prévio do mesmo.

A dificuldade de despoletar um alarme sem estar conectado a um sistema regional ou supra-regional de aviso pode apenas ser abordada através da interacção de pessoas especialmente indicadas e autorizadas (e totalmente responsáveis), que accionem de imediato o alarme local assim que observem ou reportem sinais de aviso “naturais”. Isto é o caso típico de países mal equipados ou de regiões remotas. Muitas das medidas e precauções que se seguem a esta identificação particular de aviso podem ser idênticas àquelas

consideradas nos locais em que existem EWS e se encontram operacionais.

4.2 Ausência de ferramentas de análise

Para além da ausência de um sistema de aviso atempado (EWS), a ausência de ferramentas de análise apropriadas verifica-se em muitas zonas do mundo e/ou em áreas remotas. Existem comunidades que desejam estabelecer planos de emergência para as suas populações que não estejam condicionados à existência ou à presença de especialistas. Nestes casos, o cálculo de mapas de inundações feito em computador e a subsequente determinação dos locais de abrigo não pode ser implementada [Ministério dos Assuntos Internos, Governo da Índia, 2005].

Pode ser elaborada uma análise rudimentar dos riscos pela estimativa de uma certa altura de onda, seleccionando assim os locais seguros que estejam acima de determinada cota, por exemplo a partir do terceiro andar. A determinação do impacto das ondas nas construções pode ser efectuada através da observação das características da construção tais como a robustez, fundações e posição relativamente às ondas. A localização de uma construção representa igualmente um papel importante, uma vez que as construções mais próximas do mar estão obviamente muito mais expostas às ondas, comparadas com as que se encontram mais para o interior.

Um cenário válido para encontrar solução nos casos em que não estão disponíveis ferramentas de análise é assumir um tempo de evacuação máximo de 15 minutos e uma altura de onda de 10m.

4.3 Ausência de locais para abrigo

A metodologia descrita assume que estarão disponíveis, seja de que forma for, locais que sirvam de abrigo (abrigos verticais e, preferencialmente, também abrigos horizontais e pontos de encontro em terreno seguro¹²). Enquanto que a disponibilidade de abrigos verticais é um facto mais relacionado com urbanizações ou intenções explícitas (plataformas dedicadas), a disponibilidade de abrigos horizontais depende em absoluto de locais mais elevados em terreno próximo. Na natureza, em particular ao longo de regiões costeiras extremamente planas, isto pode ser um problema. A experiência mostra que as ondas de

¹² Na prática, é suficiente uma elevação superior a 20m, apesar de no caso de um tsunami muito grande esta cota possa subir para 50m.

tsunami, se não forem paradas abruptamente por cristas de praia elevadas ou quebra-mares, podem penetrar bastante no interior, tornando muito problemático o acesso das pessoas a locais seguros em zonas costeiras planas.

Nesses casos, a construção de abrigos verticais tem que ser promovida. Estes abrigos podem ter a forma de plataformas de betão ou mesmo montes de terra. O importante é que sejam resistentes ao impacto da onda, ao corte, etc. No caso de não existir esta alternativa, por exemplo devido a custos de construção elevados, podem ser consideradas outras medidas de mitigação tais como a instalação de quebra-mares, molhes, etc.

No pior cenário possível (ausência de abrigos e quaisquer outras medidas de mitigação), a única hipótese é fugir para o interior. Neste contexto, uma distância de 3Km a partir do mar é considerada usualmente como suficiente.

4.4 Falta de aceitação pela população

Entende-se, a partir de muitas observações e relatórios oficiais, que a importância dos procedimentos de evacuação devidos a um tsunami é mal entendida ou tem fraca aceitação pela população local. Vários factores podem contribuir para isto: em primeiro lugar, o risco de tsunami não é entendido na sua totalidade por causa da sua rara probabilidade, especialmente na Europa e ao longo do Mar Mediterrâneo. Em segundo lugar, as pessoas costumam sobrestimar as suas próprias capacidades de fazer frente a uma onda de tsunami. Muitas pessoas acreditam genuinamente que é possível sobreviver à colisão com uma onda de tsunami.

Tal como em muitos casos semelhantes no âmbito da segurança, nenhum ser humano pode ser forçado a adoptar comportamentos desse tipo. O mínimo que as autoridades locais podem fazer é desempenhar de forma consistente as suas tarefas (dar formação, disseminar informação e realizar simulações), para além da aplicação de procedimentos policiais. Em particular, as autoridades podem forçar a evacuação de edifícios públicos e aplicar medidas de controlo de trânsito (desvios, barreiras, etc.). A disponibilização de informação aos residentes temporários (em hotéis, locais de trabalho, estradas, praias) deve ser estimulada e controlada apropriadamente. Um exemplo da planificação para a informação e a prática de medidas de mitigação e evacuação em caso de tsunami é o Programa de Preparação para um Tsunami (www.tsunamiready.noaa.gov).

Deve ser sempre promovida a sensibilização das pessoas relativamente aos aspectos de segurança, através de instruções e informação pela internet e/ou

publicações. Os residentes devem ser informados de forma contundente sobre o impacto gigantesco que é gerado por uma onda de tsunami.

4.5 Falta de aceitação dos decisores

Podem ser criados problemas enormes se os decisores locais ou regionais negarem a importância de um aviso prévio de tsunami e consequentes procedimentos de evacuação. Isto é particularmente verdade nas zonas turísticas, onde as autoridades – com medo de que a instalação de sinais ou planos de evacuação possam afugentar os turistas – têm a tendência para minimizar a importância da marcação da zona de perigo e do estabelecimento de procedimentos de segurança válidos.

Enquanto que a metodologia geral descrita acima se destina aos decisores locais, pode ser necessário aplicar medidas estabelecidas pelos decisores nacionais. Estes podem definir, por exemplo, que a responsabilidade dos decisores locais no tocante à ordem de evacuação se sobrepõe às estruturas de protecção civil.

4.6 Evacuação da população especial

São segmentos especiais da população aqueles que, devido à sua situação ou necessidade especial, requeiram estratégias de planeamento diferentes das utilizadas para o planeamento geral de evacuação [Vogt, 1990 e 1991]. O termo “população especial” é um pouco enganador, no sentido de que os funcionários de instituições ou instalações especiais são muitas vezes considerados homogéneos, quando na realidade exibem características diferentes aos níveis físico ou geográfico [Lindell et al., 1985]. Enquanto que algumas populações podem estar concentradas em instituições tais como escolas, prisões ou hospitais, outras podem estar bastante dispersas. Estas instituições possuem planos individuais de evacuação em caso de emergência que têm de ser integrados nos planos de evacuação da comunidade. Entre os indivíduos dispersos que fazem parte desses grupos especiais estão os surdos e os cegos, pessoas que não falem a língua do país em causa, automobilistas que estejam em passagem pela zona, turistas ou outros visitantes temporários tais como trabalhadores não-residentes e pessoas confinadas a residências, temporária ou permanentemente.

A razão pela qual estes grupos não respondem aos avisos é porque podem requerer transporte especial ou tipos de tecnologia diferente para receber a mensagem. Alguns grupos dependem de prestadores de cuidados (tais como as escolas e centros de dia) para ouvir o aviso e responder em conformidade. As populações de lares de idosos e outras instalações de cuidados assistidos podem combinar vários aspectos

relativos à mobilidade e competência mental, o que faz da evacuação o último recurso relativamente ao planeamento de acções de protecção. A falta de mobilidade pode ser imposta, como no caso das prisões, onde as inibições aos reclusos devem continuar a ser respeitadas durante o processo de evacuação.

As sugestões para os grupos especiais são as seguintes:

Hospitais, lares de idosos e deficientes, enfermarias, prisões: Normalmente a evacuação é difícil, a não ser que haja um período de aviso longo. Uma vez que estas instalações são críticas, devem ser aplicadas medidas rígidas de preparação aquando da sua construção, quer seja construí-las em zonas seguras ou criar edifícios classificados como E2 (ver Anexo). Neste último caso, no entanto, permanece o problema de evacuar os primeiros dois pisos.

Escolas, jardins de infância e similares: Pode ser levado a cabo um plano individual de evacuação em linha com o plano geral; normalmente, não haverá problemas em concretizar a evacuação. Podem ser usados para organizar simulações regulares.

Deficientes ou idosos dispersos por várias casas: Regra geral, estas pessoas residem em casas com pouca vulnerabilidade a tsunamis (classe de vulnerabilidade E2); no caso de isto não ser verdade, as autoridades deverão ter conhecimento das necessidades específicas e tentar disponibilizar pessoal para evacuação especial.

4.7 Limitações dos avisos de tsunami

Apesar do seu potencial de devastação, os tsunamis são desastres bastantes raros; é difícil prever com precisão a sua propagação. Deste modo, os avisos de tsunami podem ter várias limitações (ver [UNESCO IOC Tsunami Programme, 2005]).

4.7.1 Baixa probabilidade

O maior problema que se encontra ao tentar convencer as pessoas a estarem cientes de um tsunami é a baixa probabilidade da sua ocorrência, especialmente na Europa e ao longo das costas do Mediterrâneo. Os tsunamis são eventos raros; muitas vezes são necessárias décadas para que um tsunami atinja uma costa. As pessoas costumam subestimar o risco de tsunami, simplesmente devido ao facto de que podem decorrer muitos anos para que um tsunami atinja a mesma área duas vezes.

Tal como para os grandes sismos, que ocorrem raramente mesmo em zonas propícias a tal, as populações devem ser instruídas no sentido de considerar o risco de poderem sofrer fenómenos que, embora raros, são gigantescamente devastadores. As autoridades devem esforçar-se para que as pessoas

fiquem cientes disto, através da informação constante sobre novas abordagens científicas da matéria, novos desenvolvimentos relativamente à rede de fuga e organizando simulações. Ver o capítulo 4.4 (falta de aceitação pela população).

4.7.2 Falsos alarmes

Os sistemas de alerta de tsunami emitem alarmes baseados em certos parâmetros, essencialmente relativos a sismos mas também a medições da altura das ondas em alto mar, etc. Cada um destes parâmetros ou medições pode fazer disparar um alarme que depois vem a verificar-se ser falso. Os alarmes repetidamente falsos podem levar ao efeito “Pedro e o Lobo”, ou seja, a falta de obediência aos avisos após terem sido emitidos vários alarmes falsos no passado.

A sensibilidade de um sistema de alarme é um assunto delicado: é preferível produzir mais alarmes falsos do que reais? A existência de demasiados alarmes falsos pode ser prejudicial para a percepção das pessoas ao mesmo; por outro lado, será certamente pior correr o risco de que uma onda chegue a terra sem que seja detectada por um sistema de alarme existente.

Por um lado, as autoridades responsáveis devem otimizar os procedimentos que despoletam um alarme de tsunami, de modo a reduzir drasticamente o número de alarmes falsos. Outro passo para mitigar os efeitos de falsos alarmes será otimizar o cancelamento desses alarmes, de modo a reduzir as consequências dos mesmos (abandono das casas e locais de trabalho, situação caótica nas ruas, etc.). No entanto, é também tarefa das autoridades promover a cultura de risco e auto-protecção junto da população, fazendo-a aceitar que é preferível um falso alarme a uma situação real sem alarme.

As autoridades locais podem implementar esquemas de códigos de cores (ver 4.7.3), permitindo a emissão de avisos com diferentes níveis. A vantagem desta abordagem é a possibilidade de cancelar um alarme sem criar demasiadas perturbações na população.

Outra forma exequível de lidar com este problema de diferenciar os níveis esperados de impacto é endereçar os avisos a receptores diferentes: um nível de alerta em que apenas é transmitida informação às autoridades locais (nível de aconselhamento) e outro nível de alerta ou aviso ao público em geral.

4.7.3 Tempos de aviso extremos

Haverá certamente problemas quando o tempo de aviso até que chegue um tsunami seja extremamente reduzido. Pode demorar horas até que um tsunami atinja a costa mas, nalguns casos, apenas alguns

minutos bastarão. Os casos em que há pouco tempo de aviso é muito mais difícil de lidar; tal como no caso de um sismo, não há praticamente tempo para evacuar. As medidas de preparação devem então concentrar-se na existência de um número suficiente de abrigos verticais próximos ou outras medidas de mitigação (quebra-mares, etc.) para prevenir os efeitos do impacto da onda.

Relativamente aos tempos de aviso extremamente curtos, deve ser mencionado que a resposta é um processo sequencial que inclui [Mileti e Sorensen, 1988]:

Ouvir o aviso;

Compreender o contexto da mensagem de aviso;

Acreditar que os avisos são credíveis e precisos;

Personalizar o aviso à sua situação;

Confirmar que os avisos são verdadeiros e que os outros também estão a prestar atenção a eles;

Responder através da tomada de acções de protecção.

Todas as fases acima podem aumentar o tempo de resposta, de acordo com o grupo de população [Mayhorn, 2004], a estação do ano, a altura do dia, etc. Uma resposta frequente a um aviso é confirmar a mensagem original recebida [Drabek, 1969]. A confirmação aumenta com o aumento do tempo para o impacto [Perry et al., 1981], com o aumento de avisos recebidos dos meios de comunicação [Dillman et al., 1983; Sorensen, 1992] e alertas recebidos por sirenes [Sorensen, 1992]. Os níveis de confirmação diminuem com a especificidade da informação no primeiro aviso recebido [Cutter e Barnes, 1982] e quando o aviso inicial é ouvido através da deslocação porta-a-porta de polícia e bombeiros ou a utilização, por estes, de altifalantes [Sorensen, 1992]. Estes factores podem ser comunicados a todos os envolvidos e em particular à população que está a ser informada do risco de tsunami.

No caso de tempos de aviso extremamente longos, o problema está na negligência dos evacuados: eles simplesmente tendem a regressar aos seus locais de trabalho ou às suas casas. Se possível, deve ser utilizado um código de cores de aviso que prepare as pessoas gradualmente para a evacuação. O código de cores pode ser colocado à vista em painéis grandes e deve estar ligado a um sistema de avisos sonoros através de sirenes. Nalgumas publicações refere-se que pode ser usado um esquema de cores amarelo-laranja-vermelho. No primeiro caso (tempo superior a 9 horas), devem ser avisadas a protecção civil e restantes autoridades previamente definidas. O aviso laranja significará que ainda não foi confirmado o risco severo de tsunami e o aviso vermelho significará perigo iminente (tempo

inferior a 3 horas), que lançará o alarme “oficial” à população.

4.7.4 Tsunamis não identificados

Existe a possibilidade de não haver aviso de tsunami. Isto sucederá provavelmente quando houver deslizamentos de terras em direcção ao mar ou deslizamentos subaquáticos.

Lidar com esta situação é parecido com o que é mencionado em 4.1 (ausência de aviso prévio). A não ser que o sistema de aviso local esteja intimamente ligado a um sistema de detecção de deslizamentos (tal sucede na ilha de Stromboli, em Itália), a detecção de ondas de tsunami nestes casos torna-se extremamente difícil. No entanto, pode confiar-se na própria atenção das pessoas (por exemplo, a observação do recuo do mar) ou nas medidas de preparação que cada pessoa possua (a existência de um abrigo vertical próximo, conhecer bem as rotas de fuga, etc.).

5 Referências

- Comune di Rometta (2008): Piano Speditivo di emergenza comunale in caso di "onda anomala" provocata da evento franoso connesso all'attività del vulcano Stromboli, Dipartimento Regionale Protezione Civile Servizio Sicilia Orientale, 2008.
- Cutter S., Barnes K. (1982): Evacuation Behavior at Three Mile Island. *Disasters*, 6, pp. 116 - 124.
- Dillman D., Schwalbe M., Short J. (1983): Communication behavior and social impacts following the May, 18, 1980, eruption of Mt. St. Helens. In: S.A.C.Keller (Ed.) *Mt. St. Helens One Year Later* (pp. 191 - 198). Cheney, WA: Eastern University Press.
- Drabek T. E. (1969): Social processes in disaster: Family evacuation. *Social Problems*, 16, pp. 336 - 349.
- EU Seveso II Directive 1996 (directiva europeia que obriga os estados-membros da U.E. a identificar as instalações industriais sujeitas a riscos de acidentes importantes), publicada em 24 de Junho de 1982, modificada em 9 de Dezembro de 1996 e rectificada em 2003.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency) (2003): STATE AND LOCAL MITIGATION PLANNING how-to guide: Bringing the Plan to Life. Implementing the Hazard Mitigation Plan. FEMA report n° 386-4.
- Garcin M., Prame B., Attanayake N., De Silva U., Desprats J.F., Fernando S., Fontaine M., Idier D., Lenotre N., Pedreros R., C.H.E.R. Siriwardana (2007): A Geographic Information System for Coastal Hazards. Application to a pilot site in Sri Lanka (Final Report). BRGM Open file BRGM/RP-55553-FR, 124 p.
- Graehl N., Dengler L. (2008). Using a GIS to Model Tsunami Evacuation Times for the Community of Fairhaven, California. *American Geophysical Union, Fall Meeting 2008*, abstract #OS43D-1324.
- Gruntfest, E., Huber, C. (1989): Status Report on Flood Warning Systems in the United States. *Environmental Management*, 13, pp. 279 - 286.
- ISO (International Standards Organization) (2008): <http://ioc3.unesco.org/itic/contents.php?id=645>.
- Jul S. (2007): Vertical Evaluation Model v 1.0. <http://www-personal.umich.edu/~sjul/divearch/vevac/>
- Kong, L.: Fourth Session of the Intergovernmental Coordination Group for the Tsunami and Other Coastal Hazards Warning System for the Caribbean and Adjacent Regions (ICG/CARIBE EWS-IV), Martinique, 2009.
- Laghi M., Polo P., Cavalletti A., Gonella M. (2007): G.I.S. Applications for Evaluation and Management of Evacuation Plans in Tsunami Risk Areas. *European Geosciences Union General Assembly 2007*, Vienna, Austria.
- Leone, F., Denain, J.C., Vinet, F., Bachri, S. (2006): Analyse spatiale des dommages au bâti de Banda Aceh (Sumatra, Indonésie): contribution à la connaissance du phénomène et à l'élaboration de scénarios de risque tsunami. Scientific report of Tsunarisque (2005-2006) programme.
- Leone, F., Lavigne, F., Paris, R., Denain, J.C., Vinet F. (2010): A spatial analysis of the December 26th, 2004 tsunami-induced damages: Lessons learned for a better risk assessment integrating buildings vulnerability. *Applied Geography*, Volume 31, Issue 1, 363-375, doi:10.1016/j.apgeog.2010.07.009.
- Lewin K. (1936). *Principles of topological psychology*. NewYork: McGraw-Hill.
- Lindell M., Bolton P., Perry, R., Stoetzel G., Martin J., Flynn C. (1985): Planning Concepts and Decision Criteria for Sheltering and Evacuation In A Nuclear Power Plant Emergency. Bethesda, MD, Atomic Industrial Forum.
- Mayhorn C. (2004): Emerging issues in risk communication: Older Adults and Information Processing of Hazard Warnings, Research Abstract R04-21. Boulder Hazards Workshop. Boulder, CO, Natural Hazard Center, University of Colorado.
- Mileti D., Sorensen J. (1988): Planning and implementing warning systems. In: M. Lystad (Ed.), *Mental Health Care in Mass Emergencies. Theory and Practice*. (pp. 321-345), New York, Brunner/Mazel Psychological Stress Series.
- Merati N., Vance T.C., Fabritz J. (2004): WebMap Calculator: IMS based tools for intra and inter-layer calculations and comparisons. 20th International Conference on Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology, Seattle, WA, 11-15 January 2004.
- Ministry of Home Affairs, Government of India. (2005): Preventive / Protection and mitigation from risk of tsunami. A strategy paper.
- Nagao I. (2005): Disaster Management in Japan, Fire and Disaster Management Agency (FDMA), Ministry of Internal Affairs and Communication, Presentation as of 28/02/2005, Japan.
- NEAMWTS working group (2008): Intergovernmental Coordination Group for the Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-eastern Atlantic, the Mediterranean and connected seas (ICG/NEAMTWS). Fifth Session, Athens, Greece, 2008.
- Norwegian Geotechnical Institute (2006): Tsunami Risk Mitigation Strategy for Thailand, www.ccop.or.th/download/pub/tsunami_risk_sum_rprt_en_A4ss.pdf, 2006.
- Peiris N. (2006): Vulnerability functions for tsunami loss estimation. *First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, Geneva, Switzerland.
- Perry, R. W., Lindell, M. K., Greene, M. R. (1981): *Evacuation Planning In Emergency Management*. Lexington, MA, Lexington Books.

Prathumchai K., Samarakoon L. (2005): Application of Remote Sensing and GIS Techniques for Flood Vulnerability and Mitigation Planning in Munshiganj District of Bangladesh. ACRS2005, Hanoi, Vietnam.

Sorensen J. (1992): Assessment of the Need for Dual Indoor/Outdoor Warning Systems and Enhanced Tone Alert Technologies, in: The CSEPP, ORNL/TM-12095. Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Laboratory.

Tinti S., Tonini R., Bressan L., Armigliato A., Gardi A., Guillande R., Valencia N., Scheer S. (2011): Handbook of Tsunami Hazard and Damage Scenarios, EUR 24691 EN, JRC61463, Luxembourg (Luxembourg): OP, 2011.

UNESCO IOC Tsunami Programme. (2005): Tsunami Early Warning Systems, Monitoring and Mitigating Tsunami Risk. IOC Expert Missions, May – August 2005.

UNESCO IOC (2008): Tsunami Glossary. IOC Information document No. 1221. Paris, UNESCO.

UNESCO IOC (2009): Tsunami risk assessment and mitigation for the Indian Ocean, Knowing your tsunami risk – and what to do about it. UNESCO – IOC, Manuals and Guides 52, 2009.

US National Science and Technology Council. (2005): Tsunami Risk Reduction for the United states: A Framework for Action. A Joint Report of the Subcommittee on Disaster Reduction and the United States Group on Earth Observations.

Vogt B. (1990): Evacuation Of Institutionalized And Specialized Populations, ORNL/SUB-7685/1 & T23. Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Laboratory.

Vogt B. (1991): Issues in Nursing Home Evacuations, International Journal of Mass Emergencies and Disasters, 9, pp. 247 - 265.

6 Anexos

6.1 Apresentação do projecto SCHEMA

O projecto **SCHEMA** tem como objectivo iniciar, definir, desenvolver e validar uma metodologia isolada de avaliação dos potenciais impactos de tsunamis que possam ocorrer na bacia do Mediterrâneo, na costa do Atlântico e no Mar Negro. São considerados como fontes de potenciais tsunamis os sismos e os deslizamentos subaquáticos.

O seu objectivo principal é demonstrar que os dados observados por satélite permitem definir regras genéricas para calcular mapas de vulnerabilidade quando são combinados, por exemplo, fenómenos sísmicos e tsunamis. As características principais deste trabalho de pesquisa e desenvolvimento são:

- A clarificação de conceitos tais como vulnerabilidade, perigo e cenários, de modo a produzir documentos e mapas acessíveis a serem compreendidos pelos utilizadores finais (protecção civil, planificadores de salvamento);
- A análise das limitações que a modelação matemática tem em reproduzir a realidade, de modo a avaliar o grau de incerteza quando o risco é estimado em modelos e não em eventos reais ocorridos no passado;
- O desenvolvimento de uma metodologia genérica, validada pelos utilizadores finais, para a produção de cenários de tsunami e o impacto de fenómenos de risco relacionados;
- A extracção dos indicadores dos níveis de vulnerabilidade e perigo tal como são utilizados na metodologia geral, a partir de dados observados por satélite;
- Uma primeira validação da metodologia aplicada a casos reais, tal como observado durante o recente tsunami na Ásia;
- Uma validação completa da metodologia de protótipos resultante de 5 casos de teste, típicos de ambientes diferentes (Portugal: Setúbal, Marrocos: Rabat, França: Mandelieu, Itália: Catania e Bulgária: Balchik).

As principais conclusões da pesquisa são as seguintes:

Para organizações civis de segurança: uma técnica completa e homogénea para avaliar os níveis de risco de tsunami e fenómenos relacionados, baseada em variáveis intrínsecas de vulnerabilidade (altura e tipo dos edifícios, descrição dos habitantes) e variáveis ambientais (densidade de edifícios por área unitária, largura das estradas), como tal uma técnica capaz de

ajudar a desenvolver medidas genéricas de prevenção de emergências.

Para os planificadores de salvamento: Uma descrição clara das áreas acessíveis em caso de tsunamis, para auxiliar os planificadores a definir operações de salvamento eficazes, no âmbito da sua preparação para avaliar variáveis de vulnerabilidade face a uma crise.

Para decisores de segurança pública: Um conjunto de recomendações de políticas a seguir para a definição do modo de recolha de dados e preparação para estudos de vulnerabilidade, baseado em cenários de simulação de tsunami que concentrem esforços de prevenção e educação nas zonas mais expostas.

Para companhias de seguros: Dados espaciais úteis, relacionados com os dados máximos estimados dentro das zonas potenciais de inundaçã, permitindo assim responder a questões como quais os requisitos a exigir para os edifícios, cálculo de perdas materiais e por interrupção da laboraçã em zonas de risco, bem como qual o nível potencial de participaçã a esperar num determinado portfólio de bens seguros, numa dada localidade.

Para a gestão e planificação do território: A abordagem da combinaçã de modelos, pesquisa de campo e avaliaçã de vulnerabilidades deve ser usada como fonte para a planificaçã da gestã da costa e levada em consideraçã quando houver mudançã ou construções nas zonas costeiras expostas a risco de tsunami.

Material adicional do projecto disponível em www.schemaproject.org.



6.2 O consórcio SCHEMA

Logotipo	Nome abreviado	País	Área de especialidade	Papel no projecto SCHEMA
	GSC	França	Todos os riscos naturais, avaliação de vulnerabilidades e danos, observação por satélite, medidas de mitigação e redução da vulnerabilidade	Coordenador Metodologia de construção do mapeamento GIS de perigos naturais e danos. Trabalho de campo em França
	ALGOSYSTEMS	Grécia	GIS, gestão de riscos naturais, avaliação multi-riscos	Disseminação e retorno de informação. Trabalho em simulações por tsunami
	HIDROMOD	Portugal	Modelação em propagação de ondas, planificação de resposta de emergência	Modelação de tsunamis, trabalho de campo em Portugal
	UNIBOL	Itália	Observação de tsunamis, mecanismo de geração, modelação, avaliação de perigo e risco	Desenvolvimento de metodologia, modelação de tsunamis, trabalho de campo em França e Itália
	UNICOV*	Reino Unido	Avaliação de capacidade / risco / vulnerabilidade, desenvolvimento de cenários	Avaliação da vulnerabilidade a tsunamis, gestão de crises, retorno de informação
	NOA-GI	Grécia	Monitorização de sismos, avaliação de perigo de sismo e tsunami, estudos de fontes sísmicas e de tsunamis, modelação de tsunamis e mapeamento de riscos	Desenvolvimento de metodologia, modelação de tsunamis, trabalho de campo na Bulgária
	CRTS	Marrocos	Observação terrestre em Marrocos para mapeamento de perigos nesse país, avaliação de vulnerabilidade	Avaliação de vulnerabilidade, trabalho de campo em Marrocos
	ACRI-ST	França	Dinâmica de fluidos, geofísica, modelação oceânica, vigilância e previsão do ambiente terrestre, sistemas de integração online de observações por satélite	Desenvolvimento de metodologia, modelação de tsunamis, trabalho de campo em Marrocos, contribuição para o trabalho de campo em França
	SRI-BAS	Bulgária	Detecção remota, sistemas de bordo, geo-informática	Avaliação de vulnerabilidade, trabalho de campo na Bulgária
	JRC-IPSC	Comissão Europeia	Avaliação e prevenção de perigos, avaliação de vulnerabilidade, avaliação de necessidades dos utilizadores	Disseminação e retorno de informação do painel de utilizadores. Planos de evacuação
	TUBITAK – MRC-EMSI	Turquia	Mapeamento e avaliação do perigo de sismos e tsunamis, monitorização geofísica, modelação de processos naturais	Troca de experiências com trabalho em curso, relativo ao sismo e tsunami na Turquia. Retorno de informação dos utilizadores

* Parceiro retirado no decurso no projecto

6.3 Classificação de edifícios de acordo com a sua vulnerabilidade

De modo a determinar a vulnerabilidade dos edifícios, o primeiro passo consiste na adopção de uma descrição padronizada de tipos de edifícios, para qualificar todas (ou quase todas) as construções na costa expostas a perigo de tsunami. Depois do tsunami de 26 de Dezembro de 2004, vários autores (Leone et al., 2006; Garcin et al., 2007; Reese et al., 2007) propuseram tipologias de edifícios, de modo a detalhar funções de vulnerabilidade. A tipologia de edifícios proposta pelo consórcio de projecto SCHEMA deriva principalmente de Leone e tal. (2006) mas foi completada e alargada de forma a ser mais geral e incluir pelo menos todas as construções presentes nos cinco locais de estudo do projecto SCHEMA.

Foram definidas quatro classes principais de edifícios (divididas em sub-classes), com base nas suas características estruturais ou resistência, tal como se segue:

Tabela 6:

- I. Construções ligeiras;
- II. Construções de alvenaria e betão simples;
- III. Construções em betão armado;
- IV. Outras construções.

Tabela 6: Classes de vulnerabilidade de edifícios

Classe		Tipos de edifício	Número de pisos
I. Ligeiros	A1	Construção ligeira de praia ou frente marítima em <i>madeira e barro</i>	0 ou 1, raramente 2
	A2	Construções muito ligeiras sem design. Cabanas construídas em <i>madeira, barro e cobertura em zinco</i>	Apenas 1
II. Alvenaria e betão simples	B1	<i>Tijolo não reforçado, cimento, paredes de argamassa, pedra aparelhada e alvenaria</i>	1 ou 2
	B2	Construções ligeiras e muito concentradas: <i>madeira e materiais argilosos</i>	1 ou 2
	C1	Edifícios individuais, moradias: <i>tijolo com colunas reforçadas e preenchimento com alvenaria</i>	1 ou 2
	C2	Edifícios com paredes executadas em <i>pedra de lava</i> , normalmente de formato ortogonal, alternando com <i>tijolos de barro</i>	1 ou 2
	D	Moradias e edifícios colectivos, residenciais ou comerciais: <i>betão simples</i>	1 a 3
III. Betão armado	E1	Estruturas residenciais ou colectivas, escritórios, parques de estacionamento, escolas: <i>betão armado, estrutura metálica</i>	0 a 3
	E2	Estruturas residenciais ou colectivas, escritórios, parques de estacionamento, escolas, prédios: <i>betão armado, estrutura metálica</i>	> 3
IV. Outros	F	Edifícios portuários e industriais, hangares: <i>betão armado, estrutura metálica</i>	Indiferenciado
	G	Administrativos, históricos, religiosos, outros	Indiferenciado

6.4 Classificação de danos em edifícios

O nível de danos em edifícios pode ser classificado através de uma escala qualitativa por ordem crescente de severidade, desde “sem danos” a “colapso total”. Foi adoptada uma escala de 6 graus pelo SCHEMA, baseada nos trabalhos de Leone e tal. (2010), Perirs (2007) e Garcin e tal. (2007), indicada na Tabela 7. É igualmente sugerida a possibilidade de utilização do edifício no período imediatamente posterior ao desastre (coluna 3), bem como a forma como se espera que as técnicas de observação por satélite detectem e avaliem o nível de danos (coluna 4).

Tabela 7: Nível de danos em edifícios (escala adaptada pelo projecto SCHEMA)

Nível de danos	Danos na estrutura	Utilização como abrigo / utilização pós-crise	Deteção por observação via satélite
D0 Sem danos	Sem danos significativos	Abrigo / ocupação imediata	Sem sinais de danos visíveis no edifício e envolvente.
D1 Danos ligeiros	Sem danos estruturais – danos menores, reparáveis: <i>destacamento de estuque, fissuração ligeira, danos em janelas e portas.</i>	Abrigo / ocupação imediata	Quase imperceptível
D2 Danos importantes	Danos importantes mas não estruturais: <i>deslocamento ou colapso de paredes ou painéis sem comprometer a integridade estrutural, deixando as fundações parcialmente expostas.</i>	Evacuação / Não adequado para ocupação imediata, adequado após reparações	Danos na cobertura pouco visíveis. Outros danos não visíveis.
D3 Danos graves	Danos estruturais que podem afectar a estabilidade do edifício: <i>deslocamento ou colapso de alvenaria, colapso parcial de pisos, fissuração grave e colapso de secções da estrutura devido a assentamentos.</i>	Evacuação / Demolição requerida, uma vez que é inadequado para ocupação	Danos não visíveis ou pouco visíveis, se as coberturas não tiverem sido removidas.
D4 Colapso parcial	Danos graves que comprometem a integridade estrutural, colapso parcial do edifício	Evacuação / Demolição total requerida	Visível
D5 Colapso	Colapso total: <i>fundações e lajes visíveis e expostas</i>	Evacuação	Bastante visível

Exemplos de danos causados em edifícios por ondas de tsunami e a associação aos níveis de danos definidos na Tabela 6 são fornecidos através das fotos reunidas na Figura 23. Referem-se aos efeitos do tsunami devastador de 2004 no Oceano Índico.



Figura 23: Exemplos de danos em edifícios, associados à matriz de danos proposta na Tabela 6. As fotos são do tsunami de 2004 no Oceano Índico (fontes: Leone et al. 2010, Peiris 2006 e Garcin et al. 2007)

6.5 Questionário desenvolvido e utilizado no caso de Setúbal

No decurso de um programa da União Europeia, o projecto SCHEMA gostaria de estudar o impacto de um potencial tsunami em Setúbal.

O presente questionário pretende analisar a percepção de risco e o conhecimento do fenómeno pela população local. As respostas são confidenciais e anónimas.

A sua colaboração permitirá às autoridades públicas integrar a sua opinião sobre o assunto.

Se desejar mais informações sobre o Programa Schema, pode visitar o site www.schemaproject.org.

1. Na sua opinião, quais são os riscos ambientais em Setúbal?

2. Sentiu o sismo de 17 de Dezembro de 2009? 1. Sim 2. Não

3. Qual foi a sua reacção? O que fez?

4. Nessa altura, pensou num possível tsunami? 1. Sim 2. Não

5. Na sua opinião, um sismo poderá provocar danos ou outras consequências negativas em Setúbal?

1. Sim 2. Não

6. Que tipo de consequências pode ocorrer? _____
(colapso de edifícios, feridos ou mortos, desordem social, tsunami, problemas económicos)

7. Depois de um sismo, do que teria mais medo?

8. Na sua opinião, a cidade de Setúbal está bem preparada para lidar com:

8.1 Uma cheia 1.Sim 2.Não 3. Mais ou menos 4. Não sei

8.2 Um sismo 1.Sim 2.Não 3. Mais ou menos 4. Não sei

8.3 Um tsunami 1.Sim 2.Não 3. Mais ou menos 4. Não sei

9. Conhece as instruções a adoptar em caso de

9.1 Sismo? 1. Sim 2. Não Quais? _____

9.2 Tsunami? 1. Sim 2. Não Quais? _____

10. Actualmente, para si, um tsunami é:

10.1 Uma possibilidade 1. Sim 2. Não 3. Não sei

10.2 Um assunto de conversa entre as pessoas 1. Sim 2. Não 3. Não sei

10.3 Um evento para o qual devemos estar preparados 1. Sim 2. Não 3. Não sei

11. Por favour olhe para o mapa e assinale com lápis coloridos os seguintes locais:

C. O local onde reside ("C")

T. O local de trabalho ou onde passa a maior parte do dia ("T")

R. Locais onde está acostumado a ir (centro comercial, escola, praia, etc.) ("R")

12. De acordo com a sua experiência, quais são os locais frequentemente inundados que conhece? (assinale-os a lápis cinzento)

13. Consegue desenhar os limites da área que seria inundada em caso de um tsunami? (desenhe-a a lápis verde)

14. Um local seguro em caso de tsunami é aquele que permite às pessoas protegerem-se contra a onda. No caso de aviso de tsunami, qual o local que considera seguro? (desenhe-o a azul)

14.1 Porquê? _____

15. Com o lápis azul, desenhe o percurso que tomará para alcançar um lugar seguro se estiver

Em casa (C)

No trabalho (T)

Noutros locais (R)

16. Que meios de transporte pensa que poderia usar para alcançar este local seguro? Quanto tempo levaria a lá chegar?

16.1. C:..... Minutos:..... **16.2.** T:..... Minutos:..... **16.3.** R :..... Minutos:.....

17. Imagine que ocorre um sismo. O que faria?
(responda apenas a duas das escolhas abaixo)

1. Fugiria do edifício em que me encontrasse
2. Sentir-me-ia confiante no edifício em que estivesse
3. Tentaria proteger-me de acordo com as instruções oficiais
4. Telefonaria aos meus familiares
5. Iria à escola dos meus filhos (tomaria imediatamente a rota para a escola dos meus filhos)
6. Sentir-me-ia paralisado até que o sismo parasse
7. Pensaria na possibilidade de um tsunami
8. Ouviria a rádio
9. Aguardaria instruções das autoridades
10. Outras

18. Proteger-me e à minha família de um tsunami depende de:

1. Mim próprio
2. Um aviso dado a tempo
3. Acções antecipadas das autoridades públicas
4. Deus
5. O local onde estamos
6. A qualidade dos edifícios
7. Um planeamento familiar prévio
8. O apoio das organizações locais
9. Não podemos fazer nada

19. Na sua opinião, um local seguro:

- | | | | |
|--|---------|---------|----------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> É onde as pessoas possam agrupar-se | Sim /_/ | Não /_/ | Não é importante /_/ |
| 2. <input type="checkbox"/> É um fácil de alcançar a partir de onde estivermos | Slm /_/ | Não /_/ | Não é importante /_/ |
| 3. <input type="checkbox"/> É um que fique longe do oceano | Sim /_/ | Não /_/ | Não é importante /_/ |
| 4. <input type="checkbox"/> Fica afastado de edifícios | Slm /_/ | Não /_/ | Não é importante /_/ |
| 5. <input type="checkbox"/> É um local elevado | Slm /_/ | Não /_/ | Não é importante /_/ |

20. Qual é o canal mais visto ou ouvido em Setúbal? _____

21. Qual é o canal em que está ligado a maior parte do tempo? _____

22. Numa situação de emergência tal como um sismo, uma cheia ou um tsunami, o meio de informação que verificaria de imediato seria: _____

23. Na sua opinião, qual é o meio de comunicação mais eficaz para avisar o maior número de pessoas?

1. Rádio? Se sim, qual? _____
2. Telemóvel
3. Telefone
4. Altifalantes
5. Rádio VHF
6. Uma informação imediata no meu local de trabalho
7. Sirenes
8. Outros:

24. Que informação poderá ser mais útil no caso de um aviso de tsunami?

- 1. A localização de um abrigo?
- 2. O tempo disponível até ao impacto da onda?
- 3. O estado do trânsito?
- 4. As zonas perigosas a evitar?

25. Gostaria de participar em reuniões locais de modo a planear uma evacuação por tsunami?

- 1. Sim
- 2. Não

26. Na sua opinião e relativamente à sua capacidade e deveres, que organização deveria estar a cargo da elaboração de um plano de evacuação em caso de tsunami? _____

27. Porquê? _____

28. Na sua localidade, devido à eficácia ou à confiança que nela tenha, que pessoa ou organização deveria ser envolvida na preparação de um plano de evacuação? _____

Por favor responda a estas perguntas finais:

29. Você é: 1. um homem 2. uma mulher

30. A sua idade é: _____

31. Qual é a sua ocupação ou profissão? _____

32. Em que andar vive? 1. piso térreo 2. 1º 3. 2º 4. 3º 5. outro

33. Você trabalha 1. dentro de um edifício 2. fora de um edifício

34. A que nível? 1. piso térreo 2. 1º 3. 2º 4. 3º 5. outro

35. Você reside:

1. sozinho 2. em casal 3. sozinho com crianças

4. em casal com crianças 5. com outras pessoas

36. Costuma ir buscar as suas crianças à escola? 1. Sim 2. Não

37. Há quanto tempo reside em Setúbal? _____

38. Há quanto tempo reside neste bairro? _____

7 Lista de figuras

Figura 1: Edifício para abrigo de emergência (Mie, Japão, cortesia de http://www.webmie.or.jp).....	9
Figura 2: Plataformas elevadas na ilha de Okushiri (http://ioc3.unesco.org/itic/printer.php?id=20).....	9
Figura 3: Comporta usada na ilha de Okushiri. Cortesia ITIC (http://ioc3.unesco.org/itic/printer.php?id=20).....	9
Figura 4: Partes do mapa de evacuação da cidade de Depoe Bay (esquerda) e Brookings (direita), Oregon, EUA (de www.oregon.gov)	10
Figura 5: Mapa de cenários de emergência [Comunidade de Rometta, 2008].....	11
Figura 6: Extensão da inundação (Rabat)	14
Figura 7: Estimativa de danos em edifícios e altura máxima de água para o cenário “terramoto de Lisboa em 1755” (Rabat) – Copyright Quickbird image, 2008-09-28, res: 0.63m.	14
Figura 8: Abordagem à planificação de evacuação por etapas	15
Figura 9: Esquema geral da planificação da evacuação	18
Figura 10: Subdivisão do território em zonas, cada uma servida por um abrigo vertical (Mandelieu)	21
Figura 11: Mapa das classes de distância até ao próximo abrigo (Mandelieu); do amarelo para o vermelho, as áreas são os segmentos de estrada mais distantes neste exemplo	21
Figura 12 (a, b): Alocação de sub-zonas dentro de uma zona crítica, a serem servidas por cada ponto de fuga (Mandelieu – Cada sub-zona é representada por uma cor diferente)	22
Figura 13: Mapa temporal (em minutos) numa zona crítica até ao ponto de fuga mais próximo (Mandelieu)...	22
Figura 14: Sinais aprovados ISO mostrando zonas de evacuação de tsunami, abrigos horizontais e verticais	23
Figura 15: Sinais aprovados ISO ao longo de uma rota específica de evacuação	23
Figura 16: Sinais permanentes de evacuação nos EUA (sinais obsoletos)	24
Figura 17: Secção “O que saber e fazer sobre tsunamis” de uma brochura (sinal obsoleto).....	25
Figura 18: Mapa de evacuação numa brochura de Aberdeen e Hoquiam, na costa de Washington	25
Figura 19: Simulação da evacuação de estudantes (La Push County, Washington, EUA)	26
Figura 20: Exercício de evacuação em (a) La Push (costa de Washington) e (b) Andaman (Tailândia).....	26
Figura 21: Interação entre os actores.....	34
Figura 22: Comunicação entre os actores e satisfação	34
Figura 23: Exemplos de danos em edifícios associados à matriz de danos proposta na Tabela 6. Fotos do tsunami de 2004 no Oceano Índico (fontes: Leone et al. 2010, Peiris 2006 e Garcin et al. 2007)	47

8 Lista de tabelas

Tabela 1: Matriz de decisão (nível de alerta) como sugerido pelo grupo de trabalho ICG	13
Tabela 2: Matérias em causa e a verificar dentro da etapa 2.....	28
Tabela 3: Tabela de decisão sugerida para rever um plano de evacuação existente com iterações das etapas 1 ou 2.....	28
Tabela 4: Assuntos em causa durante a etapa 3 e iterações sugeridas.....	31
Tabela 5: Resistência dos edifícios junto da população	36
Tabela 6: Classes de vulnerabilidade de edifícios.....	46
Tabela 7: Níveis de danos em edifícios.....	47

EUR 24707 PT – Centro de Pesquisa Conjunta – Instituto para a Protecção e Segurança do Cidadão

Título: Manual de planificação de evacuação de Tsunami

Autor(es): S. Scheer, A. Gardi, R. Guillande, G. Eftichidis, V. Varela, B. de Vanssay, L. Colbeau-Justin

Luxemburgo: Gabinete de Publicações da União Europeia

2011 – 54 pp. – 21 x 29.7 cm

EUR – série de Pesquisa Científica e Técnica – ISSN 1018-5593

ISBN 978-92-79-19089-6

doi:10.2788/35636

Resumo

Este manual destina-se a fornecer informação completa e disponível e uma metodologia totalmente abrangente da geração de planos de evacuação por tsunamis. Assim, os decisores comunitários ou outros intervenientes semelhantes ficam na posse de um guia detalhado para implementar um plano de evacuação totalmente desenvolvido em três etapas: definição de uma primeira instância válida do plano de evacuação, revisão intermédia, revisão e integração a longo prazo.

A avaliação de risco de tsunamis local e todas as subseqüentes implicações da planificação de evacuação são baseadas em (1) determinar a altura de onda esperada e (2) a hora estimada para a chegada da primeira onda de tsunamis. O primeiro parâmetro ajuda a calcular a zona em risco; o segundo fornece uma indicação da rapidez necessária para a evacuação. A evacuação deve ter lugar numa dada rede de estradas ou caminhos apropriados. Neste contexto, se necessário, a metodologia prevê igualmente a inclusão de rotas de fuga adicionais a serem construídas e/ou locais seguros.

Para além disso, a metodologia explica como implementar uma instância válida de um plano de evacuação, através da marcação de rotas de fuga identificadas e abrigos reais, bem como a forma de disseminar toda a informação à população afectada. Na revisão a médio prazo, o plano de evacuação deve ser mantido constantemente e devem ser garantidas medidas apropriadas pelas autoridades. A revisão de longo prazo, finalmente, acompanha toda a restante informação necessária para aplicar o plano de evacuação adequadamente: integração com sistemas de aviso prévio, integração com outros planos de emergência e verificação de obrigações legais.

O manual apresenta igualmente os resultados reunidos durante entrevistas realizadas com pessoas potencialmente afectadas (no caso de Setúbal) e termina mencionando as dificuldades e limitações que poderão surgir durante a geração de planos de evacuação. Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto europeu co-financiado FP6 SCHEMA (SCenarios for Hazard-induced Emergencies MAnagement, www.schemaproject.org).

Como obter publicações da UE

As nossas publicações estão disponíveis na Livraria da UE (<http://bookshop.europa.eu>), onde pode encomendar a sua publicação junto do vendedor da sua escolha.

O Gabinete de Publicações tem uma rede mundial de vendedores. Pode obter os seus contactos enviando um fax para (352) 29 29 42758.

A missão do JRC é fornecer suporte científico e técnico dirigido ao consumidor para a concepção, desenvolvimento, implementação e monitorização das políticas da UE. Como serviço da Comissão Europeia, o JRC funciona como um centro de referência de ciência e tecnologia para a União. Juntamente com o processo de decisão política, serve o interesse comum dos Estados-Membros, ao mesmo tempo que se mantém independente de interesses especiais, privados ou nacionais.

