

O risco não percepcionado para as zonas costeiras da Europa: Os *tsunamis* e a vulnerabilidade de Cádiz, Espanha

The Unperceived Risk to Europe's Coasts: Tsunamis and the Vulnerability of Cadiz, Spain

Le risque non perçu dans les zones côtières de l'Europe : les tsunamis et la vulnérabilité de Cadix, en Espagne

Jörn Birkmann, Korinna von Teichman, Torsten Welle, Mauricio González e Maitane Olabarrieta

Tradutor: Victor Ferreira



Edição electrónica

URL: <http://journals.openedition.org/rccs/1368>

DOI: 10.4000/rccs.1368

ISSN: 2182-7435

Editora

Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra

Edição impressa

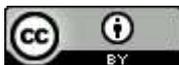
Data de publicação: 1 Junho 2011

Paginação: 129-165

ISSN: 0254-1106

Referência eletrónica

Jörn Birkmann, Korinna von Teichman, Torsten Welle, Mauricio González e Maitane Olabarrieta, « O risco não percepcionado para as zonas costeiras da Europa: Os *tsunamis* e a vulnerabilidade de Cádiz, Espanha », *Revista Crítica de Ciências Sociais* [Online], 93 | 2011, colocado online no dia 01 outubro 2012, criado a 19 abril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rccs/1368> ; DOI : 10.4000/rccs.1368



JÖRN BIRKMANN, KORINNA VON TEICHMAN, TORSTEN WELLE,
MAURICIO GONZÁLEZ, MAITANE OLABARRIETA

O risco não percepcionado para as zonas costeiras da Europa: Os *tsunamis* e a vulnerabilidade de Cádiz, Espanha*

O desenvolvimento de estratégias apropriadas de redução de riscos e de vulnerabilidades para lidar com os riscos de *tsunamis* é um desafio importante para países, regiões e cidades a eles expostos. Este artigo descreve a forma como os riscos da ocorrência de *tsunamis* e, em particular, a vulnerabilidade a esses riscos podem ser avaliados e medidos. Com este objectivo, aplicou-se um quadro de avaliação de vulnerabilidade à cidade de Cádiz, o estudo de caso, de modo a destacar o uso prático e os desafios e as lacunas com que uma avaliação deste tipo tem de lidar. Os resultados revelam informações importantes para a melhoria sistemática da capacidade de resposta societal das cidades e dos seus habitantes a riscos potenciais de *tsunamis*. Elaboraram-se mapas de perigos e vulnerabilidades, assim como dados qualitativos obtidos, por exemplo, através de discussões de grupo. Estes mapas e inquéritos são fundamentais quando se destinam ao desenvolvimento de um sistema de alerta e resposta rápida centrado nas populações. As conclusões deste artigo têm por base investigação levada a cabo no quadro do projecto TRANSFER (Tsunami Risk and Strategies for the European Region), financiado pela Comissão Europeia, que tem por objectivo contribuir para melhorar o conhecimento dos processos envolvidos nos *tsunamis* na região Euro-Mediterrânica, desenvolver métodos e ferramentas para avaliar a vulnerabilidade e o risco e identificar estratégias para a redução dos riscos de *tsunami*.

Palavras-chave: Baía de Cádiz, Espanha; desastres naturais; factores de risco; riscos naturais; Sistemas de Alerta Rápida; *tsunamis*; vulnerabilidade social.

Introdução

O trabalho sobre o efeito dos *tsunamis* nas zonas costeiras da Europa é frequentemente recebido com cepticismo pelo público em geral. A maioria das pessoas desconhece o facto de as zonas costeiras do Mediterrâneo e do

* Este trabalho de investigação foi levado a cabo no quadro do projecto TRANSFER (Tsunami Risk and Strategies for the European Region). O referido projecto foi financiado pelo 6.º Programa-Quadro da Comissão Europeia. Os autores agradecem a todos os colegas, incluindo os comentários valiosos no âmbito da revisão por pares.

Atlântico estarem sujeitas a *tsunamis*. Este desconhecimento é notório não apenas entre as pessoas que vivem longe do litoral, mas também entre aquelas que estão directamente expostas aos perigos potenciais, o que constitui motivo de alarme. Apesar de os *tsunamis* constituírem um perigo pouco frequente na maioria das regiões, o *tsunami* que atingiu recentemente a ilha de Samoa, em Setembro de 2009, o *tsunami* na Indonésia, em 2007, e o grande *tsunami* que atingiu as zonas costeiras do Oceano Índico, em Dezembro de 2004, revelaram o efeito devastador deste tipo de perigos inesperados.

Curiosamente, o Mediterrâneo e as áreas adjacentes estão entre as regiões com mais actividade sísmica do mundo, em conjunto com o Pacífico, o Índico e as Caraíbas (Frisch e Meschede, 2007: 18; Schellmann, 2007: 269), constituindo por isso a segunda maior zona de origem de *tsunamis* do mundo (página electrónica da NEAMTWS, 2008). Por este motivo, a comunidade internacional e a COI/UNESCO (Comissão Oceanográfica Intergovernamental) em particular estão a promover o desenvolvimento de um Sistema de Alerta de *Tsunamis* no Atlântico Nordeste (North Eastern Atlantic Tsunami Warning System – NEAMTWS). A sismicidade desta região deve-se à colisão entre as placas tectónicas africana e eurasiática, mas também às erupções vulcânicas e aos deslizamentos submarinos de terras (Tinti, 2007). As fontes sísmicas provocam *tsunamis* de pequena e média escala que ocorrem com bastante frequência no Mar Mediterrâneo, podendo ainda desencadear *tsunamis* no Oceano Atlântico, que, ainda que raros, têm um grande potencial de destruição (Carreño, 2005). O movimento das placas e a batimetria do fundo do Mar Mediterrâneo não permitem grandes vagas na bacia do Mediterrâneo, mas os danos causados nos barcos de pesca e nas docas dos portos das Ilhas Baleares em Maio de 2003 forneceram provas de que mesmo os pequenos *tsunamis* são potencialmente destruidores. O exemplo mais conhecido dos grandes *tsunamis* com origem no Oceano Atlântico é o que teve início na zona do Banco de Gorringe, a sudoeste do Cabo de S. Vicente (Portugal) em 1755. O sismo que causou o *tsunami*, com epicentro no mar, atingiu uma magnitude de 8,5-9,0 na escala de Richter e foi responsável por danos não apenas em Lisboa, a cidade mais afectada, mas também em Cádiz e noutras povoações costeiras de Espanha (Tinti, 2007: 3). *Tsunamis* desta amplitude têm um período de recorrência estimado em 8 vezes em cada 450 anos (Carreño, 2005).

No entanto, a possibilidade de ocorrência deste tipo de acontecimentos praticamente não é objecto de divulgação, chegando só raramente ao conhecimento geral. Esta experiência com regiões em que os perigos são pouco frequentes mas potencialmente catastróficos é também observada na costa atlântica de Espanha – a baixa frequência anda geralmente a par de uma

tendência por parte das autoridades locais e da população para o esquecimento em relação à possibilidade da ocorrência de *tsunamis*. O resultado é a já referida falta de consciência, a ausência de qualquer tipo de sistema de alerta de *tsunamis* como o que existe no Pacífico ou o que está actualmente a ser implementado no Oceano Índico, assim como a ausência de educação e informação sobre esta potencial ameaça. A ciência não está completamente isenta de culpas por esta lacuna, uma vez que a investigação sobre *tsunamis*, incluindo avaliações dos perigos e das vulnerabilidades na Europa, só teve início há cerca de 30 anos e nunca recebeu a devida atenção.

Para além disso, as zonas costeiras da Europa – em particular a costa atlântica e a mediterrânica de Espanha – sofreram uma enorme transformação física e socioeconómica. Enquanto no início da década de 1950 a maioria das zonas costeiras permanecia inalterada, actualmente caracteriza-se por grandes edifícios hoteleiros e uma densa infraestrutura turística. Por essa razão aumentou substancialmente nas últimas décadas o número de pessoas, edifícios e outros tipos de infraestruturas potencialmente expostos a *tsunamis*.

Este artigo concentra-se em resultados seleccionados com base em estudos levados a cabo pelo Institute for Environment and Human Security da Universidade das Nações Unidas (UNU-EHS), em cooperação com parceiros de Espanha, Itália e Suíça no local do projecto, em Cádiz (Espanha), no âmbito do projecto TRANSFER, que tem por objectivo detectar e calcular as dimensões do risco de *tsunamis* na Europa. A UNU-EHS levou a cabo uma avaliação de vulnerabilidade com base em diferentes cenários de inundação causada por *tsunamis* e desenvolvidos pelo Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (GIOC) do Instituto de Hidráulica Ambiental (IHA) da Universidade da Cantábria (UC), sob a forma de conjuntos de dados de vectores de inundação (UC e IGN 2009).¹ Utilizaram-se esses cenários para avaliar as áreas potenciais de inundação e as respectivas vulnerabilidades socioeconómicas. Assim, a UNU-EHS determinou os diferentes graus de vulnerabilidade por parte dos grupos sociais e da economia, em particular das infraestruturas críticas (nomeadamente redes eléctricas), através do desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade e de critérios adicionais apresentados em mapas de vulnerabilidade. O quadro conceptual aplicado e os principais resultados serão apresentados e discutidos nas secções seguintes.

¹ A Universidade de Cantábria desenvolveu uma metodologia para elaborar mapas temáticos de risco de *tsunamis*. Usando esta metodologia, foram desenvolvidos para Cádiz mapas determinísticos e probabilísticos de elevada resolução para a inundação por *tsunami*. Os mapas probabilísticos combinam a ocorrência de sismos resultantes de potenciais fontes na zona, mecanismos-fonte, localização de epicentros e nível do mar (marés astronómicas e meteorológicas).

1. Contextualização

1.1. Contexto teórico

A questão do risco e da vulnerabilidade transformou-se num vasto campo de estudos que combina os interesses e os esforços de diferentes disciplinas académicas e não académicas, dos responsáveis pelas políticas e das agências de desenvolvimento. Esta é a razão para a existência de uma grande diversidade de abordagens teóricas e práticas no que respeita à definição e conceptualização de termos como perigo, risco e vulnerabilidade. Thywissen (2006a) recolheu 36 definições só para o termo “vulnerabilidade”. Por este motivo, é essencial que qualquer análise de vulnerabilidade se baseie numa abordagem que defina claramente de que forma aqueles termos são utilizados.

O presente artigo e a investigação correspondente têm por base a abordagem desenvolvida por Bogardi e Birkmann em 2004, com a inclusão posterior de Cardona, designada por quadro BBC (Bogardi, Birkmann, Cardona) (ver Figura 1). Este quadro surgiu com base em três discussões

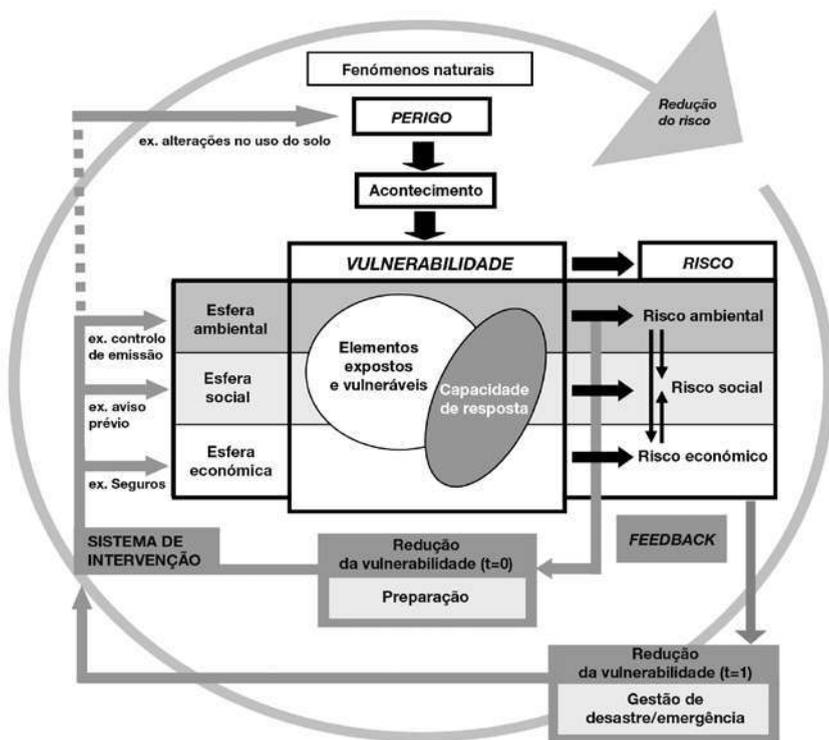


FIGURA 1 – O quadro conceitual BBC (Birkmann, 2006)

sobre: a forma de relacionar vulnerabilidade, segurança humana e desenvolvimento sustentável; a necessidade de uma abordagem holística à avaliação do risco de desastres; e o debate mais amplo sobre o desenvolvimento de quadros causais para a medição da degradação ambiental no contexto do desenvolvimento sustentável (Birkmann, 2006: 35). O quadro BBC descreve os três factores que compõem a vulnerabilidade: “exposição”, “susceptibilidade” e “capacidade de resposta”. Além disso, relaciona a vulnerabilidade intimamente com as três esferas do conceito de desenvolvimento sustentável – a esfera social, a económica e a ambiental. No caso de existir a probabilidade de concretização de um perigo, a vulnerabilidade respectiva das três esferas combina-se para constituir um risco ambiental, social e económico. Este risco pode ser atenuado pela redução das vulnerabilidades existentes, através da preparação e de outras medidas de gestão de desastres que intervêm no sistema através de processos de retroacção. O facto de eventualmente ser possível reduzir a vulnerabilidade ao conjugar a capacidade de resposta da população afectada e os meios de intervenção possíveis dá corpo à ideia de que a vulnerabilidade deve ser encarada numa perspectiva dinâmica. É neste contexto que o quadro inclui uma perspectiva de resolução do problema e demonstra a importância da pró-actividade na redução da vulnerabilidade antes que um desastre atinja a sociedade, a economia ou o ambiente (Birkmann, 2006: 36), ao invés de se concentrar exclusivamente na gestão da emergência depois de o desastre ter ocorrido. O quadro BBC salienta que a redução da vulnerabilidade por meio de uma intervenção com efeitos para o futuro e de atenuação dos riscos, que todas as análises custo/benefício mostraram ser mais eficaz, deve fazer parte do processo político quotidiano de tomada de decisões.

Os três factores que compõem a vulnerabilidade, designadamente a) exposição, b) susceptibilidade e c) capacidade de resposta, baseiam-se no pressuposto de que a mesma é composta por um lado externo – a exposição a certos perigos – e por um lado interno – a susceptibilidade –, entendida em termos das “condições de exposição do elemento ou da comunidade exposta” (Birkmann, 2006: 16) e da capacidade de resposta ao perigo, nomeadamente “os meios pelos quais as pessoas ou organizações usam os recursos e as capacidades disponíveis para enfrentar as consequências adversas” (Thywissen, 2006b: 456). Não existe vulnerabilidade se não existir exposição a um determinado tipo de perigo. Ao desenvolver indicadores de vulnerabilidade, é por vezes difícil distinguir com exactidão entre os aspectos que reduzem a susceptibilidade e aqueles que aumentam a capacidade de resposta. Daí que não seja possível evitar uma certa sobreposição. A definição de dois constituintes distintos da vulnerabilidade foi inicialmente

proposta por Chambers (1989), sendo mais tarde aprofundada por Watts e Bohle (1993). Ao assumir uma estrutura dualista e múltiplas dimensões de vulnerabilidade (ambiental, social, económica e institucional), o modelo BBC representa um quadro conceptual que sublinha a noção de vulnerabilidade numa perspectiva dinâmica, ultrapassando uma simples análise da exposição ao risco (Birkmann, 2006). Daí que este modelo conceptual permita ainda a integração de outras abordagens, como a abordagem da subsistência sustentável, que enfatiza a necessidade do acesso a vários tipos de bens, de modo a reduzir com êxito a vulnerabilidade.

A avaliação do risco e da vulnerabilidade é um aspecto importante do desenvolvimento de um Sistema de Alerta Rápido de *Tsunamis* eficaz e contribui para a redução do risco de desastre. O desenvolvimento de quadros e de metodologias para levar a cabo avaliações de risco com o objectivo de identificar medidas a implementar de forma a reduzir os riscos existentes ou a tornar mais eficaz a capacidade de resposta das populações foi efectuado por Villagrán De León (2008) no Sri Lanka. Post *et al.* (2009) desenvolveram uma metodologia para a avaliação da capacidade de resposta imediata a *tsunamis* à escala subnacional para a Indonésia, em especial para as áreas costeiras de Sumatra, Java e Bali, de modo a integrar esta informação em medidas de intervenção como a cadeia de alerta rápido, os planos de evacuação e de contingência e as estratégias de sensibilização e preparação. A avaliação de vulnerabilidades no âmbito do projecto do Sistema Germano-Indonésio de Alerta Rápido (GITEWS) concentra-se nos factores de vulnerabilidade da população exposta a *tsunamis* em termos de perda de vidas e de meios de subsistência, assim como de danos corporais. A avaliação aborda os seguintes componentes: a susceptibilidade e o grau de exposição dos elementos vulneráveis (população, instalações críticas, ambiente construído e regiões afectadas) e a capacidade de resposta e de recuperação em relação ao impacto catastrófico de um *tsunami* (COI/UNESCO, 2009; Taubenböck *et al.*, 2009). De acordo com o quadro BBC atrás mencionado, a avaliação da vulnerabilidade para Cádiz teve em conta os elementos expostos e a sua susceptibilidade, assim como a respectiva capacidade de resposta, uma vez que ambas influenciam a probabilidade de ocorrerem danos e prejuízos (Birkmann e Fernando, 2008: 85).

1.2. Local do estudo

A Baía de Cádiz está situada no sudoeste da Península Ibérica, entre a longitude 6° W e 6° 25' W e a latitude 36° 20' N e 36° 40' N (Figura 2). Está virada a oeste para o Golfo de Cádiz e rodeada por terra nas margens sudoeste, sudeste e este. Trata-se de uma zona naturalmente protegida, com grandes



FIGURA 2 – Visão geral do local do estudo

áreas de leitos de marés, canais de marés e várias praias. A geomorfologia – uma península –, a localização, entre o Estreito de Gibraltar e o estuário do Guadalquivir, e o porto natural formado pela Baía de Cádiz tornaram a cidade de Cádiz, juntamente com toda a região adjacente, uma área estratégica de primeira ordem em termos de actividades marítimas, comerciais e militares (PGOU, 2007). Cádiz não é apenas uma cidade, mas também um porto importante no sudoeste de Espanha. É capital da província com o mesmo nome, uma das oito que constituem a comunidade autónoma da Andaluzia.

Cádiz é a cidade da Península Ibérica habitada em permanência há mais tempo. Foi fundada pelos Fenícios entre 1104 e 900 a.C. Desde então, tem funcionado como importante entreposto comercial e naval sob diferentes governações culturais que dotaram a cidade de um rico património histórico e cultural, tornando-a uma grande atracção turística. A sua importância comercial aumentou continuamente, sendo este actualmente o sector económico mais forte devido aos seus estaleiros navais e portos (PGOU, 2007). Em 2007, as receitas líquidas do porto de Cádiz atingiram cerca de 21,31 milhões de euros (Puerto de la Bahía de Cadiz, 2008) e o porto também é utilizado como ligação importante para os cruzeiros às Ilhas Canárias e à América do Sul. Em 2006, cerca de 300 cruzeiros fizeram escala no porto, trazendo mais de 176 000 turistas, o que ajudou a sustentar a

economia local (PGOU, 2007). O porto de Cádiz contribui bastante para a economia da cidade, uma vez que também estimula as actividades complementares do sector terciário. Em comparação, o sector industrial tem vindo a decair continuamente em importância e estima-se que os empregos na indústria transformadora e nas actividades subsidiárias continuem a diminuir no futuro (PGOU, 2007).

Relativamente à demografia, em 2007 Cádiz tinha uma população de 128 554 habitantes (IEA, 2008), o que a torna a cidade com a mais elevada densidade populacional de Espanha (29 672,95 habitantes/km²). Apesar disso, a tendência demográfica é negativa. Na verdade, é a única cidade da Baía de Cádiz em que a população está a diminuir. Entre 1995 e 2006 perdeu cerca de 14 000 habitantes, um decréscimo de 9% (PGOU, 2007). Uma das razões para este decréscimo é a localização geográfica da cidade. Situada numa estreita língua de terra rodeada pelo Oceano Atlântico, caracteriza-se por uma óbvia escassez de terrenos para construção. Uma lei nacional que regula o desenvolvimento costeiro proíbe a recuperação de terras ao mar; a maioria dos edifícios não possui mais do que dois ou três andares e os da Cidade Velha não podem ser substituídos devido à sua antiguidade e ao seu significado histórico, daí que pura e simplesmente não haja espaço suficiente para um aumento populacional.

Outra razão para o declínio da população é a elevada taxa de desemprego da cidade, a mais elevada de todas as capitais provinciais de Espanha.² Aparentemente, o crescimento do sector do turismo não é suficiente para alterar significativamente esta situação. Apesar de Cádiz atrair todos os anos um número cada vez maior de turistas, principalmente por causa das suas belas praias, o sector do turismo não aumenta significativamente o rendimento das famílias nem reduz a taxa de desemprego. Em termos gerais, a situação económica de Cádiz é bastante alarmante, o que implicou que o governo local tivesse pedido várias vezes apoio ao governo nacional e que a cidade tenha recebido apoio financeiro da União Europeia (PGOU, 2007).

² Os jovens entre os 18 e os 30 anos têm tendência para migrar para outras cidades de Espanha, da América Latina e da Europa à procura de trabalho. Por essa razão, a taxa de desemprego na população com menos de 25 anos diminuiu desde 1994, enquanto aumentava para os restantes sectores da população, em especial na população feminina com mais de 25 anos (PGOU, 2007). No total, a migração para fora de Cádiz provocou uma ligeira mas constante diminuição no desemprego, de 15 835 desempregados, em 1994, para 10 379, em 2005 (PGOU, 2007). No futuro próximo, o emprego ficará concentrado em cerca de 90% dos casos no sector dos serviços, enquanto o emprego nos sectores das pescas, da indústria e da construção continuará a diminuir. O facto de os residentes com menos de 20 anos representarem apenas 17,99% do total da população, enquanto os que têm mais de 65 representam 17,23%, faz de Cádiz uma das cidades mais envelhecidas de Espanha (IEA, 2008).

1.3. Exposição a *tsunamis*

A localização geográfica de Cádiz (Figura 2), uma península que entra pelo Atlântico dentro, torna a cidade particularmente exposta a todo o tipo de perigos relacionados com o oceano, tais como temporais e *tsunamis*. Daí que haja vários registos históricos de destruição causada por *tsunamis*. Os registos mais antigos datam de 218-210 a.C. e foram determinados por dados históricos, geomorfológicos, sedimentares, paleontológicos e geocronológicos (Luque *et al.*, 2002: 623; Fernández Reina, 2001). De facto, as crónicas sísmicas sumariadas num catálogo por Galbis (*apud* Luque *et al.*, 2002: 1932) falam de 18 *tsunamis* que atingiram a costa atlântica de Espanha entre o século III a. C. e 1900. A ocorrência mais importante, descrita com enorme pormenor, foi o sismo e subsequente *tsunami* de 1755, que teve epicentro a cerca de 200 km a sudoeste do Cabo de S. Vicente. Os registos sedimentares provam que a altura mínima da onda atingiu pelo menos os 1,5 metros necessários para galgar a barreira da cidade, mas a quantidade dos depósitos sugere uma ocorrência com uma onda muito mais alta, de cerca de 10 metros (Carreño, 2005; *La Voz*, 2008). O seu impacto foi mais intenso na cidade de Lisboa, tendo-se registado no entanto em Cádiz 270 vítimas mortais (*La Voz*, 2008).

Calcula-se que os sismos e *tsunamis* mais devastadores que têm atingido as zonas costeiras de Portugal, Marrocos e Espanha – incluindo o *megatsunami* que ocorreu a 1 de Novembro de 1755 – tiveram origem na zona de falhas SWIM (na Zona de Fractura Açores-Gibraltar – ZFAG). De forma a definir a localização e as características de possíveis fontes geradoras de *tsunamis* no âmbito do Projecto TRANSFER (ver TRANSFER, 2009), discriminaram-se quatro zonas-fonte individuais na zona SWIM, incluindo cinco fontes potenciais de *tsunamis* e mecanismos-fonte (ver Figuras 3 e 4). As áreas identificadas foram a zona do Banco de Gorringe (GBZ), a zona da Ferradura/Marquês de Pombal (HSZ), a zona sul do Algarve (AZ) e a zona da mini-Placa do Alborão (ABZ). As cinco fontes potenciais de *tsunamis* são a Falha do Banco de Gorringe (GBF), a Falha da Ferradura (HSF), a Falha Marquês de Pombal (MPF), a Falha do Banco de Portimão (PBF) e a Falha de Cádiz (CWF). Em cada zona-fonte foi considerado um Sismo Máximo Credível (SMC). Este sismo máximo credível foi associado às falhas típicas em cada fonte, gerando os cenários de *tsunami* máximo credível para cada falha. Usou-se a magnitude da relação de escala com base nas relações do comprimento da falha e do comprimento/largura como dado adicional para os mapas probabilísticos de inundação. A depressão atribuída às falhas deve-se ao facto de se ter tido em conta o significado e a evolução geodinâmica.

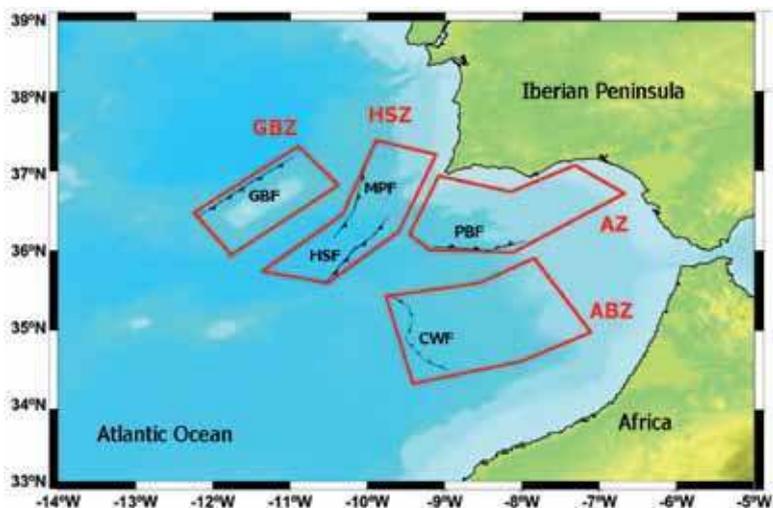


FIGURA 3 – Principais falhas sísmicas e zonas-fonte com potencial para produzir um tsunami que afecte Cádiz³

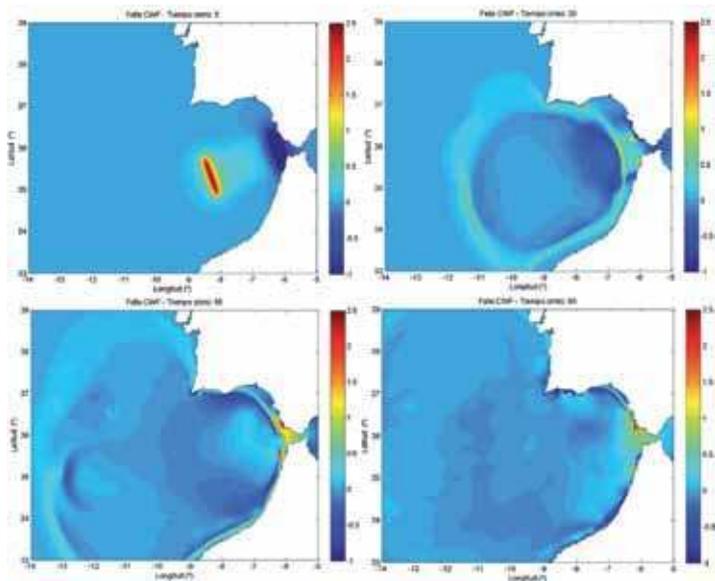


FIGURA 4 – Deslocamento inicial da superfície para a falha CWF no Pior Cenário (ver localização na Figura 3) e propagação do tsunami (a partir de TRANSFER, 2009)

³ As saliências nas linhas correspondem a estruturas que são susceptíveis de originar sismos de magnitude 8 (a partir de TRANSFER 2009).

2. Dados e metodologias de avaliação para calcular a vulnerabilidade e o risco de tsunamis

Com base no quadro conceptual BBC (ver Birkmann, 2006: 34), este estudo apenas considera as dimensões social e económica da vulnerabilidade, incluindo as infraestruturas críticas. Estas duas dimensões foram consideradas cruciais em relação aos *tsunamis*, uma vez que os dados foram disponibilizados através dos parceiros de Cádiz e estão relacionados com estudos anteriores. Foram necessários dados estatísticos e espaciais de modo a obter informações para as três variáveis de vulnerabilidade – exposição, susceptibilidade e capacidade de resposta (ver Figura 5). Os dados foram obtidos nas seguintes instituições: os dados estatísticos com base em factores socioeconómicos no Instituto Nacional de Estadística de España (INE, <http://www.ine.es/welcoing.htm>), os dados demográficos e socioeconómicos na Junta de Andalucía e os dados geoespaciais no Ayuntamiento de Cádiz, Plan General de Ordenación Urbanística (<http://www.cadiz.es/app>). Com base nos critérios de qualidade para os indicadores, elaborou-se uma lista dos dados e indicadores a serem obtidos para Cádiz (Nardo *et al.*, 2005). No entanto, devido a diferentes factores limitadores, não foram incluídos na avaliação de vulnerabilidade todos os dados pretendidos, por nem todos terem sido disponibilizados.

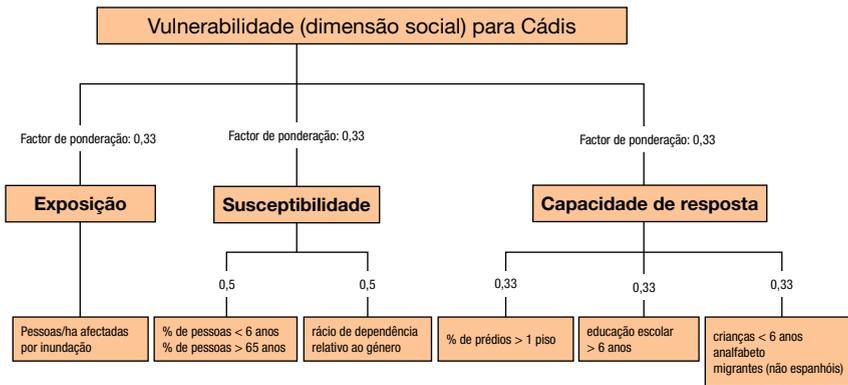


FIGURA 5 – Quadro BBC adaptado para a dimensão social da vulnerabilidade

2.1. Avaliação do perigo de tsunamis e áreas de potencial inundação

A análise das áreas e elementos expostos aos impactos dos *tsunamis* requer o desenvolvimento de cenários de perigo e das respectivas áreas de inundação. Assim, a exposição foi calculada de acordo com cenários específicos de *tsunamis*, designados por Pior Cenário e Cenário de Probabilidade

5000. Os dois representam as áreas de potencial inundação relativamente a um a extremo (Pior Cenário) e ao cenário mais fraco que foi calculado (Cenário de Probabilidade 5000). Ambos os cenários e respectivos mapas de inundação foram desenvolvidos pela Universidade da Cantábria. Em termos metodológicos, isto significa que se desenvolveram para Cádiz mapas determinísticos e probabilísticos de elevada resolução para a inundação por *tsunamis*. A abordagem determinística combina o pior cenário para cada fonte potencialmente geradora de *tsunamis* com as marés locais. Com base nesta metodologia, e a partir da análise do perigo, elaboraram-se linhas de inundação, profundidade máxima da água, velocidade máxima da água, número de Froude máximo, assim como as forças hidrodinâmicas e hidrostáticas máximas do Pior Cenário coincidentes com o nível de maré mais provável. O segundo nível de análise envolveu mapas probabilísticos com base no método Monte Carlo. Este método combina a ocorrência de sismos nas fontes potenciais com mecanismos-fonte, localizações de epicentros, nível do mar (marés astronómicas e meteorológicas) e mais de 800 simulações numéricas com recurso a um modelo específico, designado por modelo C3 (Olabarrieta *et al.*, 2011). Podem gerar-se cenários de inundação para Cádiz e a região envolvente para períodos de retorno de 500, 1000, 5000 e 10 000 anos.

Os cenários são úteis para incluir os efeitos de diferentes variáveis ou incertezas no cálculo do perigo probabilístico devido a *tsunamis*. No âmbito destes métodos, é fácil ter em conta o efeito de maré, assim como outras variáveis aleatórias. Por isso, para o cenário designado por Probabilidade 5000, utilizou-se a elevação máxima de onda para um período de retorno de 5000 anos para derivar o cenário de inundação e as respectivas estimativas de exposição (ver Figura 6). No segundo caso, designado por Pior Cenário, fez-se uma abordagem determinística calculada através da agregação de todos os piores casos (diferentes fontes geradoras de *tsunamis*), incluindo a elevação máxima de onda durante a maré alta (ver Figura 7). Com base nestes cenários de inundação, foram efectuados os respectivos mapas e análises em relação à exposição potencial da população assim como da infraestrutura. No entanto, uma vez que a exposição é apenas uma das camadas da vulnerabilidade, foram desenvolvidas camadas adicionais de informação – análises de susceptibilidade e de capacidade de resposta – resultantes dos dados demográficos e socioeconómicos obtidos a partir do INE de Espanha e do Plan General de Ordenación Urbanística do Ayuntamiento de Cádiz.

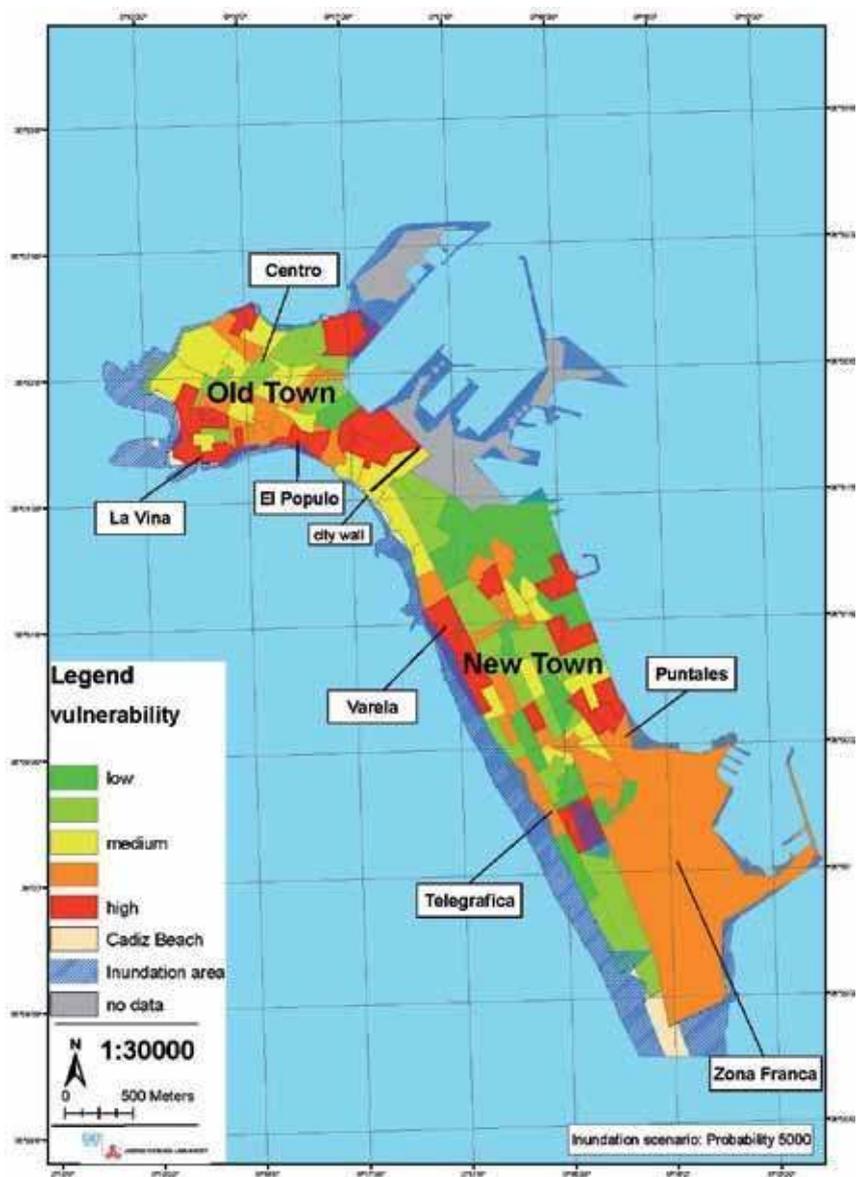


FIGURA 6 – Vulnerabilidade (dimensão social) de Cádiz com base no cenário Probabilidade 5000

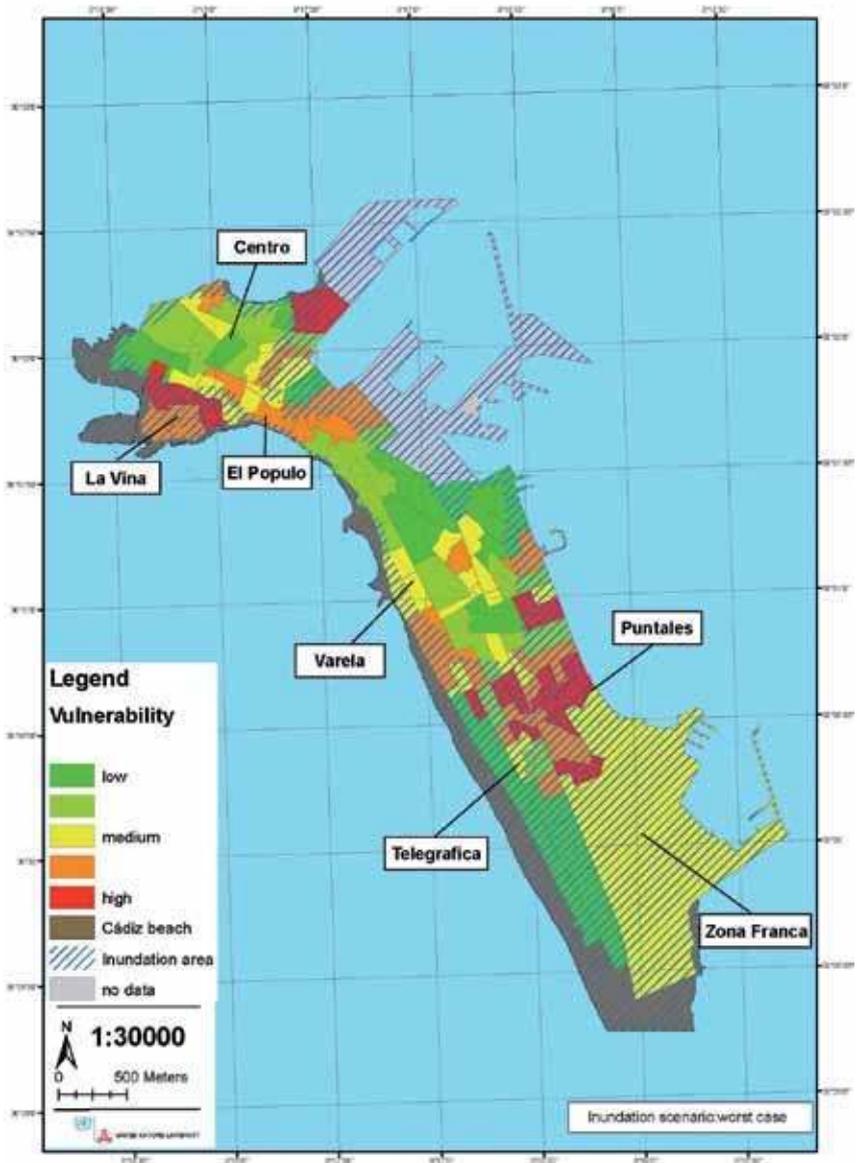


FIGURA 7 – Vulnerabilidade (dimensão social) de Cádiz com base no Pior Cenário

2.2. Métodos para a estimativa da vulnerabilidade com base em dados quantitativos

Cálculo da população exposta

A área municipal de Cádiz está dividida em 10 circunscrições, por sua vez subdivididas em 112 secções. Calculou-se a exposição de Cádiz aos perigos de *tsunamis* para cada secção com base nos dados do vector de inundação (Probabilidade 5000 e Pior Cenário) do Instituto de Hidráulica da Universidade da Cantábria. A unidade de exposição é a de pessoas/ha ou o número total de pessoas que potencialmente podem ser afectadas pelos diferentes cenários de inundação em cada secção. Foi levada a cabo uma análise adicional com o mesmo princípio para as infraestruturas críticas expostas.

Cálculo de susceptibilidade

Com base na estrutura etária do conjunto de dados demográficos, extraímos a predisposição das pessoas facilmente afectadas ou influenciadas por *tsunamis*. Foram definidos os dois indicadores seguintes para a susceptibilidade: o primeiro inclui a percentagem da população com menos de 6 e mais de 65 anos de idade. Estes dois limiares baseiam-se nas conclusões dos estudos no Sri Lanka e na Indonésia, realizados após o *tsunami* de Dezembro de 2004 (Rofi, Doocy e Robinson, 2006). Os estudos efectuados em relação aos mortos e aos desaparecidos por grupo etário demonstraram que as crianças mais novas e as pessoas com mais de 61 anos foram as mais afectadas e, portanto, as mais vulneráveis em comparação com outros grupos etários (Jayasingam *et al.*, 2007). O segundo indicador deriva da equação seguinte (1):

$$\left(1 - \left(\frac{\text{masculino (15-65 anos)}}{\text{total da população}}\right)\right) * 100 \quad (1)$$

A equação engloba uma combinação do rácio da dependência e do rácio do sexo e indica a percentagem da população total a ser assistida em caso de *tsunami*, o que significa que delimita as áreas que mais precisam de assistência exterior e constitui, por isso, uma medida relativa de vulnerabilidade. Ambos os indicadores foram testados numa distribuição normal, mas o rácio da dependência relacionado com o sexo não foi distribuído normalmente. Por isso, este indicador denominou-se logaritmo, aplicando-se depois a transformada-z a ambos os indicadores. Cada indicador foi ponderado a 50% e adicionado para se obter um indicador agregado para a susceptibilidade (ver também a Figura 5). A fundamentação

para a focalização no rácio da dependência e no rácio do sexo tem por base as conclusões da investigação sobre o *tsunami* no Oceano Índico, que sublinha claramente que o aparecimento súbito destes perigos tem um impacto mais significativo na população mais nova, na mais idosa e na feminina do que na população masculina em idade activa (ver também Birkmann e Fernando, 2008).

Cálculo da capacidade de resposta

A capacidade de resposta inclui os meios através dos quais as populações usam os recursos e as capacidades disponíveis para enfrentar as consequências de um perigo (ver UN/ISDR, 2004). No nosso estudo, seleccionámos os seguintes indicadores para derivar um valor que indicasse a capacidade de resposta: a percentagem de edifícios com mais de um piso que permitam a evacuação vertical das pessoas; a percentagem de pessoas com frequência escolar superior a seis anos; o número de crianças com menos de seis anos e de pessoas analfabetas e de imigrantes não falantes de espanhol que teriam dificuldade em ler e entender uma mensagem de alerta. Os primeiros dois indicadores são factores positivos de resposta – significando o primeiro que os edifícios com mais de um piso permitem por norma a evacuação vertical no caso de um *tsunami* – enquanto o último indicador agregado descreve défices de resposta. Os factores da altura dos edifícios e da quantidade de pessoas que podem não compreender um alerta foram expressos num algoritmo para obter uma distribuição normal depois de ter sido aplicada a transformada-z. A percentagem de pessoas com escolaridade superior a seis anos foi normalmente distribuída e, por isso, foi-lhe aplicada a transformada-z. Atribuiu-se uma ponderação de 0,33 a cada um dos três factores de resposta, que foram agregados num único indicador de resposta (ver Figura 5).

Vulnerabilidade relacionada com a dimensão social

De modo a agregar os três principais componentes da vulnerabilidade – a) exposição, b) susceptibilidade e c) capacidade de resposta –, cada factor teve de ser ponderado. Devido ao facto de existirem várias técnicas de ponderação que podem ser derivadas de modelos estatísticos ou de métodos participativos, os autores optaram pelo método de atribuição de igual ponderação, uma vez que todas as variáveis têm o mesmo valor no indicador compósito (Nardo *et al.*, 2005) (ver Figura 5). De seguida, usou-se a equação seguinte para a agregação: Vulnerabilidade agregada = Exposição + Susceptibilidade – Capacidade de resposta.

2.3. Métodos para a estimativa da vulnerabilidade com base em dados qualitativos

As metodologias quantitativas atrás mencionadas implicam a mensurabilidade da vulnerabilidade. No entanto, é importante reconhecer que a designação “mensurabilidade da vulnerabilidade” não abrange apenas as abordagens quantitativas que lidam com dados e números. Daí que a investigação sobre vulnerabilidade e avaliação da vulnerabilidade em Cádiz também tenha englobado os métodos qualitativos, que abordam e se concentram em informações intangíveis, como a percepção do risco e a preparação institucional, por exemplo no que diz respeito à responsabilidade institucional pelo alerta rápido de *tsunamis* ou pela comunicação dos riscos. Por conseguinte, a maioria das informações sobre a vulnerabilidade económica e das infraestruturas foi obtida através de investigação qualitativa. Os métodos utilizados durante este estudo foram transectos, entrevistas a especialistas, entrevistas a leigos e grupos de discussão (*focus groups*) para compreender de uma forma mais completa a situação *in situ* em Cádiz. Assim, os transectos permitem obter uma melhor imagem do contexto geográfico de um estudo de caso e da distribuição dos locais ou das instituições importantes. As entrevistas não estruturadas a especialistas são efectuadas a fim de se compreender os processos com base na descrição e no conhecimento pormenorizado das pessoas envolvidas através do seu trabalho quotidiano. As entrevistas a leigos são levadas a cabo para se apreender a percepção e a opinião da população local afectada pelos processos ou desenvolvimentos que constituem o objecto da investigação. E, finalmente, os grupos de discussão (*focus groups*) visam a obtenção de informações detalhadas dos conceitos, percepções e ideias de um grupo seleccionado de especialistas ou leigos sobre o tópico em causa, sendo também usados para validar os resultados provenientes, por exemplo, de estudos quantitativos com a assistência de actores localmente envolvidos.

Entre os dias 9 e 13 de Março de 2009 teve lugar uma saída de campo a Cádiz a fim de recolher dados qualitativos sobre a percepção do risco de *tsunami* na cidade. Primeiro, realizou-se um transecto histórico com dois representantes da agência de protecção civil local que mostraram e descreveram todos os marcos remanescentes do impacto do *tsunami* de 1755 ao investigador da UNU-EHS. Enquanto se deslocavam para os referidos marcos, os dois actores locais descreveram a forma como o *tsunami* entrou na cidade, de que direcção veio e quais as partes da cidade que foram destruídas quase por completo. Mostraram ainda até que ponto o *tsunami* entrou na cidade, o número de vítimas mortais e de que forma um potencial *tsunami* poderá afectar no futuro as zonas vulneráveis da cidade.

Em segundo lugar, foram levadas a cabo oito entrevistas a especialistas e seis entrevistas a leigos. A amostra das entrevistas a especialistas considerou as diferentes áreas institucionais da cidade que poderiam ser afectadas por um *tsunami*. Entre elas contam-se a protecção civil, a educação, a saúde, as infraestruturas críticas e o porto, que representa uma das mais importantes fontes de rendimento da cidade. Além disso, as entrevistas a especialistas e a leigos concentraram-se em diferentes grupos sociais e instituições com mais relevância em termos de risco de *tsunami* e respectiva vulnerabilidade. Assim, as entrevistas a especialistas incluíram dois representantes da agência de protecção civil local, um representante do distribuidor local de gás e outro do abastecimento de água (infraestruturas críticas), um representante da autoridade portuária de Cádiz (Autoridad Portuaria – Puerto de la Bahía de Cádiz), um da autoridade de busca e salvamento marítimo (porto/sector económico), um representante de uma escola local (sector da educação) e um do serviço de emergência médica (sector da saúde). Cada uma das entrevistas teve lugar no respectivo local de trabalho do entrevistado, seguindo um guião. As informações da protecção civil foram transmitidas em várias conversas com dois representantes que acompanharam o investigador durante a saída de campo. Por norma, as entrevistas tiveram a duração aproximada de 60 minutos.

As perguntas tinham por objectivo compreender a percepção de risco de *tsunami* de uma instituição específica e em particular as respectivas implicações para a responsabilidade da instituição em termos da cartografia dos riscos, da redução da vulnerabilidade, do planeamento da evacuação, da gestão de emergências e do alerta rápido para *tsunamis*. Por exemplo, perguntava-se se o risco de *tsunami* era tido em conta no plano de emergência ou no código de construção dos edifícios da instituição e se se levavam a cabo acções de informação do pessoal sobre o risco existente e a forma como deveriam agir no caso da ocorrência de um *tsunami*. No caso de infraestruturas críticas, perguntava-se se havia infraestruturas complementares capazes de manter os serviços em funcionamento no caso da ocorrência de um acontecimento perigoso. Além disso, discutiam-se as consequências que poderiam advir de um potencial *tsunami* para o respectivo sector ou instituição e a existência ou não de seguros para compensar eventuais danos. Também se perguntava que outros riscos naturais existiam e se eram ou não levadas a cabo avaliações de vulnerabilidade com regularidade. O resultado global das entrevistas a especialistas foi que nenhuma instituição inclui actualmente nos seus planos de emergência o risco específico de *tsunami*. Devido à baixa frequência deste tipo de risco, não são postas em prática quaisquer medidas preventivas. No entanto, as

autoridades estavam pelo menos conscientes da possibilidade de ocorrência de um *tsunami*.

Para além das entrevistas a especialistas, foram levadas a cabo seis entrevistas a leigos. Três delas foram feitas a um proprietário de loja, a uma pessoa empregada num café e a outra que trabalhava num hotel. As restantes foram feitas a pessoas que andavam na praia e a quem se pediu para responder a algumas perguntas. Estas foram seleccionadas de acordo com a idade e o sexo, de modo a que houvesse representantes de diferentes faixas etárias e de ambos os sexos. As entrevistas tiveram a duração aproximada de 10 minutos cada.

Questionaram-se estas pessoas sobre a consciência da existência de risco de *tsunami* em Cádiz e, em caso afirmativo, se conheciam os sinais e os potenciais efeitos da ocorrência de um perigo desse tipo. Além disso, perguntou-se se alguma vez tinham sido informadas sobre o risco de *tsunami* e se sabiam como deveriam reagir perante tal situação. O resultado das entrevistas a leigos mostra claramente que não existe qualquer consciência do risco de *tsunami* entre a população de Cádiz. As poucas pessoas com alguma noção do risco potencial não conhecem os eventuais sinais ou a maneira correcta de reagir.

No dia 12 de Março de 2009, a UNU-EHS, em cooperação com o Ministério do Ambiente de Espanha (Direcção-Geral da Sustentabilidade da Costa e do Mar), organizou uma oficina com cerca de 30 intervenientes interessados na área e com diferentes experiências profissionais. Para além de todos os parceiros envolvidos na parte da investigação relativa a Cádiz do projecto TRANSFER (Universidade de Cantábria – UC, um representante; UNU-EHS, dois representantes; e Instituto Geográfico Nacional – IGN, dois representantes), e dos utilizadores finais (Direcção-Geral da Sustentabilidade da Costa e do Mar do Ministério do Ambiente – Demarcación de Costas de Andalucía Atlántico, três representantes; e da Protecção Civil – Dirección General de Protección Civil y Emergencias, quatro representantes), também participaram na oficina representantes de todos os níveis de governo (local, regional e nacional, seis representantes), de organizações ambientais (dois representantes), de universidades (dois representantes), da autoridade portuária (dois representantes), do sector da saúde (um representante) e das forças armadas (três representantes).

A oficina teve lugar no edifício da Autoridade Portuária e durou cerca de cinco horas. O objectivo geral foi a apresentação pelos parceiros de alguns dos resultados seleccionados da investigação e a sua discussão e validação com a ajuda dos intervenientes das partes interessadas. Além disso estava também previsto um grupo de discussão (*focus group*) para detectar

as causas subjacentes às vulnerabilidades dos diferentes sectores da cidade em relação a *tsunamis* e para desenvolver um conjunto de recomendações que permitam reduzir essas mesmas vulnerabilidades.

Assim, a primeira parte da oficina incluiu duas apresentações por parte da UNU-EHS e da UC, respectivamente, dos resultados da investigação no que respeita à avaliação da vulnerabilidade e dos cenários de inundação. Os resultados foram então discutidos e validados em conjunto com as partes interessadas. Verificou-se grande interesse dos participantes no que toca a dados mais precisos sobre um potencial *tsunami*, nomeadamente o tempo que a onda do *tsunami* levaria a chegar a Cádiz, a força com que atingiria a cidade, a sua velocidade e os efeitos que poderia ter. Algumas destas questões foram respondidas pelos parceiros espanhóis do projecto. O tempo de chegada da onda foi estimado em cerca de uma hora e a velocidade da onda em cerca de 10-12 m/s. Os dados disponíveis não permitiram calcular a força.

Foi também referida pelas partes interessadas a importância de efectuar estudos de vulnerabilidade e de risco a uma escala geográfica mais ampla, por exemplo ao longo de toda a Baía de Cádiz. Fizeram-se ainda perguntas sobre os potenciais efeitos do sismo responsável pelo *tsunami*, para além do próprio *tsunami*.

A segunda parte da oficina consistiu num grupo de discussão (*focus group*), conforme já se referiu antes. Este tinha por objectivo detectar as causas subjacentes às vulnerabilidades encontradas no âmbito da avaliação de vulnerabilidade da UNU-EHS e discutir possíveis formas de as reduzir. O debate foi moderado por um dos investigadores da UNU-EHS. O método aplicado assemelha-se a uma “árvore de problemas” e constitui um dos métodos utilizados no âmbito da Avaliação Participativa Rural. Neste âmbito, anotaram-se em papéis coloridos os diferentes contextos institucionais vulneráveis da cidade de Cádiz (por exemplo, o da educação, o de diferentes grupos sociais, como os idosos, o de infraestruturas críticas, etc.) e afixaram-se numa parede, tendo-se colocado mais abaixo as vulnerabilidades relativas a cada contexto. Na fase seguinte, identificaram-se as ideias das partes interessadas sobre as possíveis causas subjacentes a essas vulnerabilidades, anotando-as também em papéis de diferentes cores e formas. Por último, afixaram-se por baixo as recomendações apresentadas pelas partes interessadas. Assim, foi possível visualizar numa espécie de matriz as causas e as possíveis soluções para reduzir a vulnerabilidade ao risco de *tsunami* em Cádiz, tendo-se ainda registado os resultados do grupo de discussão.

3. Análise e interpretação

O cálculo dos indicadores para cada um dos três parâmetros principais de vulnerabilidade (exposição, susceptibilidade e capacidade de resposta) e a vulnerabilidade agregada das dimensões social e económica, bem como alguns dados qualitativos relativos aos aspectos sociais e económicos da vulnerabilidade, revelaram a distribuição e os padrões de vulnerabilidade na cidade de Cádiz relativamente aos dois cenários de inundação – Probabilidade 5000 e Pior Cenário – que a seguir se descrevem (ver Figuras 6 e 7). É importante notar que a dimensão económica se concentrou em particular nas infraestruturas críticas, uma vez que uma perturbação ou perda dos serviços fornecidos por essas infraestruturas iria implicar importantes impactos nas actividades económicas da cidade (por exemplo, o porto e a indústria hoteleira). Além disso, a dependência em relação às infraestruturas críticas é um desafio importante, em especial para os países industrializados.

3.1. Vulnerabilidade social

Exposição

No cenário de inundação com uma probabilidade de recorrência num período de 5000 anos, as áreas mais expostas são as da parte mais ocidental da cidade, dado que um potencial *tsunami* atingiria a cidade de sudoeste. Tratando-se de áreas de inundação mais extensas e com maior densidade populacional, estas secções mostram maior exposição geral da população, quando comparadas com as secções do lado oriental da cidade. Junto à costa situam-se as secções em que é mais elevado o número de habitantes expostos, no sudoeste da cidade velha (La Viña) e a sul de La Telegrafia (ver Figura 6), na parte sul da cidade. As secções no centro de Varela, nas zonas oeste e noroeste de La Viña e no nordeste do Centro são de exposição média. Todas as outras secções expostas correspondem apenas a pequenas áreas de inundação ou de baixa densidade populacional e, por conseguinte, a percentagem de habitantes expostos é reduzida. É importante notar, no entanto, que o facto de as secções à volta das áreas portuárias (em especial o porto da Cidade de Cádiz) estarem assinaladas a cinzento não significa que estas áreas não estejam expostas, mas sim que não têm residentes permanentes, não fazendo por isso parte de quaisquer referências estatísticas. Todavia, estima-se que o número total de pessoas que trabalham nestas secções portuárias seja superior a 1000, das quais cerca de 500 estão permanentemente presentes nas instalações portuárias durante o dia e cerca de 100 durante a noite. Por conseguinte, a exposição física (as áreas de inundação) da infraestrutura portuária, assim como dos trabalhadores, é bastante elevada.

Relativamente ao Pior Cenário, grande parte da cidade ficaria completamente coberta por água (ver Figura 7). Apenas algumas secções no centro da cidade velha e na parte norte de Varela não seriam afectadas de todo. No entanto, verificam-se também aqui diferenças na exposição das secções em função da respectiva extensão e do respectivo número de residentes. Por exemplo, as secções em La Viña e em Varela têm uma densidade populacional mais elevada do que outras áreas que também ficariam completamente submersas, daí que a sua exposição seja superior quando comparada com outras secções. Em termos globais, a avaliação da exposição salienta que, perante o impacto de um *tsunami*, ficariam em risco cerca de 7700 pessoas no cenário da Probabilidade 5000 e aproximadamente 80 000 (61% do total da população de Cádiz) quando considerado o Pior Cenário (ver Tabelas 1 e 2).

Susceptibilidade

Na medida em que a susceptibilidade da população que vive em Cádiz foi calculada fundamentalmente com base na distribuição etária e por sexo – devido a determinados indicadores, como a saúde, o emprego e os rendimentos, não estarem disponíveis com um maior nível de desagregação – os diferentes níveis deste factor de vulnerabilidade apresentam a distribuição que se refere a seguir.

Grande parte das secções com maior susceptibilidade situa-se na cidade velha de Cádiz. Outras encontram-se na parte noroeste de Varela e outras distribuem-se ainda pela parte central de Puntales. Uma das principais hipóteses verificada durante o *tsunami* no Oceano Índico (ver Birkmann e Fernando, 2008; Rofi, Doocy e Robinson, 2006; Jayasingam *et al.*, 2007) defendia que a população acima dos 65 e abaixo dos 6 anos de idade tinha maior dificuldade em fugir e procurar refúgio no caso de ocorrer um *tsunami*. As crianças, porque geralmente estão dependentes dos pais, não tendo consciência da potencial ameaça, nem sendo capazes de tomar as decisões necessárias; os mais idosos, porque têm menos facilidade em escapar para os pisos mais elevados dos edifícios e em receber e entender mensagens de alerta. O rácio do sexo combinado com o rácio da dependência mostra também que, nestes segmentos da população, um número elevado de pessoas para além da idade activa é economicamente dependente da população activa do sexo masculino. Portanto, a dependência económica em relação à população masculina é bastante elevada e por isso a susceptibilidade de todo o segmento é mais elevada do que nas áreas em que a população principal é do sexo masculino e de idade activa. Também em Espanha o desemprego afecta mais as mulheres, o que as coloca numa situação de maior dependência económica.

TABELA 1 – Causas profundas da vulnerabilidade e medidas de prevenção possíveis em diferentes sectores

Elementos de vulnerabilidade	Demografia	Turismo	Educação	Estrutura urbana	Infraestrutura	Planeamento	Comunicação
Aspectos	Cidadãos idosos	Falta de conhecimento sobre o risco	Comportamento diferente das crianças	Níveis geológicos diferentes dentro da cidade	Infraestrutura não adaptada/preparada	1) Ausência de mapas e planos de risco 2) Ausência de plantas dos abrigos	Baixa probabilidade e elevada incerteza no que respeita à ocorrência de <i>tsunamis</i>
Principais causas	População envelhecida	Sector turístico interessado em ignorar o risco	Planos existentes não apropriados (por exemplo planos de evacuação)	Causas naturais			
Medidas de prevenção possíveis		1) Informação em várias línguas fornecida pelos postos de turismo 2) Informar o pessoal dos postos de turismo 3) Monitorizar os regulamentos a nível local, regional e nacional	1) Adostrar planos de evacuação (legalmente) 2) Educar e formar os professores e os pais 3) Simulações e exercícios	Definir áreas não inundáveis da cidade/abrigos em locais elevados	1) Protecção hermética (a baixo custo) 2) Identificar infraestrutura crítica e adaptá-la	Revisões e actualizações regulares e exercícios de evacuação nas instituições mais importantes	1) Educar e comunicar com regularidade 2) Identificar instituições críticas
Instituição responsável			Protecção Civil Centros educativos				

TABELA 2 – Número total de pessoas e áreas expostas no cenário Probabilidade 5000

Exposição	Número	% do total
Pessoas	7684	5,9
Área (ha)	13,23	11,7

TABELA 3 – Número total de pessoas e áreas expostas no Pior Cenário

Exposição	Número	% do total
Pessoas	79854	61,2
Área (ha)	83,32	73,7

Em geral, a distribuição dos níveis de susceptibilidade reflecte o facto de que a população de Cádiz é em grande parte composta por idosos, que teriam bastante dificuldade em lidar com a ocorrência de um *tsunami* e necessitariam de um forte apoio económico da população activa de modo a poderem recuperar. Os dados actuais sobre a população não permitem entrar em conta com as flutuações sazonais da população durante os períodos de Inverno e de Verão (a época alta do turismo), assim como com a exposição das pessoas no respectivo local de trabalho.

Capacidade de resposta

A capacidade de resposta mais baixa observa-se nas secções urbanas do sudeste de Cádiz, na Zona Franca e em Puntales, nos bairros à volta do muro que separa a cidade velha da nova e em algumas secções a oeste e a norte da cidade velha. A razão para a fraca capacidade de resposta nas secções do sudeste é o baixo nível de escolaridade dos habitantes e o elevado número de imigrantes e de analfabetos, que terão mais dificuldade em perceber devidamente a informação sobre os riscos e alertas de *tsunami* no caso de um acontecimento extremo. A razão para a fraca capacidade de resposta nas secções de Puntales deve-se também aos baixos níveis de escolaridade e ao elevado número de crianças com idade inferior a seis anos, que teria dificuldades semelhantes às que se descreveram para os imigrantes e os analfabetos. Os mesmos factores também são responsáveis pela fraca capacidade de resposta nas secções à volta do limite entre as partes velhas e novas da cidade, assim como nas partes da cidade velha.

Os níveis mais elevados de capacidade de resposta observados na maioria das secções da cidade velha podem ser explicados pela existência de

um maior número de edifícios com mais de um piso, oferecendo, assim, oportunidades de evacuação vertical. Além disso, o nível de escolaridade nesta parte da cidade é relativamente elevado, ao passo que o número de imigrantes e analfabetos é reduzido.

Dimensões sociais da vulnerabilidade

Seguindo a distribuição dos níveis de a) exposição, b) susceptibilidade e c) capacidade de resposta na cidade de Cádiz, podem destacar-se os seguintes resultados:

Em relação ao cenário de Probabilidade 5000, as secções mais vulneráveis correspondem às áreas costeiras da cidade velha, em especial a La Viña, El Pópulo e na parte norte do Centro. Este facto deve-se ao seu elevado nível de exposição, à elevada percentagem de habitantes idosos que nelas vivem (elevada susceptibilidade) e à fraca capacidade de resposta, em especial nas secções localizadas em La Viña e no sector nordeste central do Centro (ver Figura 6).

A elevada vulnerabilidade nas secções de Varela deve-se a uma capacidade de resposta muito fraca (em especial nas secções da costa este da cidade) e a uma elevada susceptibilidade em algumas delas. Já na secção à volta da “Zona Franca” a elevada vulnerabilidade resulta da fraquíssima capacidade de resposta (níveis muito baixos de escolaridade e elevado número de imigrantes e de analfabetos).

Em relação ao Pior Cenário, as secções mais vulneráveis estão concentradas em La Viña, na parte norte do Centro e em Puntales. A maior vulnerabilidade verificada quando comparada com o cenário de Probabilidade 5000 explica-se por uma exposição mais elevada comparativamente às outras secções. Além disso, o grau de susceptibilidade e de capacidade de resposta é o mesmo do cenário da Probabilidade 5000.

3.2. Vulnerabilidade económica/vulnerabilidade de infraestruturas críticas

Só foi calculada a exposição das infraestruturas críticas (estações e postos de transformação para o fornecimento de electricidade, hospitais, hotéis e pensões e abrigos de evacuação) ao analisar a vulnerabilidade económica da cidade (ver Figuras 8 a 11). Combinaram-se vários dados geoespaciais, como estações e postos de transformação, hospitais, hotéis e pensões, com os cenários dos modelos de inundação (Probabilidade 5000 e Pior Cenário) com recurso a técnicas dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), de modo a estabelecer o impacto potencial em vários elementos das infraestruturas críticas.

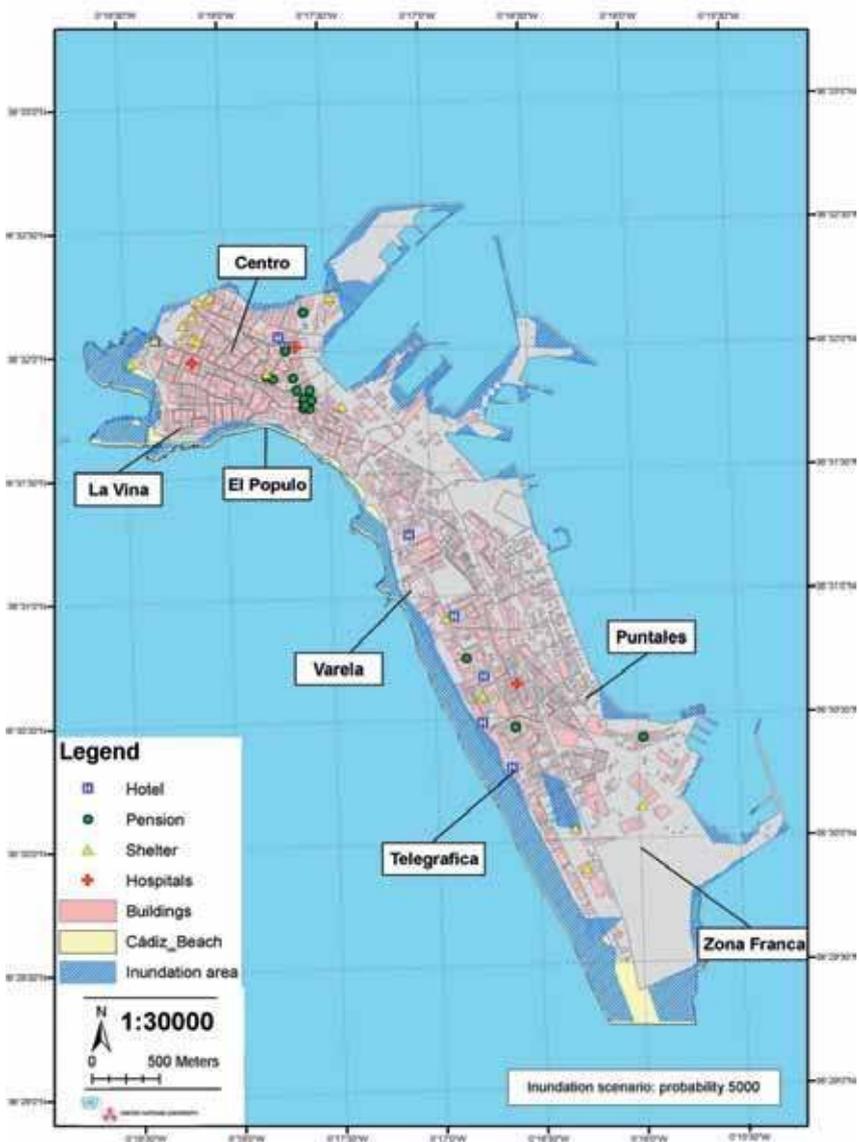


FIGURA 8 – Exposição das infraestruturas críticas de Cádiz com base no cenário Probabilidade 5000

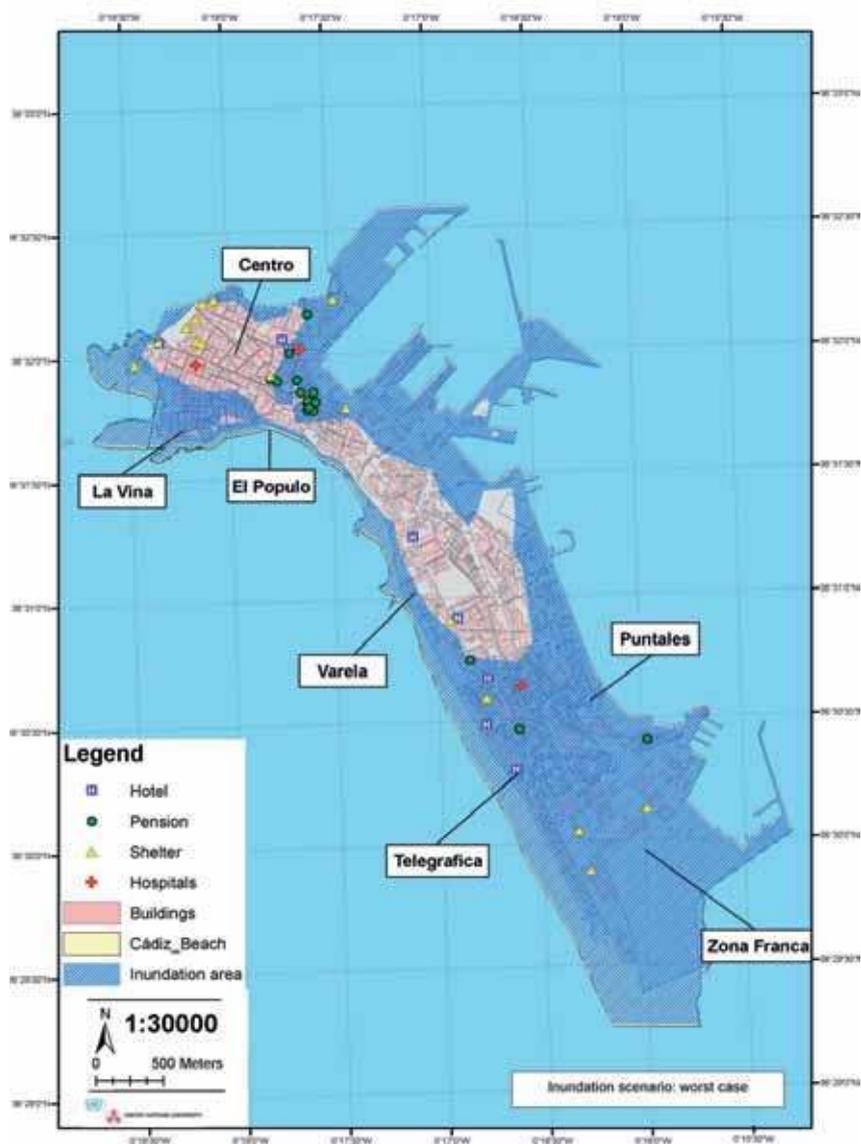


FIGURA 9 – Exposição das infraestruturas críticas de Cádiz com base no Pior Cenário

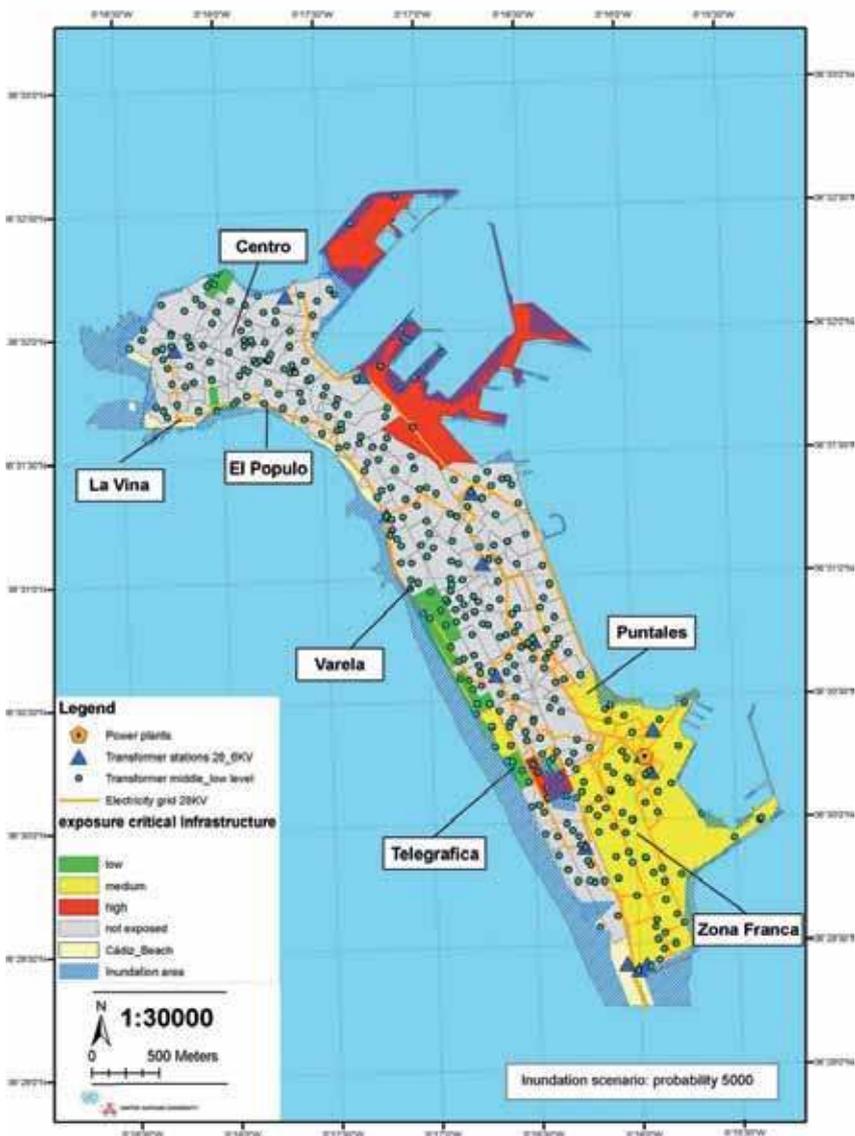


FIGURA 10 – Exposição da infraestrutura crítica (fornecimento eléctrico) de Cádiz com base no cenário Probabilidade 5000

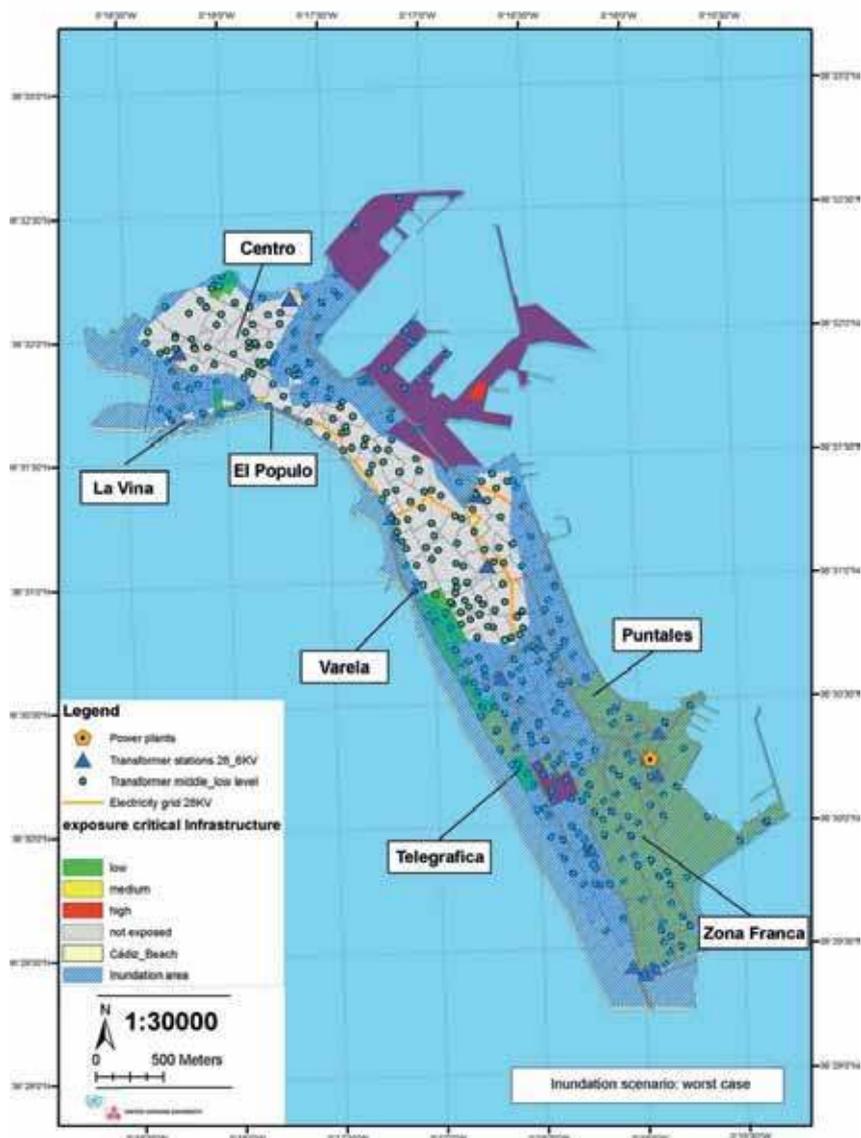


FIGURA 11 – Exposição da infraestrutura crítica (fornecimento eléctrico) de Cádiz com base no Pior Cenário

Não foi possível derivar a susceptibilidade física dos elementos individuais das infraestruturas a partir dos dados existentes. Por conseguinte, a maior parte das informações relativa à vulnerabilidade económica e das infraestruturas foi obtida por meio de investigação qualitativa. Os estudos qualitativos, como entrevistas a especialistas, entrevistas a leigos e grupos de discussão (*focus groups*), levados a cabo durante um trabalho de campo em Março de 2009, permitem chegar a algumas conclusões sobre a capacidade de resposta, que, neste caso, se baseariam em planos de evacuação ou medidas de preparação e prevenção.

No caso da Probabilidade 5000, o mapa para a exposição de hotéis, pensões, hospitais e abrigos mostra que nenhum dos hospitais e pensões estaria em risco. Alguns dos hotéis que estão situados próximo da costa sudoeste de Cádiz e alguns dos abrigos situados nas partes oeste e leste da cidade velha seriam afectados (ver Figura 8). Além disso, os hotéis, as pensões e os hospitais poderiam ser afectados indirectamente no caso de o *tsunami* atingir as principais centrais eléctricas. No entanto, quando comparado com o Pior Cenário, trata-se de um problema menor. No Pior Cenário, ficariam expostos 2 hospitais (Hospital Universitario Puerta del Mar, Clínica de la Salud), pelo menos 9 dos 16 abrigos e mais de metade das pensões e hotéis (ver Figura 9). Estas instalações não só perderiam a sua capacidade de funcionamento, como também não poderiam ser usadas como abrigos no caso de um *tsunami*. As entrevistas com os representantes dos três tipos de infraestrutura (hospitais, hotéis e pensões) revelaram que nenhum deles tinha preparado planos de evacuação ou medidas de preparação e prevenção. Por conseguinte, a vulnerabilidade deste tipo de infraestruturas críticas, em particular dos hospitais, é bastante elevada e é agravada pela falta de capacidade de resposta.

Relativamente à situação do fornecimento de electricidade, no cenário da Probabilidade 5000 a única central eléctrica da cidade, próxima da Zona Franca, não seria afectada. No entanto, duas das 15 estações de transformação e 7,5% dos postos de transformação iriam provavelmente ser afectados e sofrer inundações. De acordo com o director técnico da empresa fornecedora de electricidade a Cádiz, um nível de água superior a um metro provocaria a inoperacionalidade de todos os transformadores. Considerando que cada um dos 371 transformadores fornece electricidade a um número entre 1 e 200 casas, a falta de energia eléctrica poderia afectar um máximo de 5565 casas, com graves consequências para as funções básicas (ver Figura 10).

Na eventualidade de se verificar o Pior Cenário, para além de 12 estações transformadoras e 65% dos postos de transformação entrarem em

colapso, também a central eléctrica seria inundada por água do mar, o que significaria que a falta de energia eléctrica poderia afectar entre 65% e 100% das habitações de Cádiz.

Apesar de as condutas de água não constarem do mapa, o director técnico da companhia de abastecimento de água de Cádiz revelou na entrevista que existem apenas duas condutas para o abastecimento de toda a cidade. Ambas as condutas estão instaladas ao longo da ligação entre San Fernando e Cádiz. Uma vez que esta ligação é bastante estreita, é provável que um *tsunami* que a atinja a partir de oeste danifique gravemente ambas as condutas ou chegue inclusivamente a destruí-las. Nesse caso, o abastecimento de água só estaria assegurado durante 24 horas, uma vez que os depósitos para situações de emergência só têm capacidade para esse período de tempo.

Ainda que o porto de Cádiz não esteja classificado como infraestrutura crítica, a possibilidade de uma quebra significativa na sua funcionalidade representa uma ameaça suplementar para a cidade. A importância do porto pode ser ilustrada pelo facto de, em 2007, ser proprietário de terrenos no valor de 239 milhões de euros. O seu capital de exploração era de 16 milhões de euros e o valor líquido de negócios atingiu os 21 milhões de euros. Além disso, entraram no porto, em média, cinco navios de mercadorias (cerca de 66 000 toneladas) e cerca de 1884 passageiros em trânsito devido à partida e chegada de cruzeiros de e para outros destinos na Europa, assim como de e para a América do Norte e do Sul. Cerca de 3918 empregados estão directamente dependentes do funcionamento de serviços portuários. Estes números servem para sublinhar as graves consequências económicas e sociais que um grande *tsunami* pode implicar, incluindo a perturbação das actividades portuárias.

Consciencialização institucional e falta de preparação

Para além dos níveis de vulnerabilidade revelados com recurso a dados socioeconómicos e demográficos e à avaliação qualitativa, a investigação evidencia um grau muito reduzido de consciencialização por parte das autoridades e do governo local de Cádiz para o risco de *tsunami*.

No guia de risco fornecido pela Agência de Protecção Civil, o risco de inundação causado por um *tsunami* é classificado como “praticamente inexistente nesta zona do globo”. Além disso, o capítulo sobre riscos sísmicos inclui apenas um parágrafo sobre *tsunamis*, mas apenas com uma descrição da sua génese em geral, sem qualquer informação específica que possa ser usada como base real para desenvolver estratégias apropriadas de preparação e resposta (ver também Aparicio, 2002: 2).

O Plan General de Ordenación Urbanística, desenvolvido pelo governo local (Ayuntamiento de Cádiz) em 2007, também inclui um capítulo sobre

riscos naturais e tecnológicos. No entanto, o risco de inundação causado por *tsunamis*, que a concretizar-se provocaria uma enorme destruição, não é de todo incluído. Além disso, as entrevistas realizadas a habitantes locais e a especialistas confirmaram que a ameaça potencial de *tsunami* não está presente no espírito da maioria dos residentes e dos responsáveis. Nos casos em que estes tinham conhecimento de ocorrências anteriores, como o *tsunami* de 1755, não tinham consciência do risco actual nem de eventuais sinais para identificar um *tsunami* e ainda menos de medidas apropriadas de prevenção ou de redução da vulnerabilidade. As entrevistas com representantes das escolas, do sector turístico, da autoridade portuária e de empresas públicas e privadas mostraram que não existem planos de emergência ou medidas educativas para sensibilização em relação ao risco de *tsunamis* e à resposta a tal ocorrência. Em termos globais, as entrevistas realizadas demonstram também a ausência de uma percepção local do risco de *tsunami* e que as estratégias institucionais para a redução do risco não incluem actualmente *tsunamis*. Por conseguinte, a denominada dimensão institucional de vulnerabilidade é também um aspecto importante que necessita de mais atenção no futuro, de modo a que seja criado um conjunto de estratégias eficazes de preparação.

4. Resultados e perspectivas

A avaliação do perigo e da vulnerabilidade de Cádiz no que respeita a *tsunamis* revelou que, apesar de a probabilidade de um *tsunami* ser relativamente baixa, as suas consequências – em particular considerando a possibilidade do Pior Cenário – seriam graves para a cidade e os seus habitantes. A análise sistemática dos componentes principais da vulnerabilidade – a) exposição, b) susceptibilidade e c) capacidade de resposta – revelou que algumas faixas da população e algumas áreas dentro da cidade são claramente mais vulneráveis do que outras. Deste modo, a avaliação permite também identificar áreas que o desenvolvimento futuro deverá considerar como prioritárias, por serem zonas em que os *tsunamis* constituem um dos riscos efectivos com origem no mar. É importante notar que até ao momento os *tsunamis* nunca foram referidos como um risco potencial na região costeira. Além disso, como já observámos, a informação sobre os *tsunamis* e a sensibilização por parte da população potencialmente exposta é muito limitada. Além do mais, os critérios de avaliação utilizados enfatizam o facto de que as medidas para melhorar a capacidade de resposta – como as opções de evacuação vertical – deveriam tornar-se parte integrante do planeamento estratégico do desenvolvimento urbano futuro. No entanto, até agora, estas medidas ou aspectos não têm sido tidos em conta. Além disso, o inquérito e o quadro subjacente mostram também que

a cartografia das áreas de potencial inundação com um *tsunami* é importante mas não suficiente, no caso de o objectivo ser o desenvolvimento de uma estratégia mais abrangente de redução do risco e da vulnerabilidade. Para além da inundação física, a vulnerabilidade também depende – como mostram os indicadores seleccionados – da composição social da população exposta e da sua capacidade de resposta ao impacto potencial de um *tsunami*. Neste contexto, somos confrontados pelo facto de que, numa cidade europeia como Cádiz, a avaliação quantitativa da vulnerabilidade é dificultada pela falta de dados adequados. Embora à escala subnacional existam dados adicionais para indicadores socioeconómicos importantes como o desemprego, etc., esses dados não estão disponíveis com uma maior desagregação espacial de modo a permitir, por exemplo, que cubram partes da cidade de Cádiz. Por isso mesmo, recomenda-se que na avaliação de vulnerabilidade se combinem as abordagens quantitativa e qualitativa. Deste modo, seria possível que a vulnerabilidade ao risco de *tsunamis* fosse tomada em consideração de uma forma mais abrangente do que apenas pela cartografia da exposição.

Além do mais, em relação às infraestruturas críticas, em que os dados poderiam ser obtidos para as centrais eléctricas, estações e postos de transformação e linhas eléctricas, também se mostra que um eventual *tsunami* poderia cortar o fornecimento eléctrico a 5565 habitações em segundos (com base no cenário da Probabilidade 5000). Este facto pode acarretar graves consequências para outros elementos críticos da infraestrutura, como o abastecimento de água canalizada ou o funcionamento normal dos hospitais. Por isso, e apesar de a probabilidade de ocorrência dos *tsunamis* ser relativamente baixa, estes devem ser considerados no âmbito do desenvolvimento e renovação das infraestruturas críticas, particularmente por essas mesmas infraestruturas serem fulcrais em situações de crise. Deve acrescentar-se ainda que essas infraestruturas se caracterizam pelo seu custo elevado e pela falta de mobilidade.

Finalmente, vale a pena apontar o facto de que a discussão sobre a avaliação dos resultados em Cádiz tem também permitido a identificação das primeiras medidas e acções necessárias para reduzir o risco e a vulnerabilidade. Durante um encontro de especialistas aí realizado em Março de 2009 analisaram-se num grupo de discussão (*focus group*) as várias secções vulneráveis da cidade, as causas profundas da sua vulnerabilidade, assim como as potenciais medidas para a reduzir. Curiosamente, as principais medidas que os participantes e os especialistas propuseram como primeiro passo não exigem grandes recursos financeiros, envolvendo principalmente a informação e a comunicação, assim como a identificação das

infraestruturas mais críticas (ver Tabela 1). A discussão revelou ainda que a evacuação da cidade não é uma opção no caso de Cádiz, uma vez que as duas estradas para sair da cidade (N-443 e CA-33) permitem apenas a saída de 4000 veículos por hora, quando o número total de veículos em Cádiz ronda os 50 000. Por isso, a única possibilidade de evacuação rápida é a vertical, em edifícios com mais de um piso e que estejam construídos de modo apropriado. Trata-se de uma mensagem importante que deve ser comunicada às pessoas por todos os canais de informação possíveis, começando nas escolas e passando pelos meios de comunicação social. Além disso, deveriam efectuar-se regularmente exercícios e simulações de evacuação em escolas e outras instituições públicas e privadas importantes. Neste sentido, poderia aprender-se com os países do Sudeste Asiático, nomeadamente a Indonésia, em que, para além de campanhas de sensibilização, também foram levadas a cabo acções de formação nas escolas (Taubenböck *et al.*, 2009). Os especialistas concluíram que estas medidas são relativamente fáceis de implementar e que requerem apenas um financiamento reduzido. Para além disso, as partes interessadas locais admitiram que acções mais complexas e com custos mais elevados seriam provavelmente mais difíceis de pôr em prática devido à falta de apoio governamental (e, por conseguinte, financeiro), devido ao elevado nível de incerteza e à baixa frequência dos *tsunamis* em Cádiz. No entanto, os mapas de vulnerabilidade indicam claramente que se devem considerar as diversas características da vulnerabilidade e definir prioridades para melhorar a situação nas zonas mais vulneráveis da cidade no que respeita aos grupos sociais e às infraestruturas. O principal objectivo desta avaliação e da informação dela resultante é ajudar os decisores locais e os responsáveis pela protecção civil a abordar as pessoas com maiores necessidades de protecção directa, antes que ocorra um acontecimento adverso.

É necessário sublinhar, em particular no contexto do desenvolvimento da NEAMTWS (2008), que, para além da infraestrutura de alerta e da detecção de falhas geomorfológicas susceptíveis de originar *tsunamis*, o alerta rápido da população também requer informação adequada sobre as populações e as regiões potencialmente afectadas, as suas vulnerabilidades e a sua capacidade de resposta. Assim, os mapas apresentados neste estudo proporcionam uma base essencial para uma melhor compreensão da susceptibilidade e da capacidade de resposta das comunidades e das cidades expostas a potenciais ameaças de *tsunamis* na Europa.

Referências bibliográficas

- Aparicio Florido, José António (2002), *Guías de Riesgo. Sismos*. Protección Civil Andalucía. Consultado a 12/09/2011, em <http://www.iaem.es/GuiasRiesgos/Sismos.pdf>.
- Birkmann, Jörn (2006), “Measuring Vulnerability to Promote Disaster-Resilient Societies: Conceptual frameworks and definitions”, in J. Birkmann (org.), *Measuring Vulnerability to Natural Hazards*. Tokyo: UNU Press, 9-54.
- Birkmann, Jörn; Fernando, Nishara (2008), “Measuring Revealed and Emergent Vulnerabilities of Coastal Communities to Tsunami in Sri Lanka”, *Disasters*, 32(1), 82-105.
- Carreño Herrero, Emilio (2005), “La peligrosidad de tsunamis en las costas españolas. Simulaciones”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13(1), 60-64.
- Chambers, Robert (1989), “Vulnerability. Editorial Introduction”, *IDS Bulletin*, 20(2), 1-7. Sussex.
- COI-UNESCO (2009), Intergovernmental Coordination Group for the Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North Eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas. Consultado a 12/01/2009, em http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid=1035.
- Fernández Reina, Javier (2001), *La ciudad insular*. Cádiz.
- Frisch, Wolfgang; Meschede, Martin (2007), *Plattentektonik – Kontinentverschiebung und Gebirgsbildung*. Darmstadt: Primus [2ª ed.].
- Galbis, R. J. (1932), *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E y 20° W de Greenwich y los paralelos 45° y 25° N*. Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística.
- IEA (Instituto de Estadística de Andalucía) (2008), *Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía*. Cádiz. Último acesso a 16/01/2009, em <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica/sima/htm/sm11012.htm>.
- Jayasingam, Thangamuthu; Birkmann, Jörn; Hettige, Sir *et al.* (2007), “Vulnerability Comparison between Galle and Batticaloa based on a Household Survey Using Questionnaires”, *SOURCE*, 7, 39-47. Bonn: Publication Series of UNU-EHS. Consultado a 12/09/2011, em <http://www.ehs.unu.edu/file/get/8339>.
- La Voz Digital* (2008), “Tsunami: la amenaza 253 años después”. Consultado a 12/09/2011, em <http://www.lavozdigital.es/cadiz/20081101/ciudadanos/tsunami-amenaza-anos-despues-20081101.html>.
- Luque, L.; Lario, J.; Civis, J.; Silva, P. G.; Zazo, C.; Goy, J. L.; Dabrio, C. J. (2002), “Sedimentary Record of a Tsunami during Roman Times, Bay of Cádiz, Spain”, *Journal of Quaternary Science*, 17(5-6), 623-631.
- Nardo, Michela; Saisana, Michaela; Saltelli, Andrea; Tarantola, Stefano; Hoffman, Anders; Giovannini, Enrico (2005), *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and user guide*. OECD Statistics Working Paper. Consultado a 12/09/2011, em [http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=std/doc\(2005\)3&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=std/doc(2005)3&doclanguage=en).

- North-East Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas Tsunami Warning and Mitigation Systems (NEAMTWS) (2008), *ICG NEAMTWS-JRC Workshop Final Report*. Consultado a 20/09/2011, em http://www.ioc-tsunami.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=7511&lang=en.
- Olabarrieta, M.; Medina, R.; Gonzalez, M.; Otero, L. (2011), “C3: A Finite Volume-Finite Difference Hybrid Model for Tsunami Propagation and Run-up”, *Computers & Geosciences*, 37(8), 1003-1014.
- PGOU (Plan General de Ordenación Urbanística, Ayuntamiento de Cádiz) (2007), *Avance de la Adaptación-Revisión del PGOU*. Cádiz.
- Post, J.; Wegscheider, S.; Mück, M.; Zosseder, K.; Kiefl, R.; Steinmetz, T.; Strunz, G. (2009), “Assessment of Human Immediate Response Capability Related to Tsunami Threats in Indonesia at a Sub-national Scale”, *Natural Hazards and Earth System Science*, 9, 1075-1086. Consultado a 12/09/2011, em <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1075/2009/nhess-9-1075-2009.html>.
- Puerto de la Bahía de Cádiz (2008), *Memoria Anual 2007*. Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz.
- Rofi, Abdur; Doocy, Shannon; Robinson, Courtland (2006), “Tsunami Mortality and Displacement in Aceh Province, Indonesia”, *Disasters*, 30(3), 340-350. Consultado a 12/09/2011, em <http://www.jhsph.edu/bin/a/v/TsunamiRofi.pdf>.
- Schellmann, G. (2007), “Geologische Grundlagen”, in Hans Gebhardt; Rüdiger Glaser; Ulrich Radtke e Paul Reuber, *Geographie – Physische Geographie und Humangeographie*. München: Spektrum Akademischer Verlag, 264-277.
- Taubenböck, H.; Goseberg, N.; Setiadi, N.; Lämmel, G.; Moder, F.; Oczipka, M.; Klüpfel, H.; Wahl, R.; Schlurmann, T.; Strunz, G.; Birkmann, J.; Nagel, K.; Siegert, F.; Lehmann, F.; Dech, S.; Gress, A.; Klein, R. (2009), “‘Last-Mile’ Preparation for a Potential Disaster – Interdisciplinary Approach towards Tsunami Early Warning and an Evacuation Information System for the Coastal City of Padang, Indonesia”, *Natural Hazards and Earth System Science*, 1509-1528. Consultado a 20/09/2011, em <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1509/2009/nhess-9-1509-2009.html>.
- Thywissen, Katharina (2006a), “Components of Risk – A Comparative Glossary”, *SOURCE*, 2. Bonn: Publication Series of UNU-EHS. Consultado a 20/09/2011, em <http://www.ehs.unu.edu/file/get/8335>.
- Thywissen, Katharina (2006b), “Core Terminology of Disaster Reduction: A comparative glossary”, in Jörn Birkmann (org.), *Measuring Vulnerability to Natural Hazards*. Tokyo: UNU Press, 448-496.
- Tinti, Stefano (2007), “Tsunami Research in Europe”, *Terra Nova*, 2(1), 19-22.
- TRANSFER (2009), *Scenario Flooding and Risk Maps, Probabilistic Risk Maps for Cádiz City and Huelva Community. Risk Reduction Measures for Cádiz*, Deliverable D8.2 of project TRANSFER, 6th European Framework Programme.

UC e IGN (Universidad de Cantabria e Instituto Geográfico Nacional) (2009), *Tsunami Inundation Maps along the South-west Spanish Coast*, Deliverable D7.1 of project TRANSFER, 5th European Framework Programme.

UN/ISDR (United Nations/International Strategy for Disaster Reduction) (2004), *Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, Vol. 1. New York e Geneva: United Nations ISDR.

Villagrán De León, Juan Carlos (2008), “Rapid Assessment of Potential Impacts of a Tsunami: Lessons from the Port of Galle in Sri Lanka”. *SOURCE*, 9. Bonn: Publication Series of UNU-EHS. Consultado a 20/09/2011, em <http://www.ehs.unu.edu/file/get/3777>.

Watts, Michael; Bohle, Hans (1993), “The Space of Vulnerability: The causal structure of hunger and famine”, *Progress in Human Geography*, 17(1), 43-67.

Fonte dos dados

Instituto Nacional de Estadística, consultado a 20/09/2011, em <http://www.ine.es/welcoing.htm>.