

Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

Fernando M. S. F. Marques

fsmarques@fc.ul.pt



**Ciências
ULisboa**

Faculdade
de Ciências
da Universidade
de Lisboa



**INSTITUTO
DOM LUÍZ**

22 de junho de 2017

Redes ecológicas – Objectivos, funções

- protecção e integração dos elementos biológicos, biofísicos, culturais, recreativos e paisagísticos do território -> sustentabilidade
- ordenamento e planeamento ambientalmente sustentável -> qualidade de vida da população
- estabelecer sistemas naturais, com continuidade, permitindo o funcionamento e desenvolvimento dos ecossistemas, promovendo a biodiversidade
 - suporte de paisagens e ecossistemas autóctones
 - corredor ecológico para fauna e flora
 - contribuir para melhoria da qualidade do ar
 - funções sociais e culturais - espaços livres de recreio, lazer, actividade física e educação ambiental

Valorização económica:

- valorização do edificado
- benefícios na saúde pública
- actividades económicas compatíveis

Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

Redes ecológicas – Oportunidades

Contribuir para a prevenção / mitigação de riscos naturais utilizando áreas de:

- instabilidades em vertentes, escarpas e arribas
- risco de cheia/inundação
- amortecimento de cheias
- zonas ameaçadas pelo mar

Contribuir para a conservação de recursos geológicos utilizando áreas de:

- zonas de protecção de aquíferos e captações; áreas de máxima infiltração
- zonas de protecção de jazidas de minerais e rochas com valor estratégico (rochas ornamentais, minerais e rochas industriais, minerais metálicos)

Resolução do Conselho de Ministros n.º 44/2016

O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), aprovado pela Lei n.º 58/2007, de 4 de setembro define o modelo territorial que traduz espacialmente as orientações estratégicas em matéria de sistema urbano e acessibilidades e estabelece os seguintes objetivos estratégicos para Portugal, os quais constituem o quadro referencial de compromissos das políticas com incidência territorial:

a) Conservar e valorizar a biodiversidade, os recursos e o património natural, paisagístico e cultural, utilizar, de modo sustentável, os recursos energéticos e geológicos e prevenir e minimizar os riscos;

Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

Redes ecológicas

Possíveis contribuições das cartografias ligadas ao risco em instrumentos de ordenamento do território

- áreas com restrições de uso e ocupação susceptíveis de contribuir para o estabelecimento das redes ecológicas

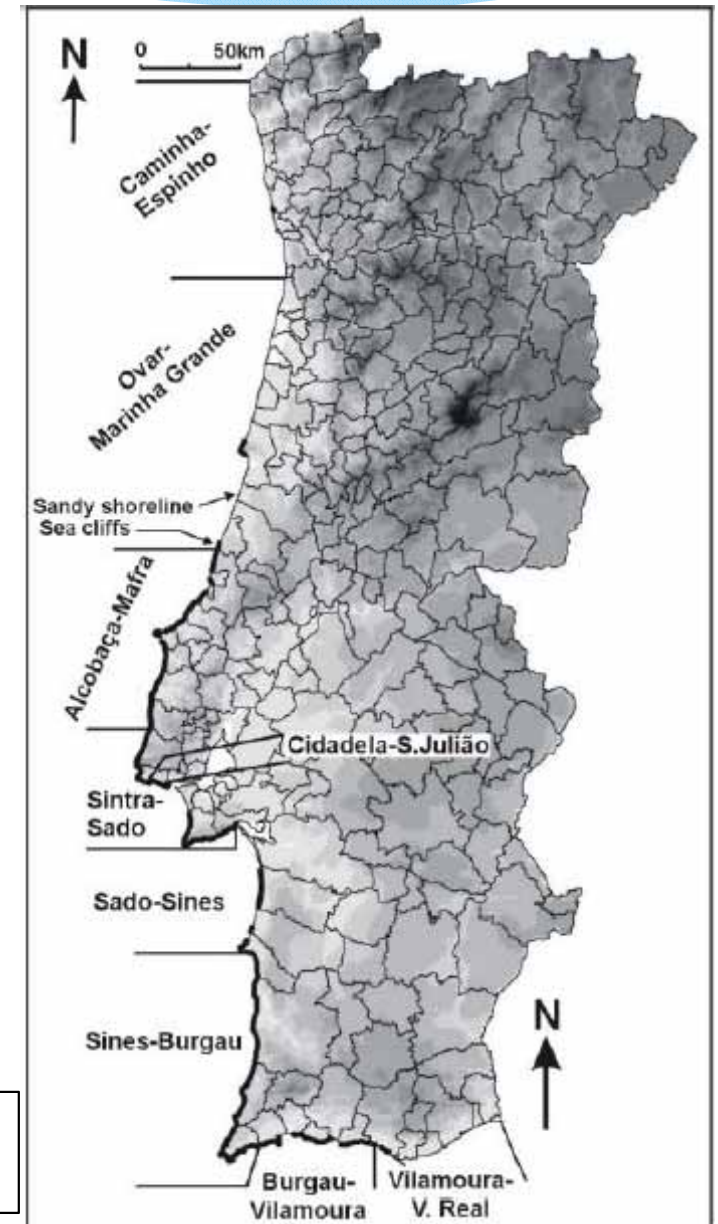
Planos de Ordenamento da Orla Costeira (1ª geração,)

Burgau-Vilamoura, Alcobaça-Mafra, Sintra-Sado, Vilamoura-Vila Real:

Faixas de risco das arribas – duas faixas da crista para terra, uma faixa do sopé para o mar

Burgau-Vilamoura, Alcobaça-Mafra, Sintra-Sado, Vilamoura-Vila Real:

Uma faixa de risco das arribas da crista para terra

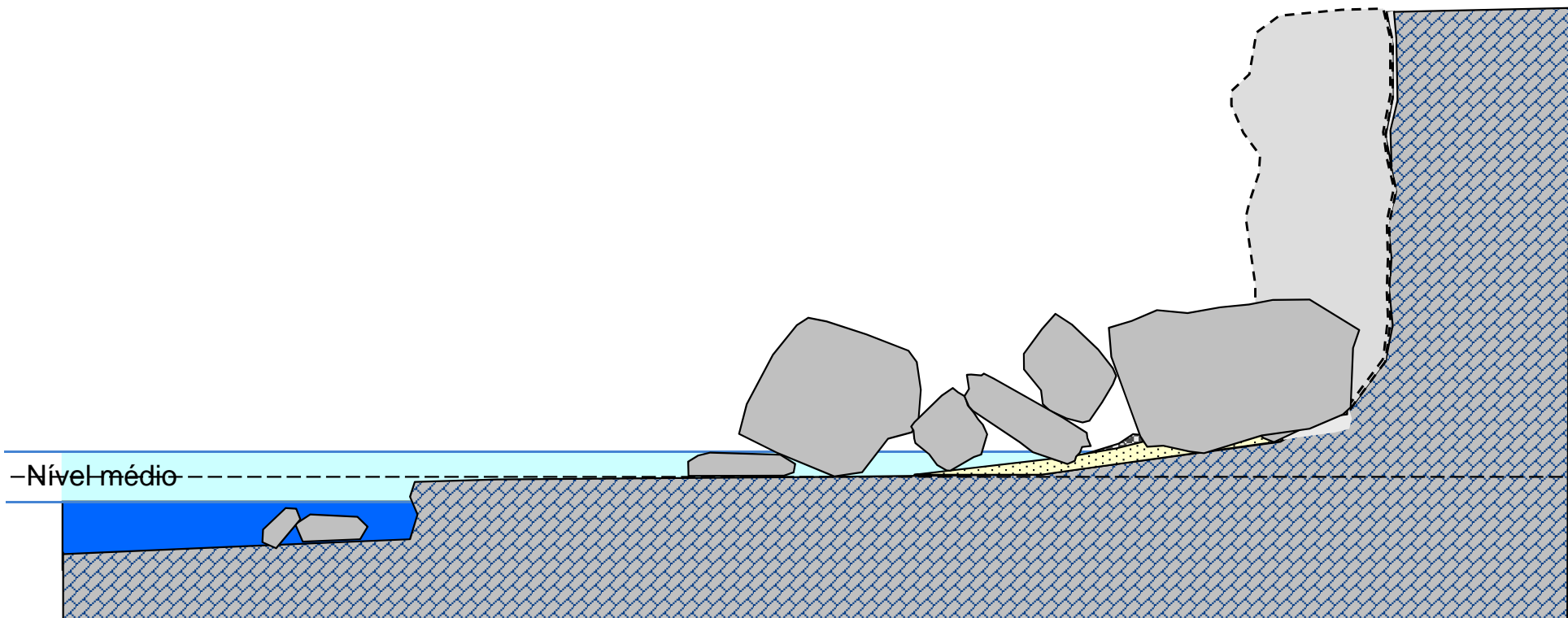


Marques, F.M.S.F. (2009) Sea cliff instability hazard prevention and planning: examples of practice in Portugal. Journal of Coastal Research, SI 56, 856-860.

Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

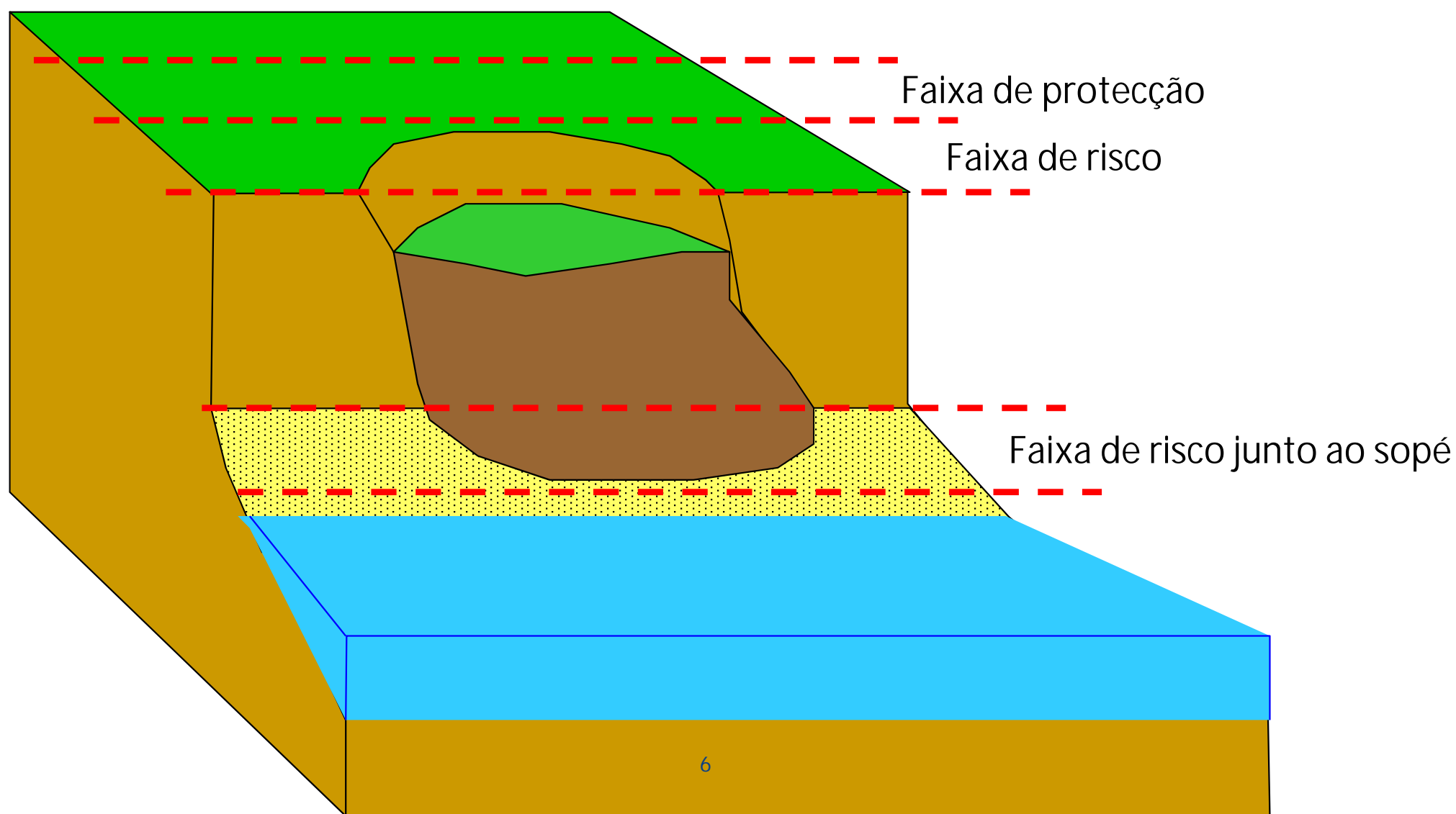
Evolução de arribas:

- Dominada pela ocorrência de movimentos de massa de vertente
- Escalas dimensionais extremamente variadas
- Ocorrência quase pontual e descontínua no espaço e no tempo



Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

POOCs Alcobaça-Mafra, Sintra-Sado, Burgau-Vilamoura – critérios de prevenção de riscos





Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

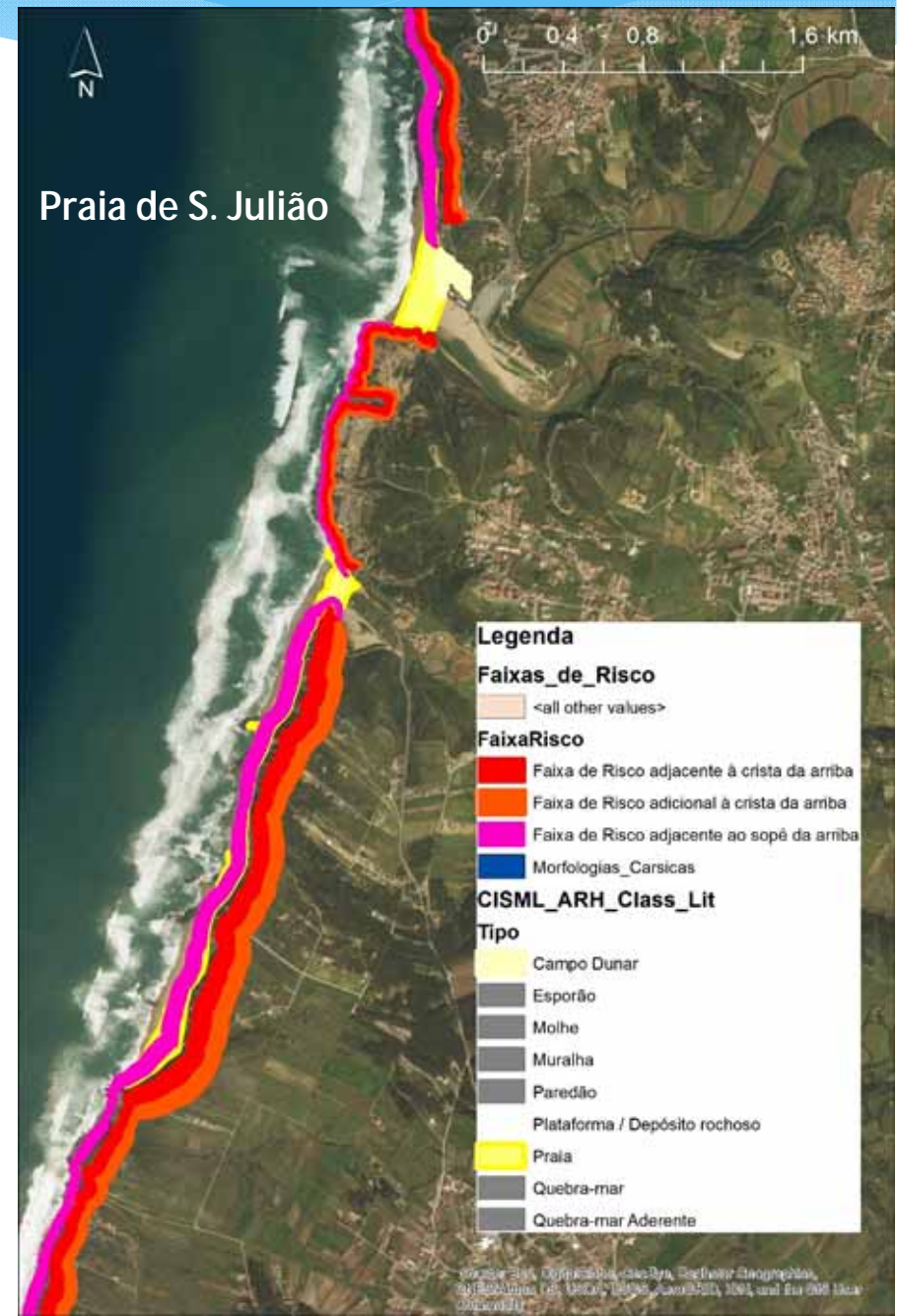
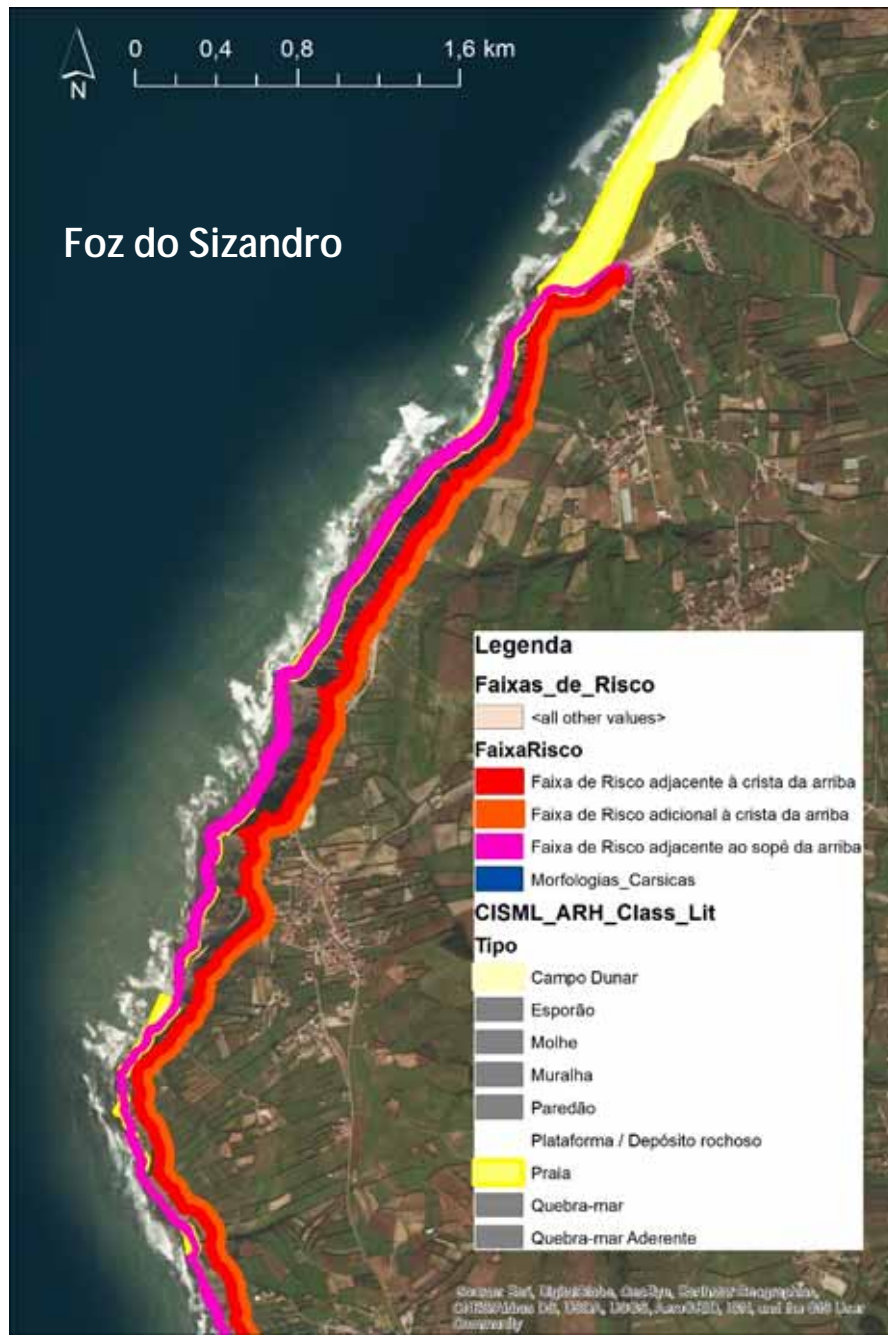
Programas da Orla Costeira (2ª geração, em conclusão)

- Validação e aperfeiçoamento das faixas de salvaguarda às arribas e inclusão de faixas de salvaguarda em litoral baixo, arenoso.
- Inclusão de novas figuras (salvaguarda de endocarso, áreas de ravinamento, áreas de morfologia cársica, áreas de instabilidade de vertentes)

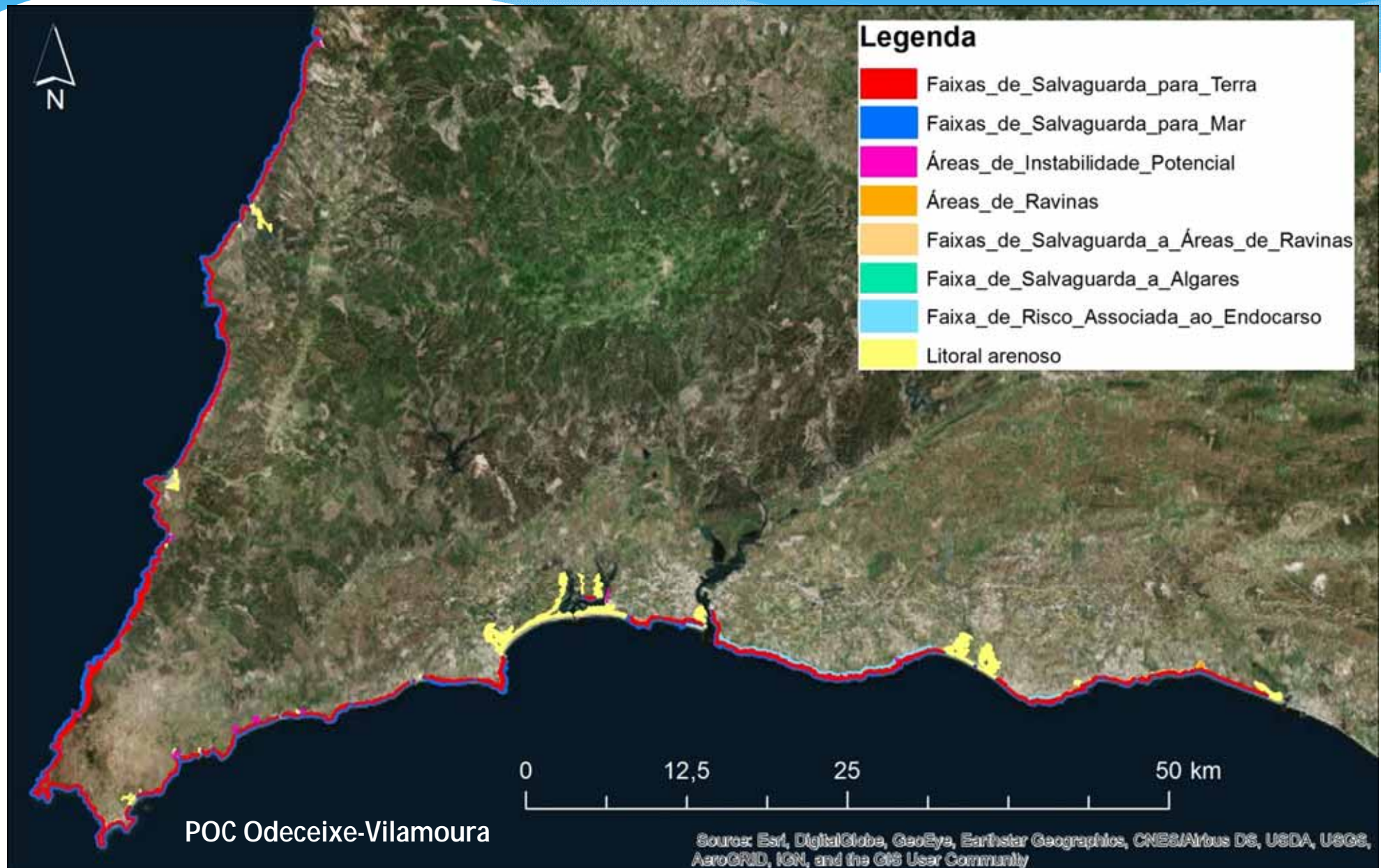
Marques, F., Penacho, N., Queiroz, S., Gouveia, L., Matildes, R., Redweik, P. (2013) Estudo da adequabilidade das faixas de risco/salvaguarda definidas no POOC em vigor. FCUL / APA. Entregável 1.3.3.a, 66 p.
(<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=10&sub3ref=1192>)

Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

POC Alcobaça-Espichel

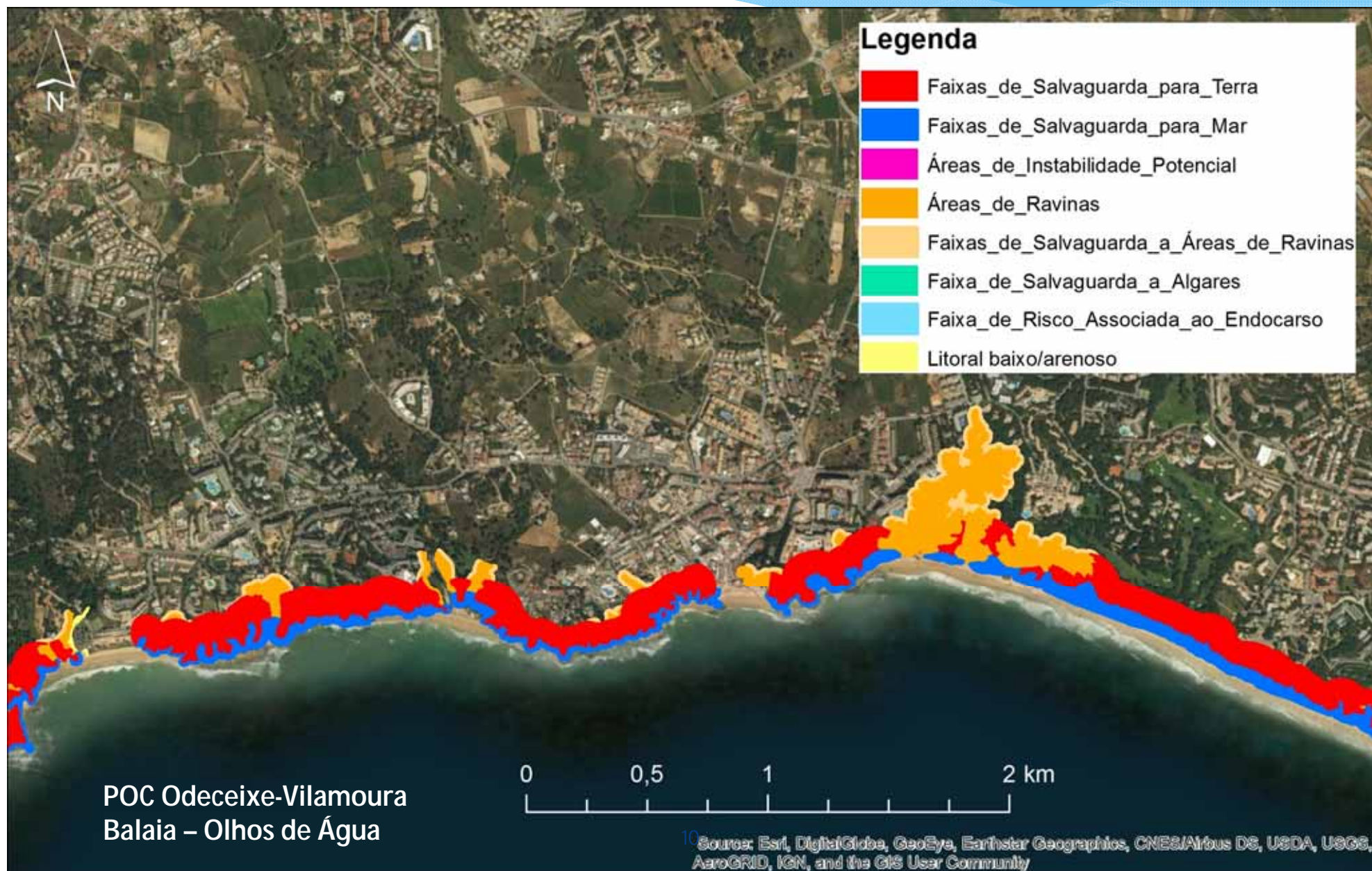


Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território

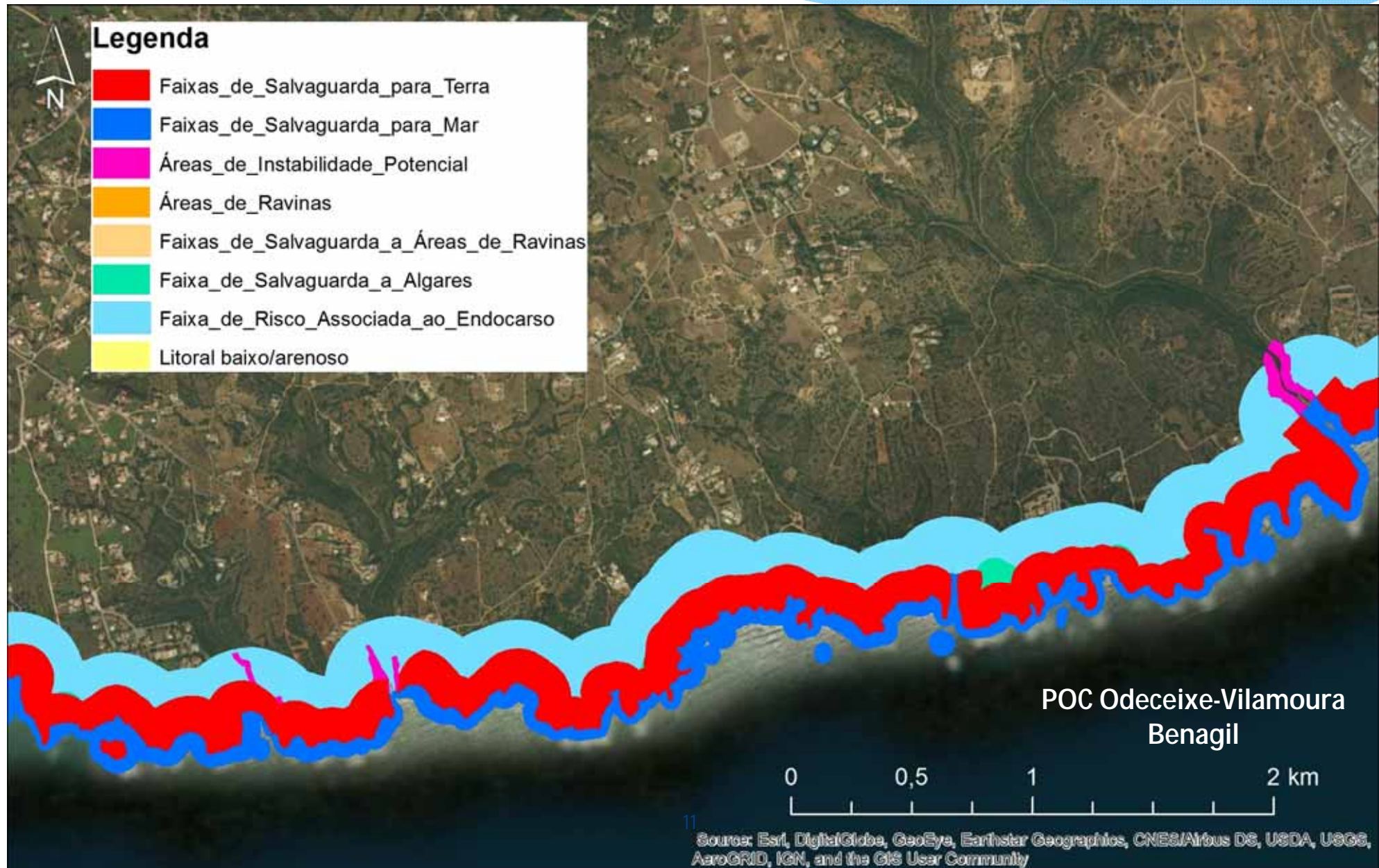


Marques, F., Queiroz, S., Gouveia, L. (2015) Caracterização geológica e geomorfológica, evolução de arribas e revisão das faixas de risco/salvaguarda para o POC Odeceixe-Vilamoura. FFCUL – Biodesign. 27p. e mapas vectoriais.

Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território



Contribuições das Geociências para as redes ecológicas nos instrumentos de ordenamento do território



REN - objetivos

Recursos

Alterações climáticas

Riscos

Sustentabilidade

- a) Proteger os **recursos naturais água e solo**, bem como salvaguardar sistemas e processos biofísicos associados ao **litoral** e ao **ciclo hidrológico terrestre**, que asseguram **bens e serviços ambientais** indispensáveis ao desenvolvimento das actividades humanas;
- b) Prevenir e reduzir os efeitos da **degradação** da **recarga de aquíferos**, dos **riscos** de **inundação marítima**, de **cheias**, de **erosão hídrica** do solo e de **movimentos de massa** em vertentes, contribuindo para a **adaptação** aos efeitos **das alterações climáticas** e acautelando a **sustentabilidade ambiental** e a **segurança** de pessoas e bens;
- c) Contribuir para a **conectividade** e a **coerência ecológica** da Rede Fundamental de Conservação da Natureza;
- d) Contribuir para a concretização, a nível nacional, das prioridades da Agenda Territorial da União Europeia nos domínios ecológico e da gestão transeuropeia de **riscos naturais**.

Sobreposição parcial com os objetivos das infraestrutura ecológicas

Tipologias REN (RCM 81/2012) – Aplicação ao concelho de Almada

Áreas de proteção do litoral

- ✓ Praias
- ✓ Barreiras detríticas (restingas, barreiras soldadas e ilhas-barreira)
- ✓ Dunas costeiras [e dunas fósseis]
- ✓ Faixa marítima de proteção costeira
- ✗ ~~[Faixa terrestre de proteção costeira]~~
- ✓ Águas de transição e respetivos leitos, margens e faixas de proteção
- ✓ Arribas e respetivas faixas de proteção

Áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico

- ↔ Cursos de água e respetivos leitos e margens
- ↔ Lagoas, lagos (leitos, margens e faixas de protecção (L. do Torrão)
- ✓ Áreas estratégicas de proteção e recarga de aquíferos

Áreas de prevenção de riscos naturais

- ✓ Zonas ameaçadas pelo mar
- ↔ Zonas ameaçadas pelas cheias
- ✓ Áreas de instabilidade de vertentes

Zonas ameaçadas pelo mar

Definição da tipologia

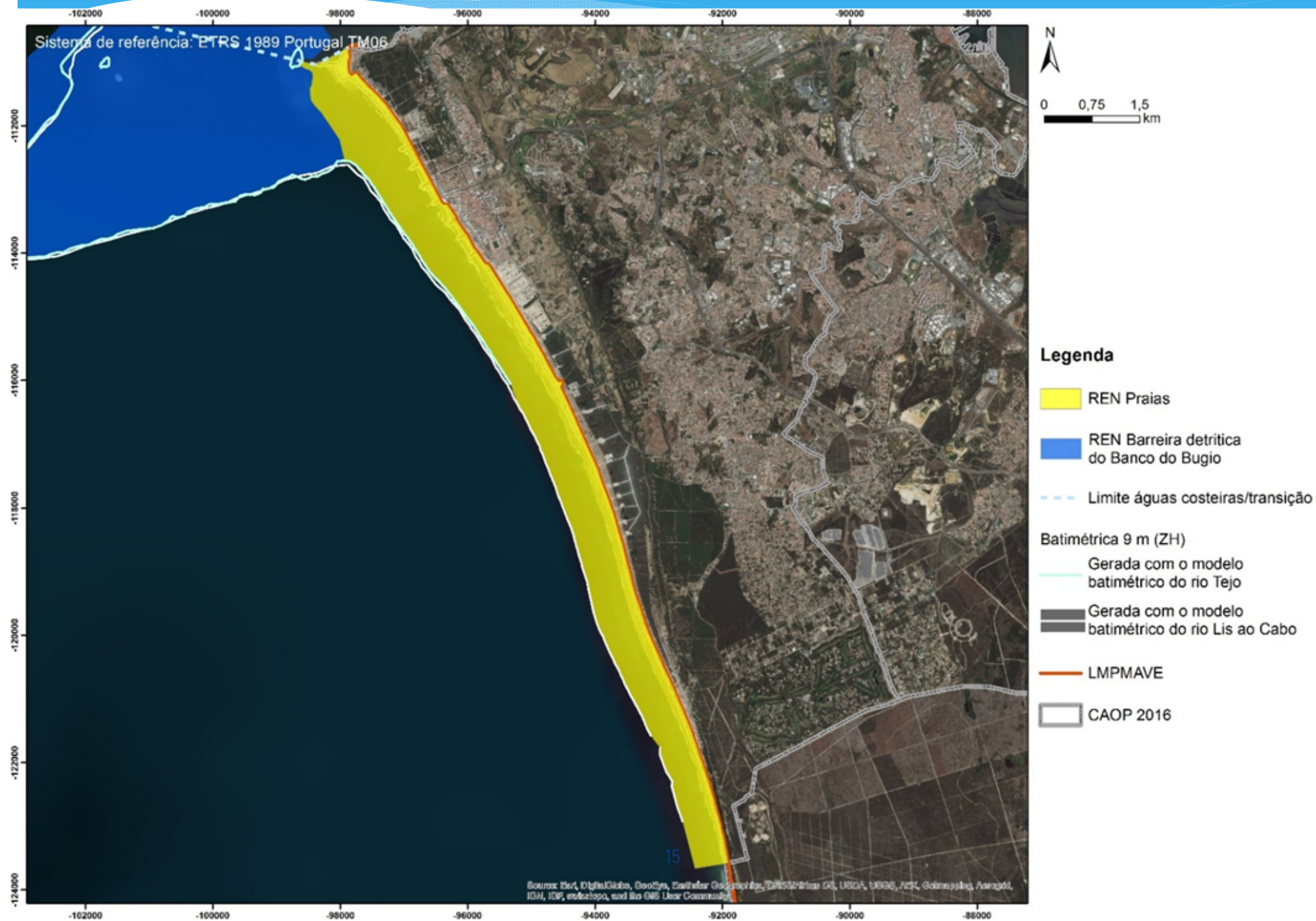
Áreas contíguas à margem das águas do mar que, em função das suas características fisiográficas e morfológicas, evidenciam elevada suscetibilidade à ocorrência de inundações por galgamento oceânico (CCDR-LVT 2015) e erosão (POC).

Metodologia

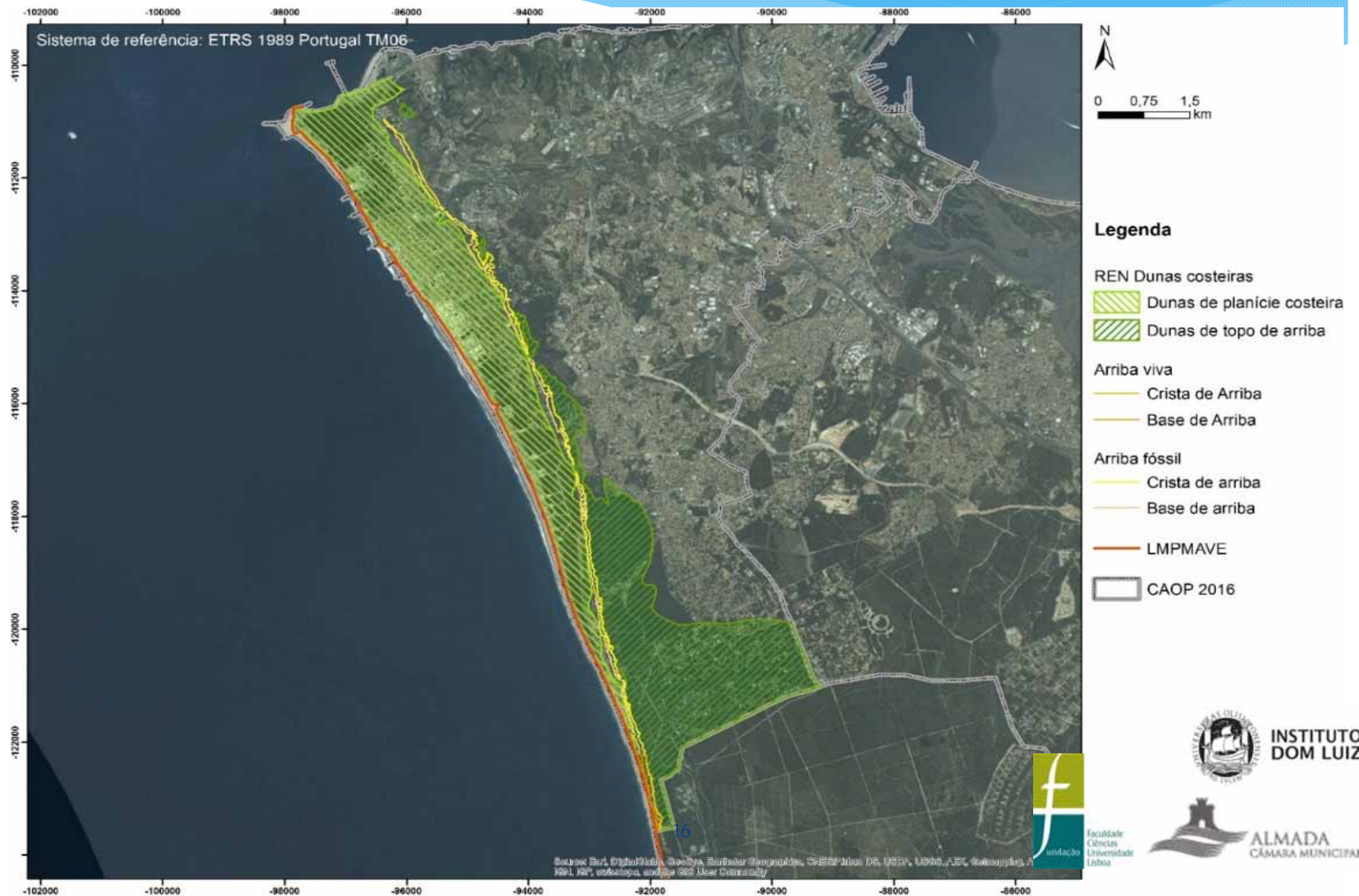
- Limite inferior: LMPMAVE.
- Limite superior: espacialmente variável, efeito combinado das componentes:
 - Maré astronómica (MA).
 - Cota do nível médio do mar (NMM).
 - Sobre-elevação meteorológica (SE).
 - Espraio da onda (CME).
 - Erosão: tempestade e tendência.

**Coerência com o
POC Alcobaça-Espichel**

Praias



Dunas costeiras



Lagoas, lagos (leitos, margens e faixas de protecção)

(em desenvolvimento)

Lagoa do Torrão

1984

2001

2004

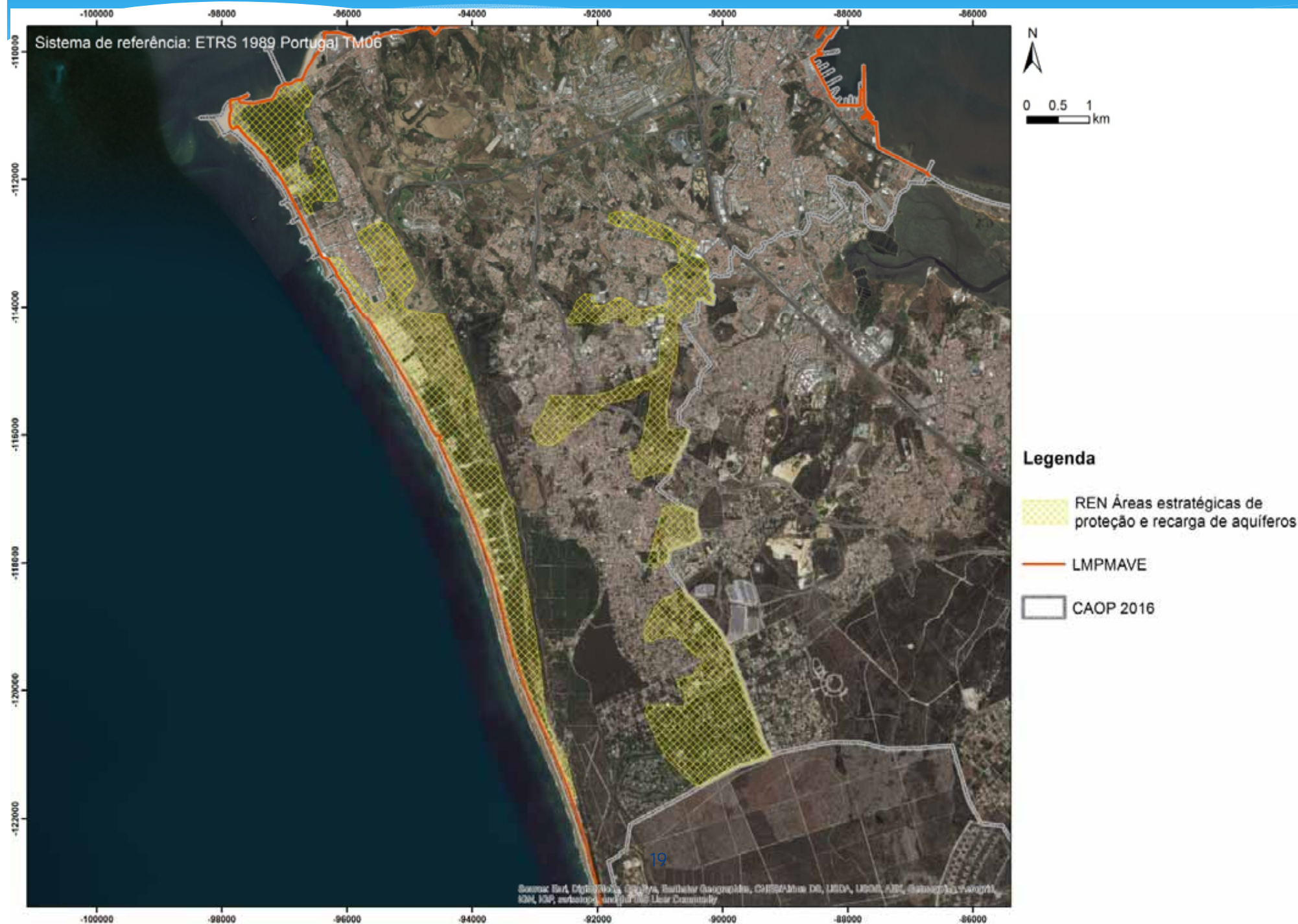
2015

2012

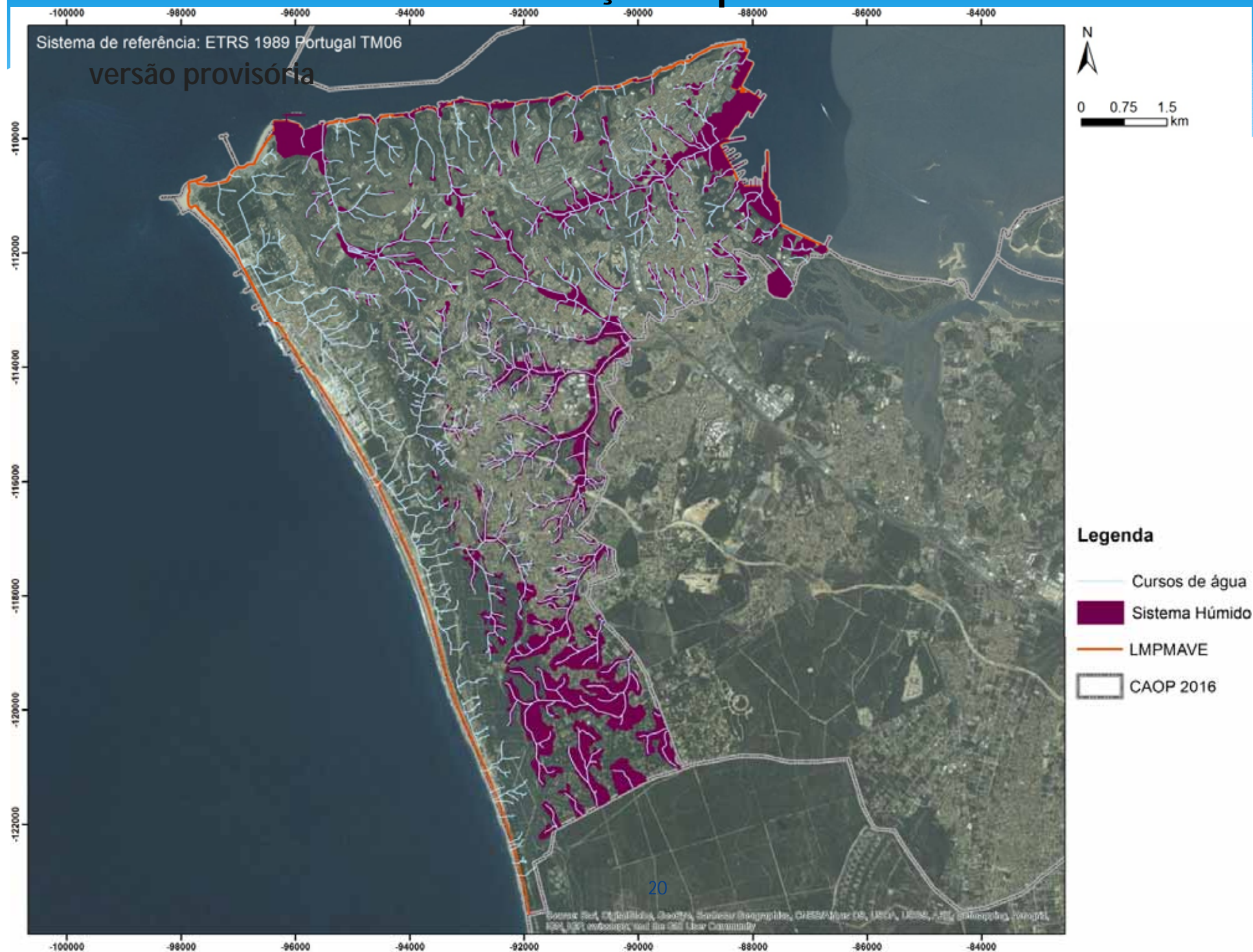
2007



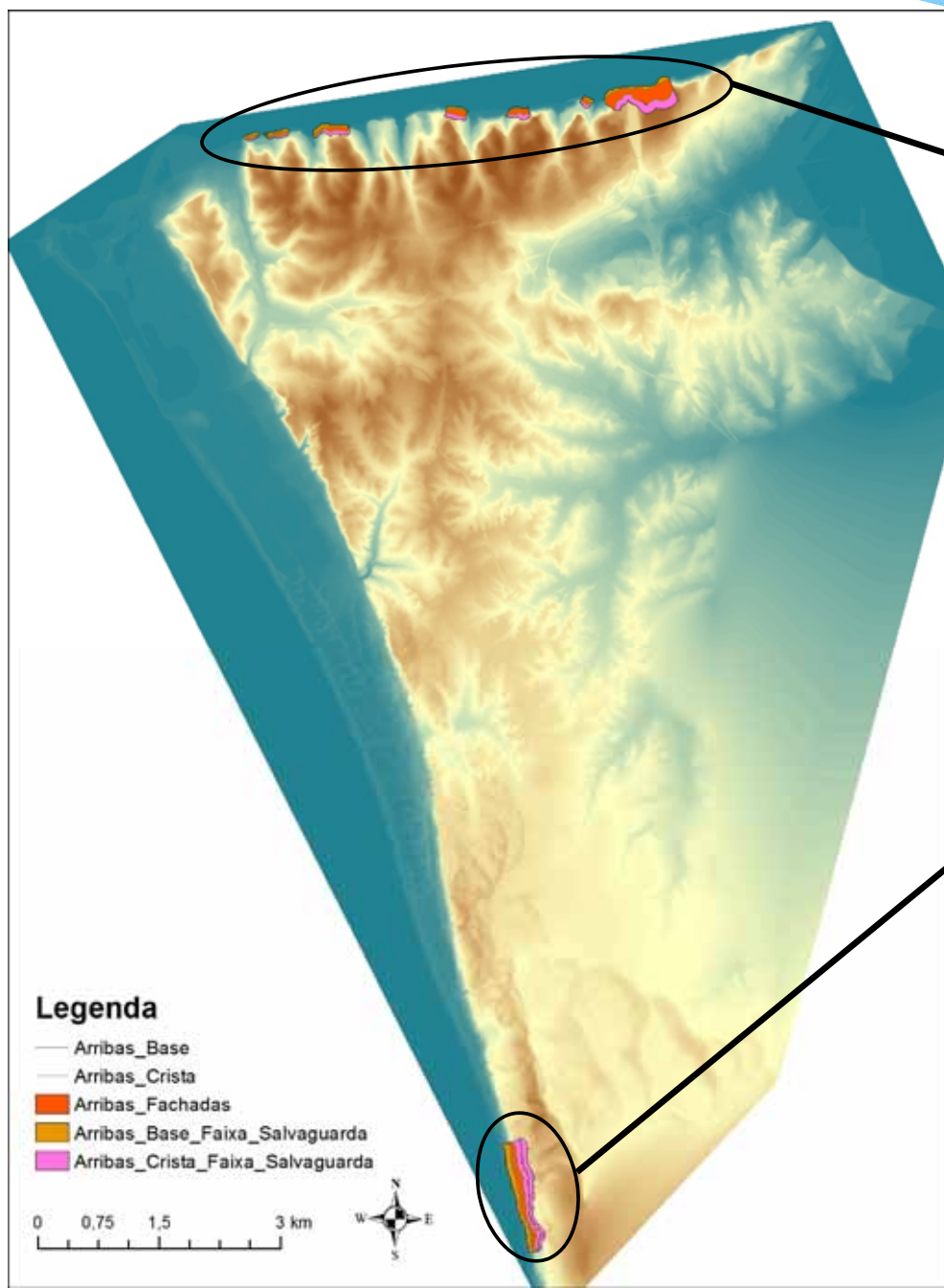
Áreas Estratégicas de Proteção e Recarga de Aquíferos



Zonas ameaçadas pelas cheias



Arribas e respectivas faixas de proteção

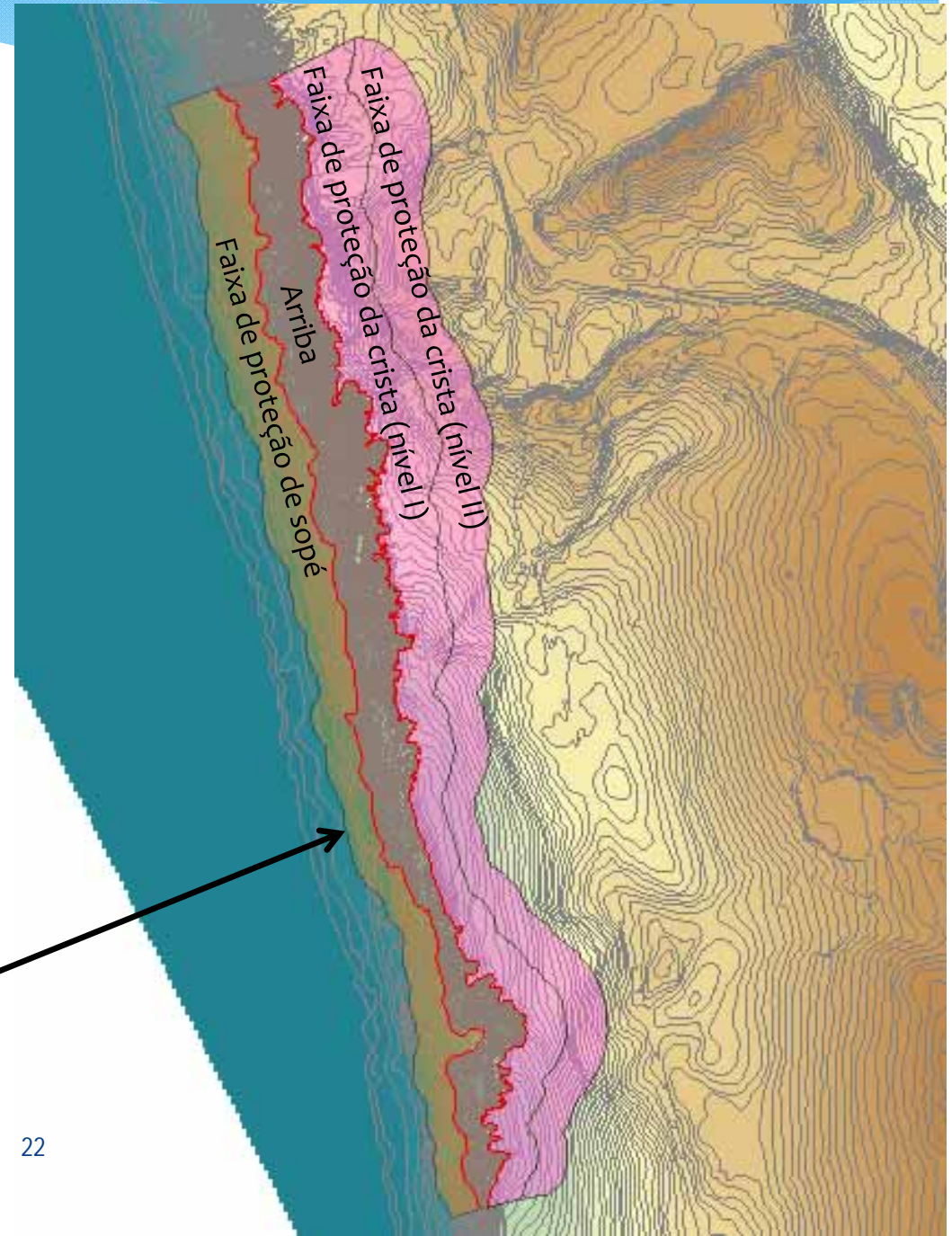
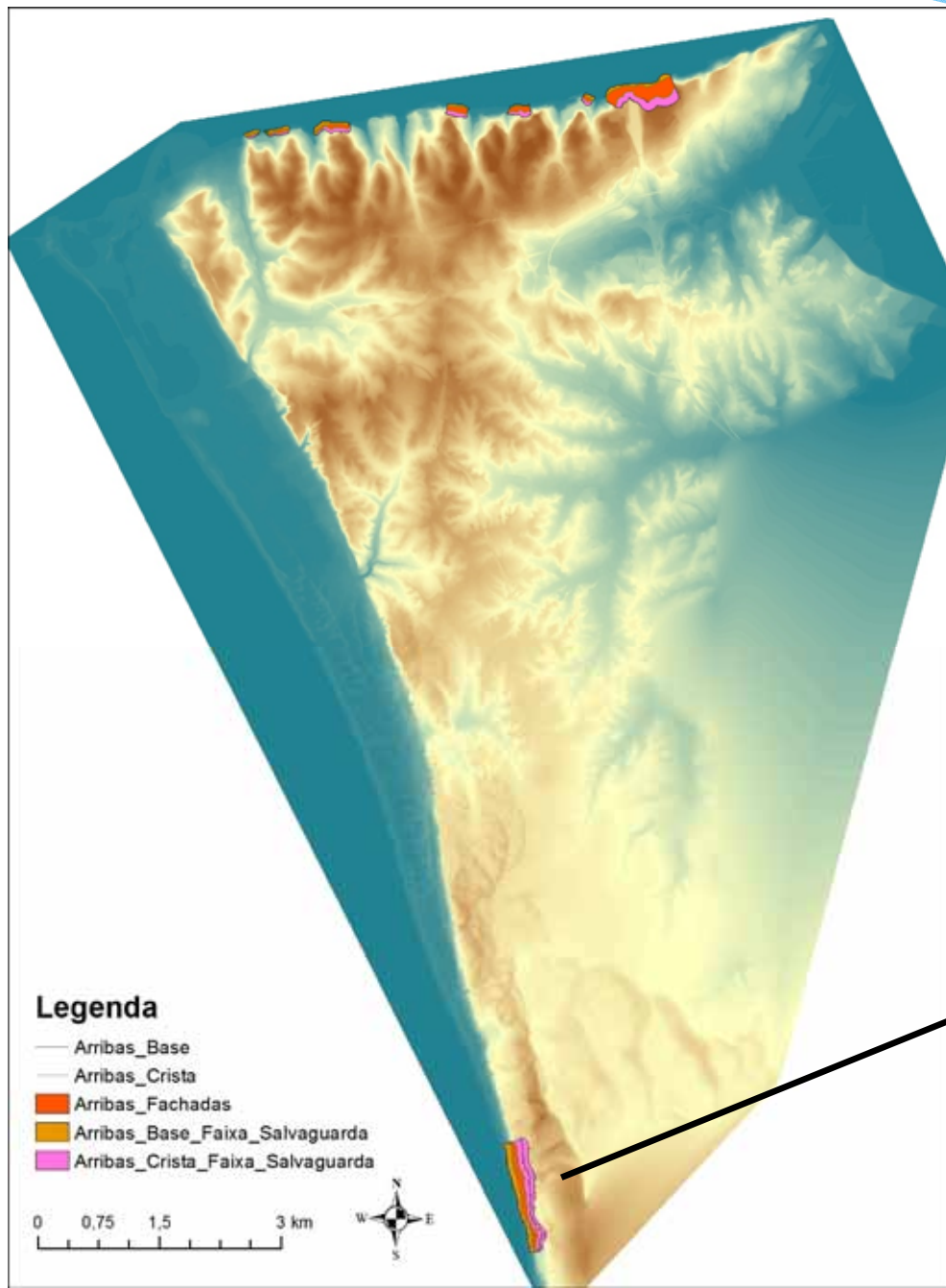


Arribas vivas da margem esquerda do Tejo:
Definição e cartografia de arribas e respectivas faixas de proteção com os métodos adotados para as **escarpas** incluídas nas “**áreas de instabilidade de vertentes**”, assegurando-se continuidade lateral e coerência cartográfica.

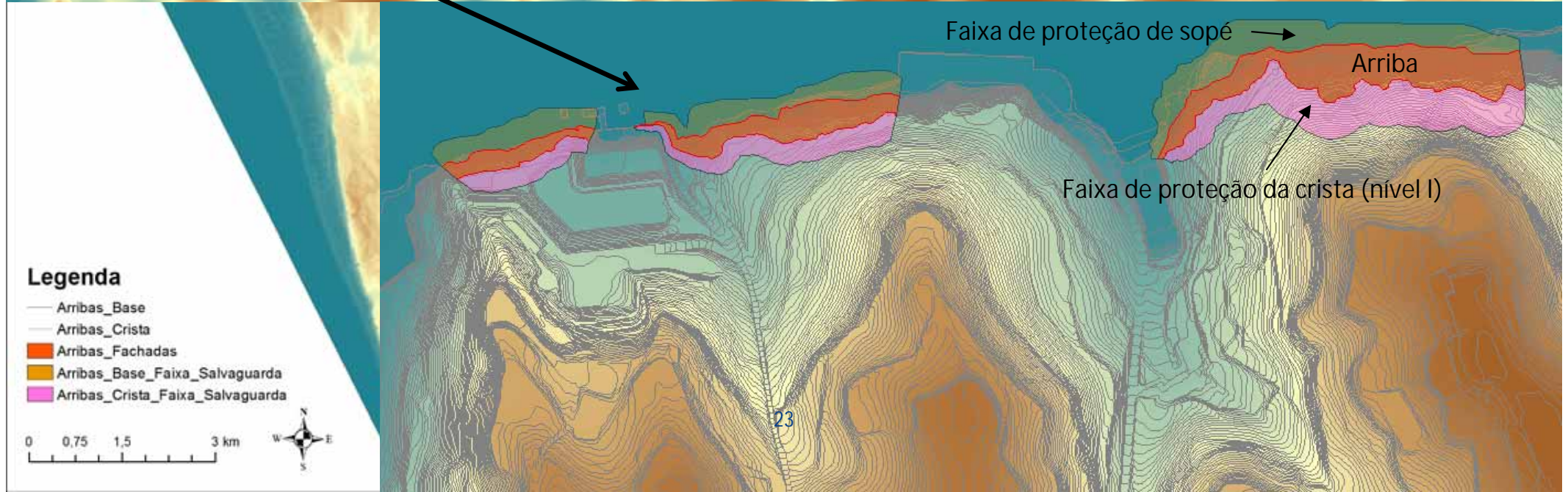
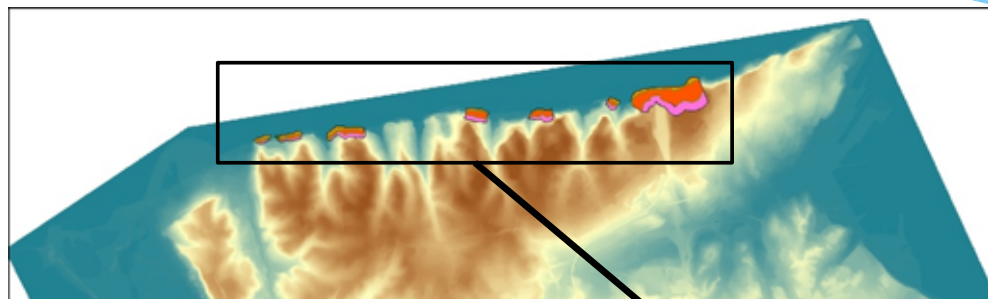
Arribas vivas a sul da Fonte da Telha:
Definição e cartografia de arribas e respectivas faixas de proteção de acordo com o POOC em vigor e estudos FCUL/APA (Marques *et al.*, 2013)

Marques, F., Vasconcelos, M., Queiroz, S., Gouveia, L. (2015) Ajuste e validação de áreas de instabilidade de vertente e arribas. Relatório técnico FFCUL - Câmara Municipal de Almada, 38 p., 18 mapas vectoriais.

Arribas e respectivas faixas de proteção



Arribas e respectivas faixas de proteção



Áreas de instabilidade de vertentes

Metodologia (RCM n.º 81/2012)

Método do Valor Informativo (Yin e Yan, 1988)

$$I_i = \log \frac{S_i / N_i}{S / N}$$

S_i é o número de unidades de terreno matriciais (UTM) com movimentos de vertente na variável X_i ;

N_i é número de UTM com a variável X_i ;

S é o número total de UTM com movimentos de vertente;

N é o número total de UTM da área de estudo

A transformação logarítmica, para além de normalizar os dados, tem a vantagem de separar as variáveis cuja relação espacial com as manifestações de instabilidade é superior à probabilidade a priori (I_i positivo) daquelas em que tal não se verifica (I_i negativo)

O valor informativo final de cada unidade de terreno matricial (UTM) é obtido por

$$I_j = \sum_{i=1}^m X_{ij} I_i$$

m é o número de variáveis; e X_{ij} é igual a **1** ou **0**, consoante a variável X_i está presente ou ausente na UTM j

X_{ij} é igual a **1** ou **0**, consoante a variável X_i está presente ou ausente na UTM j

Áreas de instabilidade de vertentes

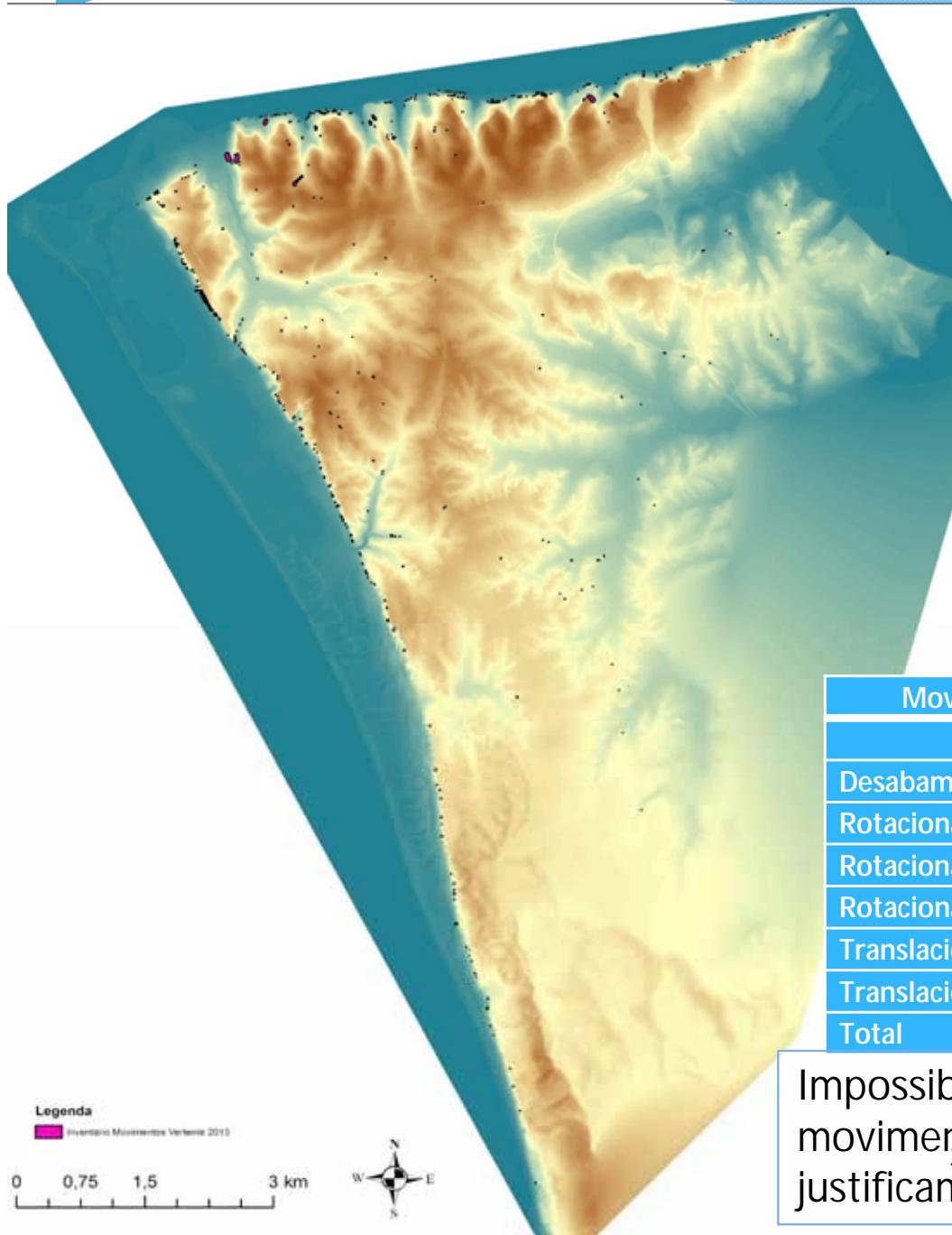
Metodologia (RCM n.º 81/2012)

Para aplicação do método foi construído um **inventário de instabilidades** por interpretação de fotografias aéreas de diferentes datas (1942 a 2011), fotografias de terreno tiradas da margem direita do Tejo e a partir de embarcação, imagens Google Earth e Bing Maps, e observações de terreno.

Foram identificados e cartografados **458** movimentos de massa em vertente que afetaram área total superior a **65.600 m²**

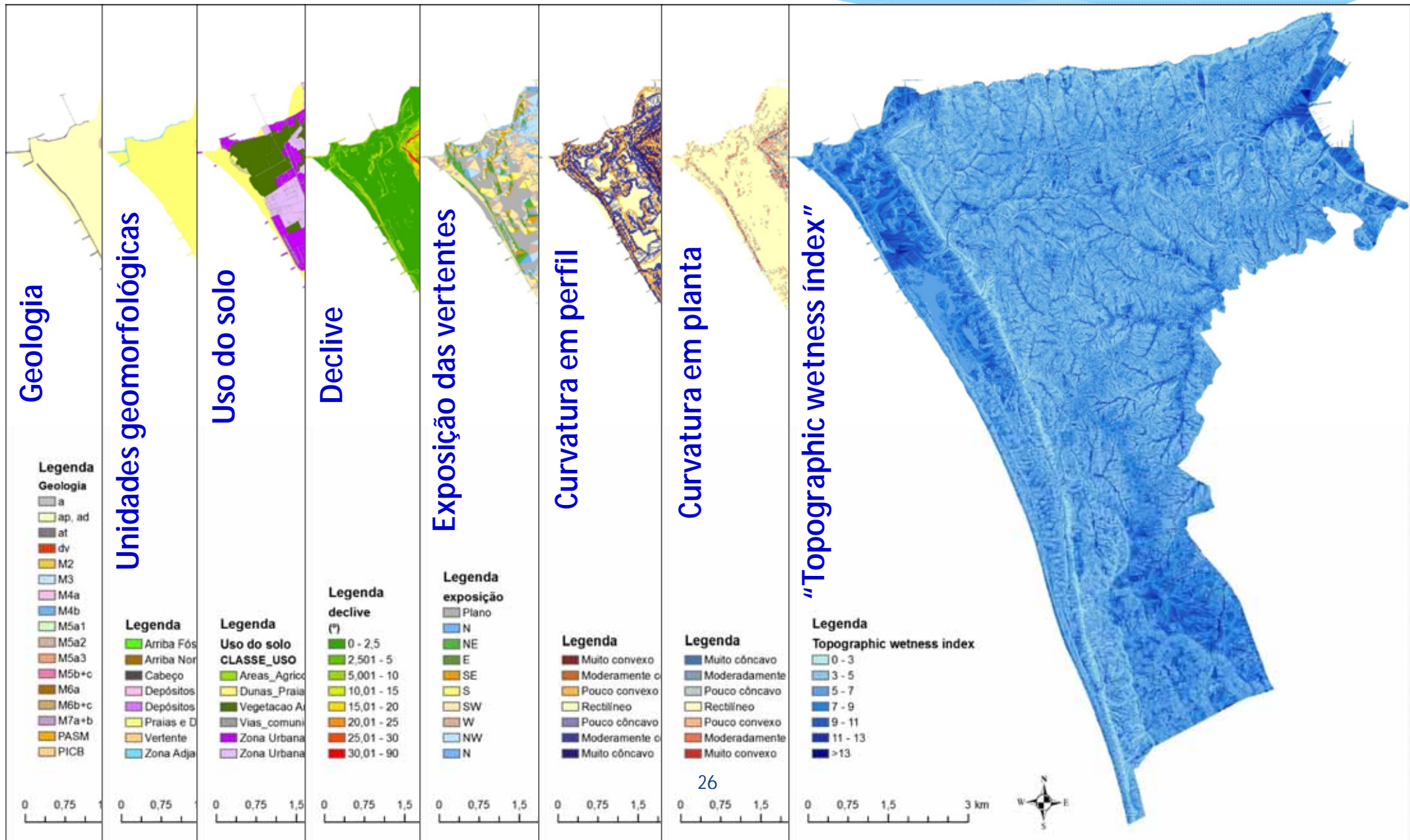
Movimentos em vertente	Nº	Nº	Área	Área
Tipo	-	%	(m ²)	%
Desabamentos ou Tombamento	33	7.2	1,591	2.4
Rotacional (?) profundo	5	1.1	6,999	10.7
Rotacional (?) superficial	15	3.3	1,610	2.5
Rotacional superficial	24	5.2	7,841	12.0
Translacional (?) superficial	85	18.6	21,600	32.9
Translacional superficial	296	64.6	25,944	39.6
Total	458	100.0	65,585	100.0

Impossibilidade de determinar a tipologia da totalidade dos movimentos e a consistência da sua distribuição espacial justificam a sua análise conjunta

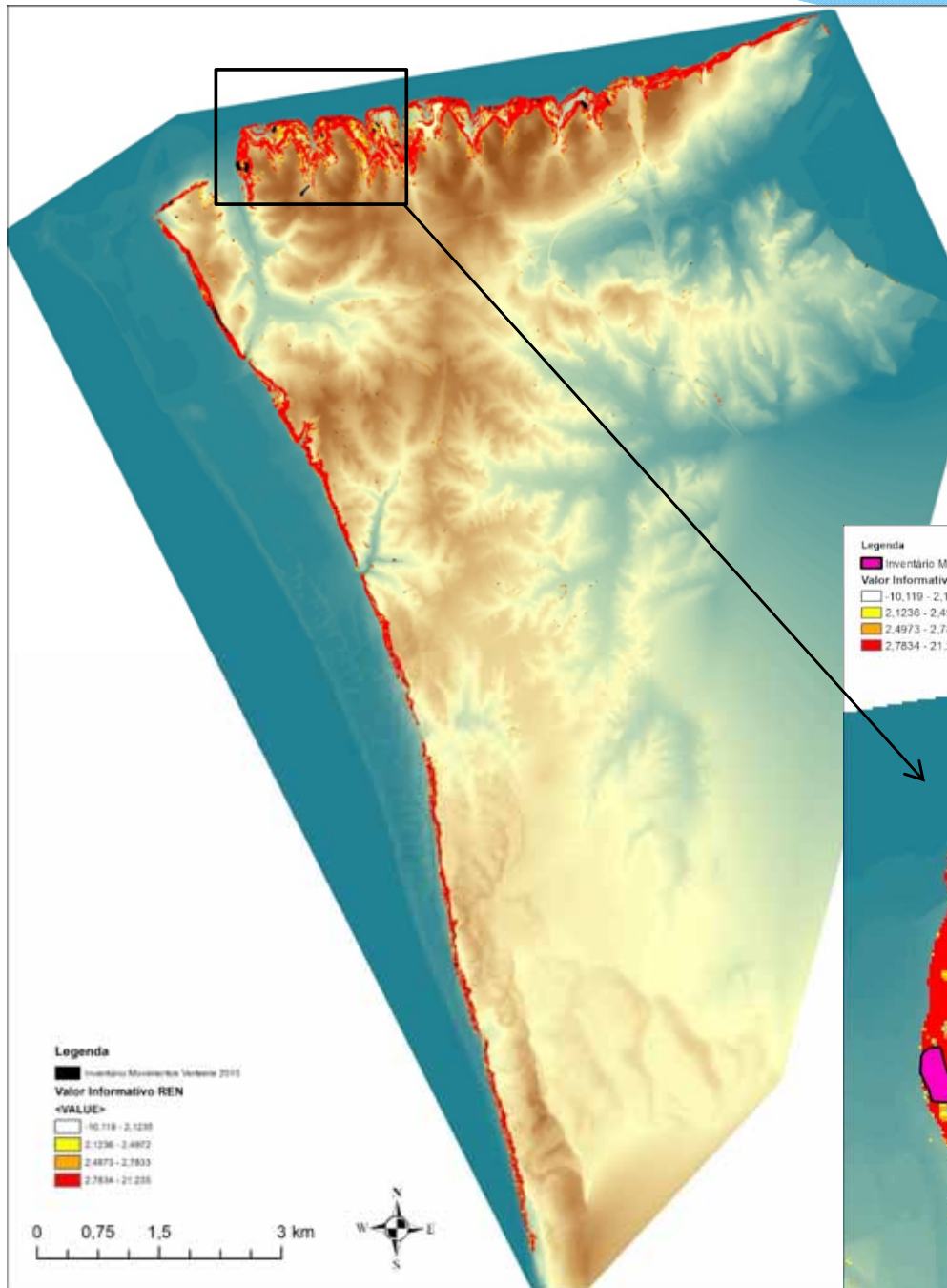


Áreas de instabilidade de vertentes

Fatores de predisposição para a ocorrência de instabilidades que foram correlacionados com o inventário de movimentos

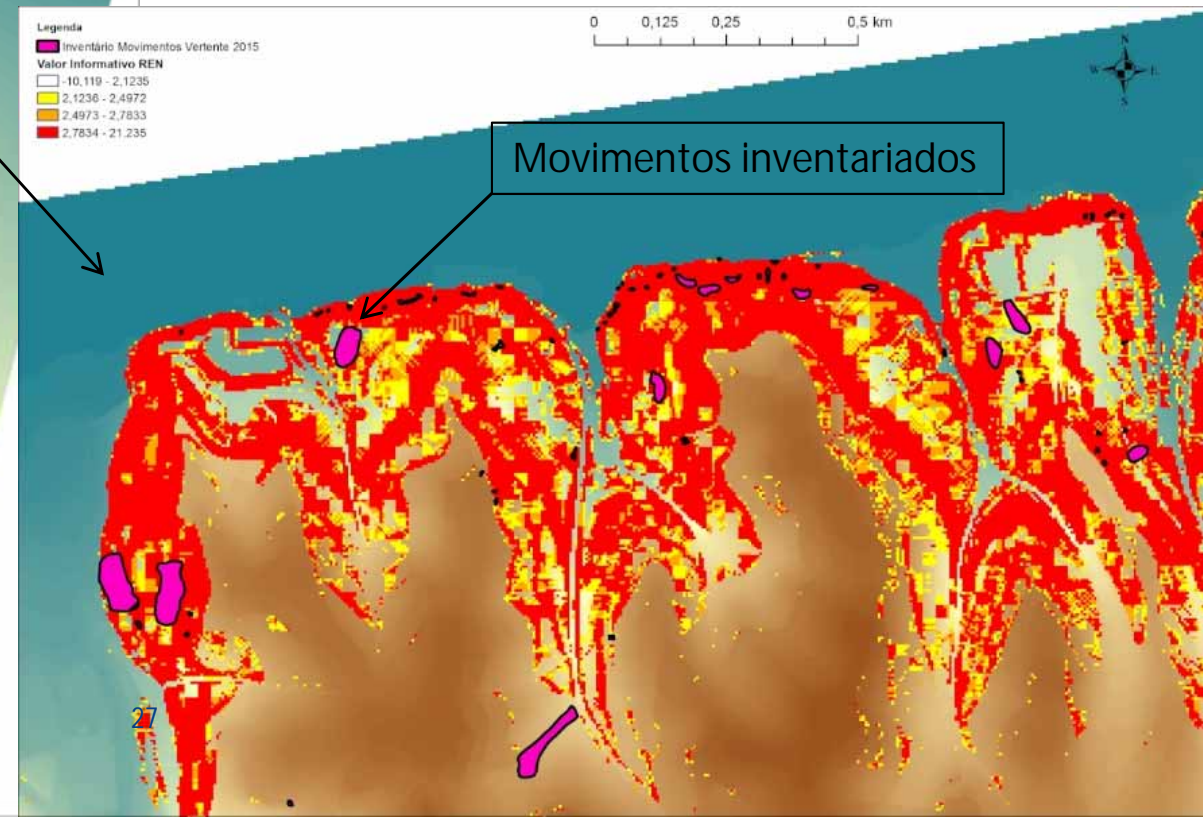


Áreas de instabilidade de vertentes



Resultado da aplicação do modelo:

Mapa de suscetibilidade à ocorrência de instabilidades em vertente considerando: a encarnado, as áreas que abrangem 70% das instabilidades inventariadas; a laranja as áreas entre 70% e 75%; a amarelo as áreas compreendidas entre 75% e 80%



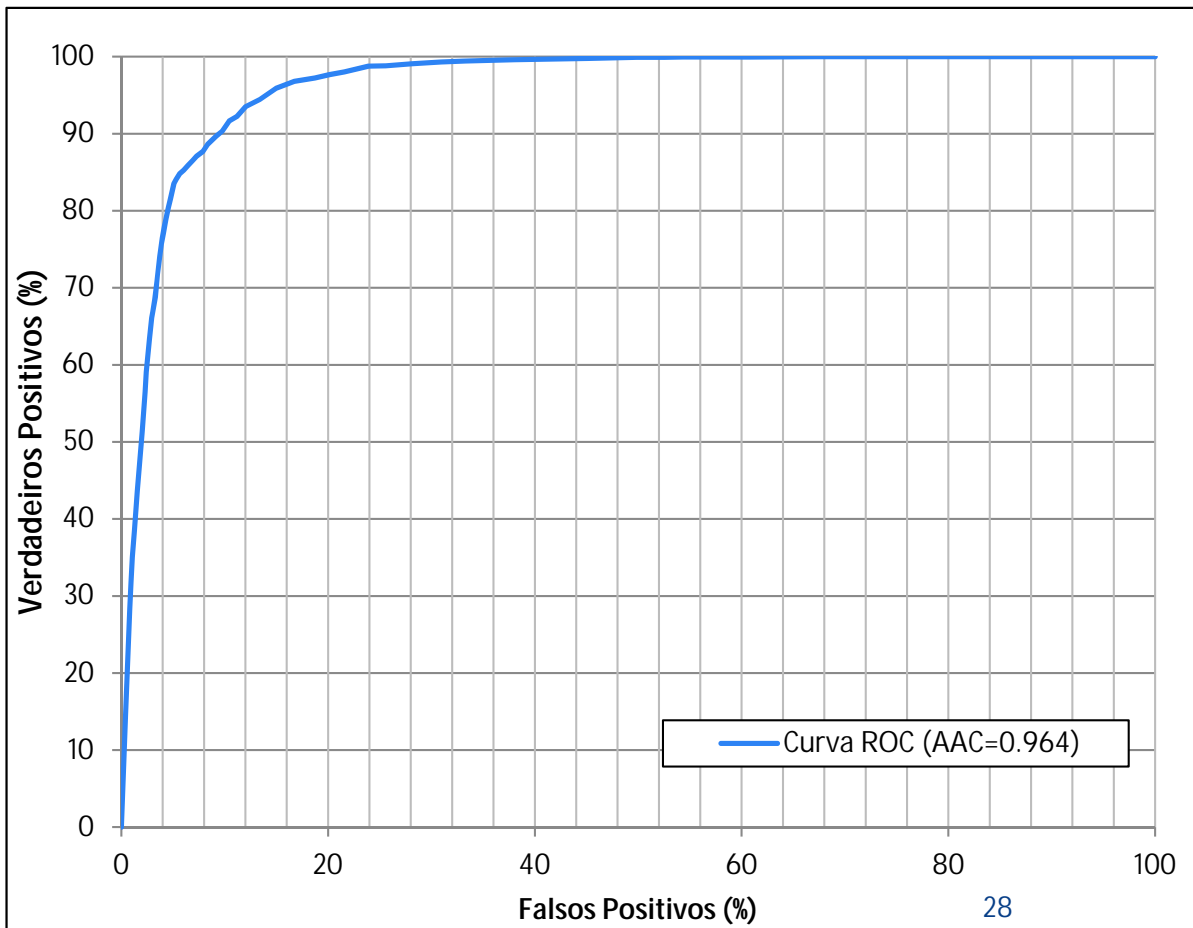
Áreas de instabilidade de vertentes

Validação do modelo

Utilizando método estatístico padrão:

Construção de curva ROC ("Receiver Operating Characteristic") e cálculo da área abaixo da curva (AAC) pela expressão (Bi & Bennet, 2003):

$$AAC = \sum_{i=1}^n \left[(Lsi - Li) \cdot \frac{ai + bi}{2} \right]$$

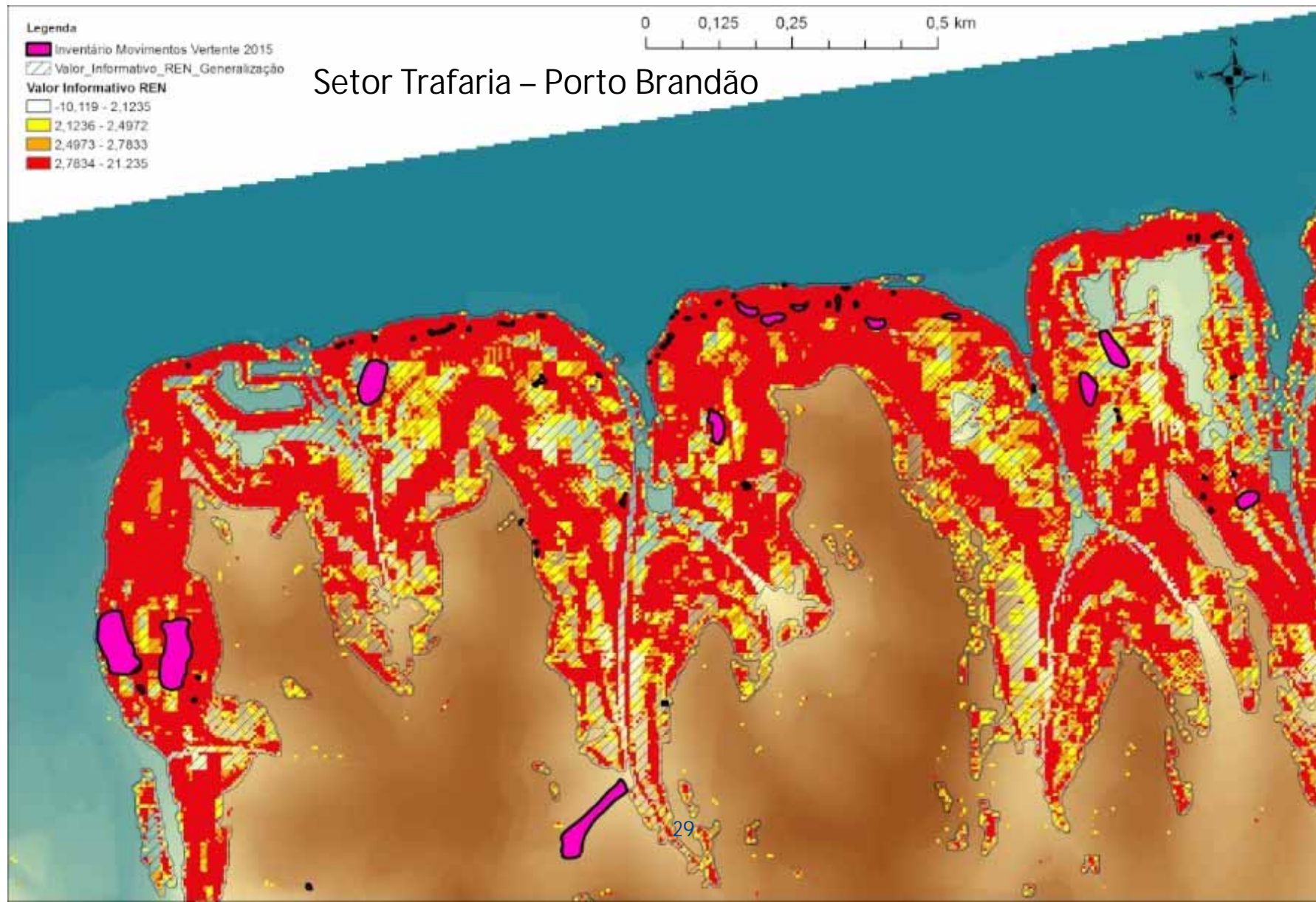


Os resultados globais obtidos (AAC=0,964) indicam que o modelo tem comportamento considerado excelente (Guzzetti, 2005)

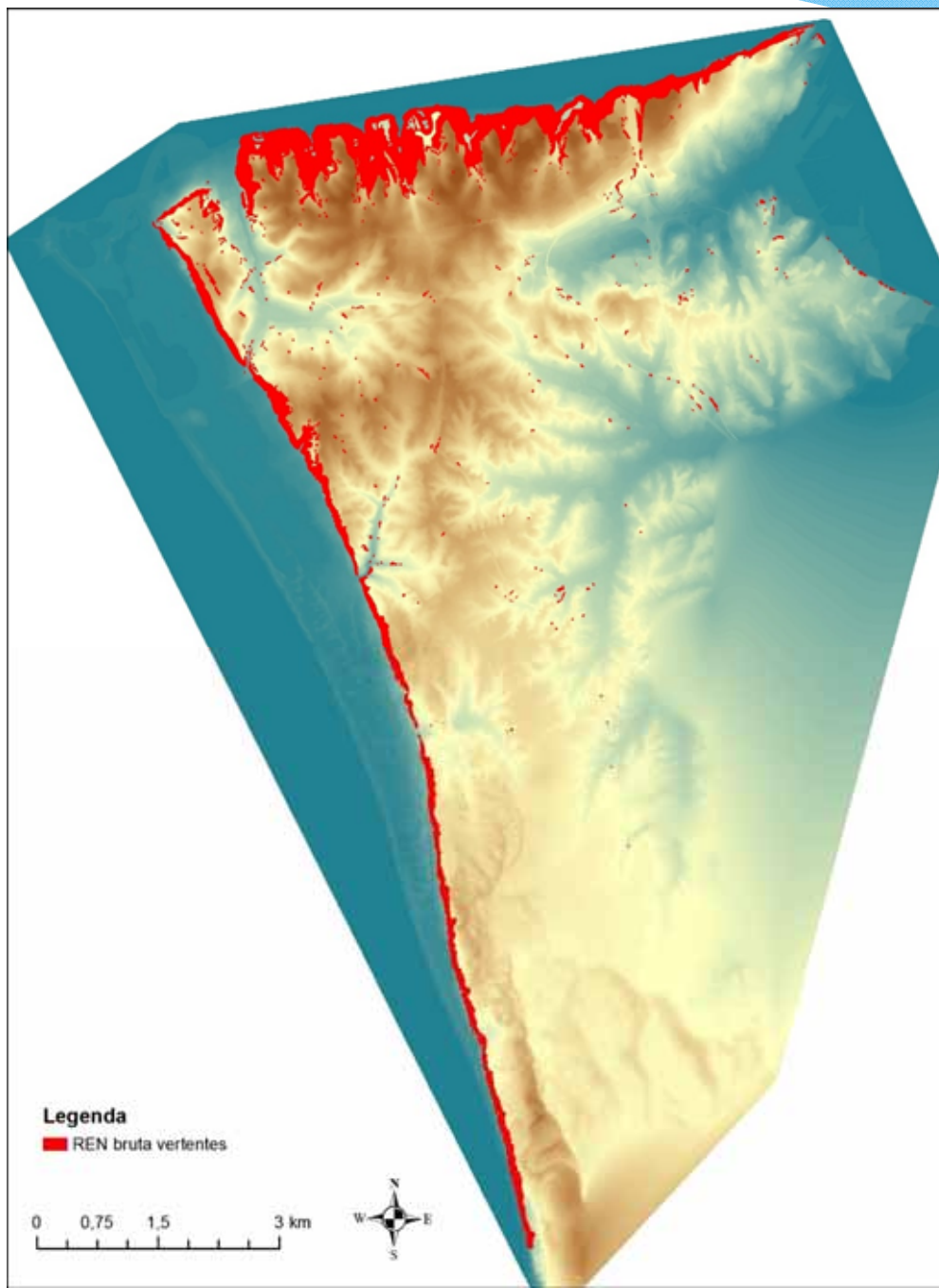
Note-se que a inflexão da curva ROC ocorre para cerca de 85% das áreas instabilizadas.

Áreas de instabilidade de vertentes

Pormenor da generalização da cartografia de suscetibilidade à ocorrência de instabilidades em vertentes



Áreas de instabilidade de vertentes



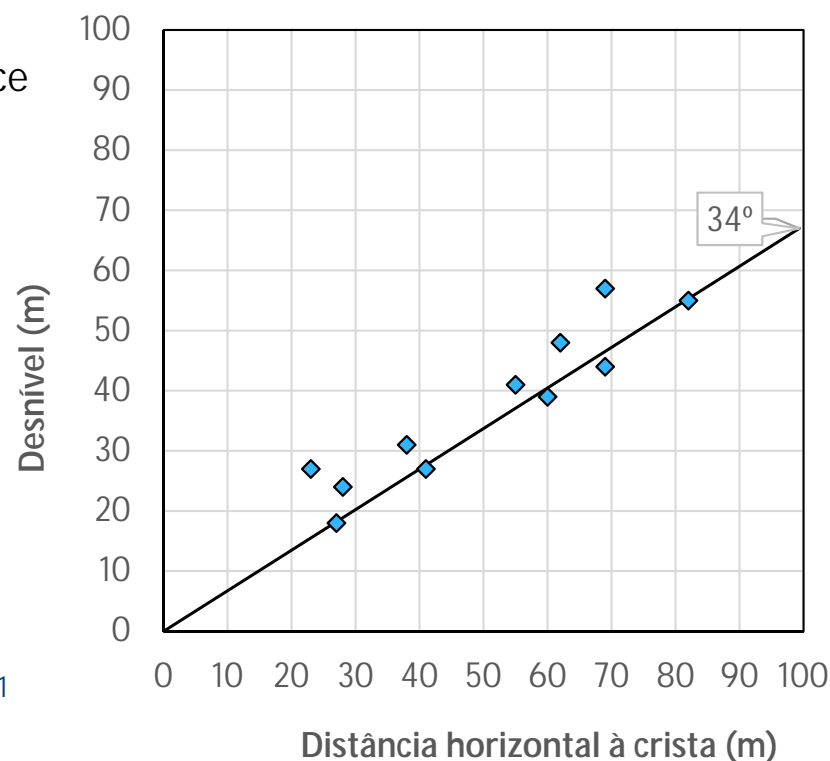
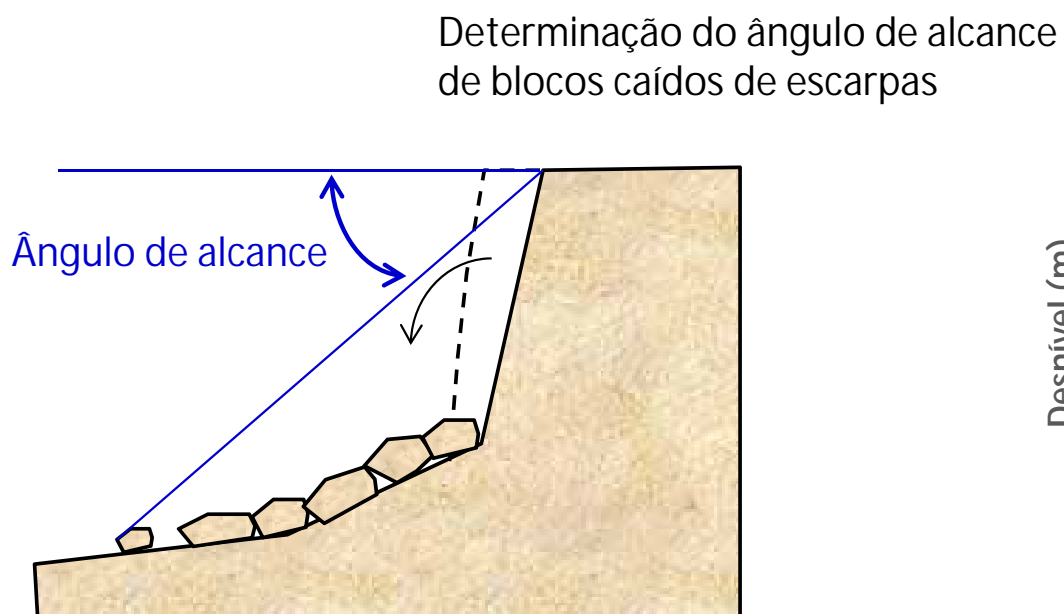
Resultado final das áreas de instabilidade de vertentes a incluir na REN bruta, que inclui as áreas afetadas por instabilidades e uma faixa envolvente com largura de 10m, de acordo com o disposto na RCM n.º 81/2012.

Áreas de instabilidade de vertentes - Escarpas

Metodologia

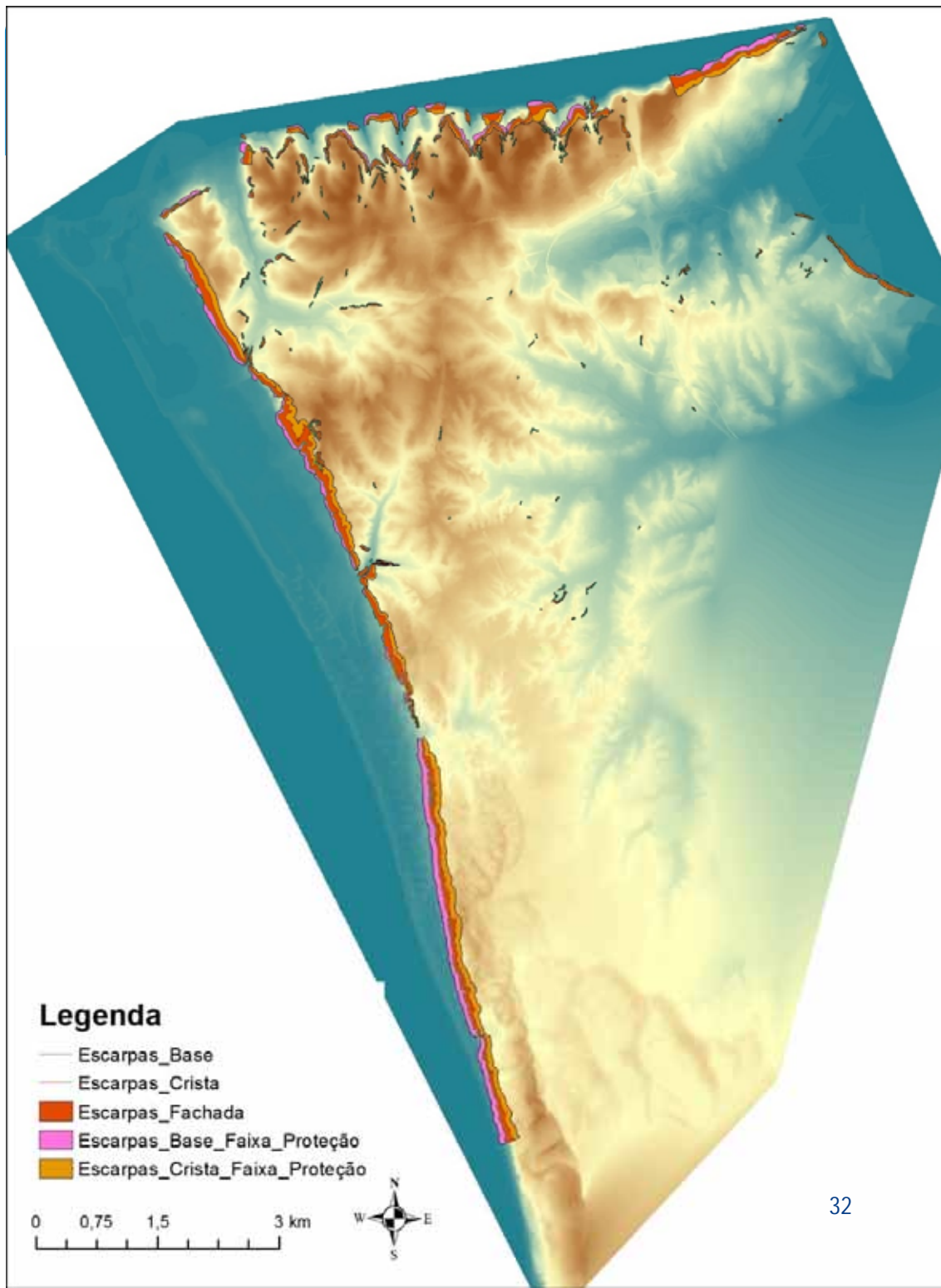
- Escarpas

- Cartografia sobre MDT (pixel 2m) de desníveis com declive superior a 45° e altura superior a 4m, com marcação de crista e base com linhas 3D.
- Cartografia de faixas de proteção à crista: faixas com largura igual ao desnível da escarpa (RCM n.º 81/2012).
- Cartografia de faixas de proteção junto ao sopé: aplicação do método do ângulo de alcance de detritos e blocos deslocados, marcado a partir da crista da escarpa, e definido em função das observações do percurso de blocos deslocados nas escarpas de maior altura do concelho (34°),
- software "Conefall" (Jaboyedoff and Labiouse (2011) Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 819–828)



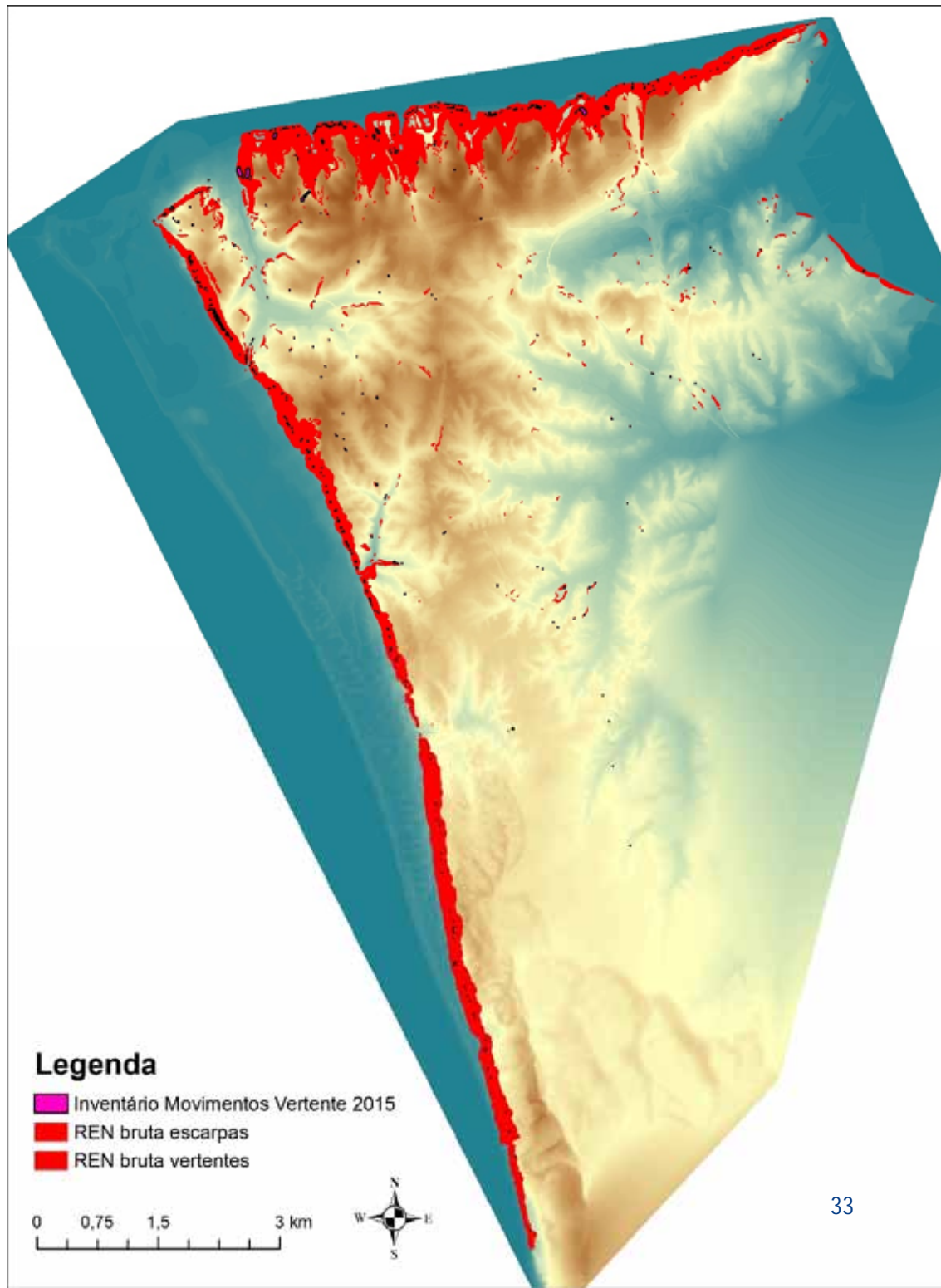
Áreas de instabilidade de vertentes - Escarpas

Cartografia de escarpas e respectivas faixas de proteção de crista e sopé



Áreas de instabilidade de vertentes e arribas

Proposta de cartografia de áreas a integrar na REN bruta do concelho de Almada, integrando as figuras de áreas de instabilidade de vertentes (incluindo escarpas e respectivas faixas de proteção)



Comentários finais:

- Figuras previstas nos POC e na REN foram objecto de melhoramentos significativos no sentido da prevenção de riscos.
- As cartografias produzidas no âmbito destes IGTs, quando adequadamente aplicadas têm:
 - Suporte científico e técnico, sendo validáveis através de métodos objectivos
 - Tem, em muitos casos, continuidade e coerência espacial que, face às restrições de uso a que estão sujeitas, podem ser utilizadas como áreas a incluir nas redes ecológicas, podendo cumprir grande parte dos seus objectivos fundamentais

Comentários finais:

Numa perspectiva mais alargada:

- Os IGTs referidos (POC e REN) sofreram evoluções muito significativas no últimos anos, pelo que a sua revisão se deverá orientar no sentido do seu aperfeiçoamento, sendo muito pouco prudente a sua eliminação ou substituição por outros
- A definição e cartografia de Redes Ecológicas (s./.) deverá tendencialmente encaminhar-se para a adopção de critérios e métodos o mais objectivos possível, preferencialmente quantitativos, envolvendo todas as áreas de conhecimento relacionadas
- Deverão ser pensadas medidas para assegurar a coerência intermunicipal das redes a definir e cartografar – As Redes Ecológicas não devem estar sujeitas a limites artificiais de concelhos ou de área de intervenção
- Para além da componente dos riscos naturais, a cartografia de recursos geológicos com interesse estratégico deverá ser uma componente a considerar para a definição de Redes ou infraestruturas ecológicas
- As entidades responsáveis pelas áreas dos recursos geológicos deverão ser dotadas dos meios necessários para empreender os estudos necessários para essa finalidade