

Cofinanciado por:

**POSEUR**  
PROGRAMA OPERACIONAL  
SUSTENTABILIDADE E PROTEÇÃO NO USO DE RECURSOS  
2014-2020

PORTUGAL  
**2020**

UNIÃO EUROPEIA  
Fundo de Coesão

**ANO 2019**



**ALTER  
DO  
CHÃO**

Câmara  
Municipal

**PLANO MUNICIPAL DE  
EMERGÊNCIA DE PROTEÇÃO  
CIVIL (PMEPC) DE ALTER DO  
CHÃO**



comunidade intermunicipal  
do **Alto Alentejo**

**ANEXO I**

**CARTOGRAFIA DE SUPORTE ÀS OPERAÇÕES  
DE EMERGÊNCIA DE PROTEÇÃO CIVIL**

**Hidurbe**  
Serviços

**Ficha Técnica do Documento**

<b>Descrição:</b>	Cartografia de suporte às operações de emergência de proteção civil.
<b>Data de produção:</b>	30/03/2018
<b>Versão:</b>	01/2019
<b>Desenvolvimento e produção:</b>	
<b>Diretor Técnico:</b>	Bruno Cunha – Engenheiro do Ambiente
<b>Coordenador de Projeto:</b>	André Silva – Geógrafo / Técnico de SIG
<b>Equipa técnica:</b>	Nuno Dias – Engenheiro do Ambiente Inês Marafuz – Geógrafa / Técnica de SIG Tiago Silva – Biólogo Pedro Trovisco - Engenheiro Geógrafo Rui Teles – Engenheiro Biofísico Pedro Sousa – Engenheiro Topógrafo Paula Morgado – Engenheira Civil Marta Moreiras – Geógrafa / Técnica de SIG Aires Martins – Arquiteto Paisagista Joana Marques – Arquiteta Paisagista
<b>Consultoria Científica:</b>	Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Professor Carlos Bateira – Coordenador Científico</li> <li>• Joana Fernandes – Investigadora</li> <li>• António Costa – Investigador</li> <li>• Mónica Santos - Investigadora</li> </ul>
<b>Consultoria Técnica:</b>	Ana Festa – Geógrafa / Técnica de SIG
<b>Equipa da CIMAA</b>	Dra. Ana Garrido Eng.ª Joana Patrício
<b>Estado do documento:</b>	Versão Final
<b>Nome do ficheiro digital:</b>	PMEPC – Anexo I – Alter do Chão

# Índice

Índice de quadros .....	3
Índice de figuras .....	4
Índice de mapas .....	4
1. Cartografia de risco.....	10
1.1. Movimentos de vertente .....	10
1.2. Cheias e inundações .....	15
1.3. Ondas de calor .....	19
1.4. Secas .....	23
1.5. Vagas de frio .....	27
1.6. Sismos .....	30
1.7. Incêndios florestais.....	33
1.9. Acidentes rodoviários .....	43
1.10. Incêndios urbanos .....	46
1.11. Acidentes industriais graves.....	50

## Índice de quadros

Quadro 1 – Classes de precipitação consideradas para o desencadeamento do movimento de vertente.....	11
Quadro 2 – Parâmetros do modelo SHALSTAB.....	11
Quadro 3 – Percentagem de área ocupada por cada classe do SHALSTAB.....	12
Quadro 4 – Processo metodológico da análise hidrológica.....	15
Quadro 5 – Níveis de alerta da DGS para as ondas de calor.....	19
Quadro 6 – Classificação do índice SPI para períodos secos (IPMA).....	23
Quadro 7 - Valores de suscetibilidade para classes de declividade (AFN, 2012).....	34
Quadro 8 – Valores de suscetibilidade para a ocupação do solo (AFN, 2012). .....	34
Quadro 9 - Área de ocupação (%) por classes de Perigosidade e de Risco de incêndios florestais. ....	35
Quadro 10 – Valores do Fator K (Pimenta, 1998) .....	39
Quadro 11 – Valores do Fator P (Meneses, 2011) .....	40
Quadro 12 - Área de ocupação por classe de suscetibilidade à erosão hídrica (RUSLE). .....	40
Quadro 13 – Descrição dos parâmetros e ponderações atribuídas para o cálculo da suscetibilidade de incêndio urbano. ....	46

Quadro 14 - Descrição dos parâmetros e ponderações atribuídas para o cálculo da suscetibilidade de acidente industrial..... 50

## Índice de figuras

Figura 1 – Processo metodológico da modelação do risco de inundação. .... 16

Figura 2 – Componentes do Risco (AFN, 2012). .... 33

## Índice de mapas

Mapa 1 – Cartografia de Risco no Concelho de Alter do Chão ..... 7

Mapa 2 – Movimentos de vertente no Concelho de Alter do Chão ..... 9

Mapa 3 – Cheias e inundações no Concelho de Alter do Chão..... 14

Mapa 4 – Ondas de calor no Concelho de Alter do Chã..... 18

Mapa 5 – Secas no Concelho de Alter do Chão..... 22

Mapa 6 – Vagas de frio no Concelho de Alter do Chão..... 26

Mapa 7 – Sismos no Concelho de Alter do Chão ..... 29

Mapa 8 – Incêndios florestais no Concelho de Alter do Chão ..... 32

Mapa 9 – Degradação e contaminação dos solos no Concelho de Alter do Chão..... 37

Mapa 10 – Acidentes rodoviários no Concelho de Alter do Chão ..... 42

Mapa 11 -Incêndios urbanos no Concelho de Alter do Chão..... 45

Mapa 12 - Acidentes industriais graves no Concelho de Alter do Chão ..... 49

Mapa 13 - Rede Viária do Concelho de Alter do Chão ..... 52

Mapa 14 - Infraestruturas Ferroviárias no Concelho de Alter do Chão ..... 53

Mapa 15 - Infraestruturas de Saneamento de Águas Residuais do Concelho de Alter do Chão 54

Mapa 16 - Infraestruturas de Energia Elétrica do Concelho de Alter do Chão ..... 55

Mapa 17 - Infraestruturas de Telecomunicações do Concelho de Alter do Chão ..... 56

Mapa 18 - Infraestruturas de Gás Natural no Concelho de Alter do Chão ..... 57

Mapa 19 - Postos de Abastecimento de Combustível do Concelho de Alter do Chão ..... 58

Mapa 20 - Barragens e Albufeiras no Concelho de Alter do Chão..... 59

Mapa 21 - Instalações dos Agentes de Proteção Civil no Concelho de Alter do Chão..... 60

Mapa 22 - Indústria e Armazenamento no Concelho de Alter do Chão ..... 61

Mapa 23 - ZCR no Concelho de Alter do Chão ..... 62

---

Mapa 24 – ZCAP no Concelho de Alter do Chão .....	63
Mapa 25 – ZCI no Concelho de Alter do Chão.....	64
Mapa 26 - Itinerários de Evacuação no Concelho de Alter do Chão.....	65
Mapa 27 - Postos de Triagem.....	66
Mapa 28 - ZRM e NecPro no Concelho de Alter do Chão .....	67

**1.**

***CARTOGRAFIA DE RISCO***



# 1.1.

## ***MOVIMENTOS DE VERTENTE***



# 1. Cartografia de risco

## 1.1. Movimentos de vertente

Como o próprio nome indica, um movimento de vertente refere-se a um conjunto de movimentações de terra, detritos ou massa de rocha ao longo de uma vertente (Teixeira, 2005). Estes eventos naturais são classificados como deslizamentos (escorregamentos), desabamentos (quedas), balançamentos (tombamentos) e expansões laterais, ou também por fluxos (escoadas), estando a terminologia dependente do tipo de mecanismo que os desencadeia. Refira-se ainda que a ocorrência de movimentos de vertente depende de fatores desencadeantes e condicionantes, relacionados com dinâmicas naturais ou antrópicas.

Em Portugal são desencadeados, sobretudo, pela precipitação, por sismos ou por alterações morfológicas (Julião *et al.*, 2009). No concernente à precipitação, e sendo esta um fator determinante, é importante associá-la às condições do substrato geológico, pois estas influenciam a capacidade de infiltração, circulação e armazenamento da água no solo. Esta relação determina a maior ou menor resistência a uma eventual rutura (Teixeira, 2005). De assinalar ainda variáveis como os declives, que assumem um papel importante nos processos de instabilidade das vertentes, no tipo e na densidade da cobertura vegetal, bem como no uso do solo.

A metodologia utilizada visa a elaboração de um mapa de suscetibilidade a movimentos de vertente do município de Alter de Chão. Para a consecução desta cartografia foi seguido um modelo de base física de estabilidade, indicativo da precipitação necessária (em 24 horas) para desencadear o processo de instabilidade. Trata-se de um método determinístico, direcionado à identificação de locais com predisposição a escorregamentos translacionais e baseado na teoria do talude infinito. Neste, são ponderadas as relações entre campos de forças provindas das características físicas dos materiais, escoamento da água e condicionantes da capacidade de resistência à rutura (Melo & Kobiyama, 2018). Assim, foi necessário criar informação espacial relativa aos declives, às áreas contributivas, ao peso específico do solo, ao ângulo de atrito, bem como à espessura do solo e sua coesão.

Este modelo, designado por SHALSTAB, (Shallow Landsliding Stability Model) produziu um mapa que se dividiu em 7 classes, de acordo com a precipitação necessária para o desencadeamento do movimento de vertente (quadro 1).

**Quadro 1 – Classes de precipitação consideradas para o desencadeamento do movimento de vertente.**

Incondicionalmente instável	
0-50 mm/dia	
50-100 mm/dia	
100-200 mm/dia	
200-400 mm/dia	
>400 mm/dia	
Incondicionalmente estável	

Para a elaboração do mapa de suscetibilidade de movimentos de vertente também se utilizaram os dados altimétricos do município que foram introduzidos no software SAGA GIS (versão 6.4.0) para realizar a modelação. O estabelecimento dos parâmetros do SHALSTAB foi feito de acordo com as classes litológicas apresentadas no quadro 2.

**Quadro 2 – Parâmetros do modelo SHALSTAB.**

Classe Litológica	Peso específico no solo (g/cm³)		Coesão (MPa)		Condutividade Hidráulica (M/h)		Ângulo de Atrito (°)		Espessura do Solo (M)	
	Min.	Max.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Aluviões	1,50	1,70	0,00000	0,00000	0,0000	0,0000	30	35	1,0	1,5
Areias e cascalheiras	1,50	1,70	0,00000	0,00000	0,0000	0,0000	33	33	1,0	1,5
Areias, calhaus rolados, arenitos pouco consolidados, argilas	1,50	1,70	0,00000	0,00000	0,2016	0,2016	35	45	1,0	1,0
Arenitos, calcários mais ou menos margosos, areias, cascalheiras, argilas	1,50	1,70	0,00200	0,00200	0,2016	0,2016	30	35	1,0	1,0
Cascalheiras de planalto, arcoses da Beira Baixa, arenitos, calcários	1,50	1,70	0,00200	0,00200	0,2016	0,2016	30	35	1,0	1,0
Conglomerados	1,10	1,70	0,00200	0,00300	0,0129	1,4000	45	55	1,5	1,5
Dioritos piroxenitos ou hornblenditos	1,50	1,70	0,00500	0,00700	0,2016	0,2016	30	35	1,5	1,5
Gabros	1,50	1,70	0,00000	0,00000	0,0000	0,0000	30	35	1,0	1,5
Granitos e rochas afins	1,50	1,70	0,00200	0,00200	0,2016	0,2016	30	35	1,0	1,5
Metavulcanitos	1,10	1,70	0,00500	0,00700	0,0129	1,4000	45	55	1,5	1,5
Rochas	1,10	1,70	0,00200	0,00300	0,0129	1,4000	45	55	1,5	1,5

carbonatadas											
Xistos, anfibolitos, micaxistos, grauvaques quartzitos, rochas carbonatadas, gnaises	1,10	1,70	0,00200	0,00300	0,0129	1,4000	45	55	1,5	1,5	
Xistos, grauvaques	1,10	1,70	0,00200	0,00300	0,0129	1,4000	45	55	1,5	1,5	
Xistos, grauvaques, quartzitos, corneanas	1,10	1,70	0,00200	0,00300	0,0129	1,4000	45	55	1,5	1,5	

A fiabilidade da cartografia produzida foi confirmada através da validação com o trabalho de campo. A conclusão que se retira é a de que o município de Alter do Chão apresenta 99,36% de área classificada como “incondicionalmente estável” (quadro 3). Por outro lado, a área “incondicionalmente instável” é residual (0,3%).

O mapa 1 mostra a representação espacial da suscetibilidade a movimentos de vertente. Neste, podemos verificar que as classes de maior suscetibilidade se centram essencialmente ao longo do encaixe da ribeira de seda, que atravessa o concelho de nordeste a sudoeste. A norte, na freguesia de Cunheira, também se encontra uma área com declives mais acentuados, o que se traduz numa mancha de suscetibilidade moderada. Refira-se que foi também realizada uma breve pesquisa de notícias, não tendo sido encontrada qualquer informação relativa à ocorrência de movimentos de vertente na área em análise.

**Quadro 3 – Percentagem de área ocupada por cada classe do SHALSTAB.**

Classe	Alter do Chão
Incondicionalmente estável	99,36%
>400 mm/dia	0,00%
200-400 mm/dia	0,00%
100-200 mm/dia	0,01%
50-100 mm/dia	0,02%
0-50 mm/dia	0,58%
Incondicionalmente instável	0,03%

**1.2.**

***CHEIAS E INUNDAÇÕES***



## 1.2. Cheias e inundações

As inundações são eventos hidrológicos extremos com grande impacto a nível nacional. De acordo com a base de dados mundial de catástrofes “EM-DAT”, são o segundo evento natural responsável pelo maior número de vítimas mortais e pessoas afetadas em Portugal. É importante mencionar que os conceitos de cheia e inundação são frequentemente confundidos, quando na realidade são distintos. As cheias consistem no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, provocando a inundação das áreas ribeirinhas. Assim, pode-se dizer que “todas as cheias provocam inundações, mas nem todas as inundações são devidas às cheias” (Ramos, 2005). As cheias podem ser classificadas como rápidas, quando associadas a episódios de precipitação intensos e de curta duração, ou lentas (progressivas), quando resultam de longos períodos chuvosos. O carácter repentino das primeiras conduz a um aumento célere do caudal dos rios, o que se reflete em episódios mais devastadores. No que concerne às inundações, de referir que estas não resultam apenas do transbordo dos rios, mas também da rutura de barragens, de episódios de galgamentos costeiros e da inundação de áreas topograficamente deprimidas em espaços urbanos (inundações urbanas) (Oliveira, 2003).

A metodologia utilizada para definir as áreas de inundação foi aplicada ao nível da bacia hidrográfica que, para o devido efeito, corresponde a toda a área de captação de água precipitada que escoar de forma convergente para uma saída. A criação de bacias hidrográficas foi efetuada com recurso a um processamento semiautomático no software *ArcGis*, através da extensão *Archydro*. De seguida estimaram-se os tempos de concentração e os caudais de ponta de cheia através da aplicação das fórmulas descritas no quadro 4.

Quadro 4 – Processo metodológico da análise hidrológica.

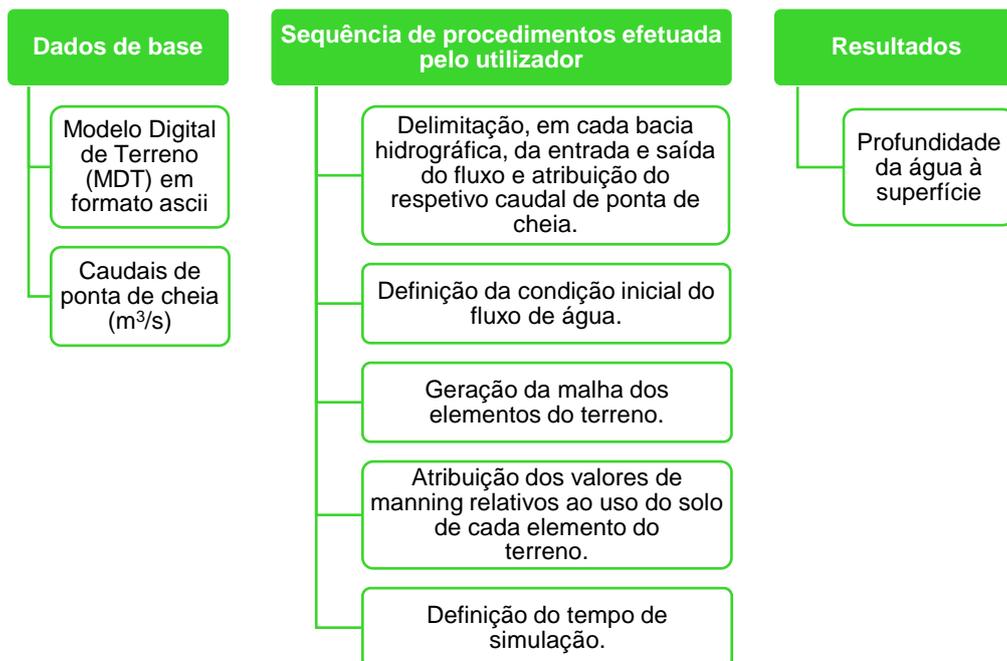
Características geométricas das bacias hidrográficas	Parâmetro	Método
	Extensão do curso de água principal (km)	Área da Bacia (m)
Declive Médio %		
Análise Hidrológica	Tempo de concentração	<p>Fórmula de Temez (1978) extraída de Gonçalves (2012).</p> $TC = 0,3 \left( \frac{L}{i^{0,25}} \right)^{0,76}$ <p>Em que, <b>TC</b> é o tempo de concentração em horas;  <b>L</b> é o comprimento do rio principal em km;  <b>i</b> é o declive médio da bacia hidrográfica em %</p>

	Caudal de Ponta de Cheia	<p>Fórmula Racional (Portela e Hora, 2002)</p> <p style="text-align: center;"><b><math>Q_p = C I A</math> (m<sup>3</sup>/s)</b></p> <p>Em que: <b>Q<sub>p</sub></b> é o caudal de ponta de cheia;  <b>C</b> é o coeficiente relativo ao tipo de ocupação do solo (valores disponíveis em tabelas);  <b>I</b> é a intensidade média de precipitação para um determinado período de retorno igual ao tempo de concentração da bacia em m/s;  <b>A</b> é a área da bacia em m<sup>2</sup>.                  O caudal de ponta de cheia foi calculado para um período de retorno de 100 anos.</p>
--	--------------------------	---

A modelação foi efetuada com recurso ao *software IBER 2.2*, que se apresenta como um modelo hidrodinâmico bidimensional permitindo a definição de áreas de inundação pela aplicação de equações de Saint Venant (figura 1).

O mapa 2 apresenta as zonas ameaçadas por cheias no município de Alter do Chão que representam 5,3% da área do seu território. No entanto, a maioria dessas áreas dizem respeito a espaços agrícolas, com vegetação e florestas. Na freguesia de Chancelaria o limite da área de inundação encontra-se muito próximo da povoação e pode afetar algumas estradas e o cemitério.

Figura 1 – Processo metodológico da modelação do risco de inundação.



**1.3.**

**ONDAS DE CALOR**



### 1.3. Ondas de calor

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMS), uma onda de calor ocorre quando há um período de seis dias consecutivos em que a temperatura máxima diária é superior 5°C ao valor médio do período de referência. O Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) utiliza esta definição para definir estes eventos em Portugal. No entanto, o IPMA afirma que, em termos de impactos na saúde pública, é mais danoso um evento de três dias nos quais a diferença da temperatura face à média do intervalo de referência seja superior a 10°C. A OMS recomenda ainda que a caracterização destes eventos deve contemplar a análise da sua magnitude (com base em variáveis como a temperatura, humidade e velocidade do vento), duração, intensidade (magnitude e persistência) e extensão (Nunes, 2017).

Ainda assim, a temperatura é a principal variável a ter em conta aquando da definição de níveis de alerta. A Direção Geral da Saúde (DGS) define três níveis:

**Quadro 5 – Níveis de alerta da DGS para as ondas de calor.**

Níveis	Limiares de T°C
0	Quando não se verificam os limiares definidos para o alerta amarelo
1	Quando ocorre um dia com temperaturas máximas iguais ou superiores a 32°C e em que estão previstos mais dois dias com T°C iguais ou superiores a 32°C (para o <b>Alentejo</b> consideram-se temperaturas máximas iguais ou superiores a 35°C)
2	Quando ocorrem três dias com temperaturas máximas iguais ou superiores a 35°C e em que estão previstos mais dois dias com T°C iguais ou superiores a 35°C (para o <b>Alentejo</b> consideram-se temperaturas máximas iguais ou superiores a 38°C)

A análise das ondas de calor no município de Alter do Chão foi efetuada com base nos dados das estações meteorológicas de Montargil, Cáceres e Badajoz, compreendendo o período de 1960 a 1990. Optou-se por escolher as estações mais próximas da área de análise com uma série de dados completa de 30 anos. Com estes dados foram calculados e produzidos dois mapas que representam a duração média (em dias) de cada vaga de calor (mapa 3) e do número médio anual de vagas de calor (mapa 4).

No município de Alter do Chão, o número médio de dias de duração de uma onda de calor, em valores absolutos, varia entre 7.99 e 8.01. Na legenda optou-se por colocar duas classes: “Até 8 dias” e “8 ou mais dias”. No que diz respeito ao número de ondas de calor que ocorrem por ano, há uma variação entre 3.55 e os 4.25 (valores absolutos). Neste caso, optou-se por fazer a representação em duas classes: “até 4 ondas por ano” e “4 ou mais ondas por ano”.

Os efeitos das temperaturas elevadas por vários dias consecutivos tendem a afetar essencialmente os grupos mais vulneráveis, destacando-se os idosos - representam cerca de 33% da população em Alter do Chão (INE, 2011) - e os doentes crónicos. Neste sentido, a

proteção civil tem um papel crucial na divulgação destes eventos, no sentido de alertar e prevenir a população.

**1.4.**

**SECAS**



## 1.4. Secas

As secas são consequência de longos períodos com ausência ou escassez de precipitação (seca meteorológica) que conduzem a um desequilíbrio hidrológico grave. Este desequilíbrio traduz-se numa redução das diversas reservas hídricas: caudais dos rios, nível das albufeiras e lagos, quantidade de água no solo e nos aquíferos (seca hidrológica).

O IPMA monitoriza as situações de seca meteorológica que ocorrem em Portugal com base em dados de temperatura e precipitação, indicando mensalmente o grau de severidade e projetando a sua evolução através de cenários baseados em probabilidades de ocorrência de precipitação a médio prazo. Esta monitorização é efetuada através do índice de seca PDSI (Palmer Drought Severity Index) e do índice SPI (Standardized Precipitation Index). Recentemente, a OMM indicou o SPI como o índice a ser utilizado em todo o mundo.

Neste sentido, a análise da suscetibilidade de seca foi efetuada precisamente através da aplicação do índice SPI (McKee et al., 1993). O cálculo deste índice baseia-se na precipitação “standard” que corresponde ao desvio de precipitação em relação à média para um período de tempo específico, dividido pelo desvio padrão do período a que diz respeito essa média (IPMA). Para tal, efetuaram-se os cálculos para escalas de tempo de 3, 6, 9 e 12 meses, em séries de 37 anos (1980-2017), através dos dados das estações meteorológicas de Alcáçovas, Azuraja, Castro Verde, São Manços, Serpa, Vale do Peso, Abrantes e Ribeira de Nisa. Atente-se que este foi o período de dados mais completos disponível pelo que, a atualidade da informação está condicionada por esse fator.

Os dados anteriormente referidos foram processados no software SPI\_SL\_6.exe file (<https://drought.unl.edu>), a partir do qual se obteve um valor de probabilidade para cada estação e para cada período de retorno. Os valores obtidos foram interpolados seguindo a metodologia IDW (Inverse distance weighted). Seguidamente, o resultado da interpolação foi classificado segundo a tabela de valores do índice SPI apresentada no IPMA (quadro 6).

**Quadro 6 – Classificação do índice SPI para períodos secos (IPMA)**

Valores SPI	Categoria da Seca
0.49 a -0.49	Normal
-0.50 a -0.99	Seca Fraca
-1.00 a -1.49	Seca Moderada
-1.50 a -1.99	Seca Severa
≤ - 2.00	Seca Extrema

---

Dos resultados obtidos verifica-se que, para a escala de 3 meses, há uma variação significativa do grau de suscetibilidade no flanco sudeste do município (mapa 5). A seca tende a ser mais severa à medida que nos deslocamos para Este. Para as escalas de tempo de 6, 9 e 12 meses não existem variações, ou seja, o cenário é de uma situação “normal”, sem qualquer necessidade de alerta (mapa 6).

**1.5.**

**VAGAS DE FRIO**



## 1.5. Vagas de frio

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMS), uma vaga de frio ocorre quando há um período de seis dias consecutivos em que a temperatura mínima é inferior em 5°C ao valor médio do período de referência. A diminuição da temperatura é geralmente acompanhada pelo aumento do vento, o que se traduz num incremento da sensação de arrefecimento. As vagas de frio afetam sobretudo os grupos mais vulneráveis, como os idosos e as pessoas sem-abrigo, mas também podem condicionar o normal funcionamento das atividades socioeconómicas e dos serviços.

O IPMA monitoriza dois índices biometeorológicos que permitem quantificar o conforto humano, nomeadamente o índice UTCI, que é calculado com base em oito observações diárias (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UTC), e o índice WSI (Weather Stress Index) que se baseia em duas observações (06 e 13 UTC).

Para a área em análise foram recolhidos dados das estações meteorológicas mais próximas - Montargil, Cáceres e Badajoz -, abrangendo o intervalo temporal entre 1960 e 1990. Posteriormente, foi calculada a duração média (em dias) de cada vaga de frio, bem como o número médio anual de vagas de frio. O número médio de dias de duração de uma vaga de frio, em valores absolutos, varia entre 7.7 e 8.5. Na legenda foram definidas duas classes: “Até 8 dias” e “8 ou mais dias”. Já o número de vagas de frio que ocorre por ano varia entre os 2 e os 6.59 (valores absolutos), tendo sido representadas três classes: “de 2 a 4”, “de 4 a 6” e “mais de 6” episódios. Em Alter do Chão, regista-se uma média de duas a quatro vagas de frio por ano.

**1.6.**

**SISMOS**



## 1.6. Sismos

A ANPC define um sismo como um “fenómeno natural resultante de uma rutura mais ou menos violenta no interior da crosta terrestre, correspondendo à libertação súbita e inesperada de uma grande quantidade de energia, que provoca vibrações que se propagam em todas as direções a uma vasta área circundante”. A maioria dos sismos são despoletados pelo movimento de falhas geológicas que surgem quando há contacto com entre diferentes placas tectónicas. Portugal situa-se num ambiente tectónico favorável à ocorrência de atividade neotectónica e sísmica, dada a sua posição numa zona de fronteira de placas tectónicas (Cabral, 1993).

O município de Alter do Chão, de acordo com a carta de sismicidade histórica (isossistas de intensidades máximas), apresenta um grau de intensidade sísmica de VIII (ruinoso) na escala de Mercalli (valor máximo no continente de X). Como se pode observar no mapa 9, existem algumas falhas na área envolvente do município bem como duas falhas que o atravessam de noroeste a sudeste e que contribuem para o elevado grau de intensidade. Refira-se ainda um episódio registado recentemente, em 2018: um sismo de magnitude 4,9 na escala de Richter (sentido com intensidade máxima IV na escalada de Mercalli modificada) com epicentro em Arraiolos, bastante próximo do município de Alter do Chão.

Segundo o IPMA, um sismo com grau de intensidade VIII afeta a condução dos automóveis, provoca alguns danos nas alvenarias B e danos nas alvenarias C, com colapso parcial, pode igualmente conduzir à queda de estuque de algumas paredes de alvenaria, à torção e queda de chaminés, monumentos, torres e reservatórios elevados, e à movimentação de estruturas sobre as fundações se não estiverem ligadas inferiormente. Pode ainda projetar os painéis soltos no enchimento das paredes, alterar os fluxos e as temperaturas das fontes e dos poços, e provocar fraturas no chão húmido e nas vertentes escarpadas.

**1.7.**

***INCÊNDIOS FLORESTAIS***

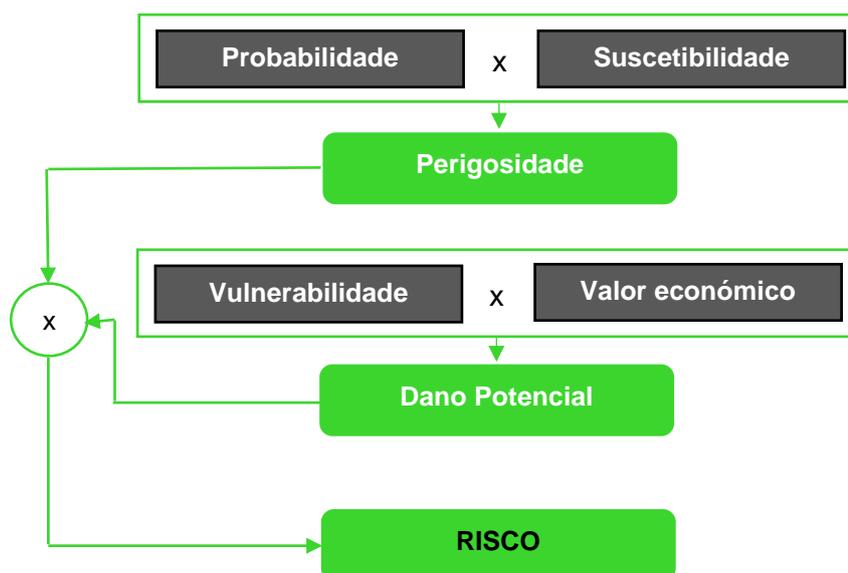


## 1.7. Incêndios florestais

Os incêndios florestais são fogos incontrolados em espaços com vegetação abundante, que ocorrem sobretudo em dias quentes e secos, e são intensificados pela ação dos ventos fortes. A maioria dos incêndios florestais são provocados por negligência humana e/ou por atos criminosos.

A cartografia do risco de incêndio florestal foi realizada com base no modelo de risco adotado pela Autoridade Florestal Nacional (AFN) (figura 2). Assim, produziram-se os mapas da perigosidade resultado do produto da probabilidade e da suscetibilidade e o mapa do risco que derivou do produto da perigosidade com o dano potencial.

Figura 2 – Componentes do Risco (AFN, 2012).



A componente da probabilidade foi estimada através da análise do histórico de áreas aridas, disponível no portal da AFN. Posteriormente, foi calculada uma percentagem média anual com base no histórico referido, para uma série de observações de 1990 a 2018).

$$\frac{fx100}{\Omega}$$

Em que: *f* é o número de ocorrências registadas e  $\Omega$  é o número de anos da série.

A suscetibilidade expressa as condições do território, favoráveis à ocorrência de um evento danoso. Por conseguinte, para o cálculo desta componente utilizaram-se as seguintes variáveis: o histórico de ocorrências (probabilidade), a ocupação do solo e os

declives, que, quanto mais acentuados, mais potenciam a propagação do fogo. Os declives foram calculados em graus (com base na informação topográfica) e reclassificados seguindo as diretrizes da AFN (quadro 7).

**Quadro 7 - Valores de suscetibilidade para classes de declividade (AFN, 2012).**

Classes	Valor de suscetibilidade
<b>0-5</b>	2
<b>5-10</b>	3
<b>10-15</b>	4
<b>15-20</b>	5
<b>20 e superiores</b>	6

No que se refere à ocupação do solo foram utilizados os dados da *Corine Land Cover*, disponíveis no site da Direção Geral do Território. Os códigos da *Corine Land Cover* foram agrupados pelas classes de suscetibilidade apresentadas no quadro 8.

**Quadro 8 – Valores de suscetibilidade para a ocupação do solo (AFN, 2012).**

Códigos (CLC)	Valor de suscetibilidade
<b>212, 213, 221, 222, 241, 331</b>	2
<b>211, 223, 231, 242, 244</b>	3
<b>243, 311, 312, 313, 321, 322, 323, 324, 332, 333, 334</b>	4

O cálculo do dano potencial resulta do produto da vulnerabilidade pelo valor económico. A vulnerabilidade expressa o grau de perda a que o território está sujeito. Como tal, utilizaram-se os dados da carta de ocupação do solo (COS 2015), disponíveis no portal da Direção Geral do Território, atribuindo-se a cada tipo de ocupação um valor de referência estimado pela AFN. Já o valor económico diz respeito aos elementos expostos. A metodologia aplicada para o determinar também consistiu na utilização dos valores de referência estimados pela AFN para cada tipo de ocupação do solo. No final, resultou o mapa do risco que conjugou as componentes anteriormente calculadas.

A mancha de área ardida no concelho (dados de 1990 a 2018) representa 11,9% da área do município. Os incêndios que consumiram uma maior área ocorreram em 2003 e 2016 e concentraram-se no extremo noroeste do concelho, nas freguesias de Chancelaria e Cunheira (mapa 10). Estas são áreas com uma elevada percentagem de florestas e matos. Relativamente aos resultados da modelação, verifica-se que metade do território de Alter do

Chão apresenta uma perigosidade de incêndios florestais baixa (quadro 9), justificada, em parte, pelos declives pouco acentuados nesta área (mapa 11). É precisamente nos locais onde os declives são abruptos que se verifica uma maior perigosidade, apesar de não representar grande expressão no município.

Quanto ao risco de incêndio florestal, verifica-se que existe uma grande percentagem de área inserida na classe de risco moderada (31,4%) mas também as classes de risco elevado a muito elevado apresentam uma expressão significativa no concelho (22,7 e 20,4 %, respetivamente). A classe de risco muito baixo representa 24,7% do território municipal (mapa 12).

**Quadro 9 - Área de ocupação (%) por classes de Perigosidade e de Risco de incêndios florestais.**

<b>Classes</b>	<b>Perigosidade</b>	<b>Risco</b>
<b>Muito baixo</b>	3,7	24,7
<b>Baixo</b>	68,3	0,7
<b>Moderado</b>	18,0	31,4
<b>Elevado</b>	9,4	22,7
<b>Muito elevado</b>	0,6	20,4

# 1.8.

## ***DEGRADAÇÃO E CONTAMINAÇÃO DOS SOLOS***



## 1.8. Degradação e contaminação dos solos

A erosão hídrica do solo pode ser definida como o “processo” de destacamento ou remoção de partículas por ação da precipitação e do escoamento superficial, podendo ser intensificado pelas características intrínsecas dos materiais e do meio sobre o qual atua. A erosão é, assim, condicionada por fatores como a quantidade, duração e intensidade da precipitação, pela forma como se processa o escoamento (fatores de erosividade) e por parâmetros relacionados com os materiais e com as condições morfoestruturais e antrópicas do território (fatores de erodibilidade) (Fernandes, 2014).

A determinação da suscetibilidade à erosão hídrica dos solos foi efetuada com base na metodologia RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation).

$$Erosão = R \times K \times LS \times P \times C$$

Onde:

R – é o fator de erosividade da precipitação (MJ.mm.ha-1.h-1.ano-1).

K – é o fator de erodibilidade do solo que indica a capacidade de sofrer erosão.

LS – é o fator topográfico que depende de duas variáveis – o declive das vertentes (L) e o comprimento das encostas (S) que influenciam na ação erosiva exercida pela água sobre os solos.

P – é o fator de práticas culturais

C – é o fator de coberto vegetal e de uso/ocupação do solo, que diz respeito à capacidade de proteção do solo em função da cobertura vegetal.

O Fator R (Erosividade) foi calculado de acordo com a metodologia de Bertoni & Lombardi Neto (1995), tendo por base os dados da precipitação da estação meteorológica de Alter do Chão para uma série temporal de 1980 a 2010.

$$EI = 89.5 * \left( \frac{r^2}{P} \right)^{0.85} \quad R = EI * 12meses$$

Em que:

EI - média mensal do índice de erosão (Mj/ha.mm);

r<sup>2</sup> - precipitação média mensal (mm);

P - precipitação média anual;

R - erosividade da chuva (Mj/ha.mm/ano).

Os valores do Fator K (Erodibilidade) foram estimados para cada unidade pedológica seguindo a classificação da S.R.O.A. e definidos por Pimenta (1998) no quadro 10.

Quadro 10 – Valores do Fator K (Pimenta, 1998)

Classificação F.A.O. Escala 1:1 000 000		Classificação S.R.O.A. Escala 1:25 000		VALOR DE ERODIBILIDADE
Nome	Código	Nome	Código	
	RO	Afloramentos rochosos		0.00
Fluvissoles	Jc	Aluviossolos Antigos Calcários	Atlc, Atc, Atac	0.41
	Je	Aluviossolos Antigos Não Calcários	Atl, At, Ata	0.19
	Jc	Aluviossolos Modernos Calcários	Alc, Ac, Aac	0.44
	Jd, Je	Aluviossolos Modernos Não Calcários	Al, A, Aa	0.26
Luvissoles	Lo	Argiluvitados Pouco Insaturados (Atlânticos)	Med.Pard, Verm, Am	0.30
Vertissolos	Vc	Barros Castanho-Avermelhados	Cb, Bvc, Cpv, Cbc	0.34
	Vp	Barros Pretos	Bp, Bpc, Cp, Cpc	0.32
Cambissolos	Bkv	Calcários Pardos Para-Barros	Pc'	0.30
	Bk	Calcários Pardos, Normais	Pc, Pcg, Pcr, Pcs, Pcx, Pte, Pct, Rc	0.32
	Bcc	Calcários Vermelhos, Normais	Vac, Vc, Vcr, Vcs, Vet, Vcx	0.36
	Bcv	Calcários Vermelhos Para-Barros	Vc'	0.33
Luvissoles	Lg	Hidromórficos Sem Horizonte Eluvial Para-Solos Argiluvitados Pouco Insaturados	Pb, Sag	0.36
Cambissolos	Bh	Litólicos Húmicos	Mns, Mnx	0.32
	Bhc	Litólicos Húmicos Vermelhos		0.32
	Bd, Be	Litólicos Não Húmicos	Par, Pg, Pga, Pgm, Ppg Psn, Pt, Vf, Vts, Vt	0.31
	Bc	Litólicos Não Húmicos (Vermelhos)		0.31
Litossolos	Id, Ie	Litossolos	Eb, Ec, Ed, Eg, Egn, Ep Eq, Ets, Etc, Et, Ex	0.39
	Ie	Litossolos de Climas Sub-húmidos e Semiáridos	Idem	0.39
	Ie	Litossolos de Climas Sub-húmidos e Semiáridos (de rochas ultrabásicas)	Idem	0.39
Luvissoles	Lo	Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários, Normais	Pgn, Ppx, Pmg, Px	0.29
	Lv	Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários Para-Barros	Pm	0.23
	Lga, Lg	Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários, Para Solos Hidromórficos	Pag, Pagx, Pdg, Pmh, Ppm	0.26
	Lo	Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários, Normais		0.34
	Lkv	Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários, Para-Barros	Pac, Pbc	0.31
	Lkg	Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários, Para-Hidromórficos	Pdc	0.32
	Lrk, Lcr, Lf	Mediterrâneos Vermelhos de Materiais Não Calcários, Normais	Vgn, Pv, Vx, Pvx, Vtc, Sr	0.32
	Lp	Mediterrâneos Vermelhos de Materiais Não Calcários, Com Materiais Lateríticos	Sr*	0.31
	Lrk	Mediterrâneos Vermelhos de Materiais Calcários, Normais	Vcc, Vcd, Pvc, Vcv, Scv	0.38
Lrv	Mediterrâneos Vermelhos de Materiais Calcários, Para-Barros	Vcm	0.19	
Planossolos	We	Planossolos	Ps	0.25
Podzóis	Po	Podzóis Com e Sem Surreaipa	Pz, Ppt, Ppr, Ap	0.28
	Pg	Podzóis Hidromórficos Sem Surreaipa	Aph	0.51
	U	Rankers		
Regossolos	Rc	Regossolos Psamíticos	Rg	0.06
	Rd	Regossolos Psamíticos	Idem	0.06
	Re	Regossolos Psamíticos	Idem	0.06
Solonchaks	Zg	Salinos de Salinidade Moderada ou Elevada	Asl, Aslc, As, Asc, Asa, Asac - Assl, Asslc, Ass, Assc, Assa, Assac	0.18

O cálculo do fator LS foi obtido através da utilização da ferramenta integrada nos módulos Terrain Analysis – Hidrology – Topographic Indice do Software SAGA GIS (System for Automated geoscientific Analyses), com base no algoritmo de Desmet e Govers (1996) que requer como dados de entrada o declive e a contributiva. Esta informação foi extraída dos dados altimétricos disponíveis (pontos cotados e curvas de nível).

O fator P foi estimado a partir dos declives com a classificação dos valores apresentados pela metodologia de Tomás (1993), extraída de Meneses (2011) (quadro 11).

Quadro 11 – Valores do Fator P (Meneses, 2011)

Declive da superfície (%)	Prática de conservação		
	Cultura ao longo das curvas de nível	Cultura em faixas	Cultura em terraços
0 -1	0,00	0,00	0,00
2 -7	0,50	0,25	0,10
8 -12	0,60	0,30	0,12
13 - 18	0,80	0,40	0,16
19 - 24	0,90	0,45	0,18
≥ 25	1,00	0,50	0,21

Por fim, o fator C (cobertura do solo) foi estimado com base nos dados da *Corine Land Cover* e da ocupação e uso do solo. A classificação dos valores baseou-se na metodologia apresentada por Pimenta (1998).

O resultado final revela que o grau de suscetibilidade a erosão hídrica dos solos no município é reduzido (65,1%). As classes de suscetibilidade mais elevada não apresentam grande representatividade no território concelhio (quadro 12, mapa 13).

Quadro 12 - Área de ocupação por classe de suscetibilidade à erosão hídrica (RUSLE).

Classes de suscetibilidade	Área de ocupação por classe de suscetibilidade (%)
<b>Reduzida</b>	65,1
<b>Média</b>	27,0
<b>Elevada</b>	7,2
<b>Muito elevada</b>	0,7

**1.9.**

**ACIDENTES  
RODOVIÁRIOS**



## 1.9. Acidentes rodoviários

A elaboração do mapa de acidentes rodoviários teve por base a recolha de informação sobre os acidentes rodoviários ocorridos no município entre 2013 e 2017, disponível nos relatórios da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. Para esta análise salientam-se os conceitos de:

**Acidente mortal** - Acidente do qual resulte pelo menos um morto.

**Acidente com feridos graves** - Acidente do qual resulte pelo menos um ferido grave, não tendo ocorrido qualquer morte (Relatório Anual de Sinistralidade Rodoviária, 2016).

O mapa 14 apresenta a localização dos acidentes rodoviários, georreferenciados com base nas referências sobre as vias e os Km em que ocorreram. A classificação da suscetibilidade das vias resultou do cruzamento da informação sobre o número de acidentes e o número de vítimas mortais e/ou feridos graves que provocaram.

No município de Alter do Chão registaram-se vários acidentes no período em análise que provocaram um total de dois mortos e 11 feridos graves. Pelo número de ocorrências e de vítimas, assinalam-se alguns troços da EN369 e da EN119 com maior suscetibilidade. No entanto, na maioria do concelho não se registou nenhum acidente e, por isso, a suscetibilidade é reduzida.

**1.10.**

**INCÊNDIOS URBANOS**



## 1.10. Incêndios urbanos

Os incêndios urbanos dizem respeito a episódios de fogo em edifícios e que, por isso, representam um sério problema para a segurança das populações e do património.

Existem diversas metodologias para a avaliação do risco de incêndio: umas que se adequam a áreas onde o edificado é isolado e recente e, outras, que se aplicam a áreas que se aproximam mais da realidade dos núcleos urbanos nacionais, com edifícios mais antigos (exemplo do método de GRETENER, FRAME e ARICA (Valentim 2014)). Porém, todos estes métodos exigem um grande número de critérios de caracterização dos edifícios e da área envolvente, como por exemplo, a inclinação das vias verticais de evacuação; a carga de incêndio imobiliária; os sistemas de aquecimento dos edifícios; as dimensões dos compartimentos, entre outros (Valentim, 2014).

Assim, partindo do pressuposto que as mesmas causas são suscetíveis de gerar os mesmos efeitos num contexto similar (Piedade et al., 2010), aplicou-se uma metodologia baseada no método estatístico de Nogueira (2014). Saliente-se que os cálculos foram efetuados ao nível da subsecção com os dados dos Censos de 2011 do INE.

**Quadro 13 – Descrição dos parâmetros e ponderações atribuídas para o cálculo da suscetibilidade de incêndio urbano.**

Variável	Metodologia	
	Classes	Ponderação (%)
Número de pisos	1 ou 2 pisos	40
	3 ou 4 pisos	60
Densidade populacional	<5000	4
	5001 - 8000	12
	8001 – 12000	24
	12001 – 17000	29
	>17001	31
Distância aos bombeiros (m)	500	20
	1000	30
	Mais de 1000	50

O número de pisos está diretamente relacionado com a altura dos edifícios. Por um lado, quanto mais pisos um edifício tiver mais elementos expostos existem e, por outro, maior é a dificuldade em cessar o fogo nos pisos superiores. No caso da densidade populacional, atribuiu-se uma maior ponderação às classes em que existem mais habitantes por km<sup>2</sup>. A ponderação atribuída à variável da distância aos bombeiros justifica-se, em termos

operacionais, pelo tempo de resposta desde o alerta até à chegada dos meios aos edifícios (quadro 13).

Para a obtenção do mapa da suscetibilidade a incêndios urbanos (SIU), aplicou-se a seguinte fórmula:  $SIU = (\text{Número de pisos} \times 30) + (\text{Densidade populacional} \times 40) + (\text{Distância aos bombeiros} \times 30)$ .

No mapa 15 pode observar-se que nas áreas urbanas das freguesias de Cunheira, Chancelaria e Seda a suscetibilidade é moderada a elevada sobretudo pela distância ao quartel dos bombeiros e pela densidade populacional em algumas subsecções estatísticas. No centro de Alter do Chão, apesar da densidade populacional, a proximidade da área urbanizada aos meios de socorro reflete-se numa área de suscetibilidade mais baixa. As subsecções onde o grau de suscetibilidade é elevado representam os locais onde os edifícios têm mais pisos, o que dificulta o combate aos incêndios e também onde existe uma maior densidade populacional.

**1.11.**

***ACIDENTES INDUSTRIAIS GRAVES***



## 1.11. Acidentes industriais graves

Um acidente industrial resulta do anormal funcionamento de um estabelecimento industrial pela emissão de substâncias perigosas, incêndios ou grandes explosões, entre outros eventos. Estes acidentes podem trazer consequências como a radiação térmica e projéteis de uma explosão e a emissão de substâncias tóxicas nocivas para a população, bens e para o meio ambiente. O carácter imprevisível destes eventos, remete para a importância da definição de áreas de maior suscetibilidade (Cardoso, 2015).

No município de Alter do Chão definiu-se uma ponderação para as variáveis da distância dos estabelecimentos industriais ao quartel dos bombeiros e para a densidade populacional (quadro 14).

**Quadro 14 - Descrição dos parâmetros e ponderações atribuídas para o cálculo da suscetibilidade de acidente industrial.**

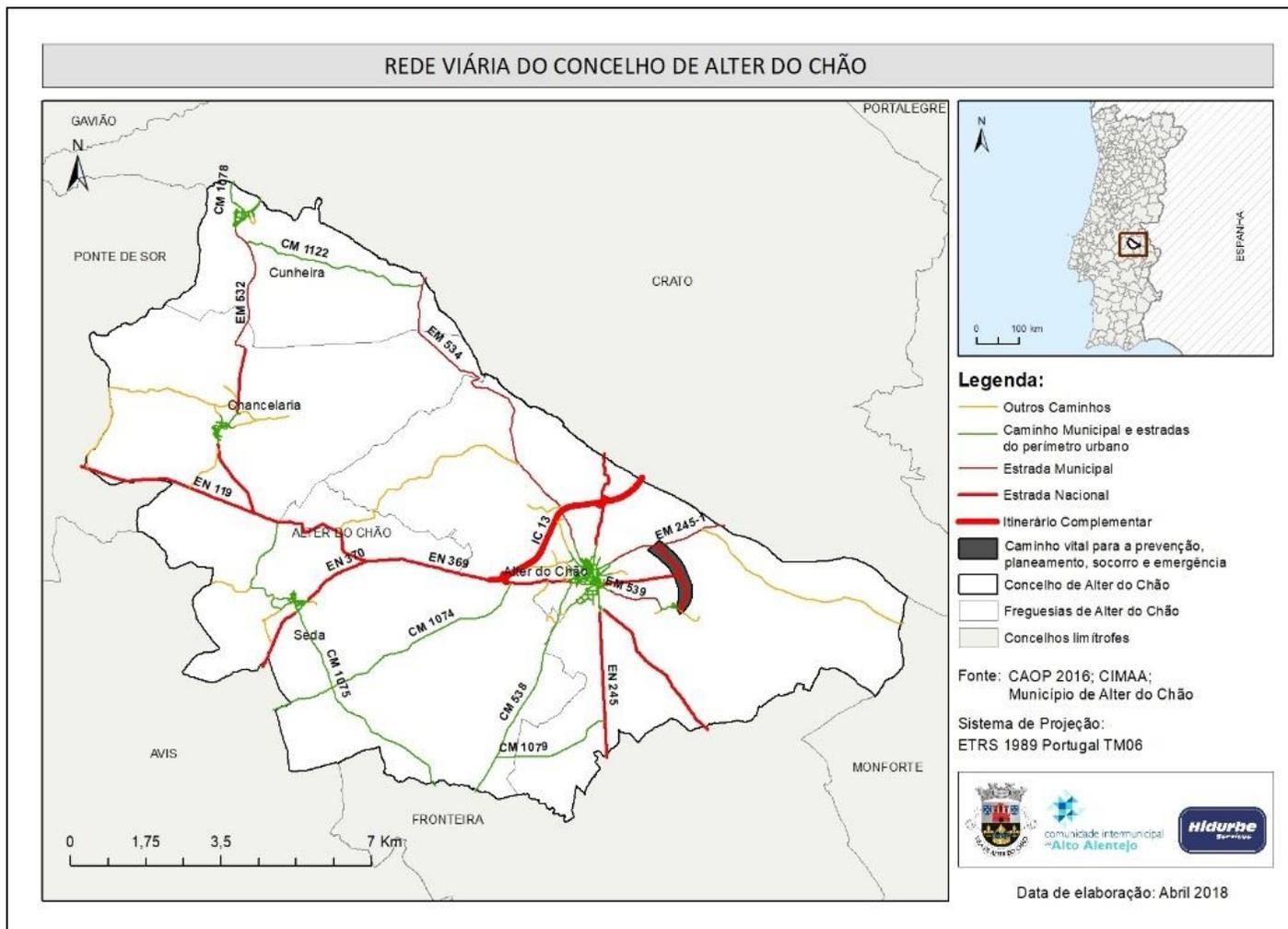
Variável	Metodologia	
	Classes	Ponderação (%)
Densidade populacional	<5000	4
	5000 - 8000	12
	8001 – 12000	24
	12001 – 17000	29
	>17001	31
Distância aos bombeiros (m)	500	20
	1000	30
	Mais de 1000	50

A produção do mapa de suscetibilidade a acidentes industriais resultou da soma do produto destas duas variáveis pelas ponderações consideradas (40% para a distância aos bombeiros e 60% para a densidade populacional).

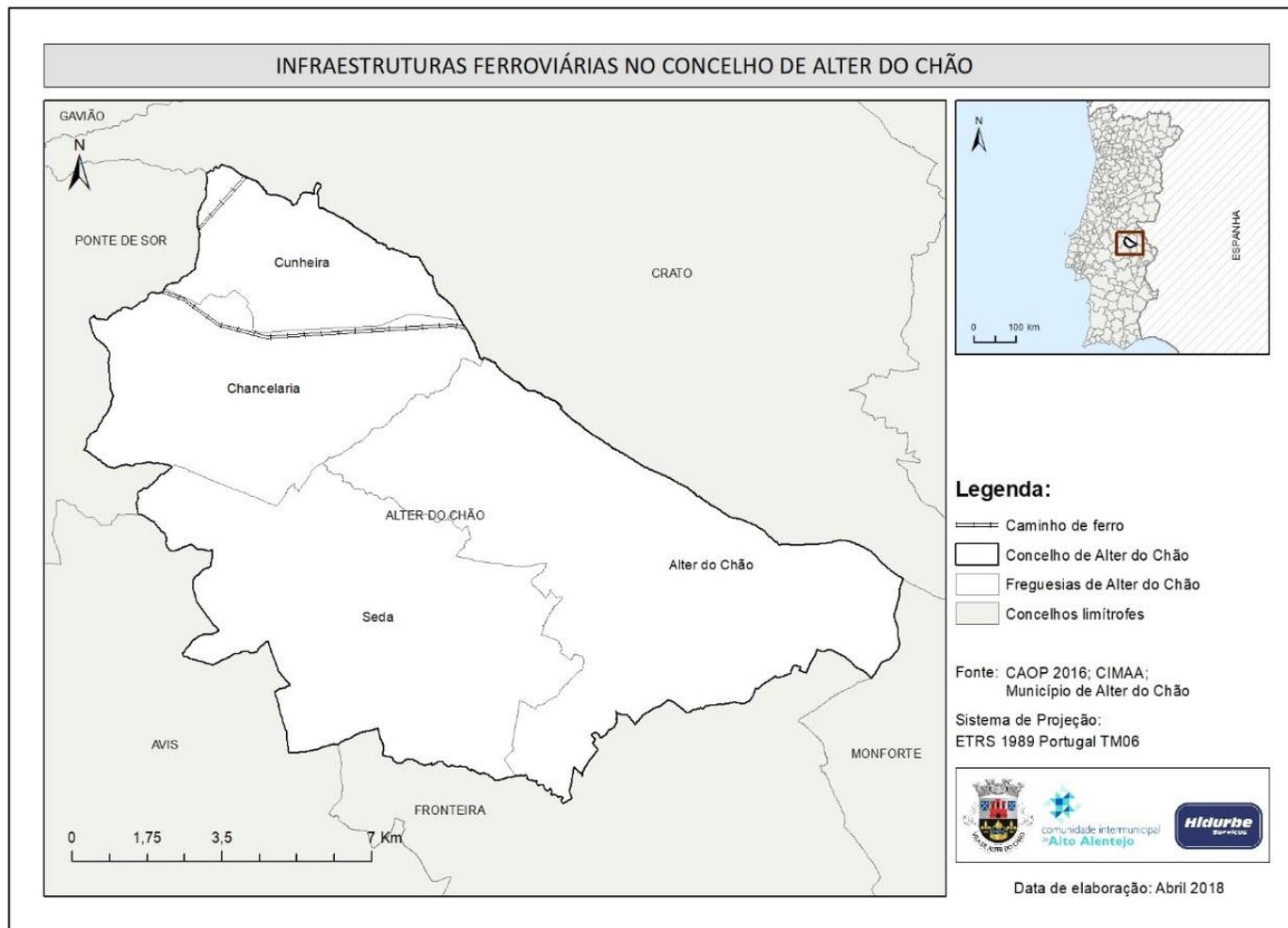
Os resultados mostram que a maioria das áreas com indústria apresentam um grau de suscetibilidade elevado por se encontrarem afastadas do quartel dos bombeiros. Estas localizam-se nas freguesias de Seda, Cunheira e algumas em Alter do Chão. Pelo critério da distância aos bombeiros, as restantes áreas industriais na freguesia de Alter do Chão apresentam um grau de suscetibilidade baixo a moderado.

**PEÇAS  
DESENHADAS**

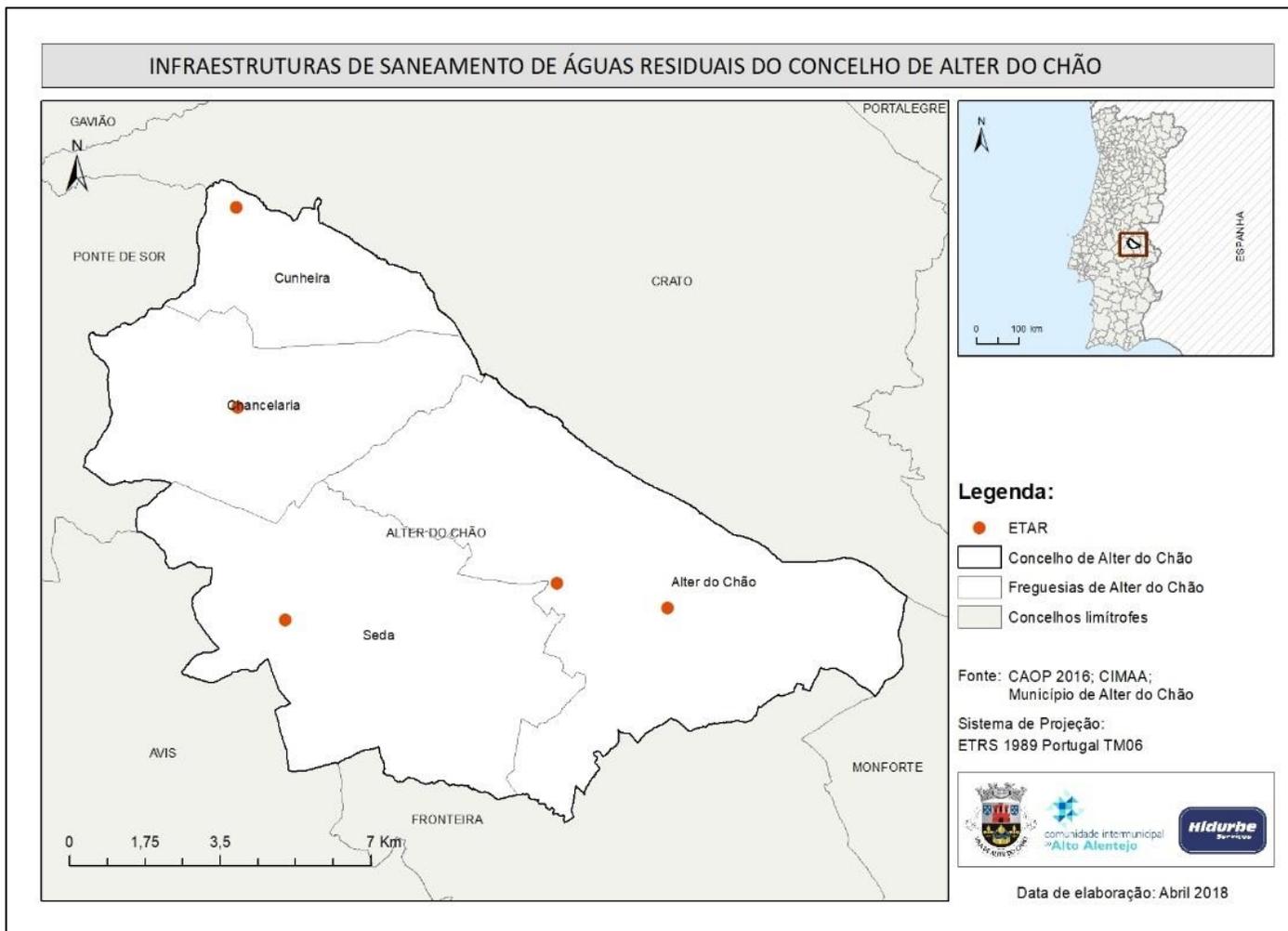
Mapa 13 - Rede Viária do Concelho de Alter do Chão



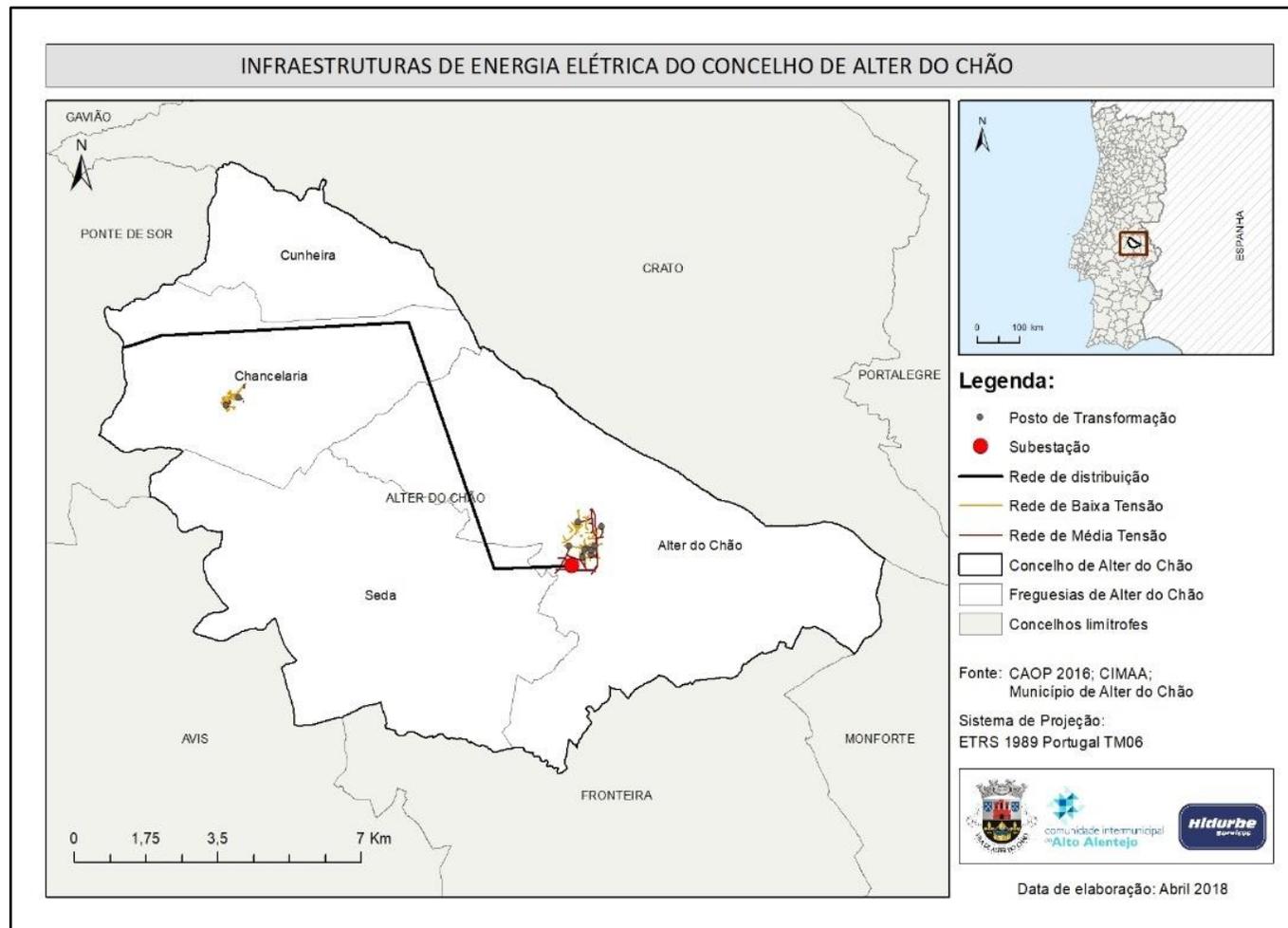
Mapa 14 - Infraestruturas Ferroviárias no Concelho de Alter do Chão



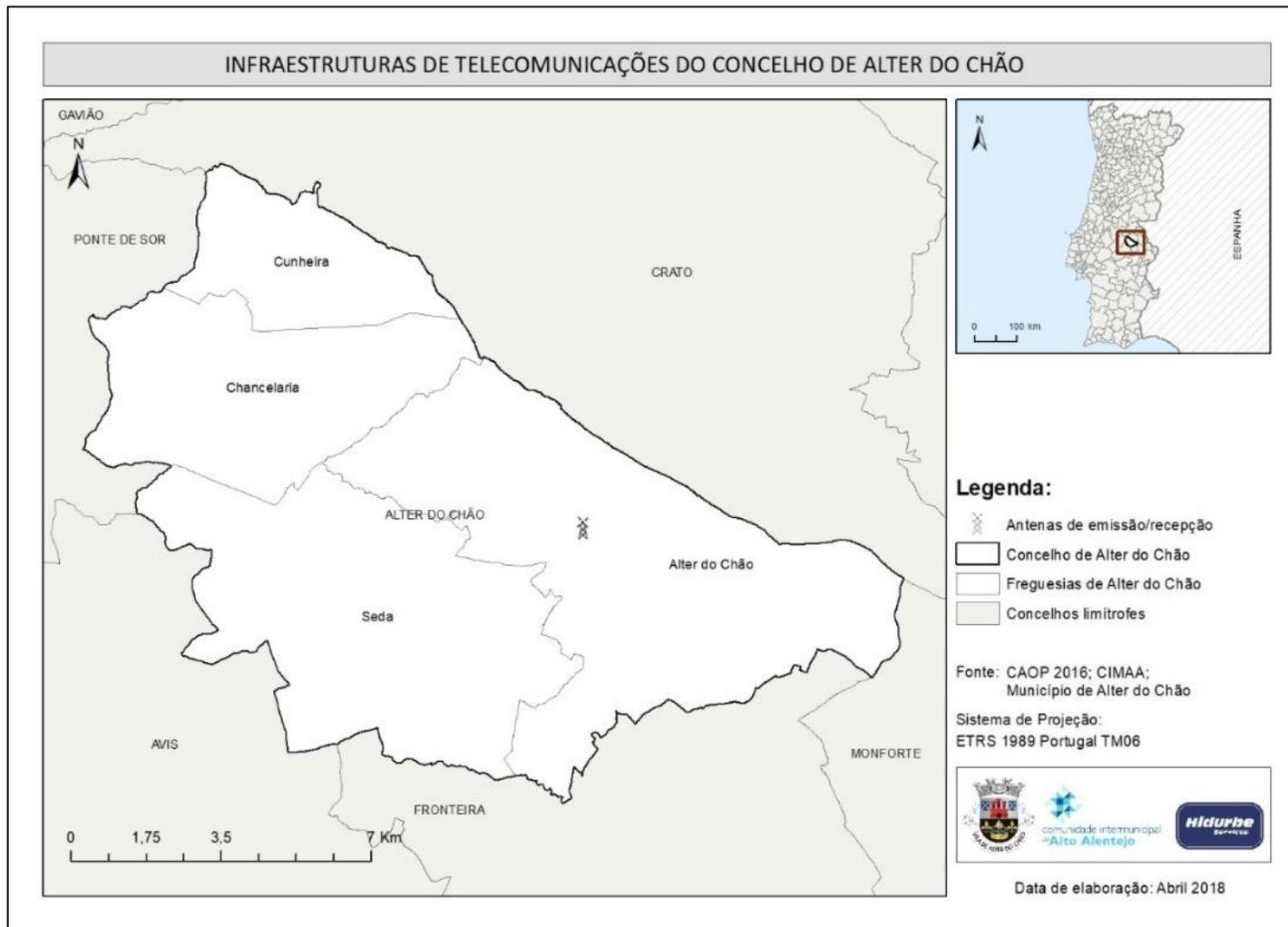
Mapa 15 - Infraestruturas de Saneamento de Águas Residuais do Concelho de Alter do Chão



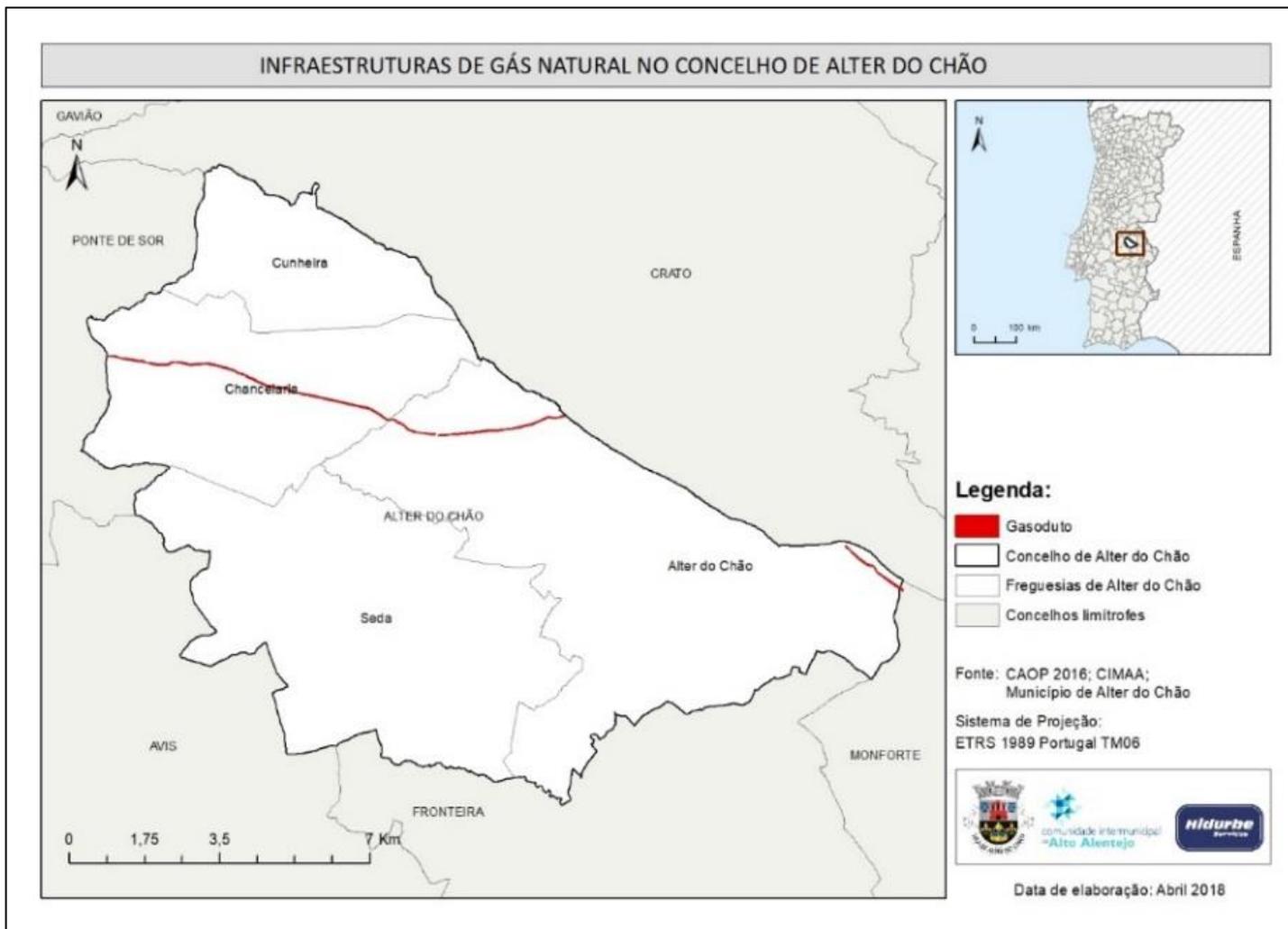
Mapa 16 - Infraestruturas de Energia Elétrica do Concelho de Alter do Chão



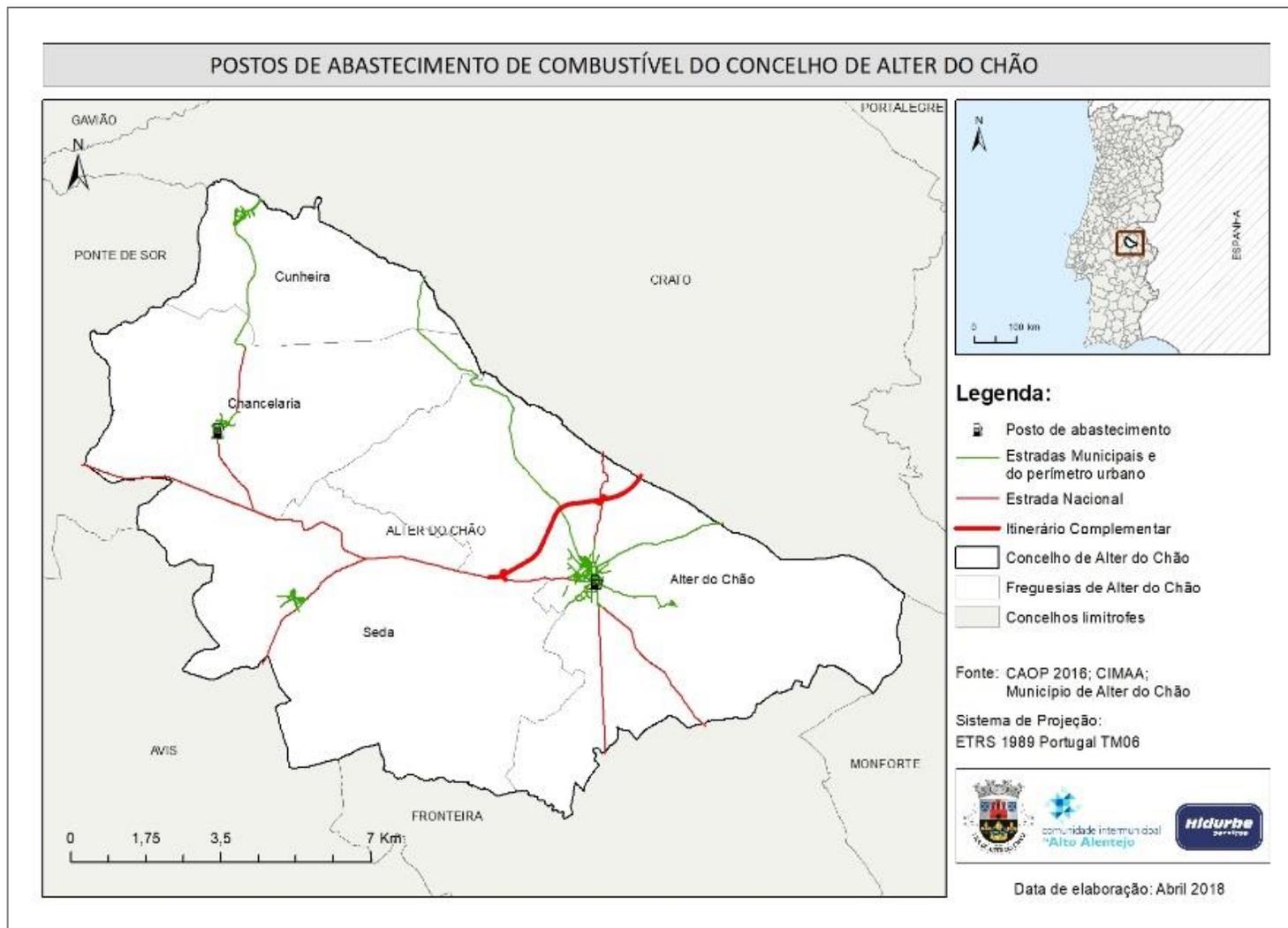
Mapa 17 - Infraestruturas de Telecomunicações do Concelho de Alter do Chão



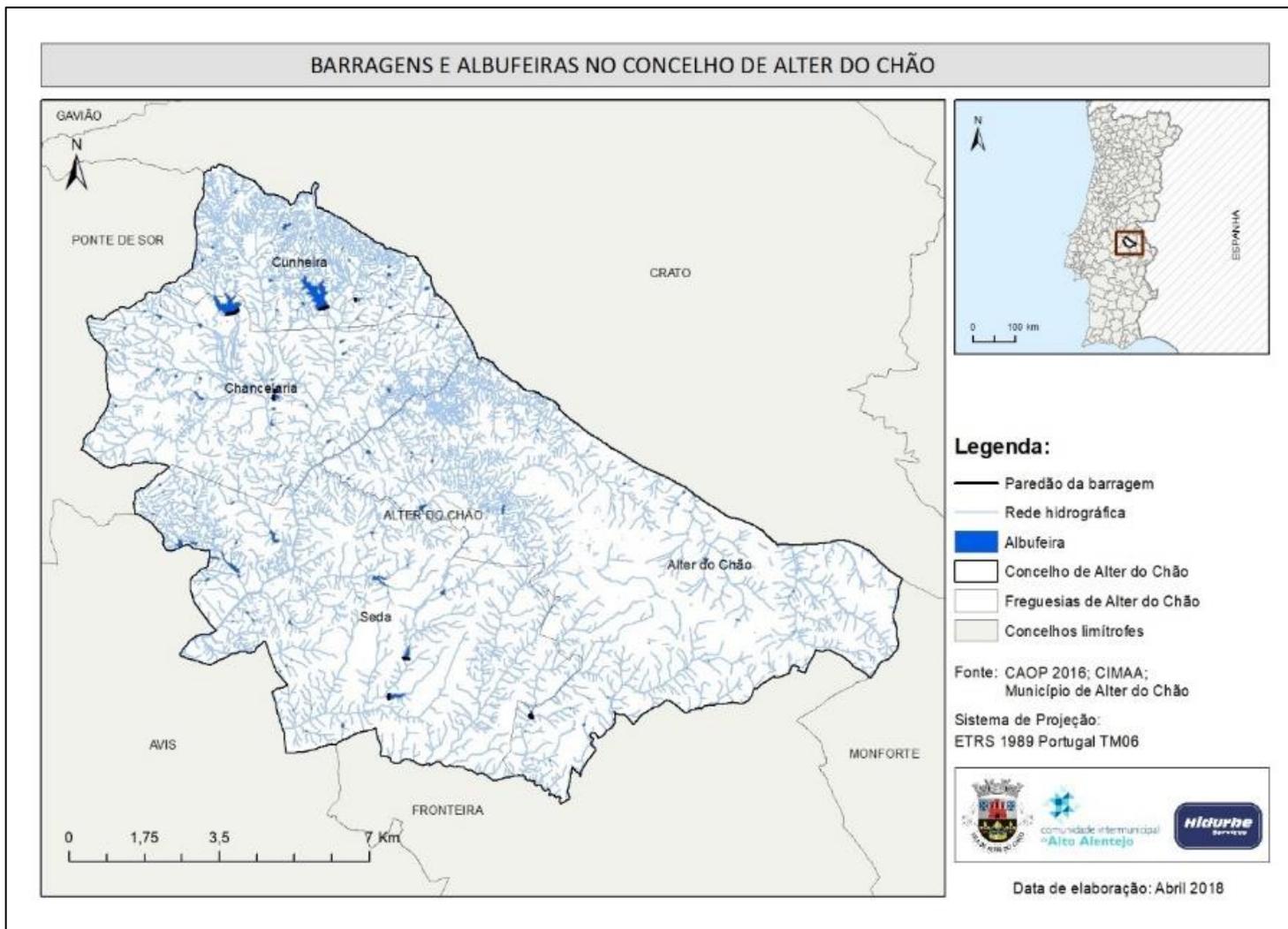
Mapa 18 - Infraestruturas de Gás Natural no Concelho de Alter do Chão



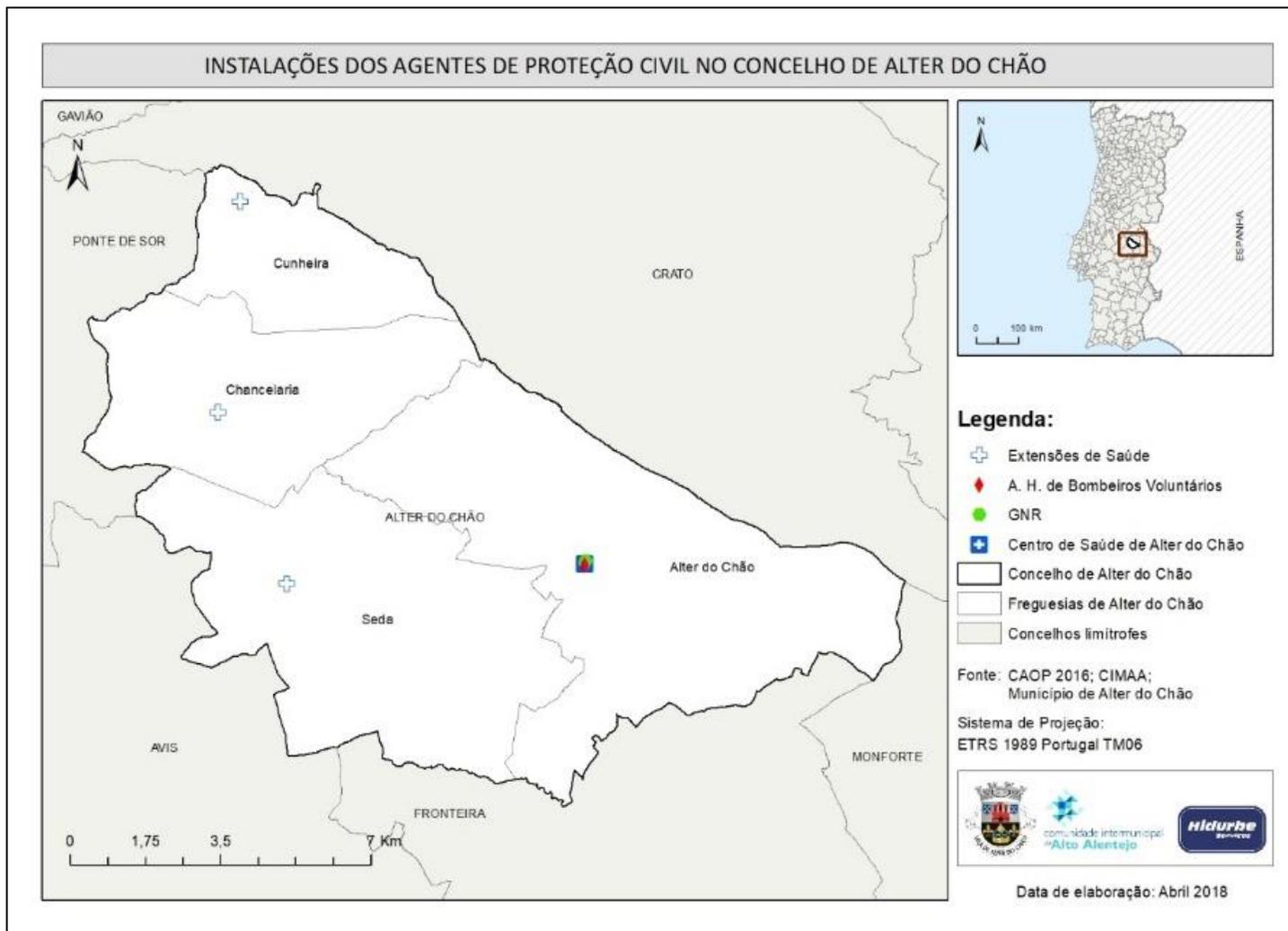
Mapa 19 - Postos de Abastecimento de Combustível do Concelho de Alter do Chão



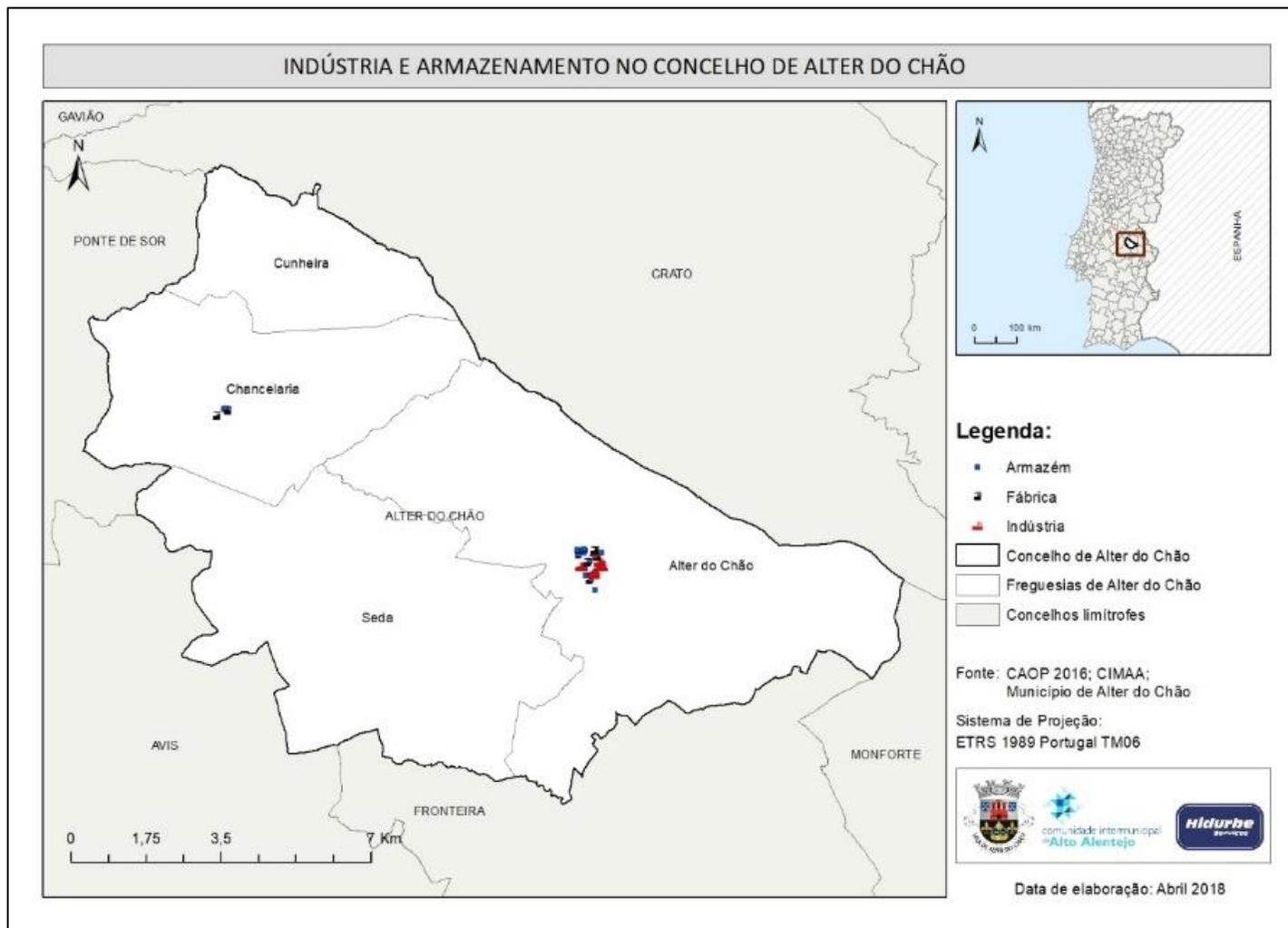
Mapa 20 - Barragens e Albufeiras no Concelho de Alter do Chão



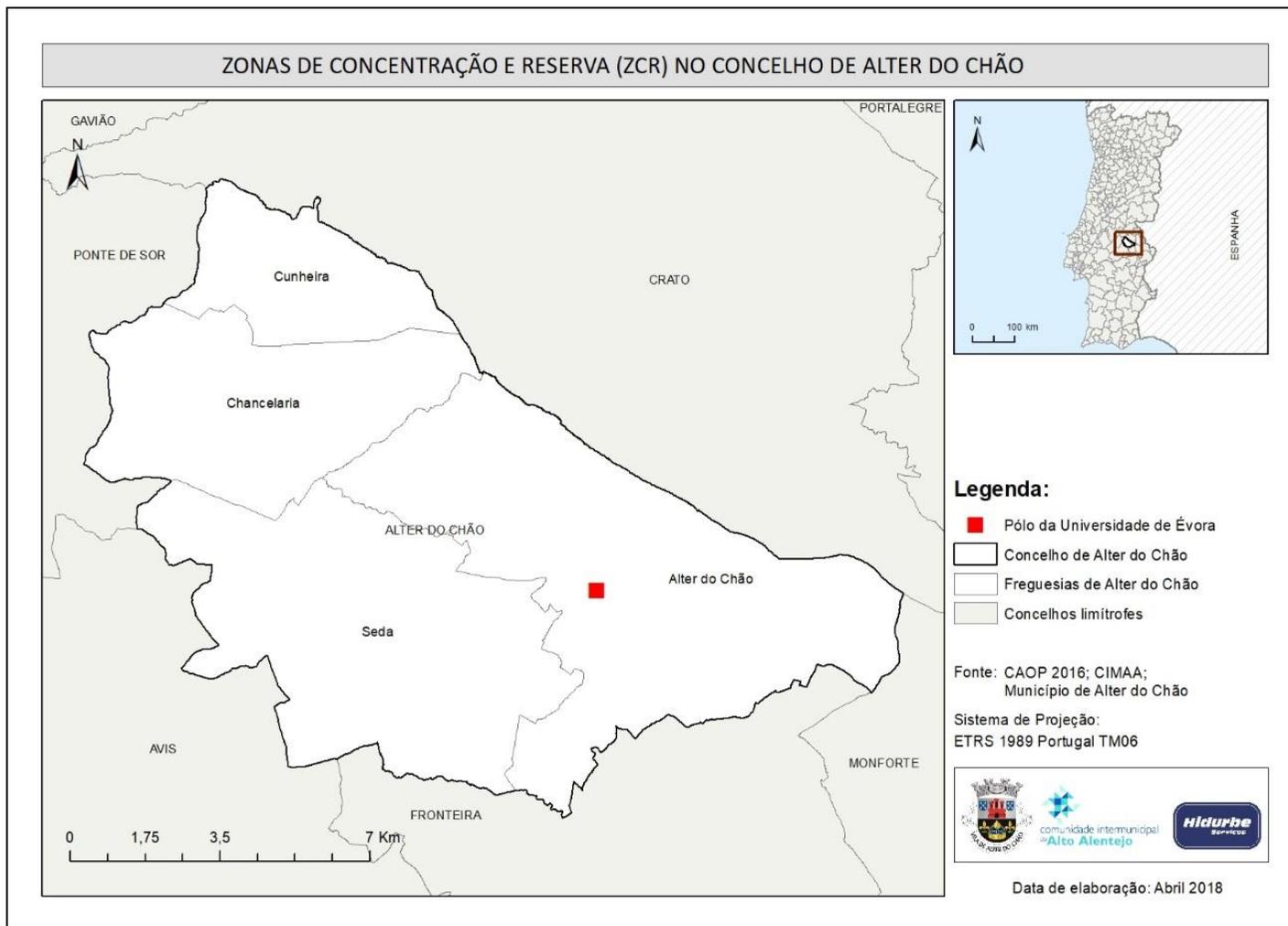
Mapa 21 - Instalações dos Agentes de Proteção Civil no Concelho de Alter do Chão



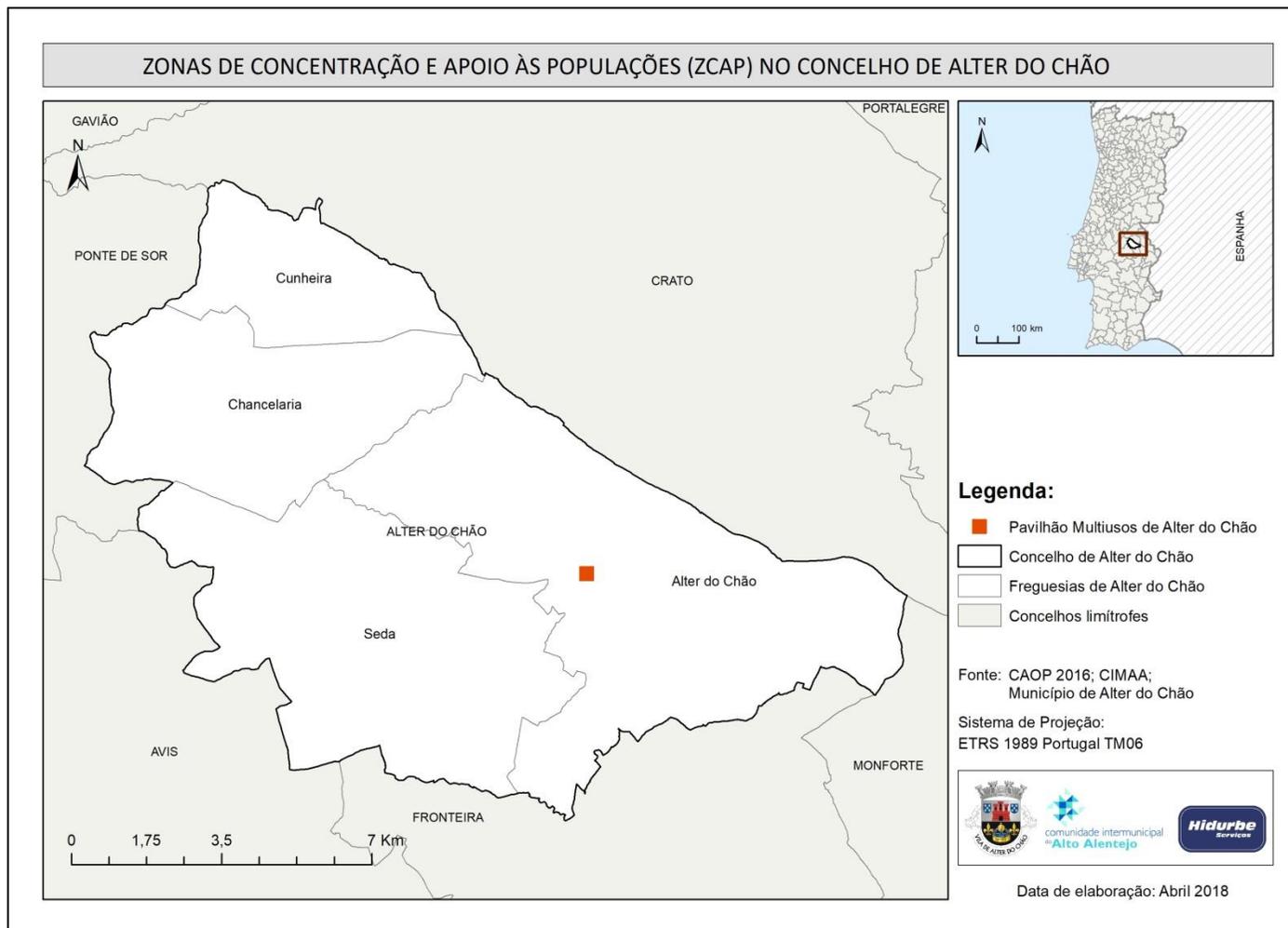
Mapa 22 - Indústria e Armazenamento no Concelho de Alter do Chão



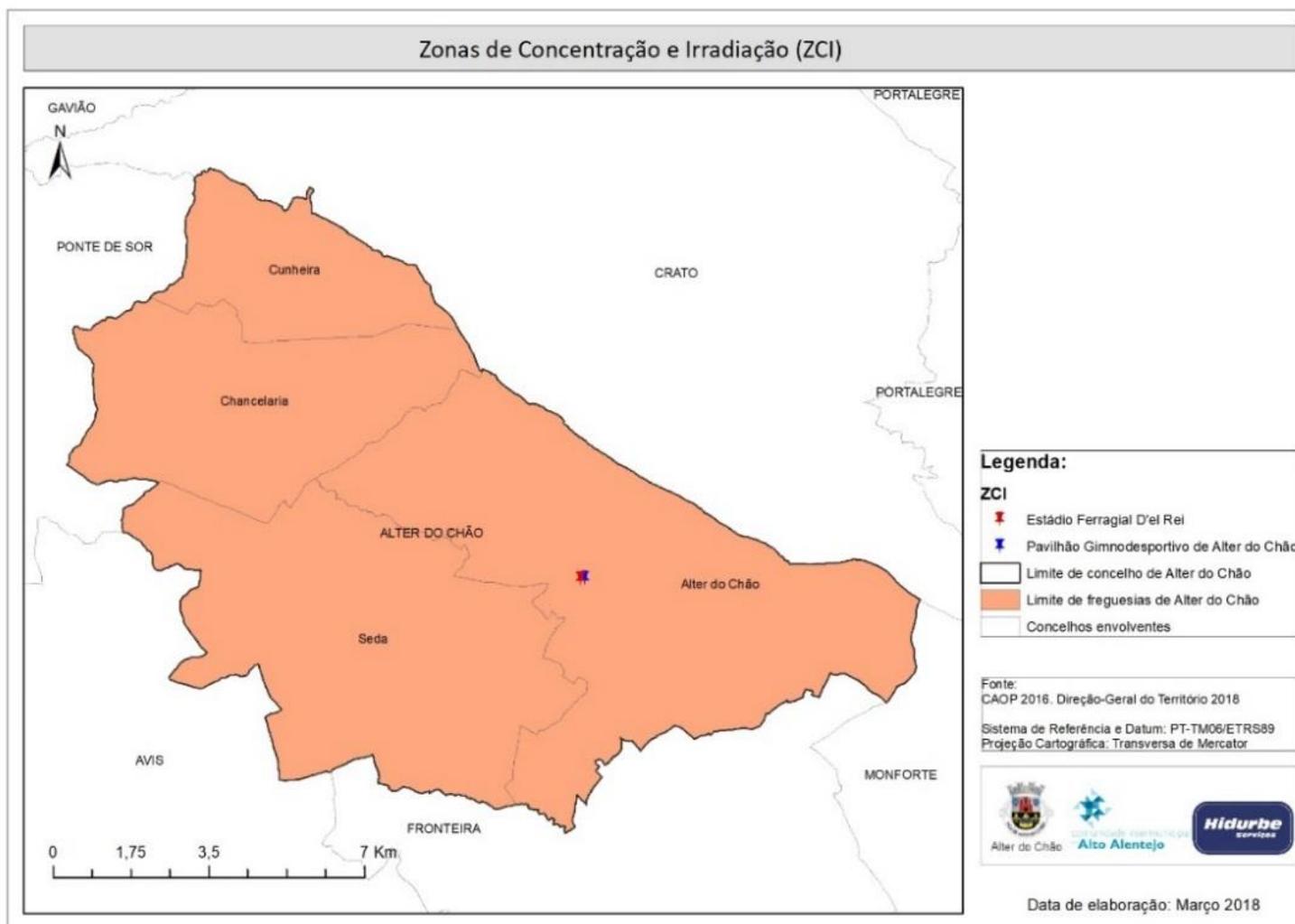
Mapa 23 - ZCR no Concelho de Alter do Chão



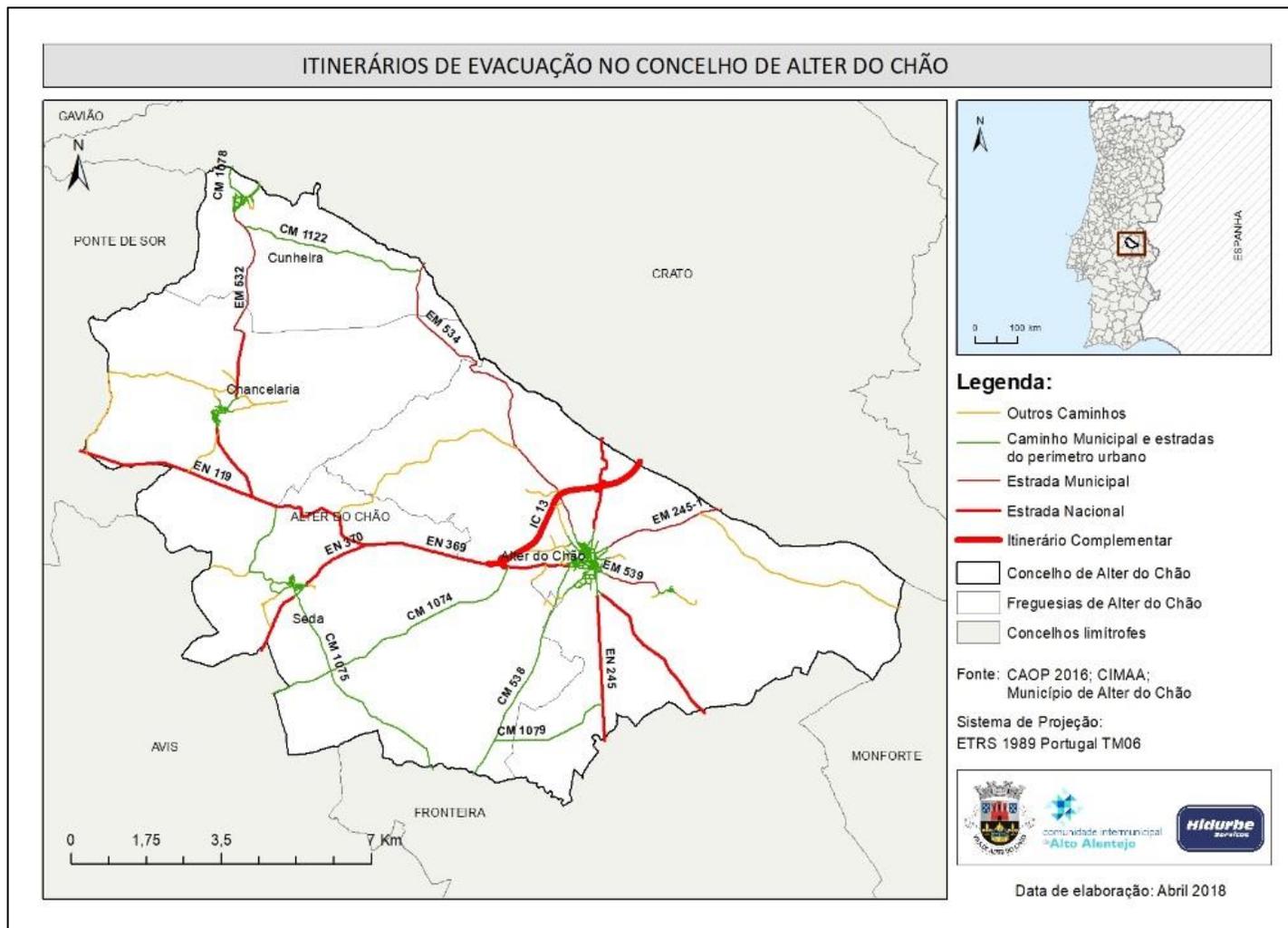
Mapa 24 – ZCAP no Concelho de Alter do Chão



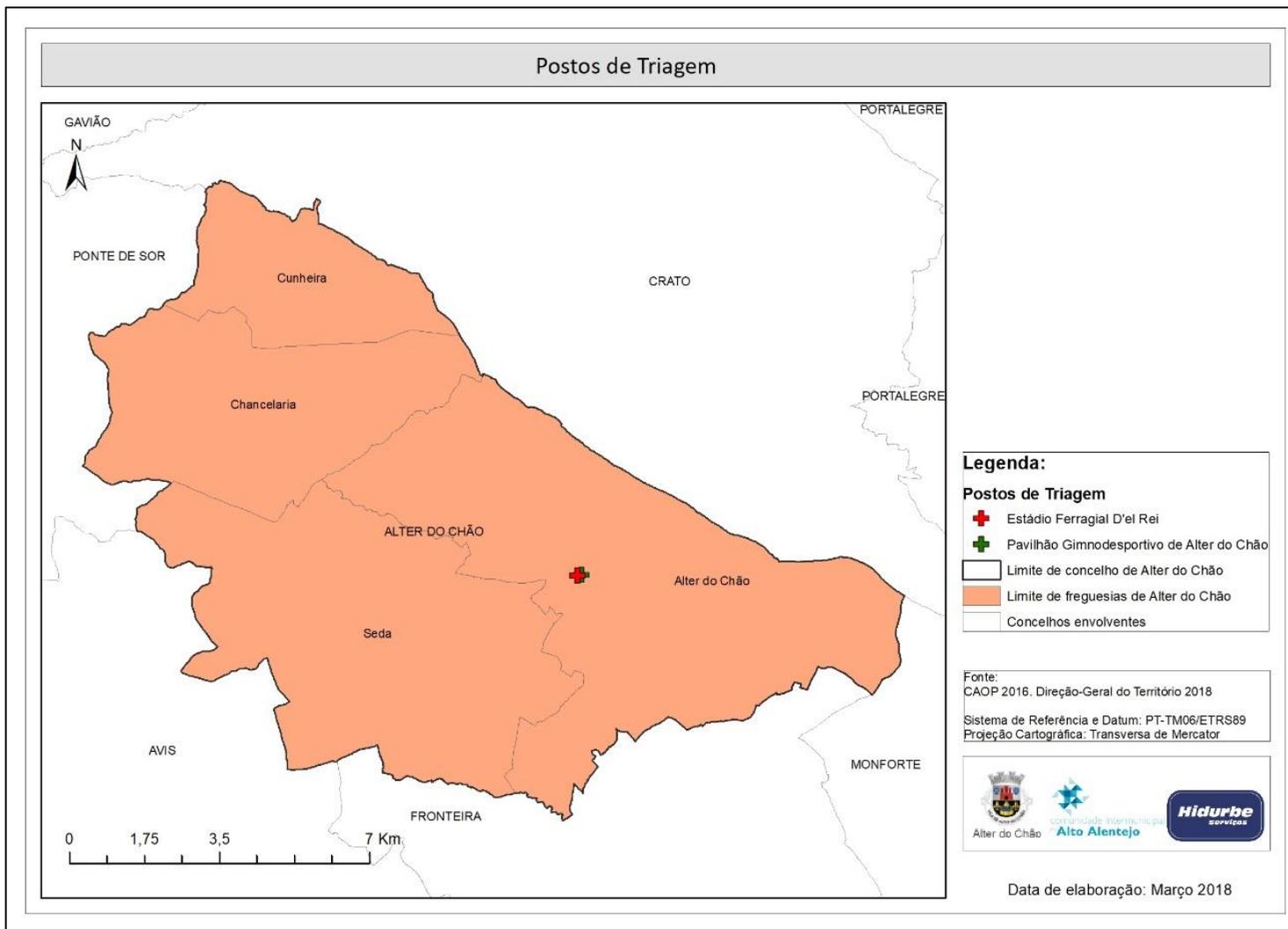
Mapa 25 – ZCI no Concelho de Alter do Chão



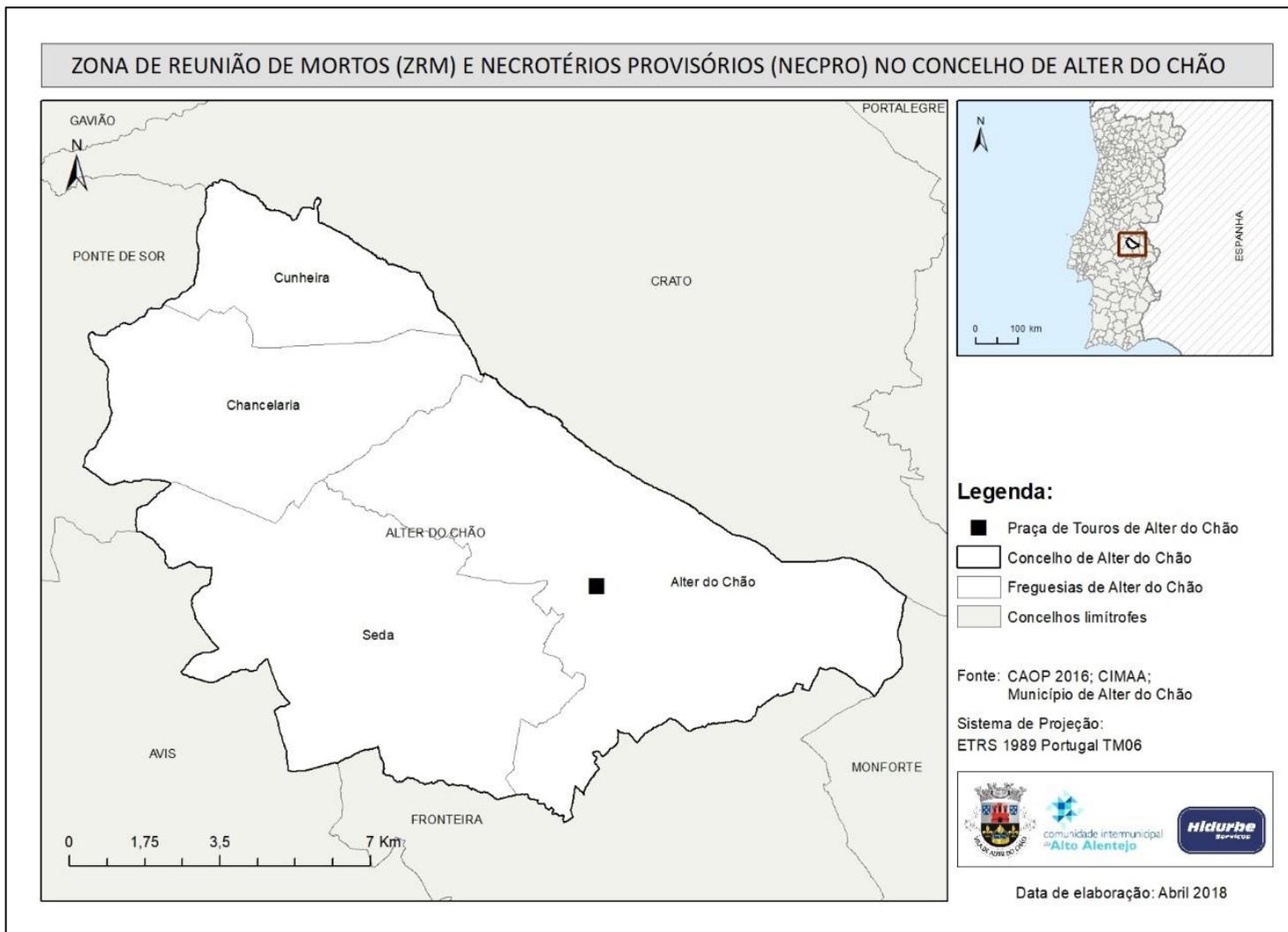
Mapa 26 - Itinerários de Evacuação no Concelho de Alter do Chão



Mapa 27 - Postos de Triagem



Mapa 28 - ZRM e NecPro no Concelho de Alter do Chão



***REFERÊNCIAS***  
***BIBLIOGRÁFICAS***

- Bertoni, J. e Lombardi Neto, F. (1995) - Conservação do solo. 2ª Ed. São Paulo, Ícone, 355 p.
- Cardoso, J. (2015). Metodologia para a análise do Risco de Acidentes Industriais no Concelho de Braga. (dissertação de Mestrado), Universidade do Porto.
- Desmet, P.; Govers, G. (1996) – A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, V. 51, nº 5, pp. 427-433.
- Direcção da Unidade de Defesa da Floresta (2012) - Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios (PMDFCI) - Guia Técnico. Autoridade Florestal Nacional (AFN).
- Gonçalves, P. (2012) - A delimitação de perímetros de inundação no Rio Leça – modelação hidráulica para duas áreas do concelho de Matosinhos. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto. 126 p.
- Fernandes, J. (2014) – Modelação de Processos Erosivos no Alto Douro Vinhateiro: o caso de estudo da Quinta de S. Luiz. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto. 135 p.
- Freitas, G.; Silva, A.; Diegues, P.; Santiago, A.; Selada, C. (2014) – Plano de Contingência para temperaturas extremas adversas. Módulo Calor 2014. Direcção de Serviços de Prevenção da Doença e Promoção da Saúde. Divisão de Saúde Ambiental e Ocupacional. Direcção Geral da Saúde.
- Julião, R. P.; Nery, F.; Ribeiro, J. L.; Castelo Branco, M. & Zêzere, J. L. (2009) - Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. Autoridade Nacional de Protecção Civil, Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, Instituto Geográfico Português.
- McKee, T. B.; Doesken, N. J.; Kleist, J. (1993) - The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183). Boston, MA: American Meteorological Society.
- Melo, C. M., & Kobiyama, M. (2018) - Aplicação do modelo SHALSTAB no estudo de escorregamentos no Brasil: Revisão. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 19(4), 721-738. doi:<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i4.1372>
- Meneses, B. (2011) - Erosão hídrica dos solos caso de estudo do concelho de Tarouca. Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, Área de Especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, 137p.

- Nogueira, J. (2014) - Incêndios Urbanos e Industriais na Cidade do Porto. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 115 p.
- Nunes, T. (2017) – Caracterização de Ondas de Calor ocorridas em Portugal no século XXI. Dissertação de Mestrado, Coimbra. 144 p.
- Oliveira, P. (2003) – Inundações na Cidade de Lisboa. Estudo de Hidrogeografia Urbana. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.
- Piedade, A.; Zêzere, J. L.; Garcia, R. A. C.; Oliveira, S.; C. (2010) - Avaliação e validação de modelos de susceptibilidade a deslizamentos em áreas homogéneas na região a Norte de Lisboa. 16o Congresso da APDR - Regiões de Charneira, Canais de Fronteira e Nós, Universidade da Madeira, Funchal, pp. 1318 -1333.
- Pimenta, M. (1998) - Directrizes para a aplicação da equação universal de perda dos solos em SIG: factor de cultura C e factor de erodibilidade do Solo K. Instituto da Água (INAG), Direcção de Serviços de Recursos Hídricos, 13 p.
- Portela, M. M.; Hora, G. (2002). Aplicação da fórmula racional à análise de cheias em Portugal Continental: valores do coeficiente C". In Congresso da Água, Porto.
- Ramos, C, (2005) – Programa de Hidrogeografia. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa.
- Relatório Anual de Sinistralidade Rodoviária (2016) – Vítimas a 24 horas, Distrito de Portalegre. 2017. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. <http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSinistralidade/Documents/2016/RELAT%C3%93RIO%20ANUAL%20-%20V%C3%8DTIMAS%20A%2024%20HORAS/Portalegre%202016.pdf>
- Teixeira, M. (2005). - Movimentos de Vertente: Factores de Ocorrência e Metodologia de Inventariação. Geonovas, 19, 95-106.
- Valentim, T.; M.; A. (2014) - Avaliação do risco de incêndio no núcleo urbano de Aljustrel. Dissertação de Mestrado. Instituto politécnico de Tomar, 146 p.

