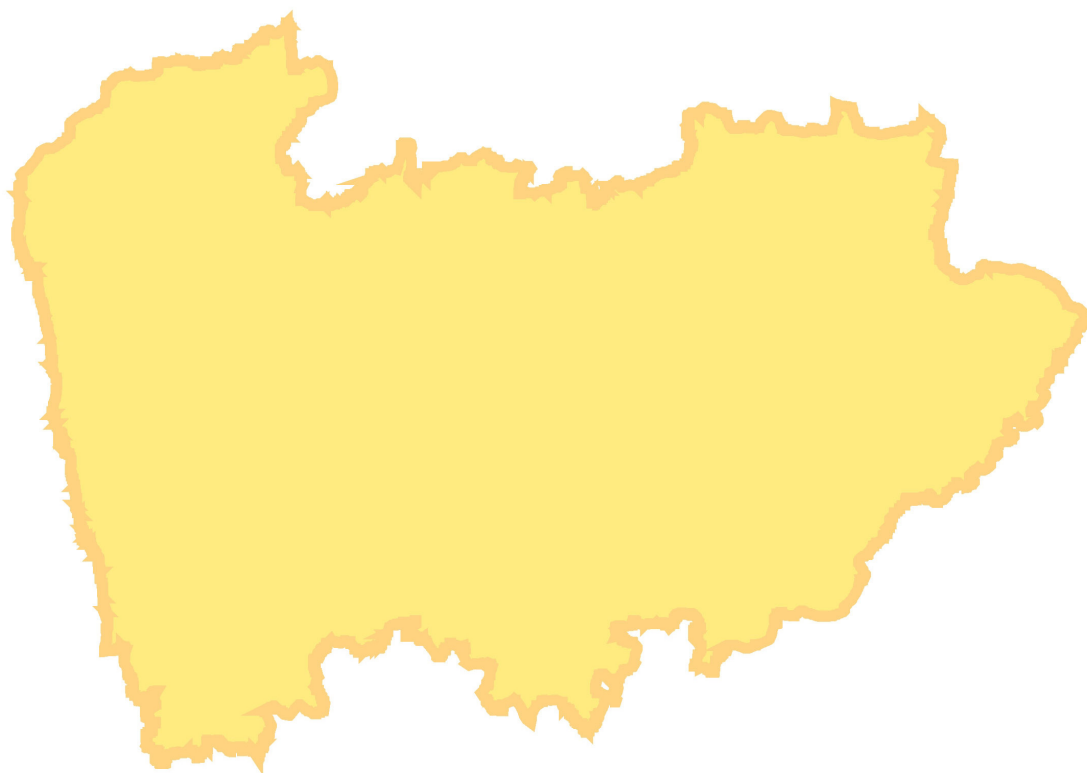


**PLANO REGIONAL DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO
DO NORTE – PROT-NORTE**



Temática:
RISCOS EXTENSIVOS

LABORATÓRIO DE ESTUDOS TERRITORIAIS

Universidade do Porto Departamento de Geografia

Carlos Bateira
Susana Pereira
Luciano Martins
Mónica Santos

MAIO DE 2007

RISCOS EXTENSIVOS

Índice	pág.
1. ENQUADRAMENTO NATURAL DA REGIÃO NORTE	
1.1. Principais sistemas morfológicos da Região Norte.....	6
1.2. Principais bacias hidrográficas da Região Norte.....	8
1.3. Caracterização Climática Geral da Região Norte.....	11
2. RISCOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS	
2.1. Enquadramento.....	15
2.2. Movimentos de vertente.....	16
2.2.1. Introdução.....	16
2.2.2. Metodologia.....	16
2.2.3. Susceptibilidade a movimentos de vertente.....	20
2.3. Risco sísmico.....	22
2.3.1. Introdução.....	22
2.3.2. Sismicidade no Norte de Portugal.....	24
3. RISCOS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS	
3.1. Ondas de Calor.....	27
3.1.1. Introdução.....	27
3.1.2. Metodologia.....	27
3.1.3. Análise de algumas Ondas de Calor.....	28
3.2. Vagas de Frio.....	33
3.2.1. Introdução.....	33
3.2.2. Metodologia.....	33
3.2.3. Análise de algumas Vagas de Frio.....	34
3.3. Geadas.....	37
3.3.1. Introdução.....	37
3.3.2. Geadas no Norte de Portugal.....	38
3.4. Cheias progressivas.....	39
3.4.1. Introdução.....	39
3.4.2. Metodologia.....	39
3.4.3. Susceptibilidade a cheias progressivas.....	39
3.5. Cheias repentinas.....	43
3.5.1. Introdução.....	43
3.5.2. Metodologia.....	43

RISCOS EXTENSIVOS

3.5.3. Susceptibilidade a cheias repentinas.....	44
4. RISCOS AMBIENTAIS	
4.1. Erosão dos solos.....	47
4.1.1. Introdução.....	47
4.1.2. Metodologia.....	47
4.1.3. Susceptibilidade à erosão hídrica dos solos.....	51
4.2. Incêndios Florestais.....	57
4.2.1. Introdução.....	57
4.2.2. Metodologia.....	57
4.2.3. Susceptibilidade a Incêndios Florestais.....	58
5. RISCOS TECNOLÓGICOS	
5.2. Risco associado à ruptura de barragens	
5.2.1 Introdução.....	75
5.2.2 Metodologia.....	75
5.2.3 Análise da cartografia.....	75
5.1. Perigos associados a acidentes tecnológicos	
5.1.1 Introdução.....	78
5.1.2 Perigos Tecnológicos na Região Norte.....	78
3. AVALIAÇÃO DA PERIGOSIDADE POR SISTEMAS TERRITORIAIS	
3.1. Serras.....	80
3.2. Relevo Intermédio.....	80
3.3 Vale do Douro.....	80
3.4. Depressões.....	80
3.5. Planalto Transmontano.....	81
3.6. Vales do NW.....	81
3.7. Plataforma Litoral.....	81
4. LINHAS DE ACÇÃO ORIENTADORAS.....	83
5. ORIENTAÇÕES GLOBAIS PROSPECTIVAS SOBRE RISCOS NATURAIS.....	85
BIBLIOGRAFIA.....	87

RISCOS EXTENSIVOS

Índice de Figuras	pág.
Figura 1 – Sistemas Geomorfológicos da Região Norte.....	6
Figura 2 – Principais Bacias Hidrográficas da Região Norte.....	9
Figura 3 – Precipitação média anual (mm) na Região Norte, entre 1931 -1960.....	12
Figura 4 – Número médio de dias no ano com precipitação.....	14
Figura 5 – Temperatura Média do Ar (°C), na Região Norte, entre 1931 – 1960).....	14
Figura 6 – Mapa de declives na Região Norte.....	18
Figura 7 – Precipitação máxima acumulada em 90 dias, na Região Norte.....	20
Figura 8 – Perigosidade à Ocorrência de Movimentos de vertente na Região Norte	21
Figura 9 – Extracto da Carta Neotectónica de Portugal, escala 1: 1 000 000.....	23
Figura 10 - Zonamento do risco sísmico em Portugal Continental. in PNPOT, 2005.....	24
Figura 11 – Sismos registados entre 1347 e 2006 na Região Norte.....	25
Figura 12 – Zonas de Intensidade sísmica máxima, segundo a escala internacional (1901-1972), na Região Norte.....	26
Figura 13 – Número de dias, em média, de duração de ondas de calor.....	28
Figura 14 – Temperatura máxima do ar, em média, nos períodos de ondas de calor.....	29
Figura 15 – Número de dias de duração da onda de calor de 11 a 22 de Julho de 1991.....	31
Figura 16 – Número de dias de duração da onda de calor de 29 a 14 de Agosto de 2003.....	32
Figura 17 – Temperatura mínima do ar, em média, nos períodos de ocorrência de vagas de frio.....	34
Figura 18 – Número de dias de duração da vaga de frio de 6 a 17 de Janeiro de 1985.....	35
Figura 19 – Número de dias de duração da vaga de frio, de 12 a 29 de Dezembro de 2001.....	36
Figura 20 – Valores extremos de temperatura mínima do ar de 12 a 29 de Dezembro de 2001.....	37
Figura 21 – Número de dias do ano com formação de geada (1945 – 1960).....	39
Figura 22 – Sectores Afectados por Cheias Progressivas na Região Norte.....	42
Figura 23 – Perigosidade a Cheias Repentinhas na Região Norte.....	44
Figura 24 – Precipitação máxima diária para um período de retorno de 100 anos.....	46
Figura 25 – Erodibilidade dos solos na Região Norte.....	49
Figura 26 – Factor Cultura dos Usos e Ocupação dos solos na Região Norte.....	50
Figura 27 – Susceptibilidade à erosão dos solos na Região Norte.....	54
Figura 28 - Potencial Erosivo dos solos na Região Norte.....	56
Figura 29 – Probabilidade anual de fogo florestal.....	60
Figura 30 – Recorrência de Fogos Florestais (1990 – 2006).....	61

RISCOS EXTENSIVOS

Figura 31 – Elementos em risco segundo as áreas antrópicas e zonas industriais.....	63
Figura 33 – Elementos em risco segundo a rede viária e ferroviária.....	64
Figura 32 – Elementos em risco segundo a rede eléctrica de média e alta tensão.....	65
Figura 34 – Elementos em risco segundo as manchas florestais relevantes.....	66
Figura 35 – Elementos em risco segundo os habitats da Rede Natura 2000.....	67
Figura 36 – Elementos em risco segundo as áreas agrícolas de sequeiro.....	68
Figura 37 – Risco de Incêndio Florestal – Zonas Críticas segundo os PROF.....	69
Figura 38 – Risco de Incêndio Florestal.....	73
Figura 39 – Sobreposição das áreas de risco de incêndio florestal com as áreas ardidas de 1990-2006.....	74
Figura 39 – Troços de Influência de Potenciais Rupturas de Barragens na Região Norte	77
Figura 40 – Perigos tecnológicos na Região Norte.....	79

RISCOS EXTENSIVOS

Índice de Gráficos

pág.

Gráfico 1 – Comparação da temperatura média com os valores médios de temperatura máxima de Verão (1961 -1991).....	30
Gráfico 2 – Número de dias com temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$ e $\geq 35^{\circ}\text{C}$ de 11 a 22 de Julho de 1991	31
Gráfico 3 – Valores mais elevados de temperatura máxima de 29 de Julho a 14 de Agosto de 2003	32
Gráfico 4 - Número de dias com Temperatura mínima $< 0^{\circ}\text{C}$ e $< -5^{\circ}\text{C}$	35

RISCOS EXTENSIVOS

1. ENQUADRAMENTO NATURAL DA REGIÃO NORTE

1.1. Principais sistemas morfológicos da Região Norte.

A cartografia dos sistemas morfológicos da Região Norte identifica grandes conjuntos estruturantes da paisagem. Nestes grandes conjuntos incluem-se as grandes unidades litológicas, os grandes eixos da fracturação bem como as grandes unidades geomorfológicas. Esta associação resulta de uma dinâmica natural responsável pela evolução passada e presente dos sistemas naturais e que caracterizam o essencial do risco natural desta região. Desta forma, delimita as áreas de características e processos idênticos.

Definiram-se os seguintes sistemas geomorfológicos para a Região Norte (Figura 1):

- plataforma litoral,
- relevo intermédio,
- vales do NW,
- vale do Douro,
- serras,
- depressões,
- planalto transmontano.

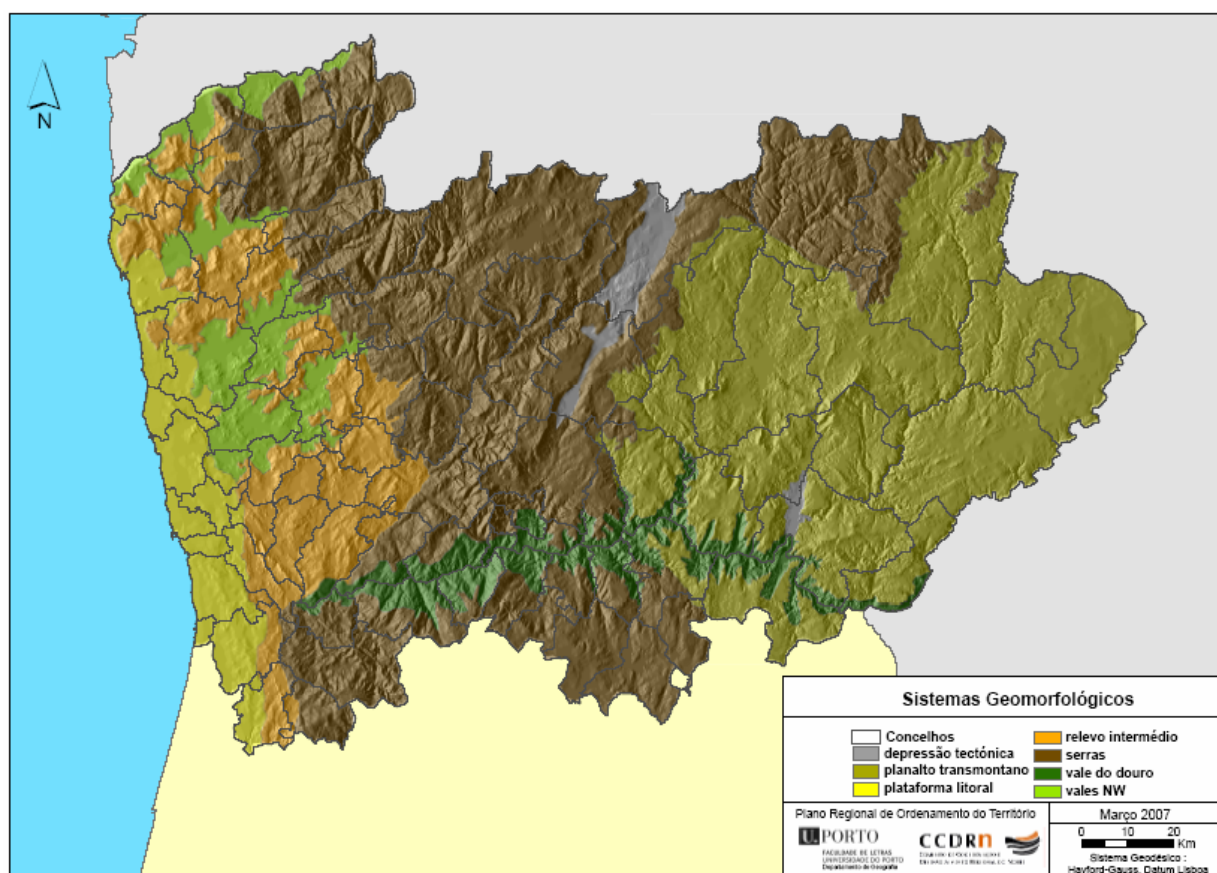


Figura 1 – Sistemas Geomorfológicos da Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

A oeste da Região Norte encontramos o **sistema morfológico da Plataforma Litoral**, que se caracteriza por sectores com relevos mais aplanados, declives suaves, alguns relevos marginais de depósitos marinhos e sistemas dunares fósseis. Em vários sectores encontra-se dissecada pelo encaixe da rede hidrográfica principal.

A Norte do rio Douro, a Plataforma Litoral que é mais ampla na região do Porto e reduz-se progressivamente para Norte, constituindo uma pequena faixa costeira entre os Rio Lima e Minho. A Sul do Douro, a Plataforma Litoral está limitada do lado interior por uma escarpa. Na área do Porto, esta plataforma desenvolveu um importante encaixe da rede hidrográfica. A Região Norte também se caracteriza pela presença de relevos importantes dispostos paralelamente à linha de costa que constituem uma barreira à penetração para o interior de ventos húmidos do Atlântico, constituída por um conjunto de serras com destaque particular para as de Arga, Gerês, Peneda, Amarela, Cabreira, Soajo, Alvão, Marão, Padrela, Montemuro e Freita. Estas áreas montanhosas correspondem ao **sistema morfológico das Serras**, de onde sobressaem os profundos encaixes dos vales, vertentes de forte declive e ainda vertentes complexas com pequenas rechãs e os topos mais ou menos aplanados.

Entre o relevo da plataforma litoral e as serras do NW desenvolveu-se o **sistema do relevo intermédio** que se encontra cortado pelo **sistema de vales do NW**. Este apresenta como característica fundamental o desenvolvimento de vales amplos, de fundo aplanado e vertentes abruptas. Os interflúvios destes vales apresentam-se mal conservados, reflectindo importante degradação de antigas superfícies de aplanamento, reflexo da erosão devida ao encaixe da rede hidrográfica ao longo da rede de fracturação. Este relevo resulta, em grande parte, de profunda alteração das rochas granitóides o que permitiu a importante evolução de vertentes e constituição de depressões fechadas que, em muitas situações evoluíram para vales alveolares. “Os largos vales de fundo plano param bruscamente no sopé das montanhas interiores, nas quais os rios entalham gargantas que atingem várias centenas de metros de profundidade” (M. Feio e S. Daveau, 2004).

Segundo M. Feio (1951) o relevo minhoto apresenta-se como uma quadrícula de blocos separados por duas direcções de fracturas: ENE-WSW (direcção dos vales do Rio Minho, Lima, Cávado e Homem) e N-S a NW-SE, com níveis de aplanamento descontínuos. Na parte este da região Norte sobressai o **sistema do Planalto Transmontano** que constitui um prolongamento do Planalto de Castela-a-Velha, uma superfície poligénica de aplanamento. O sector português transmontano é limitado a oeste pelo alinhamento tectónico de Régua-Verin.

Acima desta superfície, encontram-se relevos residuais de posição (Serra da Coroa e de Montesinho), relevos residuais de resistência (cristas quartzíticas e maciços de rochas máficas e ultramáficas dos terrenos alóctones de Morais e de Bragança), ou fragmentos de

RISCOS EXTENSIVOS

relevos anteriores ao desenvolvimento da superfície da Meseta Norte. A Serra do Montesinho e da Nogueira constituem o prolongamento das Montanhas Galaico-Leonesas no nordeste da Região Norte.

O **Vale do Douro** é um sistema que atravessa a Região Norte no sentido este - oeste, desde a fronteira com Espanha até próximo do limite Sul da Serra de Valongo. Caracteriza-se pelo forte encaixe da rede hidrográfica e vertentes escalonadas com vários patamares, a diferentes altitudes. A parte superior dos vales dos afluentes tem formas suaves e os topos das vertentes são aplanados.

Nas áreas graníticas do Vale do Douro, sobretudo no sector das grandes montanhas, os vales são encaixados e estreitos e, por vezes, ao longo dos afluentes de menor dimensão é possível observar perfis longitudinais com declives muito elevados, reflexo de um encaixe difícil, provavelmente resultante de tectónica recente. O relevo é condicionado pela tectónica e possui superfícies irregulares, resultante do afloramento do criptorelevo. Nas áreas de xisto, decorrente do encaixe da rede hidrográfica os vales são estreitos com vertentes de forte declive, sendo que a topografia é afectada pela diversidade das formações metasedimentares, dobramentos, xistosidade e fracturação.

Por fim, encontramos ainda o **sistema das depressões tectónicas** formadas pelo alinhamento de depressões de Régua-Verin, destacando-se a depressão de Chaves com os seus níveis de aplanamento e abruptos rochosos de origem tectónica. O relevo dispõe-se em escadaria, desde Montalegre até ao fundo da depressão de Chaves.

A sul da depressão de Chaves, distinguem-se ainda várias bacias de origem tectónica, mais ou menos afectadas pela erosão, que acompanham o alinhamento tectónico Régua-Verin, nomeadamente: Vidago, Pedras Salgadas, Telões e Vila Real (Feio, 1951).

1.2 - Principais bacias hidrográficas da Região Norte

A rede Hidrográfica da Região Norte caracteriza-se por uma elevada densidade de drenagem fortemente dependente da morfologia do terreno, que aliado às características climáticas da região lhe confere uma grande importância no contexto nacional. A interligação destes factores determina o regime complexo inerente aos cursos principais e aos seus tributários, o que condiciona fortemente a dinâmica hidrológica, particularmente no que se refere ao fenómeno das cheias.

A rede hidrográfica é constituída por seis grandes bacias hidrográficas com os seus subsistemas associados, designadamente a bacia do Rio Douro, Minho, Lima, Cávado, Ave e Leça, sendo que as três primeiras são bacias internacionais. (Figura 2).

A bacia hidrográfica do Rio Minho, no extremo NW da Região Norte, abrange no território nacional uma área aproximada de 850 km², cerca de 5% do total da bacia. É partilhada por Portugal e Espanha e é composta por 4 sub-bacias no território nacional: Trancoso, Mouro,

RISCOS EXTENSIVOS

Gandanha e Coura. O seu curso de água principal, o Rio Minho, tem uma extensão de 70 km, desaguando em Caminha no Oceano Atlântico.

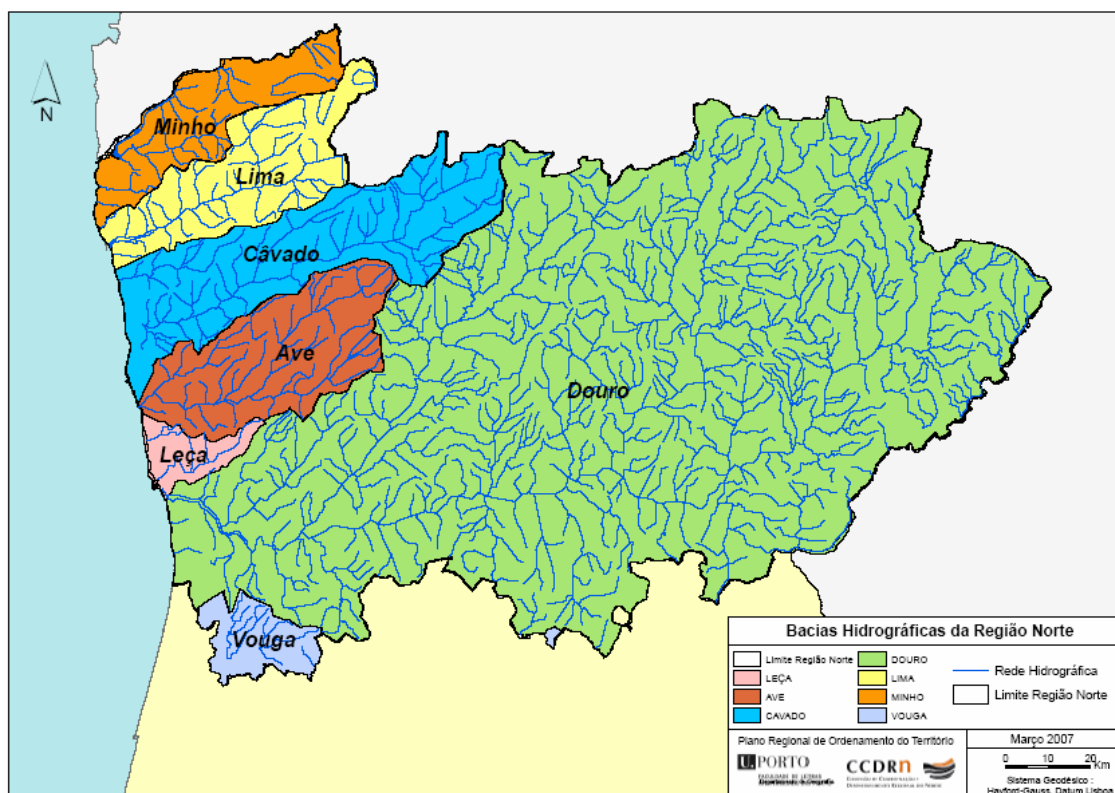


Figura 2 – Principais Bacias Hidrográficas da Região Norte.
Fonte: Atlas do Ambiente

No que respeita ao escoamento regista valores médios anuais na ordem dos 1000 hm³. No seu percurso inicial caracteriza-se por relevos montanhosos, com abruptos rochosos sobretudo graníticos e algumas depressões onde predominam os depósitos aluviais. À medida que se caminha para jusante, o relevo apresenta formas mais suaves, traduzindo-se numa diminuição da densidade da rede de drenagem, e onde as formas deposicionais prevalecem, particularmente de carácter arenoso.

A bacia hidrográfica do Rio Lima ocupa uma área aproximada de 2480 km² em território nacional (48% da área total em Portugal). O seu curso de água principal é o Rio Lima que percorre desde a fronteira até à foz em Viana do Castelo cerca de 67 km. Em termos de escoamento médio anual, a bacia drena cerca de 2000 hm³. Apesar de conter um grande número de sub-bacias, importa salientar as dos seus principais tributários, o Rio Âncora, o Rio Neiva e o Rio Vez.

Em termos morfológicos, a bacia hidrográfica apresenta os maiores declives a montante junto à fronteira com Espanha, principalmente ao atravessar o Parque Natural da Peneda Gerês, o seu vale possui um maior encaixe, conjugando os sectores de maior declive, que

RISCOS EXTENSIVOS

por sua vez induzem a um escoamento mais rápido. Nos sectores mais a jusante os vales tornam-se mais aplanados onde cerca de 80% da área total da bacia apresenta declives inferiores a 20% até à foz e possui uma altitude média de 374m.

A bacia hidrográfica do Rio Cávado é uma bacia hidrográfica nacional com uma área aproximada de 1613 km², sendo que o curso principal percorre cerca de 129 km da nascente até à foz em Esposende. As sub-bacias de maior relevância são os do Rio Homem e Rio Rabagão.

Em termos morfológicos, esta bacia tem uma altura média de 542 m. O relevo é bastante encaixado em todo o maciço do Gerês, onde predominam as vertentes muito abruptas conduzindo a um processo de escoamento mais rápido. No sector mais a jusante, os declives suavizam-se e dão lugar a vales mais aplanados, diminuindo assim a densidade da rede de drenagem.

A bacia hidrográfica do Rio Ave é de pequenas dimensões, drenando numa área aproximada de 840 km², sendo que o curso principal se desenvolve ao longo de 101 km. Em termos de sub-bacias destacam-se a bacia do Rio Este na margem direita e a bacia do Rio Vizela na margem esquerda.

No que concerne à morfologia, o relevo não é muito acentuado, porém o Rio Ave desenvolve-se na maioria da sua extensão num vale encaixado até à sua foz em Vila do Conde. Apresenta uma altitude média de 268 m, destacando-se o facto de que 60 % da sua área de drenagem se encontra abaixo dos 280 m de altitude. É importante salientar que é uma bacia hidrográfica fortemente urbanizada, o que induz algumas alterações ao comportamento natural, facto que se traduz num escoamento médio anual na ordem dos 1203 hm³.

A bacia hidrográfica do Rio Leça é a bacia mais pequena da Região Norte, cuja área ronda os 235 km². O curso percorre cerca de 48 km desde a sua nascente até à foz em Matosinhos. A sua morfologia é pouco variável, traduzindo-se numa altitude média de 124 m. O relevo mais vigoroso encontra-se junto à nascente, sendo que 75% da área de drenagem desta bacia percorre os sectores mais aplanados. Apesar de não possuir um perfil longitudinal acentuado, o seu percurso é marcado por uma série de estrangulamentos, de ordem natural e antrópica. O sector terminal da bacia nos concelhos da Maia e Matosinhos, está artificializado, conduzindo a uma série de problemas na dinâmica hidrológica. Em termos de escoamento médio, apresenta valores muito reduzidos na ordem dos 107 hm³.

A bacia hidrográfica do Rio Douro tem a maior dimensão na Região Norte ocupando uma área aproximada de 18.700 km² cerca de 19% da área global, na totalidade é composta por 20 sub-bacias, sendo de destacar a do Tâmega, Tua, Sabor e Côa. A morfologia da rede de

RISCOS EXTENSIVOS

drenagem, caracteriza-se na sua maioria por um padrão radial ou ramificado, subjacente às sub-bacias alongadas que confluem para o curso de água principal. Esta configuração condiciona todo o esquema de funcionamento geral da bacia, principalmente no que respeita aos parâmetros de escoamento e à resposta face aos fenómenos extremos a que se encontra frequentemente sujeita.

No que concerne ao escoamento, apresenta um valor médio de 9200 hm³, sendo o maior valor registado da totalidade das bacias Portuguesas. O seu curso principal, Rio Douro, percorre no território nacional uma extensão aproximada de 213 km, com uma altitude média de 700 m. Apesar de apresentar um regime natural de escoamento potencialmente rápido, a construção de barragens diminuiu fortemente a sua velocidade.

Todavia, encontra-se fortemente condicionado pela variabilidade climática, sobretudo ao nível das precipitações que podemos encontrar na região, sendo importante realçar que artificialização do seu regime, condiciona os quantitativos registados, pois a gestão da bacia hidrográfica encontra-se sob domínio de Portugal e Espanha, apresentando assimetrias ao nível das disponibilidades hídricas.

1.3 - Caracterização Climática geral da Região Norte

As condições meteorológicas têm uma grande influência na ocorrência de situações de risco para as populações e para o território. Com efeito, constitui o factor desencadeante da generalidade dos processos naturais potenciadores de risco natural. O clima em Portugal é caracterizado pela irregularidade temporal, tanto na temperatura como na precipitação.

“Portugal é uma região de transição entre o domínio atlântico e o domínio mediterrâneo, constituindo o Tejo, um limite pouco rígido entre os referidos domínios climáticos: o norte mais atlântico, e o sul mais mediterrâneo. Mas o noroeste está isento durante grande parte do ano das influências mediterrâneas, podendo aqui falar-se de um Portugal atlântico quase puro”. (S. DAVEAU, 1995).

O oceano Atlântico actua como agente moderador da temperatura, tanto sobre os valores mínimos durante o Inverno como sobre os valores máximos durante o Verão. À medida que caminhamos para o Interior, e com a influência das cadeias montanhosas, o arrefecimento durante o Inverno e aquecimento durante a época estival é mais sentido.

O noroeste caracteriza-se por um clima atlântico, onde a temperatura média é mais baixa, a amplitude de variação anual mais reduzida, em relação ao resto do País, a temperatura de Verão moderada e a precipitação anual média geralmente superior a 1000 mm. Acima dos 700 ou 800 m e agravando-se com a altitude, o clima de montanha caracteriza-se por temperaturas mais baixas, Verões mais curtos e frescos e Invernos, frios, longos e marcados por precipitações abundantes.

O relevo desempenha um papel dominante nas diferenças pluviométricas regionais. Se

RISCOS EXTENSIVOS

compararmos o mapa das precipitações com um mapa hipsométrico verificamos que são nas regiões montanhosas e elevadas do Norte, particularmente voltadas para oeste, onde os valores de precipitação são mais elevados. As serras do Gerês, Peneda, Amarela, Cabreira, Soajo, Alvão, Marão, Padrela e Montemuro, por exemplo, dispõem-se geralmente paralelas à linha de costa, constituindo uma barreira à penetração para o interior de ventos húmidos do Atlântico. Estes sobem pelas encostas voltadas a oeste e originam precipitações mais ou menos abundantes.

Para este, o ar torna-se mais seco, porque perdeu humidade ao transpor as montanhas. Assim o Nordeste, nomeadamente o Vale do Rio Douro e alguns dos seus afluentes, é uma das regiões mais secas do país (ANTUNES, 1999), caracterizando-se por um *clima transmontano*, de semelhanças continentais, mas muito mais seco, com Invernos moderados e Verões quentes (RIBEIRO, O. 1988).

Por esses motivos, verifica-se uma grande variabilidade espacial na distribuição média anual da precipitação na Região Norte extraído do Atlas do Ambiente (Figura 3). Os valores mais elevados registam-se no Alto Minho, onde a precipitação média anual é superior a 2000 mm. Os valores mais baixos ocorrem no vale encaixados do rio Douro e seus afluentes, com cerca de 500 mm de precipitação média anual.

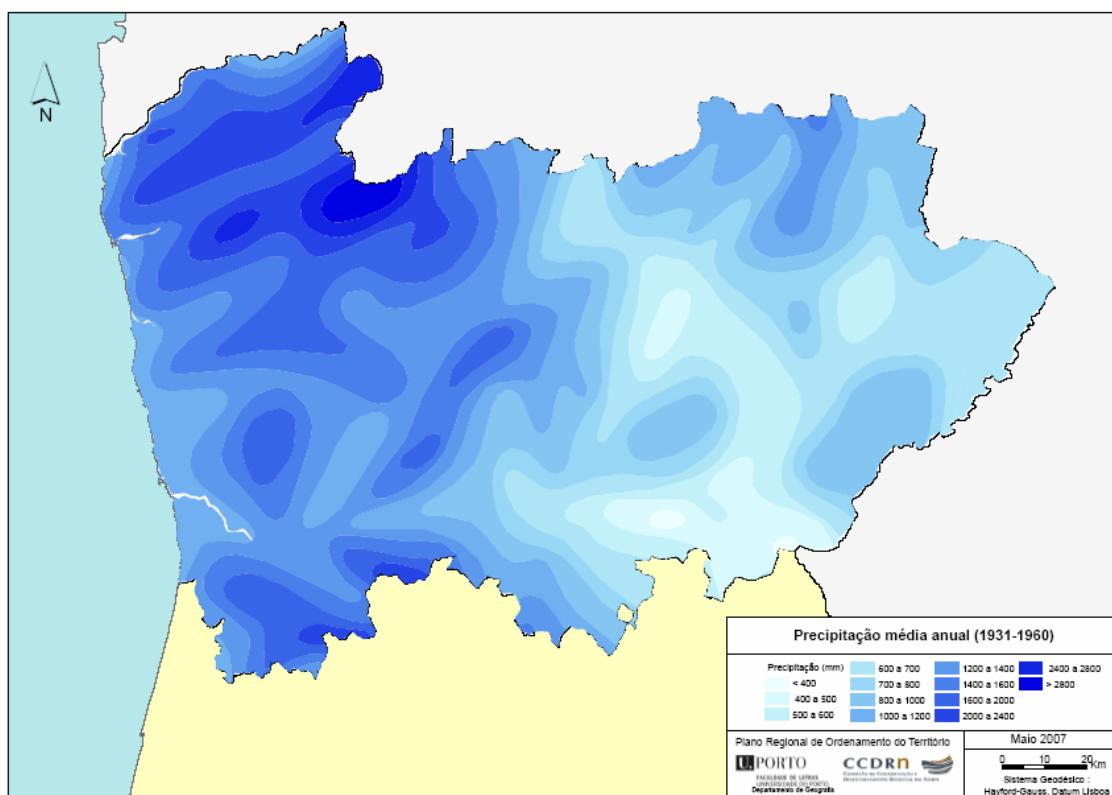


Figura 3 – Precipitação média anual (mm) na Região Norte, entre 1931 – 1960.
Fonte: Atlas do Ambiente

RISCOS EXTENSIVOS

Os valores mais elevados no Nordeste registam-se, na Serra da Coroa e na Serra de Montesinho, com precipitações médias anuais entre os 1000 e os 1400 mm, contrastando com o vale encaixado do Douro que sofre o bloqueio de alinhamentos montanhosos. Toda a costa litoral norte é caracterizada por precipitações frequentes ao longo do ano, superiores a 1000 mm. Em paralelo com a distribuição da precipitação encontra-se a distribuição do número de dias com precipitação no ano.

O Noroeste caracteriza-se por precipitações frequentes, com mais de 100 dias por ano com precipitação, enquanto que no Nordeste, registam-se entre menos de 50 dias no vale do rio Douro, a 100 dias com precipitação. Estes valores são explicados pela distância em relação ao litoral (RIBEIRO, O., 1988) (Figura 4).

Em sentido contrário ao da precipitação, encontra-se a distribuição da temperatura média do ar onde, ao longo do litoral é sempre mais amena e no interior possui maiores amplitudes térmicas. A temperatura média no vale do Douro é cerca de 16 °C, enquanto que, no litoral situa-se nos 12 ° C a 15 °C. As áreas montanhosas do Norte, no Verão, as temperaturas são frescas e no Inverno atingem as temperaturas mais baixas sendo relativamente alto o risco de geada. A temperatura média nestas áreas situa-se, entre os 8 e os 12 °C (Figura 5).

Estes valores, explicam-se pela latitude e pela influência do oceano Atlântico, que actua como agente moderador da temperatura. No Nordeste, particularmente no vale do Douro e de alguns dos seus afluentes, a temperatura é mais elevada, pois trata-se de uma área deprimida e encaixada entre as montanhas o que reduz a influência dos ventos húmidos do Atlântico, já que estes ao ultrapassarem a barreira morfológica das serras do Noroeste, perdem humidade e chegam aquela região bastante secos e, consequentemente, muito quentes.

Deste modo, constata-se a importância do relevo na distribuição da precipitação, na Região Norte. Os valores acumulados e a intensidade diária são sem dúvida superiores no Noroeste, principalmente nas cadeias montanhosas, geralmente paralelas à linha de costa. Pelo contrário, a parte Este da região, nomeadamente o vale encaixado do rio Douro, é classificada como uma das regiões mais secas do país. Por isso, considerando a importância da precipitação, o Noroeste parece ser mais sensível à ocorrência de cheias e movimentos de vertente. O Alto Minho destaca-se, pelos valores mais elevados de precipitação acumulada como pela maior intensidade de precipitação.

Apesar de tudo isto, deve-se ter em conta a irregularidade do clima em Portugal, podendo-se registar em toda a Região Norte episódios intensos de precipitação, por vezes localizados e de curta duração, a par de outros mais prolongados igualmente promotores de processos desencadeantes de riscos naturais.

RISCOS EXTENSIVOS

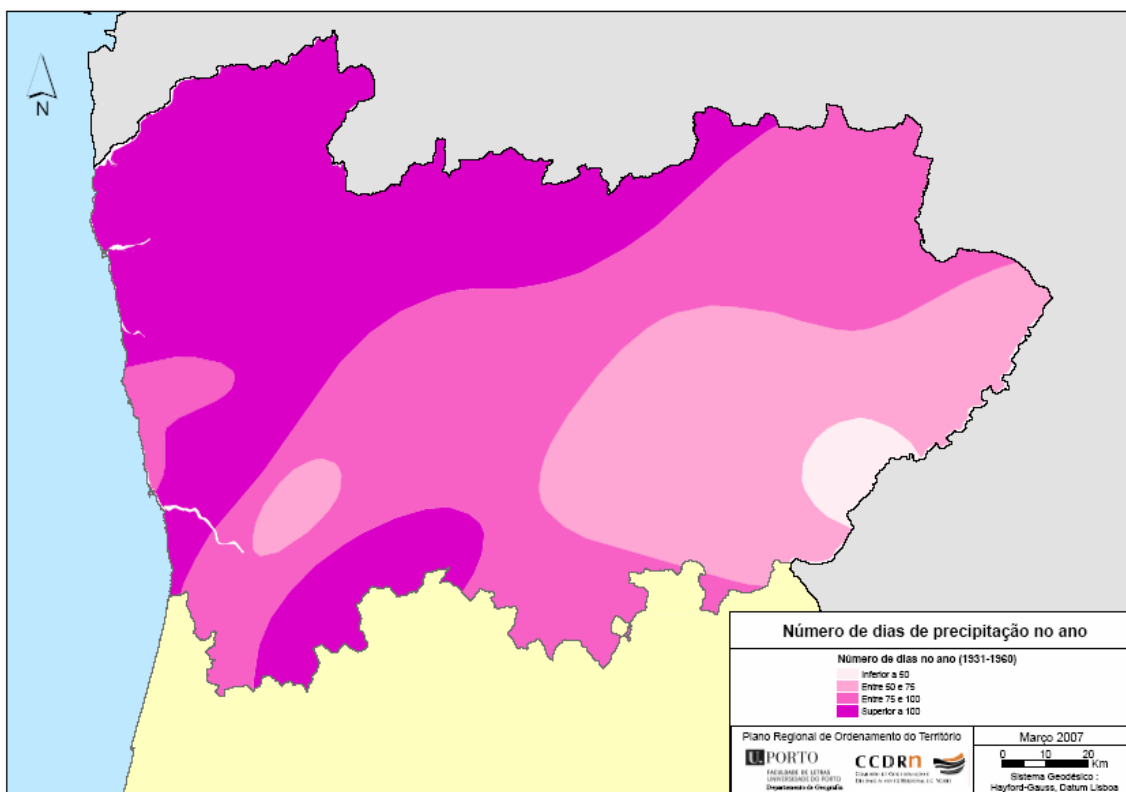


Figura 4 – Número de dias de precipitação no ano, na Região Norte (1931 – 1960)
Fonte: Atlas do Ambiente

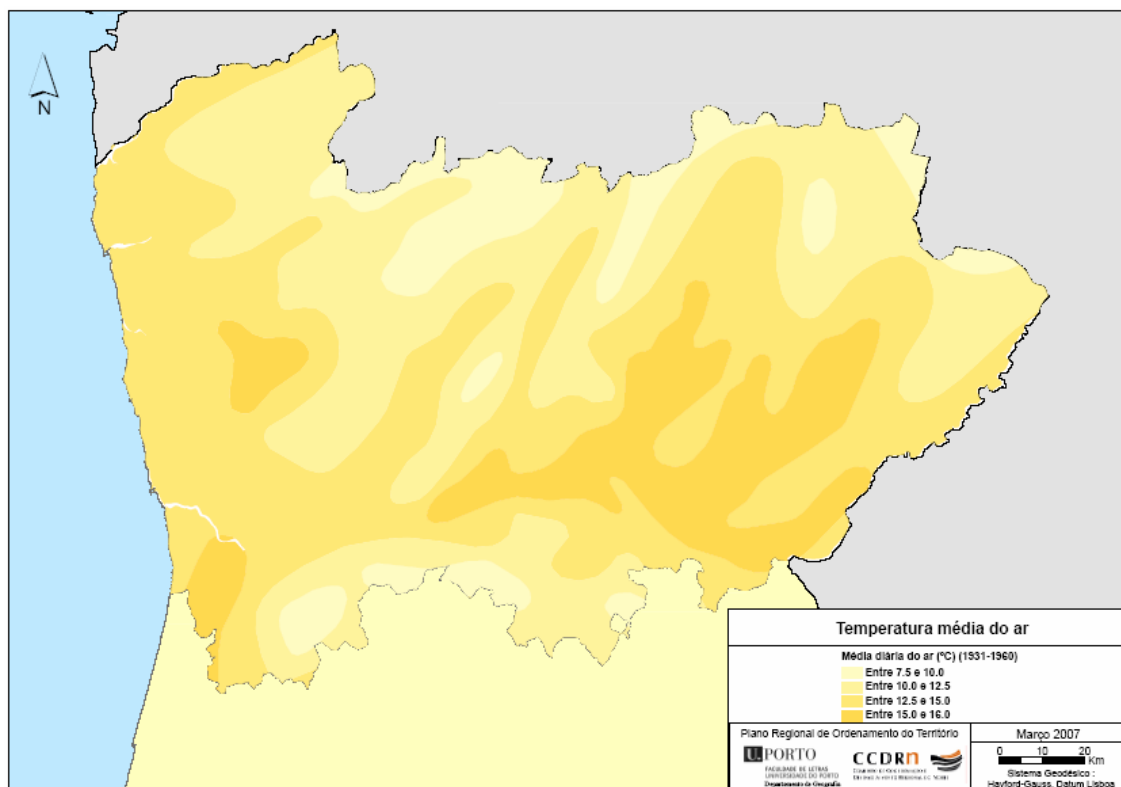


Figura 5 – Temperatura Média do Ar (°C), na Região Norte (1931 – 1960)
Fonte: Atlas do Ambiente

RISCOS EXTENSIVOS

2. RISCOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

2.1 – Enquadramento

Os principais riscos naturais que afectam com maior frequência são: as cheias progressivas, as cheias repentinas, os movimentos de vertente.

Devemos salientar que não existe, até ao momento, uma base de dados que compile a localização das ocorrências com os danos verificados. Por um lado, as poucas bases de dados que existem estão dispersas por vários organismos, nomeadamente centros distritais de operações e socorro, corporações de bombeiros e seguradoras. Desta forma, torna-se extremamente difícil realizar uma análise estatística das ocorrências.

As áreas afectadas por estes riscos naturais são quase sempre alvo de prejuízos materiais, funcionais e humanos. Por essa razão, torna-se importante conhecer os factores que estão na origem do seu desencadeamento para permitir a criação de estruturas de alerta à população e promover o correcto ordenamento do território como instrumento de prevenção do risco natural.

Devido às características próprias das cheias progressivas (permitindo a emissão de alertas em tempo útil) não é comum verificar-se a ocorrência directa de vítimas mortais. Contudo, em consequências da erosão fluvial em infra-estruturas instaladas nos canais fluviais, revela-se muito importante que sejam estudados os diferentes sectores susceptíveis de desenvolver danos quer de ordem material quer de carácter humano.

Por outro lado, as cheias repentinas foram responsáveis pela morte de algumas pessoas, devido ao seu carácter imprevisível e rápido desenvolvimento na sequência de episódios de precipitação de muito forte intensidade e curta duração. Além disso, os prejuízos materiais são quase sempre avultados.

A nível de movimentos de vertente, na Região Norte, as ocorrências estão espaçadas no tempo e no espaço. Na maioria das vezes são desencadeados na sequência de períodos extremos de precipitação. Embora a área afectada por este tipo de processos não seja significativa, a dinâmica que desenvolvem afecta a actividade humana de forma muito significativa, dando origem a perdas materiais e humanas importantes.

Predominam as ocorrências de processos de evolução de vertentes destrutivos, nomeadamente os fluxos de lama e de detritos e os desabamentos de rocha, responsáveis por graves perdas materiais. Normalmente, as estruturas afectadas por este tipo de movimentos em massa são parcial ou totalmente destruídas.

No que diz respeito à actividade sísmica histórica, na escala de Mercalli modificada, na Região Norte predominam as zonas de intensidade V e VI. Normalmente são poucos os casos de sismos registados sentidos pela população e os prejuízos materiais são reduzidos.

RISCOS EXTENSIVOS

2.2 – Movimentos de vertente

2.2.1 – Introdução

A cartografia agora apresentada tem por objectivo fundamental definir, ao nível da região, o conjunto de áreas de diferente perigosidade. Apesar disso, a leitura da cartografia produzida, para além de dar uma indicação sobre os sectores onde é necessário desenvolver estudos com detalhe superior, sobretudo a nível municipal, permite identificar os grandes conjuntos do território onde o uso dos solos deve ser equacionado com indicações claras sobre a forma de minorar o risco natural.

Embora, no relatório do PNPT a Região Norte apresentar extensas áreas com forte perigosidade a movimentos de vertente, devemos salientar que a sua ocorrência tem uma menor frequência temporal. Porém, o conjunto de processos que a determinam têm uma dinâmica com elevada energia potenciando um maior grau de destruição que noutras áreas do país.

Na sequência de prolongados episódios de precipitação com períodos de retorno extremos, ocorrem, predominantemente, fluxos de detritos, fluxos de lama e quedas de blocos, responsáveis por avultados prejuízos materiais e humanos.

2.2.2 - Metodologia

Tendo em conta a escala de análise (1:250000), definimos os factores que possuem uma maior importância na identificação de áreas de maior perigosidade à ocorrência de movimentos de vertente. Entre eles destacam-se a declives (morfologia), litologia, e os principais alinhamentos com movimentação neotectónica.

Tendo por objectivo prioritário definir os grandes conjuntos de perigosidade, optamos por representar apenas 3 classes de perigosidade: fraca ou nula, média e forte a muito forte.

Devemos ainda sublinhar que esta cartografia só pode ser utilizada à escala 1: 250 000, não sendo susceptível de desenvolver qualquer operação de ampliação para estudos de pormenor, sob o risco de se realizarem extrapolações erradas. Em qualquer caso, indica áreas prioritárias quanto à necessidade de desenvolvimento de estudos e produção de cartografia de detalhe dos movimentos em massa. Não foram ponderadas situações de intervenção antrópica (aterros, desaterros, construções, pedreiras, minas, obstruções de drenagem...), por limitações de representação de informação a esta escala, mas que podem aumentar a perigosidade.

a) Morfologia

No que se refere aos movimentos de vertente sobressaem dois grandes conjuntos morfológicos: o grande alinhamento montanhoso constituído pelas serras do NW (Gerês, Larouco, Peneda, Soajo, Amarela, Cabreira, Barroso, Marão, Alvão, Montemuro e Freita) e

RISCOS EXTENSIVOS

as Serras de Montesinho e Nogueira, no Planalto Transmontano. Para além das Serras é particularmente importante a morfologia do Vale do Douro, sobretudo o encaixe da rede hidrográfica no Planalto Transmontano bem como nas Serras situadas mais a ocidente. É sobretudo neste sistema que existe a maior probabilidade de ocorrência de movimento de massa, onde as vertentes apresentam declives superiores a 25° e no Vale do Douro que se encontra fortemente dissecado pela rede hidrográfica e, por isso, possui extensas áreas também de forte declive.

O relevo Intermédio apresenta-se bastante menos propício ao desenvolvimento destes processos de evolução de vertentes. Contudo, devido aos fortes declives das vertentes dos vales do NW e de importante ocupação humana (que induz agravamentos na instabilidade de vertentes), este sector poderá converter-se, a médio prazo, num dos sectores mais críticos com consequências ao nível da intervenção no território.

As depressões orientadas ao longo dos grandes alinhamentos tectónicos (Chaves, Vilariça,...) têm rebordos de declives elevados, ao longo de áreas de grande fracturação, o que lhes confere uma grande instabilidade.

As áreas que apresentam menor perigosidade a movimentos de vertente são a Plataforma Litoral devido à ausência de relevos importantes e o Planalto Transmontano, excepto nos sectores em que há um maior entalhe da rede hidrográfica (Figura 6).

b) Litologia

A nível estrutural a Região Norte situa-se no Maciço Antigo e numa pequena parte da Orla Mesoceno-zóica Ocidental a Sudoeste da região. Na parte do Maciço Antigo predominam essencialmente rochas granitóides e metassedimentares, principalmente os xistos.

b1) Rochas granitóides

No conjunto das rochas granitóides, as que se encontram mais alteradas em profundidade são os granitos de grão grosseiro, granitos porfiróides de duas micas e granitos essencialmente biotíticos, pois sofreram uma maior acção da fracturação regional. Encontram-se espessos mantos de alteração principalmente a partir de meia vertente até ao fundo dos vales. Em áreas de forte declive (25°), estas vertentes estão sujeitas a fluxos de detritos, deslizamentos, movimentos compósitos e desabamentos rochosos (principalmente em zonas muito fracturadas).

RISCOS EXTENSIVOS

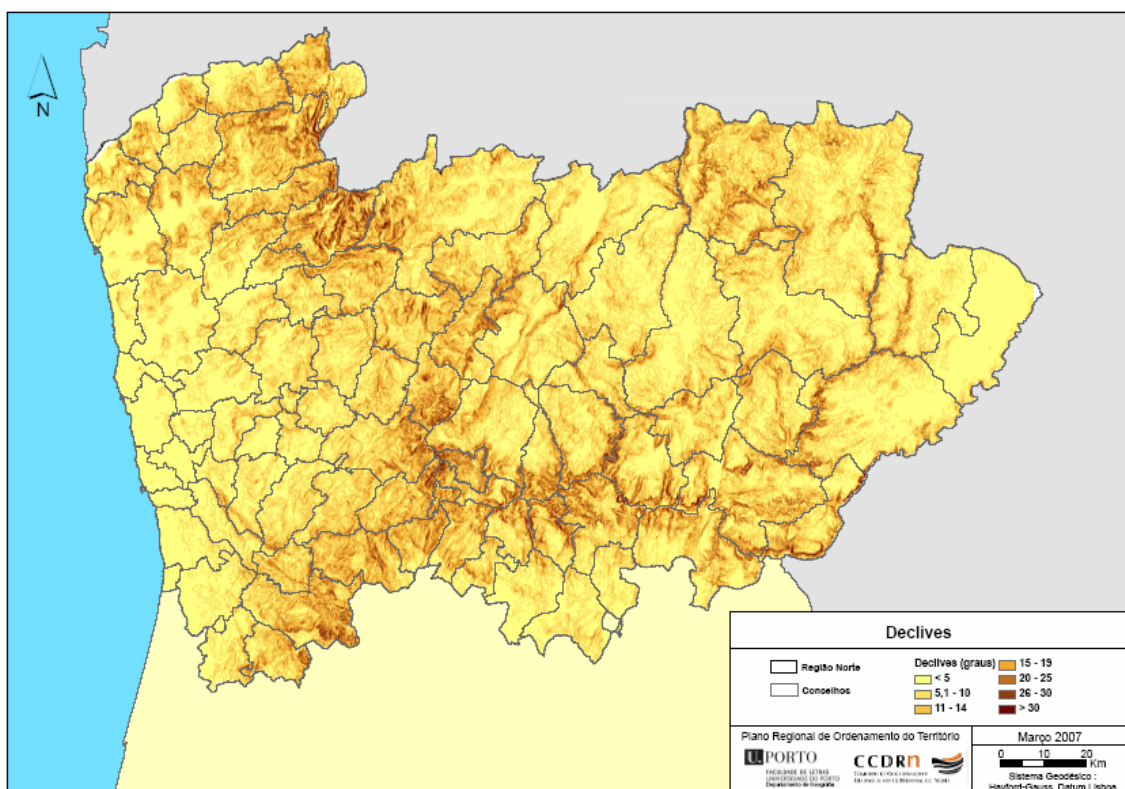


Figura 6 – Mapa de Declives da Região Norte

Nos topos das vertentes o manto de alteração foi, geralmente, removido e restam apenas conjuntos de blocos, cuja movimentação pode originar desabamentos de rocha.

As áreas com um granito de grão mais fino apresentam mantos de alteração peliculares e disjunção esferoidal, possuindo melhores condições para o desenvolvimento de fluxos de detritos e pequenos desabamentos de rocha.

b2) Metassedimentos

Nas áreas de xisto, podemos encontrar múltiplas discontinuidades (estratificação, xistosidade e planos de fractura) que favorecem movimentos de deslizamento planar, mesmo em vertentes com declives moderados (10° - 15°).

Nestas áreas, em sectores com fortes declives (25°), a presença de rocha mais alterada e depósitos de vertente de matriz fortemente argilosa permite que o movimento inicial de deslizamento evolua rapidamente para um fluxo de lama ou de detritos. Por esse motivo, nas áreas de metassedimentos predominam registos de ocorrências de fluxos de lama e de detritos.

c) Fracturação

A fracturação tem uma grande importância na alteração das rochas em profundidade, pela

RISCOS EXTENSIVOS

facilidade de condução de água no seu interior e, por vezes, possui material argilizado e impermeável.

Nesta escala de trabalho, foi calculada a densidade de fracturação por tipo de litologia existente na Carta Geológica de Portugal (escala 1: 500 000), obtida a partir da fracturação existente na Folha 1 e 2 da Carta Geológica de Portugal escala 1: 200 000, da sua dedução a partir do traçado encaixe da rede hidrográfica principal e ainda da Carta Neotectónica de Portugal.

As unidades litológicas que apresentam uma maior densidade de fracturação (km de fractura/km²) são os granitos de duas micas indiferenciados, granitos e granodioritos porfiróides, turbiditos, granitos biotíticos, em geral porfiróides e xistos superiores e quartzitos. Uma maior densidade de fracturação pressupõe uma maior probabilidade de alteração das rochas em profundidade, constituindo um critério de ponderação da perigosidade a movimentos de vertente, quando conjugada com os restantes factores de perigosidade mencionados.

d) Precipitação

A precipitação é o principal factor desencadeante da instabilidade de vertentes na Região Norte. Tal como testemunha o Inverno de 2000/2001, excepcionalmente chuvoso, onde se registaram uma série de fluxos de lama e de detritos, desabamentos de terras e rocha e ainda movimentos compósitos, sobretudo no Vale do Douro e nas Serras. A precipitação tem importância, pela sua intensidade, mas também pela sua acumulação, ou seja, o prolongamento no tempo dos episódios chuvosos permite a saturação dos materiais susceptíveis de desenvolver a instabilidade de vertentes.

Tendo por base algum conhecimento sobre as condições de ocorrência dos movimentos de vertente, calculou-se a média das precipitações acumuladas para 90 dias na Região Norte (Figura 7). A precipitação acumulada em 90 dias atinge valores máximos nas serras da Penada e Soajo, entre os 2400 mm e os 3120 mm de precipitação acumulada. Os alinhamentos das serras do Alvão, Marão, Cabreira, Barroso e Gerês, por exemplo, constituem uma barreira morfológica à penetração para o interior de ventos húmidos do oceano, provocando uma menor precipitação acumulada no Nordeste.

Cada tipologia de movimento de massa exige uma sequência de precipitações diferente e limiares de ruptura distintos consoante o tipo de rocha. Assim sendo, nos granitóides temos limiares de ruptura mais elevados do que nas áreas metassedimentares. No entanto, verifica-se que as maiores manchas de granitóides que se desenvolvem no Centro e NW da Região Norte coincidem com as áreas onde se registam maiores precipitações médias acumuladas (> 1500mm de precipitação acumulada em 3 meses). Apesar deste facto a

RISCOS EXTENSIVOS

ocorrência de movimentos de vertente é menor nos granitóides e isto deve-se à sua elevada capacidade de drenagem, tornando menos provável a saturação das superfícies de deslizamento.

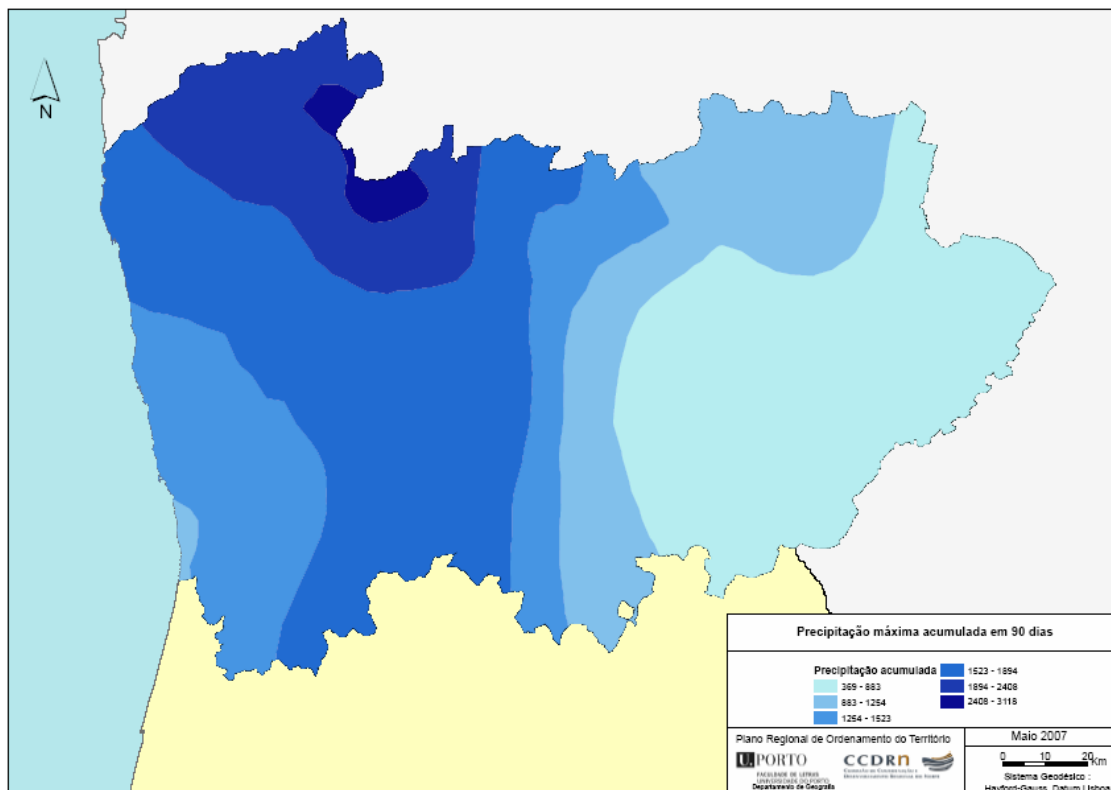


Figura 7 – Precipitação máxima acumulada em 90 dias, na Região Norte
Fonte: Atlas do Ambiente

2.2.3 – Susceptibilidade a Movimentos de Vertente

As classes de maior perigosidade a movimentos de vertente localizam-se nos concelhos de Arcos de Valdevez, Ponte da Barca, Terras de Bouro, Vieira do Minho, Montalegre, Cabeceiras de Basto, Ribeira de Pena, Mondim de Basto, Celorico de Basto, Amarante, Santa Marta de Penaguião, Baião, Resende, Mesão Frio, Peso da Régua, Lamego, Armamar, Sabrosa, Tabuaço, Alijó, S. João da Pesqueira, Carrazeda de Ansiães, V. N. de Foz Côa, Torre de Moncorvo, Freixo de Espada à Cinta, Vinhais e Arouca.

Os concelhos localizados a oeste das serras que constituem a barreira de condensação e aqueles que se localizam em áreas aplanadas do planalto transmontano têm predominantemente classes de perigosidade média a fraca.

Contudo, devemos ter em atenção situações em que a ocupação antrópica está a ocupar progressivamente áreas de susceptibilidade média ou mesmo forte, agravando a perigosidade natural e a vulnerabilidade das populações (Figura 8).

RISCOS EXTENSIVOS

2.3. Risco sísmico

2.3.1. Introdução

a) Idade das rochas

A região Norte de Portugal apresenta uma grande variedade litológica que se caracteriza pelo predomínio de rochas com idade paleozóica. Os conjuntos litológicos mais antigos são constituídos por granitóides e metassedimentos, sujeitos a processos de deformação e recristalização, conferindo-lhes uma importante coerência e consistência. Estas características permitem o desenvolvimento de uma tectónica frágil, permitindo a formação de blocos cuja movimentação tectónica é variável ao longo da região. Contudo, para além destas, podemos verificar a existência de rochas mais recentes sobretudo ao longo dos vales de maiores dimensão, onde é possível encontrar sedimentos constituídos por depósitos fluviais pontualmente afectados por movimentações tectónicas.

b) Tectónica frágil

Este efeito conjugado com as linhas de fraqueza que limitam blocos constituídos por rochas de grande resistência, resultado de processos de consolidação ao longo de extensa idade geológica, define grandes alinhamentos ao longo dos quais a probabilidade de propagação dos efeitos de sismos é maior.

Este tipo de movimentos de origem tectónica tem-se prolongado até períodos mais recentes, sendo possível verificar os seus efeitos, apesar de ligeiros, nas formações sedimentares mais recentes, inclusivamente de idade holocénica. Os estudos mais recentes têm determinado a existência de neotectónica ao longo de grandes alinhamentos de linhas de fraqueza da crosta terrestre, na região norte.

c) Alinhamentos tectónicos

Dois grandes alinhamentos evidenciam-se na região Norte:

- Verin-Régua-Penacova.
- Bragança-Vilariça-Manteigas.

Ao longo destes dois grandes alinhamentos desenvolveram-se movimentações de origem tectónica com repercussão directa na morfologia. Este facto, indica movimentação recente o que atribui a estes sectores uma maior susceptibilidade ao risco sísmico. Estes acidentes tectónicos, com mais de 350 km de extensão são potencialmente geradores de sismos de maior dimensão.

Embora estejamos na presença de alinhamentos estruturais que, em muitas situações correspondem a fracturas antigas, a libertação de energia resultante da acumulação de tensão entre placas (europeia e africana) faz-se, mais facilmente ao longo das fracturas,

RISCOS EXTENSIVOS

mesmo que mais antigas, devido à grande resistência dos materiais que constituem a crosta terrestre no maciço antigo.

d) Neotectónica

A identificação das áreas mais sensíveis ao risco sísmico implica o registo detalhado, sobre o terreno, dos indícios de neotectónica (sedimentos recentes afectados por falhas: Figura 9), a que se deve associar a análise da sismicidade registada. O levantamento de campo permite suprir as dificuldades de compilar a informação de dados históricos ou de registos insuficientes. Com esse levantamento detalhado deverá ser possível localizar o conjunto de falhas activas capazes de gerarem sismos. Desta forma, seria possível associar à actividade tectónica recente o risco sísmico da região.

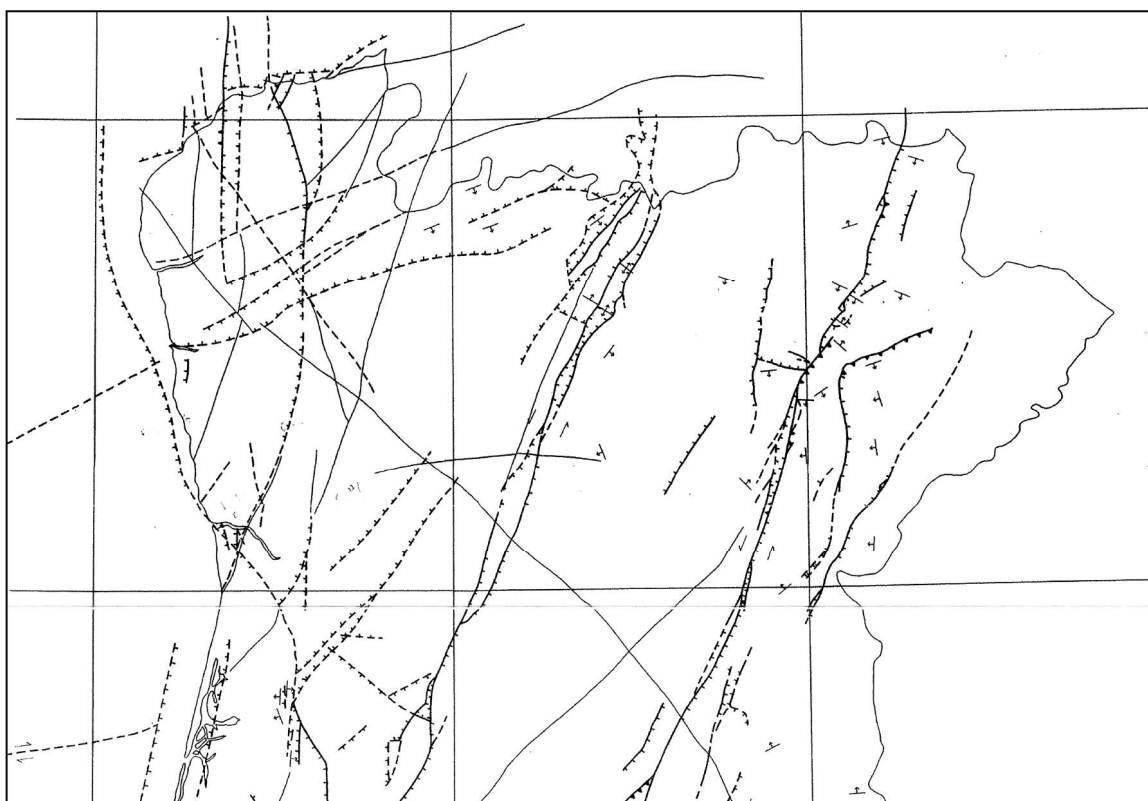


Figura 9 – Extracto da Carta Neotectónica de Portugal Continental, escala 1: 1 000 000 (J. Cabral, A. Ribeiro, 1988)

Surge essencial o desenvolvimento de estudos de detalhe que sejam capazes definir orientações sobre o uso e ordenamento do território ao nível local. A legislação vigente em Portugal (Dec. Lei 235/83 de 1983) delimita o território em quatro zonas de risco sísmico organizadas de A a D, sendo A a zona de maior risco e D a de menor risco (Figura 10).

RISCOS EXTENSIVOS

2.3.2. Sismicidade no Norte de Portugal



Figura 10 - Zonamento do risco sísmico em Portugal Continental. In PNPT, 2005

Da leitura de enquadramento da Região Norte no contexto nacional verifica-se que esta é a região cujo risco sísmico é mais reduzido, sendo que a zona D é considerada uma área onde não seja de requear os efeitos dos sismos sobre as construções.

Contudo, tem sido possível observar a existência de epicentros próximo da região (Cabral, 1995). No que se refere a áreas de maior detalhe (para intervenções específicas) torna-se evidente que é necessário estudos de neotectónica e paleosismicidade no sentido de definir, com pormenor, eventuais áreas onde o risco sísmico possa ser mais elevado do que lhe é atribuído pela análise a pequena escala. Nesse sentido é de realçar a necessidade de estudo detalhado dos grandes alinhamentos de fracturas da região Norte, já referidos (Verin-Régua-Penacova e

Bragança-Vilariça-Manteigas).

O conjunto de registos com epicentro na região Norte (inclui registos históricos) apresentam uma grande dispersão, embora as áreas montanhosas e as áreas de maior fracturação sejam os sectores de maior concentração. Esta cartografia demonstra a fraca magnitude de grande parte da sismicidade da região, embora alguns alinhamentos de fracturas definem locais que introduzem a dúvida sobre a existência de maior risco sísmico (Figura 11).

Apesar dos avanços no último século sobre a previsão dos períodos de recorrência, ainda existe uma grande margem de incerteza o que dificulta os processos de previsão de catástrofe. Esse facto faz reverter para o ordenamento do território ao nível local a capacidade de prevenção deste tipo de desastre natural.

A intensidade sísmica nesta região é moderada a fraca variando entre IV e VI (Figura 12).

RISCOS EXTENSIVOS

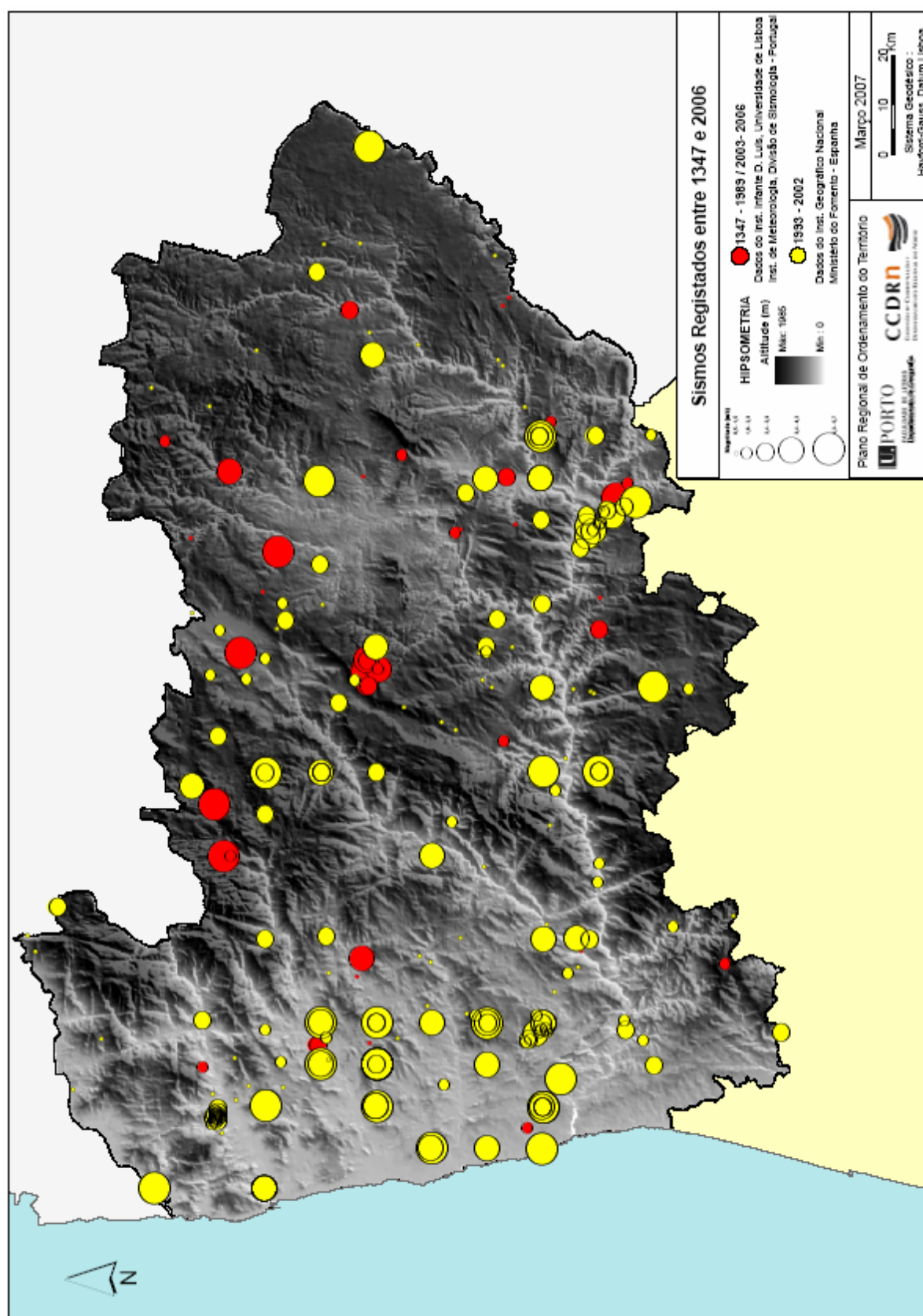


Figura 11 – Sismos Registrados entre 1347 e 2006 na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

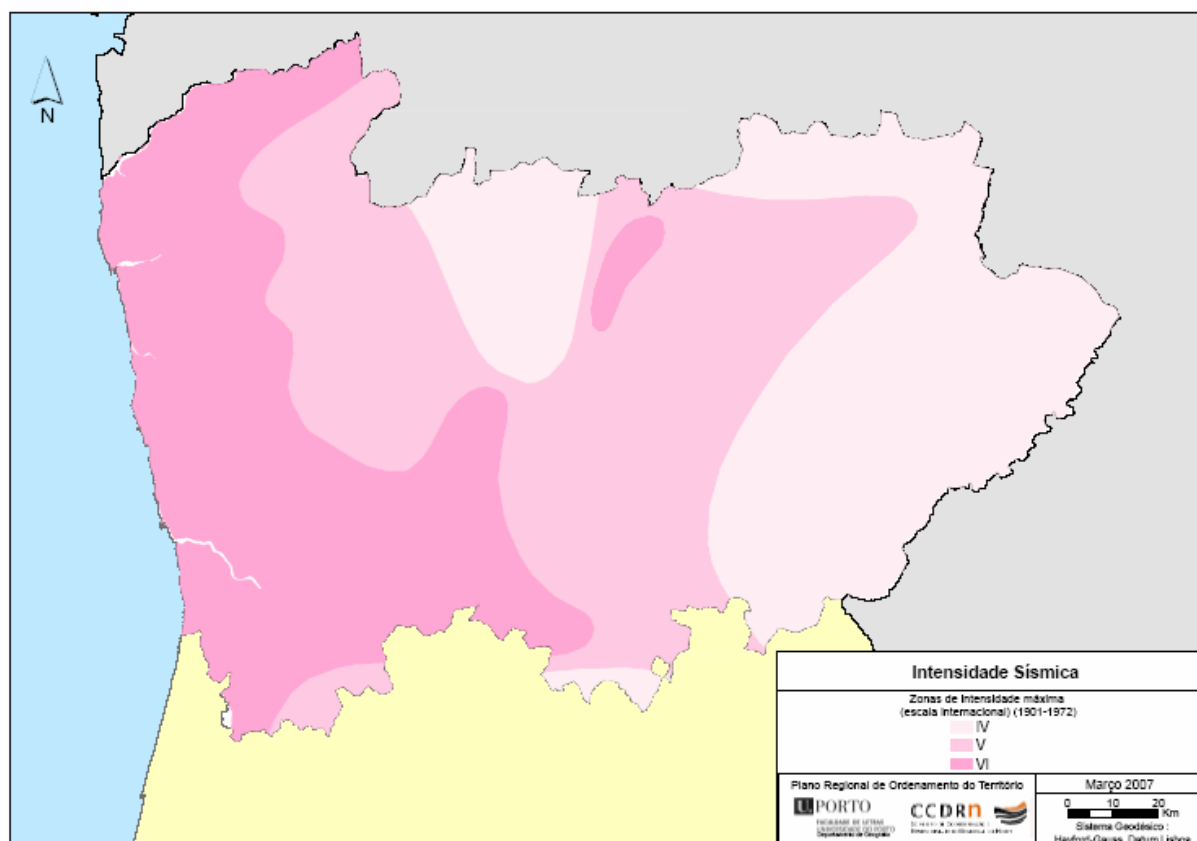


Figura 12 – Zonas de Intensidade sísmica máxima, segundo a escala internacional (1901-1972), na Região Norte
 Fonte: Atlas do Ambiente

RISCOS EXTENSIVOS

3. RISCOS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS

3.1. Ondas de Calor

3.1.1. Introdução

Segundo a Organização Meteorológica Mundial ocorre uma onda de calor com seis dias consecutivos, no mínimo, de temperatura máxima diária superior em 5°C ao valor médio diário no período de referência. No entanto, é de referir que esta definição está mais relacionada com o estudo e análise da variabilidade climática do que com os impactos na saúde pública de temperaturas extremas que possam ocorrer num período de tempo mais curto.

As ondas de calor ocorrem em Portugal Continental estão relacionadas com situações sinópticas prolongadas em que se estabelece uma corrente atmosférica do quadrante Leste transportando ar quente e seco sobre o território, proveniente do Norte de África (Garcia Herrera et al., 2004).

É a partir da década de 90 que se regista uma maior frequência da ocorrência de ondas de calor. Pela intensidade, duração e extensão espacial e também pelos impactos socio-económicos, merecem particular alusão, as ondas de calor de Junho de 1981, Julho de 1991 e Julho/Agosto de 2003.

As temperaturas elevadas acarretam vários impactos negativos com consequências por vezes nefastas e incalculáveis. Estes incluem, impactos de saúde humana, custos económicos nos transportes, na agricultura, na produção energia e infraestruturais. Os efeitos na saúde estão associados à exposição do corpo humano a temperaturas elevadas prolongadas, acima das que a população está habituada. As temperaturas extremas podem agravar subitamente as patologias preexistentes, levando a um aumento da mortalidade durante as ondas de calor. Estas trazem outros impactos, como o maior consumo de energia, para arrefecimento no Verão, o maior consumo de água, prejuízos na produção agrícola, incêndios florestais, maior concentração de poluentes no ar, nomeadamente nas áreas urbanas e intensificação das condições de ilha de calor nos centros urbanos.

Os cenários climáticos futuros indicam claramente que as ondas de calor tornar-se-ão mais frequentes, com consequências muito graves em vários sectores socio-económicos e sistemas biofísicos (Projecto SIAM, 2001).

3.1.2. Metodologia

Recorrendo-se a 54 estações meteorológicas, das quais 4 localizam-se em Espanha e analisaram-se os valores médios de temperatura média máxima no Verão das normais climatológicas de 1961-1990 para Portugal e 1971-2000 para Espanha.

RISCOS EXTENSIVOS

Realizou-se uma análise estatística, eliminando-se alguns períodos de análise por falta de dados. Estudaram-se os seguintes períodos:

- 11 de Julho a 22 de Julho de 1991
- 10 de Junho a 21 de Junho de 1981
- 25 de Julho a 5 de Agosto de 1997
- 29 de Julho a 14 de Agosto de 2003

A obtenção de valores de elementos climáticos onde não existem estações de medição foi realizada através de técnicas de interpolação espacial em ambiente de SIG. O objectivo é perceber a variabilidade espacial na Região Norte, no que se refere ao número de dias de duração de ondas de calor (Heat Wave Duration Index) e aos valores extremos de temperatura máxima do ar, verificados nos períodos de análise.

3.1.3. Análise de algumas Ondas de Calor

Em média é no interior da Região Norte que o número de dias de onda de calor é mais elevado, e os valores mais baixos registam-se no litoral, principalmente pela acção que o Oceano Atlântico tem como moderador da temperatura (Figura 13).

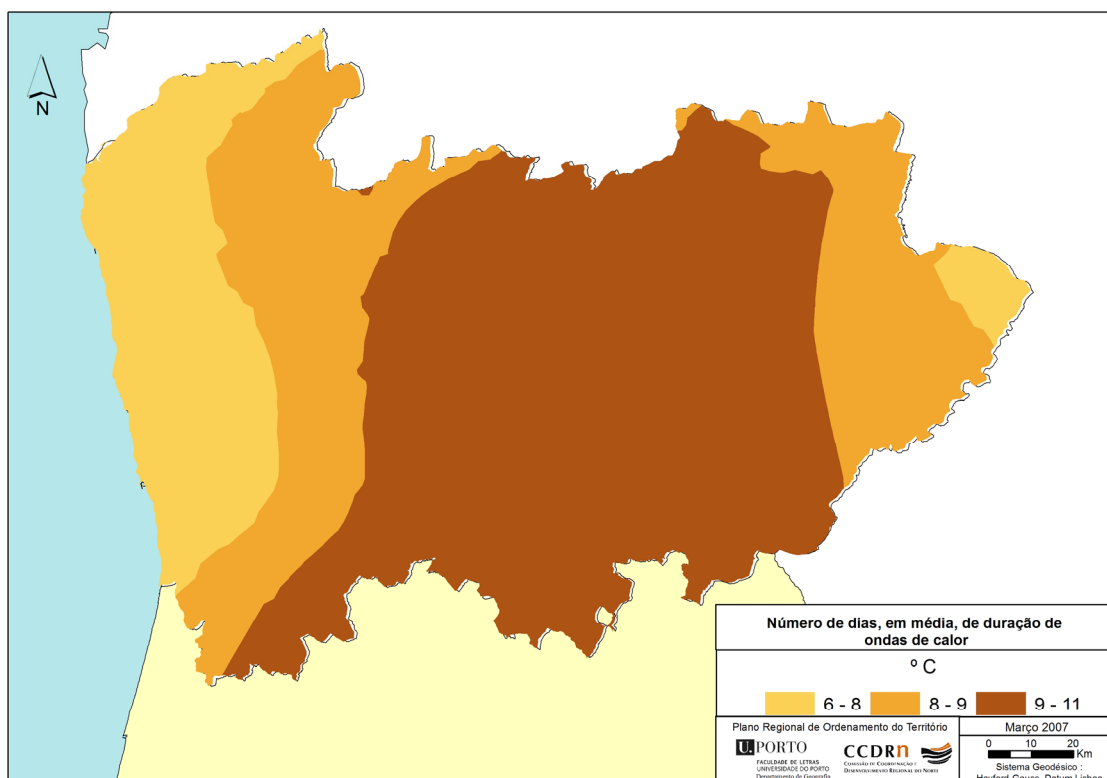


Figura 13 – Número de dias, em média, de duração de ondas de calor

As temperaturas mais elevadas durante as ondas de calor, são também mais elevadas no interior da região, principalmente no vale do Rio Douro. Trata-se de uma zona deprimida e

RISCOS EXTENSIVOS

encaixada entre as montanhas com uma fraca influência dos ventos húmidos do Atlântico, pois estes ao transporem a grande barreira montanhosa, perdem grande parte da humidade, tornando-se bastante secos e consequentemente, mais quentes.

As temperaturas nesta área são nos períodos de ocorrência de ondas de calor superiores a 35°C, como no Peso da Régua, enquanto que na região litoral não ultrapassam os 32°C. Também nos concelhos de Bragança e Vinhais, as temperaturas extremas máximas do ar são muito elevadas (Figura 14).

Comparando a temperatura média máxima do ar com os valores médios máximos registados nos períodos de duração de ondas de calor, podemos verificar que é na estação do Peso da Régua, que se regista uma subida da temperatura em média de 8°C, nos períodos de ocorrência de ondas de calor (Gráfico 1).

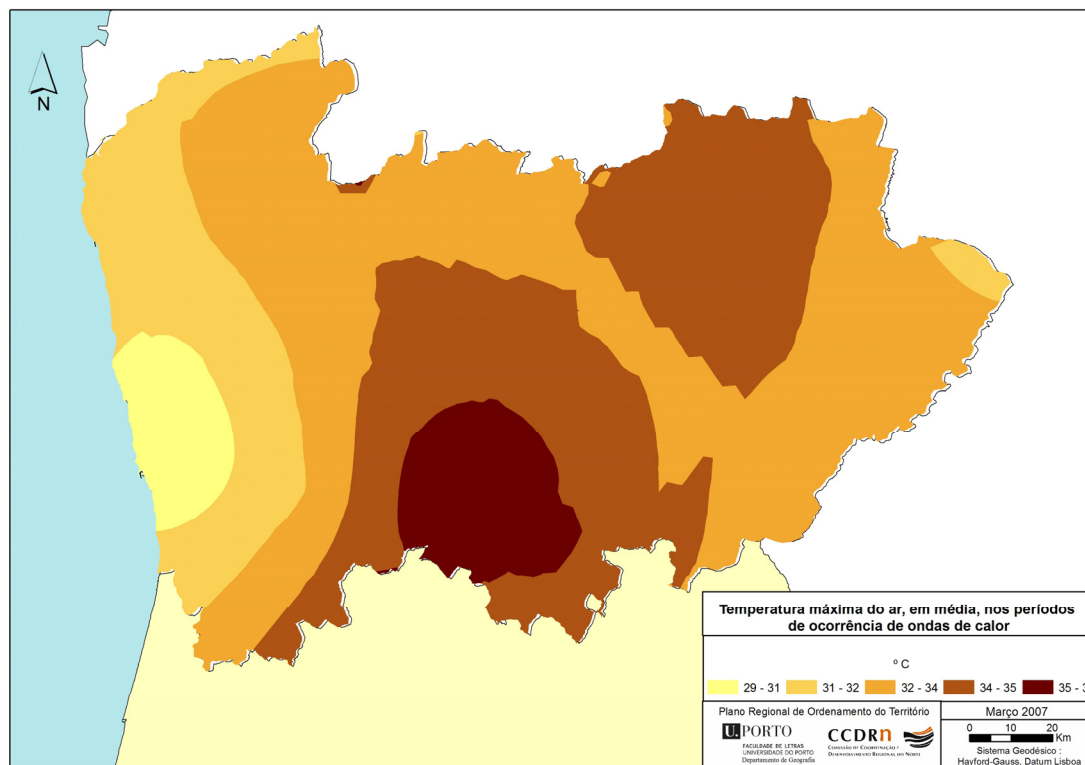


Figura 14 – Temperatura máxima do ar, em média, nos períodos de ondas de calor

RISCOS EXTENSIVOS

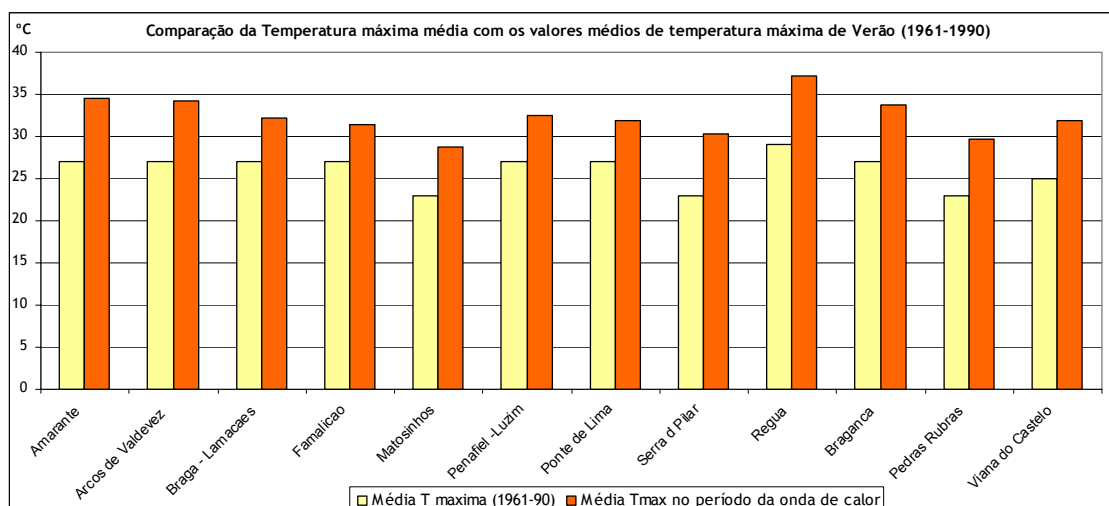


Gráfico 1 – Comparação da temperatura média com os valores médios de temperatura máxima de Verão (1961 -1991)

A onda de calor de 1991 foi menos intensa do que a verificada em 1981. Mesmo assim, estima-se que cerca de 700 pessoas perderam a vida, devido ao seu efeito. No interior da região, particularmente nos concelhos de Peso da Régua, Alijó e Carraceda de Ansiães, a onda de calor foi mais intensa, no que se refere à sua duração (Figura 15).

No período de duração da onda de calor, 11 dias registaram temperaturas superiores a 35°C no Peso da Régua, enquanto que em Vila do Conde apenas 5 dias com temperaturas máximas diárias superiores a 30°C. Verifica-se, assim, uma grande variabilidade espacial, explicada, principalmente pela continentalidade (Gráfico 2).

Mais recentemente, a onda de calor de 2003, foi a mais mortal de que há memória, estimando-se que provocou um excesso de óbitos em Portugal de 2000 mortes associadas ao calor (IM). Esta onda de calor ocorreu, entre 29 de Julho a 14 de Agosto e em quase toda a região interior norte ocorreu durante mais de 10 dias. No alto Douro, no interior minhoto e no nordeste transmontano, durou de 15 a 17 dias. No entanto, não ocorreu em toda a faixa litoral (Figura 16).

RISCOS EXTENSIVOS

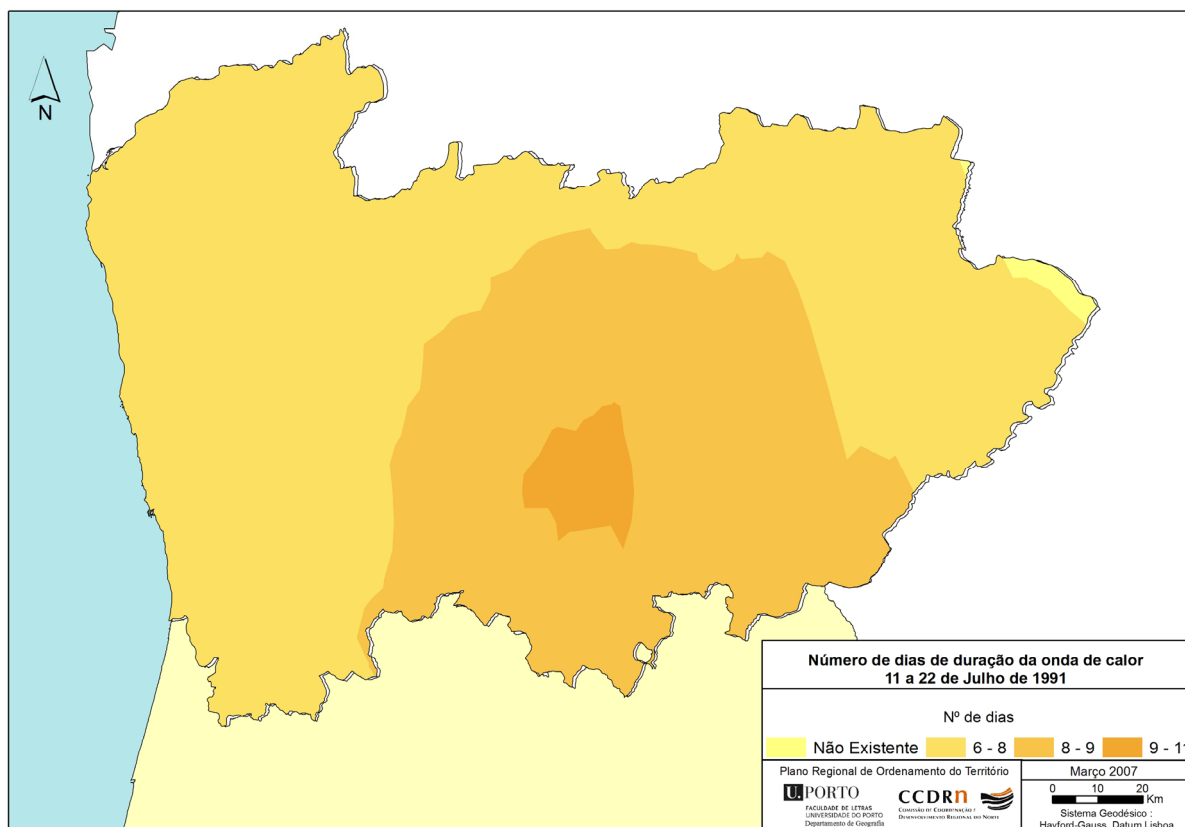


Figura 15 – Número de dias de duração da onda de calor de 11 a 22 de Julho de 1991

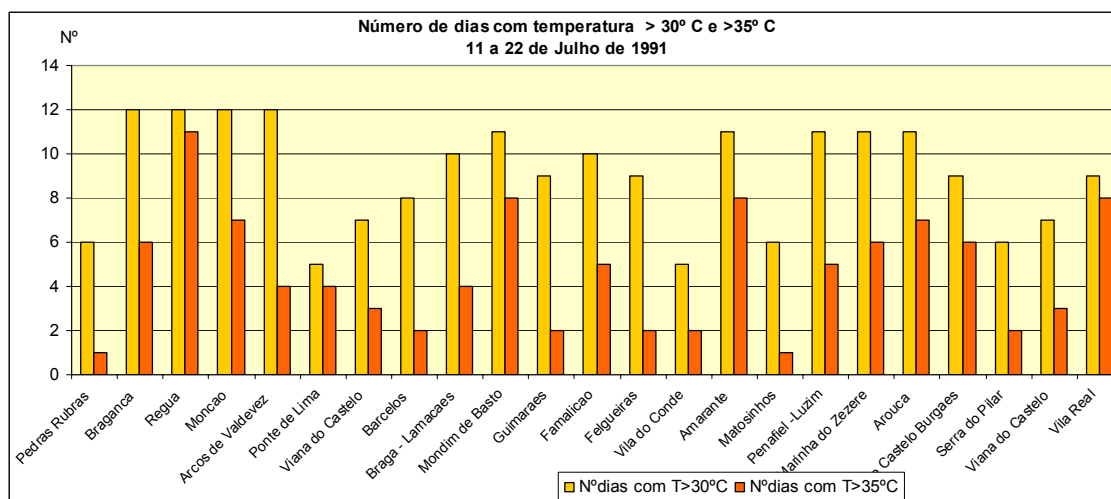


Gráfico 2 – Número de dias com temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$ e $\geq 35^{\circ}\text{C}$ de 11 a 22 de Julho de 1991

RISCOS EXTENSIVOS

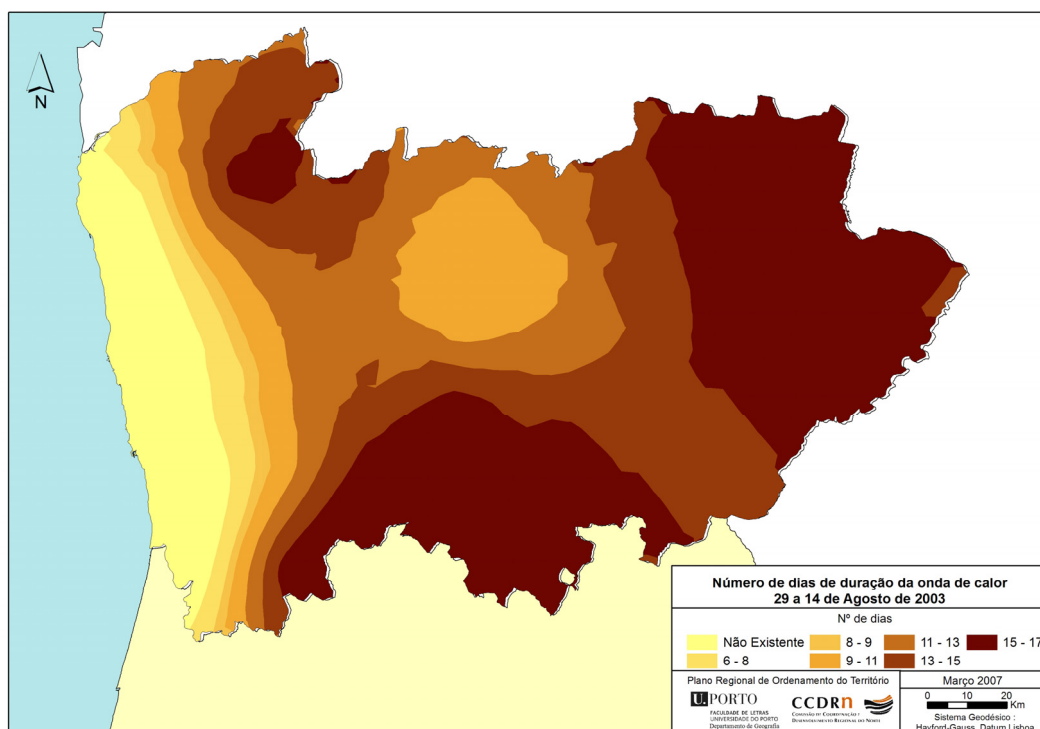


Figura 16 – Número de dias de duração da onda de calor de 29 a 14 de Agosto de 2003

Registaram-se temperaturas extremas superiores a 38°C em quase toda a região. O valor mais elevado registou-se na área deprimida e encaixada do vale do rio Douro e dos seus principais afluentes, na estação do Peso da Régua com 43°C (Gráfico 3).

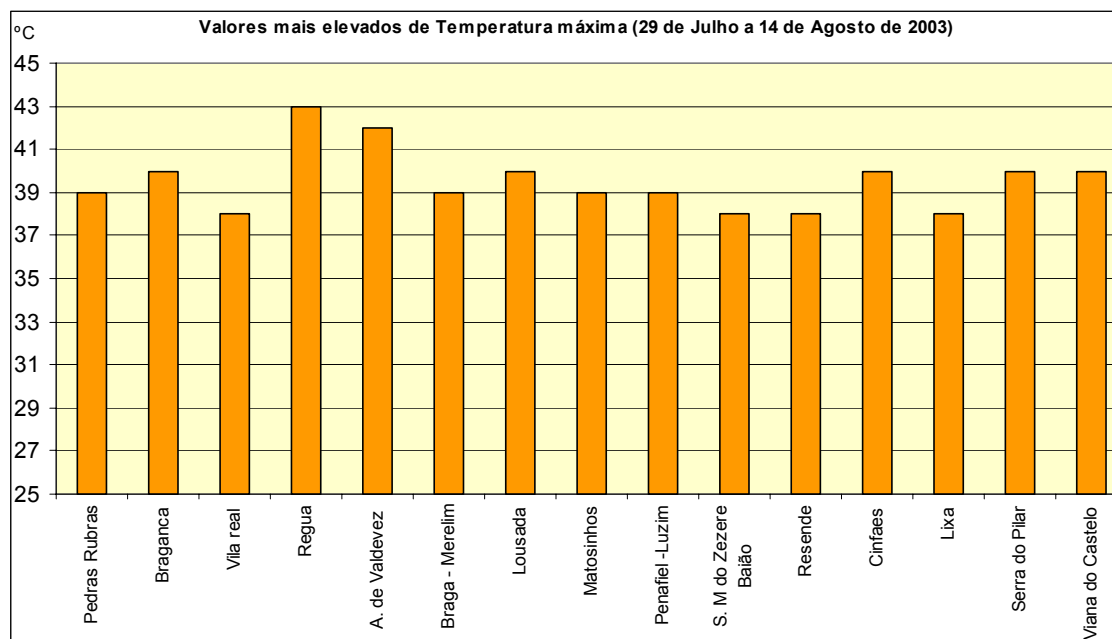


Gráfico 3 – Valores mais elevados de temperatura máxima de 29 de Julho a 14 de Agosto de 2003

RISCOS EXTENSIVOS

3.2. Vagas de Frio

3.2.1. Introdução

Uma vaga de frio define-se pelo número de dias com, pelo menos, seis dias consecutivos, a temperatura mínima é inferior em 5°C ao valor médio diário.

As vagas de frio, estão geralmente associadas ao posicionamento do anticiclone dos Açores próximo da Península Ibérica ou de um anticiclone junto à Europa do Norte e são produzidas por uma massa de ar frio e geralmente seco que se desenvolve sobre uma área continental. Durante as vagas de frio ocorrem reduções significativas das temperaturas diárias, descendo a valores mínimos abaixo dos 0°C no Inverno. Estes fenómenos estão geralmente associadas a ventos moderados ou fortes, que aumentam os efeitos do frio.

Como as ondas de calor, as temperaturas extremas de frio acarretam consequências negativas para a população e para o território. Os efeitos na saúde estão associados à exposição do corpo humano a temperaturas muito baixas e prolongadas abaixo das quais a população está habituada. As vagas de frio conduzem ao encerramento de escolas e à paralisação de diversas actividades e a prejuízos na agricultura, induzindo o consumo de energia, para aquecimento das habitações. Durante uma vaga de frio a formação de gelo nas estradas é comum, podendo originar acidentes de viação.

Os cenários climáticos futuros do projecto SIAM, indicam que as vagas de frio, com dias de geada consecutivos, tendem a diminuir no futuro (Projecto SIAM, 2004).

3.2.2. Metodologia

Depois de seleccionar os períodos de ocorrência de vagas de frio, analisou-se os dados de temperatura mínima do ar diária de 54 estações meteorológicas, das quais 4 são espanholas e os valores médios de temperatura média mínima no Inverno, das normas climatológicas de 1961-1990 para Portugal e 1971-2000 para Espanha.

Por falta de dados, eliminaram-se alguns períodos de análise, estudando-se com pormenor os seguintes períodos:

- 7 a 17 de Fevereiro de 1983;
- 6 de Janeiro a 17 de Janeiro de 1985;
- 12 a 29 de Dezembro de 2001.

A cartografia elaborada consiste na variação espacial da duração da vaga de frio e dos valores extremos de temperatura mínima do ar realizada com métodos de interpolação espacial em software SIG.

RISCOS EXTENSIVOS

3.2.3. Análise de algumas Vagas de Frio

As diferenças de temperatura na Região Norte são menos contrastadas no Inverno, pois os ventos oceânicos, de origem ocidental, que penetram no território, uniformizam a uma grande escala a temperatura (Daveau, S, p.47). As diferenças registadas explicam-se pela influência da altitude, latitude e pela acção do agente moderador de temperatura, que é o oceano Atlântico. As temperaturas mínimas do ar, em média, registam-se nas áreas montanhosas da região, como são as serras do Gerês, Peneda, Amarela, Cabreira, Soajo, Alvão, Marão, Padrela e Montezinho.

A temperatura mínima do ar, em média é mais moderada junto à fachada litoral da região, nos períodos de duração das vagas de frio. Pode-se registar uma diferença de 10°C entre as estações da fachada litoral e as áreas localizadas mais a este da Região (Figura 17).

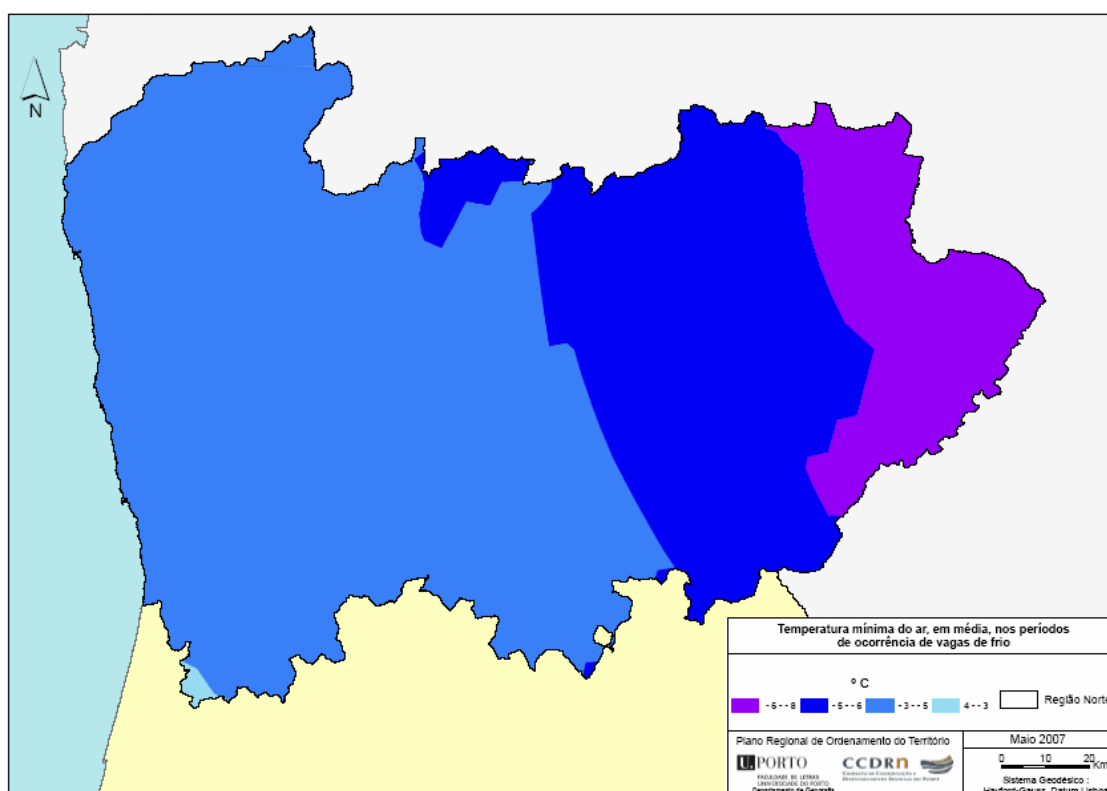


Figura 17 – Temperatura mínima do ar, em média, nos períodos de ocorrência de vagas de frio

A vaga de frio que atingiu Portugal de 6 a 17 de Janeiro de 1985 foi mais intensa nas serras do Marão, Alvão, e Padrela, com a duração de 8 ou 9 dias, enquanto que no Nordeste não existiu (Figura 18). Nas estações de Pedras Rubras, Penafiel e Vila Real, verificaram-se 12 dias com temperaturas mínimas do ar inferiores ou iguais a 0°C.

RISCOS EXTENSIVOS

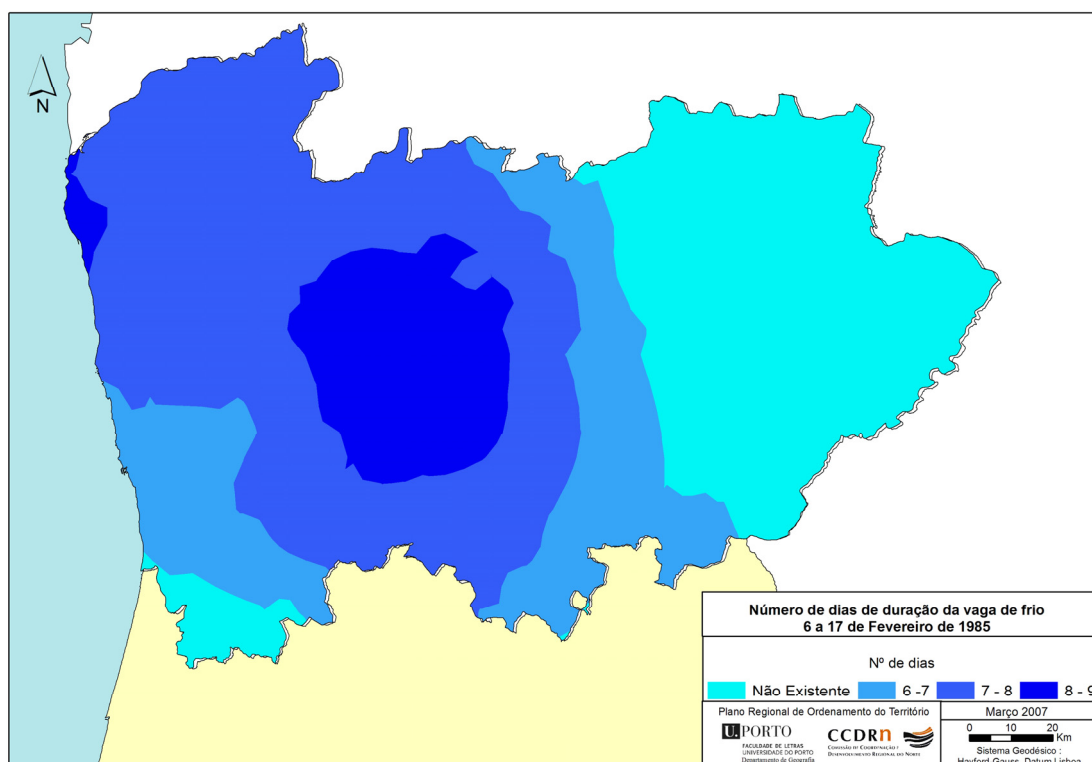


Figura 18 – Número de dias de duração da vaga de frio de 6 a 17 de Janeiro de 1985

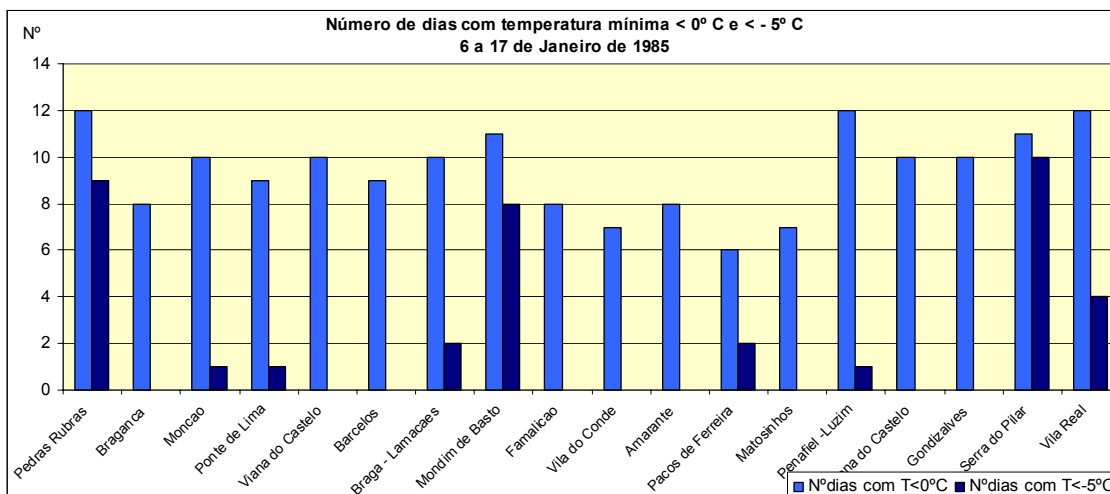


Gráfico 4 - Número de dias com Temperatura mínima < 0°C e < -5°C

A variabilidade espacial da vaga de frio de 12 a 29 de Dezembro de 2001, é diferente da vaga de frio de 1985. Consta-se que foi no Minho, com a duração de 10 ou 11 dias, que foi mais intensa, particularmente nas serras minhotas da Peneda, Soajo, Amarela e Gerês (Figura 19).

RISCOS EXTENSIVOS

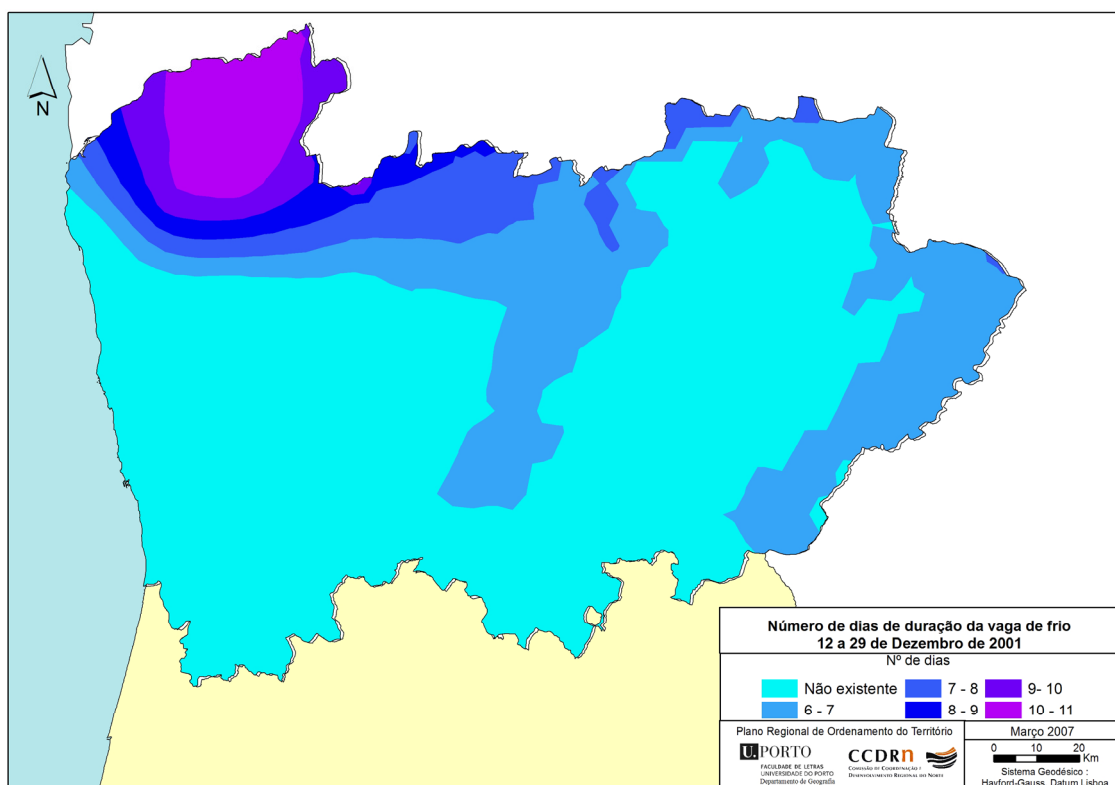


Figura 19 – Número de dias de duração da vaga de frio, de 12 a 29 de Dezembro de 2001

No entanto, os valores mais baixos de temperatura mínima do ar, no período de duração da vaga de frio, registaram-se na região de Bragança e Vimioso, diminuindo à medida que nos aproximamos do litoral, devido à influência do oceano atlântico que atenua a temperatura (Figura 20).

Considerações gerais.

A ocorrência de ondas de calor e de vagas de frio, em Portugal, está correlacionada com o deslocamento das massas de ar, não sendo possível, identificar, ao nível local, áreas mais susceptíveis à sua ocorrência. No entanto, pela influência de diversos factores, como a continentalidade, a altitude ou a latitude, podemos constatar que a fachada litoral é menos susceptível à ocorrência, tanto de vagas de frio como de ondas de calor, pela influência do oceano Atlântico, como agente moderador da temperatura. Pelo contrário, no vale superior do rio Douro, por ser uma área deprimida e encaixada entre as montanhas, as temperaturas máximas extremas ocorrem com mais frequência.

Quanto às vagas de frio, estas são mais intensas no nordeste, devido à diminuição progressiva da influência do oceano Atlântico, e nas áreas montanhosas da Região Norte, pela influência da altitude.

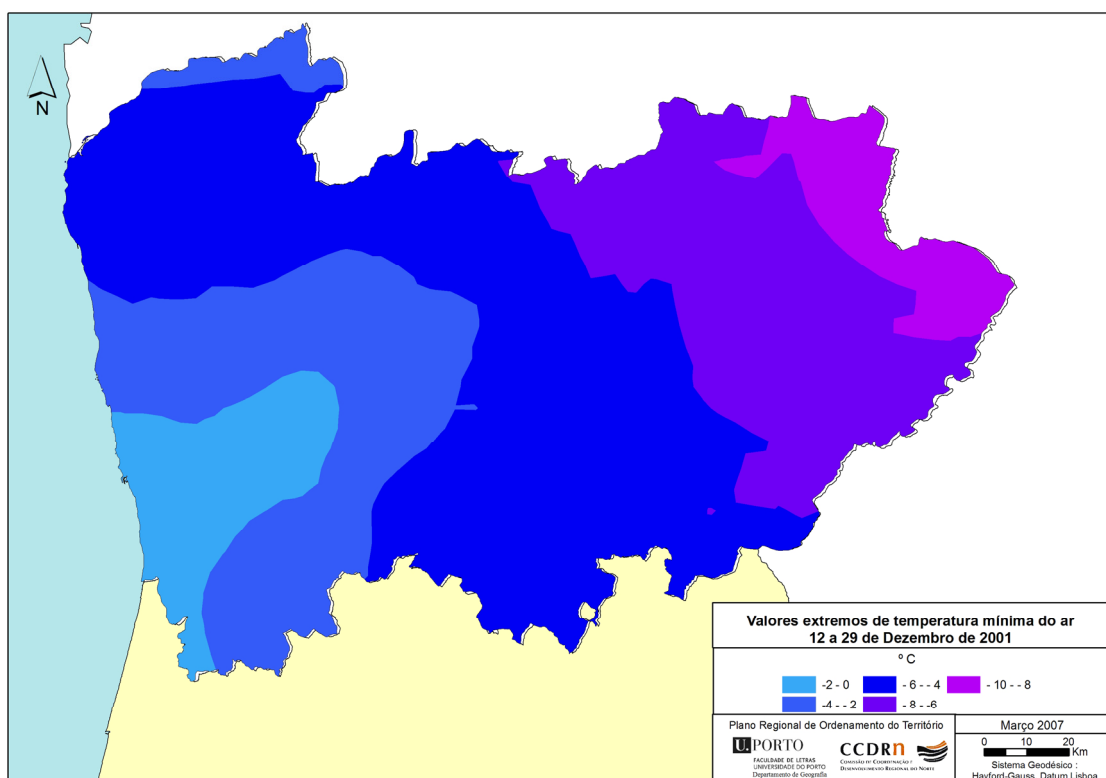


Figura 20 – Valores extremos de temperatura mínima do ar de 12 a 29 de Dezembro de 2001

Segundo Fátima Espírito Santo do Instituto de Meteorologia, no futuro prevê-se a ocorrência de temperaturas máximas mais elevadas; mais dias quentes e ondas de calor com vários impactos designadamente, o aumento da mortalidade, o aumento do stress térmico ao nível da vida animal, mudanças nos destinos turísticos, aumento do risco de prejuízos agrícolas e aumento da energia para arrefecimento. Pelo contrário, prevê-se no futuro temperaturas mínimas mais elevadas; menos dias frios, de geada e menos vagas de frio, com impactos, por exemplo, na diminuição da morbilidade e mortalidade causadas pelo frio, diminuição dos prejuízos em algumas culturas e aumento do risco para outras, aumento da variedade e actividade de pragas e doenças, diminuição das necessidades energéticas para aquecimento.

3.3. Geadas

3.3.1. Introdução

A geada corresponde a uma camada de cristais de gelo que se forma nas superfícies expostas ao ar livre (exemplo: solo ou folhagem exposta), devido à diminuição da temperatura abaixo de zero graus Celsius que provoca a sublimação do vapor de água existente no ar adjacente.

A principal causa da formação da geada é a advecção de massa de ar polar. O ar frio que desce as encostas e se acumula nos vales quando é sujeito a um intenso arrefecimento nocturno pode iniciar a condensação e a formação de geada.

RISCOS EXTENSIVOS

Dependendo da extensão e intensidade da geada, esta pode causar sérios danos na agricultura, queimando e ressecando as folhas das plantas, principalmente as hortícolas. Por esse motivo, é extremamente importante identificar os sectores que possuem condições para o desenvolvimento de geada, para prevenir potenciais danos na agricultura e acidentes de trânsito.

3.3.2. Geadas no Norte de Portugal

Com recurso à informação do Atlas do Ambiente sobre o número de dias com geada (1945-1960 - Serviço Meteorológico Nacional em 1974), considera-se que, para este período, em média, o número de dias com geadas varia entre menos de dois dias em algumas regiões sob forte influência marítima, e mais de oitenta dias nas áreas de fundo de vale nas serras e nas depressões tectónicas.

O risco de formação de geada é substancialmente maior nas áreas mais baixas e vertentes úmbrias do que nas encostas e planaltos, porque o ar frio tende a circular para as áreas mais baixas.

Verifica-se uma forte influência da continentalidade e da morfologia na localização do maior número de dias com geada (Figura 21), uma vez quês se localizam ao longo do vale do Tâmega e do alinhamento de depressões tectónicas que acompanham a falha Verin-Régua. Em Trás-os-Montes destacam-se as localidades de Bragança, Chaves, Miranda do Douro e Montalegre pela intensidade e regularidade com que são afectadas pelas geadas.

A época das geadas pode durar desde Outubro a Maio nas zonas mais expostas.

RISCOS EXTENSIVOS

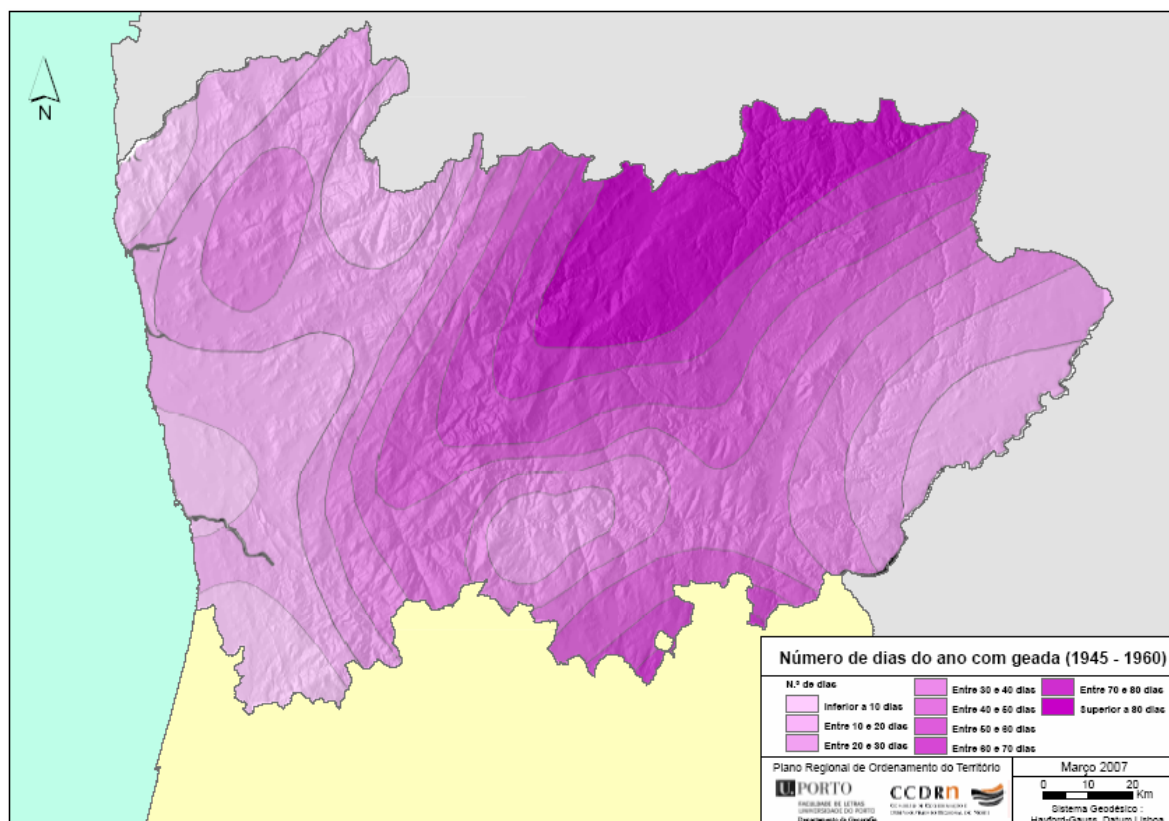


Figura 21 – Número de dias do ano com formação de geada (1945 – 1960)

3.4. Cheias progressivas

3.4.1. Introdução

As cheias progressivas relacionam-se principalmente com eventos pluviosos prolongados no tempo e afectam principalmente as grandes bacias. Estes eventos saturam os solos, geram escoamentos superficiais superiores ao encaixe no leito normal dos rios e excedem por vezes a capacidade de armazenamento das albufeiras das barragens (PNA, 2001). No caso dos principais rios internacionais (Minho, Lima e Douro), tem de se ter em conta as condições meteorológicas em Espanha.

3.4.2. Metodologia

Neste ponto recorreremos aos planos de bacia hidrográfica e a um referencial histórico dos caudais máximos de cheia, que permitiram identificar os sectores mais afectados por cheias progressivas na Região Norte.

3.4.3. Susceptibilidade a Cheias Progressivas

No que se refere aos locais mais afectados por cheias progressivas podemos começar por destacar a totalidade do Rio Minho no seu percurso em território nacional. Porém, realçam-se alguns locais, onde a ocupação humana condiciona e facilita situações potenciais de

RISCOS EXTENSIVOS

risco: concelhos de Valença, Vila Nova de Cerveira, Monção e, com menor gravidade, o concelho de Caminha.

No Rio Lima é importante salientar que devido às condições morfológicas do terreno, as cheias verificadas assumem comportamentos muito diferenciados, assim, nos troços mais a montante predominam pequenas inundações de carácter mais torrencial, e a jusante à medida que caminhamos em direcção à foz, os vales começam a ter uma configuração mais ampla, reunindo as condições ideais para a ocorrência de cheias naturais progressivas. Neste sentido, importa destacar no curso principal as zonas ribeirinhas dos concelhos de Ponte da Barca, Ponte de Lima e Viana do Castelo. Destacam-se ainda as zonas ribeirinhas do concelho de Arcos de Valdevez, ao longo do percurso do Rio Vez.

Na bacia do Rio Cávado as principais situações de risco localizam-se ao longo dos vales intermédios, menos encaixados, sobretudo nas margens onde a densidade de ocupação humana é mais intensa. Embora no curso de água principal os sectores afectados não sejam significativos, salientando-se sobretudo o sector terminal junto a Esposende.

Nas sub-bacias podemos encontrar algumas situações potencialmente gravosas, sendo de realçar as zonas urbanas de Braga, Barcelos, Guimarães, Vieira do Minho e Terras do Bouro.

No que se refere à bacia do Rio Ave, de menor dimensão em relação às anteriores, e sobretudo devido à forte urbanização na quase totalidade do seu leito, apresenta situações importantes a referenciar, ao nível das cheias naturais progressivas nos concelhos de Santo Tirso, Guimarães e Trofa e Póvoa do Lanhoso. É importante chamar a atenção para o facto das duas principais sub-bacias do Rio Este e do Rio Vizela, apresentarem situações importantes a destacar. Em primeiro lugar, a área urbana central de Braga (Rio Este) e, em segundo lugar, o troço de transição entre o Concelho de Vizela e Santo Tirso (Rio Vizela).

A bacia hidrográfica do Rio Leça, apesar de ser a mais pequena de toda a Região Norte, caracteriza-se por uma morfologia do terreno pouco acentuada o que leva à existência de vales extensos onde a ocupação urbana é predominante. Conjugando estes dois factores reúnem-se condições propícias à ocorrência de cheias naturais, agravadas pela ocupação antrópica. Neste caso importa realçar sobretudo os sectores ao longo de todo o concelho da Maia, a área terminal do concelho de Santo Tirso e alguns locais pontuais de Matosinhos.

A bacia do Rio Douro, de uma forma geral apresenta registos muito frequentes de cheias naturais e na maioria dos casos de elevada relevância, sobretudo devido à sua dimensão e quantidade de tributários, mas também devido à dificuldade em controlar os caudais oriundos de Espanha. Neste sentido, é pertinente analisar este fenómeno no âmbito do curso de água principal e de algumas das suas sub-bacias. Assim sendo, no curso principal, e no que concerne ao fenómeno das cheias destacam-se, como locais mais susceptíveis, a

RISCOS EXTENSIVOS

zona ribeirinha do Peso da Régua, Penafiel (Entre-os-Rios), Castelo de Paiva, e as Ribeiras do Porto e de Vila Nova de Gaia. Chama-se atenção para o facto de apesar deste fenómeno não se limitar aos locais mencionados, eles apresentam-se com maior destaque.

A sub - bacia do Tâmega, apresenta uma dimensão considerável sendo que o fenómeno das cheias assume uma extensão importante, sobretudo porque em casos extremos, poderão ocorrer situações potencialmente perigosas nos concelhos de Chaves e Amarante. Realça-se ainda a bacia do Tua, principalmente no concelho de Mirandela, embora com a construção do açude no centro da cidade, a ocorrência deste fenómeno tenha sido um pouco atenuada, todavia para fenómenos extremos é importante referenciar este local. (Figura 22).

Para além da identificação das áreas inundáveis com recurso ao registo das ocorrências, revela-se determinante a identificação da dinâmica dos diversos sectores dos canais fluviais dos grandes cursos de água, no sentido de prevenir a acção erosiva das grandes infra-estruturas instaladas e, portanto, prevenir danos e situações de risco natural.

RISCOS EXTENSIVOS

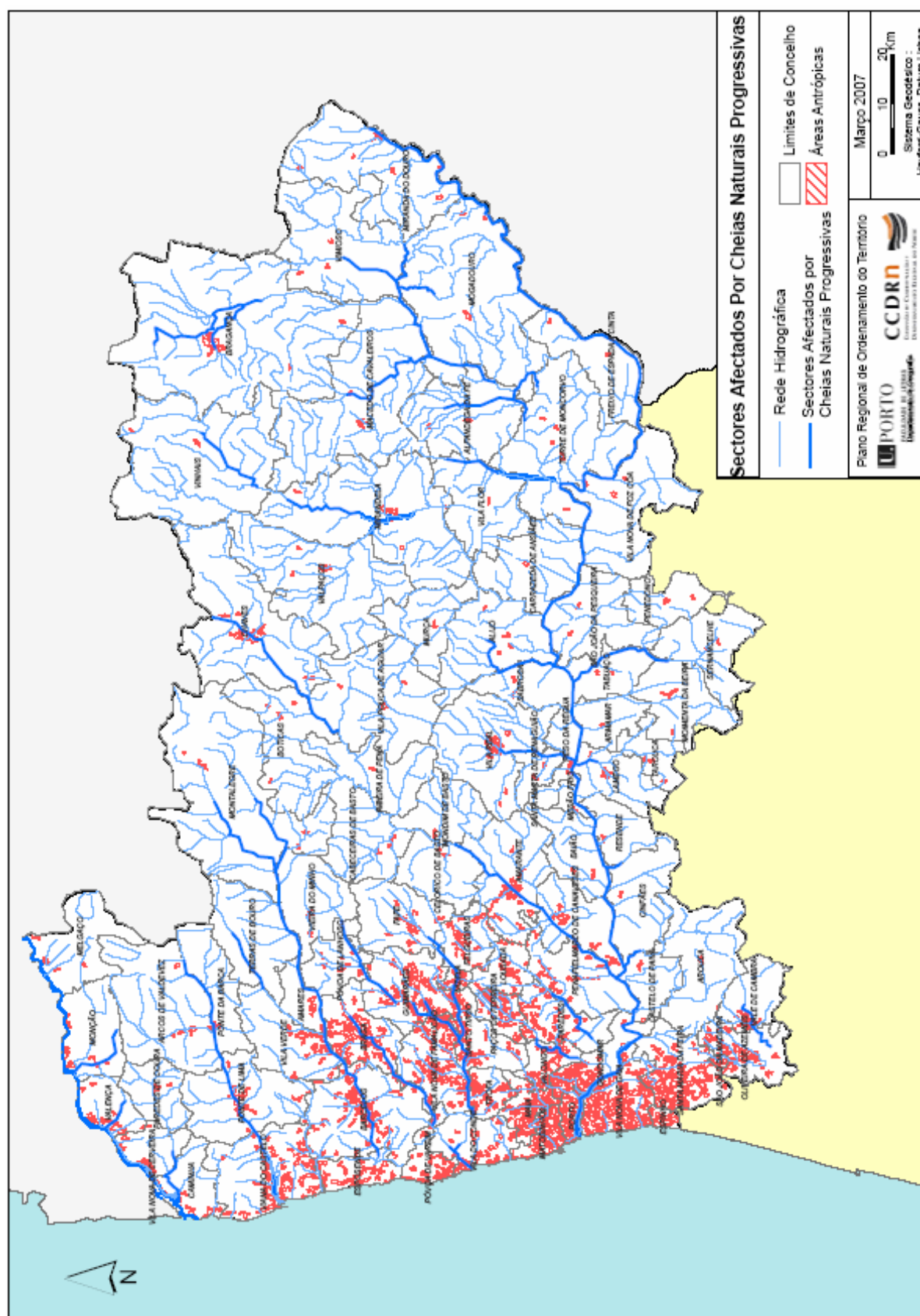


Figura 22 – Sectores afectados por Cheias Progressivas na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

3.5. Cheias repentinas

3.5.1. Introdução

A irregularidade pluviométrica que se verifica em Portugal, dá origem a eventos de precipitação intensos e concentrados que podem provocar problemas de inundações e cheias repentinas, quando a capacidade de escoamento dos leitos dos cursos de água é insuficiente para drenar o volume de água afluente, provocando a vazão para as áreas ribeirinhas (PNA, 2001).

Com o objectivo de reforçar a temática optou-se por elaborar uma análise dos sectores sujeitos à ocorrência de cheias naturais repentinas. A previsão deste fenómeno é um procedimento muito complexo, dado que normalmente ocorre em períodos temporais muito reduzidos, derivados de situações meteorológicas muito específicas, maioritariamente de origem convectiva. De uma forma geral, ocorrem em períodos de precipitações intensas de curta duração, com picos de cheias muito elevados. Contudo, a variação espacial do fenómeno das cheias repentinas não depende unicamente dos elementos meteorológicos, pelo que os factores morfológicos (altitude, declives, encaixes) ajudam-nos a perceber os locais que reúnem as características ideais para a ocorrência de um fenómeno desta natureza.

3.5.2. Metodologia

A definição espacial da perigosidade deste fenómeno é um processo que resultou da conjugação de factores variados de origem natural e antrópica, neste sentido foram considerados três graus de perigosidade à ocorrência de cheias repentinas. Os factores naturais considerados na análise foram as classes litológicas, os declives, a densidade de drenagem da rede hidrográfica fundamental, e as precipitações.

Neste trabalho não foram considerados os sectores morfológicos com condições para o desenvolvimento de cheias rápidas (meandros, vales encaixados, sectores canalizados ou impermeabilizados) que teriam de ser identificados manualmente. Tendo em conta a dimensão da Região Norte e o prazo de entrega do trabalho, esta metodologia revelou-se inviável.

Para além das características naturais importa salientar o facto de que os usos do solo e sobretudo a pressão antrópica sobre o meio físico, funcionam como elemento perturbador fundamental, e de extrema relevância. Outro factor que condiciona o comportamento deste tipo de cheias é o substrato rochoso, principalmente ao nível dos afloramentos de rocha sã, expostos ou próximos da superfície, dadas as implicações na capacidade de infiltração.

Para estudar a distribuição das precipitações extremas, calculou-se a precipitação máxima diária para um período de retorno de 100 anos na Região Norte. Estes valores variam entre

RISCOS EXTENSIVOS

os 54 mm e os 314 mm. Os valores mais elevados ocorrem nas montanhas do Noroeste e os mais baixos em toda a região transmontana. A precipitação máxima diária para um período de retorno de 100 anos, aumenta do litoral até a barreira das montanhas do Noroeste, voltando a diminuir à medida que caminhamos para o interior (Figura 23).

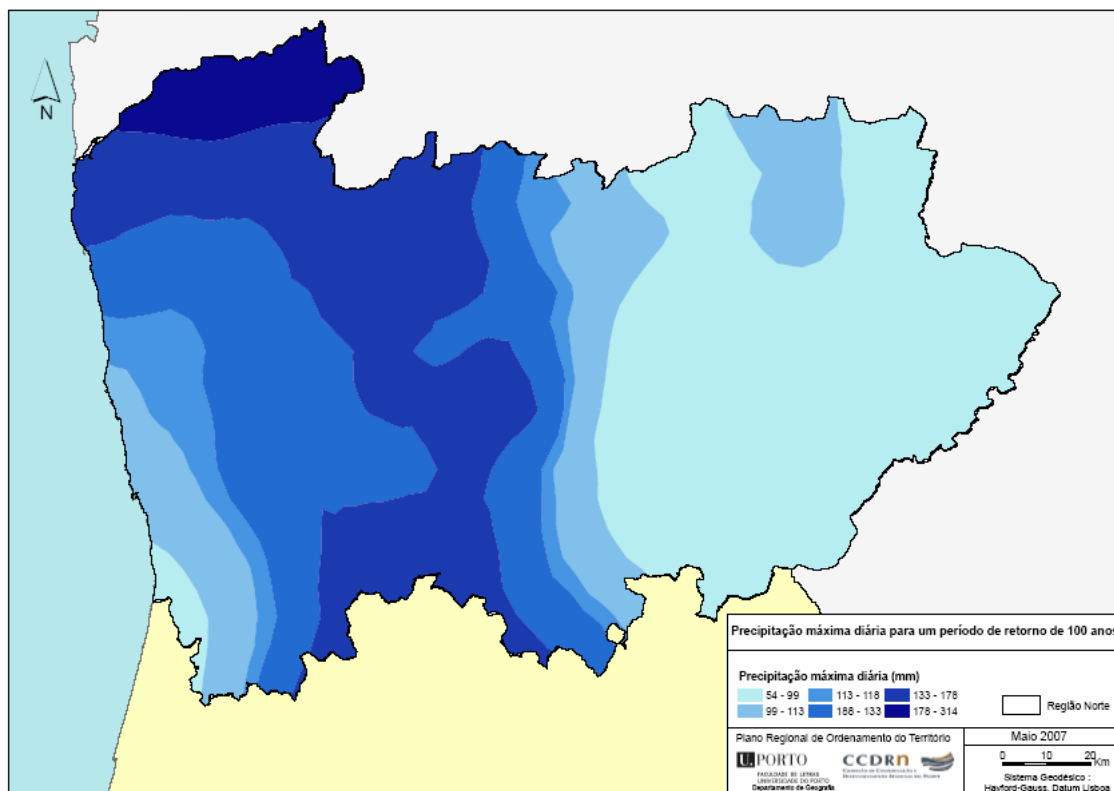


Figura 23 – Precipitação máxima diária para um período de retorno de 100 anos

3.5.3. Susceptibilidade a Cheias Repentinas

Começamos por analisar as situações de forte perigosidade, que se desenvolvem sobretudo ao longo das áreas montanhosas da Região Norte onde o relevo é mais acentuado com declives fortes.

Os cursos de água mais susceptíveis a este fenómeno são compostos pelas sub-bacias de pequenas dimensões, geralmente de primeira ordem, caracterizadas por um encaixe vigoroso da rede hidrográfica. Perante episódios extremos de precipitação desenvolvem-se processos de escoamento superficial muito rápidos de carácter torrencial. É importante salientar que em caso de ocorrência deste tipo de fenómenos poderá coexistir mais do que um tipo de risco nestes sectores, nomeadamente de movimentos de vertente.

A classe de perigosidade média, encontra-se sobretudo nas áreas de transição entre os relevos aplanados e os sectores de montanha, sobretudo ao longo de pequenas elevações.

RISCOS EXTENSIVOS

Apesar de não apresentarem um relevo tão vigoroso estes locais não deixam de ter importância, porque funcionam como áreas de recepção do escoamento das áreas montanhosas, que no caso de sub-bacias de média dimensão, poderão acarretar graves consequências. O efeito cumulativo, destes processos condiciona o impacto que poderão assumir, localmente nos sectores onde potencialmente podem ocorrer.

Por último, a classe de perigosidade baixa, correspondem a sectores sujeitos a cheias progressivas, na medida que correspondem a áreas aplanadas com cursos de água de ordem superior (Figura 24).

RISCOS EXTENSIVOS

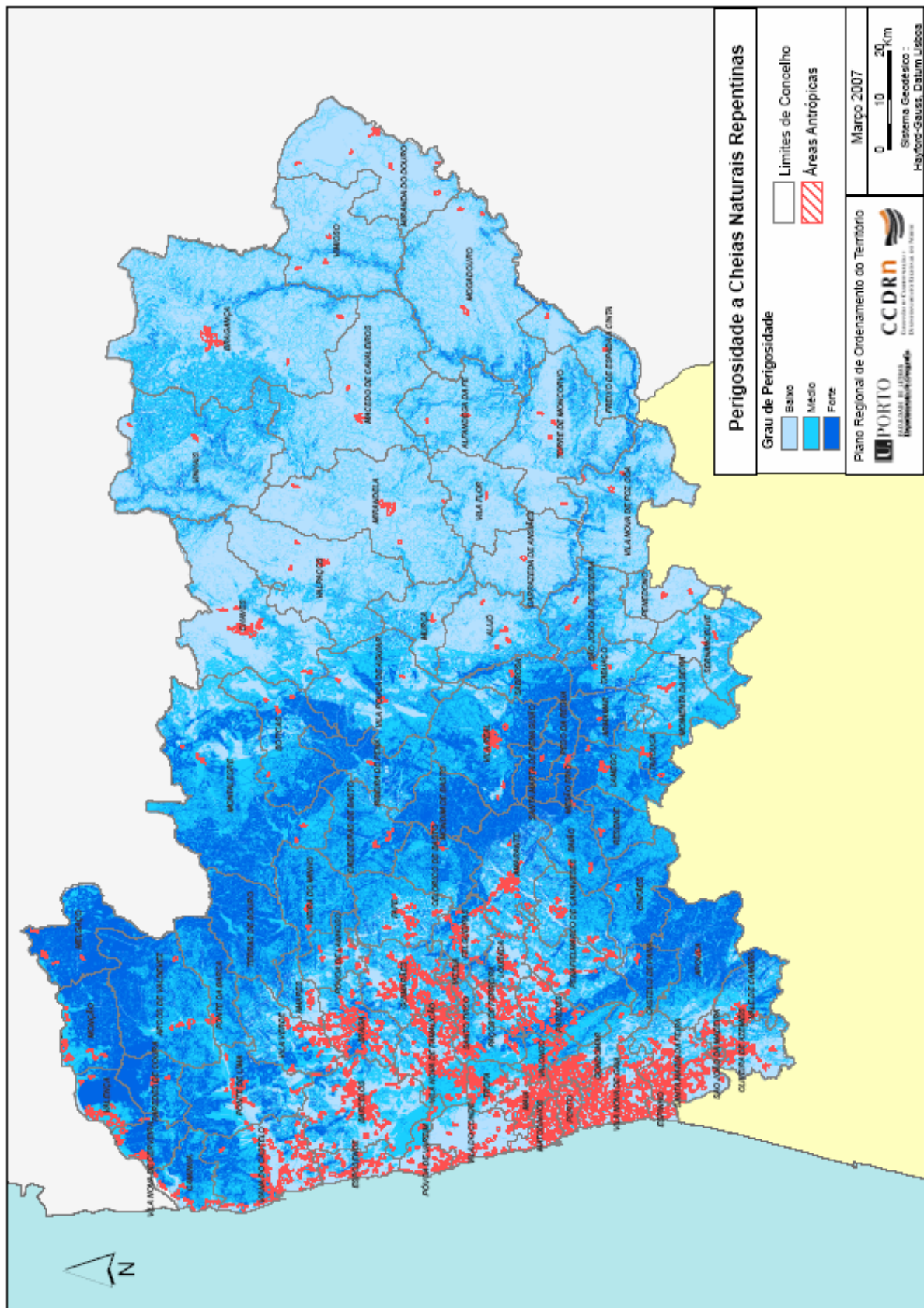


Figura 24 – Susceptibilidade a Cheias Repentinias na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

4. RISCOS AMBIENTAIS

4.1. Erosão hídrica dos solos

4.1.1. Introdução

A erosão dos solos pode ser definida, num sentido lato, pelo conjunto de processos responsáveis pela desagregação e transporte de partículas superficiais dos solos expostas ao escoamento superficial. Neste sentido, o estudo destes processos é imprescindível no que respeita à Gestão Ambiental Estratégica, particularmente ao nível do Ordenamento e Planeamento da ocupação e uso dos solos e da gestão dos recursos hídricos.

A prevenção da erosão dos solos é um processo fundamental na Gestão dos Recursos Naturais, na medida que a sua adequada conservação estabiliza as perdas naturais, conduzindo ao seu equilíbrio natural, ao aumento da produtividade de nutrientes, à redução dos níveis de poluição das águas e dos níveis de sedimentação em albufeiras.

Por outro lado, a estabilização e redução dos níveis de erosão, é essencial ao nível da conservação da paisagem, sobretudo no que respeita à manutenção das práticas agrícolas e do aumento da produtividade.

Acresce que, na sequência de um incêndio florestal este tipo de processo tem consequências ambientais a curto prazo, sobretudo na qualidade dos recursos hídricos.

4.1.2. Metodologia

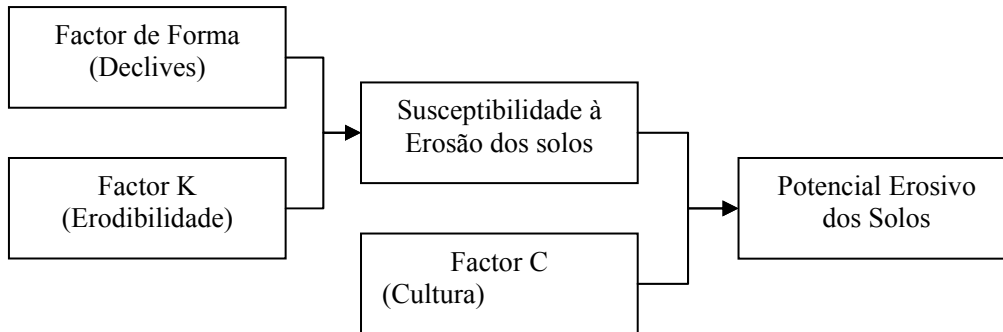
A definição de susceptibilidade à erosão dos solos é um processo complexo, sobretudo devido à escala de análise na qual este estudo se insere. De forma a responder aos objectivos inicialmente definidos, adaptou-se uma das metodologias desenvolvidas pelo Instituto Nacional da Água (INAG), através da qual são conhecidos os valores de erodibilidade (factor K), que se traduzem num índice onde se encontram agregados todos os constituintes, que fazem variar o valor de erodibilidade dos solos, nomeadamente, o teor de argila, o grau de humidade, a estrutura e a permeabilidade dos solos.

Importa salientar que os valores definidos correspondem a um padrão generalizado, assumindo-se tais valores uniformes ao longo do ano, o que para determinados componentes não se verifica.

Neste sentido, a determinação do grau de susceptibilidade à erosão dos solos resultou do produto do factor forma do terreno (declives) com o factor K (erodibilidade), sendo <3°; 3°-7°; 7°-11° e > 11° as classes de declives adoptadas. Estas justificam-se pelo facto da erosão por escorrência se iniciar com declives superiores aos 2°. O valor máximo de declive corresponde ao limite através do qual os movimentos superficiais de partículas dos solos podem ser substituídos por movimentos mais profundos, por vezes sob forma de movimentos de vertente.

RISCOS EXTENSIVOS

No que se refere ao tipo de solos, utilizou-se a classificação disponível no Atlas do Ambiente que, apesar do grau de generalização, apresenta grandes variações em toda a Região Norte. Aos tipos de solo foram indexados o correspondente valor do factor K, de acordo com a tabela do INAG (Figura 25).



O Potencial Erosivo dos Solos, resulta da conjugação da Susceptibilidade à Erosão dos Solos com o factor Cultura (C), que representa as condições de uso dos solos, em função de determinadas variáveis, como o tipo de cultura, práticas agrícolas diferenciadas e condições hidrológicas. O factor C é o indicador do potencial de desagregação das partículas superficiais do solo devido às práticas agrícolas.

Neste estudo foi utilizada a cartografia de usos do Solo *Corine Land Cover* de 2000, na qual foram indexados os valores de factor C para cada tipologia de usos e ocupação dos solos, de acordo com a tabela do INAG (Figura 26).

A susceptibilidade à erosão dos Solos, representa o grau potencial de desgaste das partículas superficiais dos solos derivado unicamente de factores naturais. O Potencial Erosivo dos Solos conjuga os factores naturais (susceptibilidade) com a intervenção antrópica (Factor C), permitindo a avaliação e concepção das práticas utilizadas e o que representam ao nível da erosão dos solos. Este indicador é fundamental na planificação de novas actividades, sobretudo das práticas agrícolas e florestais.

RISCOS EXTENSIVOS

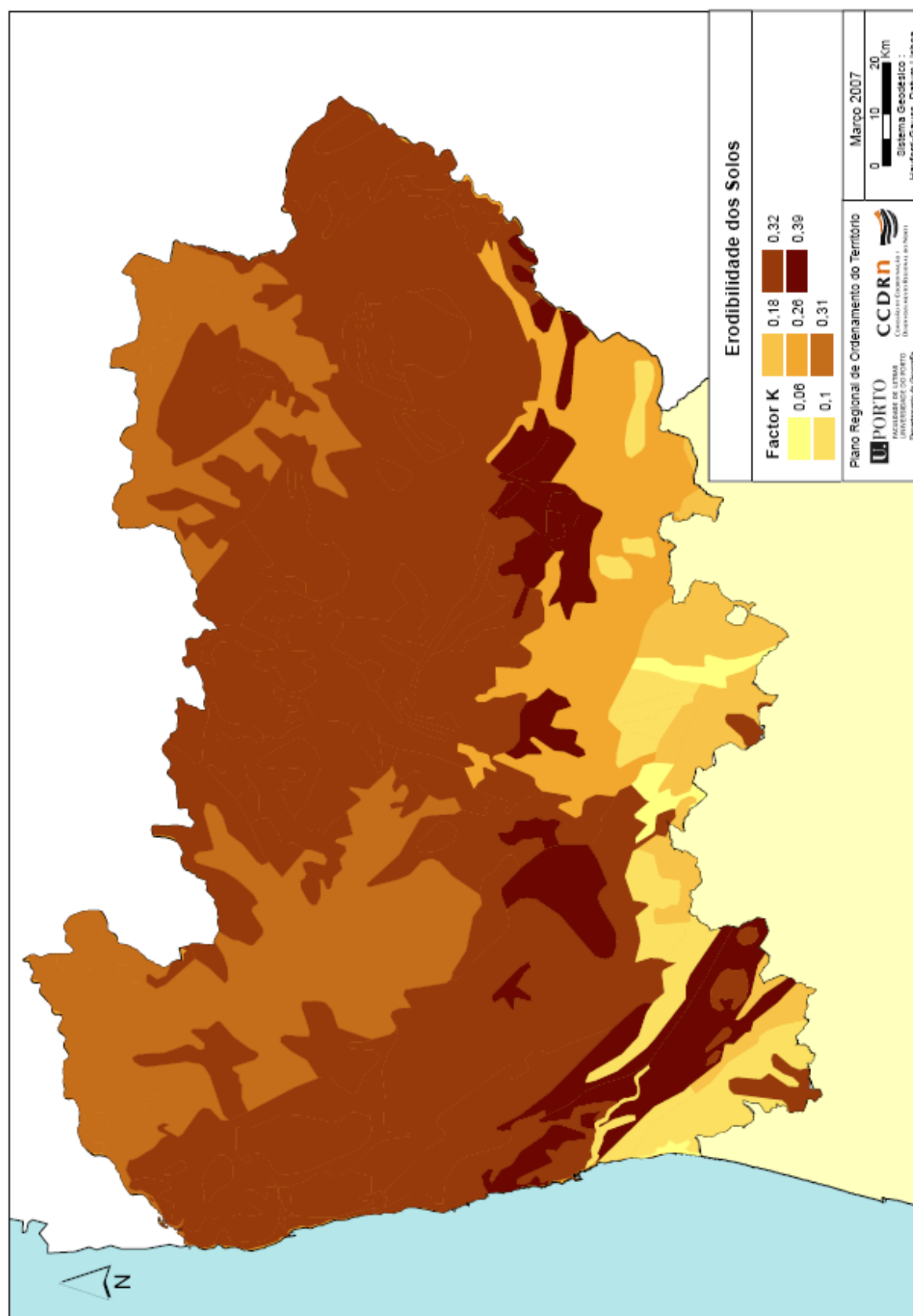


Figura 25 – Erodibilidade dos solos na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

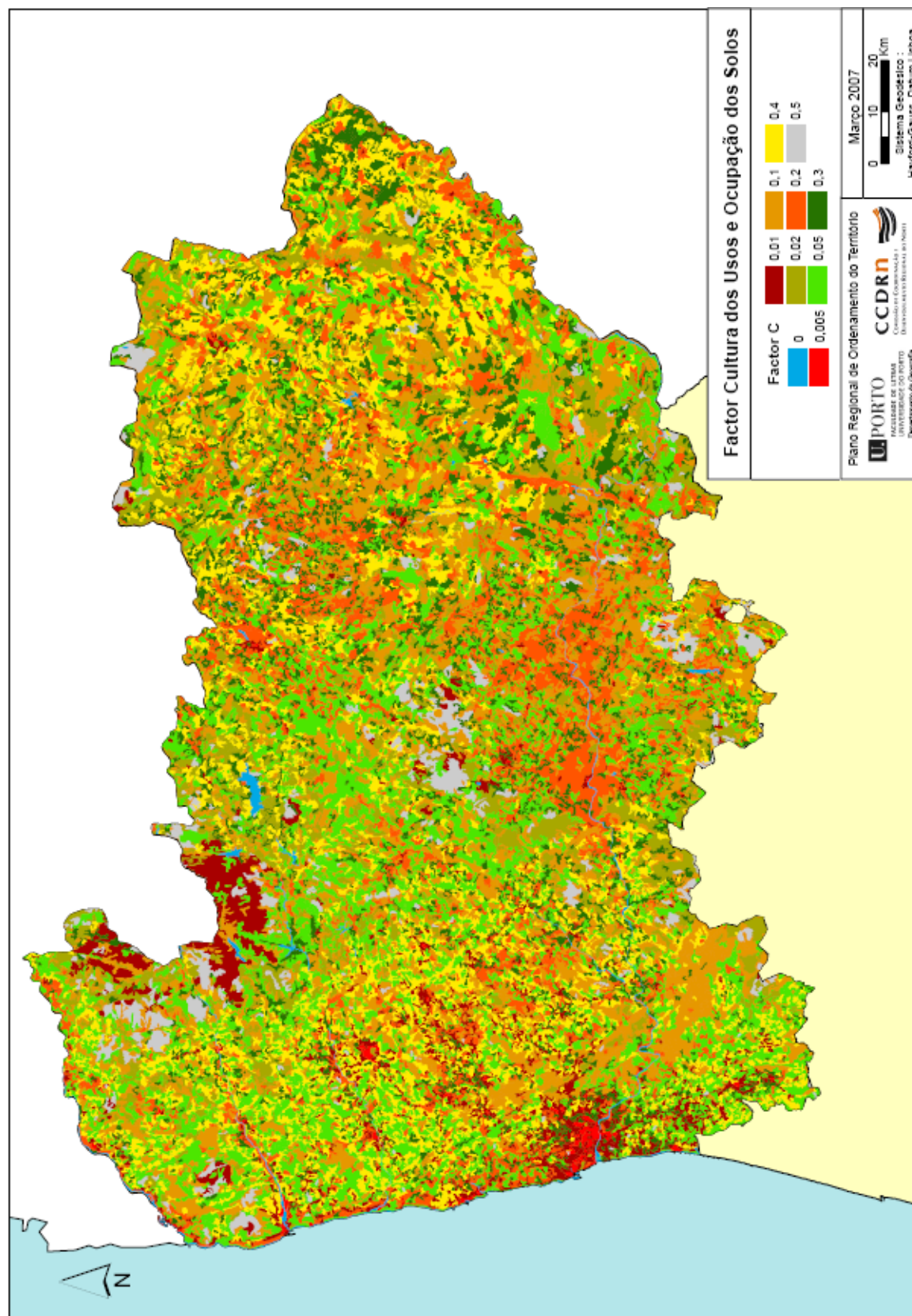


Figura 26 – Factor Cultura dos Usos e Ocupação dos solos na Região Norte.

RISCOS EXTENSIVOS

4.1.3. Susceptibilidade à erosão dos solos

A susceptibilidade elevada e muito elevada desenvolve-se em dois grandes sectores. O primeiro sector situa-se ao longo de todo o planalto transmontano, sobretudo nos locais onde o relevo é mais vigoroso, e onde os quantitativos de precipitação são mais reduzidos que, aliado às elevadas temperaturas no período estival, promovem a forte desagregação das partículas superficiais dos solos decorrente da secura prolongada, tornando-se fortemente vulneráveis, aos ventos fortes ou às precipitações outonais, intensas e de curta duração. O factor que mais contribui para esta explicação é o factor C, devido à existência de largas áreas com agricultura de sequeiro.

No segundo sector, o grau de susceptibilidade elevado e muito elevado, encontra-se fortemente marcado nos vales do Noroeste, onde os declives são mais fortes, o encaixe da rede hidrográfica é vigoroso, conjugado com quantitativos de precipitação anuais muito elevados. Este é o factor que mais contribui de forma activa e constante para desagregação das partículas do solo, sobretudo no que respeita ao impacto das gotas da chuva (“Splash”) em áreas de coberto vegetal esparso.

Neste sector os factores explicativos mais importantes são o factor K e o factor Forma (declives), que conjugados com precipitações mais frequentes originam valores elevados de susceptibilidade à erosão de solos.

Nos dois sectores predominam os solos do tipo Cambissolos Húmicos. Os restantes sectores assinalados com o mesmo grau de susceptibilidade, correspondem sobretudo a locais onde os declives são mais elevados.

O grau de susceptibilidade moderado encontra-se presente em quase toda a região, no entanto, as manchas apresentam-se mais exíguas, excepto no vale do Douro. Neste sector predominam os solos do tipo Luvisolos e Fluvisolos que associados à forte antropização da morfologia natural estabilizam a perda de partículas de solo, facto que não reduz a possibilidade de perdas de maior dimensão. Em inúmeros episódios chuvosos de precipitações extremas desenvolvem-se processos de escorrência com transporte de quantidades de solo muito significativas.

Os restantes sectores mais marcados, correspondem ao relevo intermédio onde se verifica uma maior variação dos declives que associados aos diferentes tipos de solos, sobretudo aos Cambissolos Húmicos e a precipitações médias anuais entre 1200 e 2400 mm que se traduzem na susceptibilidade moderada a elevada.

Num último plano, realçam-se os graus de susceptibilidade nulos ou reduzidos, que representam os sectores mais aplanados com declives suaves, sobretudo ao longo dos vales dos rios principais, nas áreas montanhosas com elevados índices de erosão e da plataforma litoral, com solos mais resistentes do tipo Solonchaks, Rankers e Cambissolos

RISCOS EXTENSIVOS

Eutricos. Estes sectores correspondem a locais com afloramentos rochosos à superfície, sem qualquer tipo de cobertura pedológica susceptível à erosão.

O mapa apresentado refere-se unicamente a factores naturais que em conjugação com a escala de análise conduzem a generalizações de determinadas situações especificamente no vale do Douro, já que são conhecidos estudos de caso particulares, sobretudo em vertentes muito declivosas, em que as perdas anuais de solo são elevadas. Apesar do declive não ser o factor determinante, contribui significativamente, para o maior ou menor grau de susceptibilidade à erosão dos solos. (Figura 27).

No que concerne ao potencial erosivo dos solos, começamos por analisar o índice reduzido. Os sectores abrangidos por este índice correspondem a locais com forte presença humana, designadamente todos os aglomerados urbanos, o que por si só reduz de forma significativa a capacidade de erodibilidade dos solos, já que se encontram fortemente impermeabilizados.

Outros locais onde este índice está fortemente assinalado, correspondem a sectores de usos do solo da tipologia rocha, sem solos, ou a locais em que a cobertura dos solos seja densa, reduzindo a exposição dos solos aos agentes erosivos, quer sejam naturais e/ou antrópicos, designadamente áreas florestais contínuas, matos e pastagens. Estes sectores distribuem-se de uma forma uniforme por toda a região, salientando-se as áreas montanhosas do Noroeste.

O índice moderado apresenta-se distribuído por toda a região, no entanto, destaca-se ao longo do vale do Douro, sendo justificado pela tipologia de usos do solo aí presentes. Apesar das vinhas não cobrirem totalmente os solos, funcionam como sistemas de coesão das partículas, sobretudo junto às raízes. Para além disso, o sistema de terraços agrícolas constitui um importante aliado do processo de conservação dos solos dado que potencia o processo de infiltração comparativamente ao de escoamento superficial.

Ao longo do planalto transmontano, verificam-se igualmente um índice moderado, justificando-se pela forte presença de olivais que não sendo floresta contínua, alternam entre o índice reduzido e o elevado, sendo sistemas agrícolas complexos, que podem conjugar pastagens e culturas de sequeiro.

Os restantes sectores marcados pelo índice moderado, distribuem-se ao longo da plataforma litoral, relevo intermédio e vales do Noroeste, sendo justificados pela forte presença de práticas agrícolas correspondentes a culturas anuais de regadio e sistemas culturais e parcelares complexos, do tipo intensivo, sobretudo no Entre-Douro e Minho.

Por último, o índice elevado de potencial erosivo dos solos, encontra-se fortemente presente em dois sectores, primeiro no planalto transmontano e segundo ao longo dos vales do Noroeste.

RISCOS EXTENSIVOS

No planalto transmontano, este índice justifica-se pela susceptibilidade natural, mas sobretudo pela tipologia de usos e ocupação de solos aí presente. Correspondem a locais onde se conjugam as diferentes práticas agrícolas (culturas anuais associadas a culturas permanentes e as culturas de sequeiro). No entanto, facto da vegetação ser esparsa contribui fortemente para este índice, que aliado às áreas ardidas fazem aumentar as áreas de elevado potencial erosivo.

RISCOS EXTENSIVOS

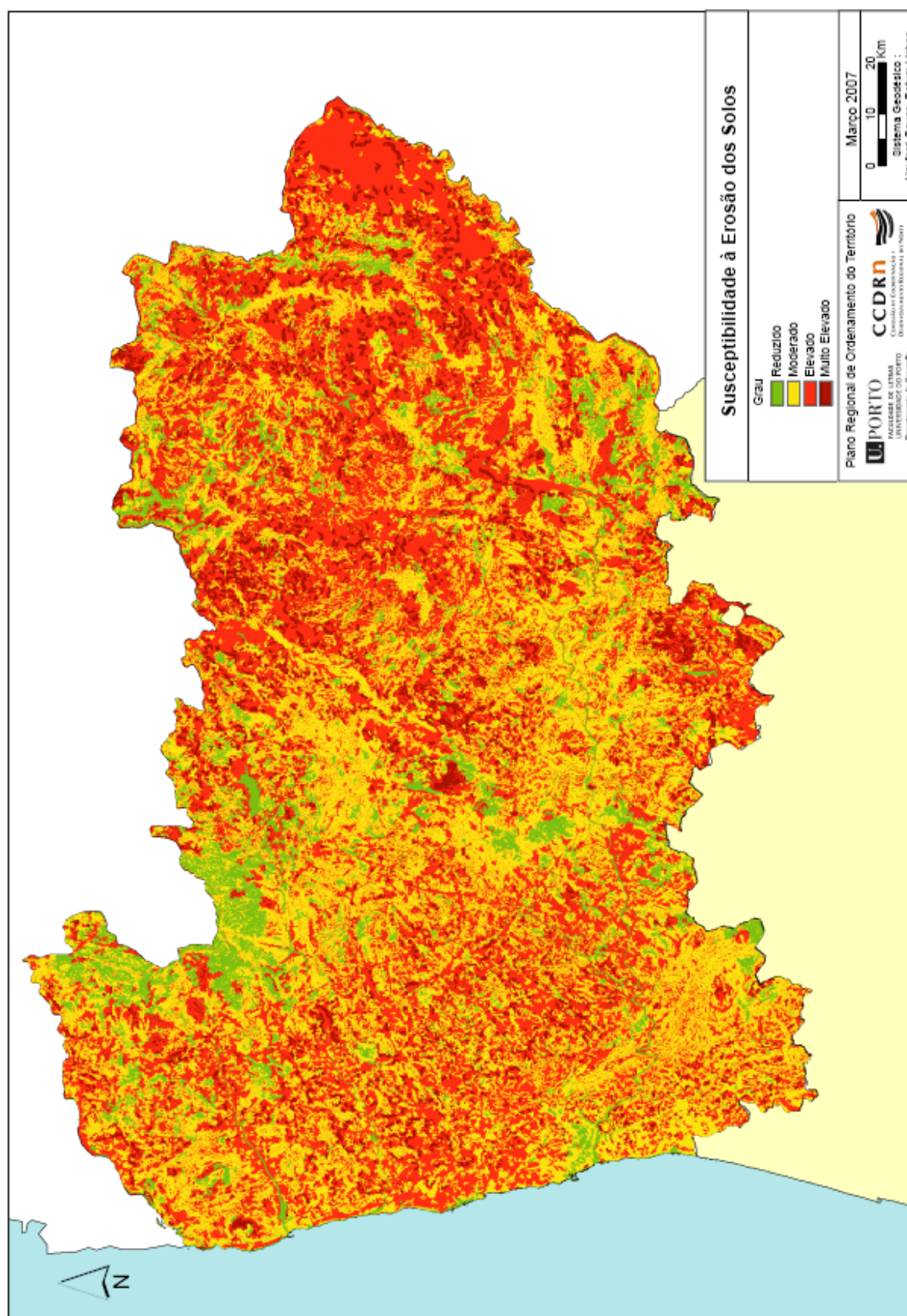


Figura 27 – Susceptibilidade à erosão hídrica dos solos na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

Os vales do Noroeste, são o segundo sector mais marcado pelo índice elevado, facto justificado pelas condições naturais mas sobretudo pelo factor cultura, ou seja, são áreas onde predominam as culturas anuais associadas a culturas permanentes de regadio, mas essencialmente são espaços marcados nos últimos anos pelos incêndios florestais o que aumenta exponencialmente a área de solos degradados expostos.

O índice elevado verifica-se noutros sectores, embora em manchas mais pequenas, correspondendo a locais que reúnem as especificações anteriormente expostas, sendo importante realçar o facto da cartografia de usos de solos utilizada para o cálculo deste índice ser mais pormenorizada, o que conduz a um maior pormenor na definição das classes (Figura 28).

As práticas agrícolas desajustadas são o factor preponderante no que se refere à erosão dos solos, mesmo em áreas de declives fracos e moderados. O elevado número e frequência temporal dos incêndios florestais, é um dos factores que mais tem contribuído para as elevadas perdas anuais de solo, assim como a existência massiva de espécies que contribuem fortemente para a redução da humidade dos solos e consequente desagregação das partículas, como é o caso do eucalipto.

Uma parte significativa da protecção dos solos relativamente à erosão hídrica depende da capacidade de desenvolvimento de políticas de ordenamento florestal, da generalização de cobertos vegetais contínuos e do desenvolvimento de práticas agrícolas que reduzem o potencial mobilizador dos solos por efeito da escorrência.

RISCOS EXTENSIVOS

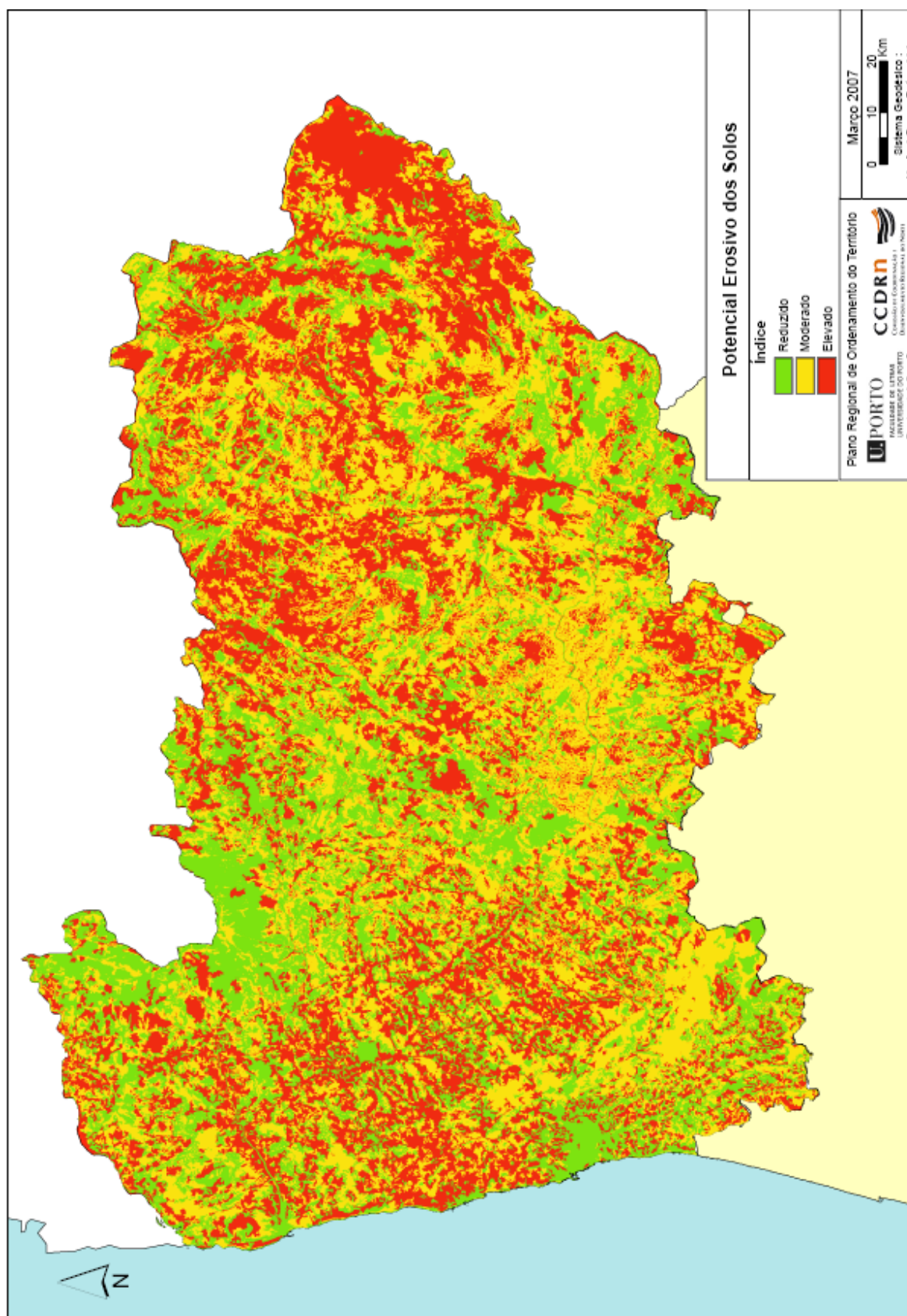


Figura 28 - Potencial Erosivo dos solos na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

4.2. Incêndios Florestais

4.2.1. Introdução

A elaboração da cartografia de risco de incêndio florestal tem como principais objectivos identificar a sua distribuição territorial à escala regional, enquanto instrumento orientador das medidas de planeamento e investimento estratégicas promotoras da prevenção dos incêndios florestais. Pretende-se analisar fundamentalmente as implicações, em matéria de segurança e gestão de riscos, nomeadamente no que respeita à articulação com as redes de infra-estruturas, à articulação com a rede urbana, edificabilidade e gestão das interfaces urbano-florestais, e com as grandes opções de ordenamento e investimento no sector florestal.

A abordagem integrada com os sistemas naturais e antrópicos, permite organizar de uma forma mais coerente os mecanismos de gestão estratégica para a região sobretudo ao nível do sector florestal, como factor não só de viabilidade financeira e crescimento económico integrado, mas sobretudo ao nível da protecção ambiental e da prevenção de riscos naturais. Por seu turno, os incêndios florestais embora se constituam como um risco natural, acabam por interagir com diferentes estruturas das actividades económico-sociais, o que poderá acarretar valores acrescidos de prejuízo a quando da ocorrência deste tipo de fenómeno, sendo necessária a devida circunspecção por parte das diferentes entidades.

4.2.2. Metodologia

No âmbito dos incêndios florestais, optou-se por elaborar cartografia que incidia sobre duas variáveis fundamentais (probabilidade anual de fogo e recorrência de fogo) na percepção do fenómeno dos fogos florestais e em que media interação com os elementos em risco no território, sejam de origem natural (manchas florestais relevantes, áreas agrícolas, habitats rede Natura 2000 e zonas críticas de protecção especial) ou de origem antrópica (ocupação urbana, industrial, rede viária e ferroviária, rede eléctrica).

Deste modo, a probabilidade anual de fogo reflecte a dinâmica do fogo, no período compreendido entre 1990 e 2006 (dados obtidos através da Direcção Geral dos Recursos Florestais - DGRF), sendo determinada em ambiente SIG por análise espacial, através do cruzamento das áreas ardidas em cada ano e pela sua relação com período amostral de 16 anos. Esta variável é fundamental na percepção da dinâmica dos incêndios florestais na medida que terá de ser considerada nos processos de planeamento territorial, sobretudo ao nível de novos projectos de construção, acautelando adequadamente possíveis situações de risco. Os resultados cartográficos foram obtidos através de variáveis quantitativas, embora sejam apresentados em classes qualitativas, com o objectivo de facilitar a leitura dos mapas finais.

RISCOS EXTENSIVOS

A partir da probabilidade anual de fogo, inferiu-se o intervalo de retorno do fogo, ou seja, o número de anos até que a mesma área volte a arder, sendo este indicador fundamental na gestão florestal.

A análise do risco estrutural assenta na transposição das Cartas de Risco já elaboradas pelo IGP: A Cartografia de Risco de incêndio Florestal – Nova série 2006-2008/ Grupo CRISE (IGP/DGRF/SNPC) já existente em todos os distritos da região e para alguns municípios. Acrescentámos a análise territorial da probabilidade anual de fogo e recorrência do fogo com base no histórico existente com tradução em base territorial – áreas percorridas por incêndio em imagem digital Landsat- série de anos entre 1990 e 2006-:

- Intervalo de retorno entre os incêndios, para cada unidade de área;
- Recorrência do fogo – número de vezes que uma área arde na mesma série de anos.

4.2.3. Susceptibilidade a Incêndios Florestais

a) Probabilidade anual de Fogo

As classes de maior probabilidade (elevada, muito elevada e extrema) distribuem-se de forma mais ou menos homogénea pelo território da região (Figura 29). Porém, verifica-se em determinados sectores uma concentração de aglomerados de classes evidenciando situações de alerta as quais optamos por designar de unidades territoriais problemáticas (UTP:

- Concelhos da Trofa, Santo Tirso, Paços de Ferreira, Lousada, Paredes, Penafiel, Valongo e Gondomar;
- Concelhos de Arouca, Cinfães, Baião, Marco de Canaveses, Resende, Amarante, Lamego, Tarouca e Santa Marta de Penaguião;
- Concelhos de Viana do Castelo, Caminha, Vila Nova de Cerveira, Valença, Paredes de Coura, Monção e Arcos de Valdevez;
- Concelhos de Póvoa de Lanhoso, Fafe, Vieira do Minho, Cabeceiras de Basto e Celorico de Basto;
- Concelhos de Montalegre, Chaves, Boticas e Vila Pouca de Aguiar;
- Concelhos de Vila Real, Vila Pouca de Aguiar, Alijó, Sabrosa e Murça.

As UTP destacadas, constituem os sectores de intervenção prioritária ao nível da prevenção de incêndios florestais. O destaque destes concelhos deve-se ao facto de por um lado, se localizarem nas áreas de transição entre os principais aglomerados urbanos (área metropolitana do Porto, Braga e Viana do Castelo), os concelhos periurbanos de cariz

RISCOS EXTENSIVOS

industrial e por outro entre as comunidades urbanas e rurais do interior com as grandes manchas florestais da região, o que poderá constituir situações gravosas ao nível dos danos causados pelos incêndios florestais.

As unidades territoriais identificadas correspondem às áreas de aplicação prioritária de investimentos na aplicação de medidas de silvicultura preventiva, reestruturação e infra-estruturas e compartimentação dos espaços florestais enquanto medidas de prevenção dos fogos. De acordo com os objectivos específicos da sub-região homogénea -PROF em que se inserem, as áreas de probabilidade anual de fogo de elevado a extremo poderão ser incompatíveis com a manutenção dos modelos de produção lenhosa assentes nas espécies de pinheiro bravo e eucalipto explorados em ciclos superiores ao intervalo médio de retorno do fogo, aconselhando a adopção de novos modelos de silvicultura.

b) Recorrência de fogos florestais

A recorrência de fogos florestais permite-nos complementar a probabilidade anual de fogo e indica-nos o número de vezes que uma área (no mínimo 30 m x 30 m) ardeu no período compreendido entre 1990 e 2006 (dados fornecidos pela DGRF).

Os resultados obtidos permitem-nos em comparação com a probabilidade anual de fogo, avaliar eventuais constrangimentos de ordem estrutural (uso dos solos) que induzem a elevada degradação destes espaços pelos incêndios florestais. Podemos constatar que se destacam alguns núcleos, onde a incidência espacial das áreas ardidas abrangem aproximadamente 50 % do período amostral (8 anos), sobretudo em alguns dos concelhos previamente referenciados nas UTP, designadamente Cinfães, Marco de Canavezes, Baião, Resende, Lamego, Vila Real, Vila Pouca de Aguiar, Murça, Alijó, Fafe, Valença, Monção, Chaves, Sernancelhe, São João da Pesqueira, Carrazeda de Ansiães e Vila Nova de Foz Côa.

Apesar das principais consequências se registarem ao nível da perda de biomassa florestal, os núcleos sistematicamente sujeitos a fogos florestais, acabam por comportar a degradação progressiva dos solos, para a qual se impõe a tomada de medidas urgentes de forma a conservar a estrutura básica do sustento ambiental (os solos) (Figura 30).

RISCOS EXTENSIVOS

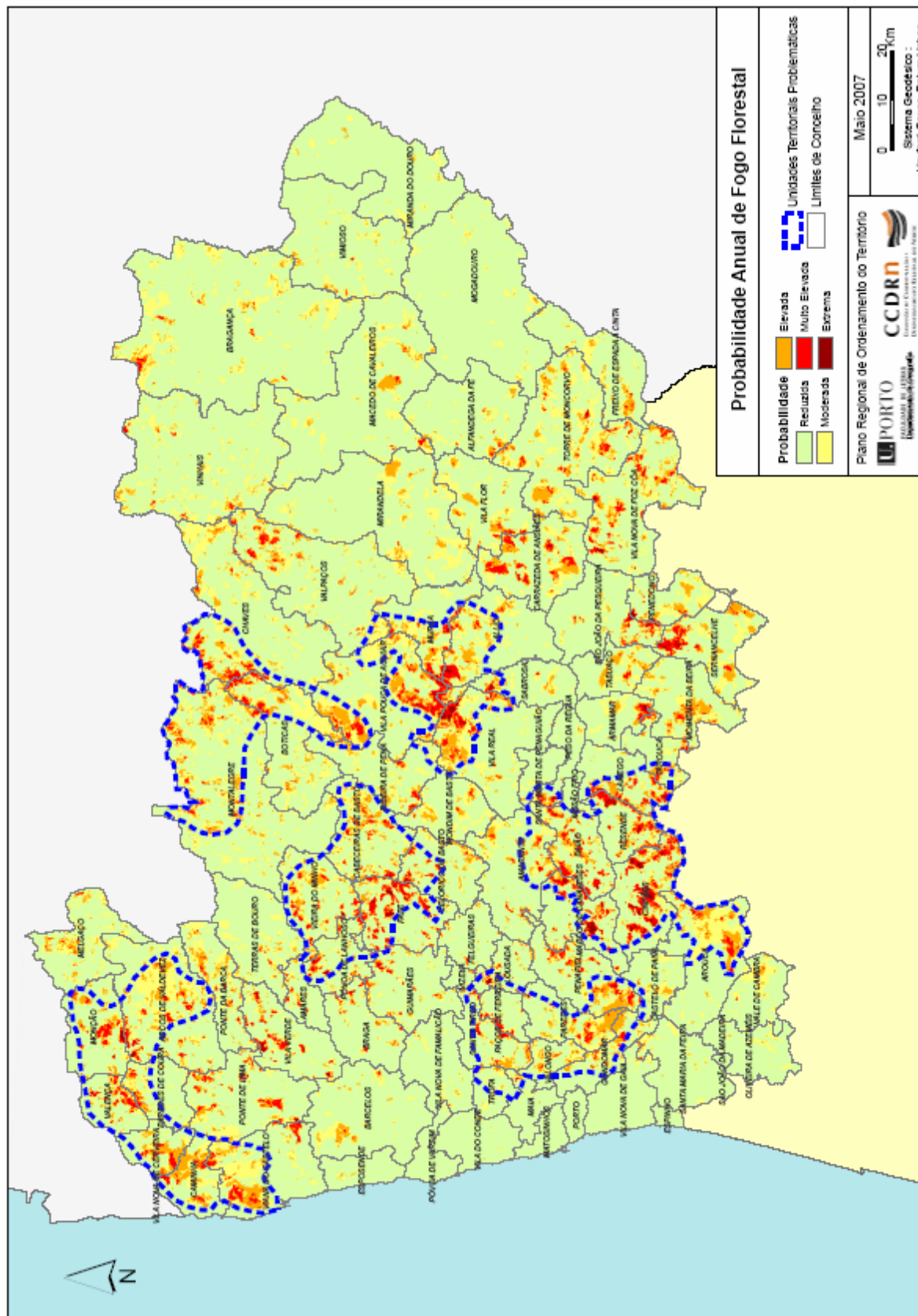


Figura 29 – Probabilidade anual de fogo florestal

RISCOS EXTENSIVOS

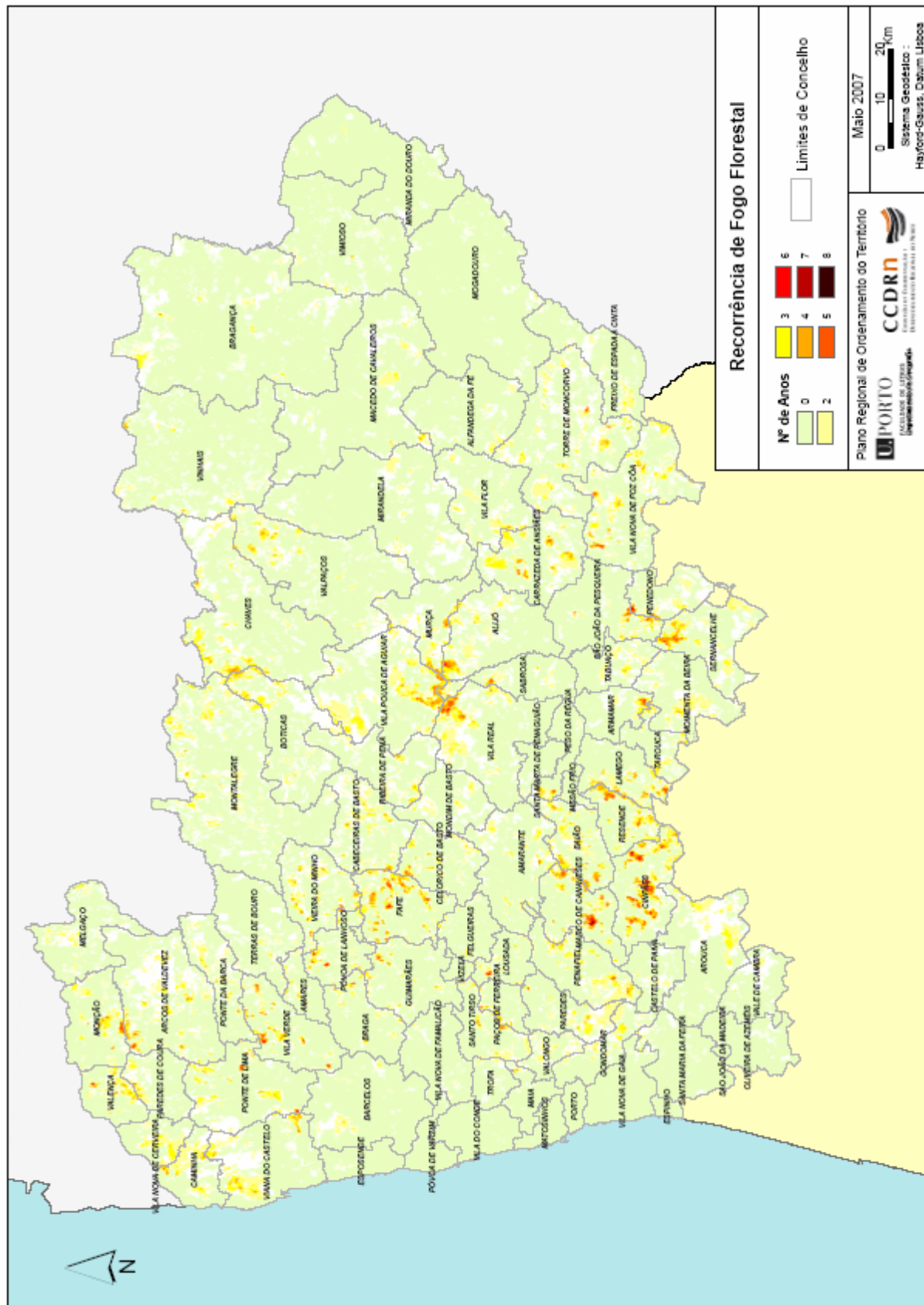


Figura 30 – Recorrência de Fogos Florestais (1990 – 2006)

RISCOS EXTENSIVOS

c) Elementos em Risco

Os elementos em riscos dividem-se em duas grandes dimensões, a natural e a antrópica. Os elementos sobrepostos foram seleccionados de entre os usos e ocupações do solo, com tradução em informação de base territorial, susceptíveis de serem afectados pela ocorrência de incêndios florestais ou que constituam factores de risco acrescido para o espaço florestal envolvente. Os elementos em risco identificados, assumem considerações diferenciadas de acordo com a vulnerabilidade (grau de perda), sendo apresentados separadamente, facilitando deste modo a interpretação adequada, sobretudo dos elementos que se encontram reunidos nas UTP.

Elementos em risco de ordem Antrópica

Os elementos de ordem antrópica seleccionados, foram os seguintes:

- Áreas Antrópicas e Zonas Industriais – Tecido urbano contínuo e descontínuo, equipamentos desportivos, de lazer, equipamentos industriais e polígonos industriais (Figura 31);
- Rede Viária e Ferroviária – rede viária principal actualizada e ferroviária (Figura 32);
- Rede Eléctrica – Rede Eléctrica nacional de média e alta voltagem (Figura 33)

Elementos em risco de ordem Natural

Os elementos de ordem natural seleccionados, foram os seguintes:

- Manchas Florestais – áreas compreendidas entre os 100 e 500ha e áreas superiores a 500ha (Figura 34);
- Habitats Naturais – de acordo com a classificação da União Europeia para a Rede Natura 2000 (Figura 35);
- Áreas agrícolas susceptíveis – destacam-se as áreas de cultura de sequeiro (Figura 36).
- Risco de Incêndio Florestal – Zonas Críticas segundo os PROF (Figura 37).

RISCOS EXTENSIVOS

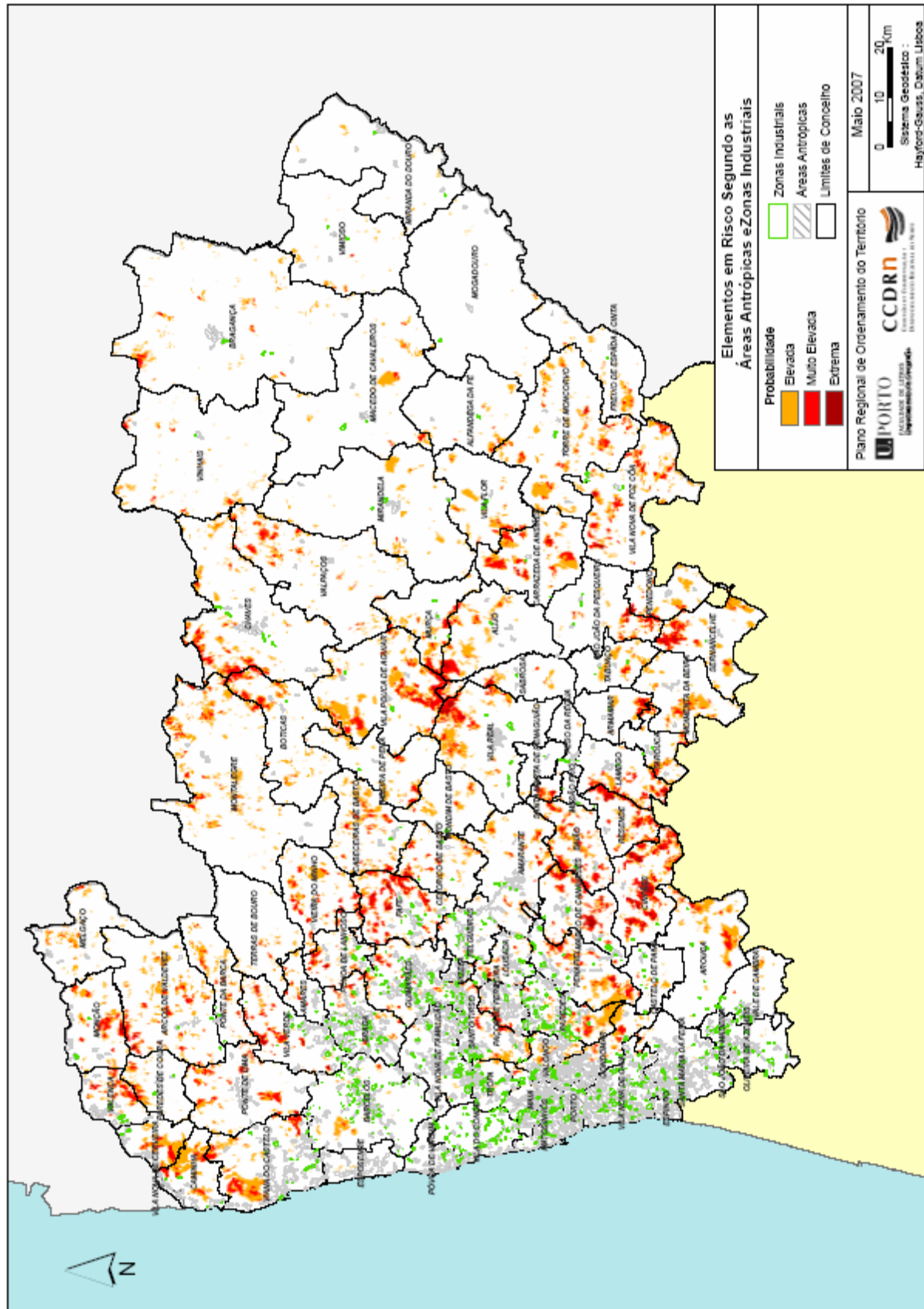


Figura 31 – Áreas construídas e probabilidade anual de incêndios florestais

RISCOS EXTENSIVOS

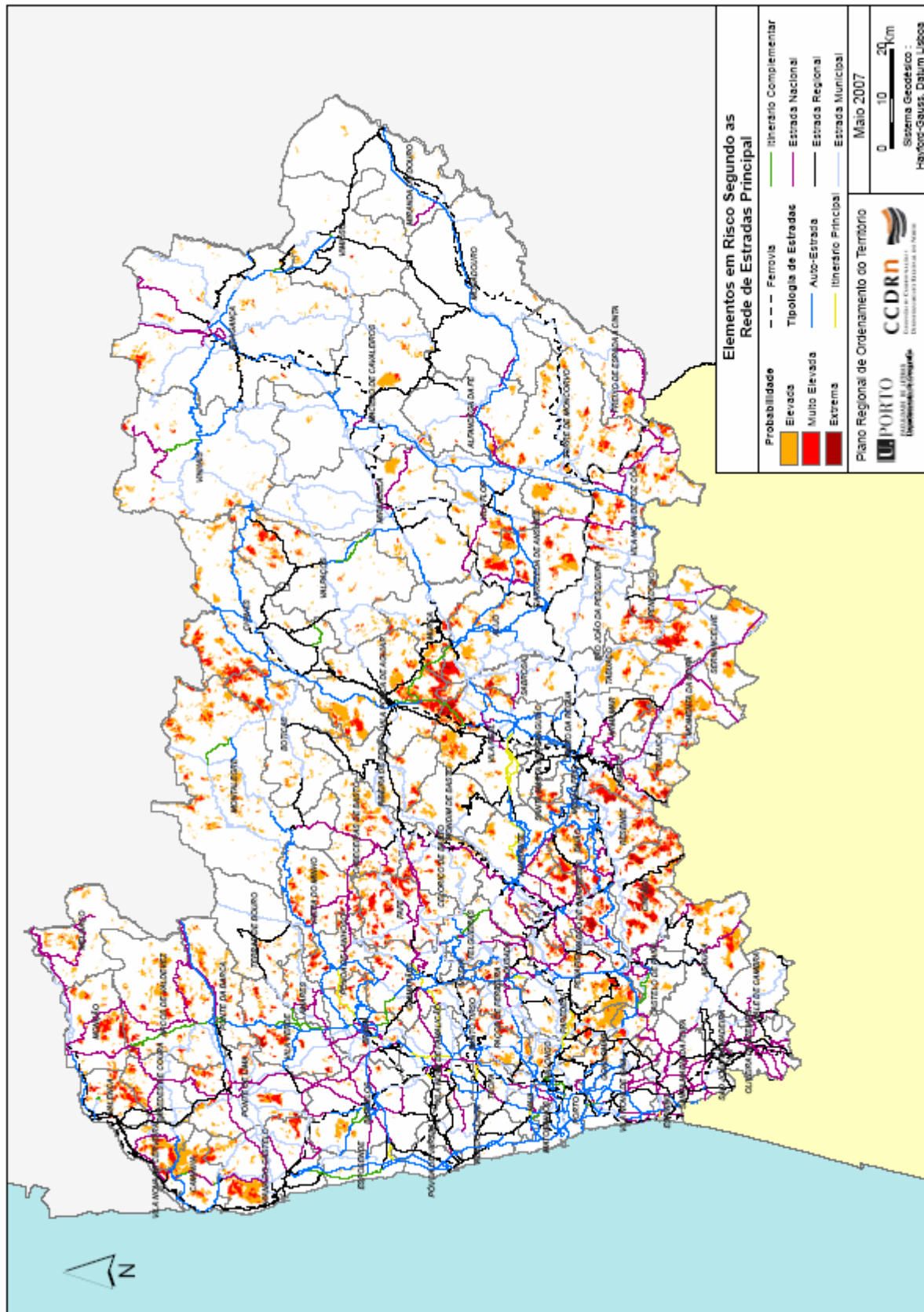


Figura 32 – Elementos em risco segundo a rede viária e ferroviária

RISCOS EXTENSIVOS

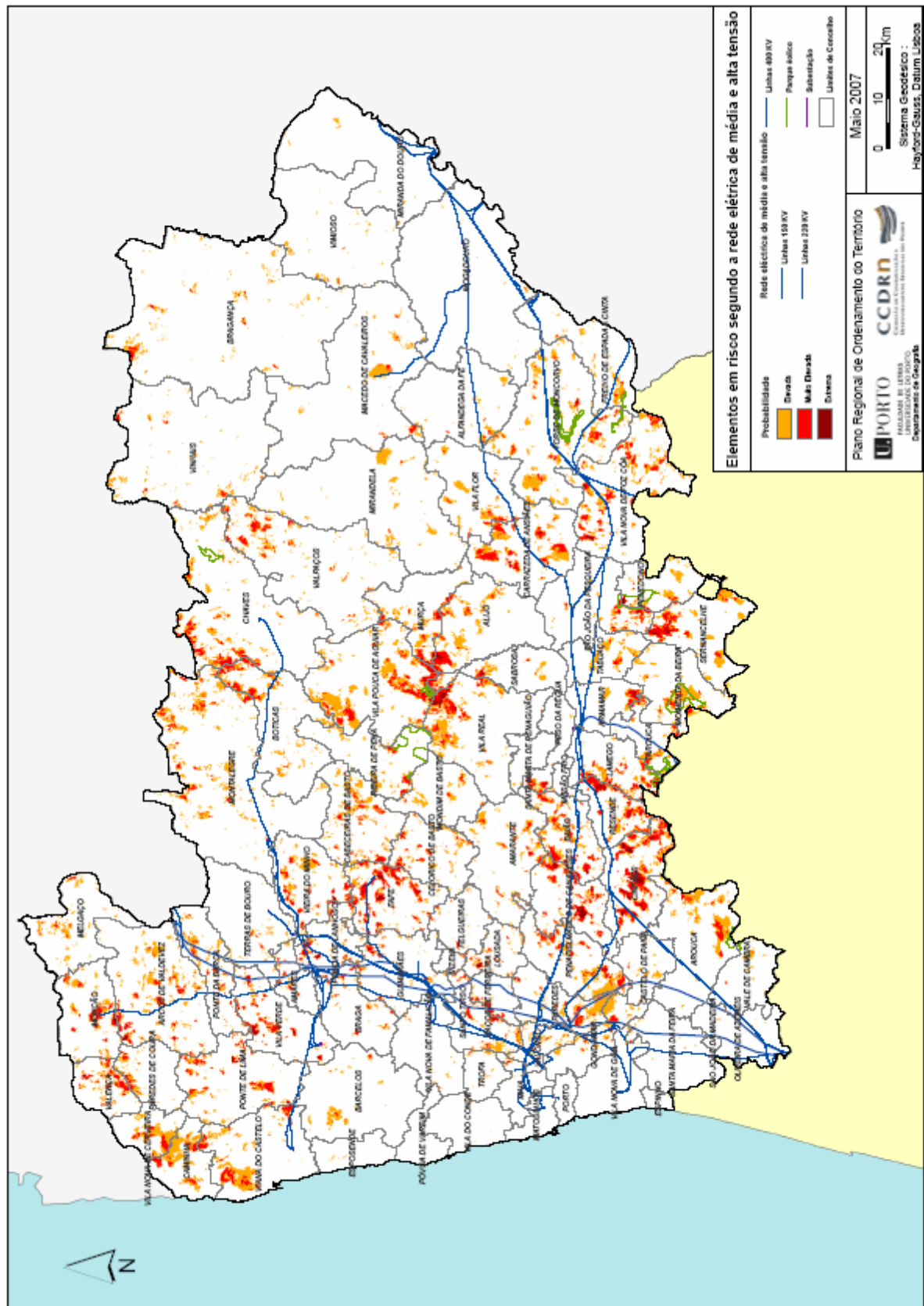


Figura 33 – Elementos em risco segundo a rede eléctrica de média e alta tensão

RISCOS EXTENSIVOS

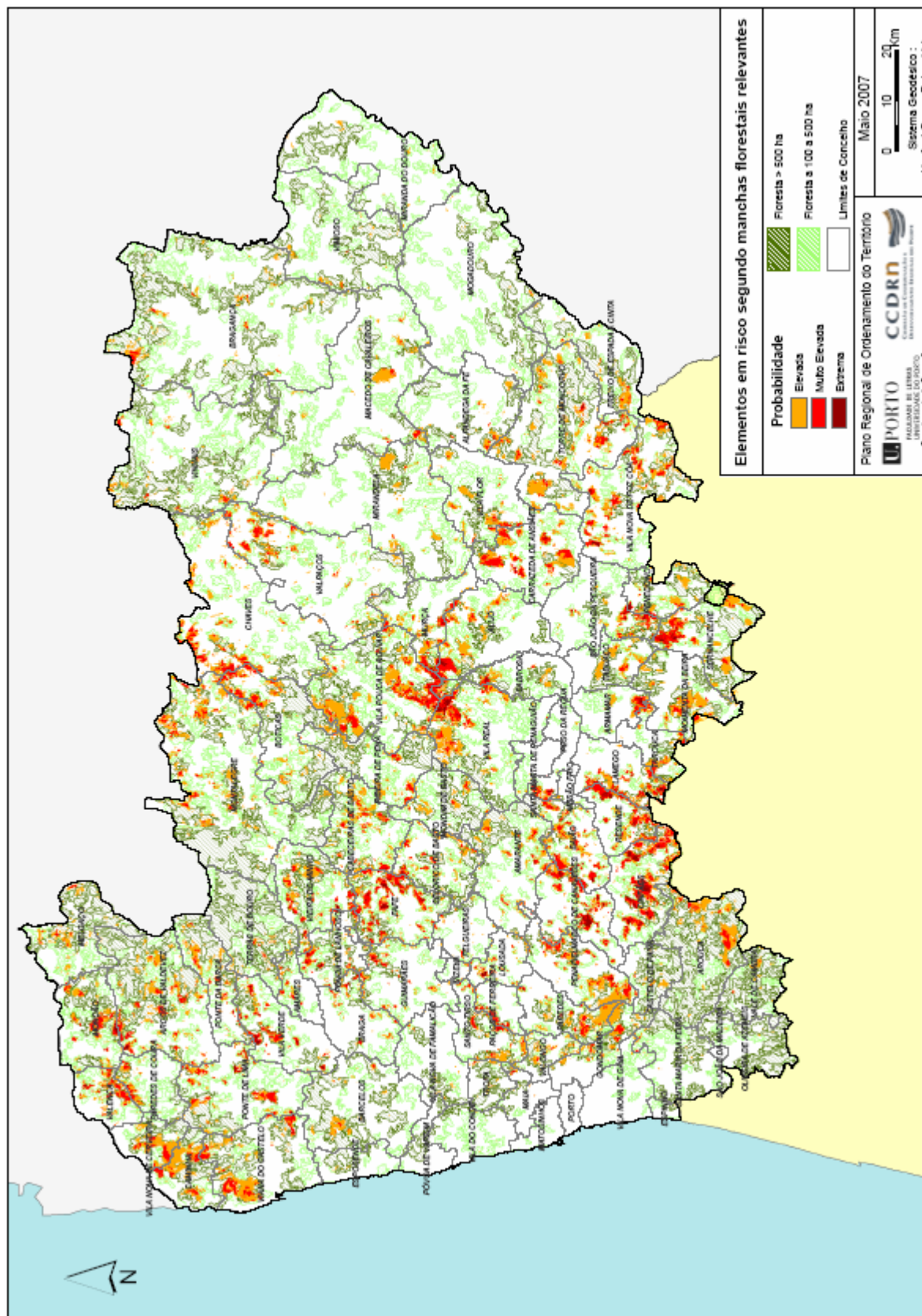


Figura 34 – Elementos em risco segundo as manchas florestais relevantes

RISCOS EXTENSIVOS

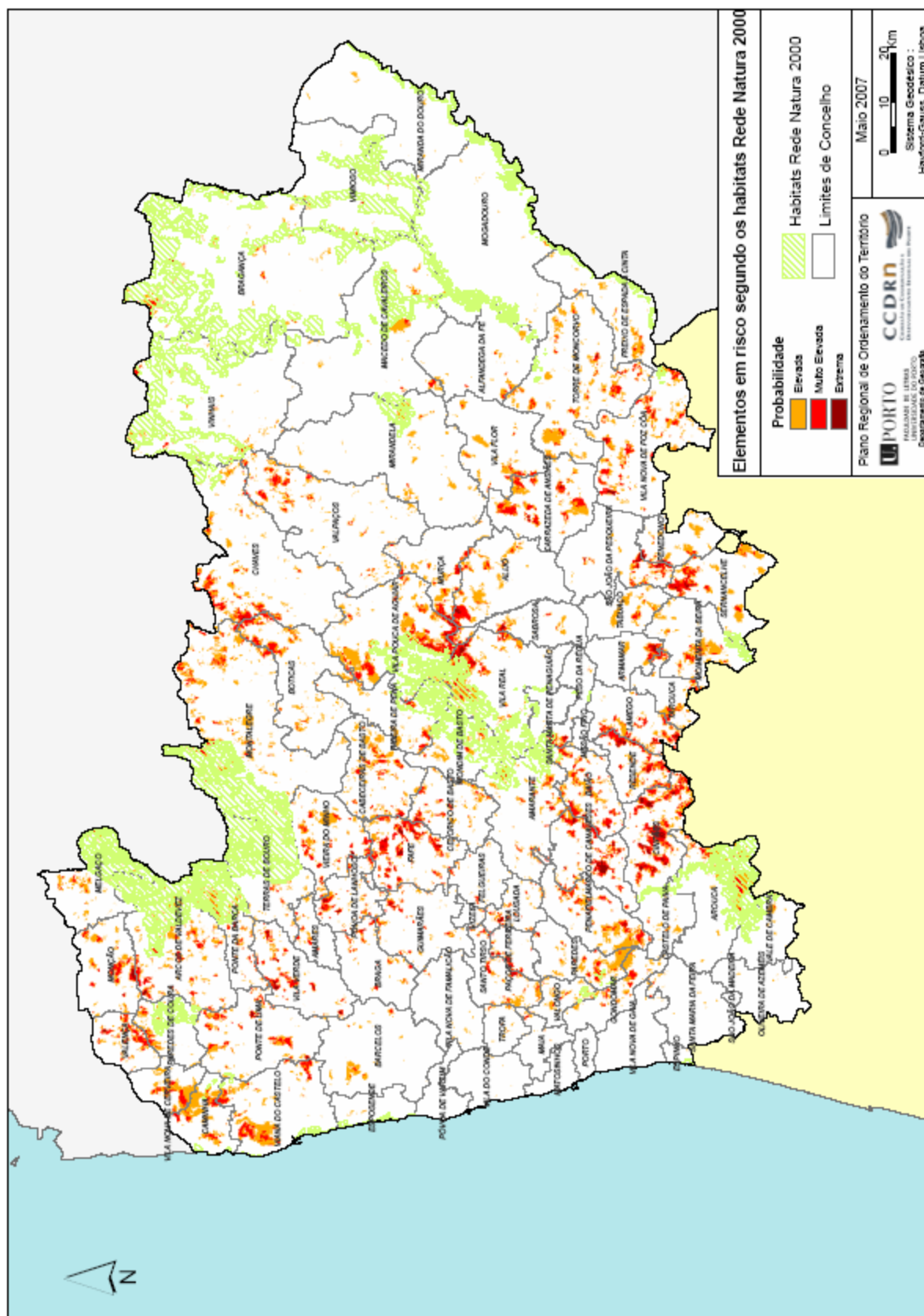


Figura 35 – Elementos em risco segundo os habitats da Rede Natura 2000

RISCOS EXTENSIVOS

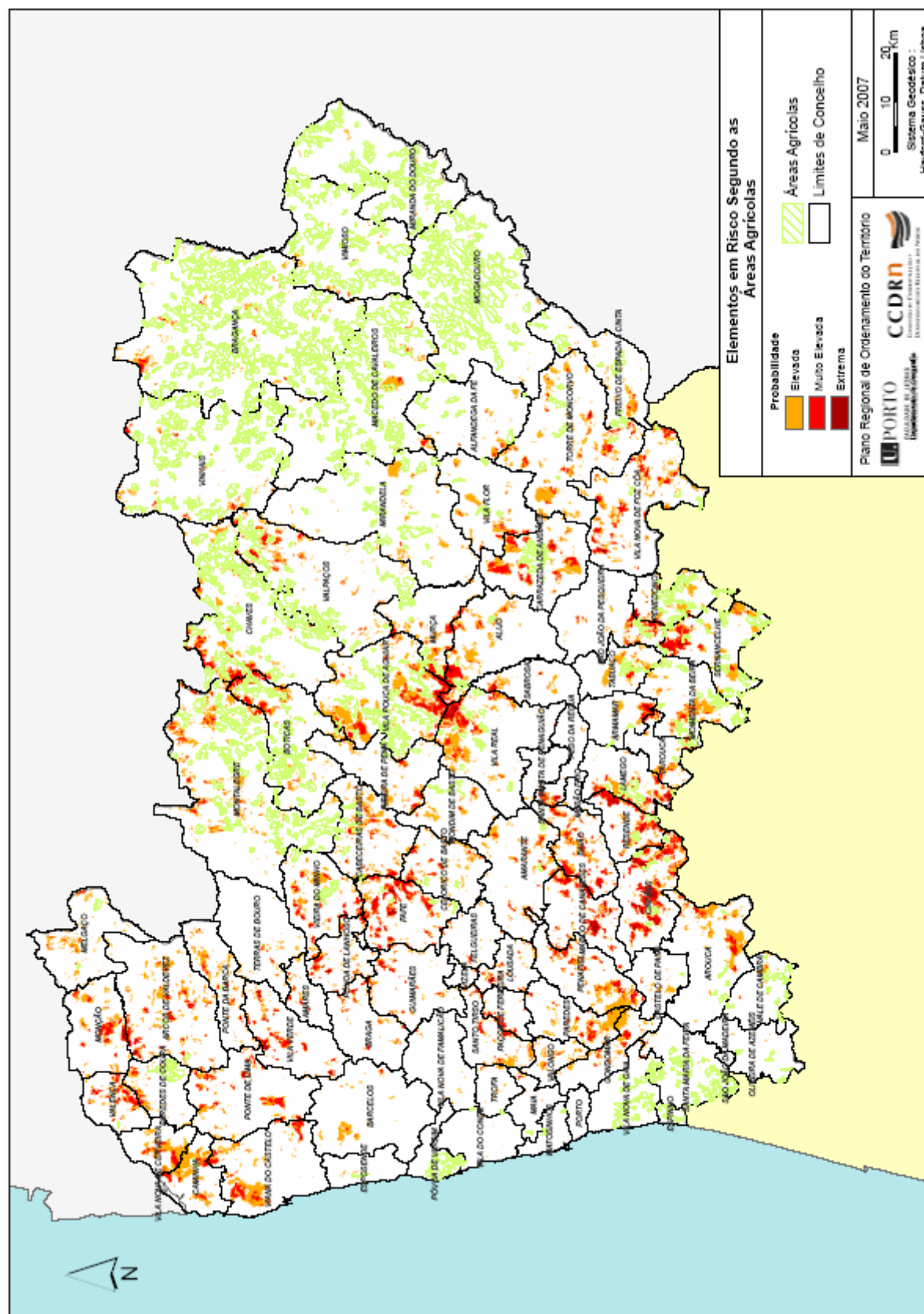


Figura 36 – Elementos em risco segundo as áreas agrícolas de sequeiro

RISCOS EXTENSIVOS

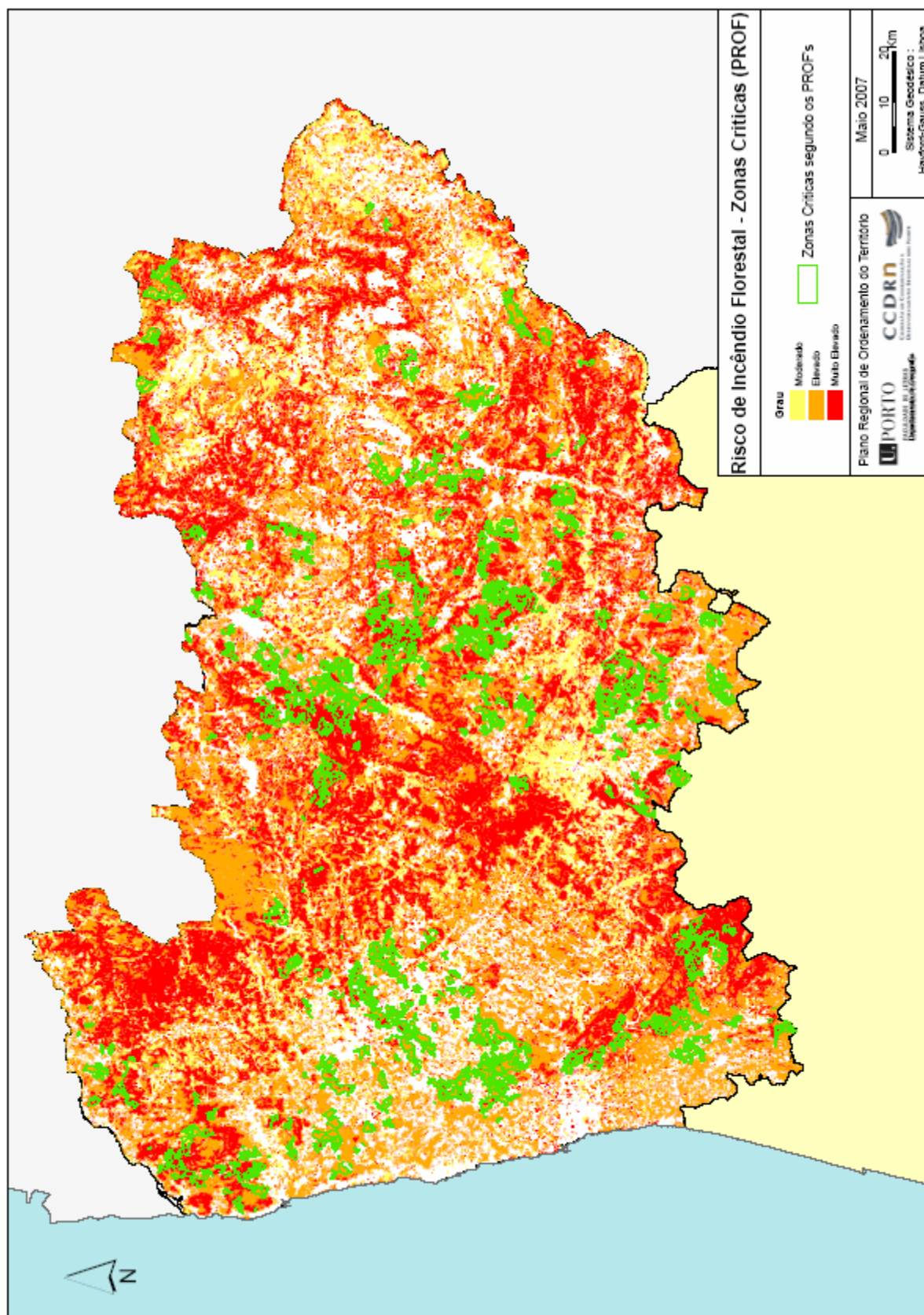


Figura 37 – Risco de Incêndio Florestal – Zonas Críticas segundo os PROF

RISCOS EXTENSIVOS

d) Carta de Risco de Incêndio

Devido à dificuldade em obter um conjunto de informação necessária à elaboração da carta de risco de incêndio florestal (designadamente a rede viária florestal), a equipa de trabalho em conjunto com elementos da CCDR-N, optaram por contactar o grupo CRISE do Instituto Geográfico Português, que se encontra na fase final de elaboração da cartografia de risco de incêndio para todo o território nacional, de forma a solicitar a cedência da devida carta para a Região Norte.

Facilmente se destacam alguns sectores, nomeadamente em toda a área montanhosa do Noroeste, as Serras do Marão, Alvão e Freita com risco muito alto. Por seu turno, os concelhos da margem sul do Douro, sobretudo devido às suas características fisiográficas (declives vigorosos) e mancha florestal densa, apresentam igualmente um risco muito alto de incêndio (Figura 38).

As classes de risco baixo e muito baixo, correspondem às áreas mais urbanizadas, sobretudo ao longo do litoral, estendendo-se poucos quilómetros para o interior, à excepção dos vales mais aplanados dos rios Lima e Cavado, nos quais a cobertura florestal é pouco representativa. Por outro lado, os concelhos nos quais se destaca a classe média, afiguram por vezes situações gravosas, na media que se localizam em áreas peri-urbanas, na faixa de transição entre o litoral densamente povoado e o interior rural, nos quais os elementos em risco interagem directamente com as manchas florestais, sobretudo o povoamento disperso e as áreas industriais.

e) Considerações Finais

Salvaguardando a articulação com a cartografia de risco desenvolvida pelas entidades de tutela da DGRF e SNBPC (Serviço Nacional da Protecção Civil) designadamente ao nível dos PROF's, a análise da distribuição do risco de incêndio florestal desenvolvida no âmbito do PROT deverá ser um indicador para:

- A percepção da incidência deste tipo de riscos nos espaços florestais relevantes: grandes áreas produtivas, áreas sensíveis (habitats), na vizinhança de áreas urbanas (interfaces de maior risco e condicionamento à edificação);
- Orientação sobre os investimentos fundamentais na redução do risco.

RISCOS EXTENSIVOS

a) Grandes investimentos estruturais na defesa: Rede primária de Faixas de Gestão de Combustível e demais rede de infra-estruturas de defesa (em harmonia com os PROF);

b) Orientação prioritária das acções de gestão, compartimentação ou reconversão dos povoamentos monoespecíficos e redução de biomassa florestal devido a causas estruturais e/ou reincidência histórica de incêndios, a traduzir no normativa do PROT e no regulamento dos PDM's:

- Ordenamento do território – novas actividades, unidades industriais ou infra-estruturas incompatíveis com a ocorrência de risco elevado de incêndio ou geradoras risco acrescido; Regulação da edificação (condicionamento da edificação nos 10 anos seguintes à ocorrência de incêndios) e restrição nas áreas de risco elevado ou muito elevado (art. 16º do DL 124/2006);
- Defesa das interfaces urbano-florestais: Execução prioritária e manutenção das faixas de gestão de combustível (FGC) dos aglomerados populacionais e dos polígonos industriais;
- A análise da cartografia obtida à escala local ou municipal permite identificar as interfaces a proteger prioritariamente no âmbito do planeamento urbanístico e da gestão dos espaços florestais; a sobreposição dos elementos em risco, designadamente as principais redes de infra-estruturas e as principais áreas humanizadas e industrializadas, identifica os corredores de desenvolvimento das redes secundárias de faixas de redução de combustível, componentes das Redes Regionais de Defesa da Floresta Contra Incêndios mencionadas nos artigos 15º do DL 124/2006, com tradução obrigatória nos PMOT's (art. 10º-6. do DL 124/2006). Embora a sua representação cartográfica só seja possível à escala do planeamento municipal ou de maior pormenor das unidades territoriais em destaque, é possível evidenciar, à escala da região, as zonas de defesa prioritária dos elementos em risco.

Por outro lado, as áreas de maior risco estrutural e conjuntural associada às zonas críticas identificam as áreas de programação prioritária das intervenções de redução de risco e de investimento em infra-estruturas de prevenção/combate – a compatibilizar com o definido nos PROF's e nos

RISCOS EXTENSIVOS

Planos Municipais de Defesa da Floresta (PMDFCI). Estas classes de risco definem ainda os espaços de condicionamento ou proibição da edificação devendo constituir um dos critérios de classificação do solo nos instrumentos de gestão territorial vinculativos dos particulares¹, na ausência de cartografia de risco de incêndio produzida no âmbito dos Planos Municipais de Defesa da Floresta.

Torna-se deste modo imprescindível uma abordagem mais pormenorizada, em escalas maiores, de forma a adequar os instrumentos de gestão territorial, criando mecanismos de sustentabilidade ambiental e financeira, nos quais se avalie através de princípios compensatórios a adequada interacção entre o homem e o meio.

Em suma, a conjugação das diferentes componentes da análise de risco pretende-se aproximar o estudo da cartografia já elaborada pelas entidades com competências na DFCI (DGRF/SNPC) – caso da cartografia do Grupo Crise/CRIF elaborada pelo IGP - e da metodologia de análise de risco prevista nos instrumentos de gestão territorial e ordenamento florestal em vigor – caso dos PROF's, da cartografia de risco do ISA/2003 e da metodologia recomendada para os PMDFC, estes ainda não disponíveis.

A análise do risco de incêndio assim elaborada não conflitua com a cartografia já desenvolvida pelas entidades contratadas para o efeito (IGP/ISA – Instituto Superior de Agronomia) e promove a actualização do método aos dados de referência de 2006, conjugando a análise do risco estrutural e da probabilidade estatística da ocorrência.

A sobreposição das áreas de risco mais elevado com as áreas ardidas valida a cartografia de risco florestal elaborada pelo IGP, na medida em que grande parte das áreas ardidas coincidem com áreas de elevado risco de incêndio florestal. A análise elaborada fornece elementos essenciais para a política de intervenção florestal no que diz respeito à ocorrência de incêndios florestais e nas estratégias de planeamento e gestão da floresta (Figura 39).

¹ De acordo com a regulamentação dos PROF's: artigo referente à "Edificação em zonas de elevado risco de incêndio", e com o art. 16º do DL 124/2006 de 28 de Junho.

RISCOS EXTENSIVOS

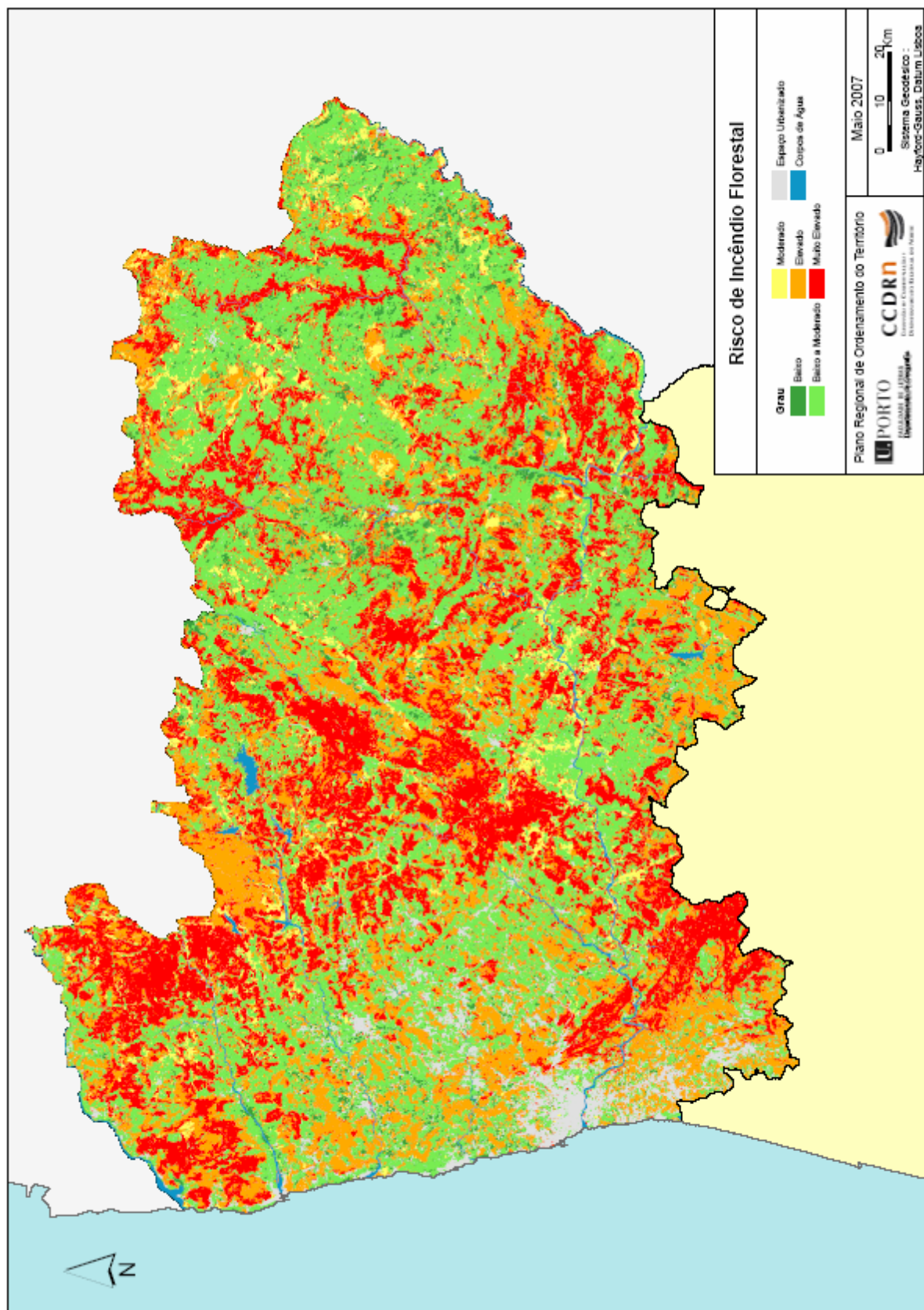


Figura 38 – Risco de Incêndio Florestal
Fonte: Grupo CRISE – Instituto Geográfico Português, 2007

RISCOS EXTENSIVOS

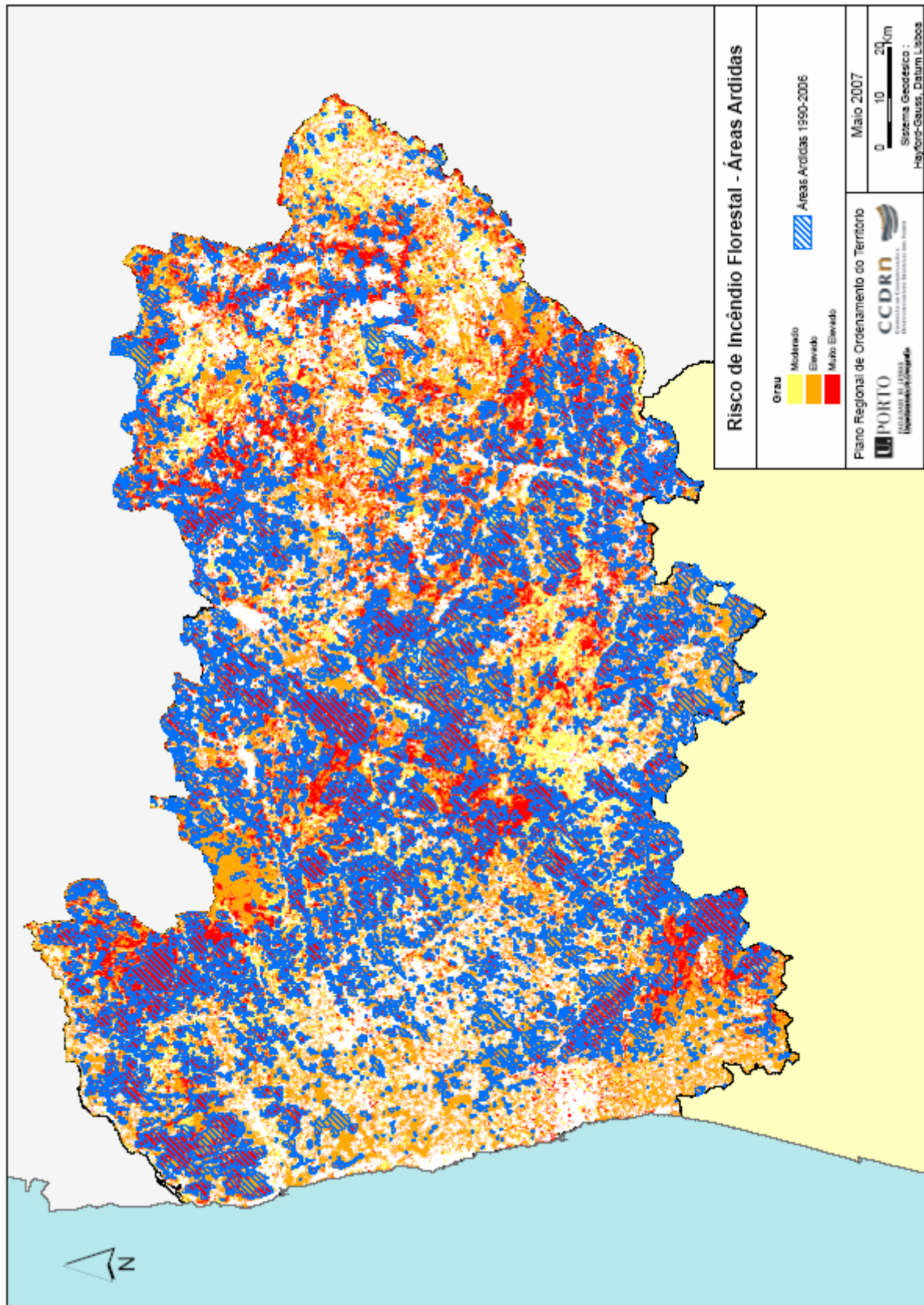


Figura 39 – Sobreposição das áreas de risco de incêndio florestal com as áreas ardidas de 1990-2006
Fonte: Grupo CRISE – Instituto Geográfico Português, 2007; DGRF

RISCOS EXTENSIVOS

5. RISCOS TECNOLÓGICOS

5.2. Risco associado à ruptura de barragens

5.2.1 Introdução

Na Região Norte estão localizadas dezenas de barragens, sendo que aproximadamente quarenta são de média a grande dimensão, sobretudo ao longo dos grandes cursos de água para o aproveitamento hidroelétrico.

O colapso destas estruturas origina uma onda de cheia de elevadas dimensões e de forte propagação, o que causará graves danos às populações localizadas a jusante.

5.2.2 Metodologia

A determinação dos sectores potencialmente afectados por rupturas de barragens é um processo muito complexo, na medida que engloba uma série de factores de ordem estrutural, principalmente no que respeita às condições de conservação das barragens. Neste sentido optou-se por identificar os sectores dos cursos de água imediatamente a jusante destes equipamentos que, posteriormente poderão ser alvo de estudos mais específicos de acordo com a legislação vigente e a uma escala de maior pormenor.

5.2.3 Considerações globais.

O facto do rio Douro ter o seu curso regularizado por barragens de grande dimensão confere-lhe grande perigosidade derivado do potencial efeito de rotura em cadeia, associado ao facto da grande maioria das estruturas já ter um elevado período de funcionamento e apresentarem, quase sempre, elevados volumes de água armazenados. Os Rios Cávado e Lima possuem quase uma dezena destes equipamentos sendo o seu estudo fundamental, sobretudo ao nível dos caudais armazenados, já que se encontram num dos sectores mais pluviosos da Região Norte. Paralelamente este sector evidencia forte fracturação e indícios de actividade tectónica recente, o que lhe confere uma maior vulnerabilidade, apesar da fraca intensidade sísmica.

Os restantes cursos de água que possuem barragens encontram-se igualmente assinalados, de forma a facilitar a percepção espacial que este tipo fenómeno poderá causar. Para além das infraestruturais de média e grande dimensão, optou-se por assinalar todas as mini-hídricas e outros reservatórios, sobretudo para rega, ajudando a apreender a nova realidade dos riscos tecnológicos desta natureza e quais os locais prioritários de intervenção. Esta preocupação é particularmente evidente relativamente ao conjunto de infra-estruturas de menor dimensão, não monitorizadas e sem programas de manutenção regular.

Destacam-se o Vale do Ave e a Região Vinícola do Alto Douro, devido às necessidades hídricas para a produção industrial e agrícola. Apesar da dimensão mais reduzida dos

RISCOS EXTENSIVOS

potenciais acidentes provocados por ruptura de barragens de pequena dimensão, a onda de cheia é suficiente para induzir grande perigosidade junto de bens, serviços e povoações. (Figura 40).

A informação cartografada não se refere a estruturas de pequena dimensão. Mesmo as de menor dimensão, em caso de ruptura, têm uma capacidade destruidora da onda de cheia muito significativa. Por esse motivo, é essencial promover o seu inventário no sentido de avaliar a susceptibilidade de rotura e a vulnerabilidade das áreas com probabilidade de serem afectadas por este tipo de acidente. A construção de sistemas de monitorização e avaliação do grau de conservação destas estruturas de menor dimensão é tarefa prioritária para a prevenção dos riscos que lhe estão associados. Paralelamente deverão ser identificadas, ao nível local, as áreas vulneráveis dispostas ao longo dos cursos de água que apresentam este tipo de reservatórios de água.

RISCOS EXTENSIVOS

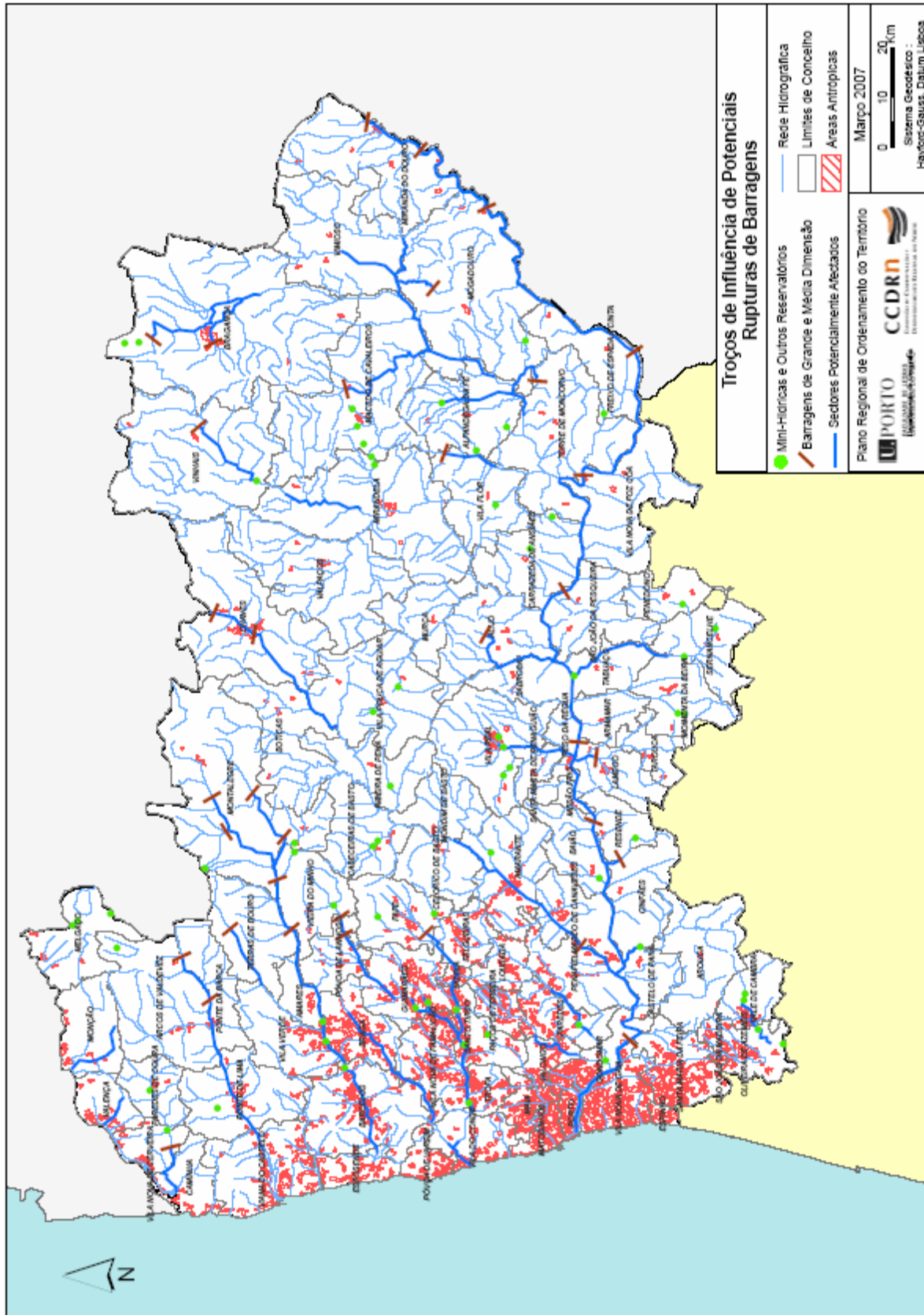


Figura 40 – Troços de Influência de Potenciais Rupturas de Barragens na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

5.1. Perigos associados a acidentes tecnológicos

5.1.1 Introdução

No que respeita aos riscos tecnológicos, optou-se pela georeferenciação do conjunto de equipamentos e infra-estruturas de cariz industrial, susceptíveis de induzir situações potencialmente danosas para as populações expostas. Destes elementos destacam-se as empresas referenciadas no relatório SEVESO (base das indústrias que utilizam ou produzem matérias perigosas graves) e alguns elementos expostos, nomeadamente as áreas construídas e zonas industriais, rede eléctrica de média e alta tensão, rede de estradas principais e rede principal de gasodutos.

5.1.2 Perigos Tecnológicos na Região Norte

A cartografia elaborada permite desde já identificar que a faixa litoral da região tem uma maior densidade de redes (gasodutos, rede eléctrica e rede de estradas) e de indústrias perigosas, que simultaneamente coincidem com as áreas de maior densidade populacional e de actividades económicas.

Para se tratar devidamente o tema dos perigos tecnológicos deveria ser construída uma base de dados com a localização e informação de todos os tipos de indústrias e actividades que colocassem em perigo as populações e actividades económicas, como por exemplo: bombas de gasolina, armazéns de produtos químicos e medicamentos, indústrias pirotécnicas. Além disso, deveriam também existir informações sobre as condições de armazenamento e construções ou actividades situadas nas proximidades.

Outro aspecto a ter em atenção é o transporte deste tipo de mercadorias perigosas. Neste momento é extremamente complicado aferir sobre as vias mais utilizadas para o transporte, os horários, as quantidades e tipo de matérias perigosas transportadas

Seria de grande utilidade conhecer os percursos efectuados em tempo real. Por isso mesmo, neste âmbito deveria ser constituído um Sistema de Informação Geográfica para a localização, análise e gestão dos perigos tecnológicos.

RISCOS EXTENSIVOS

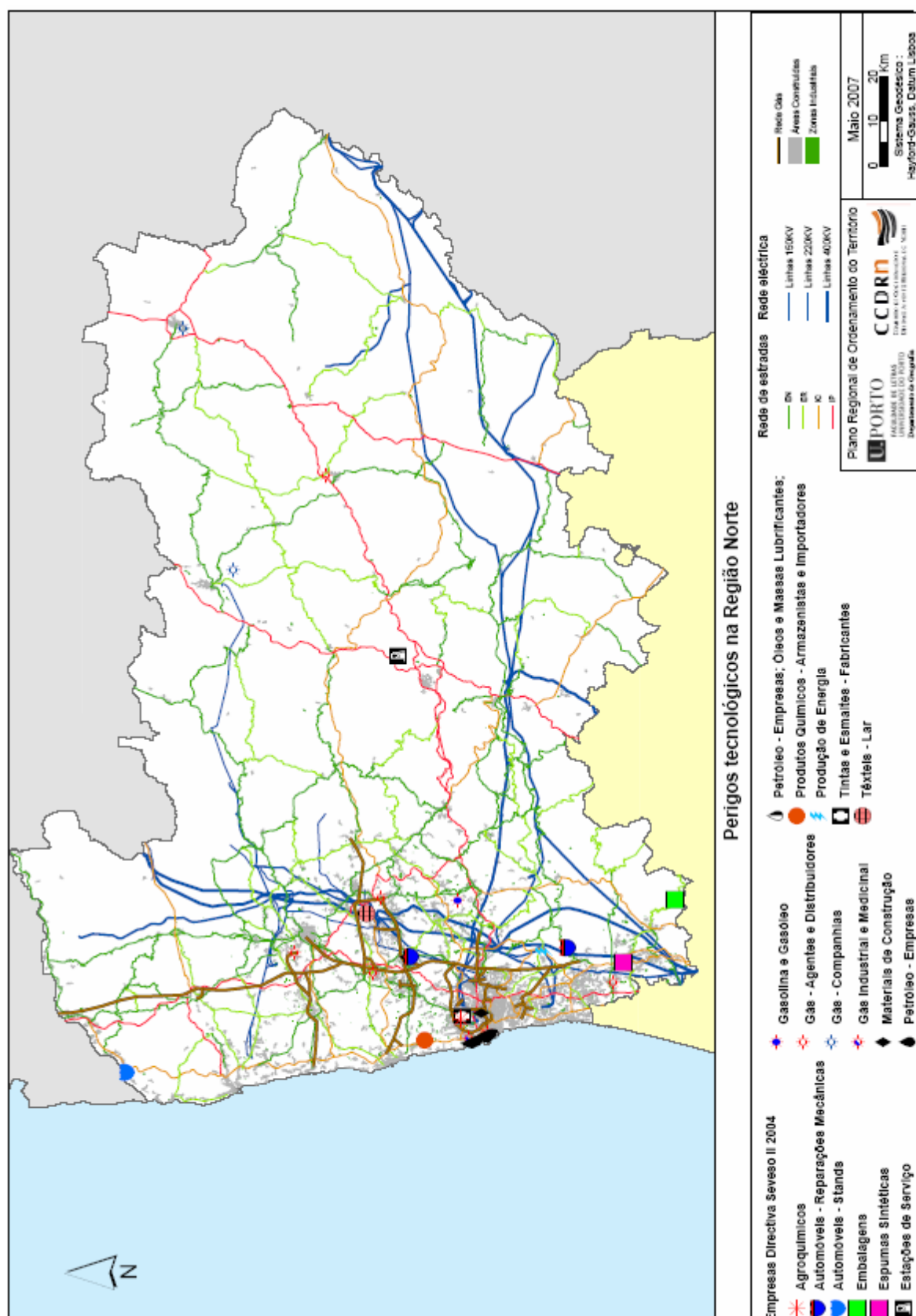


Figura 41 – Perigos tecnológicos na Região Norte

RISCOS EXTENSIVOS

3. AVALIAÇÃO DA PERIGOSIDADE POR SISTEMAS TERRITORIAS

Consoante as características de cada sistema, é possível identificar o predomínio de um determinado risco específico, sobretudo no que se refere à extensão das características dos factores permanentes que os condicionam.

3.1. Serras

Os movimentos de vertente constituem os processos dominantes nestas áreas da região norte. Contudo, uma vez que predominam os fluxos de detritos e de lama nas vertentes, é provável que os sectores dos vales experimentem processos de escoamento de carácter torrencial, fruto da dinâmica de vertentes então desenvolvida. Estes processos, embora desenvolvidos em áreas de Serra, desenvolvem-se atingindo sectores de outras unidades que se situam a jusante, nomeadamente a unidade Relevo Intermédio.

3.2. Relevo Intermédio

Nesta área não podemos dizer que existe um único processo dominante. Há a conjugação de movimentos de vertente e processos de escoamento torrencial. As características do relevo, com declives elevados, formações superficiais de espessura diversa, perfis longitudinais dos canais de escoamento declivosos, promovem a existência de processos diversificados, mas com dinâmica complementar. Neste sector é determinante a ocupação humana, por vezes dispersa, mas muito mais interventiva que nas áreas de montanha, sendo, portanto, potenciadora de maior risco.

3.3. Vale do Douro

No vale do Douro, sobretudo no Douro vinhateiro, dada a intensa ocupação humana, é grande a susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente. As vertentes muito declivosas impõem uma grande instabilidade de vertentes. A par desta dinâmica de vertentes, o vale do Douro é susceptível à ocorrência de cheias progressivas, cujos efeitos se fazem sentir junto de diversas povoações ribeirinhas.

3.4. Depressões tectónicas.

Nesta área distinguem-se dois sectores. Nas vertentes íngremes, com o rejuvenescimento decorrente da actividade tectónica recente, dominam os movimentos de vertente. No fundo das depressões, decorrente da existência de vales amplos pode desenvolver-se processos

RISCOS EXTENSIVOS

de inundação progressiva.

3.5. Planalto transmontano

Na generalidade do planalto transmontano os riscos naturais estão mais directamente relacionados com as cheias repentinas. Embora os índices de precipitação indiquem que esta área está sujeita a precipitações menores, o ritmo é mais irregular o que permite o desencadeamento de processos de escorrência de características torrenciais (cheias repentinas). Contudo, nas áreas de encaixe da rede hidrográfica, que ocorre em áreas limitadas, a ocorrência de movimentos de vertente são dominantes.

3.6. Vales do NW

O fundo amplo dos vales das grandes bacias hidrográficas que drenam para o Atlântico, no NW é uma área propícia ao desenvolvimento de cheias progressivas. Porém, com a crescente ocupação humana destas áreas, e com o crescimento acelerado de importantes cidades médias os efeitos decorrentes das inundações parecem assumir uma importância cada vez maior. O número de ocorrências nestas áreas e no relevo da Plataforma Litoral tem sido particularmente importante, sobretudo quando há intervenções antrópicas.

3.7. Plataforma litoral

A plataforma litoral corresponde ao sector que tem menos áreas sujeitas a processos naturais desencadeadores de riscos. Contudo, a impermeabilização de áreas urbanas tem promovido a ocorrência cada vez mais generalizada de cheias repentinas, como atestam os inúmeros registos recolhidos dos serviços de protecção civil. Para além deste processo, e em áreas muito restritas, ocorrem movimentos de vertente, que assumem importante mediatismo nas áreas urbanas.

SISTEMAS TERRITORIAIS	RISCOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS		RISCOS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS						RISCOS TECNOLÓGICOS			RISCOS AMBIENTAIS	
	SISMOS	MOVIMENTOS DE MASSA	CHEIAS PROGRESSIVAS	CHEIAS REPENTINAS	ONDAS DE CALOR	VAGAS DE FRIO	GEADAS	RUPTURA DE BARRAGENS	INDÚSTRIAS PERIGOSAS	EROSÃO HIDRICA DE SOLOS	INCÊNDIOS FLORESTAIS		
PLATAFORMA LITORAL	Moderado	Nulo a Fraco	Forte a Muito Forte	Fraco a Moderado	Fraco	Fraco	Fraco	Forte a Muito Forte	Forte a Muito Forte	Moderado	Fraco		
RELEVO INTERMÉDIO	Moderado	Fraco a Moderado	Moderado a Forte	Moderado	Moderado	Moderado	Fraco a Moderado	Forte a Muito Forte	Forte a Muito Forte	Forte a Muito Forte	Moderado		
VALES DO NW	Moderado	Fraco a Moderado	Forte a Muito Forte	Moderado	Fraco	Fraco	Fraco a Moderado	Forte a Muito Forte	Fraco	Moderado a Forte	Fraco		
VALE DO DOURO	Moderado a Fraco	Forte a Muito Forte	Forte a Muito Forte	Forte a Moderado	Forte	Forte	Moderado a Forte	Muito Forte	Fraco	Moderado a Forte	Moderado		
SERRAS	Moderado a Fraco	Forte a Muito Forte	Moderado	Forte	Moderado a Forte	Moderado a Forte	Forte a Muito Forte	Moderado a Forte	Fraco a Moderado	Moderado a Forte	Forte a Muito Forte		
DEPRESSÕES TECTÔNICAS	Fraco	Moderado a Forte	Forte a Muito Forte	Fraco a Moderado	Forte	Forte	Muito Forte	Forte	Fraco	Moderado a Forte	Moderado		
PLANALTO TRANSMONTANO	Fraco a Moderado	Fraco a Moderado	Moderado	Fraco a Moderado	Moderado a Forte	Moderado a Forte	Moderado a Forte	Moderado	Fraco	Forte a Muito Forte	Fraco		

Quadro 1 – Quadro síntese dos tipos de riscos e respectivos graus de susceptibilidade por sistemas territoriais

Grau de Susceptibilidade	
Nulo	
Fraco	
Moderado	
Forte a Muito Forte	

RISCOS EXTENSIVOS

4. LINHAS DE ACÇÃO ORIENTADORAS

- 1 – Promover uma “consciência preventiva do risco” entre as autoridades e populações locais sobre os riscos de maior probabilidade de ocorrência na Região Norte;
- 2 – Construir a cartografia dos riscos como instrumento de trabalho na organização e ordenamento do território;
- 3 – Construir modelos de previsibilidade temporal/espacial de ocorrência dos riscos naturais, assim como a sua actualização e avaliação de soluções técnicas adequadas;
- 4 – Reavaliar os planos de emergência municipal, promovendo a sua interligação com outros instrumentos de planeamento, consolidando as competências técnicas e materiais da sua intervenção;
- 5 – Reforçar as sinergias entre as diferentes entidades ao nível da protecção civil (Bombeiros, Polícia, Câmaras Municipais, Delegações Regionais, etc...) a diferentes escalas de intervenção (municipal, distrital e regional) e as entidades promotoras do ordenamento do território;
- 6 – Elaborar uma base de dados uniformizada para o registo de ocorrências de riscos naturais, que constituam elementos informativos da organização e prevenção ao nível do risco natural;
- 7 – Constituir a rede meteorológica da Região Norte como elemento base informativo de forma a consubstanciar os mecanismos de alerta e previsão;
- 8 – Reequacionar, sobretudo nas áreas rurais, o abandono agrícola e a reconversão destes espaços, para que a construção e a manutenção de muros de suporte dos terraços agrícolas conserve estruturas de drenagem tradicionais, onde os processos morfodinâmicos activos nas vertentes podem originar movimentos em massa. Neste caso deve ser alvo de atenção particular a região do vale do Douro vinhateiro;
- 9 – Ordenar o processo de expansão urbana nos sectores mais susceptíveis, de forma a evitar o impacto de situações de risco de cheias repentinas, nomeadamente: sub-dimensionamento de canalizações, artificialização de canais de escoamento, impermeabilização dos leitos de cheia, alterações profundas no uso do solo; Internalizar no processo de planeamento das áreas de expansão urbana como factor do risco natural.
- 10 – Regular o uso dos solos segundo os diferentes tipos e graus de risco, prevendo medidas de prevenção ajustadas às intervenções propostas;
- 11 – Controlar o crescimento urbano nos sectores de forte encaixe da rede hidrográfica e

RISCOS EXTENSIVOS

próximo das linhas de água de 1ª ordem onde o escoamento pode assumir um comportamento fluvio-torrencial potencialmente danoso;

12 – Desenvolver um conjunto de normativas capazes de orientar as decisões sobre a intervenção no território que sejam capazes de minorar os efeitos dos processos naturais sobre as actividades humanas;

13- Desenvolver a criação de sistemas de informação geográfica sobre o território, a nível local, como forma de estabelecer a ligação entre ordenamento do território e riscos naturais.

RISCOS EXTENSIVOS

5. ORIENTAÇÕES GLOBAIS PROSPECTIVAS SOBRE RISCOS NATURAIS.

1. Cultura do risco.

Desenvolver/promover a consciência do risco com recurso à sua identificação espacial, permitindo que as sociedades desenvolvam procedimentos/organização de e coexistência com a dinâmica do meio físico mitigando as consequências que deles advêm.

2. Introdução sistemática da análise dos riscos naturais no ordenamento do território.

A consciência do risco natural impõe a necessidade de considerar o risco como factor de ordenamento do território, única forma de minimizar as suas consequências. A introdução de mecanismos legais que permitam tornar corrente e coerente a sua integração nos processos de planeamento e ordenamento do território. Esse tipo de consideração só é possível desenvolver ao nível local, recorrendo a uma figura legal autónoma no sistema jurídico actual, independente do quadro jurídico da REN.

3. A cartografia dos riscos naturais como instrumento de trabalho no ordenamento do território.

A introdução dos riscos naturais no processo de planeamento e de ordenamento do território só é possível com a construção de instrumentos de trabalho passíveis de desenvolver processos de decisão ao nível local. A cartografia de riscos específicos deveria ser objecto de elaboração ao nível dos municípios, dando indicações essenciais para se avançar na concretização de medidas de prevenção das suas consequências.

4. Definir indicadores/reguladores da intervenção sobre o território por classe de risco.

Cada grau de risco impõe que sejam definidas, para as diversas áreas da região norte, um conjunto de características e condições base para o uso do território. Estas condições serão constituídas por orientações e intervenções necessárias para que o uso do território possa ser desenvolvido com a mitigação do grau de risco a elas associado.

RISCOS EXTENSIVOS

5. Desenvolver rotinas de monitorização no âmbito da prevenção e preparação da previsão do risco natural.

A cultura do risco impõe que a leitura sobre as situações de risco deva fazer parte do quotidiano dos responsáveis do planeamento pelo que devem ser elaboradas listas de monitorização e acompanhamento relativamente a riscos específicos.

6. Promover a convergência de interesses e organização dos trabalhos de prevenção das áreas do ordenamento do território e da protecção civil.

Sabendo que a protecção e socorro só pode ser eficaz sustentada no ordenamento do território é fundamental promover a interligação dos processos de planeamento e ordenamento do território com os processos associados à protecção civil.

RISCOS EXTENSIVOS

BIBLIOGRAFIA

- As cheias no Douro. Ontem, Hoje e Amanhã. (2003) – Instituto Nacional da Água
- BRANDÃO, C; RODRIGUES, R; PINTO DA COSTA, J. (2001)
- Análise de Fenómenos Extremos - Precipitações Intensas em Portugal Continental. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Lisboa. – Cook, R.U. e Doornkamp, J.C. (1990)
- Geomorphology in environmental management. An introduction. Clarendon Press, 2ª edição, Oxford, 410 p. – DAVEAU, SUZANNE (2000)
- Portugal Geográfico. Edições João Costa, 3ª edição, Lisboa, p.24 -49.
- DFID - Orientação Nacional sobre Avaliação Nacional de Risco de Cheias. Disponível em:
www.hrwallingford.co.uk/downloads/projects/floods_sa/portuguese/EX5115_%20Guia_nacional_risco_cheias.pdf
- ESPÍRITO SANTO, F. (2004): Variações nos Indicadores de Temperatura em Portugal Continental Onda de Calor de Julho - Agosto de 2003, Conference Ícaro, 2004, Instituto de Meteorologia.
- ESPÍRITO SANTO, FÁTIMA: Riscos Climáticos em Portugal. Instituto de Meteorologia.
- FRICH, P., et al., 2002: Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. Climate Res., 19, 193–212.
- INSTITUTO DE METEOROLOGIA (2005) - Perfil Climático - Portugal Continental, Clima 1961-1990. – INSTITUTO GEOGRÁFICO PORTUGUÊS – Atlas de Portugal. Disponível em: <http://62.48.187.117/atlas/index1.html>.
- INSTITUTO NACIONAL DA ÁGUA -Plano Nacional da Água. Volume II, Capítulos: 1,5,9. Disponível em www.inag.pt
- Mitchell, C. (1991) – Terrain Evaluation. Longman Scientific & Technical, 2ª edição, New York, 441 p.
- MINISTÉRIO DO AMBIENTE, ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2006)
- Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território – Relatório.
 - Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Ave (2000) – Instituto Nacional da Água
 - Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado (2000)
 - Instituto Nacional da Água – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Douro (1999)
 - Instituto Nacional da Água – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Leça (2000)

RISCOS EXTENSIVOS

- Instituto Nacional da Água – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima (2000)
- Instituto Nacional da Água (www.inag.pt)
- Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Minho (2001) – Instituto Nacional da Água
- Plano Nacional da Água (2001) – Instituto Nacional da Água
- Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (2006) – Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
- SANTOS, F.D.; FORBES, K.; MOITA, R. (ed) (2001) – *Mudança Climática e Portugal, Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação - SIAM*. Cap. 2 – O Clima de Portugal dos séculos XX e XXI. Gradiva, Lisboa
- www.tutiempo.net