CARMEN DO CÉU GONÇALVES FERREIRA

DEGRADAÇÃO DO SOLO NO CONCELHO DE GONDOMAR: UMA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA

Contribuição para a definição de estratégias de planeamento e ordenamento do território

Dissertação apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto para a obtenção do grau de Doutor na especialidade de Geografia, no ramo de conhecimento em Geografia Física

PORTO

2008

Á memória de MEUS PAIS

E à minha IRMÃ

Foi a pensar em vós que consegui “arrancar” de mim a força necessária para acabar a obra...

É VOSSA...

RESUMO

O concelho de Gondomar, pelas características que apresenta, constitui uma importante área amostra onde se torna possível testar o objectivo do nosso trabalho de investigação: diagnosticar, numa perspectiva geográfica, situações de degradação do solo, face a sistemas de uso específico. A atracção do concelho de Gondomar, pela proximidade do Porto, provocou um aumento substancial da população nesta região que, originando novos padrões de consumo, tem contribuído para aumentar pressões sobre os recursos, nomeadamente o solo. O solo torna-se, deste modo, um excelente exemplo de delapidação desenfreada de um património natural, próprio das atitudes políticas dos anos 70 e 80, onde a valorização dos recursos naturais não era adequadamente incorporada nos processos de decisão.

Quando falamos em degradação do solo, utilizamos muitas palavras ou expressões que se confundem, por isso, achamos oportuno reflectir sobre os conceitos utilizados na abordagem desta temática.

A multifuncionalidade do solo, faz com que a consulta da legislação referente a este recurso natural seja transversal a muitas áreas e, portanto, encontra-se dispersa por vários documentos legais, dificultando os processos de gestão e ordenamento sustentado do território. Tentámos reflectir sobre as políticas, os instrumentos legais e as práticas que se referem ao recurso natural solo, nos quadros legal e jurídico de Portugal e da União Europeia.

Acreditamos que uma das melhores maneiras de expressar a perspectiva geográfica nas questões associadas à degradação do solo é, sem dúvida, o estudo das perdas potenciais e actuais do solo com a aplicação da Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) na medida em que, a aplicação da mesma, implica ter uma visão holística do problema, isto é, implica termos conhecimentos dos factores naturais e dos factores antrópicos que interferem no processo de erosão hídrica do solo. Baseados em indicadores biofísicos e sócio-económicos, tentámos identificar a importância dos factores naturais e antrópicos no processo de degradação do solo, focando a nossa atenção nos problemas das perdas potenciais de solo, nos incêndios florestais e suas consequências, que ocorreram no concelho de 1990 a 2006 e Carta de Risco de Incêndio Florestal (CRIF, 2007), na impermeabilização do solo, cujo aumento substancial de população torna o facto inevitável e nas minas de carvão de Gondomar, sobretudo as de S. Pedro da Cova, cujo abandono dos espaços mineiros e os montes de escórias que a

actividade deixou como resíduos, constituem um grave problema que os responsáveis pela gestão do território terão que enfrentar, pois a degradação do solo é evidente.

A EUPS foi a metodologia que adoptamos para o estudo das perdas de solos sendo adaptada a um Sistema de Informação Geográfica (SIG), através do qual foram confeccionados um conjunto de mapas temáticos referentes às várias componentes da EUPS. O SIG mostrou-se eficiente na integração de dados para a identificação e caracterização da perda de solos, possibilitando a avaliação dos diversos cenários de uso do solo e facilitando a identificação de áreas onde será conveniente a utilização de estratégias de controlo da erosão (áreas com perdas superiores a 10 t/ha.ano).

Na comparação dos mapas de erosão potencial e erosão actual do concelho, destaca-se a importância dos factores antrópicos, relativamente aos outros factores físicos da EUPS. Os valores de erosão potencial são três vezes superiores (atingem-se valores superiores a 150 t/ha.ano) aos valores da erosão actual (onde os valores mais elevados são superiores a 50 t/ha.ano), isto é, os resultados obtidos no mapa da erosão total ou actual, indicam a importância da cobertura do solo na diminuição da erosão no concelho.

Os Regossolos Úmbricos e os Leptossolos Úmbricos são aqueles que, pelas suas características fisiográficas e pelo uso do solo (florestal), mais susceptíveis se tornam aos incêndios florestais que têm ocorrido em Gondomar desde 1990 a 2006. No caso do concelho de Gondomar, são as freguesias mais próximas do Porto aquelas que registam uma maior percentagem de solo impermeabilizado, ou sejam, as freguesias de Rio Tinto, Baguim do Monte, Valbom, Fânzeres e S. Cosme (Gondomar). Estas freguesias devem preservar o "verde" ainda disponível e ponderar estratégias ao nível da tipologia dos espaços a construir.

A autocombustão das escombreiras de escórias de carvão, no antigo couto mineiro de S. Pedro da Cova, para além de constituir um risco eminente – uma vez que existem construções novas na área e que podem, por hipótese, estar edificadas sobre mantos de escórias –, acentua os processos de erosão hídrica, os movimentos de vertente e a lixiviação dos resíduos minerais com a consequente formação de águas ácidas.

O planeamento territorial, pressupõe o levantamento e diagnóstico de processos e problemas associados. O nosso propósito foi identificar alguns processos que promovem a degradação do solo e áreas susceptíveis a essa degradação. Cremos que a caracterização das situações de referência, relativamente à degradação do solo, compreendem sistemas físicos débeis e que a protecção e gestão correctas desses

sistemas obrigam a uma reflexão profunda e à intensificação da investigação, no âmbito das intervenções a que estes meios devem ser sujeitos, para o estabelecimento de novas estratégias, com vista ao desenvolvimento sustentado e à redução de desequilíbrios.

É neste contexto que se inserem as finalidades deste estudo, ou seja, que ele possa constituir um pequeno contributo para ajudar os órgãos de decisão sobre a gestão e ordenamento do espaço; avaliar as necessidades de intervenção e ponderar as estratégias promotoras da preservação e/ou conservação do solo e a reabilitação de solos degradados.

ABSTRACT

The municipality of Gondomar, by the features it presents, consists of a sample area where it is possible to test the aim of our present work: to diagnose, in a geographical perspective, situations of soil degradation in the presence of systems of specific use. The municipality of Gondomar, by the fact that is very near to Porto, has suffered an enormous increase of population, originating new consumption patterns, which have contributed to increase the pressure on resources, namely on the soil. Thus, the soil has become an excellent example of unlimited deterioration. This reflects the political attitudes of the 70s and 80s, in which the natural resources were not properly incorporated in the decision-making.

When we speak about soil degradation, we use certain words and expressions that can be confusing. So, we think that it is convenient to reflect upon the concepts used in this subject.

The consultation of legislation related to the soil multi-functionality is found in various areas and in different law documents, which makes the management and the sustainable urban planning processes very difficult. We tried to reflect upon the politics, the legal tools and practices that are related to this natural resource within the Portuguese and European Union jurisdiction.

We believe that one of the best ways of expressing the geographical perspective of aspects associated to soil degradation is, undoubtedly, the study of the potential and present soil losses with the application of Universal Soil Loss Equation (USLE). This fact implies a holistic approach to the problem, which is, having some knowledge of the natural and human related factors (erosivity of rainfall and erodibility of soil) that interfere with the hydric erosion process. We tried to identify the importance of these factors based on biophysical and social-economical indicators, focussing our attention on the potential soil loss problems, on forest fires and their consequences that occurred in the municipality from 1990 to 2006 and the forest fire risk zone map, in 2007, on the soil impermeability, whose increase of population makes it inevitable. We also turned our attention to the coal mines of Gondomar, mainly the ones of S. Pedro da Cova, where soil degradation is evident due to the abandonment of those mining places and scoria left by the activity cessation and which has become a serious problem for the people responsible for the urban management.

USLE was the adopted methodology for the study of the soil losses adapted to the Geographical Information Systems (GIS), in which several maps were made mentioning the different components of USLE. GIS was shown to be efficient in the data integration of identification and characterization of the soil losses, allowing the possibility of evaluating the various scenarios of soil uses as well as identifying the areas where it will be convenient the use of strategies of erosion control (areas with losses superior to 10t/ha year).

When we compare the maps of potential erosion and present erosion of the municipality, the importance of human factors are highlighted in relation to the other physical factors of USLE. The results of the potential erosion are three times superior (results over 150t/ha year) than the results of present erosion (where the highest ones are superior to 50t/ha year), that is, the obtained results in the map of total or present erosion point out the importance of soil cover in diminishing the erosion of the municipality.

The Umbric Regosols and the Umbric Leptosols are those that due to their physiographical features and the soil use (forestal) are more susceptible to the forest fires that have occurred in Gondomar from 1990 to 2006. In the case of Gondomar, the small towns near Porto such as: Rio Tinto, Baguim do Monte, Valbom, Fânzeres e S. Cosme (Gondomar) are the ones that have a higher percentage of rendered impermeable soil. These small towns should preserve the “green” that they still afford and think about strategies related to spaces typology to be built.

The auto combustion of the coal scoria situated in the mines of S. Pedro da Cova is at risk, once there are many new buildings in the area, many of them can probably be placed on this scoria. Besides, it aggravates the hydric erosion, the slope movements and the leaching by the rainfall of the mineral residues and subsequent formation of acid water.

The urban planning implies the survey and diagnosis of processes and associated problems. Our purpose is to identify some processes that promote the degradation of soil and areas susceptible to that degradation. We believe that the characterization of these reference situations related to soil degradation, comprises weak physical systems. The right protection and management of these systems lead to deep reflection and research in order to establish new strategies aimed to sustainable development and imbalance reduction.

It is in this context that our study takes place hoping that it can be helpful for the ones responsible for planning and for space management; assessing the needs of intervention and pondering the strategies that promote the preservation and/or conservation of the soil and the rehabilitation of degraded soils.

AGRADECIMENTOS

Esta é sempre, creio eu, uma das últimas tarefas a fazer num trabalho de investigação. Uma mistura de emoções e sentimentos chegam-nos às pontas dos dedos que nos fazem hesitar nas teclas a bater. Há por vezes sentimentos de gratidão que as palavras não conseguem reproduzir, por mais bem escolhidas que sejam, relativamente a todos aqueles que nos deram a mão, um abraço, um gesto de carinho, uma palavra amiga, num caminho que para nós não foi nada fácil. Tivemos que enfrentar, nestes últimos anos, alguns "espinhos" que a vida nos infligiu e é, nestes casos, que precisamos da força dos nossos amigos para podermos aguentar o que nos atinge, e superar-nos. Nesta árdua caminhada, sentimos que muitos foram os que nos ajudaram e é justo que os referenciemos, pois sem a ajuda deles não teria sido possível a concretização deste trabalho.

Começo por si, Professor Fernando Rebelo, cuja disponibilidade e compreensão para connosco foi ilimitada. Sempre que falávamos, sentia-me revitalizada, e as suas palavras encorajadoras, sobretudo nesta parte final, foram um importante carburante para a finalização deste trabalho.

Ás minhas amigas Ana Monteiro, Fátima Matos e Helena Madureira, vão-me desculpar se vos lembro aqui mais como amigas do que como colegas do Departamento, retirando-vos os respectivos graus académicos, porque foi a vossa amizade ímpar, a vossa presença constante nos momentos mais difíceis, responsável por, muitas das vezes, nos impor o ritmo de trabalho.

Á Laura Soares, pela amizade e por assumir o serviço docente numa das disciplinas que me estava destinada no ano lectivo 2007/2008, facto que me permitiu focalizar toda a atenção no desenvolvimento do nosso trabalho. A Ana Monteiro e a Fátima Matos foram também uma ajuda importante nesta matéria, garantindo o nosso trabalho docente em outras disciplinas que me estavam atribuídas.

Ao Carlos Bateira, pela ajuda imprescindível na aplicação do SIG à EUPS, resultando daí toda a cartografia referente às perdas de solo por erosão hídrica. Suponho que, muitas das vezes, em prejuízo do seu próprio trabalho, foi "libertando" algum do seu tempo para me apoiar e esclarecer todas as dúvidas numa técnica que eu não dominava.

Para si, Miguel Nogueira, o meu agradecimento pelos "piquetes" que fazia, disponibilizando-se a ajudar quem tem uma certo "litígio" com a informática e,

sobretudo, com o SIG. Apesar das nossas conversas profícuas sobre as melhores técnicas de execução dos trabalhos cartográficos, "vergava" sempre ao meu pedido de me mandar o documento já convertido em "word"... o que para mim era perfeito.

Ao João Garcia, Helena Pina, Ramiro Pimenta, Nicole Vareta, agradeço as palavras de encorajamento e de força que tiveram para connosco. Ao destacar estes colegas, não significa, porém, que não agradeça, também, a todos aqueles que, pertencendo ao nosso Departamento ou a outros Departamentos (Jorge Ribeiro, Luís Amaral, Helena Osswald, J. Maciel, Dulce Magalhães) nos incentivaram sempre com uma doce palavra que acalmava o nosso "stress"...

Ao Mário Gonçalves que, como Presidente do Departamento, teve sempre a disponibilidade de falar connosco sobre as questões formais e legais do processo de Doutoramento.

Ao Professor Doutor J. L. Zêzere agradeço a amabilidade e simpatia por nos ter recebido e esclarecido as dúvidas que lhe apresentamos; à Professora Doutora Teresa Andresen e ao João que nos facilitaram a consulta e a utilização de material cartográfico da *Estrutura Ecológica da Área Metropolitana do Porto* (2004); à Engenheira Teresa do Serviço de Protecção Civil de Gondomar que nos acompanhou em trabalho de campo, sobretudo no referente às minas de S. Pedro da Cova e que nos disponibilizou a utilização de muito do material cartográfico utilizado neste trabalho e executado para o Município de Gondomar; à D. Eva Gomes, da Biblioteca do INETI que, com uma amabilidade enorme, nos ofereceu algum material referente ao couto mineiro de Gondomar e nos disponibilizou muitas das obras que consultamos por largos períodos de tempo.

Ao Professor Doutor Manuel Barros, responsável pelo Instituto Geofísico da Universidade do Porto, local onde se encontra instalada a Estação Climatológica Porto Serra do Pilar, pela sua amizade, pela disponibilidade em nos oferecer um espaço no Instituto para realizarmos o nosso trabalho e pela preocupação que teve sempre para connosco, telefonando, incentivando e "fiscalizando", de forma carinhosa, como se estava a desenvolver o nosso trabalho.

Á Edite Velhas, minha colega e amiga de sempre que, apesar do seu imenso trabalho e cansaço, foi uma preciosa ajuda na árdua tarefa de releitura e correcção da tese e, sobretudo, o ombro amigo onde sempre senti apoio nos momentos de maior desânimo.

A todos os meus amigos onde se incluem Laura Amaral, Isabel Ribeiro, Família Fonseca, Genoveva Campos e a muitos mais que me desculparão não individualizá-los aqui, todos vocês estarão presentes na minha gratidão pela “Gforce” que me deram no decurso destes anos em que se desenrolou este trabalho.

A ti, em particular, MP, pela tua disponibilidade quando “enclausurada” em casa e já, desesperadamente, claustrofóbica, te pedia que me tirasses daqui, e me levasses a ver o “verde”, o mar, a fazer uma caminhada para relaxar, foste, sem dúvida, uma das pessoas que nunca me desamparou nesta longa jornada, sobretudo neste “sprint” final.

Á minha família, sobretudo a ti minha irmã, que, apesar de alguns contratempos, soubemos ambas superá-los, e te tornaste um apoio real e fundamental para a concretização deste trabalho.

A todos vós o meu
BEM-HAJAM

ÍNDICE GERAL

	Pág.
Resumo	I
Abstract	IV
Agradecimentos	VII
Índice Geral	X
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1. Objectivo e finalidades do trabalho de investigação	1
2. A importância da perspectiva geográfica na temática em estudo	8
CAPÍTULO II – *DEGRADAÇÃO DO SOLO* – REFLEXÃO EM TORNO DE CONCEITOS	17
1. Aspectos gerais	17
2. Evolução da Ciência do Solo	18
3. O *Solo* como recurso	24
4. O *Solo* no Ordenamento	32
5. Conceito de *Degradação do Solo*	38
6. Conceito de *Susceptibilidade*	42
CAPÍTULO III – O *SOLO* NO QUADRO LEGAL E JURÍDICO DE PORTUGAL E DA UNIÃO EUROPEIA	46
1. O aparecimento da *Consciência Ecológica*	46
2. O Direito na protecção do Ambiente	49
3. O Ambiente e o *solo* na legislação portuguesa	51
4. O Ambiente e o solo na legislação europeia	65
CAPÍTULO IV – QUADRO SOCIO-ECONÓMICO DO CONCELHO DE GONDOMAR. Uma contribuição para o conhecimento das vulnerabilidades	70
1. A sócio-economia enquanto factor explicativo da degradação do solo	70
2. Crescimento Demográfico	72
2.1. Evolução, distribuição e principais características da população residente	72

Pág.

3. Crescimento do Edificado 84

3.1. Características do povoamento 84

3.2. Caracterização do parque habitacional 87

3.3. Dinâmicas recentes de investimento na construção 97

4. Considerações finais 102

CAPÍTULO V – QUADRO BIOGEOFÍSICO DO CONCELHO 106

1. O contexto climático em Gondomar 106

1.1. Nota Introdutória 106

1.2. Temperatura 109

1.3. Precipitação 112

1.4. Humidade Relativa 114

1.5. Vento 114

2. Contexto Geomorfológico 115

2.1. Aspectos gerais 115

2.2. A morfologia de Gondomar 116

2.3. A geologia do concelho 117

3. Características pedológicas 127

3.1. Os solos no concelho de Gondomar 127

3.2. Aptidão da Terra 134

CAPÍTULO VI – A INFLUÊNCIA DOS FACTORES NATURAIS E ANTRÓPICOS NO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DO SOLO 142

1. Aspectos gerais 142

2. Os Modelos – Uma metodologia para o estudo da erosão dos solos 144

3. A Equação Universal das Perdas de Solo (*EUPS/USLE*) 159

4. Metodologia utilizada no cálculo da erosão potencial e erosão total ou actual no concelho de Gondomar. Análise dos mapas temáticos 162

4.1. Cálculo do factor erosividade da precipitação (R) e análise do mapa temático 163

4.2. Cálculo do factor erodibilidade do solo (K) e análise do mapa temático 166

4.3. Cálculo do factor fisiográfico (LS) e análise do mapa temático 166

Pág.

4.4. Cálculo do factor uso do solo e prática agrícola (CP) e análise do mapa temático 171

4.5. Cálculo da erosão potencial e total/actual da EUPS e análise dos mapas temáticos 173

4.6. Considerações finais 174

5. Os fogos florestais e a degradação do solo 177

5.1. A área florestal do concelho 177

5.2. Os incêndios florestais em Gondomar (1990-2006) e a Carta de Risco de Incêndio Florestal (CRIF 2007) 179

5.3. Considerações finais 186

6. A evolução da impermeabilização do solo no concelho de Gondomar (1975-1995) 187

6.1. Metodologias utilizadas na elaboração dos mapas sobre evolução do espaço permeável e impermeável do concelho 188

6.2. Análise dos resultados e dos mapas elaborados 189

6.3. Considerações finais 196

7. As minas de carvão de Gondomar. As escombreiras das minas – um exemplo de degradação do solo 197

7.1. Aspectos gerais 197

7.2. A Bacia Carbonífera do Douro e os coutos mineiros de Gondomar 198

7.3. As formações geológicas e a tectónica do jazigo de S. Pedro da Cova 202

7.4. Impacte ambiental da exploração mineira 205

8. Identificação de áreas susceptíveis à degradação do solo no concelho de Gondomar 221

CAPÍTULO VII – SÍNTESE E CONCLUSÃO 226

ABREVIATURAS UTILIZADAS 231

BIBLIOGRAFIA 232

ÍNDICE DE FIGURAS 249

ÍNDICE DE QUADROS 253

ÍNDICE DE GRÁFICOS 255

ÍNDICE DE FOTOS 255

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

> "... the principles of physical geography may be applied to urban areas; (...) cities have a whole range of environmental problems which can be understood by the application of climatic, biogeographical and geomorphological principles and (...) urban planning requires a significant contribution from physical geography."
>
> Ian Douglas - *The Urban Environment*. Edward Arnold Ltd., London, 1983.

1. OBJECTIVO E FINALIDADES DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO

O interesse pelos estudos dos processos actuais em Geografia foi sempre a nossa preferência na área da Geografia Física e, particularmente, o estudo dos processos de degradação dos solos. No nosso trabalho de investigação para obtenção do grau de Mestre, apresentamos um estudo que se intitulava *Erosão hídrica em solos florestais. Estudo em povoamentos de Pinus pinaster e Eucalytpus globulus em Macieira de Alcôba – Águeda* (1996). Este estudo despoletou em nós um maior interesse por esta problemática, por isso, quando pensamos escolher uma temática de investigação para o nosso Doutoramento, a questão prevaleceu.

Sabemos que a Europa Mediterrânea é uma região particularmente afectada pela degradação dos solos e que esta é função de características ecológicas específicas que, conjuntamente com inadequados padrões de uso do solo, vão diversificando e, muitas vezes, acelerando os riscos da sua degradação.

Em Portugal, e concretamente no NW português, os novos padrões de uso do solo deixaram de reflectir a imagem de uma cultura rural tradicional e são agora resultado de

múltiplas decisões quer de agentes privados quer de políticas públicas que, na procura de retornos financeiros, vão substituindo tipos de culturas agrícolas, distribuindo centros de indústria e comércio, criando novas áreas urbanizadas e respectivas infraestruturas, estradas, centros de lazer e turismo, nem sempre tendo por base considerações sérias sobre o impacte que esses novos padrões de uso podem exercer no solo (C. Ferreira, 1996).

Pois bem... Propúnhamo-nos continuar a investir - até porque houve ganhos de conhecimentos na investigação anterior que não poderiam ser desperdiçados -, no estudo dos processos actuais e nas situações que poderiam ou poderão despoletar uma degradação do solo. Pretendemos que a área de implementação do estudo fosse o nosso espaço vivido, por esse motivo o nosso interesse voltou-se para o concelho de Gondomar, aquele que habitamos, e que, por estar próximo do Porto, pelas suas características biofísicas e sócio-económicas, mostrava ser uma área amostra bastante interessante.

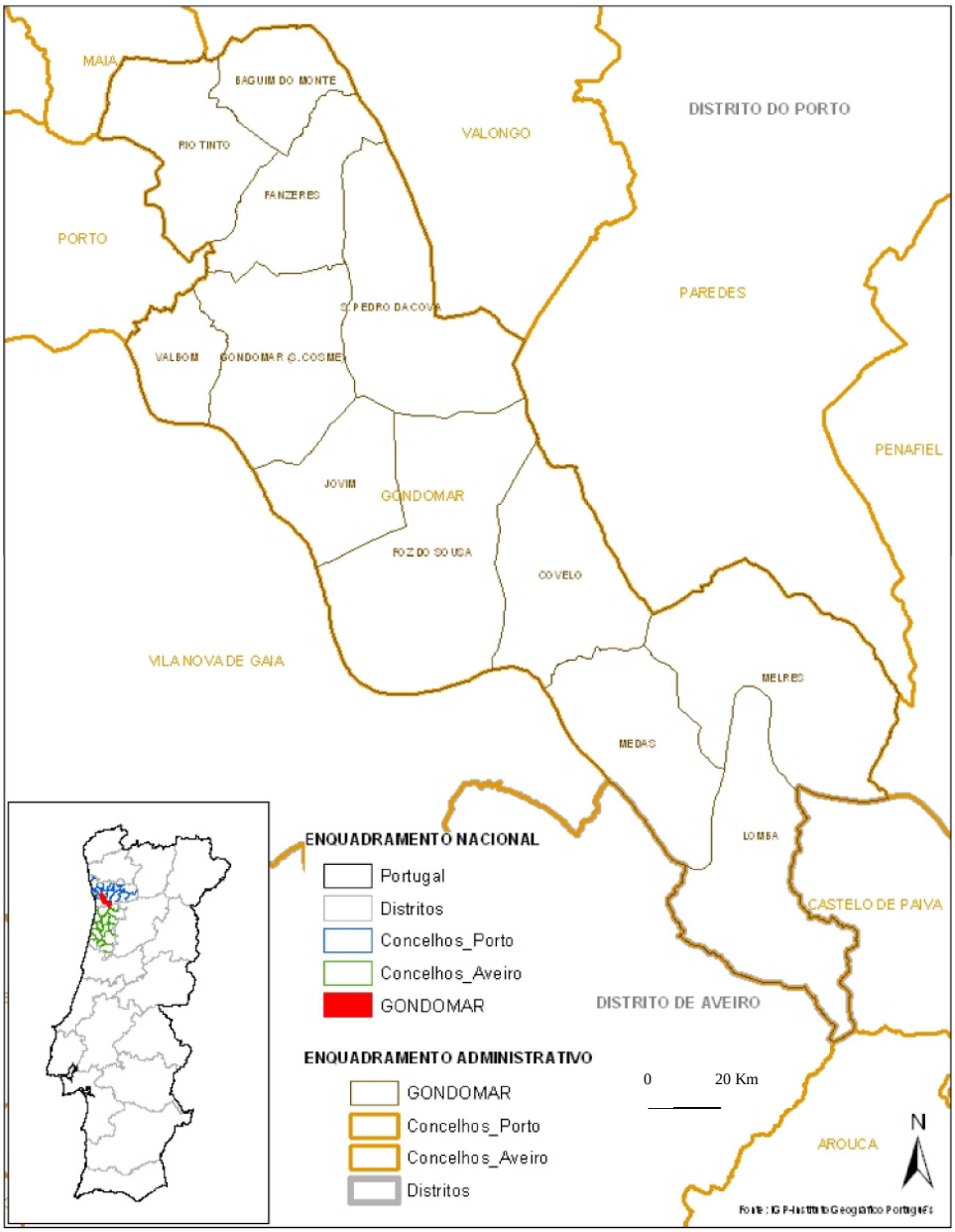
A atracção do concelho de Gondomar (fig.1), pela proximidade do Porto, provocou um aumento substancial da população nesta região que, originando novos padrões de consumo, tem contribuído para aumentar pressões sobre os recursos naturais, nomeadamente o solo e, consequentemente, provocar o aumento da impermeabilização deste e a degradação da qualidade do ambiente. O solo torna-se, deste modo, um excelente exemplo de delapidação desenfreada de um património natural, próprio das atitudes políticas dos anos 70 e 80, onde a valorização dos recursos naturais não era adequadamente incorporada nos processos de decisão.

Apesar do novo modelo de desenvolvimento industrial e das estratégias empresariais estarem, actualmente, condicionadas por toda uma série de regulamentações ambientais e de tecnologias mais limpas, certo é que os modelos industriais tradicionais, que existiram e ainda persistem, e a pouca fiscalização de hoje, são responsáveis pela degradação do solo que se verifica neste concelho.

O concelho de Gondomar foi um importante centro de exploração do carvão, sobretudo as minas de S. Pedro da Cova, aquelas que foram as últimas a encerrar. Esta

antiga área mineira encontra-se abandonada e constitui um verdadeiro "hot spot" de degradação do solo.

Os incêndios florestais, que têm ocorrido, infelizmente, todos os anos, não só no concelho mas por todo o território nacional constituem, também, factores directos e indirectos de uma degradação do solo. Directos porque destroem a vegetação e indirectos porque aumentam a probabilidade desses solos sofrerem perdas de solo por erosão hídrica.



Fonte: Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar. Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (Dez. 2006). Caderno II – Informação de Base, p. 37.

Figura 1 – Enquadramento do concelho de Gondomar.

O solo dos centros urbanos encontra-se, permanentemente, sujeito a cargas elevadas de contaminantes (metais pesados, óleos, hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, halogenados voláteis, cloretos, sulfatos e nitratos) provenientes dos gases de combustão, desgaste dos sistemas de travagem e da estrutura metálica dos veículos automóveis. As substâncias resultantes das fugas do sistema de drenagem das águas residuais, podem conter metais pesados e moléculas orgânicas dificilmente biodegradáveis. Junto às principais vias rodoviárias e ferroviárias podem encontrar-se solos contaminados com metais pesados (chumbo (Pb), zinco (Zn), cobre (Cu), crómio (Cr) e níquel (Ni)) e outras substâncias (azoto (N), sulfuretos (S), fósforo (P), e cloretos (Cl)) que podem afectar uma faixa até 100 metros de largura para ambos os lados da via, os quais poderão ser mais ou menos significativos, consoante a intensidade do tráfego, tipo de viaturas, tipo de combustível, estado e sistema de drenagem das vias, etc. (A. Monteiro, 1997; T. Leitão *et al*., 2001). Existe, ainda, um número elevado de depósitos de combustível enterrados, muitos dos quais bastante antigos e sem qualquer protecção à corrosão.

Os resíduos sólidos urbanos são, agora, depositados em aterros e incluem um sistema de monitorização. Mas, apesar do Plano de encerramento das lixeiras ter ficado concluído a 25 de Janeiro de 2002, a recuperação ambiental dessas mesmas lixeiras ainda se encontra em curso. No entanto, as lixeiras clandestinas abundam no concelho de Gondomar e são outra fonte de contaminação do solo através dos lixiviados produzidos nos resíduos que são ricos em metais pesados, sais, orgânicos biodegradáveis e xenobióticos.

Estamos, de facto, a entrar na "sociedade do risco", que obriga a dar combate, simultaneamente, quer aos factores da natureza, quer aos factores associados à técnica e à organização, no sentido de se proceder a uma gestão sustentada do território.

A adesão de Portugal à CEE em 1986, coincidente com o Ano Europeu do Ambiente, veio pressionar a nível interno, a constituição de um quadro jurídico e a execução de medidas e políticas públicas ambientais. A aprovação da **Lei de Bases do Ambiente** em 1987, lança os alicerces para uma política ambiental concertada. Já existiam, é certo, instrumentos legislativos estruturantes de uma política de conservação da natureza articulada com o ordenamento da paisagem e do território, mas seria a Lei

de Bases do Ambiente que, adoptando um conceito de ambiente vasto, viria a estabelecer princípios, definições e instrumentos básicos, abrindo caminho para os sucessivos diplomas regulamentares que se foram produzindo. O ambiente consagrou-se na opinião pública, na administração e no ordenamento jurídico de forma efectiva. Efectiva mas não necessariamente muito eficaz. Ao esmorecimento da regulamentação da Lei de Bases do Ambiente sucedem-se serviços de fiscalização e controlo ineficazes levando a própria classe política a admitir a sua inaplicabilidade[1].

É também nossa intenção reflectir sobre as **políticas, os instrumentos legais e as práticas que se referem ao recurso natural solo, nos quadros legal e jurídico de Portugal e da Europa**. A multifuncionalidade do solo, faz com que esta tarefa seja hercúlea, já que a consulta da legislação referente a este recurso natural é transversal a muitas áreas e, portanto, encontra-se dispersa por vários documentos legais.

Quando falamos em degradação do solo, utilizamos muitas palavras ou expressões que se confundem, por isso, achamos oportuno reflectir sobre os conceitos utilizados na abordagem desta temática.

Pelas características que apresenta, para além de ser o nosso espaço vivido, o concelho de Gondomar, tal como já afirmamos, constitui uma importante área amostra onde se torna possível testar o nosso objectivo: **diagnosticar, numa perspectiva geográfica, situações de degradação do solo, face a sistemas de uso específico**.

Baseados em indicadores biofísicos e sócio-económicos, tentamos identificar a importância dos factores naturais e antrópicos no processo de degradação do solo. Apesar da panóplia de assuntos que pretenderíamos abordar nesta temática, decidimos seleccionar apenas alguns, focando a nossa atenção, nos problemas das perdas de solo por erosão hídrica. Aplicamos a Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) para o cálculo das perdas potenciais de solo, as quais estão relacionadas apenas com os factores naturais, tais como a erosividade da chuva, erodibilidade do solo e

[1] Em 1997, na comemoração do 10º aniversário da Lei de Bases do Ambiente, o Dr. António Almeida Santos, reconheceu a sua inaplicabilidade ao comentar: "Só faltou uma cláusula: esta lei é para começar a cumprir ontem...". Ver Luísa Schmidt (1999), p. 6.

características fisiográficas do terreno, e utilizamo-la, também, para o cálculo da erosão total, onde o factor antrópico é importante e se revela no acréscimo à equação do factor correspondente ao uso do solo e prática agrícola. A Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) dá-nos, assim, dois cenários de resposta dos solos à erosão hídrica. Cremos que a abordagem desta questão é, de facto, uma das melhores maneiras de expressar a perspectiva geográfica, já que na aplicação da referida equação teremos que explorar a essência da geografia, ou seja temos que ter uma visão holística do problema. Abordaremos também os incêndios florestais que têm ocorrido no concelho no período de 1990 a 2006 e as suas possíveis consequências para a degradação do solo, bem como a Carta de Risco de Incêndio Florestal para 2008. A impermeabilização do solo é outro factor de degradação que consideramos importante abordar, na medida em que Gondomar tem sofrido um aumento substancial de população, facto que torna a impermeabilização um fenómeno inevitável. As minas de carvão de Gondomar, sobretudo as de S. Pedro da Cova, quase que constituem, a par da filigrana, um ex-libris do concelho de Gondomar. O abandono destes espaços mineiros, os montes de escórias que deixaram como resíduos, constitui um grave problema que os responsáveis pela gestão do território terão que enfrentar a breve prazo. As áreas onde se acumulam as escórias de carvão são susceptíveis de constituir perigo para os habitantes locais, desde que ocorram os factores desencadeantes desse perigo: incêndios e construção de habitações sobre essas áreas. Este foi, particularmente, um dos factores de degradação do solo que mais nos preocuparam quando fizemos o nosso trabalho de campo e que achamos por bem incluir neste estudo, sempre sob uma perspectiva geográfica, mas que necessita de uma abordagem mais alargada e pluridisciplinar e é, sem dúvida, um trabalho de investigação que deve continuar.

A implementação de uma política de desenvolvimento sustentável no concelho de Gondomar passará, obrigatoriamente, por uma avaliação exaustiva do estado do ambiente na área e, sobretudo, no que diz respeito a este estudo, de identificar áreas de maior susceptibilidade à degradação do solo antes de delinear e seleccionar as estratégias de promoção de desenvolvimento. É neste contexto que se inserem as finalidades deste estudo, ou seja, que ele possa constituir um pequeno contributo para ajudar os **órgãos de decisão sobre a gestão e ordenamento do espaço; avaliar as necessidades de intervenção e ponderar as estratégias promotoras da preservação e/ou conservação do solo e a reabilitação de solos degradados**.

A figura 2, pretende mostrar, resumidamente, o enquadramento dos assuntos que serão abordados neste trabalho de investigação, desde o nosso objectivo até às finalidades que nos propomos atingir.

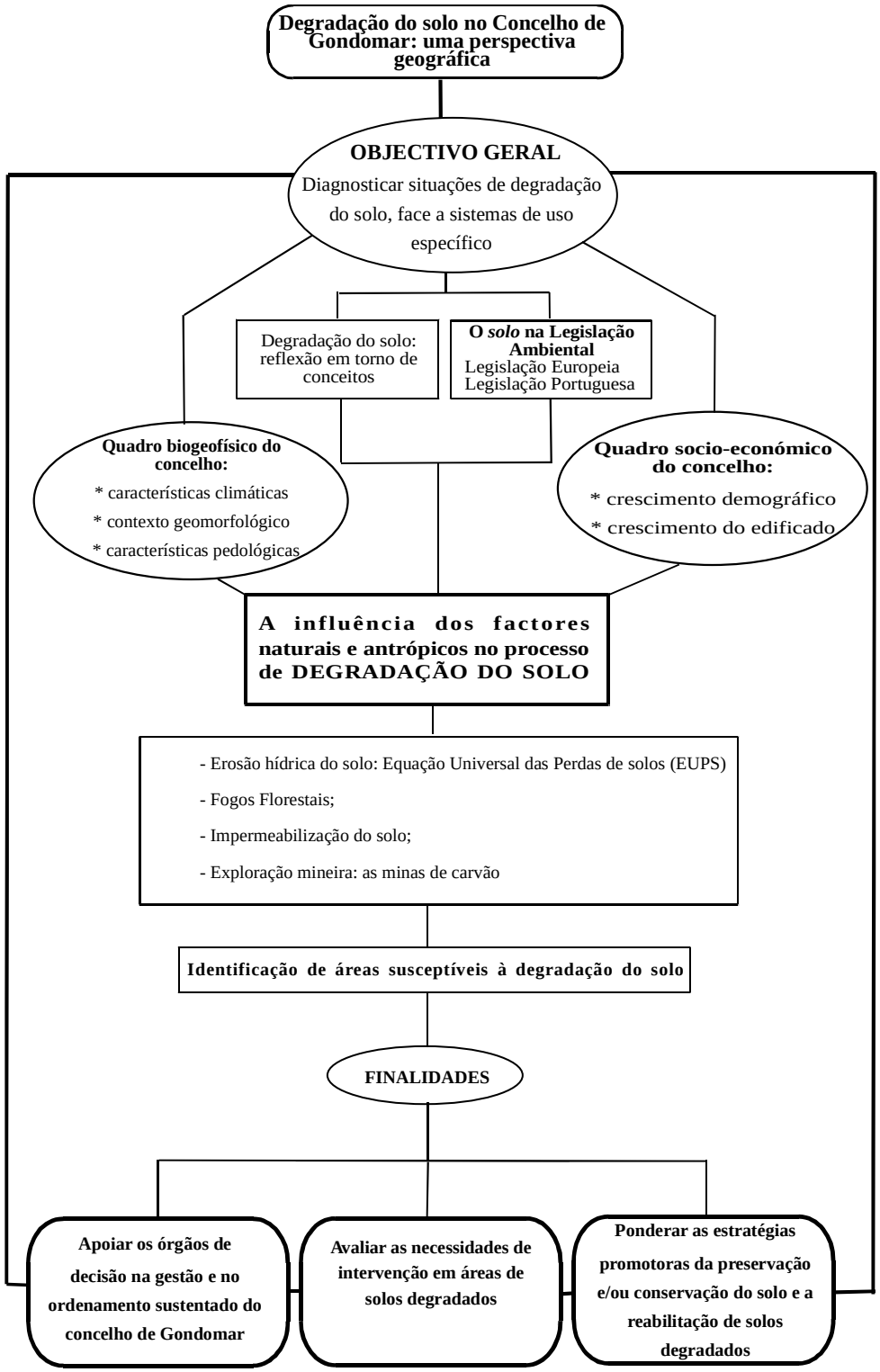


Fig 2 - Organograma exemplificativo da articulação entre o objectivo geral, objectivos sectoriais e finalidades da temática do trabalho de investigação

2. A IMPORTÂNCIA DA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA NA TEMÁTICA EM ESTUDO

Os maiores problemas que os solos enfrentam hoje em dia, dizem respeito às perdas irreversíveis, devido ao aumento da impermeabilização dos solos e a fenómenos erosivos, problemas de estabilização de vertentes, contaminação local e difusa contínua e acidificação. No Mundo, dois biliões de hectares de terra estão degradados devido à acção antrópica como se pode verificar em *Down to earth*, (2000). Apesar das causas da degradação do solo serem várias podemos apontar, como principais, a intensificação da agricultura - que provoca enormes pressões sobre o solo apesar da sua capacidade rápida de recuperação e de absorção de nutrientes e químicos, e a expansão de áreas construídas e de infraestruturas, particularmente nos grandes aglomerados urbanos, onde se assiste à impermeabilização dos solos de usos mais produtivos. Em cada ano, 20 milhões de hectares de terra agrícola torna-se demasiado degradada para produção ou é perdida por expansão urbana (*Down to earth* , 2000, p.5).

As relações entre o crescimento populacional e os fenómenos de impermeabilização do solo são complexas. O aumento das áreas artificiais que ocorreram na Europa nas últimas décadas, não se deve tanto ao aumento da população mas antes à modificação do comportamento dessa população, isto é, assiste-se ao aparecimento dos processos de suburbanização.

Áreas agrícolas e/ou áreas ocupadas por vegetação natural existentes nos subúrbios das grandes cidades passam a constituir espaço edificado, tendo como consequência uma diminuição dos processos de infiltração, um aumento da escorrência e, muito provavelmente, um aumento das perdas de solo. Os resultados do Projecto MURBANDY (Monitoring Urban Dynamics)[2] permitem-nos afirmar que a cidade do Porto, no período de 1950-1998, perdeu cerca de 43% da área natural existente em 1950, para urbanização. Para o mesmo período, a perda de área agrícola foi de cerca de

[2] Projecto da Comissão Europeia que tem por objectivos o estudo da evolução do uso do solo nas cidades; monitorizar a dinâmica urbana; desenvolver indicadores urbanos e ambientais e elaborar cenários de crescimento urbano.

50% do total de área agrícola existente em 1950 e a área artificial aumentou em cerca de 114% da área existente em 1950 (fig. 3).

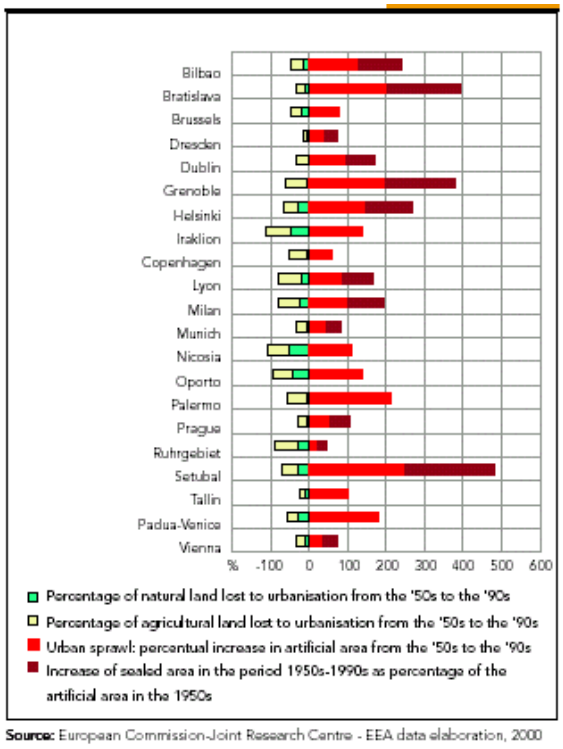


Fig. 3 - Áreas naturais e agrícolas perdidas por processos de urbanização em várias cidades europeias, desde meados de 1950 até 1990 (Resultados do Projecto Murbandy).

A este propósito, no trabalho de investigação para a sua dissertação de Mestrado, Helena Madureira (2000) mostra-nos os processos de transformação da estrutura verde no Porto, onde nos evidencia o "verde" do Porto nos finais do século XIX (1892) (fig. 4), contrastando com o "verde" existente em 1995 (fig. 5). A diminuição do verde na cidade é flagrante (H. Madureira, 2000).

Nos países mediterrânicos a urbanização tem sido especialmente rápida nas áreas costeiras devido, não só, ao desenvolvimento das actividades turísticas, mas também à atracção que essas áreas exercem, sobretudo nas classes sociais com maior poder de compra, para construção de segunda habitação. Estas pressões tendem a continuar ou até a aumentar nos próximos anos, mesmo nos países em que a taxa de urbanização é considerada baixa, como é o caso de Portugal.



Fig. 4 - A estrutura do verde do concelho do Porto em 1892. (Fonte: H. Madureira, 2000)

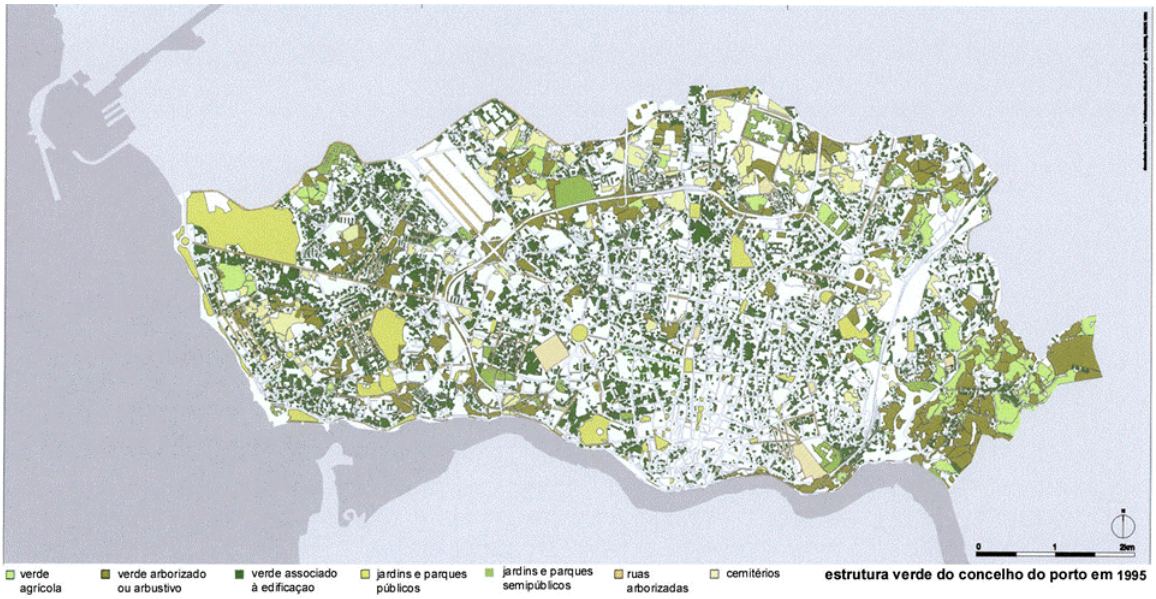


Fig. 5 – A estrutura do verde do concelho do Porto em 1995. (Fonte: H. Madureira, 2000)

A erosão hídrica do solo é um dos maiores problemas do Sul da Europa e é consequência, não só, de condições climáticas severas, principalmente o regime de chuvas - irregular e concentrado, como também de vertentes com declives acentuados, cobertura vegetal esparsa e práticas agrícolas pobres. Portugal é um dos países onde este processo de degradação do solo se verifica com alguma visibilidade, especialmente nas áreas de montanha, embora os fenómenos erosivos que ocorrem no Alentejo tenham vindo a ganhar progressiva importância na sequência da implementação da cultura de cereais de sequeiro que deixam a descoberto o solo, no final do verão, proporcionando acções erosivas intensas com as primeiras chuvas. O Plano Nacional da Política do Ambiente, de acordo com dados obtidos no Projecto Corine, refere que "Considerando 90% do território de Portugal, verifica-se que 69% apresenta alto risco de erosão, 24% médio risco e apenas 5% baixo risco" (MARN, 1995, p. 66). As áreas de alto risco cobrem, praticamente, a região Centro, que é onde se verificam as maiores altitudes, onde as manchas florestais são mais extensas e densas e onde os efeitos dos incêndios florestais mais se fazem sentir. Seguem-se as sub-regiões do Douro, com declives acentuados, e do Alto de Trás-os-Montes, com fraca vegetação, e Algarve, onde os factores climáticos e os desadequados usos do solo têm contribuído para acentuar os processos de erosão. Com uma taxa muito baixa de formação do solo, quaisquer perdas superiores a 1t/ha/ano poderão ser consideradas irreversíveis num espaço de tempo entre 50 a 100 anos (Down to earth, 2000, p. 7). Segundo cenários elaborados pela Comissão Europeia, espera-se que os riscos de erosão hídrica do solo nas áreas agrícolas aumentem, em 2050, para cerca de 80% (idem ibidem, p.14).

A deposição atmosférica, o uso abusivo de agroquímicos, as perdas durante os processos industriais e a deposição imprópria dos resíduos, são as maiores causas de contaminação de um solo. Com excepção da acidificação, não se considera haver uma difusão da poluição nos solos europeus. No entanto, a contaminação em áreas restritas (hot spots) é elevada. Contaminação difusa e local são tratadas como diferentes problemas do solo. Enquanto que a contaminação local é um problema de áreas restritas à volta da fonte de contaminação, a contaminação difusa é, normalmente, causada pelo transporte de contaminantes por uma área alargada, muitas vezes longe da fonte de contaminação. Inclui metais pesados, acidificação, concentração de nutrientes (eutrofização), etc. Refira-se, a este propósito, que a Comissão Europeia, após estudo realizado, indicou a existência, em Portugal, de 22 áreas vulneráveis à acumulação de

nitratos, considerando constituírem um factor de risco para a saúde pública. Já no que diz respeito ao uso de pesticidas, segundo informação da União Europeia (Down to earth, 2000, p. 23), é a área a sul do Tejo que vem referenciada como área que apresenta maior probabilidade de contaminação difusa.

A contaminação local é uma questão e uma preocupação recente e verifica-se, sobretudo, em áreas com elevada densidade de aglomerações urbanas e áreas com longa tradição em indústrias pesadas. O concelho de Gondomar é uma área com fortes probabilidades de apresentar casos de contaminação local. Embora muito já se tenha feito em termos de tratamento de águas residuais urbanas e selagem de lixeiras[3], a verdade é que estas abundam, clandestinamente, por todo o concelho e nas unidades agropecuárias, ainda se notam carências muito expressivas em termos de tratamento de efluentes.



Foto 1 – Lixeiras clandestinas na freguesia de S. Pedro da Cova. (Autor: C. Ferreira)

A situação mais frequente é a descarga directa em colectores de redes de drenagem urbana ou para pequenas linhas de água que funcionam como "esgotos colectivos". Como consequência, os solos e as bacias hidrográficas que servem o

[3] Das 335 lixeiras inventariadas no continente, não existe, actualmente, nenhuma em funcionamento. Foram consideradas encerradas todas as lixeiras no dia 25 de Janeiro de 2002.

concelho apresentam alguns problemas de poluição, nomeadamente no que diz respeito à presença de elevados teores de microorganismos fecais e de alguns metais pesados.



Foto 2 – As lagoas de Midões apresentam-se altamente poluídas. (Autor: C. Ferreira)

Os solos estão a tornar-se cada vez mais degradados física e quimicamente devido à erosão, exaustão e poluição. São as características próprias de um solo, como a sua capacidade de tampão, de filtro, de absorção e de recuperação rápida, que se transformam no seu pior inimigo. Muitas das vezes, os impactes dos diferentes usos na degradação do solo são evidenciados de forma indirecta, por exemplo, na contaminação das águas subterrâneas, e o aparecimento dos seus efeitos são lentos, quer ao nível da saúde pública quer ao nível dos ecossistemas.

Esta situação poderá, em parte, explicar o facto do público subestimar o risco de viver nas chamadas *áreas de risco* e de não se ter, ainda, promovidas políticas específicas de protecção do solo tal como se fez para o ar e para a água. Não existe, a nível Europeu, uma política organizada de protecção do solo, tal como existe para a água e ar. Existe sim, uma "Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece um Quadro de Protecção do Solo e altera a Directiva 2004/35/CE". O código deste documento é *COM(2006) 232 final – 2006/0086 (COD).*

A atenção do público para este tipo de problemas tem aumentado substancialmente devido à maior informação prestada pelos *media*, autoridades públicas e ONGs. A política ambiental começa, agora, a dedicar mais atenção à quantidade e qualidade dos solos que constituem uma parte essencial de numerosos ecossistemas.

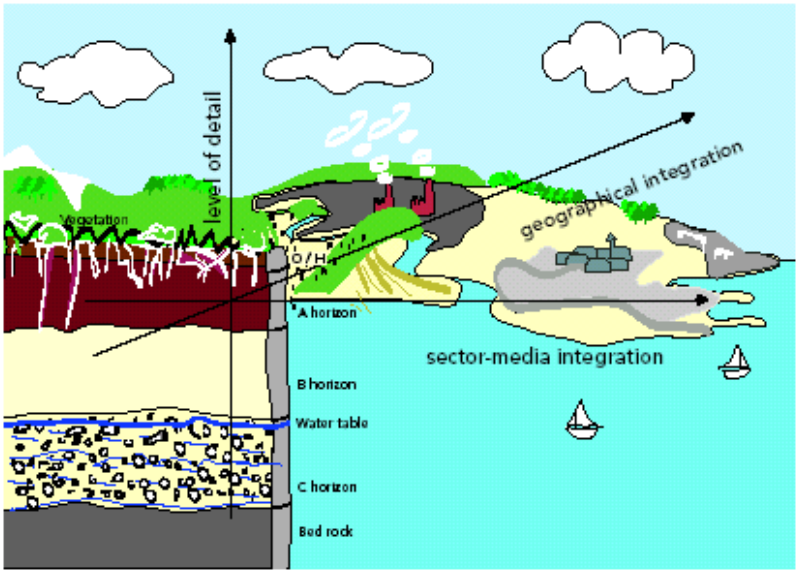
Os solos europeus possuem uma enorme variabilidade espacial, tendo sido identificados mais de 320 principais tipos de solos. Cada um destes tipos de solos suporta funções diversas e regista diferentes susceptibilidades às diferentes pressões a que estão sujeitos. É fundamental o aprofundamento do conhecimento sobre o seu funcionamento, conhecimentos que podem servir de apoio à tomada de decisão sobre a atribuição deste recurso limitado aos múltiplos usos que o reclamam. A protecção do solo deve, pois, ser baseada no princípio da sua "multifuncionalidade", isto é, uma exploração ecologicamente sustentável pressupõe que as várias funções que um solo pode ter não devem ser reduzidas em resultado das diferentes actividades humanas.

Na Europa, estamos agora a testar os limites da capacidade rápida de recuperação dos solos e as suas capacidades multifuncionais (Down to earth, 2000, p.5). O alargamento da União Europeia nestes primeiros anos do séc. XXI, o aumento e intensificação da produção agrícola e industrial nos novos estados membros e a expansão das áreas construídas e infraestruturas, exercerão enormes pressões sobre o solo na Europa. As políticas e leis existentes bem como os seus mecanismos de aplicação, poderão revelar-se ineficazes para um ordenamento sustentável do solo, a não ser que se providencie uma integração das medidas de protecção do solo com políticas económicas sectoriais.

O princípio da precaução, avançado pela Conferência de Bergen em 1990 e aceite desde a Cimeira da Terra (Rio de Janeiro, 1992), refere a importância de não se esperar por certezas absolutas para se tomar as medidas que se impõem no sentido de prevenir os danos no ambiente. Esta atitude preventiva tem permitido abrir um pouco o sistema fechado em que as tradicionais ciências ambientais se encontram, alargando o leque de disciplinas e começando a procurar relações de impacte e relações de compatibilidade entre todas.

Como o solo tem múltiplos usos, as considerações sobre este recurso natural devem ter uma perspectiva ampla (fig. 6), isto é, as políticas de avaliação e protecção do solo devem ser integradas a vários níveis: administrativo (do local, ao europeu e ao global), sectorial (actores económicos e questões ambientais) e geográfico (paisagem, urbano, rural, montanhas e zonas costeiras).

A Agência Europeia do Ambiente (AEA) concebeu uma estrutura conceptual aplicada aos solos, a abordagem DPSIR (fig. 7), que vem, mais uma vez, demonstrar a importância da visão holística desta problemática e mostrar, também, que a Geografia pode dar resposta a esta estrutura conceptual.



Fonte: *Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe. A challenge for the 21st century*. Environmental issue series, nº 16, UNEP and EEA, Copenhagem, 2000, p. 27.

Fig. 6 - Integração da temática *solo* nas políticas ambientais e sectoriais.

A importância da **perspectiva geográfica** na abordagem desta temática reside no facto da Geografia operar na fronteira entre as ciências físicas e as ciências sociais; esta visão holística possibilita aos geógrafos não só perceber, no espaço e no tempo, os problemas ambientais, mas também os sistemas institucionais envolvidos na gestão desses mesmos problemas (M. Newson, 1992; C. Ferreira, 1996/7).

A Geografia Física do século XXI, talvez influenciada pelos *media*, talvez querendo aproveitar esta oportunidade que tem para se afirmar como uma ciência integradora, talvez querendo mostrar o seu sentido de responsabilidade na protecção do ambiente, está cada vez mais interessada em estudar os processos actuais como avisos de uma Natureza diferente e ajudar a criar uma maior sensibilidade a este novo padrão de mudança ambiental. O largo conhecimento sobre o funcionamento dos sistemas ambientais que a Geografia Física possui, permite-lhe ser capaz de conhecer a dinâmica

dos processos responsáveis pela degradação do solo, bem como os factores que lhe dão origem, no sentido de avaliar os impactes e promover medidas de mitigação do problema.

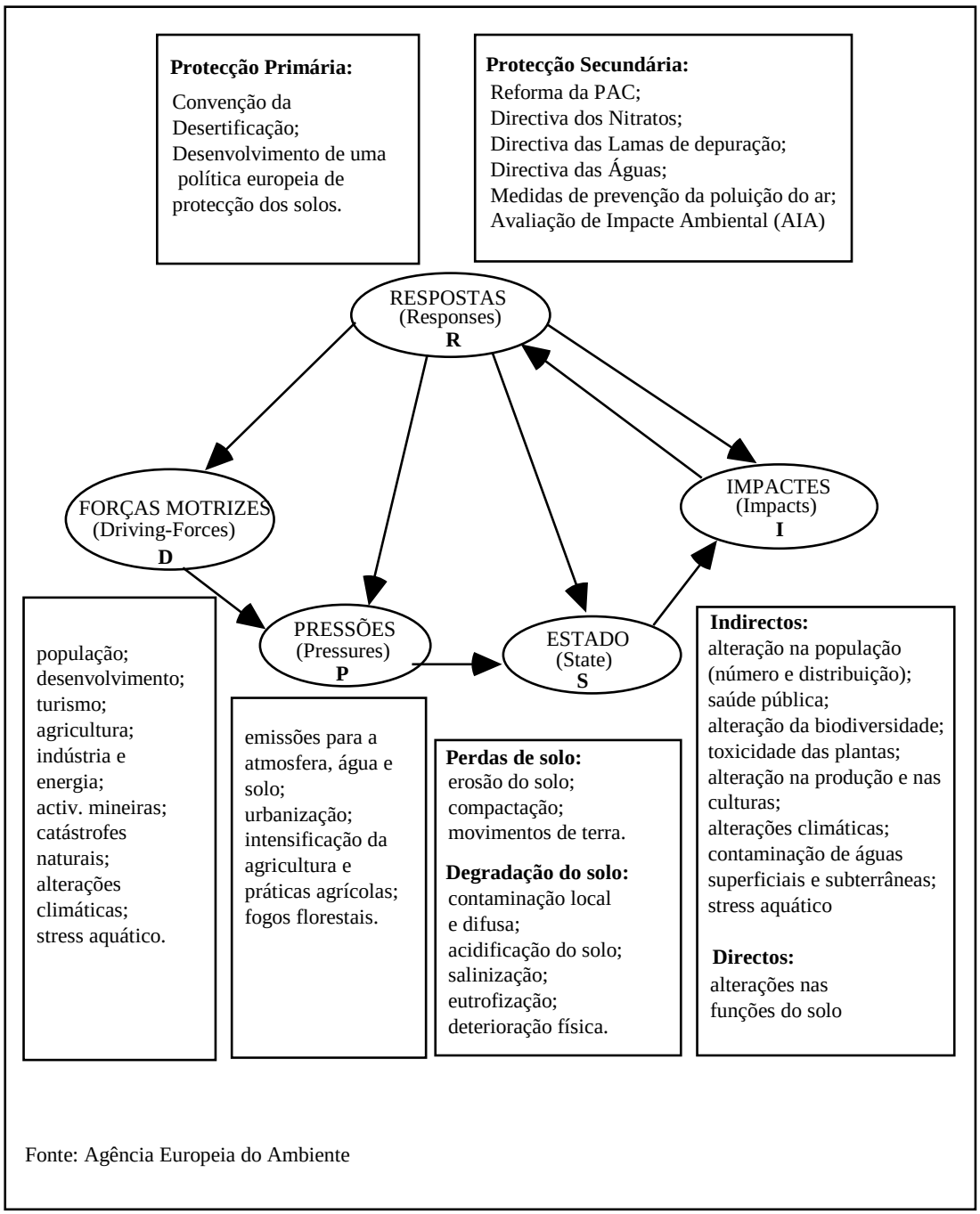


Fig. 7 - Estrutura conceptual da abordagem DPSIR aplicada ao solo.

CAPÍTULO II

DEGRADAÇÃO DO SOLO – REFLEXÃO EM TORNO DE CONCEITOS

> O significado das palavras não entendido, pode provocar "distúrbios" ou "ruídos" na mensagem a transmitir.

1. ASPECTOS GERAIS

O desenvolvimento sustentado da biosfera tem-se tornado, nos últimos anos, numa questão de interesse crescente por parte de cientistas, planeadores e políticos que, cada vez mais preocupados com os impactes, reais e previsíveis, gerados pelas interacções entre as diferentes actividades humanas e o ambiente, procuram, analisando os novos padrões de uso do solo e identificando os factores críticos, encontrar limiares para uma exploração sustentada dos recursos naturais. O *solo* é, indubitavelmente, um dos mais importantes componentes do ambiente, no entanto, é talvez o recurso natural mais "maltratado e subvalorizado", devido à sua multifuncionalidade e à falta de legislação específica concentrada.

Quando uma ciência se desenvolve e se especializa enriquece necessariamente a sua terminologia, quer recorrendo à linguagem corrente, aos dialectos regionais, às línguas estrangeiras, quer recriando palavras a partir de raízes gregas, latinas e outras. Devido à actual organização da ciência, os especialistas são fundamentalmente orientados pela disciplina que representam e não tanto pelas temáticas que estudam. Tal

facto traduz, entre outras implicações, um hermetismo da linguagem utilizada nas diferentes especialidades e uma imprecisão de conceitos que urge corrigir. Conceptualizar ou definir seja o que for, não nos parece tarefa fácil, nem fácil se torna a aplicação desses conceitos sem suscitar confusões.

2. EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA DO SOLO

Não podemos falar da ciência do solo e dos conceitos a ela associados sem falar de Vassilii Dokuchaev (1846-1903) um geógrafo russo (fig.8) considerado por todos os cientistas que estudam a temática, como o fundador da Ciência do Solo. Foi na Universidade de São Petersburgo, de Física e Matemática, que começou o estudo do solo em testemunhos quaternários de um vale do rio Kachnya na aldeia Milukovo, terra natal de Dokuchaev.



Fig. 8 – Vassilii Vasil'evich Dokuchaev (1846-1903). O fundador russo da Ciência do Solo. Fonte: www.answers.com

Foi com o "*Estudo de um Solo Nativo*" que Dokuchaev se iniciou nesta temática e seguiu toda a sua vida científica ligado à ciência do solo. Realizou e coordenou pesquisas diversas em São Petersburgo e seus arredores. Foi convidado pelo Governo

Russo, em 1875, a elaborar um Mapa de Solos da parte europeia da Rússia, que se tornou o momento base em criatividade científica e no destino de Dokuchaev. Este investigador viria a desenvolver a Classificação de Solos e a sua descrição e, pela primeira vez, desenvolveu princípios de Cartografia de Solos. Com 30 anos de idade, pesquisou durante oito meses (entre 1877 e 1878) uma área de, aproximadamente, 1000 hectares. O estudo foi realizado na região de Chernozem na Rússia. Realizou um trabalho enorme que foi publicado 5 anos depois, em 1883, com o título de "*Russian Chernozem*". Os cientistas que se seguiram reconhecem que, com este trabalho, Dokuchaev marca o nascimento de uma nova ciência – a Pedologia. No vocabulário Internacional das Ciências do Solo, muitos termos que existem hoje, provêm deste trabalho (chernozem; podsol; gley; solonets).

Foi, então, nos primeiros anos de 1870, que a Escola Russa das Ciências do Solo, sob a responsabilidade do geógrafo Dokuchaev, desenvolveu um novo conceito de *solo*. Até então, o *solo* era considerado um produto das transformações físico-químicas operadas nas rochas, um substrato morto a partir do qual as plantas obtinham os elementos minerais nutritivos. Solo e rocha mãe eram, de facto, equiparados. Dokuchaev introduziu a ideia de que a variação geográfica dos tipos de solos podia ser explicada não apenas em relação ao material original, mas também a factores climáticos, topográficos e organismos (vegetação e fauna) existentes no local da sua formação, bem como o tempo necessário para a pedogénese se realizar. Assim sendo, considerou o *solo* como um corpo natural independente, com propriedades únicas, resultantes das combinações locais desses diversos factores. O *solo* passa então a ser considerado como um corpo distinto da rocha-mãe. Um conceito revolucionário nas ciências do solo.

Entretanto, nos Estados Unidos da América, E. W. Hilgard (1860) e G. N. Coffey (1912) foram os cientistas que mais se preocuparam em desenvolver o conceito de *solo*, que só se formulou depois de muitos dados obtidos em trabalho de campo.

Eugene Hilgard foi um grande investigador Americano sobre o solo em terras agrícolas. Hilgard trabalhava no Estado da Califórnia e não tinha ajudas financeiras do Estado para elaborar os mapas de solos da Califórnia. O Professor Milton Whitney, que leccionou cursos de solos na Universidade de Maryland, foi destacado como novo

Chefe de Divisão de Solos Agrícolas do USDA, em 1894, e tinha por missão elaborar os mapas de solos de áreas agrícolas de toda a Nação Americana. Hilgard e Whitney entraram em desacordo no que diz respeito às propriedades e origens do solo desde o início dos anos de 1890, quando se formou o *National Soil Survey*. Whitney, geólogo, acreditava que a fertilidade do solo era essencialmente inerente a todos os solos desde que tivessem a textura certa e muita humidade. Por sua vez, Hilgard e muitos outros cientistas, sabiam que a química dos solos seria a chave para a fertilidade desses solos, apesar de atribuir uma importância média quer à textura, quer à humidade do solo.

Apesar dos estudos de Hilgard (fig. 9), o maior passo dado no sentido de se estabelecer um conceito de solo, mais satisfatório, foi apresentado por G. N. Coffey, que refere que a classificação ideal para se ter um sistema hierarquizado, deve basear-se na única característica de um *solo* como sendo "um corpo natural, com uma génese definida e distinta da sua natureza e que ocupa uma posição independente da sua formação, constituindo a superfície da Terra" (Cline, 1977, *in*: http://soils.usda.gov/technical/).

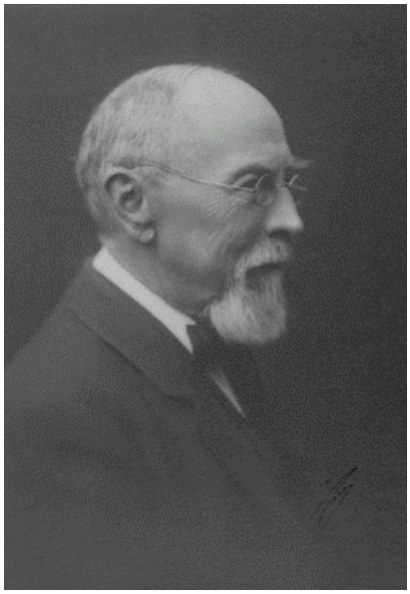


Fig. 9 – E. W. Hilgard um dos mais importantes investigadores americanos sobre o conceito de solo. (Fonte: http:// www.pssac.org)

Provavelmente alheios à problemática existente entre os investigadores americanos, os russos vão avançando nas suas investigações a respeito do solo, tornando o seu conceito de solo, acima descrito, revolucionário na ciência do solo. Os

americanos tomam conhecimento dos trabalhos dos investigadores russos em 1914, através de uma publicação alemã de K. D. Glinka (fig.10) e, especialmente, através da tradução para inglês por C. F. Marbut, em 1927 (http://soils.usda.gov/technical/).

(a) (b)



Fig. 10 – Glinka, investigador da Escola Russa (a) e foto do 1º Congresso Internacional da Ciência do Solo, em Washington DC, de 13 a 22 de Junho de 1927 (b).

Fonte: EriKa Michéli. Szent István University, Hungary.

Sob a liderança de Marbut, o conceito russo de *solo* foi amplamente divulgado e adaptado às condições dos Estados Unidos. Tal como mencionamos anteriormente, este conceito enfatiza a subordinação das propriedades individuais do perfil do solo a condições externas e à geologia do terreno. Em 1930, os dados disponíveis sobre solos americanos, foram sumariados e interpretados de acordo com este conceito e revistos por Marbut no seu trabalho sobre os solos dos Estados Unidos (Marbut, 1935). O primeiro sistema formal de classificação dos solos foi, então, introduzido nos Estados Unidos por Marbut, em 1930. O sistema possuía, no entanto, sérias limitações.

Durante os anos 30, a formação do solo foi explicada sem grande exactidão, em termos vagos, baseada em processos como "podzolização", "laterização" e "calcificação". Estes pareciam ser os únicos processos responsáveis pela observação de propriedades comuns de solos de uma região. Mas os vários estudos entretanto realizados vão modernizando o conceito de *solo*.

Após 1930, a morfologia do solo passou a ser descrita através de um largo número de propriedades. O desenvolvimento de técnicas mineralógicas de estudo das argilas

acentuou a necessidade de estudos laboratoriais para a identificação e compreensão dos solos.

No início dos anos 50 o "United States Soil Conservation Service" começou a desenvolver um novo método de classificação do solo e, em 1952, Guy Smiths publica a 1ª edição de uma taxonomia do solo. O processo de desenvolvimento deste novo sistema de classificação demorou uma década a ficar completo. Em 1960, o processo de revisão ficou concluído e a "Seventh Approximation Soil Classification System" foi introduzida. Desde 1960 que o sistema de classificação dos solos tem sofrido algumas modificações estando, actualmente, sob alçada do "Natural Resources Conservation Service" (NRCS), que pertence ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).

Em 1974, a FAO – UNESCO, publica o Mapa de Solos do Mundo, à escala 1: 5 000 000 com a sua respectiva legenda que, em 1988, é revista e modificada de acordo com os avanços que a ciência do solo vai tendo.

Em 1975, o "Soil Survey Staff, USDA" publica a "Soil Taxonomy". Esta versão foi sendo melhorada apresentando, actualmente, seis níveis de classificação numa estrutura hierárquica. As divisões mais importantes neste sistema de classificação, partindo do geral para o específico, são: ordem; subordem; grandes grupos; subgrupos; famílias e séries. Neste nível mais específico de organização, o sistema de classificação dos solos nos Estados Unidos reconhece, aproximadamente, 15 000 diferentes séries de solos. Ao nível das ordens, reconhece 12 ordens distintas: oxisols; aridsols; mollisols; alfisols; ultisols; spodsols; entisols; inceptisols; vertisols; histosols; andisols e gelisols (introduzida em 1999).

Entre os cientistas das ciências do solo gera-se uma enorme preocupação. Em 100 anos de uma ciência do solo moderna, ainda não tinha sido adoptada, universalmente, um sistema de classificação do solo. Em 1980, numa reunião da *International Society of Soil Science* (ISSS), em Sofia, Bulgária, sob os auspícios da FAO – UNESCO surge a "International Reference Base (IRB) for Soil Classification", que mais tarde se tornaria na "World Reference Base (WRB) for Soil Resources". O objectivo da IRB era o de harmonizar as classificações de solos existentes, de modo a permitir um acordo internacional para os principais grupos de solos e, assim, permitir que os mesmos fossem reconhecidos a uma escala global, bem como os critérios e metodologias a serem aplicadas para os definir.

De acordo com esta nova classificação (IRB), a legenda do Mapa de Solos do Mundo da FAO, foi, então revista em 1988.

Várias reuniões da ISSS foram sendo feitas de modo a estabelecer progressos neste novo sistema de classificação. Em 1992, em Rennes, a IRB torna-se na World reference Base for Soil Resources (WRB). A primeira versão "rascunho" da WRB, foi apresentada no *15th World Congress of Soil Science*, em Acapulco, México, em 1994.

Em 1998, a *International Union of Soil Sciences* aprova a 1ª edição da WRB como documento oficial de sistema de correlação de solos para todos os cientistas. Esta Base de Referência para os solos do Mundo continua com o esquema básico definido para a legenda do Mapa Mundial de Solos (FAO-UNESCO), mas introduz profundas alterações em todos os níveis (horizontes diagnósticos, propriedades diagnosticas, materiais diagnósticos, grupos de solos e unidades-solo). A Comissão Europeia elege a WRB para harmonizar os mapas de solos e as bases de dados para a Europa. Em 2006, é apresentada no *18th World Congress of Soil Sciences*, em Filadélfia, E. U. A., a 2ª edição da WRB for Soil Resources.

Estas publicações (quadro1) reflectem o conhecimento das principais organizações envolvidas no seu desenvolvimento: *Soil Survey Staff* (USDA); *International Society of Soil Science* (ISSS); a *International Soil Reference and Information Centre* (ISRIC) e a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO).

Quadro 1 – Cronologia das principais alterações na Classificação dos Solos

CRONOLOGIA	**PRINCIPAIS ALTERAÇÕES NA CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS**
1930	1º Sistema formal de Classificação dos Solos nos EUA (C. F. Marbut)
1952	1ª edição da "Soil Taxonomy" com "Diagnostic Approach" (Guy Smiths)
1960	"Seven Approximation Soil Classification System"
1974	Mapa de Solos do Mundo, à escala 1: 5 000 000 (FAO-UNESCO)
1975	"Soil Taxonomy" publicada por "Soil Survey Staff, USDA"
1980	International Reference Base (IRB) for Soil Classification (FAO-UNESCO)
1988	Revisão da legenda do Mapa de Solos do Mundo (FAO-UNESCO)
1992	IRB torna-se na World Reference Base (WRB) for Soil Resources
1994	Versão "rascunho" da WRB, apresentada no *15th World Congress of Soil Science*
1998	1ª edição da WRB aprovada na *International Union of Soil Sciences*
2006	2ª edição da WRB apresentada no *18th World Congress of Soil Sciences*

A WRB é tida como um documento que permitirá facilitar a comunicação entre os diversos cientistas do Mundo cujos trabalhos científicos estão relacionados com a ciência do solo, no sentido de identificar e caracterizar os principais tipos de solo, e não como uma forma de substituir os sistemas nacionais de classificação dos solos. O objectivo da WRB é constituir-se como o denominador comum através do qual os vários sistemas nacionais possam ser comparados. Deve, por isso, ser entendida como uma ferramenta para estabelecer uma maior correlação entre os vários sistemas nacionais.

3. O *SOLO* COMO RECURSO

Embora não exista uma definição estandardizada para o *solo*, é do senso comum que este é constituído por matéria mineral proveniente da meteorização das rochas à superfície, pode ou não conter matéria orgânica e, na maior parte das vezes, contém ar e água. Pode ter uma espessura de alguns milímetros ou de vários metros e está presente na maior parte da superfície da Terra. Servindo de interface entre a geosfera, a hidrosfera, a biosfera e a atmosfera, o *solo* representa o produto final de um conjunto complexo de processos que interagem e que operam numa vasta escala temporal. O *solo* determina o potencial agrícola de uma área, influencia muitos processos geomorfológicos e hidrológicos e marca profundamente, em muitos aspectos, os processos de ocupação em áreas rurais e urbanas.

Mas, a mais recente concepção de *solo* está apresentada na World Reference Base (FAO, 2006) referindo que "O objecto classificado na WRB é: qualquer material nos primeiros 2 metros a partir da superfície terrestre, que está em contacto com a atmosfera, com excepção de organismos vivos, áreas de gelo contínuo não cobertas por outro material e corpos de água de profundidade superior a 2 metros. A definição inclui os afloramentos rochosos, solos urbanos pavimentados, solos de áreas industriais, solos em cavernas, bem como os solos subaquáticos".

A interpretação em torno do conceito de *solo* e a sua importância variam de acordo com os diferentes sectores da sociedade, bem como com os interesses dos

profissionais das diferentes áreas que intervêm no seu estudo. Em Geografia, o *solo* é entendido como o suporte físico das actividades humanas (eventualmente do edificado) e como suporte biofísico quer de ecossistemas naturais estabilizados, quer de actividades agrícolas, florestais e extractivas. Pode, então, ser utilizado de duas formas fundamentalmente diferentes: como solo que fornece produtos agrícolas, florestais e minerais (*solo produtivo*) e como solo que é suporte de edificações, parque de materiais, espaços verdes de recreio ou de lazer (*solo suporte*). A sua dimensão territorial e as suas características biofísicas são, por isso, importantes para a distribuição e localização dos diferentes usos (Paulo V. Correia, 1993).

Pedro Casimiro (2002), no seu texto "Acerca do conceito de uso do solo e mudança de uso do solo" faz uma reflexão sobre as diferentes concepções e nomenclaturas utilizadas por quem aborda temáticas que se referem ao solo, focando e comparando expressões portuguesas e inglesas, tais como: *Soil – Solo*; *Land – Terra*; *Land cover – Coberto /Coberto vegetal*; *Land use – Uso do solo*.

Este tipo de reflexão não é tarefa fácil, já que as diferentes riquezas linguísticas dificultam, por vezes, a atribuição de um significado de apenas uma palavra, utilizando-se, para o efeito, expressões mais extensas para reproduzir a ideia.

O quadro 2 resume, não só, a reflexão feita por Pedro Casimiro, como também se lhe acrescenta uma reflexão feita por nós, através de pesquisa diversa sobre o assunto.

Depois de explorada a evolução do conceito de *solo*, e se o senso comum nos ajuda a definir tal conceito, o mesmo não acontece quando em inglês nos referimos a *Land*. *Land* é Terra? É solo? É espaço? Quando na bibliografia anglosaxónica nos referimos a *Land*, como traduzir o termo? Em qualquer vulgar dicionário de Inglês-Português como, por exemplo, o da Porto Editora na sua edição de 1984, encontramos como sinónimo de *Land*, "terra" ou "a parte sólida da superfície terrestre"; "solo"; "terreno"; "propriedade rural"; ou ainda, "país"; "nação". Creio que mesmo desconsiderando estes dois últimos significados na literatura específica da temática das ciências do solo, ainda nos restam alguns significados para nos causar alguma confusão...

Quadro 2 – Breve reflexão sobre os conceitos associados ao recurso natural solo

SOIL / SOLO	LAND / TERRA	LAND COVER / COBERTO ou COBERTO VEGETAL	LAND USE / USO DO SOLO
Dokuchaev, V (1883) – considera o solo como um corpo natural com uma génese e uma história de evolução própria; um corpo natural onde se desenvolvem processos complexos e multiformes. Segundo Dokuchaev, o solo desenvolve-se como resultado da interacção de vários factores: material original, clima, organismos (vegetação e fauna), topografia e tempo. O solo é considerado diferente da rocha-mãe. Soil Survey Manual (1975) – "O solo tem o seu limite superior na atmosfera ou, quando submerso, numa camada de água pouco profunda. Nos limites laterais transita gradualmente para águas profundas ou áreas estéreis constituídas por rocha ou gelo. O seu limite inferior é,	Hoover, E. M.; Giarratani, F. (1984) – "*Land*, primeiro e antes de mais, denota espaço [...] As suas qualidades incluem atributos, tais como, os topográficos, estruturais, agrícolas e propriedades minerais locais, o clima, a disponibilidade de ar puro e água e, finalmente, um conjunto de características ambientais imediatas, tais como, a tranquilidade, privacidade, aparência estética, etc." Raison, J. P. (1986) - "Solo que se pisa ou sobre o qual se caminha, espaço das actividades humanas, ligada ao vivido, o elemento sólido em relação aos oceanos. [...] Terra é a antítese de espaço [espaço cósmico], que é uma entidade sem vida [...] espaço é aquilo que se sobrevoa e não sobre o qual se caminha, o que se domina	Manual CORINE (1994) - Corresponde "...à descrição biofísica da superfície da terra. É aquilo que se sobrepõe ou cobre o solo. (...) áreas de vegetação (árvores, mato, campos e prados), solo a nu, superfícies duras (rochas, edifícios) e áreas húmidas ou "corpos de água" (rios, ribeiras, pântanos, sapais)." Turner, B. L., *et al* (1995) – "... *Land cover* descreve o estado biofísico da superfície da terra [*land*] como terra de cultivo, montanhas ou florestas" Moser, S. C. (1996) – "Originalmente o termo referia-se ao tipo de vegetação que cobria a superfície da terra [*land surface*], mas foi alargado subsequentemente para incluir estruturas humanas, tais como	ITC[1]- "... é a série de operações na *terra*, levadas a cabo pelos humanos, com a intenção de obter produtos e/ou benefícios através da utilização dos recursos dessa *terra*." Manual CORINE (1994) "...corresponde à descrição sócio-económica de áreas (dimensão funcional): áreas usadas para fins residenciais, industriais ou comerciais, para a agricultura ou floresta, para a recreação ou conservação, etc." Skole (1994) – "*Land use* corresponde ao trabalho do Homem num tipo de *land cover*, ou seja, corresponde aos processos através dos quais a actividade humana se apropria dos resultados de uma rede de produção primária, determinada por

[1] http://www.itc.nl - International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation

talvez, o mais difícil de definir. O solo inclui os materiais próximos da superfície que diferem do material rochoso subjacente como resultado da interacção, ao longo do tempo, do clima, dos organismos vivos, do material originário e do relevo. Normalmente, a sua variação é gradual até ao limite inferior com o material originário, onde cessa a actividade biológica, e coincide com a profundidade de enraizamento das plantas perenes nativas." Lemonnier, P. (1986) - "O *solo*, entendido como a camada superficial do globo terrestre, é um sistema dinâmico, sede de fenómenos físico-químicos e biológicos estreitamente interligados." World Reference Base (FAO, 1998) – " … um corpo natural contínuo que apresenta 3 dimensões espaciais e uma temporal. As 3 principais características que dizem respeito ao solo são:	e não o que se trabalha [...]" Mather, A. S. (1986) – "a terra (land) possui um certo número de aspectos e atributos: a sua natureza física e biológica e a sua produtividade em termos ecológicos, como espaço vital para instalação de "coisas" e como Paisagem." Wolman, M. G. (1987) - "O termo *Land* é usado num sentido integrante (...) para referir um conjunto de atributos dos recursos naturais num perfil, desde a atmosfera acima da superfície até alguns metros sob a superfície da "terra". Os principais atributos dos recursos naturais são o clima, as formas de relevo, solo, vegetação, fauna e água." FAO (1995) – "Land é uma área delineável da superfície da Terra, englobando todos os atributos da biosfera imediatamente acima ou abaixo dessa superfície, incluindo os do clima perto da	edifícios ou pavimento, bem como outros aspectos do ambiente físico, tais como solos, biodiversidade ou água subterrânea". FAO (1997) - "É o *coberto* (bio)físico observado da superfície da terra. Quando se considera *land cover* num sentido puro e estrito (...) deve ser confinado à descrição da vegetação e estruturas feitas pelo Homem. Consequentemente, áreas onde a superfície consiste em afloramentos rochosos ou solo a nu, descrevem mais a própria *terra* do que o *land cover*, mas na prática a comunidade científica descreve todos estes aspectos sob o termo *land cover*." Casimiro, P. C. (2002) – "... *land cover* pode ser equiparado ao conceito de *coberto*, elementos – objectos físicos que existem na superfície. No entanto, em português, a designação mais corrente é *coberto vegetal*, o que põe um problema:	produção primária, determinada por factores sócio-económicos complexos. Meyer, W. B. ; Turner II, B. L. (1994) – "*land use* refere-se aos objectivos humanos que estão associados a um *coberto*, por exemplo, criar gado, recreação, ou vivência humana [...] um *uso do solo* pode corresponder a um só *coberto*: por exemplo, pastoreio em pastos naturais" FAO (1996) - "É caracterizado pelos arranjos, actividades e *inputs* que as pessoas levam a cabo num certo *coberto* [*land cover*] para produzir, para o modificar ou para o manter. Esta definição (...) estabelece uma ligação directa entre coberto [*land cover*] e as acções das pessoas no seu ambiente." Silva (1998) – Uso do solo é produto das decisões humanas, obedecendo não a visões imediatistas mas prospectivas"

- É constituído por material orgânico e mineral e inclui fases sólida, líquida e gasosa. - Os constituintes estão organizados em estruturas, específicas do meio pedológico. Estas estruturas formam os aspectos morfológicos da cobertura do solo, equivalente à anatomia de um ser vivo. Resultam da história da cobertura do solo e da sua actual dinâmica e propriedades. O estudo da estrutura da cobertura do solo facilita a percepção das propriedades físicas, químicas e biológicas; permite compreender o passado e o presente do solo e prever o seu futuro. - O solo está em constante evolução, o que confere ao solo a sua quarta dimensão, o tempo.”	superfície, o solo e a morfologia do terreno, a hidrologia de superfície (incluindo lagos, rios, pauis e pântanos), os estratos sedimentares perto da superfície e as reservas aquíferas associadas, as populações de plantas e animais, os padrões de ocupação humana e os resultados físicos da actividade humana presente e passada (terraços, estruturas de armazenamento e drenagem de água, estradas, edifícios, etc.)” FAO (1996) – “Land é uma área da superfície da Terra”	os casos em que este não existe (há solo, rocha ou construções humanas) e aqueles em que existe água. Não obstante o uso do conceito é corrente e absolutamente aceite, embora paradigmaticamente, “*coberto*” fosse menos restrito que “*coberto vegetal*”.	Pardal e Costa Lobo (2000) – “Uso do solo é a expressão física de uma paisagem e um conjunto de referenciações sociais”

World Reference Base (FAO, 2006) – “O objecto classificado na WRB é: qualquer material nos primeiros 2 metros a partir da superfície terrestre, que está em contacto com a atmosfera, com excepção de organismos vivos, áreas de gelo contínuo não cobertas por outro material e corpos de água de profundidade superior a 2 metros. A definição inclui os afloramentos rochosos, solos urbanos pavimentados, solos de áreas industriais, solos em cavernas, bem como os solos subaquáticos.”			

A análise das várias propostas de interpretação do conceito permite-nos concluir que, quando nos referimos a *Land*, nos queremos referir a um espaço, a uma área da superfície da Terra num sentido integrante, ou seja, a um espaço e ao conjunto de atributos que esse mesmo espaço possui (quadro 2).

Mas se o conceito de *Land* nos parece pouco problemático, o mesmo não poderemos dizer de *Land Cover* e *Land Use*, até porque, em algumas situações nos parecem estar interligados. No entanto, em termos conceptuais, *Land use* e *Land Cover* não são sinónimos.

Segundo Moser (1996), originalmente o termo *Land Cover* referia-se ao tipo de vegetação que cobria a superfície da terra mas foi alargado, subsequentemente, para incluir estruturas humanas tais como edifícios ou pavimentos, bem como outros aspectos do ambiente físico, tais como solos, biodiversidade ou água subterrânea. Para Pedro Casimiro (2002), em português, o conceito é utilizado mais no sentido de *coberto vegetal*, o que coloca um problema quando essa cobertura vegetal não existe, como no caso da existência de construções humanas, rocha ou água. Não obstante esta problemática, o uso do termo *Land Cover* associado ao *coberto vegetal* é corrente e absolutamente aceite em Portugal, embora, segundo o autor e de acordo com Moser, a palavra "*coberto*" fosse menos restrita.

Quanto a *Land Use/Uso do solo* e segundo o manual CORINE (1994) "corresponde à descrição sócio-económica de áreas (dimensão funcional): áreas usadas para fins residenciais, industriais ou comerciais, para a agricultura ou floresta, para recreação ou conservação, etc." Ou seja, *Land use/Uso do solo* corresponderá a uma estratégia de gestão de um *coberto (Land Cover)* por agentes humanos. Assim sendo, existe diferenças entre *Land Cover* e *Land U*se, pois enquanto a primeira se refere à caracterização física, química ou biológica da superfície da terra, a segunda refere-se aos objectivos humanos que estão associados a esse *coberto*. Um *uso do solo* pode corresponder a um só *coberto*, por exemplo, pastoreio em pastos naturais, mas, por outro lado, um único *coberto* pode estar associado a vários usos, como por exemplo, uma floresta pode estar associada à caça, à recolecção, recolha de lenha, recreação, conservação da vida selvagem, etc.

A mudança de *uso do solo* pode originar mudanças de *coberto*, mas o *coberto* pode mudar mesmo que o *uso do solo* se mantenha. Existem, de facto, ligações entre *coberto* e *uso do solo* mas estas nem sempre são evidentes e, ao contrário do *coberto*, o *uso do solo* nem sempre é fácil de determinar ou "observar" (Manual CORINE, 1994).

Estas indefinições, confusões e sobreposições relativas a estes dois conceitos têm impacto no desenvolvimento de sistemas de classificação, recolha de dados e sistemas de informação em geral. As fotografias aéreas ou imagens de satélite podem ser correlacionadas com o *coberto* e utilizadas para o cartografar, mas o *uso do solo* pode ser relacionado com o *coberto* e utilizado como passo intermédio para o cartografar. Utilizando os exemplos, claros, de P. Casimiro (2002), "o mato, enquanto *coberto*, os seus usos podem ser múltiplos: nenhum uso humano específico, coutada, pastagem para gado, utilização para apicultura ou protecção para efeitos de conservação da natureza. (...) dificilmente é aceitável considerar mato como um uso do solo, pois pode não ter nenhum ou ter vários. (...) outro caso diz respeito ao coberto herbáceo. Pode ser um campo abandonado (sem uso) ou um pousio (com um uso no contexto da rotação cereal - pousio), mas sendo um pousio pode constituir uma pastagem ou não (...) [pode] ter dois usos distintos, em simultâneo ou não." Por último, e recorrendo novamente a exemplo apresentado por P. Casimiro (2002), se pensarmos num solo a nu, este tanto pode ser um terreno lavrado (uso agrícola), um terreno cuja vegetação foi removida para reflorestação (uso florestal), uma área de expansão urbana (uso urbano) ou uma área muito degradada onde o coberto herbáceo não se consegue desenvolver (sem uso aparente). Como vemos, nem sempre é fácil atribuir um *uso do solo* a um tipo de *coberto*...dificilmente observável através de imagens de satélite ou fotografias aéreas. No entanto, em alguns casos, o uso do *coberto* pode perspectivar-se, mas nunca com um grau de certeza absoluta.

Segundo Briassoulis (2000), nos anos 90, os estudos que surgiram sobre as *modificações do uso do solo*, não foram excepção ao arrebatador impacto do Relatório Bruntland e ao conceito de desenvolvimento sustentável. Uma preocupação, quase universal, sobre as mudanças globais ambientais, ganhou terreno e impulsionou um grande número de investigadores e iniciativas políticas em todo o mundo, sobretudo depois da cimeira do Rio em 1992. Como exemplos, podemos citar, entre outros, as iniciativas das investigações da FAO, da Agência Europeia do Ambiente (EEA), bem

como as Convenções das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNCCC), Desertificação (UNCCD), etc.

A *modificação do uso do solo* foi, desde logo, reconhecida como uma componente significativa do sistema ambiental pois "os solos suportam a mais visível, senão a mais profunda, impressão das acções antrópicas" (Kates *et al*. 1990). Em simultâneo, os vários campos científicos que contribuem para os estudos sobre a *modificação do uso do solo* evoluíram em termos de teorias, modelos e tecnologia. Estudos interdisciplinares foram levados a cabo englobando domínios científicos diversos, quer na área do ambiente quer na área social, já que a resposta à maior parte dos problemas ambientais não pode ser providenciada apenas dentro dos limites estreitos de cada disciplina. Como resultado destes avanços científicos, as abordagens a estas questões tornaram-se mais holísticas do que no passado. Apesar da persistência e inércia das "fronteiras" das disciplinas, novas abordagens foram providenciadas sob o nome de "transdisciplinaridade".

4. O *SOLO* NO ORDENAMENTO

Considerar o solo-Terra como um recurso multifacetado e o uso do solo como uma manipulação correcta e sensata de quem o administra é já, encorajadoramente visível, apesar de ainda não se poder considerar que este é o ponto de vista dominante. O ordenamento do território tem como fim a organização do espaço com vista a responder e compatibilizar as necessidades humanas com tradução espacial no território. Nesse sentido, há necessidade de analisar as várias estruturas territoriais e integrar, correctamente, as pretensões à utilização do solo disponível. Os vários interesses envolvidos neste processo devem ser ponderados de modo a compatibilizar o desenvolvimento económico-social com a gestão dos recursos naturais e humanos e a preservação do património.

De entre diversos estudos que se referem aos factores que informam o ordenamento do território e o planeamento, detectamos várias designações que dizem respeito ao solo no conjunto de variáveis a inventariar. As diferenças entre estas

designações colocam-se, sobretudo, ao nível do âmbito territorial em causa, dedicando-se uns mais à perspectiva regional e outros à urbana (quadro 3).

Para Orea (1980), as questões associadas ao *solo* parecem estar no conjunto de variáveis que dizem respeito ao meio inerte – são, concerteza, os *Dados relativos à terra*. Já para o MOPU (1984), o *solo* pertence ao conjunto das *Variáveis físicas*. Cancela d'Abreu (1989), por sua vez, refere-se, concretamente ao *solo* como *parâmetro* a inventariar em estudos de ordenamento do território.

Quadro 3 – Grupos de variáveis/parâmetros a inventariar em estudos de ordenamento do território

Variáveis	**Variáveis**	**Parâmetros**
Variáveis relativas ao meio inerte: • Dados climáticos; • **Dados relativos à terra**; • Dados relativos à água existente, superficial ou subterrânea. Variáveis relativas ao meio biológico: • Vegetação; • Fauna; Variáveis relacionadas com a paisagem Variáveis relativas à actividade humana	Variáveis físicas: • **Elementos relacionados com a terra**; • Elementos relacionados com a atmosfera; • Elementos relacionados com a água. Variáveis biológicas: • Vegetação; • Fauna. Variáveis relacionadas com a paisagem e a sua percepção Influências humanas	• Geologia; • Clima; • Relevo; • Água; • **Solo**; • Vegetação; • Fauna; • Percepção; • Usos e funções do território; • Síntese de valores e degradações
Adaptado de Orea, 1980	Adaptado do MOPU, 1984	Adaptado de Cancela d'Abreu, 1989

Fonte: Santos, Ana Sofia (2002) – Classificação do uso do solo ao nível Municipal. Documento para obtenção de grau de Mestre em Planeamento Regional e Urbano, UTL.

A análise dos diversos factores que caracterizam o território permite ao técnico de planeamento dispor de informação necessária para o estabelecimento das aptidões, vocações, capacidades e potencialidades do território para cada *uso do solo*. Para que as actividades se localizem no território, sem gerarem impacto, devem estar de acordo com o potencial natural do meio, o uso para o qual o terreno tem vocação pelas suas características ambientais.

Interroguemo-nos, então, o que entender por *aptidão*, *vocação*, *capacidade* e *potencialidade* do território. Cancela d'Abreu (1989), define *Aptidão* como a "maior ou menor faculdade que o espaço apresenta para produzir bens ou prestar serviços de forma equilibrada em relação às comunidades humanas e ao meio em que estas se integram".

Para além das características naturais do território, integra também os aspectos sócio-culturais e económicos. Deste modo, a *Aptidão* é considerada como algo efémero, ou seja, que se vai construindo ao longo do tempo, a não ser que exista uma verdadeira *vocação* desse espaço.

Na elaboração da Carta de Aptidão para uso Agrícola e Florestal da Terra de Entre-Douro e Minho (DRAEDM, 1995), na qual se inclui o concelho de Gondomar que pretendemos estudar, adoptou-se o Sistema de Classificação da Aptidão da Terra (Land Suitability Evaluation) recomendada pela FAO (FAO, 1976 e 1983 e Dent e Young, 1981). O objectivo principal deste sistema é a selecção do uso óptimo para cada unidade de terra definida, atendendo a considerações de ordem física, económica e à conservação dos recursos do meio para usos futuros. O conceito básico do sistema é a comparação entre usos alternativos (modalidades ou tipo de usos da terra) a partir dos seus requisitos, e as unidades de terra (unidades cartográficas) caracterizadas pelo grau das suas qualidades e características ou das limitações que condicionam aqueles tipos de usos. Para efeitos de avaliação da terra na Carta de Aptidão para uso Agrícola e Florestal da Terra de Entre-Douro e Minho, consideraram-se dois tipos genéricos de uso:

- Uso agrícola (A) com culturas anuais e perenes, incluindo milho grão ou forragem e prado natural, horticultura intensiva, pomares e vinha;
- Uso em exploração florestal e silvo-pastoril (F), incluindo espécies florestais de rápido crescimento (eucalipto e pinheiro bravo), espécies de crescimento lento (carvalhos, castanheiro e cerejeira brava) e silvo-pastorícia.

Consideraram-se, para esta carta, quatro classes de aptidão quer para o uso agrícola, quer para o uso florestal/silvo-pastoril (aptidão elevada; aptidão moderada; aptidão marginal e aptidão nula).

Isto conduz-nos à tentativa de definição do que poderemos entender por *vocação intrínseca do território*. Cancela d'Abreu (1989) refere que "são aptidões muito vincadas para determinados usos, a que correspondem, normalmente, valores permanentes e formas de aproveitamento por parte das comunidades humanas que se devem manter (...) ao longo do tempo".

Na designação dos usos que no futuro serão, não só, desejáveis como viáveis, há necessidade de considerar as *capacidades* e *potencialidades* do meio. Ainda segundo Cancela d'Abreu (1989), a *capacidade* consiste na quantificação da aptidão, num determinado momento, já que o conceito de aptidão é, pelo que acima referimos, efémero. A *capacidade* do território para um determinado uso dependerá, então, das condições biofísicas, sociais, económicas e culturais presentes no momento da quantificação, incluindo-se também, a distribuição da população, as disponibilidades de investimento, os conhecimentos técnico-científicos, etc.

Quanto às *potencialidades* do território, estas corresponderão às aptidões que o meio possa ter após a ocorrência de maiores ou menores alterações na situação actual, por exemplo, recorrendo a processos para aumentar a fertilidade do solo. Impõe-se, ainda, referirmo-nos ao conceito de *impacto*, que pode ser entendido como a alteração do valor do meio ou de algum dos seus elementos. Essa alteração pode causar perdas e ganhos de valor de cada um dos recursos ou do meio no seu conjunto. Quer dizer, então, que os *impactos* podem ser *positivos* ou *negativos*. Seguindo o exemplo apontado no parágrafo anterior, a utilização de produtos que pretendam aumentar a fertilidade do solo pode causar um impacte positivo no solo (aumento da fertilidade – aumento da produção) mas, pode também causar um impacte negativo ao nível de outro recurso natural do meio – diminuição da qualidade da água por excesso de substâncias nutritivas.

No território é então possível conjugar "sinergicamente" vários usos e funções, tanto no espaço como no tempo. O uso múltiplo do solo resulta da identificação das várias relações de complementaridade existentes ou possíveis de ocorrer entre os diversos usos com vista a alcançar configurações ideais com poder de sobrevivência e evitando incompatibilidades. Em relação ao uso do solo, o Decreto-Lei nº 69/90, de 2 de Março e alterações[2], define, em função do uso dominante, as seguintes classes de espaços: urbano, urbanizável, industrial, de indústrias extractivas, agrícola, florestal, cultural e natural e canal (quadro 4). Surgem, pela primeira vez, as designações de

[2] Alterado pelos Decretos-Lei nº 211/92, de 8 de Outubro; nº 151/95, de 24 de Junho e nº 155/97, de 24 de Junho. Regulam a elaboração, aprovação e ratificação dos PMOT.

"Classes de espaços" e "Uso dominante", embora os seus conceitos não tenham sido clarificados.

Quadro 4 – Uso dominante do solo

Classes de espaços	Descrição
Espaços Urbanos	Caracterizados pelo elevado nível de infra-estruturação e concentração de edificações, onde o solo se destina predominantemente à construção.
Espaços Urbanizáveis	Podem vir a adquirir as características de espaços urbanos e geralmente designados por áreas de expansão.
Espaços Industriais	Destinados a actividades transformadoras e serviços próprios e apresentando elevado nível de infra-estruturação.
Espaços para indústrias extractivas	Espaços para indústrias extractivas incluindo as áreas destinadas a controlarem o impacte sobre os espaços envolventes.
Espaços Agrícolas	Espaços agrícolas, abrangendo as áreas com características adequadas à actividade agrícola ou que as possam vir a adquirir.
Espaços Florestais	Onde predomina a produção florestal.
Espaços Culturais e Naturais	Onde se privilegiam a protecção dos recursos naturais ou culturais e a salvaguarda dos valores paisagísticos, arqueológicos, arquitectónicos e urbanísticos.
Espaços Canais	Correspondem a corredores activados por infra-estruturas e que têm efeito de barreira física dos espaços que os marginam.

Fonte: Decreto-Lei nº 69/90, de 2 de Março e alterações. *In* Santos, Ana Sofia (2002) – Classificação do uso do solo ao nível Municipal. Documento para obtenção de grau de Mestre em Planeamento Regional e Urbano, UTL.

Os PMOT, também designados "Instrumentos de Planeamento Territorial", têm natureza regulamentar e estabelecem o regime de uso do solo, definindo modelos de evolução previsível da ocupação humana e da organização de redes e sistemas urbanos e, na escala adequada, parâmetros de aproveitamento do solo e de garantia da qualidade ambiental.

O regime de uso do solo define-se pela classificação do solo em urbano e rural, conforme o destino básico dos terrenos, e pela qualificação do solo, que regula, segundo a classificação básica, o aproveitamento dos terrenos em função da actividade dominante que neles possa ser efectuada ou desenvolvida, estabelecendo o respectivo uso e edificabilidade. A qualificação do solo processa-se através da integração em categorias (quadro 5).

Segundo o Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro, a classificação do solo em urbano e rural, advém da sua *vocação* para um ou outro uso. Partindo das definições anteriormente apresentadas sobre *aptidão* e *vocação*, parece-nos que o termo a utilizar seria mais *aptidão* do que *vocação*, pois para além das características naturais do terreno são também considerados os aspectos sócio-culturais e económicos

Quadro 5 – Classificação e qualificação do uso do solo

Classificação do solo		**Qualificação do solo**
Designação	**Descrição**	
Solo Rural	Aquele para o qual é reconhecida vocação para as actividades agrícolas, pecuárias, florestais ou minerais, assim como o que integra os espaços naturais de protecção ou lazer, ou que seja ocupado por infra-estruturas que não lhe confiram o estatuto de solo urbano.	Processa-se através da integração nas seguintes categorias: • espaços agrícolas ou florestais afectos à produção ou à conservação; • espaços de exploração mineira; • espaços afectos a actividades industriais directamente ligadas às utilizações referidas nas alíneas anteriores; • espaços naturais; • espaços destinados a infra-estruturas ou a outros tipos de ocupação humana que não impliquem a ocupação como solo urbano, designadamente permitindo usos múltiplos em actividades compatíveis com espaços agrícolas, florestais ou naturais.
Solo Urbano	Aquele para o qual é reconhecida vocação para o processo de urbanização e de edificação, nele se compreendendo os terrenos urbanizados ou cuja urbanização seja programada, constituindo o seu todo o perímetro urbano.	Processa-se através da integração nas seguintes categorias: • os solos urbanizados; • os solos cuja urbanização seja possível programar; • os solos afectos à estrutura ecológica necessários ao equilíbrio do sistema urbano.

Fonte: Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro. *In* Santos, Ana Sofia (2002) – Classificação do uso do solo ao nível Municipal. Documento para obtenção de grau de Mestre em Planeamento Regional e Urbano, UTL.

Existe, entre autores, desacordos quanto às definições apresentados, pois segundo os mesmos, essas definições vêm apenas contribuir para aumentar a ambiguidade que normalmente existe em torno destas classificações. Oliveira (1997), não está particularmente de acordo que, sob a designação de solo urbano, se inclua os solos urbanizados e urbanizáveis, justificando, para o efeito, que os respectivos regimes jurídicos são diversos. Em relação ao solo rural, o mesmo autor discorda da inclusão das infra-estruturas sob esta designação. Magalhães (1997), refere que a classificação em solo urbano e rural, assenta na confusão com solo edificável e não edificável. Enquanto que estas designações se referem à aptidão das áreas para a edificação, segundo o autor, a designação de urbano é muito mais lata, contendo áreas edificadas, áreas com aptidão

para a edificação, áreas *non edificandi*, todas elas integradas numa mesma classificação. Também para o autor, a designação de rural não significa uma área não edificada, mas sim uma área predominantemente "verde", destinada à conservação e à produção primária.

Creio ter ficado claro, não só a importância do *solo* como recurso natural multifuncional, como também que a interpretação em torno do seu conceito e, sobretudo, do seu uso e das modificações do seu uso, variam de acordo com os diferentes sectores da sociedade e com os interesses dos profissionais das diferentes áreas que intervêm no seu estudo. É esta multifuncionalidade do solo e o "desrespeito" que, muitas vezes, se assiste por este recurso natural que está na base de todas as actividades humanas, que explicam, em muitos casos, o seu estado de *degradação*.

5. CONCEITO DE *DEGRADAÇÃO DO SOLO*

Por *degradação* do solo, segundo o mais recente Dicionário de Língua Portuguesa, o Dicionário da Academia das Ciências, 2001, p. 1088, deve entender-se a alteração progressiva das qualidades para pior, ou seja, *degradação* pode, também, ser considerada como sinónimo de destruição e deterioração. Relativamente a este conceito, Eugénio Sequeira[3] diferencia *degradação reversível* de *degradação irreversível*, isto é, segundo o autor, é possível, detectando o estado de degradação de um solo e utilizando as estratégias de remediação correctas, actuar no sentido de recuperar algumas das funções desse solo antes de se "entrar num caminho sem retorno". Se considerarmos que a *degradação de um solo* pode ser *física* (relacionada com os processos erosivos e, portanto, com a perda de solos) e *química* (perda de qualidade devido, por exemplo, à concentração de substâncias poluentes), teremos, também, que abordar os conceitos de *poluição* e *contaminação* de um solo. Estes conceitos, muitas vezes utilizados como sinónimos, apresentam, cientificamente, um significado diferente (J. Dias; R. Dias; A. Costa, 1993). Um solo diz-se *contaminado* quando a este são adicionados compostos contaminantes, que nele podem exercer efeitos negativos; a contaminação de um solo é

[3] Eugénio Sequeira, numa comunicação oral apresentada nas 4as Jornadas de Outono da Geografia Física (Nov. de 1999) e intitulada "Contaminação dos solos".

invisível e os seus efeitos podem revelar-se anos mais tarde. Um solo diz-se *poluído* quando a quantidade dos elementos contaminantes é de tal forma elevada que os seus efeitos negativos se tornam visíveis ultrapassando, deste modo, a sua capacidade depuradora e o seu poder tampão. Um solo pode, então, estar contaminado e ser ainda possível intervir com acções concertadas de remediação/descontaminação, recuperando-o para outro uso.

O local onde se realizou a EXPO'98 foi a primeira grande acção de remediação (1994) de locais contaminados. O local estava previamente ocupado por uma refinaria de petróleo e parques de armazenamento de combustível, uma fábrica de ácido sulfúrico, uma unidade de cracking térmico e um aterro. A solução utilizada nos trabalhos de recuperação foi a escavação dos solos contaminados e a sua deposição em aterros controlados. Na ausência de critérios para a definição do grau de descontaminação, uma vez que não existem normas nacionais de aplicação aos solos, foram adoptados, como linha de orientação, os "Critérios Canadianos de Qualidade Ambiental para Locais Contaminados". Actualmente ainda se adoptam estes critérios, bem como a legislação nacional da qualidade da água, para a fixação de objectivos de descontaminação de solos.

Mas se, em linguagem corrente, o conceito de *degradação* é um conceito abrangente, o mesmo não acontece quando procuramos encontrar o significado desta palavra, ou de outras com ela relacionadas, num dicionário específico de Geografia Física (Andrew Goudie, 1985), de Geologia (A. Foucault; J. F. Raoult, 1980 e R. Bates; J. Jackson, 1987) ou de Ciências da Terra (A. Allaby; M. Allaby, 1990 e Stella Stiegeler, 1976). Assim, para Goudie (1985), *degradation* corresponde ao rebaixamento de uma superfície devido à erosão. Assim mesmo. Para este autor, o termo apenas corresponde a uma degradação física e não existe nenhuma alusão à perda de qualidade. Será que a considera implícita? Seguimos o raciocínio de Goudie e procuramos o significado de *erosion*, e verificamos que, para o autor, está apenas relacionada com os processos de meteorização, solução, corrosão e transporte. Já no que diz respeito a *soil erosion*, a explicação do conceito está mais desenvolvida. Para o autor, este processo natural de remoção do solo superficial pela acção da água ou do vento, pode ser acelerado pela intervenção do homem - erosão acelerada, referindo que, apesar da

introdução de medidas de conservação do solo, este tipo de erosão continua a ser um dos mais graves problemas ambientais a enfrentar.

A maior parte dos autores é unânime em considerar o termo *erosão* como sinónimo de um conjunto de processos responsáveis pelo desgaste da superfície terrestre, nos quais se incluem a meteorização e o transporte de sedimentos. Mas, se para Stiegeler (1976), Foucault e Raoult (1980), entre outros, o termo *erosão* é utilizado num sentido amplo, para Goudie (1985), Bates e Jackson (1987) e A. e M. Allaby (1990) é ao termo *denudação* que corresponde tal característica. Ailsa e Michael Allaby chegam a considerar a *erosão* como um dos processos de *denudação*. Apesar de Bates e Jackson referirem que o termo *degradação* e *erosão* são utilizados como sinónimos de *denudação,* acrescentam que alguns especialistas estabelecem uma diferença entre o primeiro e o último termo. Assim, enquanto que a *denudação* corresponde a um processo actual, a *degradação* é entendida como um processo que decorrerá posteriormente àquele e de forma lenta. Stiegeler, por sua vez, estabelece a diferença entre *degradação* e *erosão* e refere que, ao contrário da primeira, a *erosão* tende a ser um processo episódico, variando no espaço e no tempo.

A ideia de erosão em sentido lato e erosão em sentido estrito é abordada por Demangeot (J. Demangeot, 1990). Segundo o autor, a erosão "*stricto sensu*" corresponde àquela que é provocada pelos agentes de transporte. Estes são, simultaneamente, considerados factores de erosão na medida em que os sedimentos transportados exercem uma acção de desgaste ao longo do seu trajecto. É a este tipo de erosão, afirma o autor, que diz respeito o verdadeiro significado etimológico da palavra (do latim *rodere*) e a ideia catastrófica que normalmente fazemos dela. Mas se não foi fácil precisar o conceito de *erosão*, parece também não haver grande consenso na aplicação dos termos que se referem à maneira de a avaliar. Deveremos então falar de *taxa de erosão*? *Taxa de denudação*? *Degradação específica*?...

Stiegeler (1976) e Goudie (1985) são defensores do termo - *taxa de denudação*, enquanto Demangeot prefere *degradação específica*. Embora utilizem designações diferentes, estes termos possuem para os autores o mesmo significado, isto é, ambos correspondem à quantidade de carga sólida e de substâncias dissolvidas transportadas, durante um ano, por unidade de superfície (Km^2), numa bacia hidrográfica. Nos estudos de erosão de solos que utilizam parcelas experimentais como áreas amostra, utiliza-se,

normalmente, o termo *taxa de erosão* ou *perdas de solo*. Goudie refere ainda que a *taxa de denudação* está fundamentalmente dependente quer da intensidade com que os diferentes agentes actuam, isolada ou colectivamente, quer da capacidade de resistência dos diferentes materiais aos diversos tipos de pressões geradas.

Parece-nos, assim, que a este conceito está associada a noção de *erosividade* e *erodibilidade*. Bates e Jackson (1987) definem a primeira como sendo a capacidade de provocar erosão e a segunda como o grau de susceptibilidade de uma rocha ou sedimento em reagir, mais ou menos prontamente, à erosão. Por outras palavras, corresponderá à capacidade de ser erodido. Apesar destas definições dizerem respeito a conceitos diferentes, os autores afirmam que o termo *erosividade* é muitas vezes utilizado como sinónimo de *erodibilidade*. É o que se verifica na definição de Goudie. Este, para além de considerar a *erosividade* como a medida da capacidade potencial de um solo (e repare-se que apenas fala em solo) em ser erodido por determinado agente geomorfológico (definição idêntica à de *erodibilidade*), continua a sua explicação utilizando, nessa definição, o termo *erodibilidade*. Sinónimos? Ou com diferentes significados?...

Já Morgan (1979) e Lal (1988) partilham a ideia defendida por Bates e Jackson (1987). *Erosividade* e *erodibilidade* têm, efectivamente, significados diversos. Acrescentam que a primeira está relacionada com a variação das condições exógenas, enquanto que a segunda varia com as condições endógenas da matéria. Lal continua, dizendo que a *erodibilidade de um solo*, por exemplo, é influenciada pelas suas propriedades, tais como: características da textura, da estrutura, da matéria orgânica, natureza dos minerais de argila e constituintes químicos, etc. Sendo estas, propriedades dinâmicas, isto é, susceptíveis de serem alteradas com o tempo e sob diferentes usos da terra, originam, consequentemente, variações nas características da erodibilidade de um solo.

Se, dentro de uma mesma língua, o consenso entre diversos autores não parece tarefa fácil, a procura de palavras sinónimas às utilizadas na linguagem científica internacional torna-se um assunto ainda mais delicado, quer porque o vocabulário linguístico de um país é mais rico ou mais pobre do que o outro, quer porque para o mesmo fenómeno se dispõe de dois termos diferentes. É, por vezes, grande, a dificuldade em encontrar termos equivalentes nas várias línguas.

6. CONCEITO DE *SUSCEPTIBILIDADE*

Nos últimos anos tem-se consolidado um largo campo de estudos dedicado aos riscos ambientais, com o objectivo de caracterizar, por um lado, os *perigos* e a forma como as pessoas pensam sobre os diferentes tipos de perigos a que estão sujeitas e, por outro lado, as implicações dessas cognições ao nível dos seus comportamentos (decisões, prevenção, etc.). A importância dedicada ao tema, prende-se, sobretudo, com a crescente necessidade sentida pelos decisores técnicos e políticos e pela opinião pública, de determinarem qual o grau de risco aceitável para a implementação de uma determinada tecnologia ou para uma determinada população. O problema, tal como ele se coloca hoje em dia, não é o da existência dos riscos, mas sim o da forma de os evitar, ou de limitar ou reduzir as suas consequências. Assim, quer em termos científicos quer em termos políticos, já não é comum a reivindicação de um "nível zero de risco" (F. Rebelo, 2001), mas aparece cada vez mais a posição de que só com o aumento da consciência dos riscos por parte das populações, é possível aumentar os comportamentos de protecção individuais e grupo ou da sociedade, em geral.

Não é nossa pretensão abordar todos os conceitos associados à temática dos riscos naturais mas, tão só, abordar a noção que procuramos ter de *susceptibilidade* e de áreas *susceptíveis* nos processos de ordenamento e planeamento do território. De qualquer forma, ao referirmo-nos a estes termos, torna-se quase impossível não mencionar outros conceitos associados à temática dos riscos que, no campo científico, têm gerado algumas diferenças de opinião acerca do seu significado.

Em linguagem coloquial e segundo o Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea da Academia das Ciências (2001), *susceptibilidade* refere-se à "qualidade do que apresenta uma grande sensibilidade física às influências exteriores", logo, poderemos considerar que áreas *susceptíveis* serão aquelas "que podem adquirir características novas; que são possíveis de se alterarem", devido "à sua sensibilidade física às influências exteriores", desde que, para tal, ocorra um fenómeno exterior que implique essa alteração.

Em termos científicos, F. Sobreira (2001) considera que *susceptibilidade* se deve entender como a possibilidade de ocorrência de um fenómeno, sendo o *risco* a possibilidade desse fenómeno ser acompanhado de danos e perdas. O autor refere que

se verifica, constantemente, uma confusão entre os conceitos de *susceptibilidade* e *risco*, sendo um dado como o outro. Segundo ele, e de acordo com o exposto em MOPT (1992), *susceptibilidade* refere-se ao processo natural em si mesmo, e pode ser caracterizada pela potencialidade de um evento como causador da transformação no meio físico, independentemente das suas consequências para a actividade humana. A análise da susceptibilidade envolve técnicas de natureza preditiva, objectivando definir os tipos de eventos que possam ser perigosos e definir as condições espaciais e temporais da sua ocorrência (Bitar, 1995). É possível notar que a noção de *perigo* envolve uma estreita relação entre eventos naturais extremos e actividades humanas. Segundo C. Monteiro (1991) e F. Rebelo (2001), a existência de perigo é uma função do ajustamento humano aos eventos naturais extremos. Por exemplo, as inundações não representam perigo se as planícies não estiverem ocupadas. Do mesmo modo, os movimentos de massa não serão perigosos se as encostas não estiverem ocupadas com algumas áreas urbanas, isto é, com população. Em muitos casos, o próprio homem pode aumentar a probabilidade de perigo devido ao uso inadequado da natureza. Exemplos deste facto são as alterações no regime de escoamento provocadas pela impermeabilização das superfícies urbanizadas, o que pode aumentar o perigo de inundações, ou ainda, o corte de taludes para construção de estradas e edifícios que pode desestabilizar as vertentes.

Parece-nos que a questão da *susceptibilidade* e da identificação de áreas susceptíveis, vem fornecer uma nova abordagem ao conceito de *risco* nos processos de ordenamento e planeamento do território e na operacionalização da gestão da emergência e socorro (J. Brito *et al*., 2007). Esta questão, decorre da tomada de consciência da importância da integração, em todo o processo de planeamento, da análise de *perigosidade* (enquanto produto da probabilidade e da *susceptibilidade*), sendo esta, segundo Varnes (1984), a probabilidade de ocorrência, num determinado intervalo de tempo e dentro de uma determinada área, de um processo potencialmente danoso. E, se assim o consideramos, então, tal como refere J. Brito *et al*., (2007) "o *risco* (produto da perigosidade pelo dano potencial, ou, de forma mais desagregada, o produto da probabilidade x susceptibilidade x vulnerabilidade x valor), terá de fazer parte integrante de todo o mecanismo de gestão do território".

É exactamente o conceito de *risco* que tem sido definido de formas muito diferentes por autores provenientes de áreas de conhecimento diversas. À dificuldade de encontrar uma definição única de risco nas diferentes ciências, acrescenta-se ainda o facto de a palavra *risco* existir, também, na linguagem coloquial antes de fazer parte da linguagem científica, pelo que existem nas duas linguagens a mesma palavra, mas com significados diferentes. Esta coexistência faz com que, por vezes, as pessoas tenham a sensação de estar a falar da mesma coisa quando, na realidade, se referem a conceitos diferentes. Ao nível técnico, as diferenças de definição de *risco* colocam-se não apenas ao nível da precisão matemática com que é definido o risco, mas também ao nível das variáveis que integram a sua operacionalização. Conscientes que muito haveria a dizer sobre as diferentes conceitualizações de risco, pretendemos focar a nossa atenção, tal como referimos anteriormente, na questão da susceptibilidade e de áreas susceptíveis.

A identificação de áreas susceptíveis a determinados processos é imprescindível à definição das condicionantes municipais com vista a promover uma melhor utilização do espaço, permitindo fomentar a utilização dos terrenos com melhor aptidão e proteger os recursos.

A melhor forma de representar e analisar a susceptibilidade aos processos geomorfológicos e aos riscos consequentes, é através da cartografia, que pode seguir vários procedimentos e métodos, conforme os objectivos, a escala de trabalho e os processos que se estudam. No entanto, as técnicas geralmente utilizadas, baseiam-se em cruzamento de informações cartográficas (cartas temáticas) de forma a obter um produto cartográfico derivado, onde estariam representados os processos geomorfológicos, hierarquizada a susceptibilidade e avaliados os riscos decorrentes destes processos. No estudo da susceptibilidade as bases principais são as características do meio físico (geologia, geomorfologia, declives, cobertura vegetal, tipos de solos, etc.), enquanto que a análise do risco incorpora informações sobre o uso do meio físico e a importância das instalações e infraestruturas humanas que, conjugadas com a susceptibilidade, fornecem a hierarquização dos graus de risco, servindo como instrumento básico para a definição das medidas preventivas e correctivas a serem tomadas.

Para concluir, poderemos citar A. Tavares (2003), que afirma que “ O julgamento da susceptibilidade à instabilidade no exercício do planeamento municipal (...) constitui uma medida não estrutural que possibilita, simultaneamente, o aumento da capacidade de previsão espacial e temporal dos processos de instabilidade, uma melhor adequação e redacção dos planos de protecção civil, a redução dos esforços de mitigação com adopção de medidas correctivas estruturais e a minimização dos danos económicos e sociais.”

CAPÍTULO III

O *SOLO* NO QUADRO LEGAL E JURÍDICO DE PORTUGAL E DA UNIÃO EUROPEIA

> "É especialmente no que respeita a esta componente ambiental [solo] que o direito do ambiente se cruza com o direito urbanístico. (...) Os Planos fixam os usos do solo em função das suas aptidões específicas (...) O direito de protecção dos solos continua a padecer de uma grave lacuna, relacionada com o não tratamento dos problemas suscitados pelas "cargas poluentes acumuladas"."
> Dias, José Eduardo; Mendes, Joana (2006) - *Legislação Ambiental*. *Sistematizada e Comentada*. Coimbra Editora.

1. O APARECIMENTO DA *CONSCIÊNCIA ECOLÓGICA*

Se quisermos referenciar o posicionamento dos juristas perante as questões ambientais, podem ser detectadas três posições fundamentais: a de total "inconsciência" ecológica; a de "abertura" à problemática jurídica ambiental e a de "totalitarismo" ambiental. Do nosso ponto de vista é de rejeitar quer a visão negacionista, quer o fundamentalismo jurídico e ecológico, que tudo reduz à lógica ambiental, numa espécie de "franciscanismo jurídico" que conduz à personificação das realidades da Natureza, sacrificando os demais valores e interesses em jogo. Para entendermos tais posicionamentos precisamos, talvez, de reflectir um pouco sobre o aparecimento da chamada *Consciência Ecológica*.

Se a atracção pela natureza se verifica desde os primórdios da Humanidade, só nos nossos dias é que ela veio a adquirir uma dimensão colectiva, tornando-se um problema "político" da comunidade. Nunca como hoje se falou tanto em ecologia e ambiente e em ecologismo e ambientalismo, termos utilizados, frequentemente, como sinónimos mas

que, na realidade, correspondem a visões opostas sobre a natureza. Enquanto que a ecologia e o ambiente são, embora recentes, disciplinas científicas, o ecologismo e o ambientalismo são ideologias com diferentes modos de conceber o mundo (D. Silva e Sousa, 2001).

O ecologismo surge como forma não sistematizada de pensamento, uma reacção sensível aos abusos da sociedade tecnológica moderna, defendendo um estilo de sociedade próximo da natureza e atribuindo uma importância crucial à questão do equilíbrio ecológico. Assim, para os ecologistas profundos, todas as criaturas e mesmo as inanimadas massas naturais, os rios, as pedras, etc, são entes morais, impondo-se o respeito pela sua permanência no mundo. A intervenção humana à face da Terra deveria reger-se, então, por uma intervenção mínima. O livro "As Eras de Gaia" de Lovelock (1988), viria a marcar, nos anos 80, o amadurecimento intelectual deste movimento.

Esta "consciência ecológica" começou a despertar há, sensivelmente, 30 anos, após terem ocorrido uma série de catástrofes ecológicas de grande dimensão a nível mundial como marés negras, acidentes nucleares, inundações, desertificação e fome, descoberta do "buraco" de ozono, etc. Surge associada à crise do modelo do Estado Social ou de Providência, cujos sintomas mais agudos foram sentidos nos anos 70, com a denominada "crise do petróleo", que obrigou a uma tomada de consciência, generalizada, dos limites do crescimento económico e do esgotamento dos recursos naturais (V. Pereira da Silva, 2000).

Em 1976, em Seveso, Itália, ocorre uma fuga de dioxinas, produto altamente tóxico e mutagénio, que contaminou grandes extensões de solos; em 1979, em Three Mile Island, nos EUA, esteve eminente o perigo de explosão em resultado da formação de uma bolha de hidrogénio no interior de um reactor nuclear; em 1984, na Cidade do México, tanques de gás liquefeito explodiram; no mesmo ano, em Bhopal, na Índia, uma fábrica de pesticidas norte-americana causa acidente matando mais de 2 000 pessoas e deixando mais de 200 000 cegas ou acidentadas; em 1985 foi registado, pela primeira vez, um "buraco" na camada de ozono sobre o Antártico; em 1986 ocorre o acidente nuclear de Chernobyl, na Ucrânia, onde a explosão de um reactor nuclear lançou poeira radioactiva sobre a Europa, aumentando os riscos futuros de cancro e de malformações congénitas; em 1991, no Golfo Pérsico, ocorre a maior catástrofe ecológica da região

quando os iraquianos lançam ao mar mais de 200 000 toneladas de petróleo Kwaitiano e destroem, pelo fogo, os poços de petróleo que arderam durante meses.

A crise do Estado-Providência veio mostrar, entre outras coisas, que a protecção do ambiente devia ser encarada como um problema da sociedade que necessitava de solução política. As primeiras manifestações de defesa do ambiente surgiram marcadas por um discurso de afirmação extremista, típico dos movimentos sociais emergentes. Os movimentos ecologistas dos anos 70 apresentam a ecologia como a panaceia para todos os problemas políticos da sociedade. Difundem, assim, uma "nova utopia" propondo uma alternativa política global para todos os problemas da sociedade, levando ao extremo a politização de uma questão que, até há pouco tempo, nem sequer era do domínio da política. Verifica-se, então, não apenas a politização mas a partidarização da ecologia, com o aparecimento dos partidos verdes. Mas as acções de eco-guerrilha e as manifestações virulentas deste tipo de pensamento filosófico, que fizeram notícia nos anos 80, inviabilizam o diálogo dos ecologistas com os órgãos de decisão política. É neste contexto que surge o ambientalismo, mais moderado, e com um discurso que assume a lógica do "sistema". No ambientalismo refere-se, apenas, que estamos dependentes do meio natural do ponto de vista orgânico, não se entrando em especulações filosóficas quanto à entidade desse meio. Não impõe a frugalidade do impacto mínimo da ecologia profunda, mas situa-o na justa medida da sustentabilidade. Concebidos como recursos, os seres vivos e os seus sistemas passaram a poder integrar as equações económicas dos governos. A tónica é, então, colocada na noção de "custos ambientais". Com esta atitude, os ambientalistas demarcam-se das posições dos ecologistas, cujo discurso se tinha tornado imperceptível para os decisores políticos e ganham, assim, uma confortável credibilidade.

A generalização da "consciência ecológica", nos anos 80 e 90, deixou de ser "bandeira" dos "verdes" e torna-se património comum de todas as forças políticas. Assiste-se, assim, a um extraordinário desenvolvimento das ciências do ambiente, das políticas de ambiente e da proliferação de leis em matéria de ambiente, que contribuem para a contínua difusão desta nova "consciência ecológica" que se manifesta a dois níveis:

- o individual, com a tomada de consciência dos cidadãos da perenidade dos recursos;

- e o institucional, com a multiplicação dos movimentos ambientalistas, de departamentos governamentais ligados ao ambiente e de complexos normativos cada vez mais pormenorizados em matéria de ambiente.

Todos estes problemas políticos conduzem a uma reflexão de natureza filosófico-jurídica da problemática ambiental. Surge-nos, assim, a chamada "terceira geração" dos direitos fundamentais - consagrando o direito do ambiente como direito do Homem e a protecção do ambiente como problema do Estado. Na Constituição Portuguesa a protecção do ambiente aparece-nos nesta dupla perspectiva, isto é, de tarefa estadual (art. 9°, alíneas d) e e)) e de direito fundamental (art. 66°, nº1). Segundo o art. 9°, são tarefas fundamentais do Estado: "...d) promover o bem-estar e a qualidade de vida do povo e a igualdade real entre os portugueses, bem como a efectivação dos direitos económicos, sociais, culturais e ambientais, mediante a transformação e modernização das estruturas económicas e sociais; e) proteger e valorizar o património cultural do povo português, defender a natureza e o ambiente, preservar os recursos naturais e assegurar um correcto ordenamento do território". De acordo com o artigo 66°, nº1 da Constituição Portuguesa "todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender". Segundo Vasco Pereira da Silva, a protecção do ambiente, ao tornar-se tarefa inevitável do Estado moderno, permite que se caracterize este como "Estado de Ambiente" ou "Estado Protector do Ambiente" em oposição ao anterior Estado-Providência.

2. O DIREITO NA PROTECÇÃO DO AMBIENTE

Numa obra emblemática dos anos sessenta, considerada um clássico da defesa ambiental, a bióloga Rachel Carson (1962) afirmou que “everything is connected to every else”. As consequências são simultaneamente transparentes e, de certo modo, aterradoras. O progresso, em particular na civilização ocidental, trouxe consigo exigências logo sentidas como necessidades humanas do quotidiano, como a utilização da energia eléctrica, da água canalizada, do automóvel, dos diversos utensílios considerados como comodidades básicas de uma habitação, etc., que foram gerando diferentes impactes no ambiente. O resultado de tais acções, investigadas por diferentes ciências, começou a ser evidenciado na segunda metade do século passado, dando conta,

não só, da interrupção de inúmeros ciclos de vida, do paulatino esgotamento de recursos naturais escassos e chamando, também, a atenção para incompreensíveis alterações climáticas.

A maior parte da atenção anteriormente votada aos assuntos ambientais tinha-se centrado, principalmente, nos ataques directos ao bem-estar da Humanidade. O solo e os recursos naturais tinham sido explorados sem limites e os detritos que não pertenciam a ninguém tinham sido livremente lançados na atmosfera e na água. Na década de 70 passou a compreender-se que as diversas componentes físicas do ambiente têm uma capacidade de assimilação e de suporte limitada, e que se torna necessário instituir medidas de controlo da poluição com vista a salvaguardar o ambiente e a qualidade de vida humana. É a partir da Conferência das Nações Unidos sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972, que o ambiente ganha dignidade constitucional, chegando, em muitos países, a ser reconhecido como direito fundamental dos cidadãos.

Importante será apercebermo-nos que a compreensão do paradigma ecológico determina a compreensão de uma característica: a natureza dinâmica do objecto de estudo. Tal facto permite-nos concluir que a garantia de protecção ambiental deve ter-se no imediato e no futuro. As normas jurídicas, tornam-se, então, reféns da evolução científica, porquanto a sua fonte é o conhecimento científico, um conhecimento científico actualizado. Podemos concluir que, a essência da norma jurídica ambiental participa das incertezas das diferentes ciências que estudam o ambiente e partilha da dimensão da ignorância e indefinição quanto ao objecto de estudo em que as ciências se encontram. Como refere Maria da Glória Garcia (2007) “a estreita ligação da norma ambiental à ciência e à técnica, estas últimas sempre em evolução, pressionadas por novas descobertas, ao conferir à norma jurídica um acentuado conteúdo técnico-científico, desencadeia processos de “avalanche legislativa”, arrastando a norma para um turbilhão de revogações, totais e parciais.” (M. G. Garcia, 2007,p. 374).

Foi no final do século passado que começaram a surgir as primeiras leis-quadro do ambiente, também designadas Leis de Bases, que procuravam tratar as questões ambientais numa perspectiva global e integrada, reforçando a vertente horizontal da política do ambiente em detrimento das abordagens sectoriais. O conhecimento científico começou a ter uma enorme importância no estabelecimento das normas

jurídicas e o direito do ambiente viu, assim, reforçada a sua componente técnica. Surgiram os primeiros conceitos, institutos e instrumentos próprios do direito do ambiente, tais como o “princípio do poluidor-pagador”, o conceito de "dano ecológico", a instituição da "reposição da situação anterior à infracção" e, um instrumento importante, o "Estudo de Impacte Ambiental", entre outros.

Lutar pela defesa do ambiente é, sem dúvida, uma tarefa hercúlea. Porque o respeito pelo ambiente e pela vida que sustenta exige uma acção que seja, em simultâneo, cientificamente fundada, tecnicamente adequada, eticamente responsável, economicamente eficiente, politicamente legitimada e juridicamente realizada. Não podemos ser indiferentes ao problema humano de convivência no mundo de hoje. Lutar pela defesa do ambiente é, como refere Maria Glória Garcia (2007, p. 14 e 15), “lutar pela vida e pela assunção na existência humana no seu sentido mais profundo, o sentido da dignidade de sujeito ético, da dignidade da pessoa” e, se assim for, trata-se, então, de lutar pelo *direito ao direito*. Esta é a tarefa, por excelência, do cidadão do século XXI.

3. O AMBIENTE E O *SOLO* NA LEGISLAÇÃO PORTUGUESA

Portugal sempre foi um Estado vanguardista na protecção ambiental, mas retrógrado na sua aplicação. Desde a primeira Constituição Portuguesa (1976), que o ambiente está consagrado com um estatuto fundamental e universal. A partir de 1976, todos passamos a ter “direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado”, para além “do dever de o defender”, remetendo para o Estado a função de principal garante daquele direito. Apesar disto, durante uma década viveu-se num quase silencioso vazio, sem qualquer concretização prática dos princípios da Constituição. O país não tinha dinheiro para proteger o ambiente, nem isso era uma prioridade política para a época. De qualquer modo, as pressões e agressões ambientais, nessa altura, não atingiam ainda níveis elevados. Só em 1987, com a aprovação da Lei de Bases do Ambiente, se ficaria a saber o que era isso de “ambiente” e, sobretudo, o que eram condições de vida sadias e ecologicamente equilibradas. Foi mais um vanguardismo teórico lusitano, onde, apesar de algumas lacunas e até incongruências, apareceram os princípios estruturantes do direito do ambiente: o de prevenção; do equilíbrio; da participação; da unidade de gestão e acção; da cooperação internacional; da recuperação

e da responsabilização. Diga-se, em abono da verdade, que essa lei foi, sem dúvida, o alicerce de uma efectiva política de ambiente, embora não se tenha depois passado disso mesmo. Era a época das boas intenções... O nosso país prestou-se mesmo a ser inovador, ao aprovar uma lei específica para as associações de defesa do ambiente, conferindo-lhes direitos importantes como, por exemplo, o de proporem acções para a prevenção ou cessação de actos lesivos do ambiente. Nesse pacote legal ainda ficou previsto a acção popular e o crime contra o ambiente, mas só quase uma década depois viriam a ficar consagrados na prática, com a regulamentação específica e a alteração do Código Penal.

Hoje em dia, o quadro legal vigente no nosso país inclui um apreciável número de diplomas e normas jurídicas avulsas que, de uma forma mais ou menos directa, se ocupam de matérias relevantes para a protecção e melhoria do ambiente nas suas diversas componentes. Não obstante a dispersão existente - facto que dificulta o conhecimento e a aplicação da lei -, é possível agrupar a legislação portuguesa em três grupos de normas jurídicas (J. Melo e C. Pimenta, 1993). No primeiro grupo integram-se as chamadas normas estruturantes, que funcionam como base de referência de todo o edifício legislativo (estão neste caso, por exemplo, o art. 9°, alínea e) e o art. 66° da Constituição da República e a Lei de Bases do Ambiente - Lei nº 11/87, de 7 de Abril); no segundo grupo inserem-se os diplomas que regulam uma série de actividades humanas, constituindo um conjunto de normas que, por via indirecta, têm incidência ao nível do ambiente (a título de exemplo cite-se a Lei de solos (DL nº 794/76 de 5 de Novembro) e os diversos planos de ocupação dos solos, bem como os DL nº 88, nº 89 e nº 90 de 16 de Março de 1990, que regulamentam a exploração dos recursos do subsolo - minas e pedreiras) e, finalmente, um terceiro grupo, constituído por normas jurídicas que visam actuar, directamente, na protecção das componentes ambientais e na conservação dos recursos naturais (estão neste caso, por exemplo, a Reserva Agrícola Nacional (DL nº 196/89, de 14 de Junho); a Reserva Ecológica Nacional (DL nº 93/90, de 19 de Março) e as Avaliações de Impacte Ambiental (DL nº69/2000, de 3 de Maio). Para a RAN devem analisar-se, também, o DL nº 274/92, de 12 de Dezembro e para a REN, o DL nº 316/90, de 13 de Outubro; o DL nº 213/92, de 12 de Outubro e o DL nº 79/95, de 20 de Abril, que introduzem alterações aos respectivos Decretos-Lei mencionados.

A elaboração de normas jurídicas em matéria de ambiente - por exemplo, referentes à emissão de poluentes, ocupação do território e qualidade ambiental - está longe de ser pacífica. Recordem-se as lutas que se têm travado relativamente à localização dos aterros e das incineradoras, bem como todo o processo ligado ao tratamento de resíduos industriais perigosos.

Em relação a grande parte dos parâmetros indicadores de qualidade do ambiente, os conhecimentos científicos não são suficientemente profundos para que se possam estabelecer normas indiscutíveis. É reconhecida, por exemplo, a impossibilidade de, no estado actual dos conhecimentos, se estabelecerem regras de avaliação quantitativa da qualidade do solo que sejam de aplicação geral. Isto significa, também, a impossibilidade de definir padrões e indicadores de qualidade do solo mesmo que seja, apenas, para uma região limitada de Portugal. A avaliação da qualidade de um solo deverá, por isso, ser referenciada ao uso que dele se pretende fazer.

Existe sempre uma "zona cinzenta" na definição dos valores guia limite, para os quais se suspeita que possam ocorrer problemas, mas para os quais o conhecimento científico ainda não tem resposta. É neste contexto que surge o "princípio da precaução e da prevenção" da legislação ambiental e que consiste, no fundo, em agir de forma a salvaguardar o ambiente e as pessoas segundo a melhor informação científica disponível. A propósito do tratamento de resíduos industriais perigosos, a Lei nº 22/2000, de 10 de Agosto, remete, a uma comissão científica independente, a tarefa de apresentar "uma inventariação, tão rigorosa quanto possível, dos melhores tipos de tratamento para cada resíduo industrial, na óptica do ambiente e da saúde pública" (Comissão Científica Independente, 2000, p. 9.) Na maior parte das vezes acontece, porém, que na ausência de conhecimento científico que comprove o malefício de determinadas actividades, estas são licenciadas pelos governantes, a gosto dos empresários, contribuindo-se, assim, para uma sistemática degradação do ambiente. Na prática, as normas jurídicas são estabelecidas após negociação política entre parceiros envolvidos e grupos de pressão, onde estão presentes os objectivos da política ambiental e económica e o conhecimento técnico-científico.

Tal como referimos anteriormente, as preocupações do Estado português com o ambiente atingiram o seu ponto alto com a aprovação da Lei de Bases do Ambiente (Lei

nº 11/87, de 7 de Abril). Mas embora a Lei de Bases do Ambiente (LBA) tenha constituído um marco histórico, se quisermos definir os contornos da política de ambiente em Portugal não podemos apenas analisar a Lei de Bases. Devemos também recorrer ao(s) Programa(s) do(s) Governo(s) e à sua Lei orgânica. É nestes três elementos que poderemos encontrar as linhas de força da política de ambiente. Sem, no entanto, perder de vista que a política de ambiente é, também, uma política comunitária, pelo que os Programas de acção da União Europeia funcionam, obviamente, como um importante quadro de referência (J. Pereira Reis, 1992). Se, por um lado, a Lei de Bases do Ambiente, fixa as grandes orientações da política de ambiente e define o quadro legal que deve reger as relações Homem-ambiente, a aplicação dessas normas genéricas fica dependente, na maior parte das vezes e ainda hoje, de regulamentação específica para que possam vigorar, plenamente, na ordem jurídica.

O artigo 2° da LBA consagra o dever que a todos incumbe de não degradar o ambiente e impedir que outros o degradem. Ora, toda a actividade humana e todos nós degradamos o ambiente. A simples função respiratória é uma forma de degradação do ambiente, na medida em que, com o dióxido de carbono que expiramos, estamos, de alguma forma, a contribuir para a poluição do ar. É claro que o dever de não degradar o ambiente deve ser entendido em sentido restrito e sempre por referência aos parâmetros e índices de qualidade para os diversos componentes ambientais. Quando estes parâmetros e índices não existem, ficará sempre a cargo dos tribunais, julgar se a acção é atentatória ou não do direito do ambiente e se, por isso, deverá ou não ser sancionada.

A importância de qualquer forma de degradação ambiental está relacionada, não só, com o seu âmbito espacial e gravidade imediata, mas também com o seu grau de reversibilidade ou irreversibilidade. Podemos distinguir diferentes níveis de efeitos da degradação ambiental, por ordem crescente de importância (J. Melo e C. Pimenta, 1993):

- incomodidade para as pessoas;
- afectação da rentabilidade económica (por exemplo, diminuição da produção agrícola devido à degradação dos solos);
- degradação de componentes do ecossistema (por exemplo, eliminação de seres vivos por utilização incorrecta de adubos e pesticidas na agricultura) com efeitos indirectos sobre os recursos e a saúde pública;

- afectação directa na saúde pública;

- alteração dos equilíbrios ecológicos globais (como a destruição da camada de ozono, por exemplo).

Na defesa do ambiente, não ultrapassar o limite do tolerável, para não suscitar a reacção do direito, terá que ser um objectivo a cumprir e a fazer cumprir quer pelo Estado quer por toda a sociedade civil.

O solo determina o potencial agrícola de uma área, influencia muitos processos geomorfológicos e hidrológicos e marca profundamente, em muitos aspectos, o planeamento urbano e rural. Estudar as interacções que se estabelecem entre o solo e o ambiente é, pois, fundamental para a compreensão das relações homem-meio.

Já tivemos oportunidade de referir, que a interpretação em torno do conceito de *solo* e a sua importância variam de acordo com os diferentes sectores da sociedade, bem como com os interesses dos profissionais das diferentes áreas que intervêm no seu estudo. A degradação do solo é, sem dúvida, uma forma de degradação ambiental, tendo sido identificada como um dos graves problemas globais a enfrentar no presente e no futuro. Segundo definição dada pelo GLASOD – *Global Assessement of Human-Induced Soil Degradation* -, "degradação do solo é o fenómeno causado pelo Homem que diminui a capacidade actual e/ou futura do solo para sustentar a vida humana. No que ao nosso país respeita, a carta da UNEP, embora sendo em 1993, apontava a situação da degradação dos solos em Portugal como uma das mais sérias da Europa (J. Dias e J. Mendes, 2006, p. 271).

São as características ecológicas específicas de Portugal, como a precipitação irregular mas intensa, a frequência de eventos extremos tais como as cheias e outros que, conjuntamente com inadequados padrões de uso do solo, contribuem para uma maior sensibilidade deste a uma degradação física, quer pela deterioração da sua estrutura, quer pela destruição do coberto vegetal. Em muitas regiões de Portugal o abandono dos sistemas tradicionais de exploração da terra, bem como uma reflorestação frequentemente inadequada, tanto do ponto de vista ecológico como social (exemplo dos eucaliptais) aumentaram, consideravelmente, os riscos de graves incêndios florestais e, consequentemente, de degradação física e química dos solos (C. Ferreira, 1996/97). Estes novos padrões de uso do solo são resultado de múltiplas decisões, quer de agentes

privados, quer de políticos locais que, na procura de retornos financeiros - atribuição de subsídios e concessão de taxas específicas - se vão cada vez mais distanciando de considerações sérias sobre os impactes hidrológicos, climáticos e pedológicos destes novos padrões. O solo torna-se, deste modo, um excelente exemplo de delapidação desenfreada de um património natural, próprio das atitudes políticas dos anos 70 e 80, onde a valorização dos recursos naturais não era adequadamente incorporada nos processos de decisão. Estamos, de facto, a entrar na "sociedade do risco", que obriga a dar combate, simultaneamente, quer aos factores da natureza quer aos factores associados à técnica e à organização.

Relativamente ao solo e atendendo às suas funções diversificadas, torna-se impossível encontrar, num só documento jurídico, todas as normas que regulamentem o seu uso (quadro 6). Se o solo é permanente como espaço territorial, já as suas propriedades biofísicas podem alterar-se devido ao seu uso. E se o valor do solo, como *solo produtivo*, está relacionado com as suas propriedades biofísicas e custos de exploração, o valor do solo urbano (*solo suporte*) é, certamente, função das relações sociedade-território e das formas como estas relações se traduzem: regulamentos de uso e ocupação dos solos, sistema fiscal, níveis de infraestruturação e de equipamento social, etc. Por ser um recurso natural insubstituível, as políticas de ambiente e de ordenamento do território deverão apresentar uma perspectiva integrada e incluir tanto medidas de preservação e de conservação, que impeçam a degradação das características dos solos, como acções que promovam o melhor aproveitamento das suas potencialidades. Tanto para o espaço urbano como para o não urbano (explorado ou natural) são, então, necessárias políticas específicas que promovam uma utilização sustentável deste recurso natural. Numa política de desenvolvimento sustentável os critérios de decisão não podem, por isso, ser de ordem estritamente económica ou de ordem exclusivamente ambientalista. Compatibilizar estes critérios de decisão que, aparentemente, parecem inconciliáveis, constitui hoje o grande desafio que se coloca aos políticos e decisores.

A LBA, no seu artigo 13°, encara o *solo* no seu sentido mais lato, isto é, não só como suporte físico das actividades humanas, mas também como suporte biofísico de ecossistemas naturais estabilizados, pretendendo não apenas protegê-lo, mas também valorizá-lo e recuperá-lo.

QUADRO 6 – PRINCIPAIS NORMAS JURÍDICAS PORTUGUESAS RELATIVAS AO *SOLO*

SOLOS URBANOS /SOLOS SUPORTE	SOLOS RURAIS/ SOLOS PRODUTIVOS
Decreto-Lei nº 794/76, de 5 de Novembro – Lei dos Solos Nota: Governo prepara-se para rever a Lei dos Solos em 2008.	**Resolução do Conselho de Ministros nº 69/99, de 9 de Julho** – Aprova o Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação (PANCD) e estabelece procedimentos relativamente à sua concretização
Lei nº 58/2007, de 4 de Setembro – Aprova o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT)	**Resolução do Conselho de Ministros nº 64/2003, de 30 de Abril** – Aprova o Programa de Acção para o Sector Florestal
Lei nº 171/99, de 18 de Setembro – Combate à desertificação e recuperação de desenvolvimento nas áreas do interior	**Decreto-Lei nº 11/97, de 14 de Janeiro –** Aprova a protecção dos montados de sobro e azinho
Decreto-Lei nº 196/89, de 14 de Junho – Aprova o Regime da Reserva Agrícola Nacional (RAN). Alterado pelo Decreto-Lei nº 274/92, de 12 de Dezembro.	**Decreto-Lei nº 198-A/2001, de 6 de Julho** – Estabelece o regime jurídico de concessão do exercício da actividade de recuperação ambiental das áreas minerais degradadas
Decreto-Lei nº 93/90, de 19 de Março –Revê o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN). Alterações nos Decretos-Lei nº 316/90, de 13 de Outubro; Decreto-Lei nº 213/92, de 12 de Outubro; Decreto-Lei nº 79/95, de 20 de Abril. Nota: O governo prevê novas alterações no regime jurídico da REN.	**Decreto-Lei nº 118/2006, de 21 de Junho** – Aprova o regime jurídico a que fica sujeita a utilização de lamas de depuração, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 86/278/CE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa à protecção do ambiente e em especial dos solos, na utilização agrícola de lamas de depuração, revogando o Decreto-Lei nº 446/91, de 22 de Novembro.
Decreto-Lei nº 19/93, de 23 de Janeiro – Rede Nacional de Áreas Protegidas. Alterado pelos Decretos-Lei nº 213/97, de 16 de Agosto; nº 227/98, de 17 de Julho; nº 221/2002, de 22 de Outubro e nº 117/2005, de 18 de Julho.	**Decreto-Lei nº 270/2001, de 6 de Outubro** – Aprova o regime jurídico da pesquisa e exploração de massas minerais-pedreiras, revogando o Decreto-Lei nº 89/90, de 16 de Março**.**
Decreto-Lei nº 384-B/99, de 23 de Setembro – Rede Natura 2000. Cria diversas	**Decreto-Lei nº 327/90, de 22 de Outubro** – Regula a ocupação do solo objecto de

zonas de protecção especial e revê a transposição para a ordem jurídica interna das Directivas nºs 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de Abril, e 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de Maio	um incêndio floresta. Alterado pela Lei nº 54/91, de 8 de Agosto
Decreto-Lei nº 140/99, de 24 de Abril – Regime de Protecção dos "Habitats" Naturais e da Flora e Fauna Selvagens. Revê a transposição para a ordem jurídica interna da Directiva nº 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de Abril (relativa à conservação das aves selvagens) e da Directiva nº 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de Maio (relativa à preservação dos *habitats* naturais e da fauna e da flora selvagens)	**Decreto-Lei nº 139/89, de 28 de Abril** - Regime de Protecção ao Relevo Natural, Solo Arável e Revestimento Florestal
Portaria nº 429/99, de 15 de Junho, dos Ministérios da Economia, da Saúde e do Ambiente – Estabelece os valores limite de descargas de águas residuais, na água ou no solo, dos estabelecimentos industriais	**Lei nº 33/96, de 17 de Agosto** – Lei de Bases da Política Florestal
Portaria nº 1147/94, de 26 de Dezembro, dos Ministérios da Indústria e Energia, da Saúde, do Ambiente e Recursos Naturais e do Mar – Estabelece as condições de licenciamento para a descarga, armazenagem, deposição ou injecção no solo de águas residuais ou de resíduos de indústria de dióxido de titânio	**Lei nº 12/2006, de 4 de Abril** – Autoriza o governo a legislar sobre o regime das infracções das normas estabelecidas no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios
Decreto-Lei nº 302/90, de 26 de Setembro – Define o regime de gestão urbanística do litoral (ocupação, uso e transformação da área costeira)	**Lei nº 14/2004, de 8 de Maio** – Cria as Comissões Municipais de Defesa da Floresta contra incêndios
Decreto-Lei nº 309/93, de 2 de Setembro – Regulamenta a elaboração e aprovação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC). Alterado pelos Decretos-Lei nº 218/94, de 20 de Agosto e nº 113/97, de 10 de Maio.	**Lei nº 12/2006, de 4 de Abril** – Autoriza o governo a legislar sobre o regime das infracções das normas estabelecidas no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios
Portaria nº 138/2005, de 2 de Fevereiro – Define os elementos que devem acompanhar os Planos Directores Municipais (PDM)	**Decreto-Lei nº 139/88, de 22 de Abril** – Estabelece o Regime jurídico das áreas florestais percorridas por incêndios

Lei nº48/98, de 11 de Agosto – Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e do Urbanismo	**Decreto-Lei nº 64/2000, de 22 de Abril** – Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº 98/58/CE, do Conselho, de 20 de Julho, que estabelece as normas mínimas relativas à protecção dos animais nas explorações pecuárias.
Decreto-Lei nº 555/99, de 16 de Dezembro – Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação. Alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 177/2001, de 4 de Junho.	**Decreto-Lei nº 118/2002, de 20 de Abril** – Estabelece o regime jurídico do registo, conservação, salvaguarda legal e transferência de material vegetal autóctone com interesse para a actividade agrária, agro-florestal e paisagística.
Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro – Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial. Alterado pelo Decreto-Lei nº 310/2003, de 10 de Dezembro.	**Decreto-Lei nº 127/2005, de 5 de Agosto** – Estabelece o regime de criação de zonas de intervenção florestal (ZIF), bem como os princípios reguladores da sua constituição, funcionamento e extinção.
Decreto-Lei nº 445/91, de 20 de Novembro – Regime Jurídico do Licenciamento Municipal de Obras Particulares.	**Decreto-Lei nº 5/2006, de 3 de Janeiro** – Estabelece as regras gerais de aplicação em Portugal do Regulamento (CE) nº 2152/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Novembro, designado por *Forest Focus* (Tem interesse pois é relativo a um mecanismo comunitário para o acompanhamento alargado, harmonizado, exaustivo e a longo prazo das florestas).
Decreto-Lei nº 448/91, de 29 de Novembro – Regime Jurídico do Licenciamento Municipal de Operações de Loteamento e Obras de Urbanização.	**Decreto-Lei nº 124/2006, de 28 de Junho** – Estabelece as medidas e acções a desenvolver no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios.
Decreto-Lei nº 167/97, de 4 de Julho – Regime Jurídico da Instalação e Funcionamento dos Empreendimentos Turísticos.	**Resolução do Conselho de Ministros nº 27/99, de 8 de Abril** – Adopta o Plano de Desenvolvimento Sustentável da Floresta Portuguesa. Foi rectificado pela Declaração de Rectificação nº 10-AA/99, de 30 de Abril.
Decreto-Lei nº 239/97, de 9 de Setembro – Estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos, nomeadamente a sua recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação, de forma a não constituir perigo ou causar	**Resolução do Conselho de Ministros nº 65/2006, de 26 de Maio** – Aprova o Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios.

prejuízo para a saúde humana ou para o ambiente.	
Decreto-Lei nº 294/94, de 16 de Novembro – Estabelece o Regime jurídico da concessão de exploração e gestão dos sistemas multimunicipais de tratamento de resíduos sólidos urbanos. Alterado pelo Decreto-Lei 221/2003, de 20 de Setembro que adita o artigo 6º.	**Resolução do Conselho de Ministros nº 114/2006, de 15 de Setembro** – Aprova a Estratégia Nacional para as Florestas.
Decreto-Lei nº 268/98, de 28 de Agosto – Estabelece o Regime do licenciamento da instalação e ampliação de depósitos de sucata. Revoga o Decreto-Lei nº 117/94, de 3 de Maio.	**Portaria nº 475/2001, de 10 de Maio –** Aprova o Regulamento de Aplicação da Intervenção de Medidas Agro-Ambientais do Plano de Desenvolvimento Rural (RURIS)
Decreto-Lei nº 321/99, de 11 de Agosto – Estabelece regras a que fica sujeita o licenciamento da construção, exploração, encerramento e monitorização de aterros para resíduos industriais banais (RIB).	**Decreto-Lei nº 94/98, de 15 de Abril –** Adopta as normas técnicas de execução referentes à colocação dos produtos fitofarmacêuticos no mercado.
Decreto-Lei nº 516/99, de 2 de Dezembro – Aprova o Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI 99).	**Portaria nº 344/94, de 1 de Junho –** Aprova medidas de protecção fitossanitária para evitar a introdução ou dispersão no território nacional e comunitário de organismos prejudiciais aos vegetais e produtos vegetais.
Decreto-Lei nº 89/2002, de 9 de Abril – Procede à revisão do PESGRI 99, que passa a designar-se PESGRI 2001 (rectificado pela Declaração de Rectificação nº 23-A/2002, de 29 de Junho)	
Decreto-Lei nº 544/99, de 13 de Dezembro – Estabelece as regras relativas à construção, exploração e encerramento de aterros de resíduos resultantes da actividade extractiva.	
Decreto-Lei nº 164/2001, de 23 de Maio – Aprova o regime jurídico da prevenção e controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias	

perigosas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva nº 96/82/CE, do Conselho, de 9 de Dezembro (rectificado pela Declaração de Rectificação nº 13-R/2001, de 29 de Junho).	
Decreto-Lei nº 20/2002, de 30 de Janeiro – Estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos (REEE)	
Decreto-Lei nº 196/2003, de 23 de Agosto – Transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 2000/53/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Setembro, relativa aos veículos em fim de vida.	
Decreto-Lei nº 88/91, de 23 de Fevereiro – Regula a actividade de armazenagem, recolha e queima de óleos usados.	
Decreto-Lei nº 69/2003, de 10 de Abril – Estabelece as normas disciplinadoras do exercício da actividade industrial.	
Decreto-Lei nº 267/2002, de 26 de Novembro – Estabelece os procedimentos e define as competências para efeitos de licenciamento e fiscalização de instalações de postos de abastecimento de combustíveis.	

Fonte: Elaboração própria. Quadro elaborado através da consulta dos vários instrumentos legais mencionados.

A protecção e valorização do recurso *solo* terá que passar, necessariamente, por uma gestão racional do mesmo, querendo com isto dizer-se, segundo opinião de J. Pereira Reis (1992, p. 43) - embora não esteja claramente expressa na lei -, que o adjectivo "racional" deve incluir, como atributos: a utilização da melhor tecnologia disponível; não inviabilizar a sua capacidade de autoregeneração; garantir a sua perenidade; assegurar o equilíbrio entre a rentabilidade e o não esgotamento deste recurso e adequar o seu uso à vocação natural e às suas capacidades próprias. O ponto 2 deste mesmo artigo, refere-se, concretamente, ao condicionamento da utilização dos solos agrícolas. Dada a taxa elevada de degradação deste tipo de solos - quer pela utilização de processos produtivos inadequados, quer pela sua ocupação para fins urbanísticos e industriais - e a pequena percentagem (cerca de 28% e apenas 12% de elevada fertilidade) da sua representatividade no país, é natural que se tenha particular atenção relativamente a este tipo de solos. Aliás, de acordo com este ponto 2 do artigo 13°, surge, a 14 de Junho de 1989, o Decreto Lei nº 196, que legisla a Reserva Agrícola Nacional (RAN), tendo por objectivo "defender e proteger as áreas de maior aptidão agrícola e garantir a sua afectação à agricultura" (DL nº 196/89, de 14 de Junho, Cap. I, artigo 1°). Neste diploma, no capítulo V, são, também, explicitadas as várias garantias de cumprimento da RAN - como sejam, as contra-ordenações (art. 36°), fiscalização (art. 37°), instrução dos processos e aplicação das coimas (art. 38°) e reposição da situação anterior à infracção (art. 40°) - cuja aplicação deixa muito a desejar.

Posteriormente, o Decreto-Lei nº 93/90, de 19 de Março, que cria a Reserva Ecológica Nacional (REN), surge, não só, como resposta à função ecológica do solo, expressa no artigo 13° da LBA, mas também e, sobretudo, no seguimento do disposto no art. 27°, alínea d) do mesmo diploma que considera a RAN e a REN como importantes instrumentos da política de ambiente e ordenamento do território. Com a criação da REN pretende-se "a protecção de ecossistemas e a permanência e intensificação dos processos biológicos indispensáveis ao enquadramento equilibrado das actividades humanas" (DL nº 93/90, de 19 de Março, Cap. I, artigo 1º). Sendo a erosão um dos principais factores de degradação do solo vê-mo-la contemplada, entre outras, no anexo I deste diploma quando, nos termos do artigo 3°, se considera as áreas com risco de erosão como áreas a integrar na REN, definindo-as como "áreas que, devido às suas características de solo e subsolo, declive e dimensão da vertente e outros factores susceptíveis de serem alterados, tais como o coberto vegetal e práticas culturais, estão sujeitas à perda de solo,

deslizamentos ou queda de blocos" (DL nº 93/90, de 19 de Março, Anexo III, alínea o). Parece intenção do actual governo[1], colocar à discussão pública um projecto de alteração do regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional, no sentido de o tornar mais eficiente e de maior aplicabilidade. O projecto prevê, apenas, a alteração de alguns procedimentos e mecanismos de responsabilização.

Para Joanaz de Melo e Carlos Pimenta (1993, p. 76) a Reserva Agrícola Nacional e a Reserva Ecológica Nacional foram tentativas precoces de estender uma política global de conservação a todo o território. No entanto, para estes autores, a sua formulação, aplicação e revisão deixaram muito a desejar. Verdade é que, frequentemente, os *media* nos informam de sucessivas prevaricações relativamente a estes diplomas sem que o sistema de fiscalização actue e imponha as respectivas contra-ordenações e aplicação de coimas.

Se atendermos, agora, a uma outra função do solo, entendido como suporte de infraestruturas várias e numa perspectiva mais economicista, surge-nos toda uma panóplia de legislação relativa quer aos planos de ocupação do solo, quer ao exercício da actividade industrial. O quadro legal nestas matérias sofreu, nestes últimos anos, uma profunda modificação de grande relevância prática. O Plano Nacional de Planeamento e Ordenamento do Território (PNPOT) entrou em vigor através da publicação da Lei nº 58/2007, de 4 de Setembro, e deu-se início à fase de execução e avaliação regular do PNPOT. A responsabilidade desta fase será partilhada entre a DGOTDU e o Observatório do Território e Urbanismo.

Foi revisto o regime dos Planos Regionais de Ordenamento do Território (DL nº 176-A/88, de 18 de Maio e DL nº 367/90, de 26 de Novembro), bem como os Planos de nível municipal (DL nº 69/90, de 2 de Março), que levou à modificação do conteúdo, natureza e funções do Plano Director Municipal, Plano de Urbanização e Plano de Pormenor. Por sua vez, o exercício da actividade industrial viu consagrado um novo regime jurídico através do DL nº 109/91 e do DR nº 10/91, ambos de 15 de Março. Refira-se, no entanto, que já na Lei de solos, em 1976 (DL nº 794/76, de 5 de

[1] Afirmações proferidas pelo actual Secretário de Estado do Ordenamento do Território e das cidades, João Ferrão, num seminário realizado a 27 de Novembro de 2007, em Famalicão, sob o tema "Recentes alterações ao Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial".

Novembro), para além de se definir os princípios e normas fundamentais de ocupação dos solos, se verifica uma preocupação, embora ténue, pelas questões de qualidade ambiental, nomeadamente, na recuperação de áreas degradadas em consequência do depósito de desperdícios ou da exploração de inertes, afirmando poderem estes terrenos ser apropriados pela Administração (cap. I, art. 2°, alínea e)). Também no capítulo II, art. 8°, se refere que o governo pode proibir ou sujeitar a autorização prévia o derrube de árvores em maciço (alínea e) e a destruição do solo vivo e do coberto vegetal (alínea f). João Ferrão, actual Secretário de Estado do Ordenamento do Território e das Cidades, referiu a intenção do governo em proceder à revisão da actual Lei de Solos em 2008. Embora considere esta tarefa complexa e polémica, refere que a actual Lei de Solos (1976), foi feita num contexto ideológico e social completamente distintos e que muitos instrumentos que a lei prevê, nem sequer foram utilizados. Estas afirmações de João Ferrão, ocorreram num seminário sobre as recentes alterações ao Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, que se realizou em Famalicão, a 27 de Novembro de 2007.

Contrariamente ao que se passa em relação ao ar e à água, a política ambiental começa, agora, a dedicar mais atenção à quantidade e qualidade dos solos que constituem uma parte essencial de numerosos ecossistemas. Face a estas circunstâncias torna-se clara a necessidade de identificar e avaliar a intensidade dos processos de degradação e de providenciar medidas de conservação para este recurso natural.

4. O AMBIENTE E O *SOLO* NA LEGISLAÇÃO EUROPEIA

O direito do ambiente apresenta uma forte componente internacional e comunitária. As grandes questões ambientais colocam-se hoje a nível mundial, sendo certo que as acções ou omissões de cada Estado possuem incidências que claramente extravasam os limites geográficos do respectivo território. Daí que tanto o direito internacional como o direito comunitário tenham vindo a incorporar, nos últimos anos, inúmeras normas destinadas à protecção e melhoria do ambiente ou à conservação da natureza e dos recursos naturais. O quadro jurídico em matéria ambiental ficará sempre incompleto se nos limitarmos ao direito interno de cada país e não atendermos às convenções e acordos internacionais ou esquecermos os actos legislativos oriundos da

União Europeia (J. Melo e C. Pimenta, 1993). A este propósito, a comissária europeia do ambiente, Margot Wallström, quando da apresentação, em Janeiro de 2001, do 6º Programa de acção comunitária em matéria de ambiente intitulado "Ambiente 2010: o nosso futuro, a nossa opção", refere a importância de actuar, concertadamente, nos planos europeu, nacional e local. Aliás, o relatório da Agência Europeia sobre o estado do ambiente (A.E.A., 1999), critica a execução deficiente, por parte dos Estados-Membros, das directivas da Comunidade Europeia em matéria de ambiente e o fraco empenhamento na realização dos objectivos ambientais por parte dos interessados. Neste contexto, o novo programa salienta a necessidade dos Estados-Membros procederem a uma melhor aplicação da legislação em vigor e a Comissão anuncia que aumentará a pressão sobre os Estados-Membros, através de uma maior divulgação dos insucessos na aplicação dessa legislação. Este novo Programa de acção comunitária em matéria de ambiente estabelece as directrizes para a política ambiental da União nos próximos cinco a dez anos. A comissão fará um relatório de progresso após 5 anos, actualizando o Programa, se julgar necessário, tendo em conta os novos desenvolvimentos e informação. O Programa apresenta uma série de acções propostas para quatro áreas prioritárias: alteração climática; natureza e biodiversidade; ambiente e saúde e utilização sustentável dos recursos e gestão sustentável dos resíduos.

Até agora, a protecção do solo não tem sido uma política prioritária da União Europeia. No entanto, as enormes pressões a que este recurso natural tem estado sujeito, quer através da poluição quer da erosão, exigiu que se repensasse e que se desenvolvesse uma nova política comunitária de acção para este recurso natural. Neste sentido, no programa agora proposto, é apoiada uma série de acções destinadas à protecção dos solos e à prevenção da erosão e da desertificação. Particular atenção é dada aos solos agrícolas que se considera estarem ameaçados por uma exploração indiscriminada e urbanização desenfreada. Há que melhorar o planeamento para impedir a progressão das manchas urbanas de forma incontrolável. Margot Wallström refere, também, a necessidade de um combate eficaz contra os riscos - reais e potenciais - decorrentes da poluição e da utilização de substâncias químicas, sobretudo os pesticidas, afirmando apresentar, em breve, propostas de reformulação do sistema de gestão dos produtos químicos. A gestão dos resíduos é, também, um dos domínios prioritários. A acumulação de resíduos no solo não é, de todo, posta de parte, mas será utilizada como último recurso, privilegiando-se a reciclagem, reutilização e incineração. Com este

programa de acção serão envidados esforços para promover uma estratégia eficaz de limitação e reciclagem dos resíduos, através, nomeadamente, de uma política de produtos integrada. A grande meta a atingir é a redução em cerca de 20%, até 2010, dos actuais níveis de resíduos, e em cerca de 50 % até ao ano 2050.

O solo é, indubitavelmente, um dos mais importantes componentes do ambiente, no entanto, é talvez o recurso natural mais maltratado e subavaliado. Queremos dizer com isto que, somente em 2006, a Comissão Europeia, através da sua Comunicação (2006) 231, de 22 de Setembro, ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, dá a conhecer a ***Estratégia Temática de Protecção do Solo***, que prevê, entre outras medidas, a criação de uma Directiva Quadro para o Solo, à semelhança da qual já aconteceu para a água. Esta preocupação com o recurso natural *Solo*, só peca por tardia...

Esta *Estratégia* revela que, finalmente, se tomou consciência que a degradação do solo não pode ser vista isoladamente, tem consequências muito mais abrangentes e a sua análise aprofundada revela a verdadeira dimensão do problema. De acordo com o texto "A degradação do solo é um problema grave na Europa, provocado ou acentuado por actividades humanas, como práticas agrícolas e silvícolas inadequadas, actividades industriais, turismo, crescimento das zonas urbanas e industriais e construção de equipamentos. Estas actividades têm um impacte negativo, impedindo que o solo desempenhe o seu vasto leque de funções e serviços de que beneficiam os homens e os ecossistemas. (...) A degradação do solo tem um impacto directo na qualidade da água e do ar, na biodiversidade e nas alterações climáticas. Além disso, pode prejudicar a saúde dos cidadãos europeus e ameaçar a segurança dos alimentos para consumo humano e animal" (COM, 2006, 231, p.3).

Sendo o objectivo geral desta *Estratégia* a protecção e a utilização sustentável do solo, com base nos princípios de prevenção de uma maior degradação do solo e preservação das suas funções e de reabilitação dos solos degradados, torna-se fundamental a "Adopção de legislação-quadro com o objectivo principal de proteger e garantir uma utilização sustentável do solo; Integração da protecção do solo na elaboração e aplicação de políticas nacionais e comunitárias; Preenchimento das actuais lacunas do conhecimento em determinadas áreas da protecção do solo através de

investigação apoiada por programas de investigação comunitários e nacionais; Sensibilização do público para a necessidade de proteger o solo" (COM, 2006, 231, p. 7).

A Comissão Europeia propõe uma Directiva-Quadro como o melhor meio para garantir uma abordagem global de protecção do solo. Assim sendo, os Estados Membros serão obrigados a tomarem medidas específicas para lutar contra as ameaças que pesam sobre o solo, apesar de lhes dar alguma liberdade na definição de metas e meios para as atingir. Como a implementação desta Directiva acarreta custos, podemos inferir, dependendo das decisões dos Estados Membros, que no futuro, tal como aconteceu para a água, haja a possibilidade da imputação do custo do uso deste recurso natural aos seus utilizadores.

Foi em Novembro de 2007 que o Parlamento Europeu se pronunciou sobre a Proposta de Directiva que estabelece um quadro para a protecção do solo na UE e que vai alterar a Directiva 2004/35/CE. Os eurodeputados alargam o âmbito da aplicação desta directiva, introduzem a noção de "solos valiosos"[2], clarificam o que se entende por "zonas prioritárias"[3] que possam necessitar de protecção especial e de medidas de reparação e estabelecem que os Estados Membros terão de elaborar inventários nacionais ou regionais de sítios contaminados. O inventário será tornado público e actualizado, pelo menos, de cinco em cinco anos, a fim de incluir os novos sítios contaminados, entretanto identificados, e excluir os sítios que foram objecto de reparação e deixaram de representar um risco para a saúde humana ou para o ambiente.

Os eurodeputados estipulam que, no prazo de sete anos a contar da data de transposição da Directiva para o direito nacional, os Estados Membros deverão elaborar e tornar pública uma estratégia, ou estratégias, de reparação dos danos, incluindo, pelo

[2] Entende-se por "solos valiosos", aqueles que têm de ser protegidos devido às suas características, à sua estrutura, ao seu excepcional valor ecológico, cultural e/ou histórico ou à sua utilização. COM(2006)232, de 22 de Setembro.

[3] Entende-se por "zonas prioritárias", as zonas em que, pela sua vulnerabilidade causada pelos tipos de solos, condições climáticas e práticas de gestão da terra, existam provas decisivas ou razões legítimas de suspeita da ocorrência efectiva ou provável de um dos processos de degradação – erosão; diminuição da matéria orgânica; perda de biodiversidade do solo; compactação; salinização; desabamento de terras; desertificação ou acidificação. COM(2006)232, de 22 de Setembro.

menos, um procedimento para a fixação de objectivos globais de reparação de danos; um calendário para a aplicação das medidas de reparação dos danos aos locais contaminados (incluem medidas de descontaminação, medidas de salvaguarda e medidas para a eliminação ou redução das mutações danosas das propriedades físicas, químicas ou biológicas do solo) e o mecanismo de financiamento. Cada país deverá criar mecanismos adequados a nível nacional para financiar a reparação dos danos ou providenciar a reparação dos danos das zonas contaminadas relativamente às quais o indivíduo responsável pela poluição não possa ser identificado.

Quanto à utilização do solo para a agricultura, cada Estado Membro, tendo em conta o seu clima, as características do solo, o tipo de agricultura e as melhores práticas agrícola, pode decidir a sua própria política agrícola em relação ao solo. Para isso, os Países devem incentivar a escolha de culturas e métodos ou programas de arborização que tenham um efeito benéfico na fertilidade do solo e que possam prevenir os principais problemas dos solos europeus (erosão, compactação, desabamento de terras, desertificação, etc.).

De acordo com a proposta de Directiva que foi aprovada em plenário por 496 votos a favor, 161 contra e 22 abstenções, nela se encontram enumeradas as actividades potencialmente poluentes do solo, que a seguir se descriminam:

- “Zonas situadas em aeroportos, nas quais se verificam, ou verificaram, a utilização, manipulação e armazenagem de substâncias perigosas;
- Terrenos situados em portos, nos quais se verificam, ou verificaram, a utilização, manipulação e armazenagem de substâncias perigosas;
- Zonas situadas em antigas instalações militares, nas quais se verificam, ou verificaram, a utilização, manipulação e armazenagem de substâncias perigosas;
- Estações de abastecimento de combustível;
- Estabelecimentos industriais de limpeza a seco;
- Instalações de tratamento de águas residuais em aglomerações com uma população superior a 2000 pessoas;
- Condutas para o transporte de substâncias perigosas.” (COM, 2006, 232).

Dos 27 Estados Membros da UE, apenas 9 têm, actualmente, legislação para a protecção do solo. São eles: Países Baixos, Espanha, Suécia, Áustria, Bélgica,

Dinamarca, França, Alemanha e Reino Unido. Há ainda muito por fazer para proteger este importante recurso natural nos restantes países, nem que seja pela força da obrigatoriedade no cumprimento de legislação europeia.

CAPÍTULO IV

QUADRO SOCIO-ECONÓMICO DO CONCELHO DE GONDOMAR
Uma contribuição para o conhecimento da susceptibilidade do solo à degradação

> "Nos seus quase nove séculos de existência, Portugal conseguiu rechaçar diversas invasões, mas nas últimas décadas houve uma que se tem estado a enraizar e a subjugar o país: a do betão.
> (...) Rendido ao beijo das betoneiras..., Portugal transformou-se.
>
> (...) Nas cidades, em qualquer espaço outrora livre, os prédios desfiguram o quotidiano dos portugueses e, deformam, numa amálgama grotesca, aquilo que era até há pouco tempo uma das nossas maiores riquezas: a paisagem"
>
> Extraído e adaptado de: Pedro Almeida Vieira (2003) – **O Estrago da Nação**. Cadernos DQ Reportagem, Dom Quixote, Lisboa.

1. A SÓCIO-ECONOMIA ENQUANTO FACTOR EXPLICATIVO DA DEGRADAÇÃO DO SOLO

A abordagem do quadro sócio-económico do concelho de Gondomar incidirá, particularmente no estudo do crescimento demográfico, sustentado na evolução, na distribuição e principais características da população residente, e na análise do crescimento do edificado, baseado nas características do povoamento, na caracterização do parque habitacional e nas dinâmicas recentes de investimento na construção. Pretende-se, assim, trazer um contributo para o conhecimento da susceptibilidade social que apresenta o concelho relativamente aos problemas de degradação do solo que serão tratados no capítulo VI. Um dos problemas de degradação do solo, a ser tratado nesse capítulo, refere-se à questão da impermeabilização do solo e suas possíveis consequências, daí que, sobretudo a temática referente ao crescimento do edificado, seja de particular interesse para a compreensão do assunto que será abordado posteriormente. Ainda a este propósito, refira-se que a abordagem que iremos fazer

sobre a evolução da impermeabilização do solo se refere a um período específico, entre 1975 e 1995 e que, ao tratarmos neste capítulo as dinâmicas recentes de investimento na construção, estamos a construir um cenário de evolução, mais actualizado, que revela uma tendência para um aumento dessa impermeabilização do solo e, consequentemente, um aumento da susceptibilidade do quadro social às respectivas consequências.

Como referimos, e concretizando, é nosso propósito, neste capítulo, analisar quer a evolução da população residente, quer a evolução do parque habitacional do concelho de Gondomar (fig.11) entre 1970 e 2001, salientando as alterações ocorridas a partir da década de 70. Contudo, por vezes, não dispondo de dados para o ano de 1970, a análise toma, como ponto de partida, o ano de 1960.

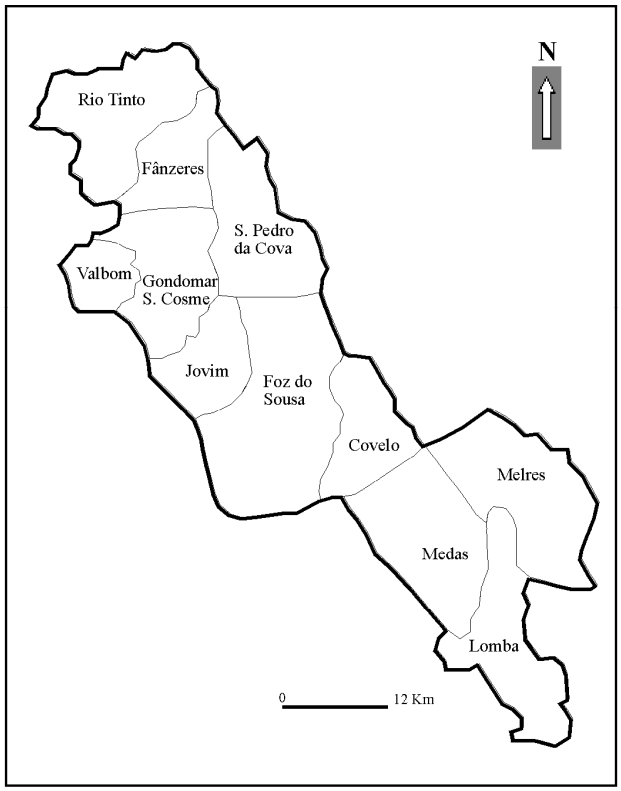


Fig. 11 - Localização das freguesias do concelho de Gondomar

Nota: Para efeitos comparativos, só consideramos a freguesia de Rio Tinto, apesar de esta, após 1991, ter sido subdividida, sendo criada a freguesia de Baguim do Monte

Em traços gerais, o período em análise é marcado por um aumento da população e da residência, pela maior concentração populacional em algumas freguesias, nomeadamente as mais próximas da cidade do Porto, que são, também, as mais

urbanizadas. Alteram-se, igualmente, as formas de titularidade dos alojamentos, passando a predominar a ocupação própria e a construção em altura.

Em termos de diferenciação social, Gondomar acompanha a tendência da Área Metropolitana do Porto e a tendência nacional, isto é, o aumento da nova pequena burguesia, ligada a ocupações terciárias, o declínio do proletariado industrial e dos trabalhadores agrícolas, ao mesmo tempo que se verifica um progressivo envelhecimento da população.

No que se refere à metodologia de trabalho, convém esclarecer que, para efeitos comparativos, consideramos as freguesias de Rio Tinto e Baguim como uma só freguesia, já que foi somente depois de 1981 (Lei nº 127/85, de 4 de Outubro) que a freguesia de Baguim do Monte conseguiu o estatuto de freguesia. A cidade de Rio Tinto passou, então, a ser constituída por estas duas freguesias: Rio Tinto e Baguim do Monte.

2. CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO

2.1. Evolução, distribuição e principais características da população residente

Relativamente à variação da população no concelho de Gondomar, verifica-se que, no período em análise (1970 a 2001), a freguesia da Lomba é a única que apresenta, em continuidade, uma variação negativa, juntando-se a esta, entre 1991 e 2001, Medas, S. Pedro da Cova, Jovim e Foz do Sousa que tinham, nos dois períodos anteriores, uma variação positiva (figs. 12, 13 e 14).

As freguesias com maiores variações são Fânzeres, S. Cosme e Rio Tinto[1], freguesias mais próximas da cidade do Porto, ainda que, na década de 1981-1991, tenham assistido a um abrandamento do seu crescimento relativamente ao período anterior (figs. 12, 13 e 14).

[1] A partir do Censo de 1991, a freguesia de Rio Tinto foi subdividida, tendo sido criada a freguesia de Baguim do Monte (Lei nº 127/85 de 4 de Outubro). Tal como já se afirmou, para efeitos comparativos consideramos apenas em todos os anos a freguesia de Rio Tinto como uma única freguesia.

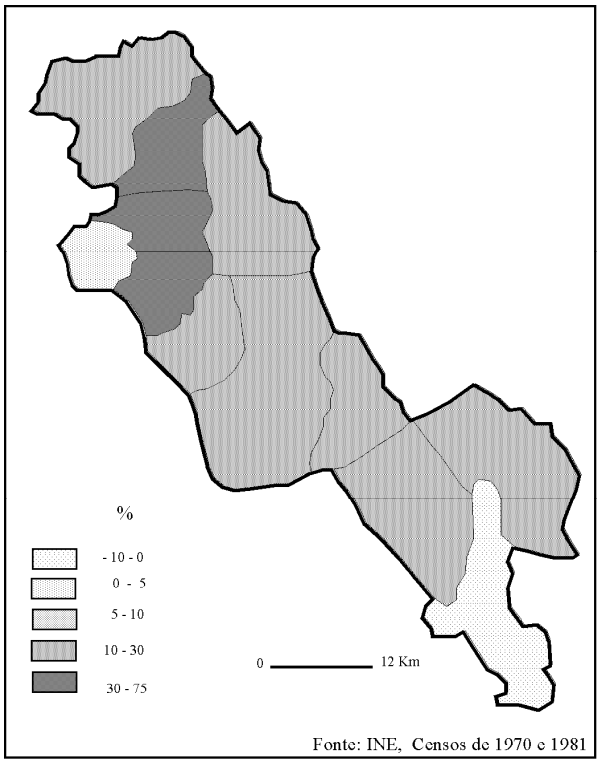


Fig. 12 - Variação da população, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1970 e 1981

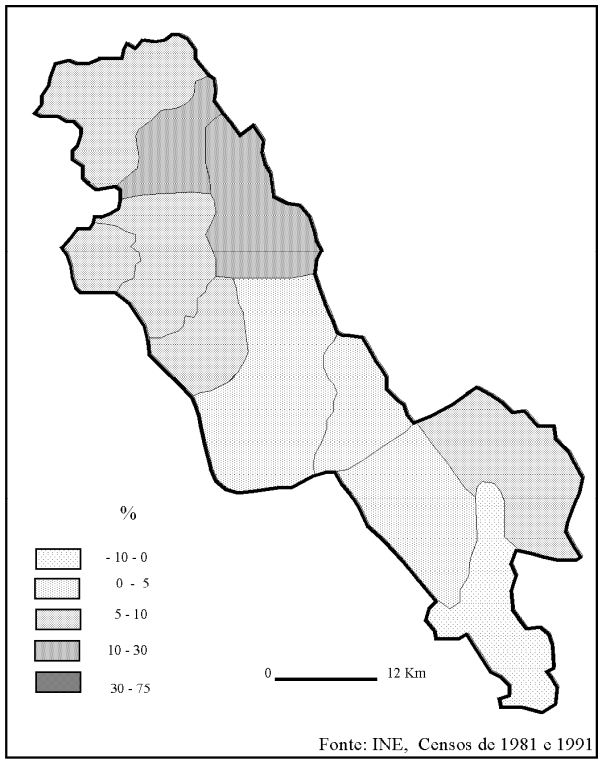


Fig. 13 - Variação da população, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1981 e 1991

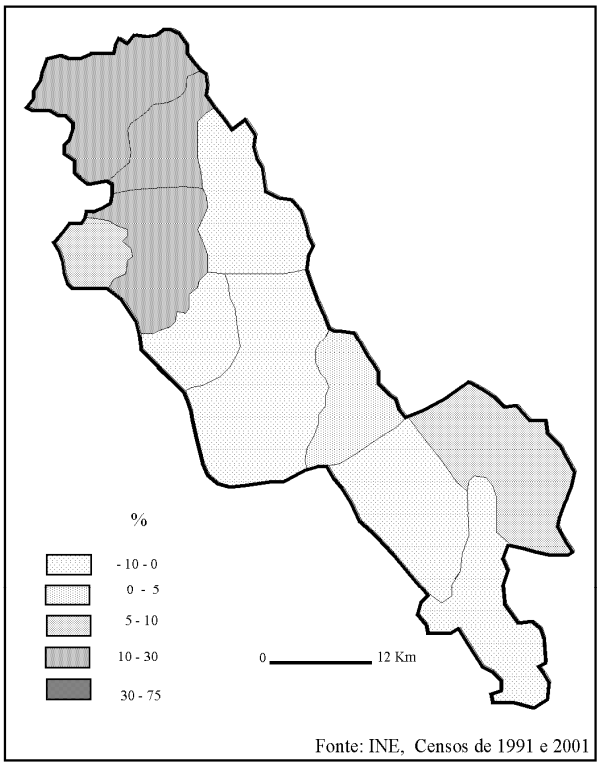


Fig. 14 - Variação da população, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1991 e 2001

A repartição da população pelas freguesias do concelho está patente nas figuras 15, 16, 17 e 18, que representam, respectivamente, a densidade populacional, por freguesia, em 1970, 1981, 1991 e 2001. As freguesias com maiores concentrações populacionais, desde 1970 a 2001, são Rio Tinto, Valbom, Fânzeres e S. Cosme e as freguesias com menor densidade populacional, as mais periféricas do concelho, são Medas, Melres, Covelo e Lomba, as duas primeiras até 1981, deixando Covelo e Melres de fazer parte deste grupo a partir do censo de 1991.

Assim, nas freguesias mais próximas da cidade do Porto, as densidades populacionais aumentaram, o que aliás já ocorria em 1970, com 82% do total da população concentrada nas freguesias de Rio Tinto, S. Cosme, Fânzeres, S. Pedro da Cova e Valbom, correspondentes a 40% da área total do concelho, valor aquele que aumenta para 85% em 2001 (quadro 7).

Quadro 7 – População residente no concelho de Gondomar, por freguesias

Freguesias	**1970**	**%**	**1981**	**%**	**1991**	**%**	**2001**	**%**
Covelo	1371	1,3	1653	1,3	1695	1,2	1755	1,1
Fânzeres	10888	10,4	14362	11,0	17126	12,0	22007	13,4
Foz do Sousa	5638	5,4	6442	4,9	6626	4,6	6405	3,9
Jovim	5160	4,9	6520	5,0	7163	5,0	7112	4,3
Lomba	1984	1,9	1868	1,4	1851	1,3	1711	1,0
Medas	1900	1,8	2356	1,8	2433	1,7	2353	1,4
Melres	2776	2,6	3437	2,6	3738	2,6	3945	2,4
Rio Tinto	36895	35,2	47616	36,4	50558	35,3	61638	37,6
São Cosme	14520	13,9	18881	14,4	20622	14,4	25717	15,7
S. Pedro da Cova	12070	11,5	15433	11,8	18023	12,6	17324	10,6
Valbom	11618	11,1	12183	9,3	13343	9,3	14129	8,6
Total do Concelho	104820	100,0	130751	100,0	143178	100,0	164096	100,0

Fonte: INE, Recenseamentos Gerais da população, 1970, 1981, 1991 e 2001

Esta distribuição da população está directamente relacionada com um conjunto de factores, dos quais se destacam:

- a descentralização residencial da população da cidade do Porto, processo iniciado nos anos 50 e que se intensifica nos anos 60, associado ao fenómeno da suburbanização (P. Oliveira, 1973);
- a fixação de populações provenientes de outros concelhos, associado às migrações internas do país;

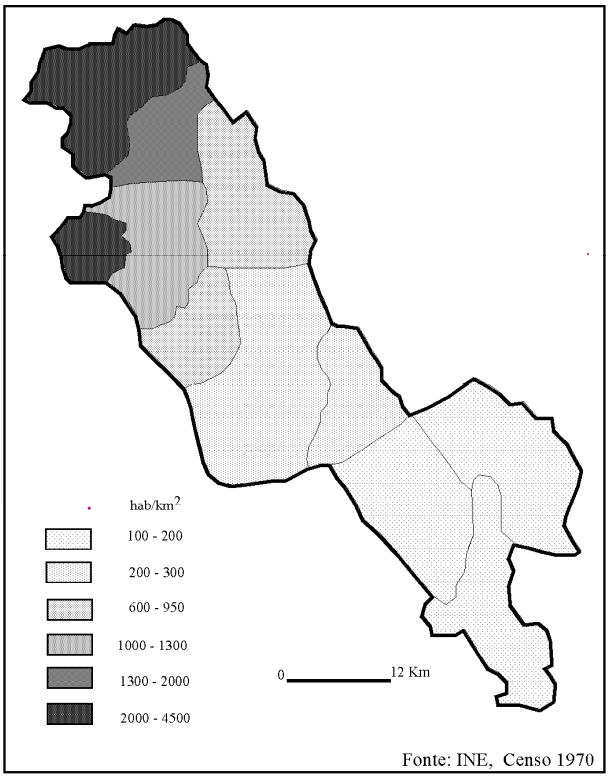


Fig.15 - Densidade da população por freguesias, no concelho de Gondomar, 1970

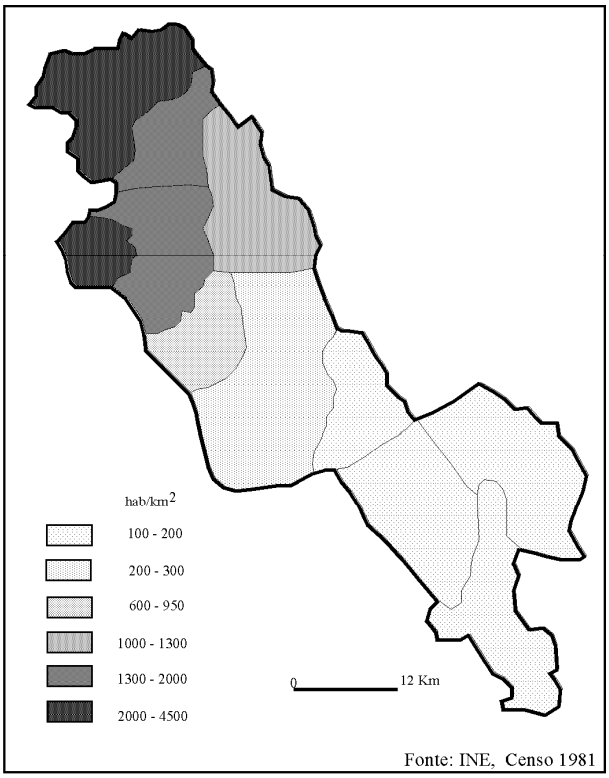


Fig.16 - Densidade da população por freguesias, no concelho de Gondomar, 1981

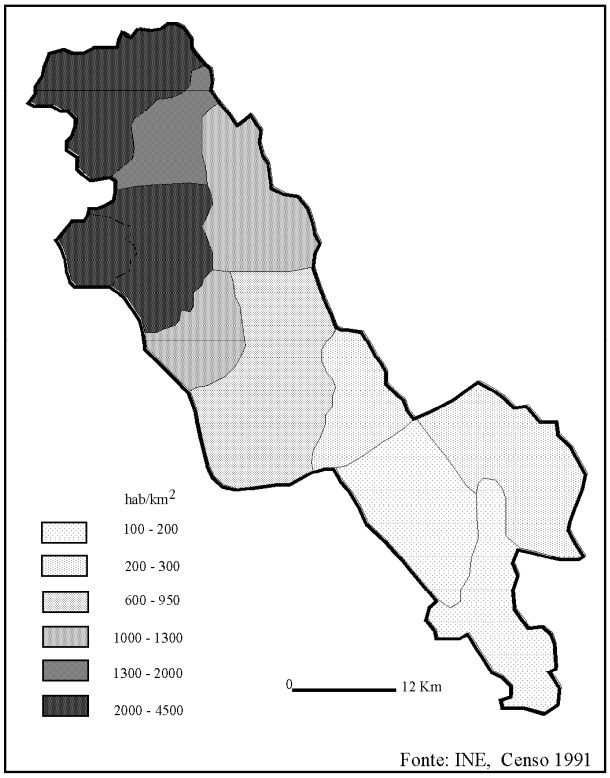


Fig.17 - Densidade da população por freguesias, no concelho de Gondomar, 1991

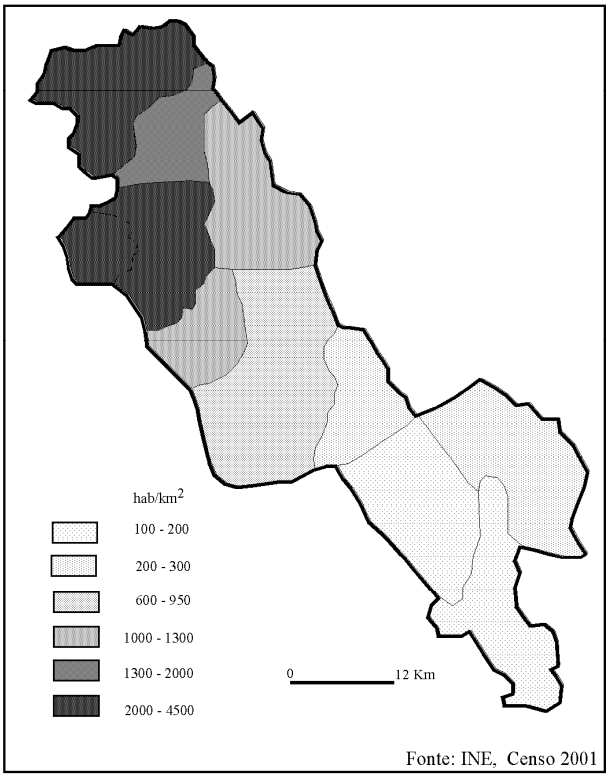


Fig.18 - Densidade da população por freguesias, no concelho de Gondomar, 2001

- o menor custo do solo;

- a configuração da rede de transportes públicos e infra-estruturas rodoviárias, que explica as fortes densidades populacionais das freguesias melhor servidas em termos de transportes e infra-estruturas viárias, como é o caso de Rio Tinto, S. Cosme, Valbom e Fânzeres;
- a diferenciação topográfica do concelho, correspondendo as freguesias mais povoadas e também mais urbanizadas (Rio Tinto, Fânzeres, S. Cosme e Valbom) ao território menos acidentado, enquanto que avançando mais para o interior do concelho e em direcção ao vale do Douro, o acidentado da topografia limitou a distribuição da população, pelo que é aí que encontramos as freguesias com menores densidades populacionais, como Lomba, Medas, Melres, Covelo e Foz do Sousa.

Definidos, em linhas gerais, os principais contornos da evolução demográfica do concelho de Gondomar, importa avaliar, com brevidade, os mecanismos que regulam o crescimento da população, o movimento natural e os migratórios.

Pela análise dos dados do quadro 8, relativo ao crescimento natural e migratório entre 1960-70, no contexto do Grande Porto, verifica-se, por um lado, a discrepância concelhia na variação da população, devida à componente migratória quando comparada com a relativa ao crescimento natural; por outro lado, enquanto o concelho do Porto se apresentava fortemente repulsivo, os concelhos periféricos registavam atracção populacional, ainda que as taxas respectivas se apresentassem desiguais, sendo de salientar que o concelho de Gondomar era o mais atractivo neste período. Este comportamento deveu-se às variações espaciais registadas pela migração, uma vez que o crescimento natural apresentava flutuações pouco significativas nos vários concelhos do Grande Porto (quadro 8).

Quadro 8 – Crescimento Natural e Migratório 1960-70

Concelhos	Aumento Populacional (1)	Crescimento Natural (2)	Variação líquida da População (3) = (1) -(2)	Taxa de Atracção/ Repulsão (%)
Gondomar	20 474	11 992	8 484	**10,0**
Maia	10 337	6 972	3 365	6,3
Matosinhos	18 208	12 862	5 346	5,9
Valongo	7 965	6 391	1 574	4,7
V. N. de Gaia	23 518	18 992	4 526	2,9
Total Periferia	80 504	57 209	23 295	5,6
Porto	2 756	57 588	- 54 832	- 18,1
Grande Porto	83 260	114 797	- 31 537	- 4,6

Fonte: INE, Recenseamentos Gerais da População, 1960 e 1970 e Estatísticas Demográfica

Quanto ao período de 1970 a 1981, segundo os dados deste último Recenseamento, verifica-se que 75% da população residente de Gondomar, manteve a sua residência concelhia desde 1973. A restante população não residia no concelho, sendo de destacar os provenientes de outros concelhos da área metropolitana e das ex-colónias portuguesas (quadro 9).

Quadro 9 - Mobilidade da População 1973-1981

Concelho	População Residente em 1981	Pop. que não mudou de concelho entre 1973-1981	Imigrantes no concelho	Imigrantes provenientes de :				
				Outros conc. da AMP	Restante distrito do Porto	Outros distritos do país	Ex-colónias	Outros países
Gondomar	130 751	98 284	15 792	7 340	381	2 125	45 091	437
% pop.1981		75,2	12	5,6	0,3	1,6	3,4	1,1

Fonte: INE, Recenseamento Geral da População de 1981

Relativamente ao período de 1985 e 1989, verifica-se que 86% e 96% da população, respectivamente, não mudaram de residência, enquanto que 7% e 2% não residiam no concelho, sendo o maior peso, o imigrante proveniente de outros concelhos do país. Note-se que as mudanças de residência foram mais intensas em 1985 do que em 1989 (quadros 10 e 11).

Quadro 10 - População residente segundo as migrações, em 1991 relativamente a 1985

Concelho	População Residente em 1991	Pop. que não mudou de concelho	Imigrantes no concelho	Imigrantes provenientes de:	
				outro concelho	do estrangeiro
Gondomar	143 178	123 658	10 536	9 279	1 257
% pop. 1991		86,4	7,4	6,4	0,87

Fonte: INE, Recenseamento Geral da População, 1991

Quadro 11 - População residente segundo as migrações, em 1991 relativamente a 1989

Concelho	População Residente em 1991	Pop. que não mudou de concelho	Imigrantes no concelho	Imigrantes provenientes de:	
				outro concelho	do estrangeiro
Gondomar	143 178	137 579	3 442	2 908	534
% pop. 1991		96,1	2,4	2,0	0,4

Fonte: INE, Recenseamento Geral da População, 1991

Quanto às alterações de residência, nos dois últimos períodos para os quais temos dados, regista-se que relativamente a 1995, 84% da população manteve a sua residência no concelho, enquanto que para 1999, este valor aumentou para 96%. Quanto à população entrada no concelho, o seu peso foi maior em 1995 (10%), sendo a maioria, população que veio de outros concelhos do país, tendo-se fixado, sobretudo, nas freguesias de Fânzeres, Rio Tinto, Baguim do Monte e Valbom, as mais atractivas (quadros 12, 13 e 14) e as que concentravam maior população em 2001. Quanto à taxa de repulsão em 2001, esta atingiu um valor de 6,1% para o concelho, o que evidencia que as entradas populacionais continuaram a ser mais significativas que as saídas.

Quadro 12 - População residente segundo as migrações, em 2001 relativamente a 1995

Concelho	População Residente em 2001	Pop. que não mudou de concelho	Imigrantes no concelho	Imigrantes provenientes de:	
				outro concelho	do estrangeiro
Gondomar	164 096	137 184	16 936	15 708	1 228
% pop. 2001		83,6	10,3	9,6	0,7

Fonte. INE, Recenseamento Geral da População, 2001

Quadro 13- População residente segundo as migrações, em 2001 relativamente a 1999

Concelho	População Residente em 2001	Pop. que não mudou de concelho	Imigrantes no concelho	Imigrantes provenientes de:	
				outro concelho	do estrangeiro
Gondomar	164 096	156 751	4 945	4 466	479
% pop. 2001		95,5	3,0	2,7	0,3

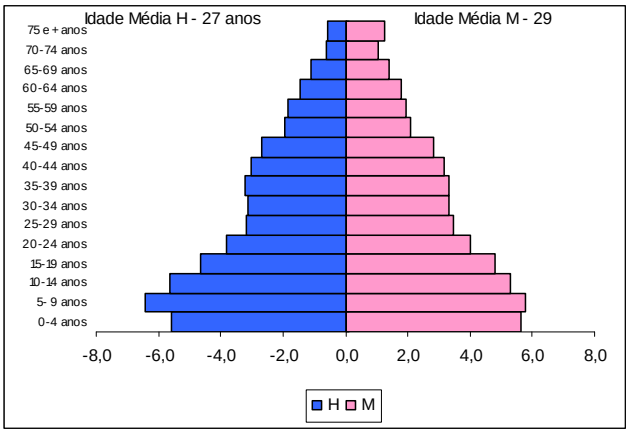
Fonte: INE, Recenseamento Geral da População, 2001

Quadro 14 – Proporção da população residente em 2001 que em 1995 residia fora do concelho (%), por local de residência

Local de residência	Proporção da Pop. Residente em 2001 que em 1995 residia fora do concelho
Gondomar	**10,3**
Covelo	2,3
Fânzeres	11,7
Foz do Sousa	1,6
Jovim	4,2
Lomba	5,8
Medas	3,1
Melres	3,6
Rio Tinto	16,1
S. Cosme	7,7
S. Pedro da Cova	3,0
Valbom	10,3
Baguim do Monte	14,1

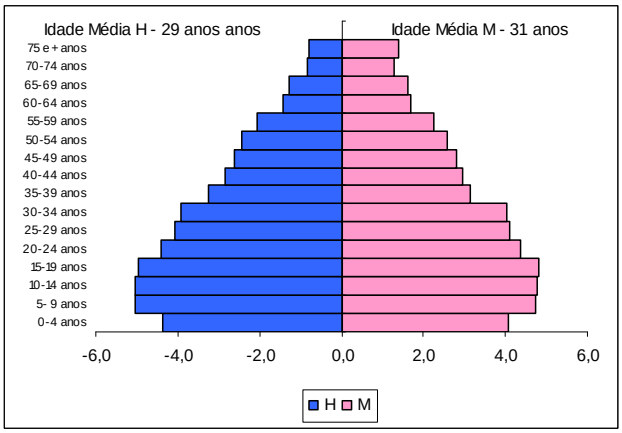
Fonte: INE, Censo de 2001, quadro disponível em http://www.ine.pt/bddXplorerp/htdocs/bddXplorer04.jsp (acedido em Novembro de 2007)

Relativamente à estrutura etária, verificamos um progressivo envelhecimento da população devido, quer à diminuição da população mais jovem, quer ao aumento da mais idosa (figs. 19, 20, 21 e 22), processo, aliás, comum a grande parte do território nacional.



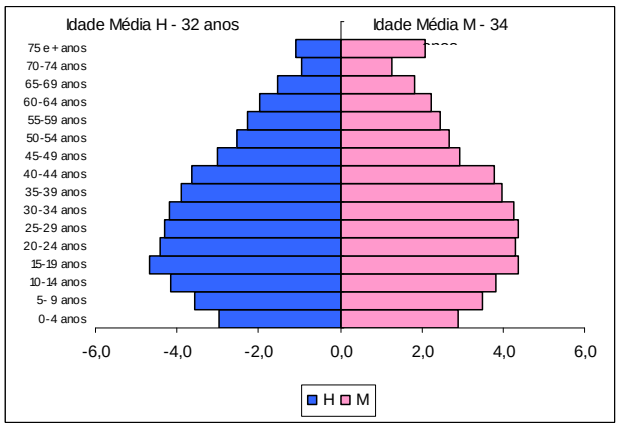
Fonte: INE, Recenseamento Geral da População de 1970

Fig. 19 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 1970



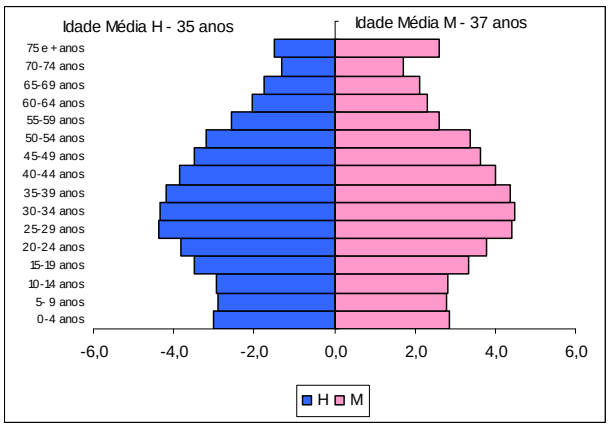
Fonte: INE, Recenseamento Geral da População de 1981

Fig. 20 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 1981



Fonte: INE, Recenseamento Geral da População de 1991

Fig. 21 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 1991



Fonte: INE, Recenseamento Geral da População de 2001

Fig. 22 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 2001

A pirâmide de 1970 (fig.19) apresentava uma classe oca dos 0 aos 4 anos devido à diminuição da natalidade. O grupo dos adultos tinha bastante expressão, fruto da mobilidade residencial. Em 1981 (fig.20), a redução da base manteve-se mas intensificou-se o crescimento quer dos jovens, quer dos adultos, devido à entrada no concelho de jovens casais, associada à mobilidade residencial. Os idosos também aumentaram, relativamente a 1970. As pirâmides de 1991 (fig.21) e de 2001 (fig.22) apresentavam já um duplo envelhecimento, pela base (diminuição dos jovens) e no topo (aumento dos idosos), fruto da diminuição da natalidade e do aumento da esperança média de vida. A proporção de população adulta (25 a 64 anos) teve um aumento substancial.

O progressivo envelhecimento populacional do concelho constitui-se, também, num factor condicionante das alterações do uso do solo. A diminuição de população jovem, em simultâneo com as alterações na estrutura da população activa, levou ao abandono de áreas anteriormente agricultadas, promovendo o aumento das áreas florestal e de matos, assim como de terrenos disponíveis para usos construtivos. Estas transformações criam condições para um potencial aumento da degradação dos solos, seja pela maior susceptibilidade aos incêndios florestais, seja pelo aumento da área do edificado.

Quanto à evolução da população activa, verificou-se um aumento, sendo de salientar que em 1960, 36% da população residente era activa, aumentando este valor para 48% em 2001, ou seja, houve um aumento de 60% entre 1960 e 2001 (quadro 15).

Quadro 15 – Evolução da população activa e taxa de actividade no concelho de Gondomar, entre 1960 e 2001

	Total da População	População Activa	Taxa de actividade (%)
1960	84599	30026	35,5
1981	130751	52327	40,0
1991	143178	65579	45,8
2001	164096	78063	47,6
Variação1960/2001	79497	48037	60,4

Fonte: INE, Censos da População

Analisando a distribuição da população activa por sector de actividade, verifica-se uma diminuição do sector primário e do secundário, enquanto o terciário aumentou substancialmente, no período em análise. Contudo, esta variação apresenta-se distinta já que em 1960 e 1981 o sector secundário era o que concentrava o maior número de activos e a partir de 1991 passou a ser o terciário a ocupar o primeiro lugar (quadro 16).

Quadro 16 – População activa por sectores de actividade no concelho de Gondomar, de 1960 a 2001

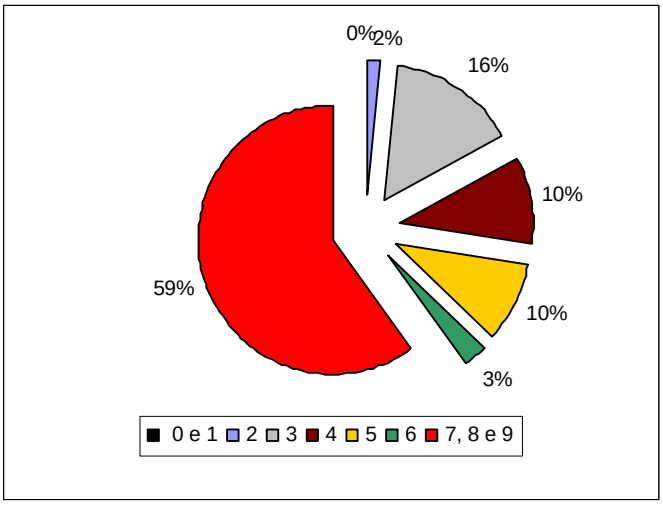
	Primário	Secundário	Terciário	Total	Primário	Secundário	Terciário
	(valor absoluto)				(percentagem)		
1960	5087	18023	6916	30026	16,9	60,0	23,0
1981	1490	28219	22618	52327	2,8	53,9	43,2
1991	858	29085	35636	65579	1,3	44,4	54,3
2001	609	27912	49542	78063	0,8	35,8	63,5
Variação1960/2001	-4478	9889	42626	48037	-9,3	20,6	88,7

Fonte: INE, Censos da População

Esta trajectória deveu-se, por um lado, ao progressivo desaparecimento da actividade agrícola, à deslocação industrial e à modernização tecnológica de várias empresas industriais, o que fez diminuir as necessidades em termos de mão-de-obra e, por outro lado, à melhoria das condições de vida das populações, que se traduziu no aumento e diversificação de serviços, bem como do comércio, associado ao aumento da taxa de urbanização.

Analisando a população activa a exercer profissão, verifica-se que em 1981, o maior peso correspondia ao grupo dos trabalhadores industriais (59%), seguindo-se os grupos dos trabalhadores menos qualificados dos serviços e comércio (grupos, 3, 4 e 5, com 36%). O pessoal mais qualificado (grupos 0/1 e 2) era muito reduzido, assim como os ligados à agricultura e pesca (fig. 23).

Fig. 23 - População residente activa a exercer uma profissão, segundo o grupo de profissões, no concelho de Gondomar em 1981 (CNP 80)



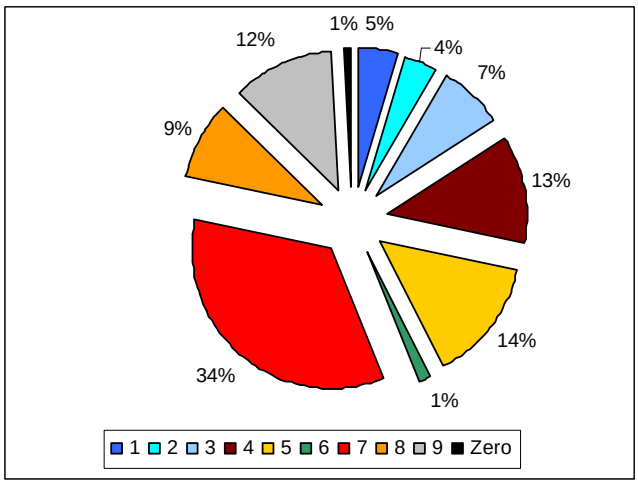
Códigos CNP (Classificação Nacional de Profissões)
0/1 - Pessoal de profissões científicas, técnicas, artísticas e similares
1- Directores e quadros superiores administrativos
2- Pessoal administrativo e trabalhadores similares
3- Pessoal do comércio e vendedores
4- Pessoal dos serviços de protecção e segurança, dos serviços pessoais e domésticos e trabalhadores similares
5- Agricultores, criadores de animais, trabalhadores agrícolas e florestais, pescadores e caçadores
7/8/9 - Trabalhadores da indústria extractiva e transformadora e condutores de máquinas fixas e de transporte

Fonte: INE, Censo de 1981

Esta distribuição da população activa por profissões realça que no concelho de Gondomar residia, em 1981, uma população activa pouco qualificada, sendo a indústria a grande empregadora desta mão-de-obra.

Em 1991, apesar da nomenclatura utilizada ser diferente, continuou a predominar a população activa empregue na indústria (grupos 7 e 8 com 43%), ainda que se tenha verificado uma diminuição relativamente a 1981; seguiam-se os grupos do pessoal menos qualificado dos serviços (grupo 5 e 4 com 27%) e da agricultura, indústria, comércio e serviços (grupo 9 com 12%). Os profissionais mais qualificados aumentaram ligeiramente relativamente a 1981 (grupos 1, 2 e 3 com 16%). Apesar da população residente activa ainda ser predominantemente pouco qualificada e empregue no sector industrial, a situação indiciava uma fixação, ainda que reduzida, de populações mais qualificadas profissionalmente (fig. 24).

Fig. 24- População residente com 12 ou mais anos empregada segundo os grupos de profissões, no concelho de Gondomar em 1991 (CITP/88)



Fonte: INE, Censo de 1991

Códigos CITP/88 (Classificação Internacional Tipo Profissões)

1- Membros dos corpos legislativos, quadros dirigentes da função pública, directores e quadros dirigentes de empresas
2- Profissões intelectuais e científicas
3- Profissões técnicas intermédias
4- Empregados administrativos
5- Pessoal dos serviços de protecção e segurança, dos serviços pessoais e domésticos e trabalhadores similares
6- Trabalhadores da agricultura e da pesca
7- Trabalhadores da produção industrial e artesãos
8- Operadores de instalações industriais e máquinas fixas, condutores e montadores
9- Trabalhadores não qualificados da agricultura, indústria, comércio e serviços
0- Forças armadas

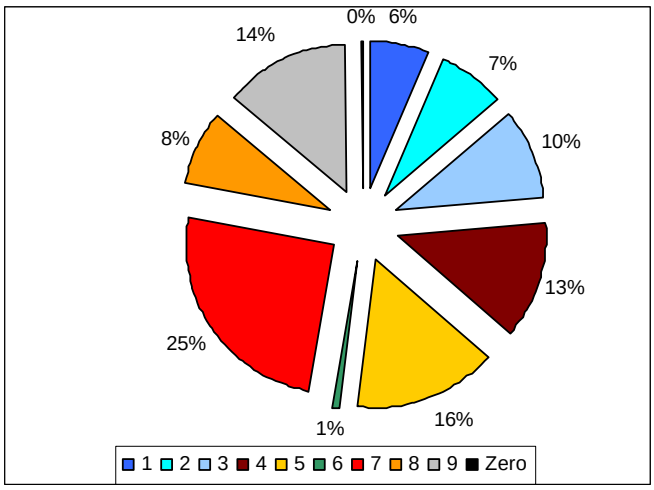
Relativamente aos grupos socioeconómicos em 1991, podemos observar que existia uma forte concentração no centro das freguesias urbanas[2] (S. Cosme, Valbom, Fânzeres, Rio Tinto, Baguim do Monte, S. Pedro da Cova e Jovim) de residentes

[2] Segundo o estudo do INE e DGOTDU - *Indicadores Urbanos do Continente*, 1999, são estas freguesias e ainda Medas e Melres (APU Medas), as consideradas como predominantemente urbanas (APU), sendo as restantes consideradas como mediamente urbanas (AMU).

empregados nas áreas da saúde, educação, administração e profissões liberais e similares, correspondendo também, a uma forte percentagem de residentes com nível de instrução médio ou superior. As freguesias mediamente urbanas concentravam o grupo dos operários, capatazes e encarregados (INE, 2000, p.84 e 85). Verificava-se, assim, um contraste significativo em termos territoriais relativamente à qualificação da população, situação que deverá estar relacionada com os preços diferenciados da habitação, que são mais elevados nas freguesias centrais e, portanto, apenas acessíveis a populações com maior poder de compra.

Em 2001 (fig. 25), continuou a observar-se um peso significativo da população empregue na indústria (grupo 7 e 8, 33%), ainda que esta tenha vindo a decrescer no período de tempo em análise, situação que foi acompanhada pelo aumento da população empregue no sector dos serviços e comércio (grupos 4, 5, 3, 2 e 1 – 52%). Relativamente aos trabalhadores da agricultura e pesca, tinham um peso reduzido e também diminuíram entre 1981 e 2001, o que demonstra a pouca importância deste sector num território cada vez mais urbanizado. Os activos das profissões mais qualificadas aumentaram (grupos 1, 2 e 3 com 13%), atingindo um peso semelhante ao dos trabalhadores não qualificados (grupo 9 com 14%). Este panorama indicia que apesar da população residente activa ainda ser predominantemente pouco qualificada e empregue, sobretudo, nos serviços e comércio, há um reforço na tendência, iniciada na década anterior, de fixação de populações mais qualificadas profissionalmente.

Fig. 25 - População empregada por local de residência segundo os grupos de profissões, no concelho de Gondomar em 2001 (CNP/94)



Fonte: INE, Censo de 2001

Códigos CNP/94 (Classificação Nacional de Profissões)

1- Quadros superiores da administração pública, dirigentes e quadros superiores de empresas
2- Especialistas das profissões intelectuais e científicas
3- Técnicos e profissionais de nível intermédio
4- Pessoal administrativo e similares
5- Pessoal dos serviços e vendedores
6- Agricultores e trabalhadores qualificados da agricultura e pescas
7- Operários artífices e trabalhadores similares
8- Operadores de instalações e máquinas e trabalhadores da montagem
9- Trabalhadores não qualificados
0- Forças armadas

Relativamente à distribuição territorial da população empregada por profissão em 2001 (quadro 17), verifica-se, tal como já acontecia em 1991, uma concentração das profissões mais qualificadas (grupos 1, 2 e 3) nas freguesias urbanas, sendo de destacar com valores mais elevados, Baguim do Monte, S. Cosme, Rio Tinto e Valbom. Os operários predominavam nas freguesias mais periféricas, destacando-se com valores superiores a 30% as freguesias da Lomba, S. Pedro da Cova, Jovim, Foz do Sousa e Melres. É em algumas destas freguesias, para além de Medas e Covelo, que encontramos, também, os valores mais elevados de trabalhadores menos qualificados (grupo 9). Quanto às profissões ligadas à agricultura e pesca, verificava-se uma concentração nas freguesias de Melres, Covelo e Lomba.

Esta situação mostra o contraste existente entre as freguesias mais urbanas e mais próximas da cidade do Porto, com uma população mais qualificada profissionalmente e um vasto território menos urbanizado onde se localiza uma população empregue, sobretudo, na indústria e menos qualificada em termos profissionais.

3. CRESCIMENTO DO EDIFICADO

3. 1. Características do povoamento

Quanto às características do povoamento, entre 1960 e 2001, verificou-se uma densificação progressiva dos núcleos populacionais de pequena dimensão, que chegam mesmo a apoiar a expansão territorial dos lugares de maior dimensão (maior ou igual a 10000 habitantes). Na verdade, ao compararmos a variação entre 1960 e 2001, verificamos que esta foi negativa para todos os lugares com uma dimensão inferior a 9999 habitantes (quadro 18). É, portanto, nítida a tendência para a concentração da população em lugares mais populosos, expresso no facto de 86% da população residente em Gondomar em 2001, corresponder a lugares com mais de 10000 habitantes, enquanto que esse valor era de 26% em 1960 (quadro 18).

Quadro 17 – População empregada por local de residência e grupo de profissão (CNP/94), nº e % em 2001

	População empregada por local de residência e profissão																					
	Total	%	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%	7	%	8	%	9	%	0	%
Covelo	788	1,0	33	4,2	27	3,4	49	6,2	68	8,6	92	11,7	14	**1,8**	237	**30,1**	129	16,4	139	**17,6**	0	0
Fânzeres	10922	14,0	678	**6,2**	561	5,1	1016	9,3	1320	**12,1**	1892	**17,3**	55	0,5	2918	26,7	951	**8,7**	1506	13,8	25	0,2
Foz do Sousa	2867	3,7	164	5,7	147	5,1	193	6,7	227	7,9	333	11,6	51	1,8	983	**34,3**	287	**10,0**	480	**16,7**	2	0,1
Jovim	3270	4,2	194	5,9	139	4,3	217	6,6	275	8,4	378	11,6	40	1,2	1225	**37,5**	289	**8,8**	508	**15,5**	5	0,2
Lomba	605	0,8	16	2,6	9	1,5	20	3,3	25	4,1	37	6,1	10	**1,7**	329	**54,4**	83	**13,7**	76	12,6	0	0,0
Medas	1015	1,3	47	4,6	50	4,9	83	8,2	96	9,5	112	11,0	9	0,9	313	**30,8**	124	**12,2**	178	**17,5**	3	**0,3**
Melres	1698	2,2	85	5,0	50	2,9	113	6,7	139	8,2	253	14,9	40	**2,4**	557	**32,8**	173	**10,2**	286	**16,8**	2	0,1
Rio Tinto	23086	**29,6**	1500	**6,5**	2099	**9,1**	2966	**12,8**	3576	**15,5**	4303	**18,6**	91	0,4	3931	17,0	1688	7,3	2859	12,4	73	**0,3**
S. Cosme	12706	**16,3**	951	**7,5**	1197	**9,4**	1483	**11,7**	1762	**13,9**	1785	14,0	129	1,0	3098	24,4	824	6,5	1450	11,4	26	0,2
S. Pedro da Cova	7585	9,7	311	4,1	146	1,9	374	4,9	556	7,3	961	12,7	50	0,7	3038	**40,1**	732	**9,7**	1408	**18,6**	9	0,1
Valbom	6632	8,5	444	**6,7**	545	**8,2**	671	10,1	950	**14,3**	997	15,0	25	0,4	1587	23,9	481	7,3	917	13,8	15	0,2
Baguim do Monte	6889	8,8	582	**8,4**	559	**8,1**	780	**11,3**	862	**12,5**	1143	**16,6**	52	0,8	1525	22,1	581	**8,4**	792	11,5	13	0,2
Gondomar	78063	100,0	5005	6,4	5529	7,1	7965	10,2	9856	12,6	12287	15,7	566	0,7	19741	25,3	6342	8,1	10599	13,6	173	0,2

Fonte: INE, Censo de 2001

Códigos CNP/94

1- Quadros superiores da administração pública, dirigentes e quadros superiores de empresas
2 - Especialistas das profissões intelectuais e científicas
3 - Técnicos e profissionais de nível intermédio
4 - Pessoal administrativo e similares
5 - Pessoal dos serviços e vendedores
6 - Agricultores e trabalhadores qualificados da agricultura e pescas
7 - Operários artífices e trabalhadores similares
8 - Operadores de instalações e máquinas e trabalhadores da montagem
9 - Trabalhadores não qualificados
0 - Forças armadas

Quadro 18 - Evolução do tipo de povoamento, 1960 a 2001

	População Residente em lugares de:							
Gondomar	**< 1999 hab. + isolados**	**%**	**2000-4999 hab.**	**%**	**5000-9999 hab**	**%**	**> 10000 hab.**	**%**
1960	42723	49,9	8694	10,2	12144	14,2	22038	25,7
1970	53304	50,9	25364	24,2			26132	24,9
1981	66897	51,2	32790	25,1			31064	23,8
1991	71426	49,9	28136	19,7	9651	6,7	33965	23,7
2001	23281	14,2					140815	85,8
Variação 1960/2001	-19442	-35,7	-8694	-10,2	-12144	-14,2	118777	60,1

Fonte: INE, Recenseamentos Gerais da População

Assim, a expansão demográfica até aos anos 80, não introduziu rupturas significativas nas modalidades tradicionais de estruturação do povoamento; na verdade, o crescimento processou-se através da expansão dos aglomerados populacionais rurais antigos, originando uma expansão urbana em mancha difusa, que foi penetrando as áreas rurais e não pela criação de bairros novos, cujo perfil arquitectónico contrasta, radicalmente, com aquelas formas de povoamento.

Esta situação deveu-se, essencialmente, ao predomínio da promoção habitacional unifamiliar, promovida por iniciativa das famílias (em muitos casos através da construção ilegal). No entanto, a partir dos anos 90, começou a esboçar-se uma mudança das formas de povoamento, resultante, quer da alteração do tipo de promotor, quer das tipologias habitacionais, ganhando força as empresas de construção e as urbanizações constituídas por conjuntos de edifícios mais altos e com maior número de alojamentos. Em alguns casos, este tipo de edifícios constituem autênticos *enclaves*, como é o caso, por exemplo, de empreendimentos mistos (com superfícies comerciais, habitações ou mesmo alguns escritórios), de alguns dos novos bairros sociais (nomeadamente os construídos ao abrigo do Plano Especial de Realojamento – PER) ou, mesmo, alguns outros promovidos por promotores privados, em freguesias mais periféricas; estes últimos, dado o seu carácter pontual de implantação e a sua não relação com os tecidos que os cercam, introduzem rupturas na continuidade do espaço construído pré-existente.

3. 2. Caracterização do parque habitacional

A dinâmica populacional do concelho de Gondomar foi acompanhada pela densificação do espaço construído. Na verdade, o ritmo de construção de edifícios acompanhou o ritmo de crescimento da população. Assim, em 1960, as freguesias com maior densidade de edifícios eram Rio Tinto e Valbom (251-450 edifícios/km^2), seguidas por Fânzeres e S. Cosme (151-250 edifícios/Km^2). As freguesias mais periféricas apresentavam a menor densidade de edifícios: Jovim e S. Pedro da Cova com 76-150 edifícios/km^2, Covelo, Foz do Sousa, Lomba, Melres, Medas com, apenas, 35-50 edifícios/km^2 (fig.26).

Em 1981, a densidade de edifícios aumentou em praticamente todas as freguesias, excepto na freguesia da Lomba, que perdeu 7 edifícios, entre 1960 e 1981. As freguesias que já possuíam uma densidade de edifícios mais elevada em 1960, viram intensificada a sua densidade construtiva (Rio Tinto com 673 edifícios/ Km^2 e Valbom com 469 edifícios/ Km^2) (fig. 27).

Em 1991 e 2001 todas as freguesias viram aumentar a densidade de edifícios, ainda que as freguesias mais periféricas (Lomba, Melres, Medas, Covelo e Foz do Sousa), mantivessem as menores densidades (figs. 28 e 29).

Esta densificação progressiva do espaço construído contribuiu para um aumento da impermeabilização do solo em todas as freguesias. No capítulo VI daremos maior destaque à evolução das áreas de solos impermeabilizados no concelho, de 1975 a 1995, como uma das principais causas da degradação do solo.

Analisando os edifícios segundo a época de construção, verifica-se que o parque habitacional de Gondomar é antigo dado que, em todas as freguesias, mais de 15% dos edifícios foram construídos antes de 1960, destacando-se as freguesias de Valbom, Lomba e Rio Tinto com mais de 30% de edifícios anteriores a 1960. Contudo, várias freguesias viram o seu ritmo de construção aumentar nas duas últimas décadas, sendo de destacar o caso de Foz do Sousa, com um número maior de edifícios construídos entre 1981 e 2001, para além de Covelo, Jovim e S. Cosme, entre 1991 e 2001 (fig. 30).

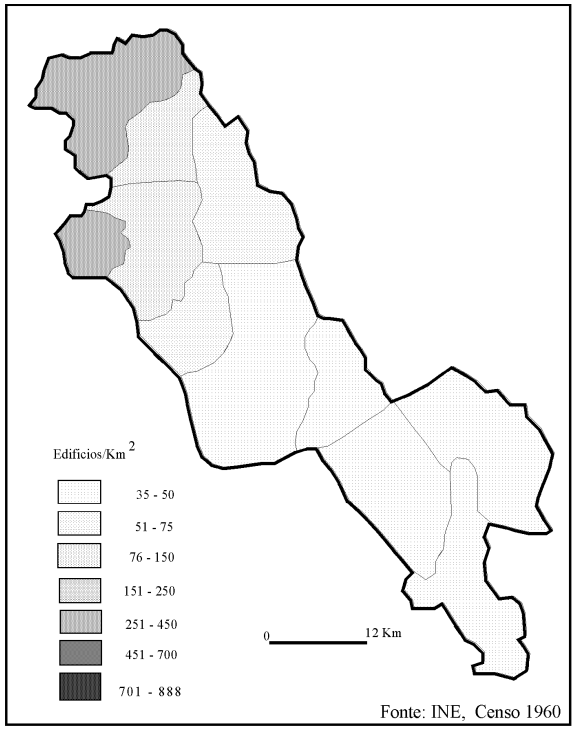


Fig. 26- Densidade de Edifícios, por freguesias, no concelho de Gondomar, 1960

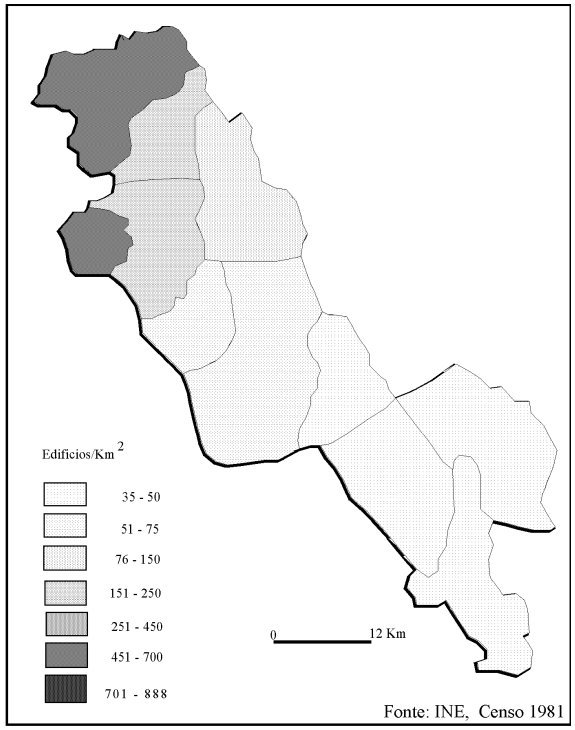


Fig. 27- Densidade de Edifícios, por freguesias, no concelho de Gondomar, 1981

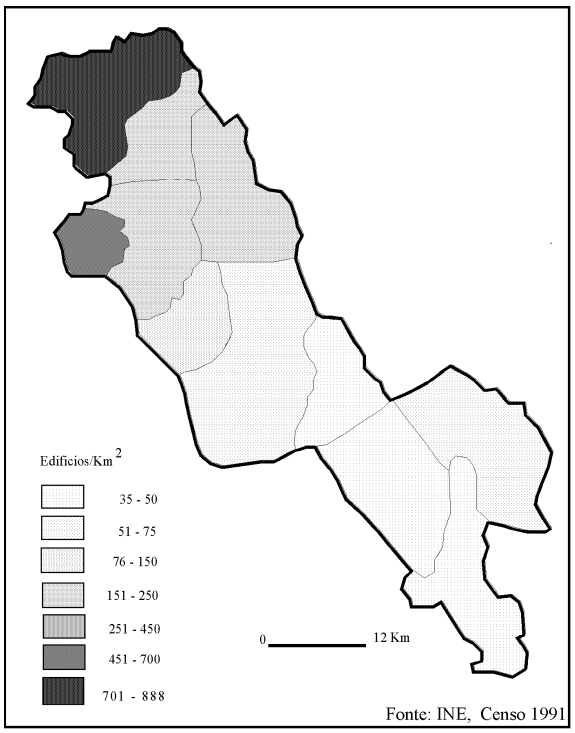


Fig. 28- Densidade de Edifícios, por freguesias, no concelho de Gondomar, 1991

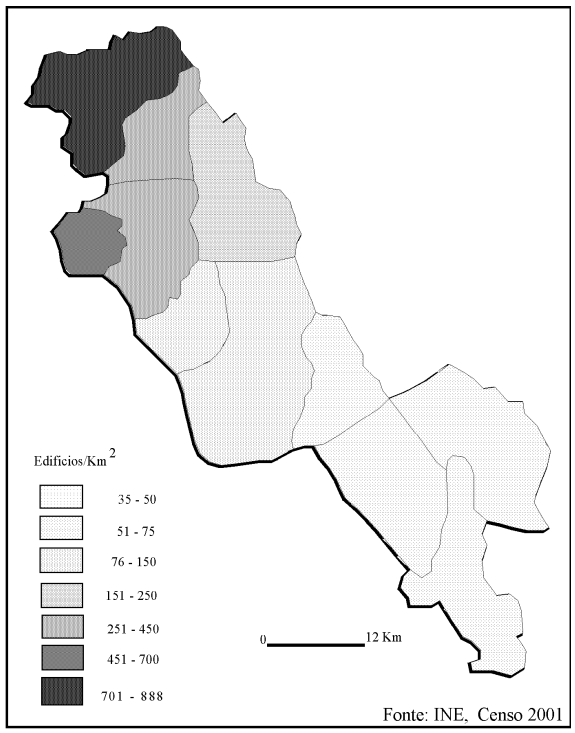
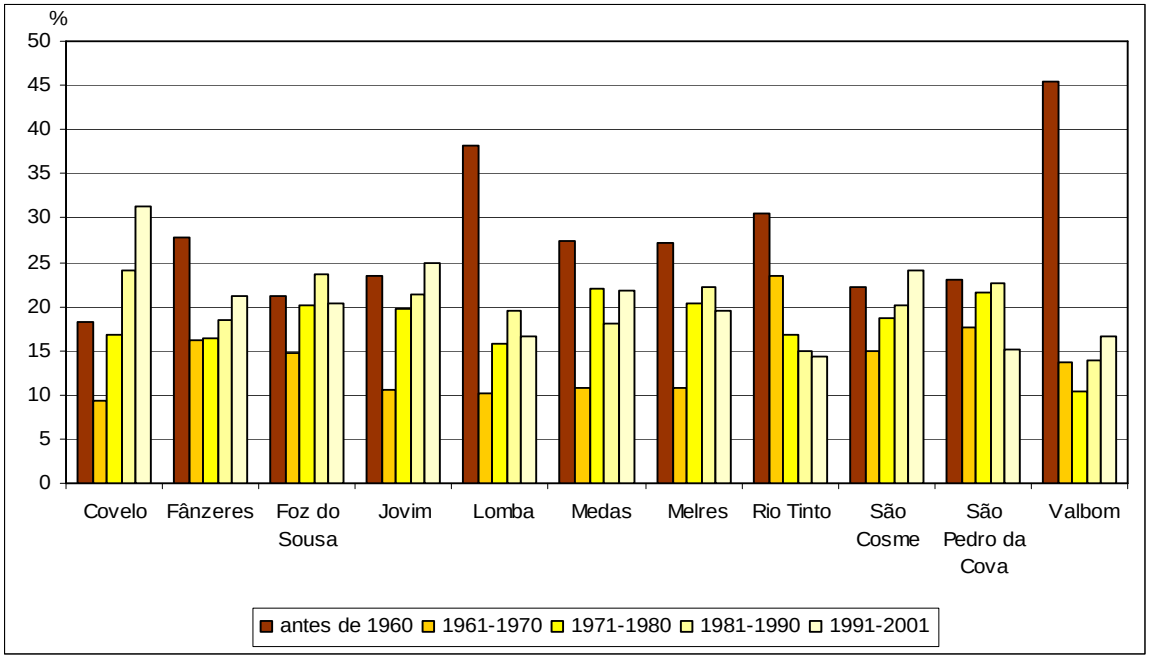


Fig. 29- Densidade de Edifícios, por freguesias, no concelho de Gondomar, 2001



Fonte: INE, Censo de 2001

Fig. 30 - Edifícios segundo a época de construção, por freguesias, no concelho de Gondomar

A variação do número de edifícios por freguesias evidencia um forte crescimento entre 1960 e 1981, sobretudo em Jovim, Rio Tinto, S. Cosme e S. Pedro da Cova, com aumentos superiores a 55%. A freguesia da Lomba foi a única que perdeu edifícios neste período (fig. 31).

Nas duas décadas seguintes assistimos, em todas as freguesias, a um aumento do número de edifícios, ainda que a um ritmo menor, destacando-se, entre 1991 e 2001, Valbom com um valor de 31% (figs. 32 e 33).

O concelho de Gondomar apresenta uma idade média do parque de edifícios inferior à do Grande Porto, respectivamente 33,9 anos e 36,9 anos. As freguesias com um parque mais antigo são Valbom, Rio Tinto e Lomba, todas com valores superiores à média do concelho, enquanto que as freguesias de Covelo e Foz do Sousa apresentam um parque mais jovem (quadro 19).

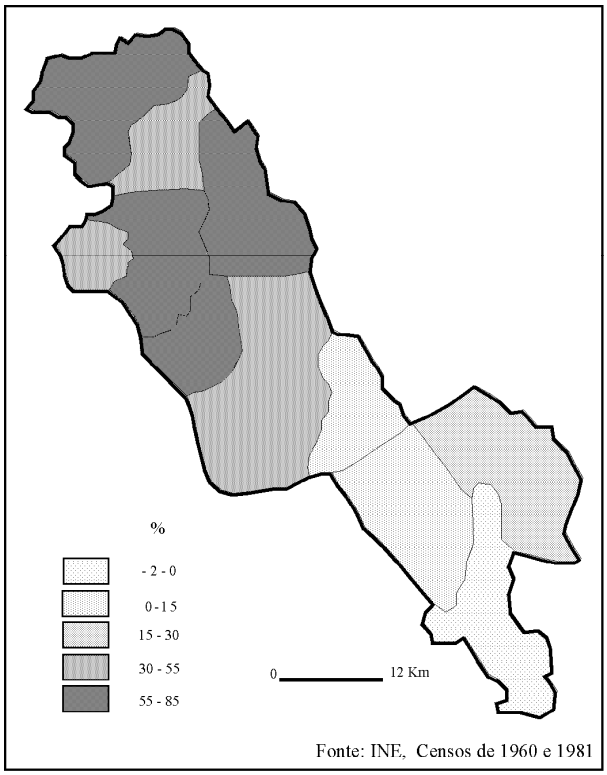


Fig. 31 - Variação dos edifícios, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1960 e 1981

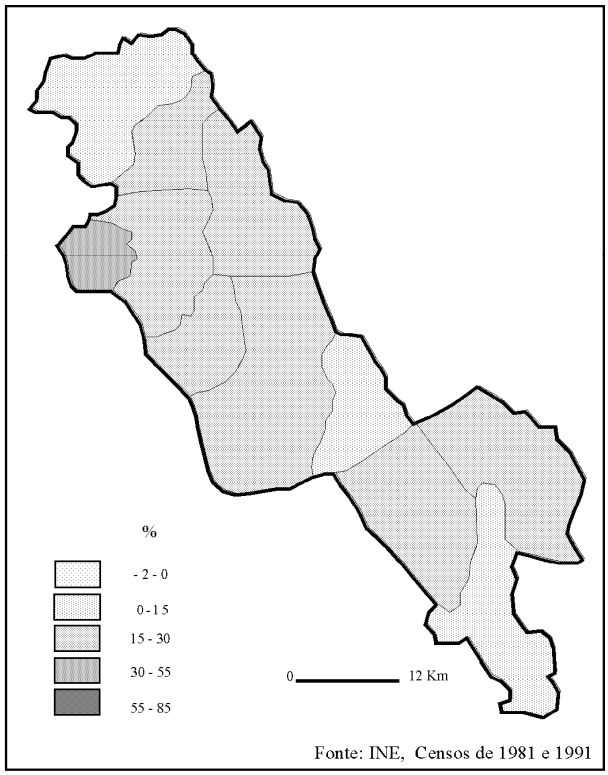


Fig. 32 - Variação dos edifícios, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1981 e 1991

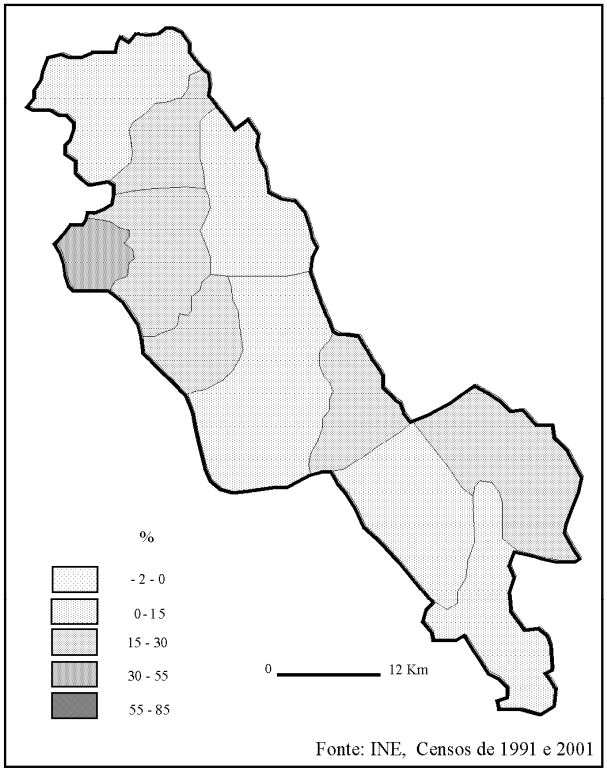


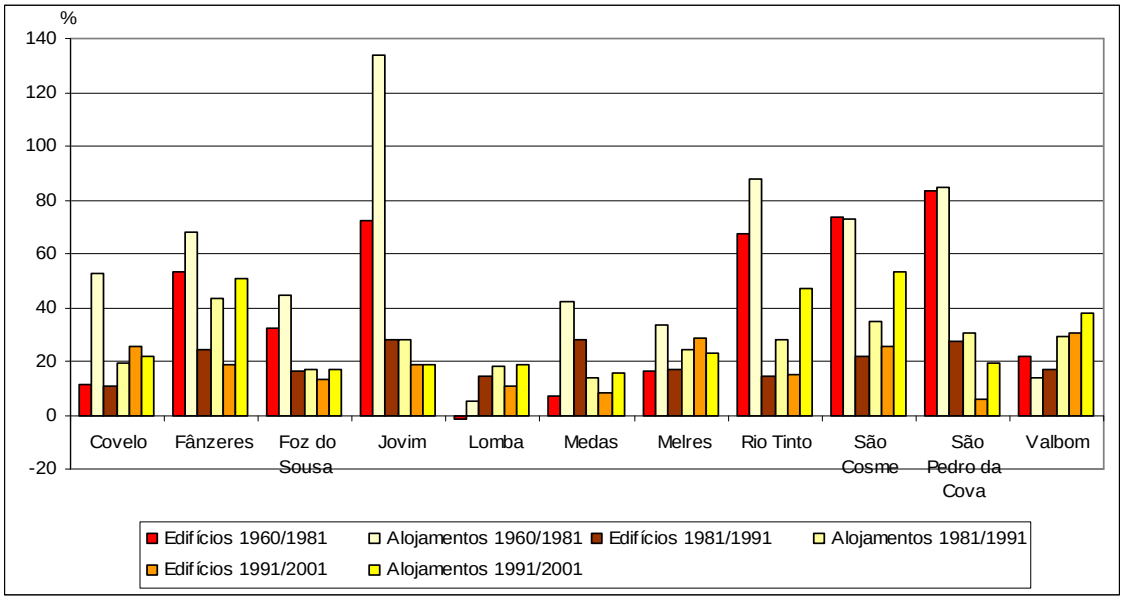
Fig. 33 - Variação dos edifícios, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1991 e 2001

Quadro 19 – Idade Média dos edifícios no concelho de Gondomar, em 2001

	Idade Média dos edifícios
Gondomar	33,9
Covelo	25,8
Fânzeres	32,6
Foz do Sousa	28,9
Jovim	29,9
Lomba	38,5
Medas	31,9
Melres	31,0
Rio Tinto	38,3
São Cosme	30,0
S. Pedro da Cova	30,8
Valbom	42,5
Baguim do Monte	30,6
Grande Porto	36,9

Fonte: INE, Censo de 2001

Em todas as freguesias, no período em análise, os alojamentos familiares cresceram mais do que os edifícios, situação que aponta para uma tendência do reforço da densificação, decorrente do aumento da importância das construções com maior número de alojamentos e pisos (fig. 34). Este facto está directamente relacionado quer com o aumento do preço do solo, quer com alterações do tipo de promotor, o que origina uma alteração do perfil do edificado, surgindo os edifícios plurifamiliares em detrimento das moradias unifamiliares que, apesar de diminuírem em algumas freguesias, são ainda predominantes (quadro 20).



Fonte: INE, Censos de 1960, 1981, 1991 e 2001

Fig. 34 – Variação dos edifícios e alojamentos familiares no concelho de Gondomar

Os edifícios com maior número de alojamentos aumentaram em praticamente todas as freguesias, sendo de destacar as freguesias urbanas de Fânzeres, Rio Tinto, S. Cosme e Valbom, onde o aumento foi mais significativo (quadro 20).

Quadro 20 – Edifícios com 1 alojamento e 4 ou mais alojamentos, por freguesias, em 1991 e 2001

	Edifícios com 1 alojamento				**Edifícios com 4 ou + alojamentos**			
	1991	2001	1991%	2001%	1991	2001	1991%	2001%
Gondomar	22798	26895	76,0	76,4	1684	2993	5,6	8,5
Covelo	304	391	81,7	83,5	4	4	1,1	0,9
Fânzeres	2356	2809	71,5	71,8	264	463	**8,0**	**11,8**
Foz do Sousa	1271	1451	**83,9**	**84,8**	19	29	1,3	1,7
Jovim	933	1167	70,1	73,9	66	72	5,0	4,6
Lomba	559	630	**95,6**	**97,2**	0	5	0,0	0,8
Medas	559	583	**89,4**	**86,1**	2	4	0,3	0,6
Melres	721	986	**84,7**	**90,3**	2	4	0,2	0,4
Rio Tinto	1965	2393	**83,9**	**76,4**	688	1293	**6,3**	**10,2**
S. Cosme	3088	3728	75,4	72,6	313	573	**7,6**	**11,2**
São Pedro da Cova	2988	3034	78,4	75,1	97	228	2,5	5,6
Valbom	1769	2595	70,9	79,6	229	318	**9,2**	**9,8**

Fonte: INE, Censos de 1991 e 2001

Relativamente à variação dos alojamentos no período em estudo, verificamos que o ritmo de crescimento foi positivo em todas as freguesias, sendo de destacar com os maiores aumentos, em todo o período, a freguesia de Fânzeres (figs. 35, 36 e 37).

Analisando a variação dos alojamentos familiares entre 1970 e 2001 (fig. 38), as freguesias que registaram menores aumentos (inferiores a 100%) foram Lomba, Melres, Medas e Foz do Sousa, enquanto que as restantes apresentaram um crescimento superior a 100%, destacando-se Fânzeres e S. Cosme, com um valor superior a 160%, e aquelas que mais cresceram no período em análise.

O concelho de Gondomar, em 1970, possuía um total de 25665 alojamentos, valor superior ao número de famílias; contudo, quando comparamos o número de alojamentos de residência habitual com o número de famílias, verificamos que existe um défice de alojamentos, situação que é agravada tendo em conta o número de alojamentos não clássicos existentes. Em 1981, verificou-se um aumento do número de alojamentos e famílias, continuando, contudo, a existir um défice de alojamentos, dado que só 32989 eram de residência habitual, existindo 194 alojamentos não clássicos, valor

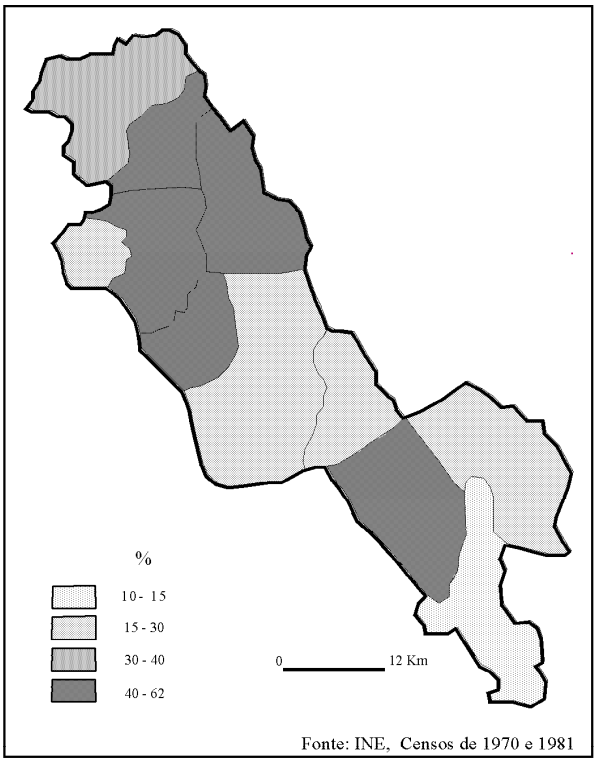


Fig. 35 - Variação dos alojamentos familiares, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1970 e 1981

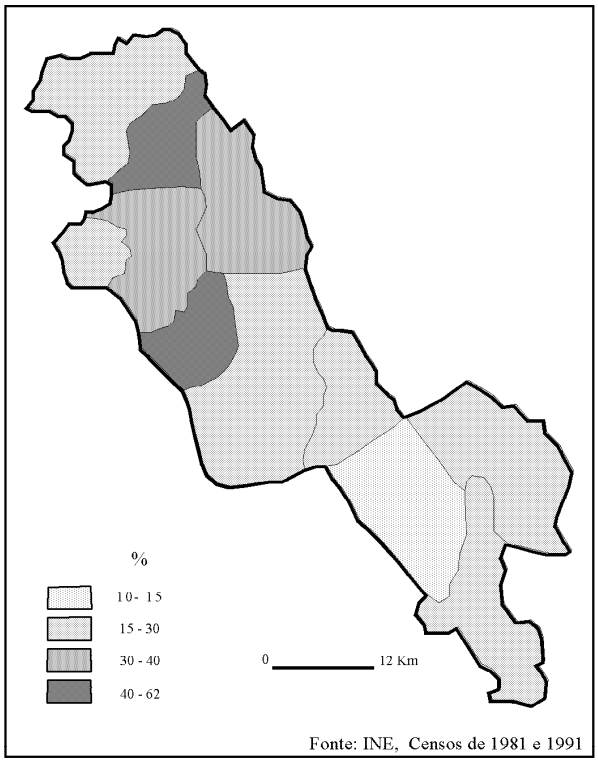


Fig. 36 - Variação dos alojamentos familiares, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1981 e 1991

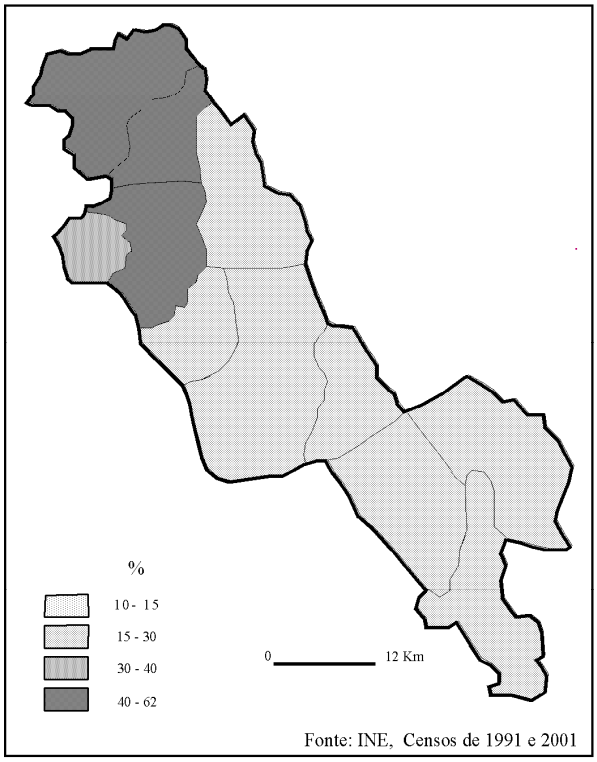


Fig. 37 - Variação dos alojamentos familiares, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1991 e 2001

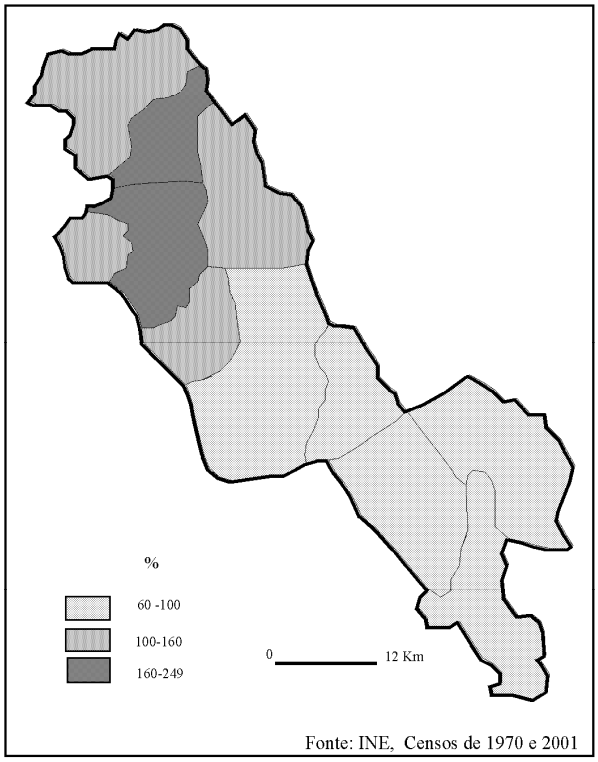


Fig. 38 - Variação dos alojamentos familiares, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1970 e 2001

que também aumentou relativamente a 1970 (quadro 21). Em 1991 e 2001, verificou-se um aumento do número de alojamentos e famílias, sendo de salientar o aumento dos alojamentos de uso sazonal e dos vagos, estes, sobretudo destinados à venda.

Os alojamentos não clássicos diminuíram em 1991, o que aponta para uma melhoria das condições habitacionais mas, em 2001, tornam a aumentar, apesar de em 1993 o Governo ter lançado dois programas, o Programa Especial de Realojamento (PER) e o Programa de Construções Económicas (PCHE), para erradicação destas situações até ao ano de 2000. Este facto parece não ter tido, ainda, reflexos no concelho de Gondomar, continuando a existir um conjunto de famílias a residir em condições muito precárias.

Analisando o acesso às infraestruturas básicas, são inegáveis a melhoria generalizada neste domínio, sendo de destacar que a pior situação ao nível concelhio é a relativa aos alojamentos sem banho. Quanto às restantes infraestruturas consideradas, a sua inexistência é insignificante, sendo a melhor cobertura, a relativa à electricidade e água (quadro 22). Contudo, verificamos que em termos espaciais existem algumas diferenciações. São sobretudo as freguesias mais periféricas, particularmente, Covelo, Lomba, Foz do Sousa e Jovim, as que apresentam uma pior situação quanto aos alojamentos sem banho e sem retrete, criando uma maior susceptibilidade destas freguesias a problemas relacionados com a contaminação dos solos.

Outra das componentes da qualidade habitacional é, sem dúvida, a conservação do parque habitacional. Para a medirmos, analisamos os edifícios classificados pelo INE como muito degradados em 2001 (quadro 23).

As freguesias que apresentavam o parque habitacional mais degradado em 2001 eram Covelo, Lomba, Jovim, Foz do Sousa e Fânzeres, situação que deverá estar relacionada, quer com a maior antiguidade do parque, quer com o peso dos alojamentos arrendados[3].

[3] Dado o prolongado congelamento das rendas e apesar do descongelamento nos anos 80, como as rendas iniciais eram relativamente baixas, os aumentos verificados não compensam, o necessário investimento da reabilitação deste parque por parte dos senhorios.

Quadro 21- Alojamentos segundo o tipo, forma de ocupação e famílias, 1970, 1981, 1991 e 2001 (nº, % e variação)

			Alojamentos Clássicos				Alojamentos Clássicos Vagos										
Gondomar	Total	%	Res. Habitual	%	Uso saz/ Oc. Ausente	%	Total	%	P/Venda	%	P/Arrend.	%	Outros	%	Não Clássicos	%	Famílias
1970	25665	100	23850	92,9	90	0,4	1620	6,3	45	0,2	890	3,5	695	2,7	105	0,4	24020
1981	35745	100	32989	92,3	1355	3,8	1207	3,4	317	0,9	539	1,5	351	1,0	194	0,5	35212
1991	46644	100	40863	87,6	2089	4,5	3523	7,6	1201	2,6	332	0,7	1990	4,3	169	0,4	42430
2001	65676	100	53886	82,0	3895	5,9	7554	11,5	2480	3,8	987	1,5	4087	6,2	341	0,5	54581
70/81	10080	39,3	9139	38,3	1265	1405,6	-413	-25,5	272	604,4	-351	-39,4	-344	-49,5	89	84,8	11192
81/91	10899	33,5	7874	26,3	734	59,6	2316	211,1	884	306,8	-207	-42,2	1639	513,6	-25	-14,2	7218
91/2001	19032	40,8	13023	31,9	1806	86,5	4031	114,4	1279	106,5	655	197,3	2097	105,4	172	101,8	12151

Fonte. INE, Censos de 1970,1981,1991 e 2001

Quadro 22 – Algumas carências qualitativas dos alojamentos (1991-2001)

	Residência habitual		Sem electricidade			Sem água			Sem retrete			Sem banho			Sem esgotos		
	2001	Variaç. (1991/2001)	2001	%	Variaç. (1991/2001)	2001	%	Variaç. (1991/2001)	2001	%	Variaç. (1991/2001)	2001	%	Variaç. (1991/2001)	2001	%	Variaç. (1991/2001)
Gondomar	53886	13023	48	0,09	-172	191	0,4	-1974	449	0,8	-508	3116	5,8	-3993	193	0,4	-1898
Covelo	518	83	1	0,19	-4	4	0,8	-71	7	1,4	-2	66	12,7	-48	4	0,8	-26
Fânzeres	7292	2312	8	0,11	-9	19	0,3	-264	76	1,0	-86	416	5,7	-574	27	0,4	-276
Foz do Sousa	1849	174	1	0,05	-11	6	0,3	-114	7	0,4	-14	156	8,4	-162	8	0,4	-67
Jovim	2143	288	2	0,09	-9	12	0,6	-162	12	0,6	-21	179	8,4	-271	9	0,4	-86
Lomba	523	53	4	0,76	-4	13	2,5	-176	19	3,6	11	72	13,8	-131	14	2,7	-58
Medas	712	53	2	0,28	-2	5	0,7	-46	8	1,1	3	55	7,7	-32	6	0,8	-22
Melres	1097	159	0	0,00	-11	7	0,6	-132	7	0,6	-23	62	5,7	-208	8	0,7	-76
Rio Tinto	16630	4057	14	0,08	-39	38	0,2	-343	113	0,7	-168	707	4,3	-756	34	0,2	-429
São Cosme	8456	2626	4	0,05	-12	25	0,3	-164	39	0,5	-24	365	4,3	-287	26	0,3	-229
S. Pedro da Cova	5258	529	8	0,15	-30	23	0,4	-171	39	0,7	-58	445	8,5	-727	24	0,5	-210
Valbom	4825	874	0	0,00	-22	5	0,1	-105	90	1,9	-68	333	6,9	-466	5	0,1	-229
Baguim do Monte	4583	1815	4	0,09	-19	34	0,7	-226	32	0,7	-58	260	5,7	-331	28	0,6	-190

Fonte: INE, Censos de 1991 e 2001

Quadro 23 – Percentagem de Edifícios muito degradados, 2001

	Edifícios muito degradados (%)
Gondomar	2,7
Covelo	6,4
Fânzeres	3,5
Foz do Sousa	4,0
Jovim	4,1
Lomba	5,4
Medas	2,5
Melres	1,3
Rio Tinto	2,8
S. Cosme	2,0
S. Pedro da Cova	2,0
Valbom	2,6
Baguim do Monte	1,6

Fonte: INE, Censo de 2001

Outro indicador importante para medir o conforto dos alojamentos, prende-se com as situações de sobreocupação, isto é, os alojamentos que, segundo o INE, têm divisões a menos em relação à composição das famílias que neles residem.

A maioria das freguesias possuía, em 1981, valores de alojamentos sobrelotados superiores aos do concelho, sendo de destacar, com os valores mais elevados, S. Pedro da Cova, Lomba, Jovim e Foz do Sousa (quadro 24). Em 2001, o concelho e as freguesias de Fânzeres, Melres, Rio Tinto, S. Cosme e S. Pedro da Cova, viram aumentar estes alojamentos, situação contrária à das restantes freguesias.

Quadro 24 – Alojamentos sobrelotados em 1981 e 2001 e sua variação

	Alojamentos clássicos ocupados						Alojam. sobreocupados	
	1981			2001				
	Total	Sobreocupados	%	Total	Sobreocupados	%	Var.1981/2001	%
Gondomar	32989	10772	32,7	53784	11366	21,1	594	5,5
Covelo	375	136	36,3	515	126	24,5	-10	-7,4
Fânzeres	3658	1191	32,6	7219	1405	19,5	214	18,0
Foz do Sousa	1506	581	38,6	1838	573	31,2	-8	-1,4
Jovim	1491	619	41,5	2142	611	28,5	-8	-1,3
Lomba	404	168	41,6	523	115	22,0	-53	-31,5
Medas	552	184	33,3	711	160	22,5	-24	-13,0
Melres	761	227	29,8	1095	308	28,1	81	35,7
Rio Tinto (1)	12714	3565	28,0	21316	3858	18,1	293	8,2
São Cosme	4682	1356	29,0	8418	1519	18,0	163	12,0
S. Pedro da Cova	3608	1639	45,4	5211	1682	32,3	43	2,6
Valbom	3238	1106	34,2	4796	1009	21,0	-97	-8,8

Fonte: INE, Censos de 1981 e 2001

Esta situação de aumento dos alojamentos sobrelotados é preocupante dado que se verifica num contexto de diminuição da dimensão média das famílias (quadro 25); deste modo, parece claro que apesar de se ter verificado um melhor acesso à habitação por parte das famílias, expresso como vimos acima, no aumento global dos alojamentos de residência habitual, verifica-se, ao mesmo tempo, uma restrição ao consumo de espaço, ou, eventualmente, a casos de situação de partilha de alojamentos por mais do que uma família, o que aponta para a existência de algumas barreiras à mobilidade habitacional.

Quadro 25 – Dimensão média das famílias em 1970, 1981, 1991 e 2001

	Média de pessoas por famílias			
	1970	1981	1991	2001
Gondomar	4,3	3,7	3,4	3,0

Fonte: INE, Censos e 1970, 1981, 1991 e 2001

3.3 Dinâmicas recentes de investimento na construção

Neste ponto procuraremos identificar as mais recentes dinâmicas de investimento no espaço edificado do concelho de Gondomar, a partir da informação contida nas Estatísticas da Construção e Habitação do INE, relativa às construções concluídas e licenciadas, entre 2002 e 2006[4]. Como no capítulo VI abordaremos as questões da impermeabilização do solo e, uma vez que os mapas que nos servirão de análise, nessa fase, se referem ao período compreendido entre 1975 e 1995, parece-nos oportuno conhecer as dinâmicas de investimento na construção que ocorreram após esse período.

Esta informação é constituída por dois conjuntos de dados; um, relativo às obras concluídas e, outro, às licenças emitidas pela autarquia e não aos edifícios ou alojamentos efectivamente construídos, tratando-se, portanto, de construções potenciais, umas já concretizadas e outras, ainda, no domínio das intenções, dado o grande desfasamento temporal entre as datas dos licenciamentos e a respectiva finalização da construção. Pensamos, contudo, que esta informação é relevante no sentido de termos

[4] Disponível em http://www.ine.pt/portal/page/portal/PORTAL_INE, base de dados – Estatísticas da Construção e Habitação, Estatísticas das Obras Concluídas e Licenciadas (acedido em 15 de Janeiro de 2008).

uma imagem da pressão construtiva e da evolução do "impermeabilizado" no concelho e, em alguns casos, nas diferentes freguesias que o compõem.

Relativamente às obras concluídas, verifica-se que a maioria dos edifícios resultam de construções novas, destinadas sobretudo à habitação familiar, tendo as obras de reabilitação (ampliações, alterações e reconstrução) um peso insignificante (quadro 26).

Quadro 26 – Edifícios concluídos, por tipo de obra, entre 2002 e 2006

	Obras concluídas - Edifícios 2002 a 2006												
	Total de obras de edificação					Construções Novas				Ampliaç./ Alter. /Reconst.			
	Hab. familiar	%	Outros	%	Total	Hab. familiar	%	Outros	%	Hab. familiar	%	Outros	%
Gondomar	1577	92,1	136	7,9	1713	1509	88,1	120	7,0	68	4,0	16	0,9
Covelo	28	100,0	0	0,0	28	28	100,0	0	0,0	1	3,6	0	0,0
Fânzeres	155	88,6	20	11,4	175	153	87,4	19	10,9	2	1,1	1	0,6
Foz do Sousa	98	96,1	4	3,9	102	101	99,0	4	3,9	2	2,0	0	0,0
Jovim	143	97,3	4	2,7	147	140	95,2	4	2,7	3	2,0	0	0,0
Lomba	15	100,0	0	0,0	15	15	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Medas	30	100,0	0	0,0	30	30	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Melres	57	96,6	2	3,4	59	55	93,2	2	3,4	2	3,4	0	0,0
Rio Tinto	359	88,0	49	12,0	408	336	82,4	39	9,6	23	5,6	5	1,2
S. Cosme	270	93,4	19	6,6	289	262	90,7	17	5,9	8	2,8	2	0,7
S. Pedro da Cova	115	85,8	19	14,2	134	109	81,3	18	13,4	6	4,5	1	0,7
Valbom	107	95,5	5	4,5	112	96	85,7	5	4,5	11	9,8	0	0,0
Baguim do Monte	185	93,0	14	7,0	199	176	88,4	12	6,0	9	4,5	2	1,0

Fonte: http://www.ine.pt/portal/page/portal/PORTAL_INE, base de dados – Estatísticas da Construção e Habitação, Estatísticas das Obras Concluídas e Licenciadas (acedido em 15 de Janeiro de 2008).

Em termos espaciais, as obras concluídas, por construção nova para habitação familiar, atingem valores superiores a 81% em todas as freguesias, sendo de destacar que nas freguesias mais periféricas, caso de Covelo, Lomba e Medas, apresentam valores de 100%.

Quanto aos edifícios novos não destinados à habitação, estes apenas adquirem alguma expressão nas freguesias urbanas, caso de S. Pedro da Cova (13%), Fânzeres (11%), Rio Tinto (10%), S. Cosme (6%) e Baguim do Monte (6%).

Relativamente às obras de reabilitação, estas não têm qualquer expressão, sendo apenas de salientar o caso de Rio Tinto, Valbom, S. Cosme, S. Pedro da Cova e Baguim do Monte, com os valores mais elevados.

Pode-se afirmar que a expansão do espaço construído de Gondomar entre 2002 e 2006, resultou de construção nova, destinada quase exclusivamente à habitação familiar, e os outros tipos de edifícios apenas adquirem alguma expressão em algumas freguesias urbanas.

Em termos de crescimento do parque edificado no concelho, verifica-se um aumento de 1713 edifícios, ou seja, mais 4,9%, o que perfaz em 2006 um total de 36917 edifícios (quadro 27).

Quadro 27 – Intensidade do processo construtivo

	Edifícios em 2001	Edif. construídos 2002-2006	Edif. construídos 2002-2006 %	Taxa de Crescimento 2001-2006	Edifícios em 2006
Gondomar	35204	1713	100	4,9	36917
Covelo	468	28	1,6	6,0	496
Fânzeres	3913	175	10,2	4,5	4088
Foz do Sousa	1712	102	6,0	6,0	1814
Jovim	1579	147	8,6	9,3	1726
Lomba	648	15	0,9	2,3	663
Medas	677	30	1,8	4,4	707
Melres	1092	59	3,4	5,4	1151
Rio Tinto	9645	408	23,8	4,2	10053
S. Cosme	5132	289	16,9	5,6	5421
S. Pedro da Cova	4040	134	7,8	3,3	4174
Valbom	3261	112	6,5	3,4	3373
Baguim do Monte	3037	199	11,6	6,6	3236

Fonte: Censo de 2001 e http://www.ine.pt/portal/page/portal/PORTAL_INE, base de dados – Estatísticas da Construção e Habitação, Estatísticas das Obras Concluídas e Licenciadas (acedido em 15 de Janeiro de 2008)

Quanto à distribuição espacial, verificamos que foi nas freguesias urbanas onde mais se construiu, como é o caso de Rio Tinto (com 24% dos edifícios construídos do concelho), S. Cosme (17%), Baguim do Monte (12%) e Fânzeres (10%), contribuindo para uma maior densificação da construção e, consequentemente, uma maior impermeabilização do solo.

No entanto, quando analisamos a taxa de crescimento do edificado de 2001 a 2006, esta é mais elevada nas freguesias urbanas de Jovim e Baguim do Monte, seguidas pelas mediamente urbanas de Covelo e Foz do Sousa.

Analisando, agora, as obras licenciadas, verifica-se que no concelho de Gondomar foram licenciados, no período de 2002 a 2006, 1437 edifícios; destes, 90% são destinados a habitação familiar e apenas 10% a outras ocupações, valores muito próximos dos edifícios concluídos (quadro 28).

Quanto ao tipo de obra, a maioria dos licenciamentos destinou-se a construção nova, com 87% para habitação familiar e 9% para outros tipos de edifícios. Mais uma vez, tal como para os edifícios concluídos, as obras de reabilitação não têm qualquer expressão.

Quadro 28- Edifícios licenciados entre 2002 e 2006, por tipo de obra

	Edifícios licenciados 2002-2006												
	Total de obras de edificação					Construções novas				Ampliaç./Alteraç./Reconstruç.			
	Hab. familiar	%	Outros	%	Total	Hab. familiar	%	Outros	%	Hab. familiar	%	Outros	%
Gondomar	1295	90,1	142	9,9	1437	1256	87,4	133	9,3	39	2,7	9	0,6
Covelo	20	100,0	0	0,0	20	20	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Fânzeres	112	83,6	22	16,4	134	96	71,6	21	15,7	2	1,5	1	0,7
Foz do Sousa	93	93,9	6	6,1	99	92	92,9	6	6,1	1	1,0	0	0,0
Jovim	123	96,1	5	3,9	128	122	95,3	5	3,9	1	0,8	0	0,0
Lomba	22	95,7	1	4,3	23	22	95,7	1	4,3	0	0,0	0	0,0
Medas	27	93,1	2	6,9	29	27	93,1	2	6,9	0	0,0	0	0,0
Melres	59	95,2	3	4,8	62	59	95,2	3	4,8	0	0,0	0	0,0
Rio Tinto	265	84,4	49	15,6	314	244	77,7	44	14,0	21	6,7	5	1,6
S. Cosme	203	89,0	25	11,0	228	201	88,2	24	10,5	2	0,9	1	0,4
S. Pedro da Cova	122	94,6	7	5,4	129	121	93,8	7	5,4	1	0,8	0	0,0
Valbom	82	94,3	5	5,7	87	80	92,0	5	5,7	2	2,3	0	0,0
Baguim do Monte	167	90,8	17	9,2	184	158	85,9	15	8,2	9	4,9	2	1,1

Fonte: http://www.ine.pt/portal/page/portal/PORTAL_INE, base de dados – Estatísticas da Construção e Habitação, Estatísticas das Obras Concluídas e Licenciadas (acedido em 15 de Janeiro de 2008).

Em termos de distribuição espacial, são as freguesias urbanas que mais se destacam quanto ao número total de licenças, sendo de salientar, Rio Tinto, S. Cosme, Baguim do Monte e Fânzeres. É, igualmente, nestas freguesias, que o número de licenças para edifícios não habitacionais tem maior peso. Nas freguesias mais periféricas de Covelo, Jovim, Lomba e Melres, o número de licenças emitidas destina-

se, exclusivamente, à construção nova para habitação familiar, tal como já acontecia relativamente às obras concluídas.

Os edifícios não destinados à habitação familiar em construção nova, apenas adquirem alguma expressão nas freguesias urbanas de Fânzeres, Rio Tinto, S. Cosme e Baguim do Monte.

Quando analisamos o diferencial entre os edifícios concluídos e os licenciados, é óbvio que temos de ter em consideração que não existe uma correspondência directa entre ambos, uma vez que ocorre um grande desfasamento temporal entre as datas dos licenciamentos e a respectiva finalização da construção; assim, alguns dos edifícios concluídos, deverão ter sido licenciados em anos anteriores e alguns dos licenciados ainda não foram concluídos (quadro 29). Contudo, os dados do quadro 29 mostram que no período de 2002 a 2006 existem mais 282 edifícios de habitação familiar que foram concluídos relativamente aos que foram licenciados e menos 6 concluídos, dos destinados a outro tipo de ocupação, relativamente aos licenciados.

Quadro 29 – Diferença entre edifícios concluídos e licenciados entre 2002 e 2006

	Diferença entre edifícios concluídos e licenciados (2002-2006)					
	Total		Em construção nova		Ampliaç. /Alter./ Reconst.	
	Hab. familiar	Outros	Hab. familiar	Outros	Hab. familiar	Outros
Gondomar	282	-6	253	-13	29	7
Covelo	8	0	8	0	1	0
Fânzeres	43	-2	57	-2	0	0
Foz do Sousa	5	-2	9	-2	1	0
Jovim	20	-1	18	-1	2	0
Lomba	-7	-1	-7	-1	0	0
Medas	3	-2	3	-2	0	0
Melres	-2	-1	-4	-1	2	0
Rio Tinto	94	0	92	-5	2	0
S. Cosme	67	-6	61	-7	6	1
S. Pedro da Cova	-7	12	-12	11	5	1
Valbom	25	0	16	0	9	0
Baguim do Monte	18	-3	18	-3	0	0

Relativamente à distribuição espacial, nas freguesias da Lomba, Melres e S. Pedro da Cova, foram concluídos menos edifícios habitacionais do que os licenciados, enquanto nas restantes freguesias foram licenciados mais edifícios do que os concluídos,

situação que aponta para uma maior dinâmica construtiva, uma possível maior ocupação do solo por construção e assim, uma maior "betonização" dos solos.

Podemos, então, afirmar que, tal como para as obras concluídas, também os licenciamentos resultam quase exclusivamente de construção nova, destinada praticamente à habitação familiar. O licenciamento de outros tipos de edifícios apenas adquire alguma expressão em algumas freguesias urbanas. Este facto aponta para uma intensificação da ocupação do solo, ou seja, uma maior "artificialização" (pelo menos em termos de intenção de construção), dado que o licenciamento de obras de reabilitação não tem qualquer expressão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos populacionais, a análise efectuada permite-nos concluir que o concelho de Gondomar assistiu a um progressivo aumento da população residente entre 1970 e 2001, sendo de destacar, sobretudo, o crescimento populacional das freguesias mais próximas da cidade do Porto, os casos de Fânzeres, S. Cosme e Rio Tinto.

Estas freguesias com os maiores aumentos populacionais são, também, as que possuem maiores densidades, enquanto as freguesias mais periféricas, como Lomba e Medas, possuem as densidades populacionais mais baixas.

Uma parte significativa deste crescimento populacional resultou de alterações de residência, sobretudo da descentralização residencial da população da cidade do Porto, processo iniciado nos anos 50 e que se intensificou nos anos 60. A este processo associou-se o fenómeno da suburbanização e da fixação de populações provenientes de outros concelhos, aliado, também, às migrações internas do país.

Na verdade, entre 1970 e 1981, verifica-se que 75% da população residente de Gondomar mantinha a sua residência concelhia desde 1973; a restante população não residia no concelho, sendo de destacar os provenientes de outros concelhos da área metropolitana e das ex-colónias portuguesas.

Relativamente ao período de 1985 e 1989, verifica-se que 86% e 96% da população, respectivamente, não mudaram de residência, enquanto que 7% e 2% não residiam no concelho, sendo maior o peso do imigrante proveniente de outros concelhos do país.

Em 1995, 84% da população mantinha a sua residência no concelho, enquanto que em 1999, este valor aumentou para 96%. O peso da população entrada no concelho foi maior para 1995, sendo a maioria, população que veio de outros concelhos do país e que se fixou, sobretudo, nas freguesias de Fânzeres, Rio Tinto, Baguim do Monte e Valbom, que concentravam, aliás, maior população em 2001. A taxa de repulsão em 2001 atingia um valor de 6,1% para o concelho, o que evidencia que as entradas populacionais continuavam a ser mais significativas do que as saídas.

No que diz respeito à população activa verificou-se uma diminuição quer do operariado industrial, quer da população empregue na agricultura e pesca. Os grupos profissionais dos serviços e comércio aumentaram, verificando-se, também, um aumento dos profissionais do sector dos serviços mais qualificados, situação que, de resto, acompanha o aumento verificado na escolarização da população. São, contudo, as freguesias urbanas mais centrais, Rio Tinto, S. Cosme e Baguim do Monte, que concentravam, em 2001, os profissionais mais qualificados e a população com os níveis mais elevados de escolaridade.

A dinâmica populacional do concelho de Gondomar foi acompanhada pela densificação do espaço construído. Na verdade, o ritmo de construção de edifícios acompanhou o ritmo de crescimento da população.

Relativamente à idade média dos edifícios, o concelho de Gondomar apresentava, em 2001, uma idade média do parque de 36,9 anos; as freguesias com um parque mais antigo são Valbom, Rio Tinto e Lomba, todas com valores superiores aos do concelho, enquanto que as freguesias de Covelo e Foz do Sousa apresentam um parque mais jovem.

Em todas as freguesias, no período em análise, os alojamentos familiares cresceram mais que os edifícios, situação que aponta para uma tendência do reforço da

densificação, decorrente do aumento da importância das construções com maior número de alojamentos e pisos.

As freguesias com menores aumentos dos alojamentos familiares entre 1970 e 2001 foram Lomba, Melres, Medas e Foz do Sousa; as restantes apresentaram um crescimento superior a 100%, sendo de destacar os casos de Fânzeres e S. Cosme com um valor superior a 160% e aquelas que mais cresceram no período em análise.

Relativamente à variação das formas de ocupação, verificamos, na última década, que em todas as freguesias houve um maior aumento do número de alojamentos do que de famílias, sendo de destacar que os alojamentos ocupados como residência habitual também cresceram mais do que o número de famílias. Na maioria das freguesias, aumentou o número de alojamentos não clássicos – os casos mais extremos de precariedade habitacional – o que parece indicar a presença de um problema de difícil resolução, apesar de terem surgido, nos anos 90, programas específicos para solucionar este problema.

Em termos de infraestruturas básicas, é inegável a melhoria generalizada neste domínio, destacando-se, como a pior situação ao nível concelhio, a relativa aos alojamentos sem banho. Quanto às restantes infraestruturas consideradas, a sua inexistência é insignificante, sendo a melhor cobertura a relativa à electricidade e água.

A expansão do espaço construído de Gondomar entre 2002 e 2006, resultou de construção nova, destinada quase exclusivamente à habitação familiar. Os outros tipos de edifícios apenas adquirem alguma expressão em algumas freguesias urbanas. Estas conclusões reforçam a constatação do aumento das áreas de solos impermeabilizados.

Os 1509 edifícios concluídos entre 2002 e 2006 em construções novas para habitação familiar em Gondomar, dizem respeito a 6286 fogos concluídos, correspondendo a uma média de 4,2 fogos por edifício, o que aponta para um reforço da tendência de construção de edifícios plurifamiliares.

Quanto às obras licenciadas no concelho de Gondomar, foram licenciados no período de 2002 a 2006, um total de 1437 edifícios; destes, 90% foram destinados a

habitação familiar e apenas 10% a outras ocupações, valores muito próximos dos edifícios concluídos. A maioria dos licenciamentos destinou-se a construção nova para habitação familiar já que as licenças para obras de reabilitação não têm qualquer expressão.

A terminar, podemos afirmar que, tal como para as obras concluídas, também os licenciamentos resultam quase exclusivamente de construção nova, destinada à habitação familiar. O licenciamento de outros tipos de edifícios apenas adquire alguma expressão em algumas freguesias urbanas, facto que aponta para uma intensificação da ocupação do solo, dado que o licenciamento de obras de reabilitação foi diminuto.

Temos, assim, para o concelho de Gondomar, um cenário actualizado de um contínuo aumento da impermeabilização do solo, originando uma maior susceptibilidade do quadro social do concelho às consequências que advêm de tal facto: diminuição da infiltração da água no solo uma vez que este se encontra impermeabilizado, escoamentos superficiais mais abundantes, rios e ribeiras com resposta mais rápida a determinados quantitativos de precipitação em consequência do aumento do escoamento superficial e, certamente, maiores danos pessoais e ambientais.

CAPÍTULO V

QUADRO BIOGEOFÍSICO DO CONCELHO

> "Já não é a evolução, mas pelo contrário a estabilidade das "formas" da biosfera que poderá parecer dificilmente explicável, senão quase parodoxal."
>
> *Jacques Monod*

1. O CONTEXTO CLIMÁTICO EM GONDOMAR

1.1 Nota introdutória

A ausência de investigação aplicada ao conhecimento do contexto climatológico regional de Gondomar levou-nos a considerar a possibilidade de o estabelecer com base num conjunto de estações climatológicas ou postos meteorológicos implantados na área do concelho ou na sua proximidade.

Comecemos por anotar que na área do concelho de Gondomar não existe qualquer estação ou posto meteorológico, pelo que o ponto de partida passaria pela consideração da distribuição das redes de registos meteorológicos implantadas no Noroeste Português (fig. 39), seleccionando os postos que melhor servissem os nossos interesses.

A rede de estações do IM (Instituto de Meteorologia) que, sobretudo na década de 60 e 70 do século passado, cobria de forma relativamente densa e homogénea o espaço geográfico do Noroeste, o que permitiu uma análise mais "fina" da regionalização climática, foi sendo sujeita a processos de reordenamento o que levou à extinção de bastantes estações e postos. Restam hoje na área próxima do concelho de Gondomar três estações meteorológicas, as de Porto-Serra do Pilar, Porto-S.Gens e Paços de Ferreira (fig. 39).

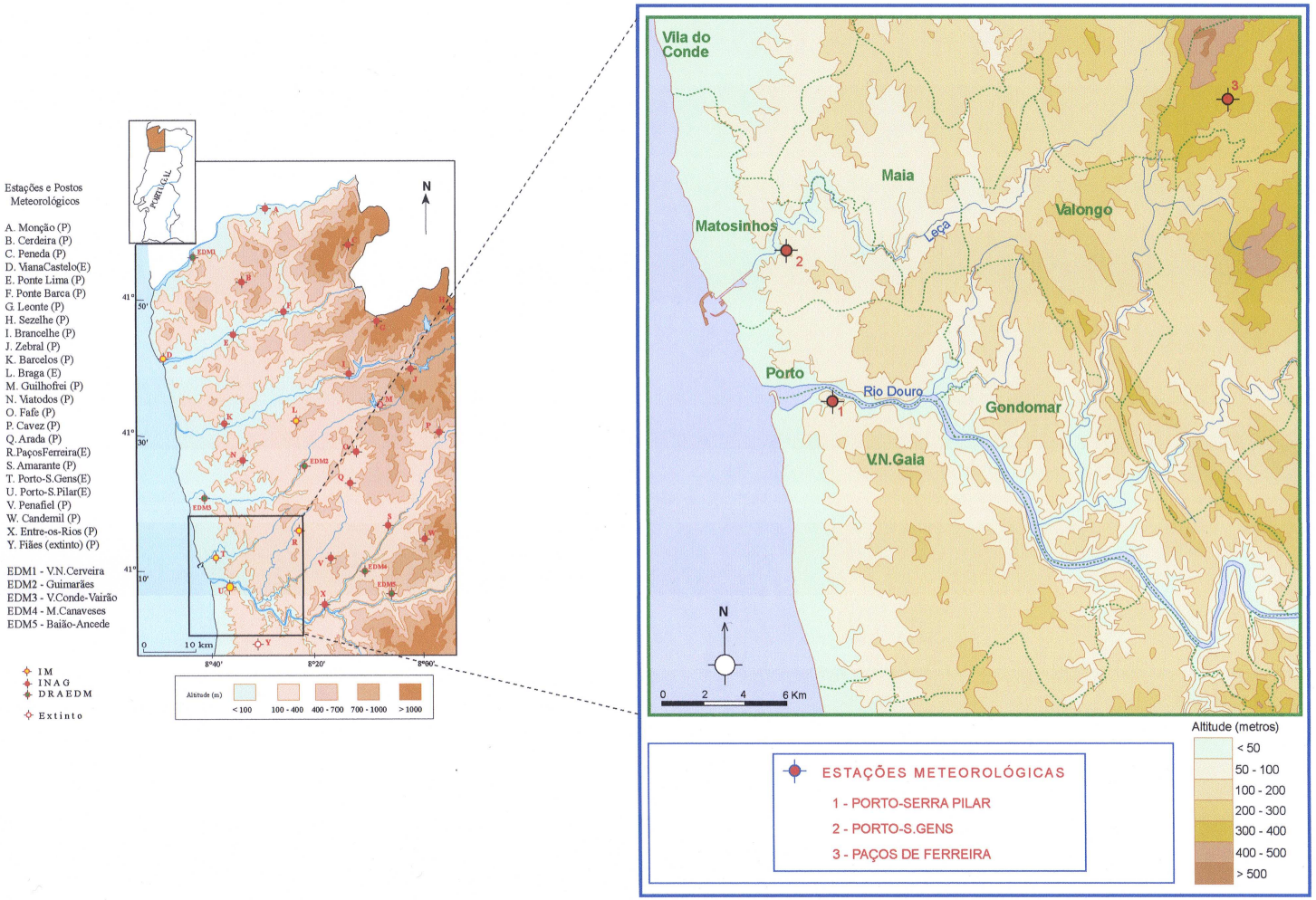


Figura 39 - Localização das Estações e Postos Meteorológicos da rede do IM, INAG e DRAEDM no NW Português

A rede de postos do Instituto da Água (INAG), antiga Direcção Geral de Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (DGRAH), proporcionou uma melhor cobertura de alguns sectores do território, nomeadamente de bacias hidrográficas com alguma escassez de informação relativamente à ocorrência da precipitação. Na verdade, a maioria dos postos da rede do INAG são udométricos e udográficos, o que permitiu um conjunto de dados de base que integraram estudos das relações estatísticas entre precipitações e escoamentos. Assim, os locais de implantação dos postos desta rede não se basearam, fundamentalmente, em critérios de base climatológica e, na maior parte dos casos, cobrem áreas de bacias hidrográficas afastadas dos concelhos do litoral, como é o nosso caso. Observa-se, portanto, que na área em estudo também não estão presentes postos do INAG e os mais próximos são Entre-os-Rios e Penafiel, ambos já afastados do contexto climático da nossa área (fig. 39).

Finalmente, também a Direcção Regional de Agricultura do Entre Douro e Minho (DRAEDM) ampliou, sobretudo na década de oitenta, a sua rede de postos de medição e registo, nalguns casos em parceria com o Instituto de Meteorologia (IM). Esta rede, ligada ao serviço da Estação de Avisos tem como finalidade o apoio à protecção de culturas, pelo que os locais de implantação da rede nem sempre se adequam às necessidades e exigências de estudos no âmbito da Climatologia regional. Atendendo à vocação desta rede, verifica-se que ao longo do seu tempo de vigência, são muito frequentes as transferências dos aparelhos de medição para outros locais, visando dar resposta a solicitações imediatas no âmbito da protecção de culturas.

Atendendo ao exposto, observa-se que a maior parte das séries de registos dos parâmetros climáticos são de duração muito curta, em certos casos também com lacunas de dados, o que dificulta a sua integração e posterior relação com as séries de registos mais longas de entidades como o IM (Monteiro, A., 2002).

A análise comparativa de séries de dados de postos da DRAEDM com séries de estações do IM revelou, para algumas daquelas séries, problemas ao nível da sua consistência estatística. A possibilidade que tivemos de aceder aos registos de base diária de muitos dos postos, revelou a existência de inúmeros dados em falta e da fraca fiabilidade de alguns registos diários, motivados, em alguns casos, por procedimentos incorrectos na medição dos valores e, noutros, por problemas na transmissão dos

valores desde os observadores no local para a sede da Estação de Avisos (Monteiro, A., 2002).

As estações meteorológicas de Porto-S.Gens e Paços de Ferreira, localizadas na área próxima do concelho de Gondomar integram a rede do Instituto de Meteorologia e desde o fim da década de 70 do passado século, integram igualmente a rede da Estação de Avisos da DRAEDM. As visitas realizadas a estas estações e o historial reunido sobre o seu funcionamento permitiu-nos detectar alguns problemas nas rotinas de medição, registo e transmissão dos dados, pelo que, para alguns períodos, teríamos de eliminar dados que apresentam inconsistências e, portanto, pouca fiabilidade.

Atendendo ao exposto, utilizaremos os registos da série secular de Porto Serra do Pilar que, apesar de localizada num sítio e posição geográfica bem específicos, nos permitirá caracterizar o mosaico climático regional em que o concelho está inserido (fig.39). A síntese que aqui realizamos, adaptada até ao ano de 2005, resulta do trabalho de investigação do Projecto CLIAS (PRAXIS XXI, PCSH/GEO/198/96) financiado pela FCT e no qual participámos.

1.2 A Temperatura

Em Gondomar (fig.40) as temperaturas médias anuais mínimas e máximas não devem estar muito afastadas do que acontece na Estação Climatológica do Porto Serra do Pilar, pelo que se pensa que oscilaram, no período 1900-2005, entre os 5°C e 12ºC e os 18ºC e 21ºC respectivamente. As temperaturas médias mensais mínimas oscilaram entre os 8ºC em Janeiro e os 15°C em Julho. As temperaturas médias mensais máximas variaram, durante o mesmo período, entre os 13°C em Janeiro e os 25°C em Agosto. Nos meses de Inverno, especialmente de Novembro a Março, as temperaturas máximas são moderadamente baixas e muito regulares, enquanto as temperaturas mínimas, embora baixas, são extremamente irregulares.

A latitude de Gondomar, por um lado, e a diferenciação altimétrica e a grande proximidade ao mar e ao rio, por outro, ajudam-nos a compreender esta grande variabilidade da temperatura mínima nos meses de Inverno. A região metropolitana do Porto insere-se, nesta época do ano, na faixa de contacto entre a massa de ar tropical e a massa de ar polar estando, portanto, frequentemente, no trajecto das ondulações da

frente polar. A constante alternância de massas de ar quentes e frias associadas à passagem das ondulações da frente polar, justifica plenamente a grande irregularidade encontrada nas temperaturas mínimas durante os meses de Inverno.

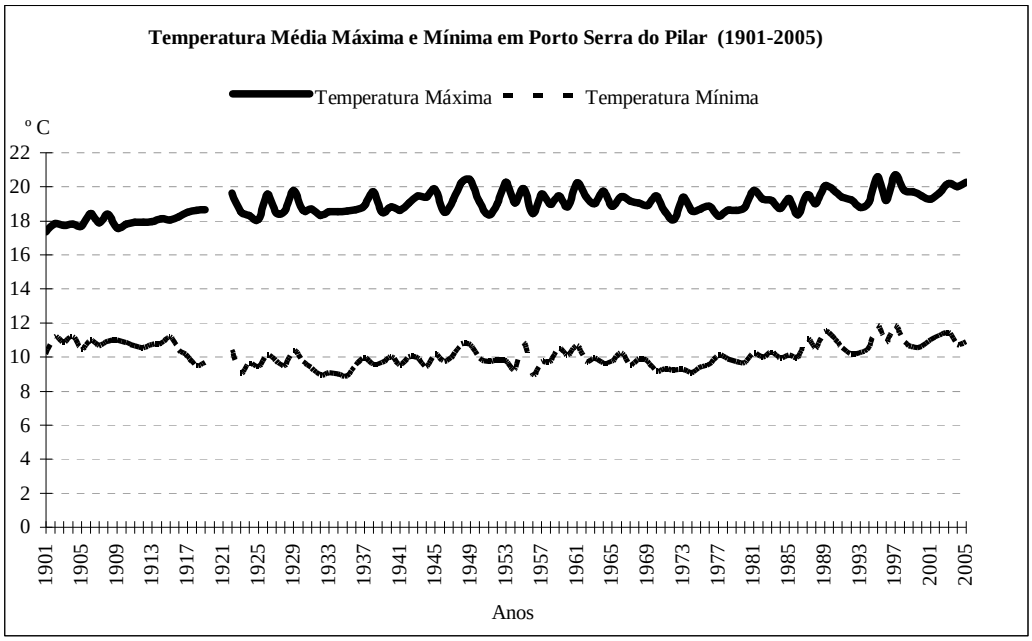


Fig. 40 – Evolução da temperatura máxima e mínima na Estação climatológica Porto - Serra do Pilar de 1901 a 2005.

No Verão, as mínimas são elevadas e oscilam muito pouco em torno da média, enquanto as máximas, embora sejam também as mais elevadas da série, apresentam uma grande variabilidade. Esta maior irregularidade só é superada, nas temperaturas médias mensais máximas, pelos meses de transição para a Primavera e para o Outono (Março, Abril e Outubro). Nesta época do ano a circulação predominante do ar é determinante para justificar a forte variabilidade das temperaturas máximas.

Tanto quanto se pode deduzir da análise das séries climatológicas disponíveis para esta área, a subida das temperaturas máximas inicia-se a partir de Março, e a sua diminuição começa só a partir de Setembro. Nem uma nem outra são pacíficas, lentas, ou sequer graduais. Fazem-se por impulsos, por uma sucessão de extremos diários que a pouco e pouco vão diminuindo e dando lugar a um novo tipo de valores em detrimento dos anteriores.

O período de Verão inicia-se a partir de finais de Junho e prolonga-se até finais de Agosto. Neste período, as temperaturas mínimas assumem os valores mais elevados do ano e a regularidade da série é apreciável. Relativamente às máximas, a definição deste período é inicialmente brusca e impulsiva. É notória a grande irregularidade de valores entre finais de Junho e princípio de Julho, acompanhada por um salto visível na ordem de grandeza das médias. Tendo em atenção este comportamento das temperaturas máximas, arriscaríamos a dizer que o Verão só se instala definitivamente, e com alguma permanência, entre finais de Julho e finais de Agosto. Só neste período do ano se conjuga uma diminuição brusca da irregularidade com valores médios de temperatura mais elevados. Depois de finais de Agosto, o valor médio da temperatura começa a diminuir e, embora a irregularidade ainda seja fraca, ultrapassa a do período anterior.

O período de Inverno prolonga-se desde finais de Novembro até ao fim de Fevereiro. É nesta época que a análise combinada do comportamento das máximas e das mínimas define o período mais frio do ano. Enquanto as temperaturas mínimas são as mais baixas, apesar da grande irregularidade (T°= 5°C ± 4°C), as máximas são baixas e muito regulares (T°= 13°C ± 2.5°C).

A transição estacional entre o Inverno e o Verão decorre de modo diverso, consoante se trate da passagem deste para aquele ou o contrário. Enquanto a passagem do Inverno para o Verão é muito perturbada, com uma constante alternância de dias mais quentes e dias mais frios, a transição do Verão para o Inverno é mais calma, lenta e gradual. O modo intempestivo como se processa a passagem do Inverno para o Verão surge, com evidência, na análise da curva correspondente ao desvio padrão das temperaturas máximas, quando a partir de 1 de Março se atingem "picos" de grande irregularidade, ao mesmo tempo que se vai assistindo a um aumento progressivo e cadenciado da temperatura média máxima. Março e Maio são dois meses em que a probabilidade de ocorrência de dias com características térmicas muito diversificadas se sucedem "naturalmente".

A probabilidade das temperaturas mínimas não ultrapassarem os 0°C neste período ronda apenas os 5%. Dias com temperatura mínima acima dos 10°C também têm pouca probabilidade de ocorrer, embora sejam mais prováveis do que os extremos inferiores (<10%).

No Verão, as temperaturas mínimas mais prováveis situam-se entre 14°C e 16°C. Entre finais de Junho e meados de Agosto, não têm grande significado, em termos de probabilidade de ocorrência, os valores próximos dos 18°C (≤7%), nem as temperaturas mínimas à volta dos 12°C (10%). Os valores de temperatura máxima mais prováveis no período de Verão rondam os 24°C - 26°C. Dias com temperatura máxima superior a 32°C e inferior a 18°C são relativamente pouco prováveis (10%).

Quando a circulação do ar se faz dos quadrantes W, SW ou NW as temperaturas máximas são mais baixas, devido ao efeito da humidade que transportam. Quando os fluxos de ar têm um percurso de E, SE ou NE, significa que é muito quente e seco, propiciando a ocorrência de temperaturas máximas muito elevadas.

A proximidade de dois importantes mosaicos de água – o mar e o rio - não permite que as temperaturas mínimas sejam muito baixas. A grande humidade relativa durante a noite, impede que o ar arrefeça tanto como acontece um pouco mais para o interior, onde a influência da brisa mar-terra já não se faz sentir.

1.3 Precipitação

A análise dos totais anuais e mensais ao longo dos últimos 105 anos traduz claramente a posição litoral e desabrigada, relativamente à influência do ar húmido proveniente do Oceano Atlântico. A total inexistência de obstáculos à penetração do ar vindo de W, é, nesta área, determinante para entender o comportamento da precipitação (fig. 41).

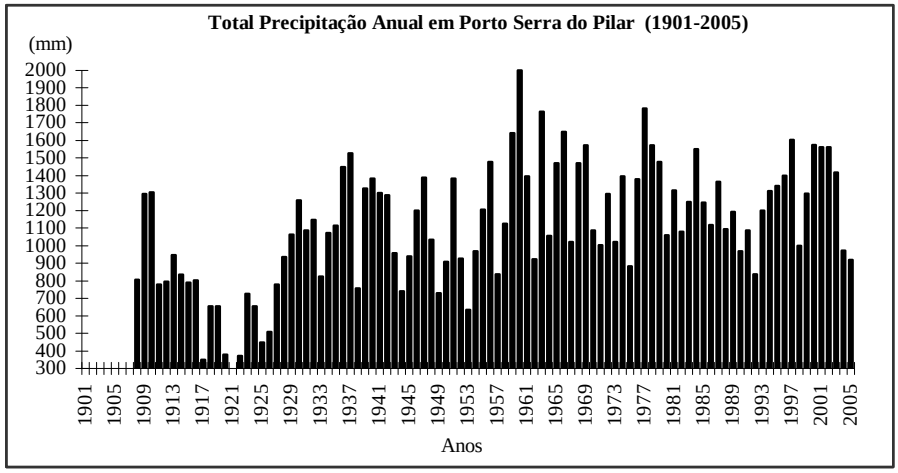


Fig. 41 – Total da precipitação anual na Estação climatológica Porto - Serra do Pilar de 1901 a 2005.

Só Julho e Agosto registam totais mensais baixos. Todos os outros meses do ano têm, em média, totais mensais consideráveis. A irregularidade da série é muito grande em qualquer época do ano. A leitura dos coeficientes de variação para cada série mensal, demonstra, indiscutivelmente, a grande diversidade de valores ocorridos em qualquer dos meses. Maior, claro, nos meses de Junho, Julho e Agosto porque é a época do ano em que as quantidades de precipitação raramente ultrapassam os 50mm. Alguns anos excepcionais em que este total mensal foi ultrapassado, ainda que em poucos milímetros, são responsáveis pelo elevado valor do coeficiente de variação, um indicador da variabilidade relativa à ordem de grandeza da variável.

A irregularidade que este elemento climático assume nesta área não se limita apenas a diferenças consideráveis nos totais mensais, o que acontece naturalmente em qualquer outra estação e serve para tipificar, anos secos e anos húmidos. Aqui, como sugerem os valores mais elevados e mais baixos registados em cada série mensal, a irregularidade estende-se a qualquer mês do ano. No período em que se espera que a precipitação ocorra com mais frequência e intensidade, habitualmente designado neste subtipo climático como período mais pluvioso, que coincide, sensivelmente, com os meses de Inverno, constata-se que, em alguns anos, não ocorreu sequer precipitação. Conjugando isto com a análise da distribuição de frequências, vemos que entre Outubro e Março a percentagem de ocorrências na classe de totais mensais de precipitação entre 0 e 50mm é muito semelhante à de 51-100mm, 101-150mm, 151-200mm, 201-250mm ou mesmo 251-300mm. Exceptuando os anos em que os totais mensais ultrapassaram 300mm, que, diga-se, têm uma representatividade inferior a 5% do total, todas as outras classes apresentam frequências relativas muito idênticas. Embora, comparativamente com o resto dos meses do ano, o período de Inverno seja aquele em que a classe de totais mensais de precipitação entre 0 e 50 mm tem menor expressão estatística relativa, ainda representa em Novembro e Dezembro 11%, em Janeiro 16%, em Março e Outubro 20% e em Fevereiro 26% do total de ocorrências. Repare-se, no entanto, que nunca coincidiram no mesmo ano, mais do que um destes casos excepcionais, em que, por exemplo, os 25mm de precipitação total mensal não tenham sido ultrapassados. Do mesmo modo que não esperaríamos a representatividade desta classe nesta época do ano, também estranhamos a razoável expressão relativa que em Junho, Julho e Agosto tem a classe seguinte, entre os 51 e os 100mm.

Parece poder concluir-se daqui que Junho não pode ser classificado como um mês de pouca precipitação nesta estação. Em 30% dos anos registaram-se, neste mês, valores totais de precipitação superiores a 51mm. Julho e Agosto registaram na maioria dos anos, totais mensais de precipitação baixos, embora em alguns anos tenham sido ultrapassados os 50mm. Os máximos mais elevados, ocorreram respectivamente, em Julho de 1941 (94 mm) e em Agosto de1900 (126mm).

Apesar de, na série, surgirem anos mais secos e anos mais húmidos, os totais de precipitação registados, quando observados em sequência, mostram que a variabilidade intra-anual supera em muito a variabilidade interanual. Isto aplica-se, tanto ao período em que se esperariam os maiores como os menores totais mensais. O período mais pluvioso inicia-se em Outubro, culmina em Dezembro e só atinge totais médios mensais abaixo dos 50 mm em Julho e Agosto. O período mais seco para as áreas mais abrigadas da influência marítima só acontece em Agosto.

1.4 Humidade Relativa

A humidade relativa às 9h é, em média, sempre muito elevada (>75%), em qualquer época do ano, o que se compreende face à grande proximidade do litoral e ao rio. Os meses mais irregulares foram Março, Julho, Setembro e Outubro. O número de dias de nevoeiro ocorre, em Porto - Serra do Pilar, entre Outubro e Março embora as características locais possam modificar substantivamente esta distribuição intra-anual.

1.5 Vento

No Verão predominam os ventos de NW e no Inverno os ventos de E. Os meses de Abril e Outubro, meses em que se inicia a transição de um para o outro quadrante, são meses com uma grande variabilidade nos quadrantes donde predominantemente sopra o vento. Em termos de velocidade do vento, Porto - Serra do Pilar tem durante quase todo o ano velocidades acima dos 20 Km/h (5,5 m/s).

Abril e Outubro são os meses que marcam a rotação no sentido e direcção predominantes do vento nesta região. A transição é gradual havendo inicialmente um aumento da frequência dos quadrantes N ou S e só depois passando a prevalecer os rumos de NW, situação que se manterá até Outubro. Nessa altura, o predomínio dos quadrantes de E é também antecedida por um período em que há idêntica frequência

deste e de outros quadrantes. Entre Junho e Agosto predominam os ventos do quadrante W, NW ou SW.

Os quadrantes em que se registaram as velocidades mais elevadas raramente coincidem com os rumos mais frequentes. No Porto - Serra do Pilar os ventos que sopraram com maior velocidade foram os de S em Janeiro e Fevereiro e os de NW no resto do ano. Desde Abril até Setembro os ventos de NW são os mais fortes e os mais frequentes. As maiores velocidades não ocorreram no Inverno como aconteceu nas outras estações climatológicas, mas em Março, Abril e Maio. As velocidades atingidas nos meses de Verão, por exemplo em Agosto, são idênticas às atingidas nos meses de Inverno e superiores às do Outono.

2. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

2. 1 Aspectos gerais

Suzanne Daveau diz que a história geológica do solo que pisamos determina alguns dos traços fundamentais da geografia do País e que, por esse motivo, condiciona o relevo, quer na altitude, quer no modelado; condiciona os tipos de rochas; os tipos de solos, as disponibilidades de água, etc., entre muitos outros aspectos geográficos de uma região (S. Daveau, 1995). O contexto geomorfológico correspondente ao concelho de Gondomar foi já estudado por variadíssimos autores, especialistas de várias áreas, desde meados do séc. XIX, quando estes tiveram por base o estudo geomorfológico de um conjunto de serranias com um património vasto e de elevado valor, que vulgarmente designamos por “Serras de Valongo” (F. Rebelo, 1975), ou quando, num estudo mais alargado, pretendem estudar a geomorfologia do NW português (A. Araújo, 1991; A. B. Ferreira, 1991; A. Pedrosa, 1993; L. Soares, 2008). Deste modo, e uma vez que a natureza não se sujeita a limites administrativos e as ditas “Serras de Valongo” abrangem também a Oeste, o concelho de Gondomar, tudo o que dissermos no sentido de contextualizar geomorfologicamente este concelho, parece-nos ser por demais conhecido por quem trabalha na temática. Sob o ponto de vista da tectónica, refira-se que é a parte oriental do concelho a mais interessante, já que é dominada pelo acidente conhecido como anticlinal de Valongo, estrutura geológica que se inicia junto à foz do rio Cávado e que, percorrendo cerca de 115 Km para SE, vem terminar junto ao batólito

de granito pós-tectónico de Castro Daire, a sul do rio Douro, passando, obviamente, pela parte oriental do concelho de Gondomar (X. M. S. González, 1999). A tectónica desta área será referida com mais pormenor, quando falarmos da problemática das minas de Gondomar num capítulo posterior. No entanto, é nossa intenção fazer uma breve síntese e análise das principais características geomorfológicas do concelho de Gondomar, de forma a melhor entender o ordenamento do seu território.

2.2 A morfologia de Gondomar

Os dois elementos estruturantes responsáveis pela morfologia do concelho, dizem respeito, sobretudo, ao anticlinal tombado que define as "Serras de Valongo" (Fernando Rebelo, 1975) e explica a morfologia da parte oriental do concelho constituído por várias Serras, que se configuram em dois ramos paralelos bem visíveis no alto da Serra de Santa Justa; e o rio Douro que delimita Gondomar a ocidente e reflecte, ao longo do seu percurso, a influência da tectónica na região.

O concelho de Gondomar insere-se numa área designada, por alguns autores, como uma área de "relevo intermédio" (Laura Soares, 2008), onde a característica principal é o escalonamento da altitude de Oeste para Este e de Sul para Norte, bem visível na fig. 42. Deste modo, o valor de maior altitude do concelho (470m) encontra-se no vértice geodésico de Sobreiros, limite Sul da freguesia da Lomba, e no limite oriental do concelho encontram-se os valores de altitude mais significativa relativamente ao interior e ao limite ocidental do concelho que, coincidindo, na sua maior parte, com o vale do rio Douro, apresenta valores de altitude da ordem dos 10 metros. Assim, no limite oriental do concelho e numa disposição NW-SE, destacam-se: o flanco ocidental da Serra de Santa Justa, cujas altitudes máximas, em Gondomar, rondam os 300 m; a Serra do Castiçal (324 m); a Serra das Flores (322 m); a Serra de Sta. Iria (416 m) e a Serra das Banjas com 370 m. No interior do concelho, mesmo no centro da cidade de Gondomar, destaca-se o relevo residual do Monte Crasto que, com uma altitude de 192 metros, constitui um importante local panorâmico da cidade.

Os maiores declives são superiores a 30% (fig. 43) e correspondem, não só, às vertentes dos principais relevos assinalados, mas também ao encaixe de alguma rede hidrográfica, destacando-se alguns segmentos do rio Douro. Os declives inferiores a

15% verificam-se, sobretudo na parte Norte do concelho, coincidindo com as áreas de menor altitude (entre 50 e 150 metros).

A disposição do relevo explica o domínio da exposição das vertentes a Oeste e, em menor quantidade, mas ainda com algum destaque, a exposição a Sul, facto que permite o cultivo de espécies mediterrânicas, sobretudo citrinos (fig. 44)

A rede hidrográfica do concelho (fig. 45) é densa, bem hierarquizada e apresenta vestígios de orientação tectónica de alguns segmentos, com particular destaque para o rio principal – rio Douro (fig. 46). Para além do rio Douro, é de referenciar, pela sua importância como afluente e subafluente, os rios Sousa e Ferreira, respectivamente.

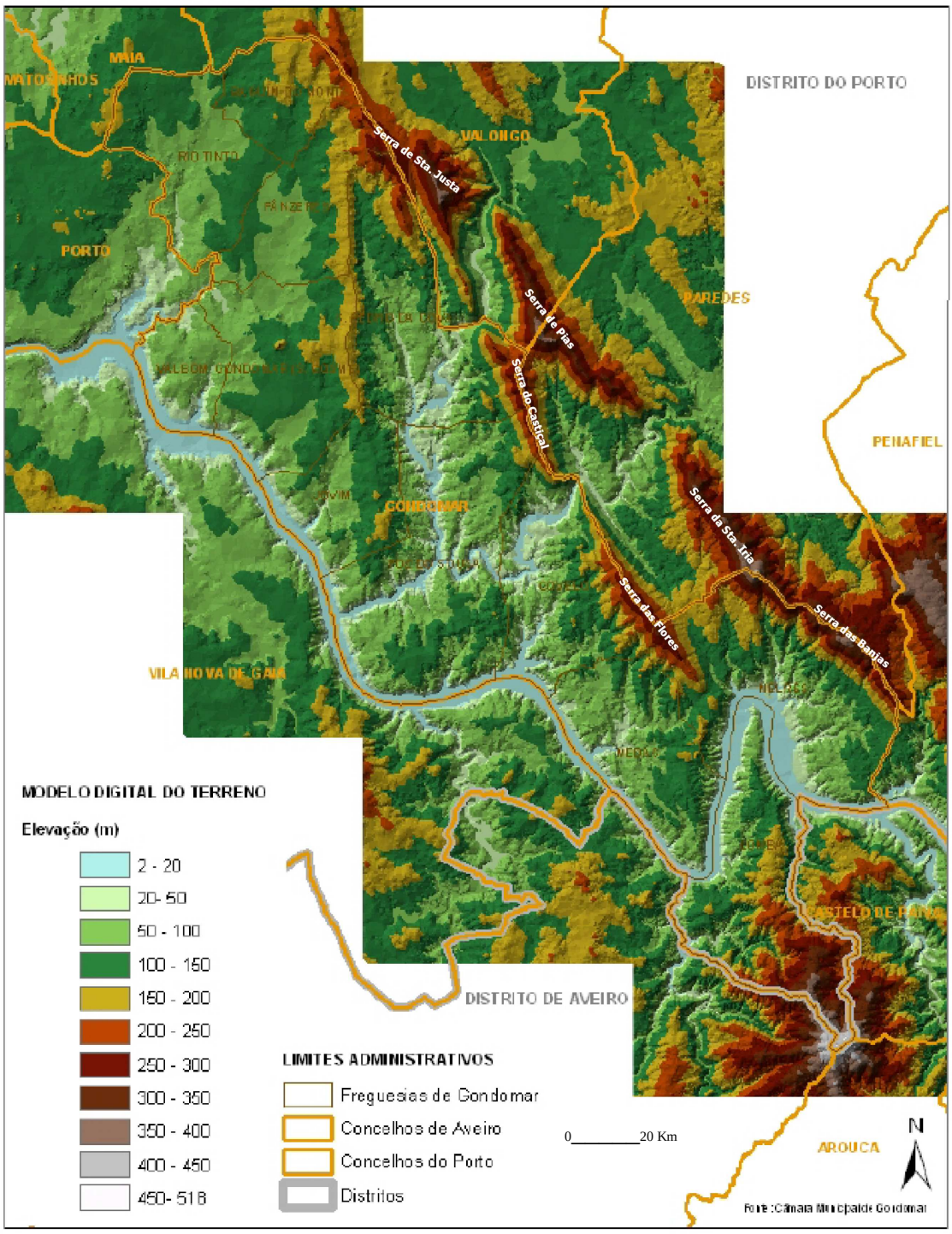
Já em 1932, Lautensach afirmava que o Norte do País "é uma região de levantamento recente" e que, "por causa da proximidade do nível de base marinho, a maior parte dos vales estão entalhados" (*in* S. Daveau, 1995). De facto, o vale do rio Douro é bastante encaixado até próximo da foz, pelo que, as vulnerabilidades deste rio às inundações residem nos aglomerados urbanos implantados na zona ribeirinha, facilmente inundáveis. Os afluentes do rio Douro podem atingir caudais elevados e suscitam, também eles, problemas nas zonas ribeirinhas, como o caso do rio Sousa que transborda junto à foz, no concelho de Gondomar. O rio Douro apresenta um elevado índice de sinuosidade no seu percurso ao longo do concelho, destacando-se o meandro de Melres, de origem tectónica (fig. 46).

2.3 A Geologia do Concelho

As mais antigas referências à constituição geológica do concelho de Gondomar, datam do séc. XIX, mais concretamente quando o alemão Barão de Eschwege (1833) se refere ao estudo da zona carbonífera de S. Pedro da Cova, indicando a sucessão dos terrenos desde a Foz até à Serra de Santa Justa[1].

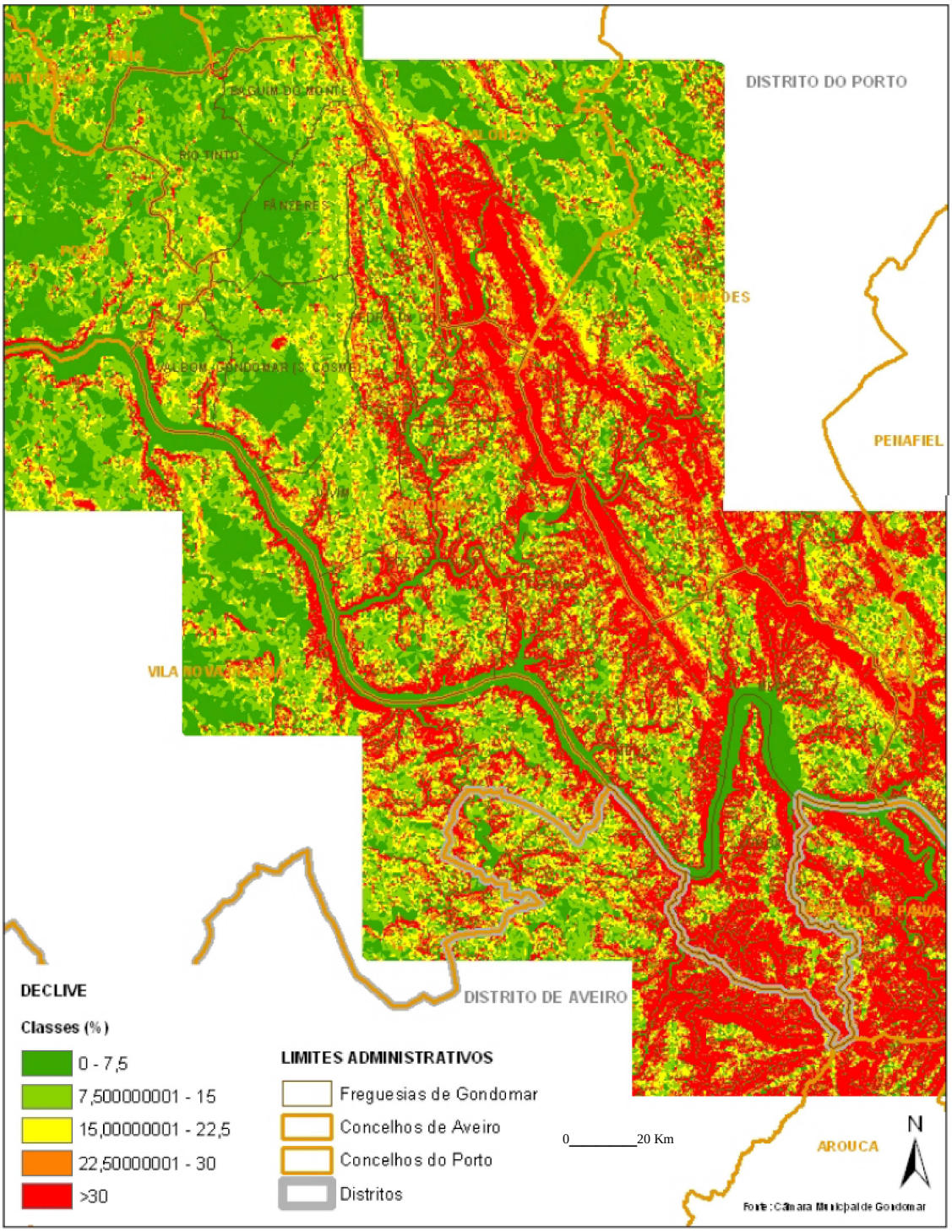
Toda a área do Norte de Portugal, da qual faz parte o concelho de Gondomar, se integra no Maciço Hespérico, isto é, numa área constituída por rochas consolidadas,

[1] Serviços Geológicos de Portugal (1957) - Notícia Explicativa da Folha 9C - Porto, Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000, Lisboa.



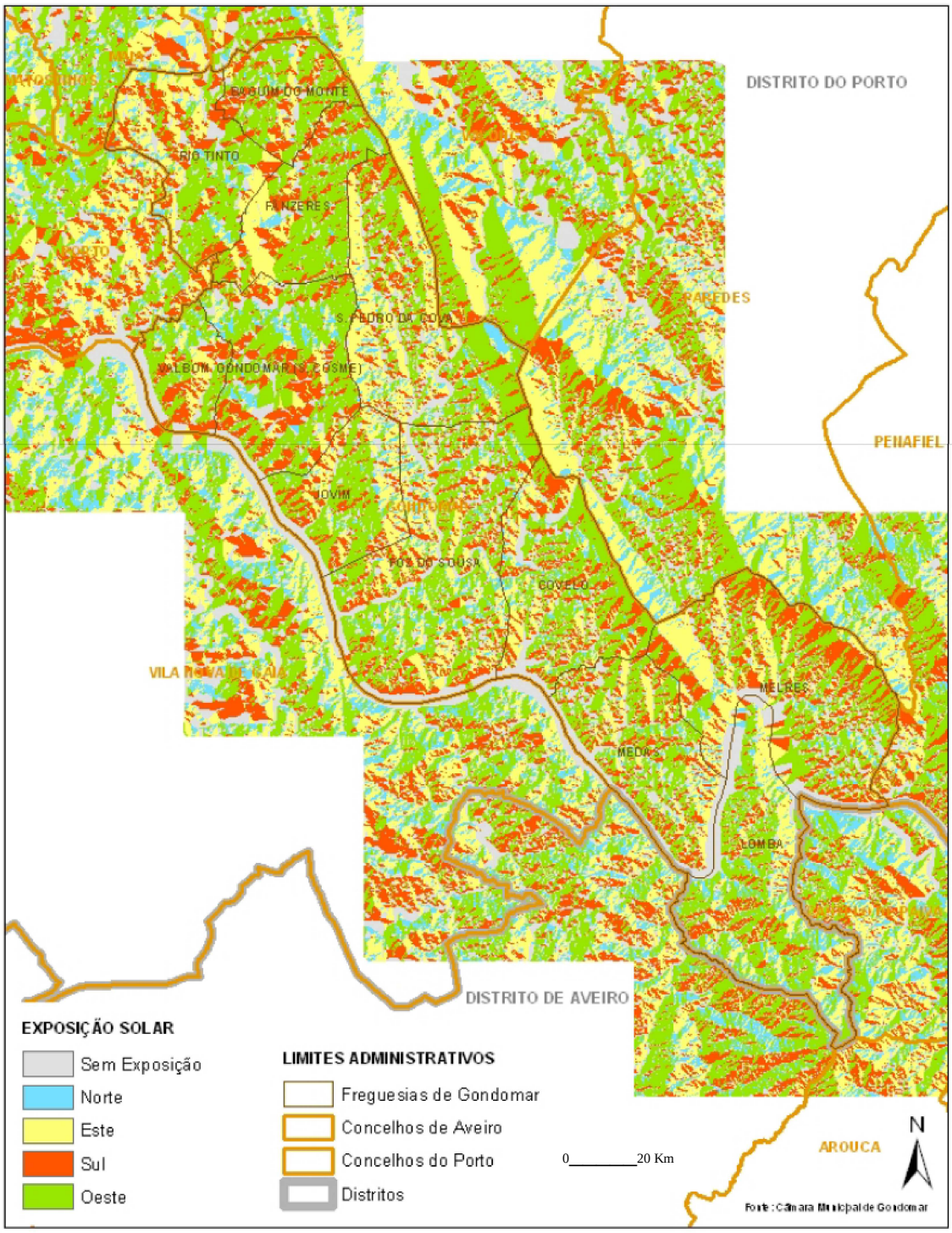
Fonte: Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar. Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (Dez. 2006). Caderno II – Informação de Base, p. 38.

Figura 42 – Modelo digital do Terreno do concelho de Gondomar.



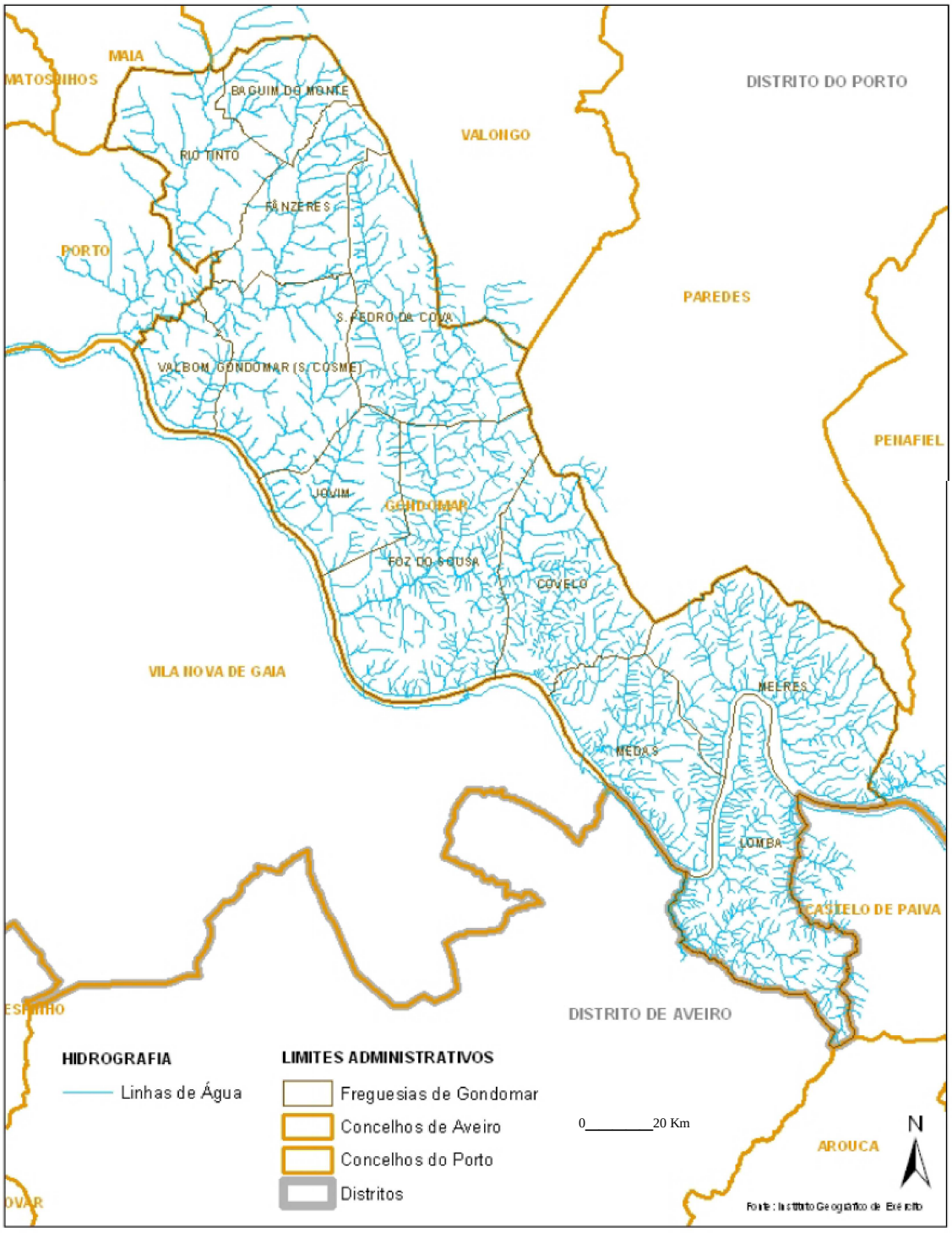
Fonte: Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar. Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (Dez. 2006). Caderno II – Informação de Base, p. 39.

Figura 43 – Carta de declives do concelho de Gondomar.



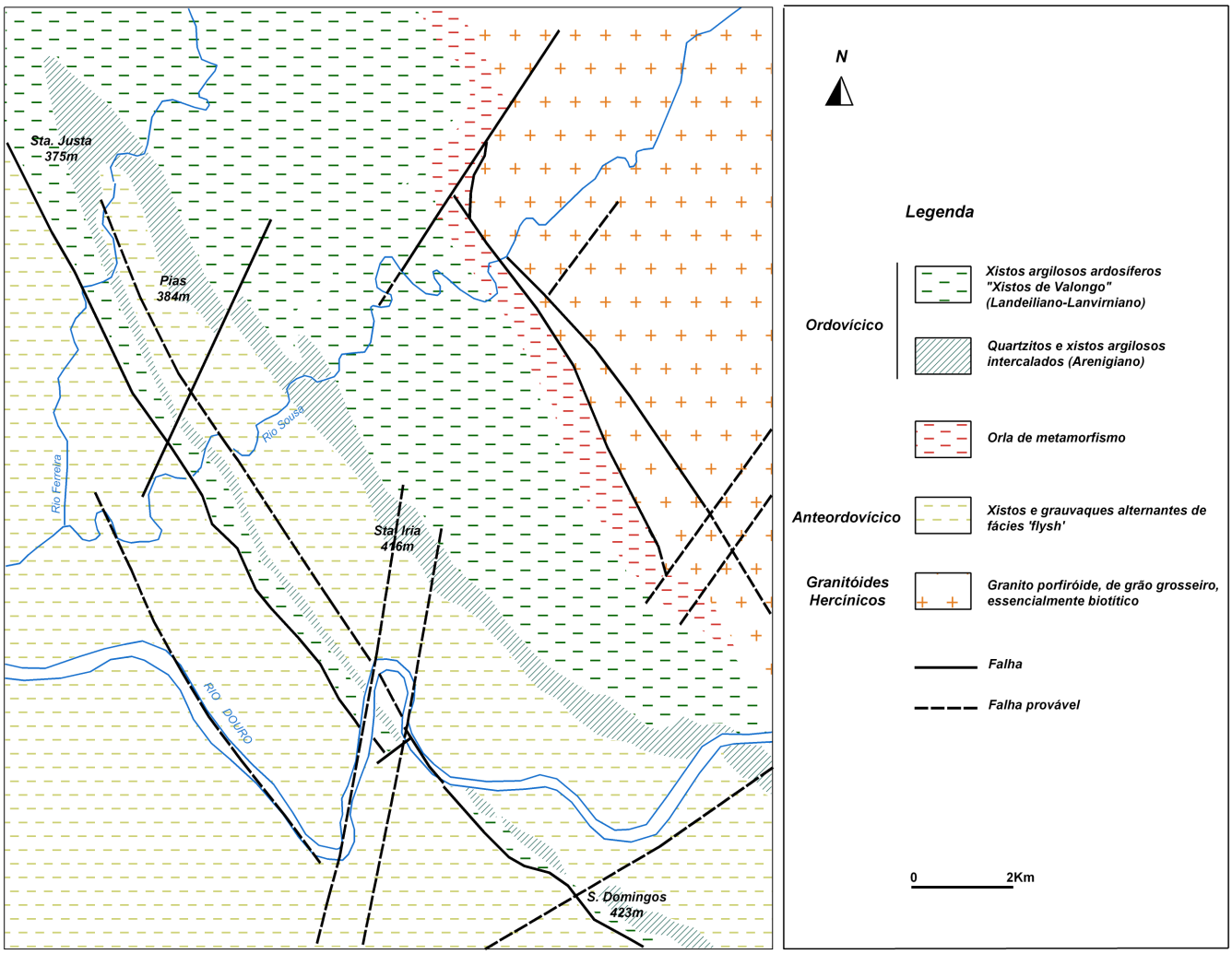
Fonte: Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar. Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (Dez. 2006). Caderno II – Informação de Base, p. 40.

Figura 44 – Carta de Exposição Solar do concelho de Gondomar.



Fonte: Comissão Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar. Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (Dez. 2006). Caderno II – Informação de Base, p. 41.

Figura 45 – Carta hidrográfica do concelho de Gondomar.



Fonte: Soares, L. (2008) – A importância das formações superficiais no âmbito dos processos de erosão hídrica e movimentos de vertente no NW de Portugal.

Fig. 46 – Esboço simplificado das cristas quartzíticas de Valongo, salientando-se a influência da tectónica no traçado do meandro de Melres do rio Douro.

essencialmente, durante a orogenia Hercínica, cujos últimos impulsos tectónicos devem ter sucedido há cerca de três centenas de milhões de anos. Tal facto significa que, no essencial, as litologias presentes são pouco variadas e resumem-se, praticamente, a xistos, grauvaques e granitos, podendo ainda encontrar-se quartzitos que ajudam a definir alguns relevos como, por exemplo, as cristas quartzíticas das Serras de Valongo. Estas cristas devem a sua importância, não só, à sua dureza, como também ao facto de constituírem blocos soerguidos a partir de falhas situadas ao longo dos contactos litológicos (X. M. S. González, 1999).

O concelho de Gondomar é constituído, em quase toda a sua extensão, por terrenos, provavelmente, do Câmbrico Inferior, período em que ocorre a deposição de sedimentos do Caledónico, dando origem ao Complexo Xisto-grauváquico (L. Soares, 2008). A fig. 47, que se pretendeu simplificada mostrando apenas as formações principais, evidencia a predominância neste concelho, do Complexo xisto-grauváquico, ante-ordivícico e séries matamórficas derivadas. Os sistemas Silúrico, Ordovícico e Carbónico estão presentes na parte oriental do concelho e as formações graníticas a Noroeste, ladeadas pelo complexo xisto-grauváquico e por alguns depósitos de terraços fluviais. Estas mesmas formações, juntamente com as formações de areias e cascalheiras de praia e formações aluvionares, aparecem-nos junto dos principais cursos de água que atravessam e delimitam o concelho, respectivamente, rios Ferreira e Sousa e rio Douro.

As Formações aluvionares que incluem aluviões actuais e depósitos areno-argilosos de fundo de vales, ocupam, como já se referiu, uma área reduzida do concelho, destacando-se as extensas acumulações areno-argilosas ao longo dos vales dos rios Ferreira e Sousa, bem como, os “areinhos do Douro”, por vezes de grande extensão, situados quer em Melres, quer na Lomba.

As manchas correspondentes aos Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, não são abundantes na região e destacam-se pelas altitudes que apresentam. Os depósitos de 15-20 metros, encontram-se no Rodolho (Melres); Areiro (Lomba); Gramido (Valbom); Fontelhas (Fânzeres); Conchadas (Covelo) e em Portela do Carvalhal de Além, nas margens do rio Ferreira. A Norte de Covelo, nas margens do rio Sousa, aparece-nos um depósito de terraços com uma altitude de 30-40 metros.

Os depósitos de terraços de 80-90 metros estão representados pelas manchas de Valbom e da Cumeeira e por um pequeno retalho em Zebreiros (Foz do Sousa), enquanto que os que se encontram a uma altitude de 100-130 metros aparecem-nos na região da Foz do Sousa, mais precisamente no lugar da Fisga, Esposade e Ribeira de Baixo, em Sante (Lomba), e, um dos mais importantes, na Gandra (S. Cosme). Segundo A. Araújo (2004) este depósito apresenta elementos muito grosseiros e um intenso encouraçamento. Está rodeado, sobretudo, por granitos, de onde se destaca o relevo



Fonte: *Estrutura Ecológica da Área Metropolitana do Porto*. ICETA- Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agro-alimentares, Porto, 2004 (Adaptado).

Fig. 47 – Carta Geológica simplificada do Concelho de Gondomar.

residual do Monte Crastro no Granito de Gondomar. Na margem do rio Ferreira, mais precisamente no lugar da Barraca (Jovim), também nos aparecem depósitos a uma altitude de 140-150 m. Por último, e a uma maior altitude, 150-170 metros, aparecem-nos dois depósitos de terraços no Outeiro da Igreja (Medas) que constituem o nível mais elevado dos terraços do Douro no concelho. Segundo A. Araújo (2004) e de acordo com J. Cabral (1995), os depósitos considerados mais altos (acima dos 100 m) deverão ser, em princípio, os mais antigos e os que estarão a sofrer movimentação há mais tempo, devido a esta área estar sujeita a um soerguimento mais ou menos contínuo. Constituirão os depósitos que A. Araújo (2004) considera da Fase I, pertencentes, provavelmente, ao Pliocénio. Já os depósitos de altitude inferior, corresponderão a depósitos da Fase II (transição do Pliocénio-Pleistocénico) e, a má calibragem e a existência de elementos de grande calibre nestes depósitos, citando como exemplo o depósito de Pedrinha (Valbom), levam a supor estarem os mesmos relacionados com um clima com tendência para a aridez, facto que originou, provavelmente, a torrencialidade destes depósitos (A. Araújo, 2004).

As Formações Graníticas são escassas e surgem-nos a NW do concelho. Na freguesia de Rio Tinto, rodeado por formações do complexo xisto-grauváquico, aparece-nos uma mancha que ainda pertence ao designado granito do Porto. É um granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrata e de duas micas. No lugar da Triana (Rio Tinto) este mesmo granito mostra-se um pouco porfiróide. Nas freguesias de Valbom e Jovim, também nos aparece uma mancha alongada de granito alcalino, este de grão fino a médio, mesocrata e de duas micas que se encontra parcialmente coberto pelo terraço da Gandra. Entre Gondomar e Lourinha (Rio Tinto) encontra-se uma faixa extensa, em forma de meia-lua, de um granito gneissico alcalino e granatífero. Esta rocha raramente se apresenta sã. Finalmente, ocupando o centro da cidade de Gondomar e, por isso mesmo, designado por granito de Gondomar, surge-nos um granito alcalino, de grão grosseiro e turmalínico. É neste tipo de granito que se constitui o relevo residual do Monte Crasto.

As Formações do Carbónico Continental e Eo-Devónico estão representadas no concelho por uma estreita faixa onde predominam os conglomerados, arcoses, xistos carbonosos e xistos amarelo-arroxeados com fósseis, quartzitos e grés friáveis intercalados. A faixa carbonífera que atravessa Gondomar pertence à extensa mancha da

Bacia Carbonífera do Norte de Portugal, que apresenta uma orientação NNW-SSE desde S. Pedro Fins (Maia), onde se inicia, até à Lomba (Gondomar), onde é interrompida, seguindo depois uma orientação, sensivelmente, WNW-ESE desde o Pejão (Castelo de Paiva) até Covas do Rio (S. Pedro Sul). A faixa carbonífera no concelho de Gondomar apresenta uma possança extremamente variável, com alargamentos e estrangulamentos sucessivos, variando entre os 350 metros em S. Pedro da Cova e apenas alguns metros em Belói. Alarga em Midões, atravessa o rio Sousa aparecendo na freguesia do Covelo, e estende-se com uma largura quase constante até à povoação da Lomba, depois de atravessar o rio Douro.

As camadas carboníferas repousam a Ocidente, sobre rochas do complexo xisto-grauváquico, enquanto que a Leste contactam com as Formações xistentas do Silúrico e do Ordovícico (fig. 47). Convém referir, a este propósito, que relativamente a esta faixa carbonífera do concelho, apresentamos uma leitura mais pormenorizada quando, no capítulo posterior, nos referirmos, concretamente, às minas de Gondomar. De qualquer forma e porque neste momento procedemos a uma caracterização geral, assinala-se que a série de conglomerados, por vezes em bancadas muito espessas, de arcoses e de xistos argilosos, inclui leitos de carvão antracitoso, que foi explorado em diversas minas no concelho de Gondomar, com particular destaque para as minas de S. Pedro da Cova e de Midões, actualmente inactivas.

As Formações xistentas do Silúrico aparecem no anticlinal deformado e falhado, ao longo do eixo, com estiramento de camadas. Aparecem camadas silúricas entre as formações xistentas do Carbónico continental e Eo-Devónico e as Formações xistentas do Ordovícico (fig. 47). Estas Formações do Ordovícico aparecem, por sua vez, no centro do anticlinal que é ocupado pelos xistos argilosos finos, escuros, ardosíferos, vulgarmente designados por xistos de Valongo.

As rochas do Complexo xisto-grauváquico ante-ordovícico e séries metamórficas derivadas, encontram-se, na sua maioria, profundamente metamorfizadas, sobretudo pela acção da granitização que originou os diversos tipos de granitos alcalinos. Já se referiu que esta mancha ocupa a maior parte da área do concelho de Gondomar (fig. 47). É constituída por xistos e grauvaques, que sofreram intensa metamorfização provocada pelos “granitos do Porto”, transformando-os em xistos

luzentes, micaxistos, gneisses, migmatitos, etc. Entre Fânzeres e S. Pedro da Cova, a metamorfização atenua-se, predominando, nesta área, os xistos argilosos e os grauvaques finos, que sucedem aos xistos estaurolíticos de Fânzeres (xistos de Fânzeres) e contêm assentadas de conglomerados interpostas. Os xistos de Fânzeres encontram-se na Serra de Fânzeres, Vale de Ferreiros, Formiga e Rapadas e as assentadas de conglomerados mais notáveis ocorrem na área da antiga mina de Montalto (Covelo) e em Tardariz (S. Pedro da Cova).

As características pedológicas referentes ao concelho que a seguir de analisam, estão, obviamente, relacionadas quer com a morfologia, quer com as características geológicas acabadas de analisar.

3. CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS

3.1 Os solos no Concelho de Gondomar

No que respeita aos solos, em traços muitos genéricos, teremos que fazer referência a áreas do concelho onde a altitude elevada e os declives mais acentuados proporcionam os processos de erosão, predominando, nessas áreas, solos mais delgados, de perfil pouco diferenciado e que, em áreas graníticas, podem estar associados a afloramentos rochosos e a áreas do concelho onde os factores altitude, declive e formas de relevo propiciam a acumulação e a redistribuição desses materiais carreados das primeiras áreas citadas.

Foi, sobretudo a Carta de Solos à escala 1:100 000, da DRAEDM (1995), que nos serviu de base para a caracterização dos solos existentes no concelho de Gondomar. Neste documento cartográfico definiram-se unidades taxonómicas a nível de “família” que foram integradas a nível superior nas “unidades-solo” e “grupos principais” da Legenda da Carta de Solos do Mundo, FAO/UNESCO, versão revista de 1988. A definição e caracterização destas unidades foram baseadas nos reconhecimentos efectuados no terreno por descrições detalhadas de perfis característicos, e complementadas pelos resultados das análises de amostras de solo.

A maior parte dos solos do concelho formou-se a partir de materiais resultantes da alteração e desagregação do substrato rochoso subjacente (onde dominam os xistos e gauvaques, séries metamórficas e granitos) por acção dos vários agentes de meteorização. A presença de uma rede hidrográfica importante (Douro; Sousa e Ferreira, entre outros), justifica a presença de solos relacionados com as formações aluvionares e depósitos de praias antigas.

As unidades pedológicas que nos aparecem na carta de solos de Gondomar (fig. 48), tal como se referiu anteriormente, integram-se nos grupos principais e unidades-solo da Legenda da Carta dos Solos do Mundo da FAO/UNESCO (FAO/UNESCO/ISRIC, 1988), e são os seguintes: os Leptossolos Úmbricos (Lu); Antrossolos Cumúlicos (Tc); Regossolos Úmbricos (Ru); Cambissolos Húmicos (Cu) e Fluvissolos Dístricos (Fd) (fig. 48 e quadro 30).

Quadro 30 – Unidades pedológicas correspondentes às Unidades-Solo e subunidades cartografadas

Unidades-Solo e subunidades cartografadas	Unidades pedológicas correspondentes
Leptossolos Úmbricos (Lu)	
Lu1.2	LPu.x RGul.x
Lu3.1	LPu.x CMux.vq
Antrossolos Cumúlicos (Tc)	
Tc1.1	ATcd.x
Tc2.2	ATcd.x LPu.x
Tc5.1	ATcd.x CMdp.x
Tc10.1	ATcd.g CMup.g
Tc11.1	ATcd.d CMdp.g
Tc15.1	CMdp.t CMux.t RGuo.t
Regossolos Úmbricos (Ru)	
Ru 1.1	RGul.x LPu.x
Cambissolos Húmicos (Cu)	
Cu 1.1	CMux.t RGuo.t
Fluvissolos Dístricos (Fd)	
Fd 2.2	FLdm

Fonte: Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho. *Memórias* (Agroconsultores e Geometral). Folhas 9 e 13, escala 1: 100.000. Programa de Estudos para a análise da Agricultura Portuguesa do PEDAP. Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 1995.

Se pretendermos correlacionar estes tipos de solos com o Quadro Nacional de Classificação dos Solos, elaborado pelo já extinto Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário de Portugal (SROA), classificação ainda utilizada,

frequentemente, pelos técnicos portugueses, os solos representados teriam a correspondência assinalada no quadro 31.

Quadro 31 – Correlação dos solos existentes no concelho de Gondomar, entre a Classificação da FAO/UNESCO (1988) e o Quadro de Classificação dos Solos (SROA)

Classificação FAO/UNESCO (1988)	**Quadro de Classificação dos Solos (SROA)**
Leptossolos Úmbricos	Solos Litólicos Húmicos Para-Litossolos ou Rankers
Antrossolos Cumúlicos	Fases agropédicas de diversas unidades-solo
Regossolos Úmbricos	Compreendem, em parte, alguns solos litólicos Húmicos Normais, englobam os Coluviossolos não Calcários Húmicos, e parte não tem correspondência
Cambissolos Húmicos	Solos Litólicos Húmicos Normais
Fluvissolos Dístricos	Aluvissolos Modernos não Calcários

O quadro 32 evidencia a percentagem de representatividade na área do concelho das diferentes unidades-solo, destacando-se, sem sombra de dúvida, os Leptossolos Úmbricos (Lu) que ocupam, praticamente, metade da área de Gondomar (45%). Aparecem, sobretudo, nas áreas de maior altitude e de declives mais acentuados e, por isso mesmo, será fácil entender que são solos limitados em profundidade, até 30 cm a partir da superfície, por rocha contínua e dura. Os horizontes de diagnóstico poderão ser um A mólico, úmbrico ou ócrico, com ou sem um horizonte B câmbrico. O perfil deste tipo de solos poderá ser A-R ou A-C-R (Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, DRAEDM, 1995).

Quadro 32 – Unidades-solo existentes no concelho de Gondomar. Percentagem e área de ocupação.

Unidades-Solo FAO/UNESCO (1988)	**Área de ocupação em Km^2**	**Percentagem (%) de ocupação na área do Concelho**
Leptossolos Úmbricos (Lu)	**57,81**	**45,09**
Antrossolos Cumúlicos (Tc)	31,72	24,74
Regossolos Úmbricos (Ru)	19,74	15,40
Cambissolos Húmicos (Cu)	1,14	0,89
Fluvissolos Dístricos (Fd)	0,25	0,20
Área Social	17,54	13,68
TOTAL	128,20	100

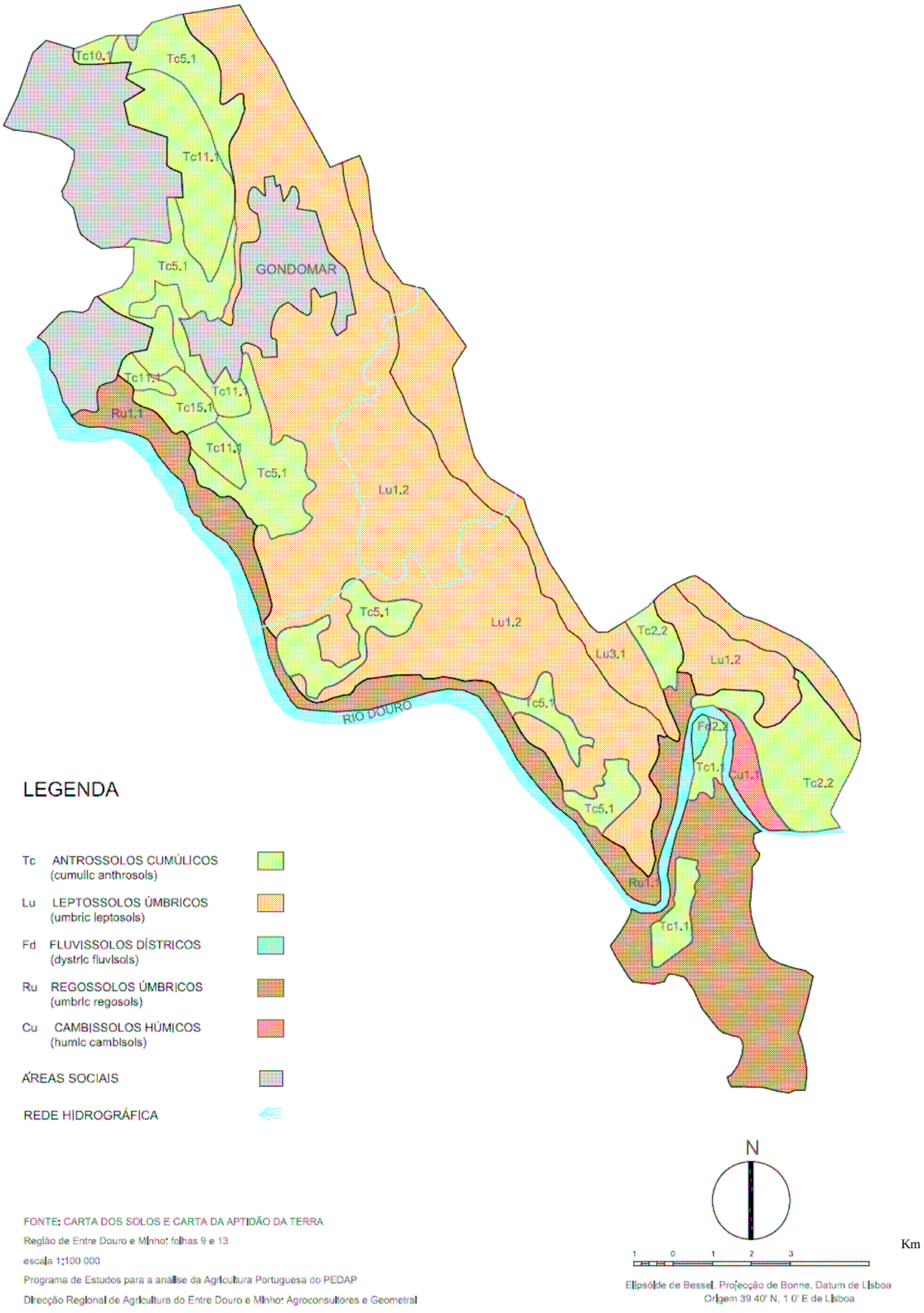


Fig. 48 – Carta de Solos do Concelho de Gondomar

Os Antrossolos Cumúlicos (Tc), correspondem a, praticamente, metade da percentagem dos solos anteriores (24,7%) e aparecem junto às áreas sociais do concelho. Não é de admirar a sua presença nestes locais já que, este tipo de solos se caracteriza por sofreram modificações profundas pela actividade humana, com soterramento dos horizontes originais do solo ou através de remoção ou perturbação dos horizontes superficiais. Os Antrossolos podem apresentar acumulação de sedimentos com textura franco-arenosa ou mais fina, em espessura superior a 50 cm, resultante da rega contínua de longa duração ou elevação da superfície do solo por acção humana (Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, DRAEDM, 1995).

Os Regossolos Úmbricos (Ru) aparecem ladeando as margens do rio Douro e compreendem uma área de 19,74 Km^2, correspondendo a 15,4% da área do concelho. São solos de materiais não consolidados, com exclusão de materiais com textura grosseira ou com propriedades flúvicas, não tendo outro horizonte de diagnóstico além de um A úmbrico (Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, DRAEDM, 1995).

Os Cambissolos Húmicos (Cu), que predominam em toda a Área Metropolitana do Porto, são pouco representativos no concelho de Gondomar, aparecendo uma pequena mancha junto ao meandro do Douro. São solos que apresentam um horizonte A úmbrico ou mólico; sem propriedades vérticas; sem propriedades fenálicas no horizonte B câmbico e sem propriedades gleicas até 100 cm a partir da superfície (Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, DRAEDM, 1995).

Os Fluvissolos Dístricos (Fd) são solos que apresentam propriedades flúvicas e não têm outros horizontes de diagnóstico além de um A ócrico, mólico ou úmbrico ou um horizonte H hístico, ou um horizonte sulfúrico, ou material sulfídrico até 125 cm da superfície (Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, DRAEDM, 1995). A esta escala de análise (1:100 000) são apenas visíveis a coincidir com o curso do rio Douro e, em mancha significativa, na margem esquerda (Sul) do meandro de Melres do rio do Douro. Estes tipos de solos aparecem-nos, também, coincidentes com os cursos do rio Sousa e Ferreira a uma outra escala de análise (1:25 000).

No quadro 33, apresentam-se, resumidamente, as principais características das unidades pedológicas ou solos dominantes de Gondomar dando-se, particular ênfase, à descrição das características que os horizontes das respectivas unidades pedológicas podem apresentar.

Quadro 33 – Características gerais das Unidades pedológicas (solos dominantes)

Unidades pedológicas	**Características gerais**
Leptossolos Úmbricos (LPu.x)	• em xistos e rochas afins; • horizonte A, franco arenoso, franco ou franco-limoso, frequentemente húmico; • com grande representação no concelho, em áreas com declives superiores a 15%, mais frequentemente em terreno movimentado; • incultos com matos ou matas de pinheiro ou mistas.
Regossolos Úmbricos Delgados (RGul.x)	• em xistos e rochas afins; • horizonte A com 20/50 cm, franco ou franco arenoso e C constituído por rocha fragmentada e alguma terra; rocha dura e contínua a partir de 30/50 cm de profundidade; • com grande representação no concelho, em áreas com declives superiores a 15%, mais frequentemente em terreno movimentado; • incultos com matos ou matas de pinheiro ou mistas e culturas arvenses de sequeiro.
Regossolos Úmbricos Espessos (RGuo.t)	• em sedimentos detríticos não consolidados; • horizonte A com 20/50 cm, franco-arenoso e por vezes arenoso-franco; horizonte C até 60/150 cm, arenoso-franco ou franco-arenoso, frequentemente com bastante ou muito material rolado e/ou sub-rolado (cascalhento); sobre sedimentos detríticos grosseiros pouco consolidados (pré-conglomerado) a partir de 60/150 cm; por vezes a partir de 120/150 cm, substrato constituído por material da desagregação de rocha subjacente (granito ou xisto) e/ou rocha dura e contínua; • pequena representação em terraços fluviais ou depósitos de praias antigas, em situações planas ou muito suavemente onduladas, no litoral ou vales dos rios principais; • culturas de regadio ou sequeiro, incultos com matos ou matas estremas ou mistas.
Antrossolos Cumúlicos Dístricos (ATcd.x)	• em xistos e rochas afins; • horizonte Ap com 20/30 cm, franco, franco-limoso e, por vezes, franco-arenoso e horizonte C franco, franco-limoso e, por vezes, franco-arenoso; substrato constituído por perfil soterrado, material da alteração de rocha xistenta subjacente (2C, 2CR) ou material de origem coluvionar (2C) a mais de 50 cm de profundidade; • representaçãopequena a média, em encostas terraceadas das zonas de xistos; • culturas de regadio ou sequeiro, vinha, olival, árvores de fruto ou prados.
Antrossolos Cumúlicos Dístricos (ATcd.g)	• em granitos e rochas afins; • horizonte Ap com 20/35 cm, franco-arenoso ou franco e horizonte C franco ou franco-arenoso; substrato constituído por perfil soterrado, material de alteração de rocha granítica subjacente (2C, 2C-2R) ou material de origem coluvionar (2C);

	• representação média a grande em encostas de zonas graníticas; • culturas de regadio ou sequeiro, vinhas de bordadura ou estremes, olivais ou oliveiras dispersas, prados, etc.
Antrossolos Cumúlicos Dístricos (ATcd.d)	• em granodioritos e quartzodioritos; • horizonte Ap com 20/30 cm, franco ou franco-arenoso e horizonte C franco ou franco-arenoso; substrato constituído por perfil soterrado (Ab-C',Ab-Bb-C'), material da alteração da rocha subjacente (2C, 2C-2R) ou material de origem coluvionar (2C) a mais de 50 cm de profundidade; • culturas de regadio ou sequeiro, vinha, olival, etc.
Cambissolos Húmicos-Úmbricos Crómicos (CMux.vq)	• em depósitos de vertente de quartzitos e/ou xisto; • solo em geral pedregoso; • horizonte A com 25/50 cm, franco ou franco-arenoso, pedregoso; horizonte B (até 60/150 cm) crómico, franco, franco, franco-limoso ou franco-arenoso, pedregoso; horizonte C franco, pedregoso e/ou horizonte 2C constituído por material de desagragação da rocha xistenta ou quartzítica subjacente; • representação pequena em encostas declivosas (20-25% a 40-45%) em áreas de quartzitos ou de xistos, frequentemente com cristas quartzíticas; • matas estremes ou mistas de pinheiros e eucaliptos, ou incultos com matos.
Cambissolos Húmicos-Úmbricos Crómicos (CMux.t)	• em sedimentos detríticos não consolidados; • horizonte A com 20/35 cm, franco-arenoso ou franco, frequentemente cascalhento; horizonte B câmbico até 50/100 cm, crómico, franco ou franco-arenoso, frequentemente cascalhento ou muito cascalhento; horizonte C constituído por material detrítico não consolidado; • representação pequena, em terraços fluviais ou marinhos, em situações planas ou muito suavemente onduladas; • exploração florestal de pinheiros e/ou eucaliptos, culturas de regadio ou incultos com matos.
Cambissolos Dístricos Pardacentos (CMdp.x)	• em xistos e rochas afins; • horizonte A com 10/30 cm, franco e por vezes franco-arenoso ou franco-limoso; horizonte B câmbico, até 45/100 cm, não crómico, franco ou franco-limoso e por vezes franco-arenoso; horizonte C constituído por material grosseiro e alguma terra resultante da alteração e desagragação da rocha sujjacente, até 60/150 cm; sobre rocha contínua e dura (R); • representação pequena em áreas de relevo ondulado suave ou muito suave em zonas de baixa ou média altitude; • culturas arvenses de regadio ou matas de pinheiro ou mistas.
Cambissolos Dístricos Pardacentos (CMdp.g)	• em granitos e rochas afins; • horizonte A com 10/40 cm, franco-arenoso e por vezes franco ou arenoso-franco; horizonte B câmbico, até 35/85 cm, não crómico, franco-arenoso e por vezes franco; horizonte C constituído por material da alteração e desagragação da rocha subjacente, em geral franco-arenoso a arenoso-franco na parte superior, mas passando a saibrento e mais consistente com a profundidade, aproximando-se progressivamente de rocha dura e contínua (R) a profundidade desde 50 a mais de 150 cm; • representação pequena a média em áreas de relevo ondulado suave ou ondulado, a baixa e média altitude; • culturas arvenses de regadio.
Cambissolos Dístricos Pardacentos (CMdp.t)	• em sedimentos detríticos não consolidados; • horizonte A com 15/40 cm, franco-arenoso ou franco; horizonte B câmbico até 35/100 cm, não crómico, franco-arenoso ou franco; horizonte C até 75/150 cm, franco-arenoso ou arenoso-franco, em geral

	cascalhento; substrato constituído por rocha compacta (xisto ou granito) (2R) precedida ou não por material resultante da sua desagregação (2C); • representação pequena em terraços fluviais ou marinhos, correspondendo a superfícies planas ou muito suavemente onduladas, em zonas do litoral e dos vales dos rios principais; • culturas arvenses de sequeiro ou regadio ou matas de eucaliptos, pinheiros ou mistas.
Cambissolos Húmicos-Úmbricos pardacentos (Cmup.g)	• em granitos e rochas afins; • horizonte A com 20/60 cm, franco-arenoso e por vezes arenoso-franco ou franco; horizonte B câmbico até 50/120 cm, não crómico, franco-arenoso e por vezes franco; horizonte C constituído por material grosseiro (saibrento, cascalhento ou pedregoso) proveniente de alteração e desagragação da rocha subjacente; sobre rocha dura e contínua (R); • representação pequena a média em áreas de relevo ondulado suave ou muito suave, a altitudes normalmente inferiores a 600/700 metros; • matas de pinheiros, eucaliptos ou mistas, culturas arvenses de regadio ou incultos com matos.
Fluvissolos Dístricos Medianos (FLdm)	• em aluviões recentes; • horizonte A franco, franco-limoso ou franco-arenoso e horizonte C franco, franco-limoso ou franco-arenoso, por vezes com estratos arenosos-francos, por vezes com características gleicas abaixo de 100 cm; • média representação em baixas aluvionares, por vezes com influência coluvionar, em zonas de baixa e média altitude; • culturas de regadio e por vezes pastagens.

Fonte: Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho. Memórias (Agroconsultores e Geometral). Folhas 9 e 13, escala 1: 100.000. Programa de Estudos para a análise da Agricultura Portuguesa do PEDAP. Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 1995.

Embora tivéssemos acesso à informação da Carta de solos, à escala 1:25 000 para o concelho de Gondomar, esta apenas representa uma selecção de áreas – áreas essas que foram baseadas na Aptidão Agrícola da Terra (escala 1:250 000) e na Carta de Aptidão da Terra para Usos Agrícolas obtida por interpretação da Carta de Solos resultante do levantamento à escala 1:100 000 – e não representa o concelho na sua totalidade. Nesse sentido, preferimos utilizar a cartografia quer da Carta de Solos quer da Carta de Aptidão da Terra à escala 1:100 000 por a informação cobrir toda a área do concelho a estudar. Aliás, e no que diz respeito aos solos, a Carta à escala 1:25 000, apresenta, apenas, algumas unidades fisiográficas detalhadas do levantamento anterior (escala 1:100 000).

3.2 Aptidão da Terra

Quando falamos em Aptidão da Terra queremo-nos referir ao uso óptimo para cada unidade de terra definida, atendendo a considerações de ordem física e económica e à conservação dos recursos de forma sustentada. Já tivemos oportunidade de referir que o conceito terra, corresponde a um conceito mais vasto que o do solo, resultando da

interacção de factores vários, tais como, para além do solo, o clima, a litologia, a geomorfologia, a hidrologia, a cobertura vegetal, a ocupação agro-florestal e a actividade humana. O documento que nos serviu de base para a identificação e análise das unidades de terra do concelho de Gondomar (Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, DRAEDM, 1995) adoptou o sistema de classificação da aptidão da terra (*land suitability evaluation*) recomendado pela FAO (FAO, 1976 e 1983) e, ainda, Dent e Young, 1981. Assim, as unidades de terra identificadas para Gondomar correspondem às unidades fisiográficas e às subunidades da Carta de solos analisada. As unidades de terra correspondem então, a porções do território possuindo elevado grau de homogeneidade no que respeita às características físicas (solos, clima, relevo, litologia, etc.).

A fig. 49 evidencia-nos que a maior parte do concelho (60,49%) não tem aptidão para a agricultura, mas sim para floresta de exploração e/ou silvo-pastorícia marginal (quadro 34). Esta mancha é dominante e coincidente com a mancha de Leptossolos o que por si só já justifica tal situação. Atendendo às características dos Leptossolos anteriormente descritas, relembramos, apenas, que são solos delgados, muitas vezes coincidentes com áreas de morfologia pouco própria para a prática de uma actividade agrícola, não só pelo factor altitude como e, sobretudo, pelo declive acentuado do terreno onde esses solos se encontram.

O quadro 34 mostra-nos a relação existente entre as unidades-solo e os tipos de uso para efeitos de avaliação da terra. As áreas com Aptidão Agrícola, correspondem apenas a 25,83% da área do concelho e coincidem, sobretudo, com Antrossolos Cumúlicos (24,74%), enquanto que pequenas percentagens correspondem, respectivamente a Cambissolos Húmicos (1,14%) e Fluvissolos Dístricos (0,25%).

Em todo o concelho de Gondomar, apenas nos aparecem duas pequenas manchas onde a aptidão para a agricultura é elevada (A1). Uma delas aparece-nos no limite superior do concelho, coincidente com uma mancha pequena de Antrossolos Cumúlicos, e a outra junto ao meandro de Melres, coincidente com uma mancha de Fluvissolos dístricos. Estes últimos, são solos de aluviões recentes, com características propícias à prática de uma cultura de regadio e por vezes pastagens (fig.49).

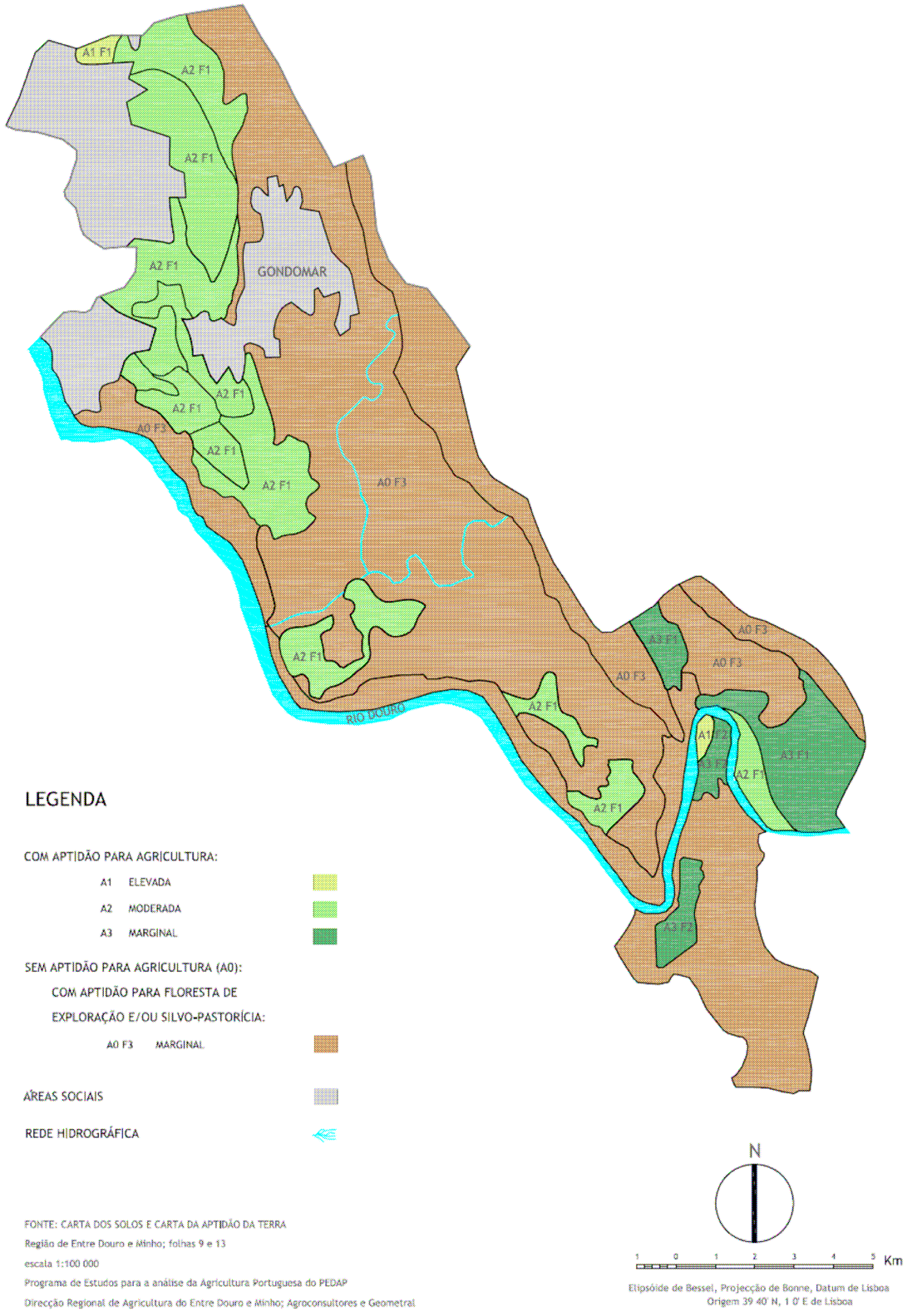


Fig. 49 – Carta da Aptidão da Terra do Concelho de Gondomar

Quadro 34 – Aptidão da Terra (tipos de uso) do concelho de Gondomar. Percentagem e área de ocupação.

Unidades-Solo	**Aptidão da Terra (tipos de uso)**	**Área de ocupação em Km^2**	**Percentagem (%) de ocupação na área do Concelho**
Leptossolos Úmbricos (Lu) **Regossolos Úmbricos (Ru)**	**A0 F3**	**77,55**	**60,49**
Antrossolos Cumúlicos (Tc) **Fluvissolos Dístricos (Fd)** **Cambissolos Húmicos (Cu)**	A1 F1 A1 F2 A2 F1 A3 F1 A3 F2	33,11	25,83
Área Social		17,54	13,68
TOTAL		128,20	100

As áreas correspondentes a uma aptidão agrícola moderada (A2) situam-se próximo das áreas sociais e em terrenos onde dominam os Antrossolos Cumúlicos (fig.49). As áreas apresentam declives fracos e menor altitude. O tipo de uso dominante é a horticultura intensiva (quadro 35), associada às quintas e quintais que ainda existem nas áreas sociais, sobretudo rurais.

Quanto às áreas com aptidão para uma agricultura marginal (A3), aparecem-nos na parte sul do concelho, mais concretamente junto ao meandro do rio, em Melres e na Lomba. Correspondem a Antrossolos que surgem junto a áreas sociais das respectivas freguesias, onde a esta aptidão marginal corresponde uma agricultura de espécies perenes, arbóreas e arbustivas (quadro 35).

A classificação da aptidão da terra obtém-se a partir do confronto entre as qualidades e características da terra e os requisitos ou exigências dos tipos de uso considerados. Dissemos já anteriormente, que as unidades básicas são as unidades de terra, correspondendo às unidades e subunidades da Carta dos Solos e às unidades fisiográficas (zonas homogéneas). As principais características das unidades de terra presentes no concelho de Gondomar estão apresentadas no quadro 36 e abrange os seguintes aspectos: solos dominantes, litologia, forma de relevo, declives dominantes,

alguns obstáculos do meio tais como socalcos e pedregosidade, uso da terra e a erodibilidade como característica principal do solo.

Quadro 35 – Aptidão da Terra do concelho de Gondomar e tipos genéricos de uso.

APTIDÃO DA TERRA e TIPOS GENÉRICOS DE USO
A0 – **Sem aptidão para a agricultura**
Com Aptidão para a Agricultura (A):
A1 – Aptidão Elevada. **Tipo de Uso**: Milho para forragem ou grão e prado invernal para forragem
A2 – Aptidão Moderada. **Tipo de Uso**: Horticultura intensiva
A3 – Aptidão Marginal. **Tipo de Uso**: Agricultura de espécies perenes (arbóreas e arbustivas)
Com Aptidão para Floresta de Exploração e/ou Silvo-pastorícia (F)
F1 – Aptidão Elevada. **Tipo de Uso**: Exploração florestal com base em espécies de crescimento rápido (pinheiro bravo e/ou eucalipto)
F2 – Aptidão Moderada. **Tipo de Uso**: Exploração florestal com as principais folhosas da região: carvalho roble e negral, castanheiro, etc.
F3 – Aptidão Marginal. **Tipo de Uso**: Silvo-pastorícia, com aproveitamento das pastagens naturais e apoio na produção de fenos em pastos melhorados ou cultivados de extensão limitada

Fonte: Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho. *Memórias* (Agroconsultores e Geometral). Folhas 9 e 13, escala 1: 100.000. Programa de Estudos para a análise da Agricultura Portuguesa do PEDAP. Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 1995.

A classificação da aptidão da terra obtém-se a partir do confronto entre as qualidades e características da terra e os requisitos ou exigências dos tipos de uso considerados. Dissemos já anteriormente, que as unidades básicas são as unidades de terra, correspondendo às unidades e subunidades da Carta dos Solos e às unidades fisiográficas (zonas homogéneas). As principais características das unidades de terra presentes no concelho de Gondomar estão apresentadas na tabela 6 e abrange os seguintes aspectos: solos dominantes, litologia, forma de relevo, declives dominantes, alguns obstáculos do meio tais como socalcos e pedregosidade, uso da terra e a erodibilidade como característica principal do solo.

No I capítulo tivemos oportunidade de discutir conceitos, tais como erosividade e erodibilidade. Partilhamos a opinião dos autores que afirmam que a erodibilidade do solo corresponde à capacidade de este ser erodido e essa capacidade está relacionada com algumas características do solo, tais como: a capacidade de infiltração da água da

chuva, a capacidade de armazenamento de água no solo, a resistência à dispersão das partículas provocada pelo impacto e salpico da gota de água e, todas estas propriedades hidrológicas do solo estão por sua vez relacionadas com a textura e estrutura do solo, teor em matéria orgânica, tipo de coberto vegetal, etc.

O documento que nos serviu de base para esta análise dos solos e da aptidão da terra em Gondomar, afirma ter calculado a erodibilidade (coeficiente de erodibilidade) através de medições directas ou estimativas, mas não refere, em concreto, as metodologias utilizadas para determinar tal característica do solo. Apesar desta ressalva, utilizamos estes coeficientes para tentarmos compreender, posteriormente, o risco de erosão a que estes solos estão sujeitos.

Quadro 36 – Principais características das Unidades-Terra do Concelho de Gondomar

Unidades e subunidades cartográficas	Solos Dominantes (unid. pedológicas)	Características do Meio						Características dos Solos
		Litologia	Relevo (forma)	Declive (classes)	Obstáculos		Uso da Terra	Erodibilidade (coeficientes)
					socalcos (graus)	pedregosidade		
Lu 1.2	LPu.x ; RGul.x	x	o	3	-	-	F; I	4
Lu 3.1	LPu.x ; CMux.vq	x; q	m	4 e 5	-	p	I; F	3 (4)
Tc 1.1	ATcd.x	x	o	3	3	-	A	1
Tc 2.2	ATcd.x; LPu.x	x	o	3	3 (-)	-	A; I; F	1, 4
Tc 5.1	ATcd.x; CMdp.x	x	s	2 e 1	2	-	A	1
Tc 10.1	ATcd.g; CMup.g	g	p	1	1	-	A	1
Tc 11.1	ATcd.g; CMdp.g	g	s	2 e 1	2	-	A	1
Ru 1.1	RGul.x; LPu.x	x	m	4 e 5	-	-	I; F	4
Cu 1.1	CMux.t; RGuo.t	t	p	1	-	-	A	1
Fd 2.2	FLdm	a	a	1.1	-	-	A	1

Fonte: Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho. *Memórias* (Agroconsultores e Geometral). Folhas 9 e 13, escala 1: 100.000. Programa de Estudos para a análise da Agricultura Portuguesa do PEDAP. Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 1995.

LEGENDA DO QUADRO 36

Litologia:

x – xistos diversos e rochas afins;

g – granitos e rochas afins;

q – rochas quartzíticas;

t – sedimentos detríticos não consolidados

a – aluviões recentes

Relevo (forma):

o - superfícies de relevo ondulado a muito ondulado ou encostas com situações planas ou plano-convexas, com declives dominantes em geral entre 15 e 25-30%;

m - superfícies de relevo muito ondulado ou acidentado, com declives dominantes superiores a 25-30%, mas geralmente inferiores a 40-45%;

s – superfícies de relevo ondulado suave a ondulado em vales, planaltos ou encostas com predomínio de formas plano-côncavas ou planas, com declives em geral inferiores a 15%, incluem frequentemente situações de base de encosta ou de fundos de pequenos vales com formações coluvionares, mas não dominantes;

p – superfícies planas ou muito suavemente onduladas da aplanação do litotal e da zona ribeirinha, com declives que raramente ultrapassam os 5-6%;

a – baixas aluvionares, planas ou plano-côncavas, desenvolvendo-se ao longo das margens dos cursos de água principais, os declives destas superfícies raramente ultrapassam os 3-4%.

Declives dominantes em cada zona homogénea:

Classe 1.1 – declives entre 0 e 2-3%;

Classe 1.2 – declives entre 2-3 e 5-6%;

Classe 2 - declives entre 5-6 e 12-15%;

Classe 3 - declives entre 12-15 e 25-30%;

Classe 4 - declives entre 25-30 e 40-45%;

Classe 5 - declives superiores a 40-45%.

Socalcos (graus):

1 – sem socalcos ou com socalcos largos em parte da área da mancha,

2 – com socalcos médios, em parte da área da mancha ou largos na maior parte;

3 – com socalcos médios na maior parte da mancha.

Pedregosidade:

p – solos com mais de 50% de materiais grosseiros (pedra e cascalho) nos horizontes superficial e subsuperficial, até 50 cm de profundidade.

Uso da Terra:

A – Agrícola;

F – Florestal e Silvo-Pastoril;

I – Inculto.

Erodibilidade:

Coeficiente 1 – solos de erodibilidade baixa;

Coeficiente 2 – solos de erodibilidade média;

Coeficiente 3 – solos de erodibilidade alta;

Coeficiente 4 – solos de erodibilidade muito alta.

NOTA: Não legendamos as unidades e subunidades cartográficas e os solos dominantes (unidades pedológicas) por as mesmas já terem sido referenciadas anteriormente.

CAPÍTULO VI

A INFLUÊNCIA DOS FACTORES NATURAIS E ANTRÓPICOS NO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DO SOLO

"Essentially, all life depends upon the soil… there can be no life without soil and no soil without life; they have evolved together"

Charles E. Kellogg, USDA Yearbook of Agriculture, 1938

" The nation that destroys its soil destroys itself".

Roosevelt, 26 Fevereiro, 1937.

1. ASPECTOS GERAIS

No segundo capítulo do nosso trabalho tivemos oportunidade de reflectir em torno de vários conceitos que estão relacionados com a noção de *degradação do solo* e afirmamos, a este propósito, que a degradação do solo se deve entender como uma perda de qualidade do mesmo. Ora, esta perda de qualidade é um conceito muito amplo, tanto pode ser quantitativa, no sentido de perda de solo (degradação física), como uma perda da qualidade íntrinseca do solo (degradação química). No entanto, esta separação entre degradação física e química também não é tarefa fácil já que, por exemplo, a erosão hídrica do solo é uma das causas que pode provocar a perda de nutrientes e de fertilidade de um solo, logo, a perda de qualidade do mesmo.

Os incêndios florestais tornaram-se, infelizmente, nas últimas décadas, uma presença constante na floresta portuguesa, arrasando, em grande parte, a economia local de vastas regiões. Na última década registou-se uma média anual de 23 mil fogos e, se é certo que 70% dos mesmos não passaram de fogachos (área inferior a 1 ha), na contabilidade dos estragos o que conta são os fogos de maiores dimensões. Neste caso, bastam poucas dezenas de fogos para determinar se um ano é ou não uma catástrofe, como aliás se verificou em 2003 (Vieira, P. 2003).

Os efeitos dos fogos florestais na degradação do solo são múltiplos e complexos. A relação entre os fogos e a erosão hídrica, por exemplo, dependerá de factores vários, entre os quais se destacam a topografia, o clima, a estrutura do solo, a vegetação e, especialmente, a altura de ocorrência do fogo e a sua relação com o regime normal de chuvas. O fogo pode produzir grandes variações nas propriedades físicas do solo e as alterações ecológicas produzidas pelo fogo podem perdurar ao longo dos anos, chegando a modificar, sensivelmente, as populações animais. A alteração do habitat pelo fogo pode ocasionar limitação de recursos em alimentos e abrigos, e provocar aumento de concorrência entre várias espécies que aí coexistiam anteriormente e que terão de disputar os escassos recursos disponíveis.

O concelho de Gondomar foi muito conhecido pela exploração das minas de carvão resultantes de parte da bacia carbonífera do Douro que atravessa a parte oriental do concelho. As minas de S. Pedro da Cova foram das mais importantes concessões mineiras dessa bacia carbonífera e uma das mais antigas minas de carvão exploradas em Portugal. Constituem um exemplo de uma das funções do solo – solo produtivo. O fim da exploração mineira e os montes de escórias que resultaram dessa extracção, constituem áreas onde a degradação física e química do solo está bem presente.

Mas o solo apresenta outras funções que não só a produção de biomassa ou extração mineira. É também, como já afirmamos, o suporte de infraestruturas próprias da vida humana desenvolvida em comunidade e a “impermeabilização” torna-se, assim, a grande competidora relativamente a uma actividade agro-florestal. Este processo de “betonização” do solo tem crescido em todo o país e, particularmente, no concelho de Gondomar, contribuindo para a sua degradação. Amontoados de prédios e vivendas e a nova rede viária, com abundância de rotundas, têm transformado a paisagem de um Gondomar ainda bastante rural, da década de 70, num novo Gondomar, onde betoneiras e gruas nos desfiguram o Gondomar de então e nos evidenciam o crescimento do edificado, do “impermeável”, associado às consequências várias dessa impermeabilização.

A principal causa natural das perdas de solo diz respeito a um elemento climático importante – precipitação. As características das chuvadas e as características que os solos apresentam quando estas ocorrem determinam a quantidade de perdas de solo e, consequentemente, a possibilidade de ocorrer uma degradação física do solo (N. Hudson,

1995). Em termos matemáticos, a erosão é função da erosividade da precipitação e da erodibilidade do solo, cujos factores combinados com factores fisiográficos e antrópicos, dão origem à *Equação Universal das Perdas de Solo (EUPS)* ou *Universal Soil Loss Equation (USLE)*.

Serão estas as quatro temáticas que abordaremos, tentando justificar de que forma factores naturais e antrópicos contribuem para a degradação do solo no concelho de Gondomar. Com metodologias diversas, tentamos diagnosticar de que forma o solo deste concelho poderá estar/ser degradado e identificar os possíveis "*hot spots*" de degradação do solo referentes a cada uma das temáticas abordadas.

2. OS MODELOS – UMA METODOLOGIA PARA O ESTUDO DA EROSÃO DOS SOLOS

No campo da gestão ambiental, a erosão hídrica do solo, porque provoca a degradação e perda de um recurso natural fundamental para o suporte da vida é, sem dúvida, uma das questões mais relevantes apesar de os seus efeitos não serem, geralmente, aparentes para um observador menos atento. Á medida que finas camadas de solos vão sendo removidas em espessuras de mm ou cm ao longo de décadas, o processo de erosão progride mas permanece indetectável até atingir os últimos estádios, ou seja, um ponto de não retorno, porque, uma vez perdido, o solo entra num caminho de desertificação. Existem metodologias que permitem detectar e diagnosticar sinais precoces e implementar medidas protectoras que reduzam a taxa de erosão. É, portanto, necessário dispor de conhecimentos e tecnologias que permitam avaliar as situações existentes e determinar as melhores alternativas para a gestão sustentável do solo.

Por vezes, a maneira mais simples de estimar o efeito de um processo físico é a utilização de uma equação, fórmula, gráficos e diagramas baseados no conhecimento existente acerca desse mesmo processo físico. A este tipo de estimativa chamamos *modelos* que tendem, cada vez mais, a tornarem-se complexos e dependentes das técnicas computacionais para operar os processos matemáticos (N. Hudson, 1995).

Segundo Pereira Tomás, P (1993), a maior parte do conhecimento sobre erosão hídrica de solos resulta de estudos empíricos sobre conjuntos relativamente alargados de dados sobre

erosão, em que variáveis mais importantes são relacionadas através de técnicas estatísticas, particularmente análises de correlação e regressão. Podemos dizer então, que os modelos empíricos são baseados na identificação das relações estatísticas mais significativas entre as variáveis mais importantes, a partir de bases de dados de boa dimensão e qualidade. Também F. Costa (2004), refere que as pesquisas sobre a perda de solos compreendem metodologias diversas que vão desde as simples constatações, quando o fenómeno se torna demasiado evidente, ou avaliações empíricas, com aplicação a fórmulas reconhecidas internacionalmente. Pode-se recorrer a parcelas experimentais ou a registos de caudal sólido de bacias hidrográficas. Para o autor, as medições a nível de parcelas experimentais, resultam, como refere Fournier "da luta entre a água e o solo em condições de meio muito precisas", e os seus resultados não devem ser extrapolados para uma região.

Esta aproximação do problema da erosão conduz a um grande número de variáveis significativas para a erosão, dependendo da orientação empregue em cada estudo. Deste modo surge uma grande dispersão quer de resultados, quer de variáveis, sendo difícil seleccionar as mais significativas. De acordo com Morgan (1986), a erosividade do agente erosivo, a erodibilidade do solo, o declive do terreno e a cobertura vegetal, são os factores mais significativos que devem ser analisados em pormenor e identificados os aspectos mais relevantes de cada um. Relativamente a estes factores podemos afirmar que as suas características são dinâmicas, sobretudo o que se refere ao coberto vegetal, por isso, qualquer valor encontrado de perdas de solo, só pode ser referenciado ao momento analisado e às características, do momento, destes factores mais significativos que controlam a erosão.

Quando se pretende estimar a erosão do solo, é importante que se identifiquem os exactos objectivos e propósitos dos vários modelos existentes. Segundo Hudson (1995), se o propósito for o de prever as quantidades de perdas de solo sob práticas agrícolas diferentes, então, um modelo empírico, como a EUPS ou USLE, torna-se eficiente. A EUPS não pode ser vista como um modelo que permita a compreensão do mecanismo do processo erosivo, pois para este caso teríamos que utilizar um modelo determinista, mas deve ser encarada como um modelo baseado na observação e experimentação. A confiança neste método depende das bases de dados que se tenha de experiências realizadas, que nos permitam afirmar que as previsões estimadas por esse modelo possam ocorrer em determinadas circunstâncias, por já terem sido observados antes, em circunstâncias idênticas. O fundamento e o ponto de partida para os estudos empíricos devem, pois, ser o resultado de medições físicas.

Como já afirmamos, os modelos empíricos foram criados a partir de uma base de dados de experimentações efectuadas sob diferentes condições, por isso, espera-se que esses modelos funcionem nessas mesmas condições. Nenhum modelo pode ser considerado verdadeiramente Universal. O ideal, segundo Hudson (1995), seria que cada país ou região, redesenhasse os seus próprios modelos de previsão de acordo com as características desses locais e com as experimentações efectuadas em concordância com essas características. Os quadros 37 e 38 que a seguir apresentamos, mostram-nos a diversidade de modelos utilizados para estudar a erosão e degradação do solo, alguns deles resultantes de adaptações efectuadas na EUPS/USLE, que, como sabemos, teve por base as características e a tecnologia dos Estados Unidos.

Quadro 37 - Modelos empíricos utilizados para o cálculo da Erosão hídrica do solo (alguns exemplos)

Ano	**Acrónimo**	**Nome do Modelo**	**Objectivos**
1958	USLE	Universal Soil Loss Equation	Providencia uma estimativa da média anual das perdas de solo, a longo prazo, em terras aráveis sob diferentes tipos de cultivo. A aplicação deste modelo permite que os agricultores e os técnicos de conservação do solo, seleccionem as combinações de uso do solo, práticas agrícolas e de conservação que permitam que as perdas de solo ocorram a um nível aceitável, isto é, a um nível que permita, numa linguagem actual, a sustentabilidade do sistema.
1985	RUSLE	Revised Universal Soil Loss Equation	Tal como o acrónimo revela, trata-se de uma revisão do modelo da USLE adoptado durante 30 anos. Esta revisão resultou da necessidade de tornar o modelo mais adaptado à operacionalização por intermédio de computadores pessoais, incorporando, tanto quanto possível, novas informações resultantes de pesquisas entretanto efectuadas. As maiores modificações na RUSLE ocorreram em 1994 (USDA-AAR) e traduzem-se em, praticamente, todos os seus factores (R; K; LS; C e P).

1981	SLEMSA	Soil Loss Estimation Model for Southern Africa	Modelo que é semelhante à USLE, mas adaptado a uma área onde os registos de dados são limitados e onde os factores são quantificados por métodos mais simples. A equação básica do SLEMSA é $\boldsymbol{Z = KCX}$ em que: $\boldsymbol{K}$ (combinação da chuva (E) com a erodibilidade (F); $\boldsymbol{C}$ (deriva da cobertura – *cover)*; $\boldsymbol{X}$ (deriva de L e S). O factor P da USLE não foi contemplado nesta equação e a sua importância foi transferida para os factores topográficos (L;S) e para a erodibilidade (F).
1985	SOILOSS	Australian Soil Loss Programme	Este modelo foi desenvolvido em New South Wales, Austrália, utilizando o mesmo formato e factores da USLE. Para o cálculo dos factores R; K e C, o modelo utiliza dados de experiências locais.
1985	CREAMS	Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems	Não é um modelo de previsão em termos absolutos, mas permite a comparação do efeito de diferentes práticas na base de um evento. É utilizado, sobretudo, para calcular as perdas de poluentes de áreas agrícolas. Inclui um sub-modelo para a erosão que pode ser modelado separadamente.
1988	SCUAF	Soil Changes Under Agroforestry	Aplicação da USLE a terrenos florestados. O principal objectivo é fazer a previsão dos efeitos no solo de sistemas agroflorestais específicos em determinados ambientes. O modelo opera numa base temporal anual e possui duas partes principais: a parte referente ao solo que inclui o ciclo do carbono e do nitrogénio, e uma outra que diz respeito à estimativa da erosão pela USLE, usando o factor C modificado por Dissmeyer e Foster (1980,1985).
1991	INDEROSI	Indonesia Erosion Estimation Model	Este modelo assume que as modificações reais na erosão do solo ao longo do tempo em qualquer lugar são proporcionais à modificação do uso do solo (factor C) e das práticas agrícolas que o suportam (factor P).

1992	EUROSEM	European Soil Erosion Model	Modelo baseado no conceito de Morgan de modelação do destacamento e transporte dos sedimentos em fases separadas e destinado a prever a erosão de solos em campos experimentais e pequenas bacias hidrográficas. Baseia-se na descrição dos processos erosivos e sua dinâmica. É um bom exemplo de harmonização entre modelos empíricos (ex. RUSLE) e modelos que atingem o nível da descrição do processo (ex. WEPP).
1985/95	WEPP	Water Erosion Prediction Project	Este modelo resulta de um projecto de cooperação de várias agências, incluindo a ARS (Agricultural Research Service); SCS (Soil Conservation Service); Serviços Florestais e o BLM (Bureau of Land Management). O objectivo é desenvolver uma nova geração de tecnologia de previsão da erosão, baseado no actual conhecimento dos processos erosivos, sendo a tecnologia aplicada ao mesmo nível e para os mesmos propósitos da actual tecnologia utilizada na USLE, e ainda, poder ser aplicada a uma grande variedade de escalas e de possibilidades de uso do solo. Este modelo pode ser aplicado ao estudo dos processos erosivos em vertentes, bem como ao estudo dos processos hidrológicos e erosivos de pequenas bacias hidrográficas.
2005	MEFIDIS	Modelo de Erosão FÍsico e DIStribuído (Spatially Distributed Physical Erosion Model)	Modelo desenvolvido para simular as consequências das alterações climáticas e do uso do solo para o escoamento superficial e padrões de erosão durante eventos de precipitação extrema. (Nunes, J. *et al* , 2005)

Quadro 38 - Projectos desenvolvidos para estimar a Degradação do solo (alguns exemplos)

Ano	**Acrónimo**	**Nome do Projecto**	**Objectivos**
1987/90	GLASOD	Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation	Projecto desenvolvido à escala mundial, sobre a degradação do solo induzida pela acção antrópica. Elaborado o *Glasod World Map of Soil Degradation*. (Projecto do ISRIC, em colaboração com investigadores de vários países).
2000/03	PESERA	Pan-European Soil Erosion Risk Assessment	Projecto cujo objectivo principal é desenvolver, calibrar e validar um Modelo físico para quantificar a erosão, baseado na distribuição espacial, que visa definir áreas "sensíveis" à erosão a uma escala europeia. Consiste num modelo aplicado ao estudo do risco de erosão dos solos na Europa. Este modelo integra várias componentes desagregadas que dependem do clima, vegetação, características do solo e topografia. Foi elaborada cartografia combinando este modelo com o da USLE e INRA.
2004/07	SOWAP	Soil and Water Protection	Projecto que, com a colaboração das indústrias, NGO's, instituições académicas e agricultores, preocupados com os impactes no ambiente de uma agricultura convencional, procurou implementar os melhores métodos de práticas agrícolas, com vista a reduzir as perdas de solo; a aumentar a biodiversidade e, consequentemente, a qualidade da água.
2006/09	LADA	Land Degradation Assessment in Drylands	O objectivo deste projecto é desenvolver e testar uma metodologia de avaliação da degradação do solo para as regiões secas. É através da sistematização do conhecimento de vários especialistas em todo o mundo, criando métodos de avaliação novos e mais interactivos e testando esses métodos no mundo real, que o projecto LADA pretende identificar: - o estado da degradação do solo em regiões secas em todos os seus componentes, incluindo a biodiversidade;

			- os *hotspots* – as áreas mais "sensíveis", a actual degradação dessas áreas e o risco de degradação, secas e inundações; - os *bright spots* – áreas onde as medidas e acções tomadas estabilizaram ou reverteram a situação de degradação e pretendem, ainda, identificar as áreas prioritárias a implementar medidas de conservação e reabilitação.
2005/(?)	GLADA	Global Assessment of Land Degradation and Improvement	Este Projecto surge na sequência do projecto LADA e pretende dar continuidade aos seus objectivos, melhorando as metodologias de avaliação da degradação do solo no sentido de apoiar o desenvolvimento de políticas de segurança alimentar e da água, a integridade ambiental e as estratégias nacionais para o desenvolvimento económico e conservação dos recursos.
2006/12	DESIRE	Desertification Mitigation and Remediation of Land	O principal objectivo deste projecto é definir medidas de combate à desertificação e degradação do solo. Foram seleccionados 18 lugares em todo o Mundo para melhor se compreender o problema. O conhecimento adquirido em cada uma das áreas será utilizado para definir medidas correctas do ponto de vista físico, bem como viáveis do ponto de vista socioeconómico. O conhecimento adquirido nos diferentes locais será integrado, mas esse conhecimento integrado será também aplicado de acordo com as condições específicas das diferentes áreas de estudo.

Em Portugal efectuaram-se e continuam a efectuar-se, vários estudos sobre a erosão de solos e sua degradação, onde foram e são adoptadas diversas metodologias aplicadas a várias regiões do país. O quadro 39, pretende dar uma ideia, embora que simplificada, dessas várias metodologias adoptadas em estudos diversos e do quão difícil é a comparação de resultados.

Quadro 39 – Exemplos de alguns estudos portugueses com metodologias diversas relacionadas com o cálculo da Erosividade da Precipitação e da Perda de Solos.

Título da Obra e ano	Autores	Área de estudo	Metodologia adoptada	Resultados
Aplicação da Metodologia Corine para o cálculo do risco de erosão de solos às Bacias Hidrográficas dos Rios Mondego, Vouga e Lis com recurso a um SIG. (1999)	João Afonso; Alexandra C. Serra; Pedro Martins; Ferreira dos Santos.	Bacias hidrográficas do Mondego, Vouga e Lis.	Metodologia Corine, com recurso a um SIG	Carta de risco de erosão real na área das bacias hidrográficas.
Estudo da Erosão Hídrica em solos agrícolas. Comparação da perda de solos observada e calculada pela Equação Universal de Perda de solo. (1994)	Pedro Pereira Tomás; M. Azevedo Coutinho.	Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso	EUPS	A EUPS prevê, por excesso, a perda de solo em talhões de erosão, sendo cerca de 10 vezes superior a perda de solo calculada em relação à observada; o ajustamento da EUPS aos valores de perda de solo observada, por modelos de regressão, não conduziu a bons resultados; e verificou-se que existe uma alternância bienal de valores, altos e baixos, da perda de solo nos talhões.
Caracterização da Erosividade da Precipitação no Sul de Portugal. (1994)	M. Azevedo Coutinho; Carla Rolo Antunes; Pedro Pereira Tomás; Nuno Santos Loureiro.	Sul de Portugal	Cálculo do índice de erosividade EI_{30} para os postos de Portela, Sassoeiros e Vale Formoso. Correlações entre este índice e o índice de Fournier modificado. A partir da carta do índice de Fournier, procederam à sua transformação em valores do índice de Wischmeier.	Obtenção de uma carta preliminar de Isoerodentes que possa constituir um instrumento para o planeamento de medidas de zonamento e de conservação do solo na região Sul de Portugal.

Quantificação da erosão hídrica em Portugal Continental. (1997)	Sebastião B. Teixeira; César F. Andrade.	Portugal Continental	Consideram que a metodologia desenvolvida por Fournier (1960) para estimar a erosão hídrica, quando aplicada às bacias portuguesas, produz frequentemente resultados pouco satisfatórios e desvios significativos relativamente a valores experimentais. Invocam como razões de insucesso as particularidades do clima de Portugal. A partir de dados experimentais colhidos em bacias portuguesas e italianas propõem quatro equações fundamentais, condicionadas pelas características climáticas, limitados pelos critérios de aridez de Koppen ou de Thornthwaite. As equações propostas são as seguintes: Subclima Csa $P.E. = 814\ P^{2,66}$ $P.E. = 1472\ A^{-0.06}\ P^{2.82}$ Subclima Csb $P.E. = 37\ P^{3,14}$ $P\ E. = 89\ A^{-0,15}\ P^{2,97}$ P. E. – produção específica ($m^3/Km^2/ano$) P – precipitação média anual (m) A – área da bacia (Km^2)	Ainda assim, os desvios médios obtidos entre resultados estimados e observados são da ordem de 40%, embora inferiores aos que resultam da aplicação das soluções de Fournier.
Potencial erosivo da precipitação e seu efeito em Portugal Continental. (2006)	Cláudia Brandão; Rui Rodrigues; Teresa Manuel.	Portugal Continental	Foi desenvolvida uma metodologia, baseada nos estudos de Wischmeier e Smith (1978) e Ferro, Giordano e Iovino (1991), que, apoiada em duas determinações complementares do factor da erosividade da precipitação da EUPS (R), expandiu o número de estimativas pontuais para apoio ao estabelecimento de superfícies de potencial de erosividade. A metodologia foi aplicada a 449 postos	Os resultados obtidos pela metodologia adoptada convergiram na ordem de grandeza, com os valores observados de assoreamento em algumas albufeiras do País.

			udométricos e permitiu obter mapas geograficamente representativos do factor de erosividade da precipitação (mapas de isoerodentes da precipitação) para Portugal Continental. Por fim, confrontaram os valores do assoreamento calculado com base nessas estimativas com os valores observados de assoreamento em algumas albufeiras do país.	
Efeito Erosivo das Precipitações. Determinação do factor de erosividade da precipitação (R), segundo Wischmeier & Smith (1978). Mapa de isoerodentes da precipitação (R) para Portugal Continental. (www.inag.pt)	Cláudia Brandão; Rui Rodrigues; Joaquim Pinto da Costa	Portugal Continental	- Digitalização dos registos pluviométricos de 19 postos udográficos; - Inventariação das chuvadas ocorridas nos 19 postos udográficos; - Selecção das chuvadas com precipitação total superior ou igual a 25,4 mm; - Divisão da chuvada em intervalos de tempo de 5 minutos; - Determinação para cada chuvada da precipitação em cada 5 minutos e da intensidade máxima de precipitação em 30 minutos; - Aplicação da metodologia de Wischmeier & Smith (1978) a 19 postos. Utilização das equações seguintes, para a obtenção do factor erosividade da precipitação (R): $E_i = (12{,}13 + 8{,}9 \, LOG10 \, (I_i) \, h_i$ $R = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i \, I_{30}}{1735}$	Carta onde se representa o factor erosivo da precipitação médio anual para Portugal Continental; Carta onde se representa o factor erosivo da precipitação médio da chuvada.

Efeito Erosivo das Precipitações. Determinação do factor de erosividade da precipitação (R), segundo Wischmeier & Smith (1978). Mapa de isoerodentes da precipitação (R) para Portugal Continental. (www.inag.pt)	Cláudia Brandão; Rui Rodrigues; Joaquim Pinto da Costa	Portugal Continental	Sendo: E_i – energia cinética libertada por cada chuvada (t.m/ha); I_i – intensidade de precipitação para cada intervalo de tempo da chuvada, cada 5 minutos (mm/h); h_i – precipitação para cada intervalo de tempo da chuvada, cada 5 minutos (mm); I_{30} – intensidade máxima em 30 minutos da chuvada (mm/h). - Aplicação da metodologia proposta por Ferro, Giordano & Iovino (1991), a 16 mais 5 postos, para obtenção do factor de erosividade da precipitação (R); - Determinação da relação entre a precipitação ocorrida em 6 horas para o período de retorno de 2 anos elevado a 2,2 e R calculado; - Aplicação da equação aos 21 postos (16+5), e utilização dos R calculados para 19 postos; Determinação da relação entre a precipitação ocorrida em 6 horas e a diária para o período de retorno de 2 anos; Determinação da precipitação em 6 horas para o período de retorno de 2 anos, para 449 postos udográficos, com séries de registos com mais de 30 anos (até 1994/95); Determinação do R, para 449 postos, a partir da equação: $R = 0{,}1437 h_{6,2}^{2,2}$ Para aplicação desta metodologia foi	

			utilizado um SIG.	
Erosão Hídrica em Cambissolos da Região da Beira Baixa. Algumas diferenças estatísticas entre anos secos e anos chuvosos relativamente aos factores C e K da USLE. (2001)	P. M. S. Lopes; N. Cortez; J. N. P. Goulão.	Região da Beira Baixa Escola Superior Agrária de Castelo Branco.	A erosão hídrica de dois solos representativos da região da Beira Baixa, foi determinada através de talhões experimentais tipo Wischmeier submetidos a três sistemas agrícolas: monocultural de cereal (aveia ou centeio); Rotação trienal tremocilha-tremocilha-aveia; e pastagem. A erosão potencial foi medida através de talhões testemunha, em que o solo foi mantido nu por mobilização manual. Nos talhões, localizados na ESACB, foram recolhidas amostras e quantificados o escoamento superficial e a perda de solo consequente ao longo de 8 anos, de 1991-92 a 1998-99, e foram calculados os factores R, K e C da EUPS. A precipitação foi quantificada no local de estudo, através de um udógrafo de báscula, ligado a um Data Logger, que registava a precipitação que ocorria em períodos de 10 minutos. A erosividade da chuva (factor R da EUPS) foi calculada a partir dos valores do Índice EI_{30} das chuvadas erosivas (chuvadas com precipitação total igual ou superior a 12 mm, ou com precipitação igual ou superior a 4 mm em 10 minutos), tal como proposto por Wischmeier & Smith (1978). Os factores K e C da EUPS foram determinados empiricamente. O factor	Durante o período de 8 anos de estudo (91-92 a 98-99), a precipitação média anual foi de 741,5 mm. Durante esse período ocorreram 4 anos secos e 4 anos chuvosos. O número de chuvadas erosivas foi mais elevado nos anos chuvosos do que nos anos secos. A perda de solo, no solo derivado de xisto, medido nos talhões testemunha, foi mais elevado do que no solo derivado de granito, embora as diferenças não tenham sido significativas. As diferenças entre as perdas de solo, inerentes às várias modalidades de uso do solo, foram mais significativas em anos chuvosos, em que os talhões testemunha produziram os valores significativamente mais elevados de carrejos e os talhões experimentais de pastagem os valores significativamente mais baixos. A protecção do solo pelas culturas foi, assim, mais eficiente nos anos chuvosos do que nos anos secos, o que

Erosão Hídrica em Cambissolos da Região da Beira Baixa. Algumas diferenças estatísticas entre anos secos e anos chuvosos relativamente aos factores C e K da USLE. (2001)	P. M. S. Lopes; N. Cortez; J. N. P. Goulão.	Região da Beira Baixa Escola Superior Agrária de Castelo Branco.	erodibilidade K foi calculado como o quociente dos valores de perda de solo, obtidos em cada ano, medidos nos talhões testemunha, e o factor R relativo à precipitação desse mesmo ano. O factor K médio foi calculado através das médias dos factores K verificados anualmente durante os 8 anos de estudo. Uma vez que, no dispositivo experimental, o comprimento e o declive correspondem às condições padrão definidas por Wischmeier & Smith (1978), os factores L e S tomam o valor 1. Deste modo, o factor C foi calculado como o quociente entre a perda de solo dos talhões testemunha e a perda de solo medida nos talhões experimentais submetidos às diferentes modalidades.	permite realçar a importância de uma cobertura vegetal, particularmente nos anos chuvosos e durante a estação húmida, como forma de defender o solo.
A Erosão Hídrica como factor limitante da Aptidão da Terra. Aplicação à Região de Entre-Douro e Minho. (2001)	A. T. Constantino ; M. A. Coutinho	Região de Entre-Douro e Minho.	Aplicação da EUPS para o cálculo da erosão hídrica a unidades homogéneas e condições de referência na região de Entre-Douro e Minho. Com base na metodologia de Wischmeier, tomando em consideração factores intrínsecos aos solos e estabelecidas as condições de referência para o uso e práticas agrícolas, foram estimados os valores de erosão específica de cada situação tipo referenciada. Para a estimativa da erosividade da precipitação, admitiram que a relação entre os parâmetros de erosividade de Fournier e de Wischmeier, obtidas para as estações do Sul de Portugal (Coutinho, M. 1994), se	Os valores estimados de erosão específica de cada situação tipo referenciada permitiram ajustar a classificação de aptidão, para além das classes já estabelecidas, entrando em consideração com os parâmetros de classificação de base.

			mantinha no Norte. Assim, estabeleceu-se a relação entre a precipitação média anual (P) e os valores do índice de Fournier (EI_{30}). Por ajustamento da transformação, consideraram-se as seguintes expressões para a erosividade: EI_{30} = 1,42 P – 500,0; para P ≤ 1425 mm; EI_{30} = 1,35 – 400,0; para P > 1425 mm.	
Estudo Hidrológico e Hidráulico do novo Aeroporto na Ota. Etapa B. Estudo Prévio. Modelação Hidráulica e infraestruturas. Memória Descritiva e Justificativa. Relatório Final. (2004)	NAER (Novo aeroporto, S. A.) Colaboração: Parsons. FCG Consortium; ProSistemas (consultores de engenharia, S. A.)	Ota	EUPS – O factor R na equação de perda de solo, foi calculado segundo Coutinho (1993), optando por atribuir-lhe valores com base na correlação estabelecida para a região de Lisboa, dada pela seguinte fórmula: R = 0,28 x P – 44,2 Onde: R – factor de erosividade em MJ.mm/(ha.h.ano); P – precipitação anual em mm. Depois de terem comparado os resultados obtidos em parcelas experimentais do Centro Experimental de Erosão de Vale Formoso com os valores estimados pela aplicação da EUPS, os autores consideram que o desajustamento existente nos valores, reside numa inadequada estimativa do factor R, o que implica perda de solo por excesso, sendo o valor do quociente entre a perda de solo calculada	Aplicando a metodologia descrita obtiveram dois valores médios de perda de solo (t.ha.ano), para a área em estudo de: 3,4 (t/ha.ano) quando R é determinado pela fórmula de Coutinho, M. (1993); 5,7 (t/ha.ano) quando R é determinado pela fórmula de Arnoldus (1977). Calcularam 6 classes de erosão que vão do 0 a mais de 40 t/ha.ano, para as quais foram determinadas as áreas e sua representatividade na área em estudo.

Estudo Hidrológico e Hidráulico do novo Aeroporto na Ota. Etapa B. Estudo Prévio. Modelação Hidráulica e infraestruturas. Memória Descritiva e Justificativa. Relatório Final. (2004)	NAER (Novo aeroporto, S. A.) Colaboração: Parsons. FCG Consortium; ProSistemas (consultores de engenharia, S. A.)	Ota	pela EUPS e a perda de solo observada de aproximadamente 10. Aplicaram, também, para o cálculo do factor erosividade a equação proposta por Arnoldus (1977), cujos resultados são, em princípio, semelhantes aos obtidos com a metodologia de Wischmeier & Smith, e que se baseia nos dados de precipitação mensal e anual e é dada pela seguinte expressão: $R = 4{,}79 \times \left[\sum_{12}^{i=1} \frac{pi^2}{P} \right] - 143$ onde. R – factor de erosividade em MJ.mm/(ha.h.ano); P – precipitação anual em mm; pi – precipitação média do mês i (mm). Contudo, Silva (1999), concluiu que os valores de R, calculados pelo método de Wischmeier & Smith (1978) e, consequentemente, pela equação de Arnoldus, foram, em média, 10 vezes superiores aos obtidos experimentalmente em solos do Baixo Alentejo. Aplicaram, então, um factor de correcção de 0,1, aos resultados de R calculados pelas equações de Coutinho, M. (1993) e de Arnoldus (1977). Tal facto permitiu a obtenção de resultados consentâneos com os estudos experimentais realizados.	

3. A EQUAÇÃO UNIVERSAL DAS PERDAS DE SOLO (*EUPS/USLE*)

A equação da EUPS/USLE, tal como a conhecemos actualmente, não foi uma criação instantânea, mas foi sendo desenvolvida com a contribuição de vários investigadores. Assim, um dos primeiros contributos para uma expressão numérica da erosão, foi o de Zingg em 1940 (*in*: N. Hudson, 1995), que avaliou os efeitos do comprimento e do declive de uma vertente no processo erosivo. Em 1941, Smith definiu o conceito de perdas de solo permissíveis e fez a primeira avaliação de um factor C (*crop factor*) e de um factor que tomava em consideração diferentes graus de protecção mecânica do solo. Browning e colaboradores, em 1947, estudaram, particularmente, a erodibilidade dos solos e o efeito da rotação das culturas e práticas agrícolas nas perdas de solos. Simultaneamente, um grupo de investigadores pesquisava estudos, já elaborados, sobre a importância da erosão por salpico (*splash erosion*). Novos valores foram utilizados para várias variáveis e, pela primeira vez, tomaram-se precauções relativamente à variação das características da chuva. Surge, assim, a equação conhecida como *Musgrave Equation*, cuja expressão era a seguinte:

E (erosion) = **T** (soil type) x **S** (slope) x **L** (lengh) x **P** (agronomic practice) x **M** (mechanical protection) x **R** (rainfall).

Após ter sido utilizada durante 10 anos, foi substituída, nos anos cinquenta pela USLE, a qual, tal como o *Wischemeier's Índex of Erosivity*, surgiu como resultado dos estudos de campo de Pardue, em estações experimentais. A *Musgrave Equation* sofre, então, alguns refinamentos.

A USLE foi, durante 40 anos, um modelo de sucesso. Foi substituída depois pela RUSLE, mas a simplicidade e a forma fácil de operação da equação da USLE, assegura a continuidade da sua aplicação em alguns países, como uma ferramenta de planeamento do uso do solo.

A Equação Universal das Perdas de Solo é um modelo empírico de erosão superficial baseada em relações estatísticas entre os principais factores determinantes da perda de solos (fig. 50). Foi apresentada por Wischmeier e Smith (1958, 1978) para calcular o valor médio da perda de solo correspondente a um longo período de tempo.

O cálculo da perda de solo para uma determinada área baseia-se no produto de seis variáveis de cada um dos factores de erosão principais. Quatro destas variáveis determinam-se tendo como referência uma parcela padrão com um comprimento de 22,1 metros, declive 9% em que é mantida sem vegetação por mobilizações realizadas no sentido do maior declive. Deste modo cada variável da EUPS corresponde a:

- ***E*** – perda de solo referida à unidade de área [t ha^{-1} ano^{-1}];

- ***R*** – factor de erosividade da chuva e do escoamento; representa a capacidade que a precipitação e o escoamento têm para destacar as partículas do solo [MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}];

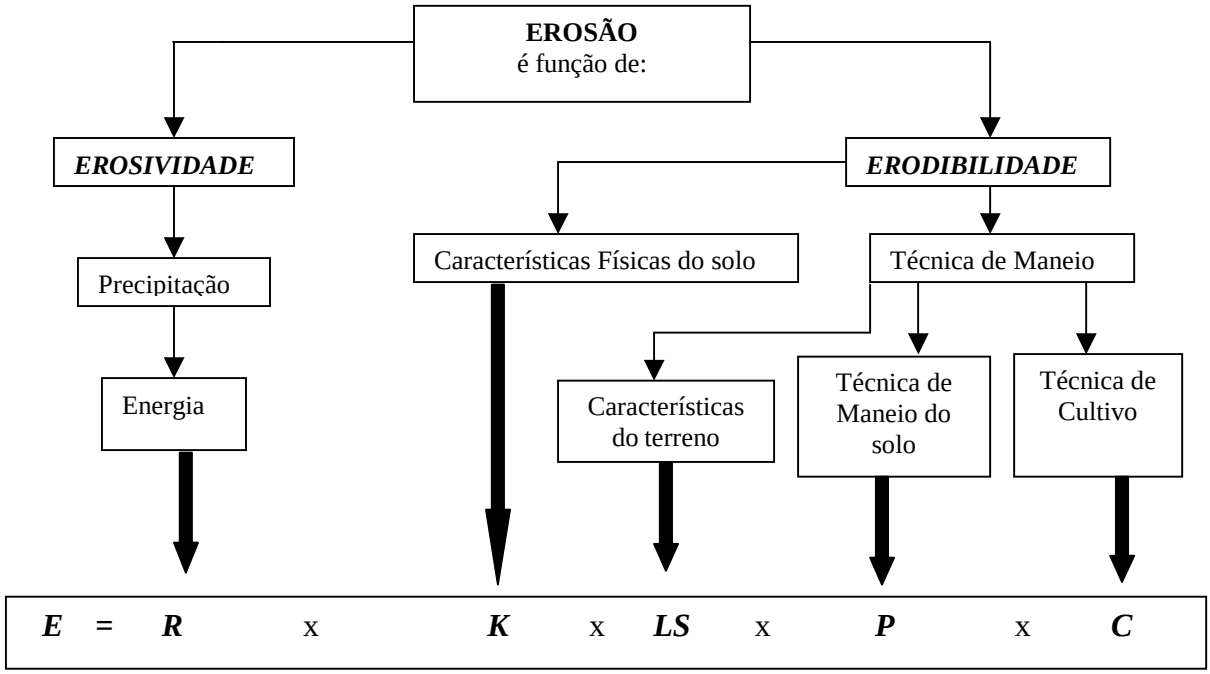
- ***K*** – factor de erodibilidade do solo; corresponde à taxa de perda de solo que ocorre na parcela padrão [t. h. $MJ^{-1}mm^{-1}$];

- ***L*** – factor de comprimento da encosta, expresso pela relação entre a perda de solo ocorrida com o comprimento da encosta considerada e a que ocorreria com um comprimento de 22,1 m, mantendo constantes as restantes condições [adimensional];

- ***S*** – factor de inclinação da encosta; corresponde à relação entre a perda de solo ocorrida com o declive considerado e a que ocorreria se este fosse de 9%, mantendo constantes as restantes condições [adimensional];

- ***P*** – factor de práticas conservativas definido pela relação entre a perda de solo que ocorre com determinadas práticas conservativas, tais como lavouras segundo as curvas de nível, culturas em faixas, terraceamento, e o que ocorreria se essas práticas fossem efectuadas segundo a linha de maior declive [adimensional], varia entre 0 e 1;

- ***C*** – factor de cobertura e maneio, definido pela relação entre a perda de solo ocorrida num determinado sistema cultural e o que ocorreria num solo nu [adimensional], varia de 0 a 1.



EQUAÇÃO UNIVERSAL DAS PERDAS DE SOLO (EUPS)* OU *UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE)

Fonte: Adaptado de N. Hudson (1995)

Fig. 50 – Factores que afectam a erosão hídrica do solo.

A erosão provocada pela chuva corresponde, então, à interacção de 2 factores – a chuva e o solo. A quantidade de erosão que ocorre em qualquer circunstância é influenciada por estes dois factores. Sabemos, por observação, que um evento chuvoso pode causar mais erosão numa área do que noutra. A resistência de um solo à erosão depende de muitos factores, por isso, a quantificação da erodibilidade necessita de uma avaliação (quantitativa) de cada um deles. Alguns desses factores correspondem, por exemplo, à natureza do solo (solos arenosos são mais facilmente erodidos do que os argilosos), o tipo de vertente (uma vertente com declives acentuados será mais facilmente erodível do que uma outra que apresente declives mais suaves) e o tipo de cultivo ou coberto (algumas culturas ou cobertos protegem mais do que outros). A determinação de um valor da erosividade numa escala arbitrária depende somente das propriedades da chuvada e a extensão desse valor é independente das características do solo. Medições quantitativas da erosividade só podem ser efectuadas quando a erosão ocorre e isso envolve a erodibilidade do material erodido. De forma semelhante ao que se passa com a erosividade, valores relativos da erodibilidade não são influenciados pela precipitação e podem ser estimados a partir das propriedades físicas do solo mas,

valores quantitativos só podem ser obtidos quando ocorrerem chuvadas com poder erosivo. Nenhum destes conceitos é independente quando se pretendem valores quantitativos mas cada um deles pode ser estudado quantitativamente, mantendo o outro constante.

4. METODOLOGIA UTILIZADA NO CÁLCULO DA EROSÃO POTENCIAL E EROSÃO TOTAL OU ACTUAL NO CONCELHO DE GONDOMAR. ANÁLISE DOS MAPAS TEMÁTICOS.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita o cruzamento e análise espacial de dados, tornando-se um instrumento de gestão ambiental fundamental para a preservação do meio físico. A EUPS, operacionalizada em ambiente computacional, permite um maior rigor e facilidade de uso, para além de fornecer informações importantes para o planeamento de práticas adequadas ao uso e conservação do solo (Cavalcante, S.; Teixeira, A., 2005).

A aplicação da EUPS em ambiente SIG, à escala municipal, responde ao objectivo e finalidades do nosso estudo, já que serve de forma eficaz e racional a gestão do território. O recurso a esta tecnologia de informação permite: apoiar os órgãos de decisão na gestão e no ordenamento sustentado do concelho de Gondomar; avaliar as necessidades de intervenção em áreas de solo degradado; ponderar as estratégias promotoras da preservação e/ou conservação do solo e a reabilitação de solos degradados.

Para a determinação da erosão potencial e total ou actual do concelho de Gondomar utilizamos um software ArcGis 9.2. O cálculo matricial desenvolvido tem um pixel de 10m x 10m. Os valores de cada parâmetro da EUPS foram calculados e daí resultaram conjuntos de mapas temáticos elaborados no SIG. Aplicada a fórmula matemática da EUPS e cruzada a informação dos vários mapas temáticos, obtivemos a estimativa da erosão potencial e total ou actual para o concelho. A EUPS estima, apenas, a erosão laminar e em sulcos e não prevê a erosão hídrica concentrada sob a forma de ravinas, portanto, quando falamos em “erosão total” a erosão hídrica concentrada não está a ser contemplada. Quando utilizamos, a expressão “erosão total ou actual”, pretendemos com isto dizer, que os valores obtidos correspondem a um

determinado tipo de coberto e práticas agrícolas que existem no momento da estimativa. Como sabemos, os factores antrópicos CP, são dinâmicos e, a modificação do uso do solo e prática agrícola pode originar estimativas de perdas de solo de valores diferentes. Convém, no entanto, referir que, é possível que em áreas do concelho onde a erosão hídrica concentrada sob a forma de ravinas seja importante e pontual, a perda de solo tenha sido subestimada.

Os vários mapas temáticos produzidos no SIG irão permitir-nos, posteriormente, identificar áreas susceptíveis à degradação de solos de acordo com os factores estudados.

4.1 Cálculo do factor erosividade da precipitação (R) e análise do mapa temático

Explicamos anteriormente, quando da caracterização climática do concelho de Gondomar, a nossa opção pela utilização dos valores, de séries longas, dos vários elementos climáticos obtidos a partir da Estação Climatológica da Serra do Pilar para caracterizar climatologicamente o concelho. A explicação dada aplica-se, também, à escolha da metodologia para o cálculo da erosividade da precipitação ou seja, do factor R, a aplicar na EUPS, para o concelho de Gondomar. Assim sendo, e dado que, neste caso, necessitaríamos de uma variabilidade espacial da precipitação, recorremos ao mapa de isoietas de Suzanne Daveau, *et al* (1977) uma vez que, tal como referimos anteriormente, na década de 60 e 70 do século passado, a rede de estações do IM (Instituto de Meteorologia) cobria de forma relativamente densa e homogénea o espaço geográfico do Noroeste, permitindo uma análise mais "fina" da regionalização climática. Deste modo, digitalizamos as isoietas que passam pelo concelho e introduzimo-las no Sistema de Informação Geográfica, criando interpolações de 5 em 5 mm aos valores das isoietas para obtermos maior variação espacial. Os valores das isoietas distribuídas ao longo do concelho variam desde os 1000-1200 mm a 1600-1800 mm.

Estando definida a variação espacial da precipitação, era necessário calcular a erosividade da mesma. Para tal, aplicámos a equação utilizada por Constantino, A. T.;

Coutinho, M. A. (2001) para o cálculo da erosão hídrica a unidades homogéneas e condições de referência na Região de Entre-Douro e Minho, desenvolvida no âmbito dos trabalhos de elaboração da Carta de Aptidão da Terra, na escala 1:25 000.

Neste estudo, os autores admitiram que a relação entre os parâmetros de erosividade de Fournier e de Wischmeier, obtida para as estações no Sul de Portugal (Coutinho *et al*, 1994), se mantinha no Norte. Deste modo, estabeleceram a relação entre a precipitação média anual (P) e os valores do índice de Fournier (EI_{30}). Consideraram, então, as seguintes expressões para a erosividade:

$EI_{30} = 1{,}42\ P - 500{,}0$; para $P \leq 1425$ mm;

$EI_{30} = 1{,}35\ P - 400{,}0$; para $P > 1425$ mm;

Neste caso, para cada pixel, o valor do (P), corresponderá ao valor das isoietas da série de 30 anos que nos serviu de base ao estudo (1930-1960). Obtivemos, assim, o mapa da figura 51, que representa o índice de erosividade (EI_{30}) da precipitação em Gondomar, em MJ.mm/h.ha.ano.

Os valores mais elevados da erosividade da precipitação encontram-se na área de maior altitude do concelho, na freguesia da Lomba, mais concretamente nas proximidades de Sobreiros (470 m), bem como no flanco ocidental da Serra de Sta. Justa, a NNE do concelho. A erosividade da precipitação vai diminuindo gradativamente, em consonância com a diminuição das altitudes do concelho de Gondomar, no sentido geral NE-SW. Poderemos concluir, que à medida que aumenta a quantidade de precipitação, aumenta também a erosividade da mesma, já que aumenta a probabilidade de ocorrência de chuvadas de maior poder erosivo.

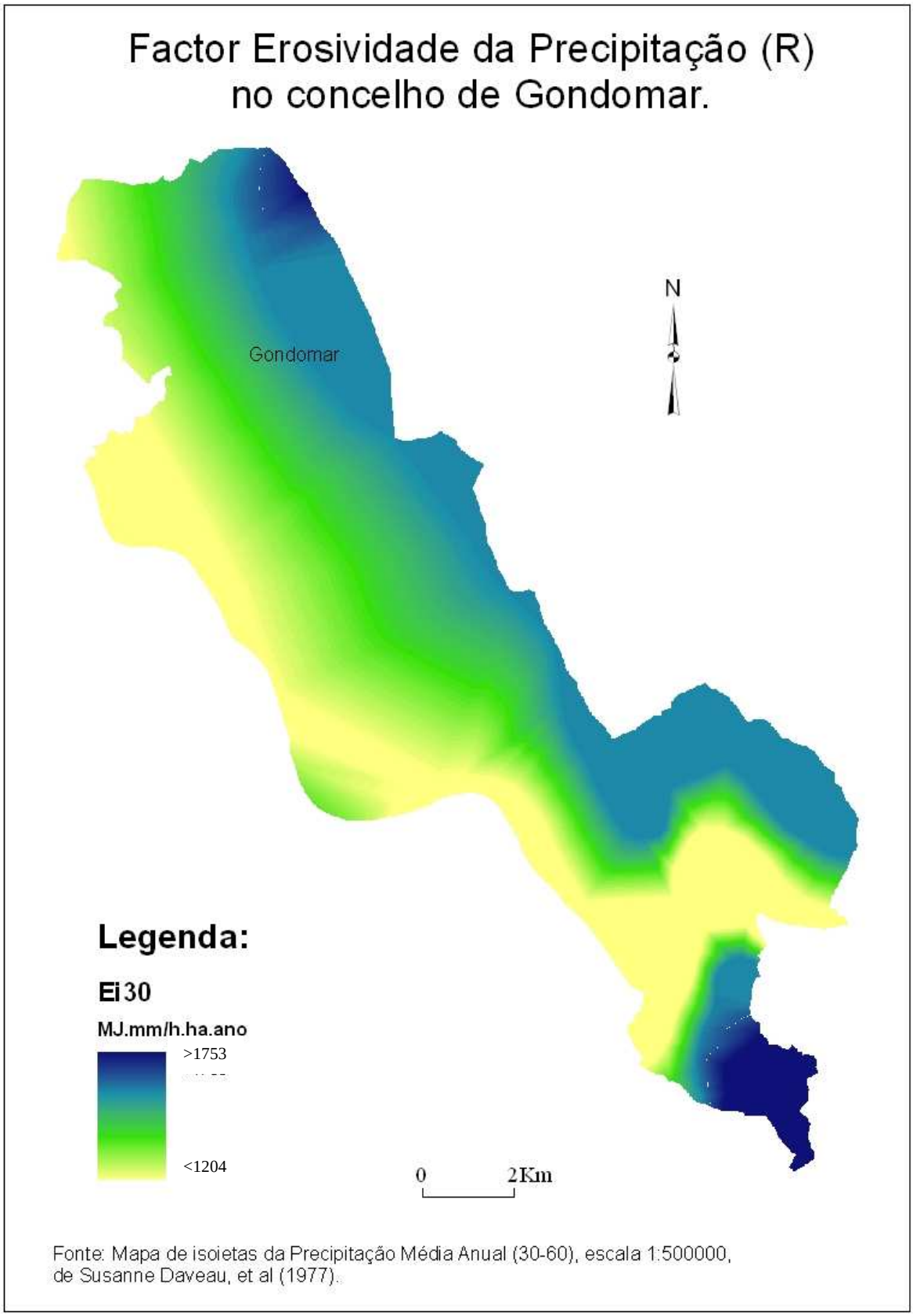


Fig. 51 – Mapa do factor erosividade da precipitação no concelho de Gondomar.

4.2 Cálculo do factor erodibilidade do solo (K) e análise do mapa temático

Relativamente ao factor K, e de acordo com o estimado em Constantino, T. e Coutinho, A (2001), considerou-se K = 0,035 para solos com origem em materiais de xistos e rochas afins e K = 0,025 para solos com origem em materiais de granitos, granodioritos e quatzodioritos e rochas afins. Para solos de terraços e outras formações sedimentares associadas considerou-se o K = 0,025, já que o valor da erodibilidade se situava entre aqueles dois limiares. A escolha deste valor deve-se ao facto de existir uma percentagem de pedras no perfil do solo, sobretudo no nível superficial.

Uma vez obtidos os valores do factor K e utilizando o mapa de solos da DRAEDM, obtivemos a figura 52 que corresponde ao valor da erodibilidade dos solos no concelho.

A variabilidade deste factor no concelho é extremamente reduzida, resumindo-se, apenas, a dois valores 0,035 e 0,025, com domínio, por excelência, do primeiro valor que corresponde a solos com origem em materiais de xistos e rochas afins, facto que não é de estranhar já que, no mapa geológico do concelho (fig. 47) domina o Complexo xisto-grauváquico, ante-ordovícico e séries metamórficas derivadas.

4.3 Cálculo do factor fisiográfico (LS) e análise do mapa temático

O factor L traduz, na EUPS, a influência da distância λ, entre o início da escorrência e a mudança de inclinação do terreno, ou uma outra causa que provoque a interrupção do escoamento da lâmina de água superficial. Esta distância é medida segundo o máximo declive e define-se como a relação entre a perda de solo que ocorre na distância real e a que, em iguais condições, ocorreria numa distância de 25 metros. Várias são as fórmulas apresentadas, por autores diversos, para a determinação do factor L que é adimensional. Quanto ao factor S, que tem em conta a influência da inclinação do terreno segundo o declive máximo, este define-se como sendo a relação entre a erosão que ocorre no terreno com dada inclinação e a que ocorreria se, nas mesmas condições, o terreno tivesse a inclinação de 10%. Este factor obtém-se, também, através de várias equações e, tal como o factor L, é adimensional (A. Lencastre; F. M. Franco, 1992).

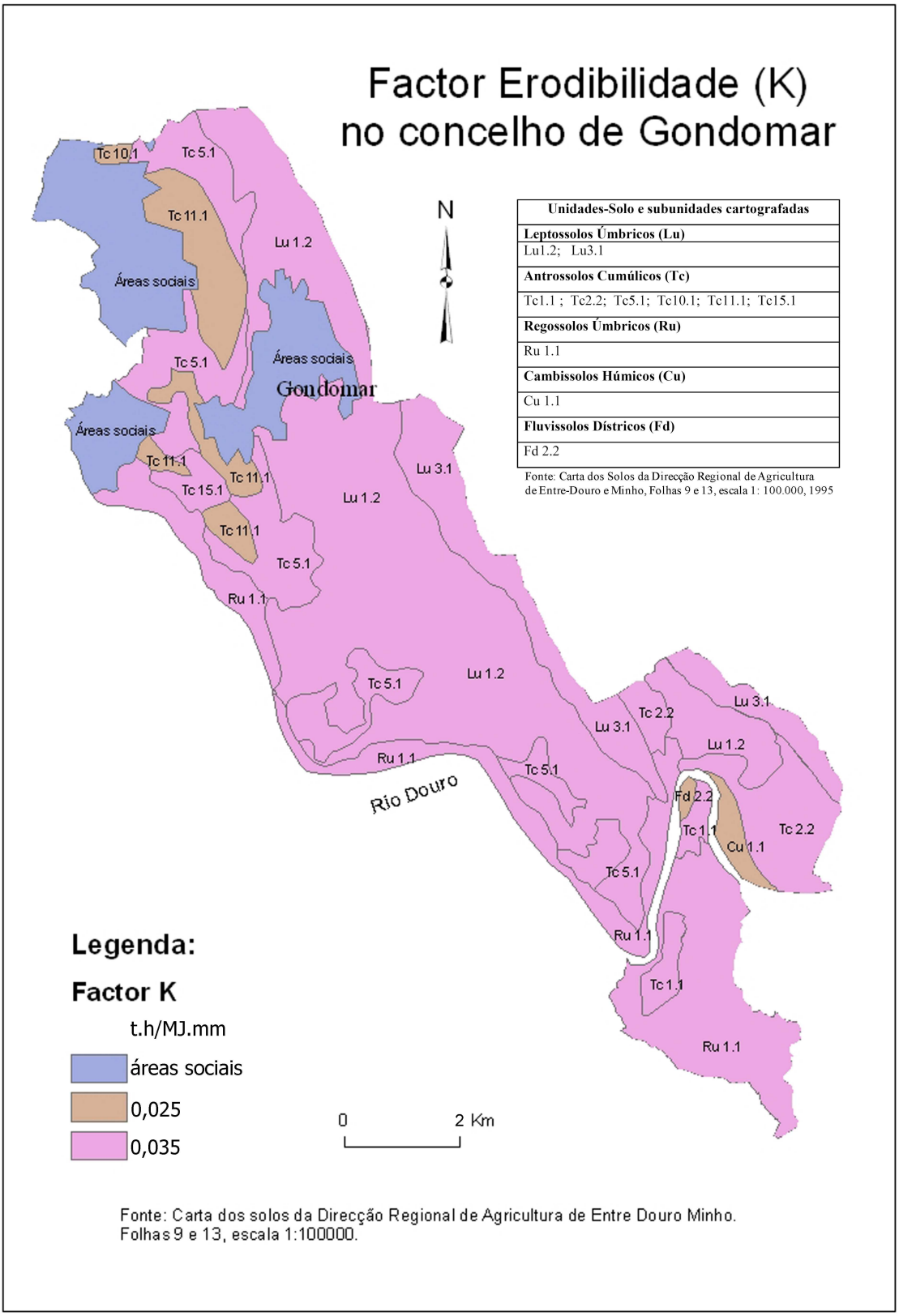


Fig. 52 – Mapa do factor erodibilidade do solo (K) no concelho de Gondomar.

Quando procedemos a estudos localizados de perdas de solo tendo por base parcelas de erosão, torna-se fácil determinar quer o factor comprimento (L) quer o factor inclinação ou declive (S), uma vez que os mesmos correspondem, respectivamente, ao comprimento e declive das parcelas de erosão utilizadas no desenho experimental. Em áreas mais vastas, como o caso de aplicação destes factores a bacias hidrográficas ou concelhos torna-se difícil obter estes factores devido à sua variabilidade espacial.

São vários os métodos utilizados para o cálculo do factor fisiográfico (factor conjunto comprimento e inclinação – factor LS) mas, de acordo com a pesquisa efectuada, optámos pelo cálculo automático do factor L, utilizando o algoritmo de Desmet & Govers (1996), e o método de Wischmeier & Smith (1978), para o factor de inclinação (S), com base num estudo elaborado e validado por V. C. da Silva (2003) quando o autor pretendeu aplicar a EUPS à bacia do rio Paracatu (Brasil).

O método manual de Wischmeier & Smith para o cálculo do factor L, era o método mais utilizado, baseando-se na utilização de amostras de pontos ao longo da área em estudo extrapolando-os, depois, para a extensão total da área. Para além dos dados serem limitados e exigirem uma grande quantidade de tempo para obtê-los, acrescente-se o facto destes poderem ser divergentes conforme os diferentes operadores.

A grande vantagem do algoritmo de Desmet & Govers (1996), segundo V. C. da Silva (2003), é a utilização do conceito "área contributiva", que contém, na sua formulação, a noção de "fluxo acumulado". O cálculo automático através da utilização do algoritmo de Desmet & Govers (1996), é pontual, dependendo da resolução que, no nosso caso, é de 10 metros, e oferece resultados mais rápidos criando um mapa de fluxo acumulado. Para a obtenção desse mapa, calculam-se, para cada pixel, o declive, a direcção do fluxo e a quantidade do fluxo que se acumulou a montante desse pixel. Tais resultados necessitam de um Modelo Numérico de Terreno (MNT) e de um *software* podendo, deste modo, obter-se vários tipos de mapas como: o mapa de declives (s); o mapa de coeficiente do declive (m); o mapa da direcção de fluxo ($x_{i,j}$) e o mapa de fluxo acumulado. A área de contribuição ($A_{i,j\text{-}in}$) obtém-se multiplicando o fluxo acumulado pela área de cada célula (100 m^2). Com a definição destes parâmetros foi possível

determinar o factor de comprimento da vertente (L) de acordo com a equação de Desmet & Govers (1996) que a seguir se descrimina:

$$L_{i,j} = \frac{[\,(A_{i,j\text{-}in} + D^2)^{m+1} - (A_{i,j\text{-}in})^{m+1}\,]}{[\,D^{m+2}\, x_{i,j}{}^{m}\, (22{,}13)^{m}\,]}$$

onde:

$L_{i,j}$ - factor de comprimento de uma vertente de uma célula com coordenadas (i, j);

$A_{i,j\text{-}in}$ – área de contribuição de uma célula com coordenadas (i, j);

D – tamanho da grade de células (m);

$x_{i,j}$ – valor da direcção do fluxo;

^{m} – coeficiente que assume os valores:

0,5, se s≥ 5% (s é o grau de declive);

0,4, se 3%≤ s<5%;

0,3 se 1%≤ s<3%; e

0,2 se s<1%.

O factor S, que corresponde ao declive do terreno, foi obtido através do método de Wischmeier & Smith (1978) com a seguinte equação:

$$S = 0{,}00654s^2 + 0{,}0456s + 0{,}065$$

onde:

S – Factor de inclinação ou de declive (adimensional);

s – declive médio da vertente (%)

O factor fisiográfico (LS) corresponde, então, ao produto do factor L pelo factor S, está representado no mapa da figura 53. É exactamente este mapa que apresenta um maior detalhe na leitura destes factores relativamente a todos os outros factores da EUPS, pois a área de resolução é de, apenas, 100 m^2. Estas manchas referentes a um pixel de 10m x 10m, representadas num mapa de escala 1: 100 000, terão que ser analisadas de forma generalizada e não ao detalhe da sua construção. O mapa apresenta uma certa uniformidade no tamanho das diferentes manchas do factor LS, com excepção da área a NW do concelho, onde se verificam manchas de maiores dimensões

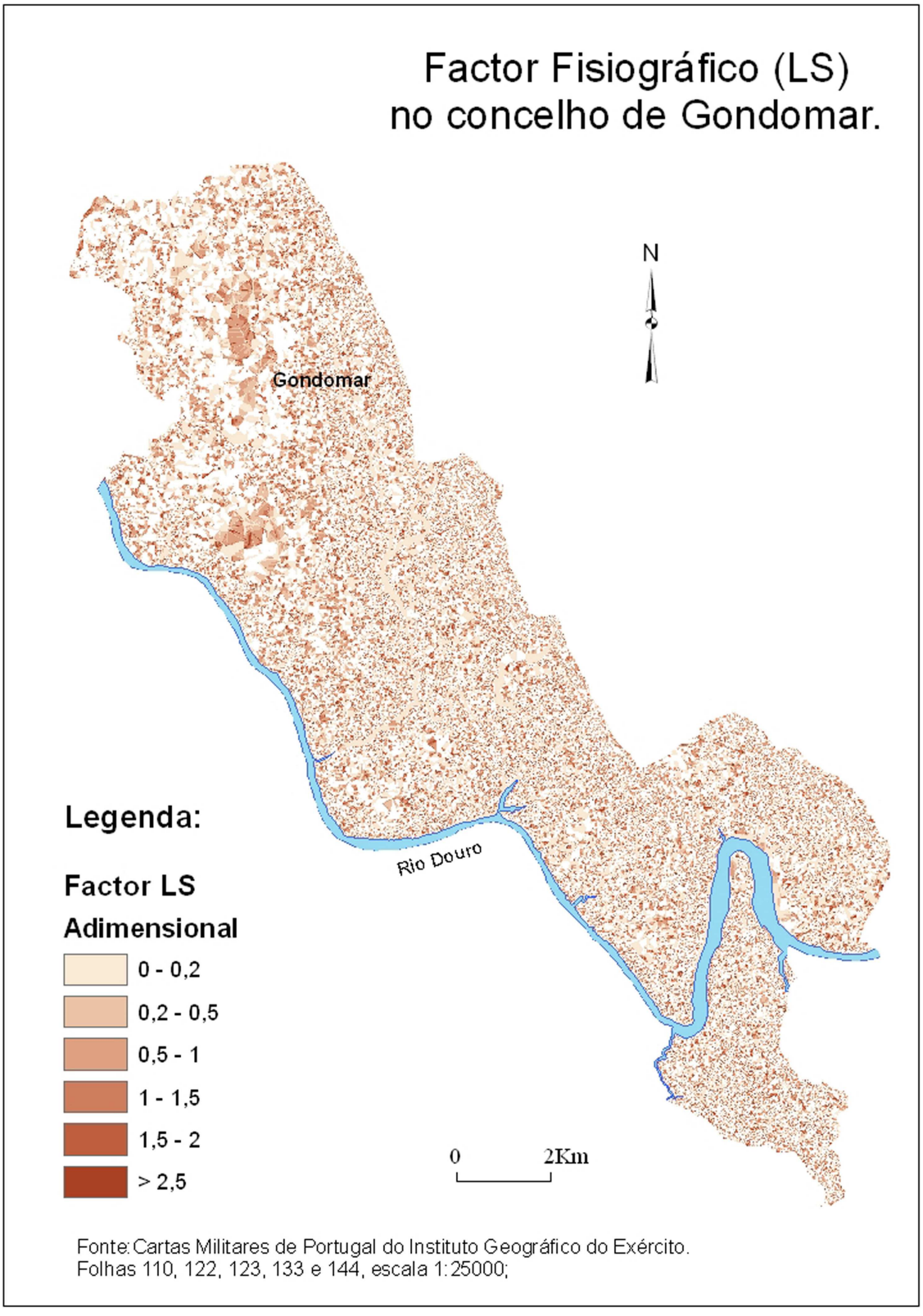


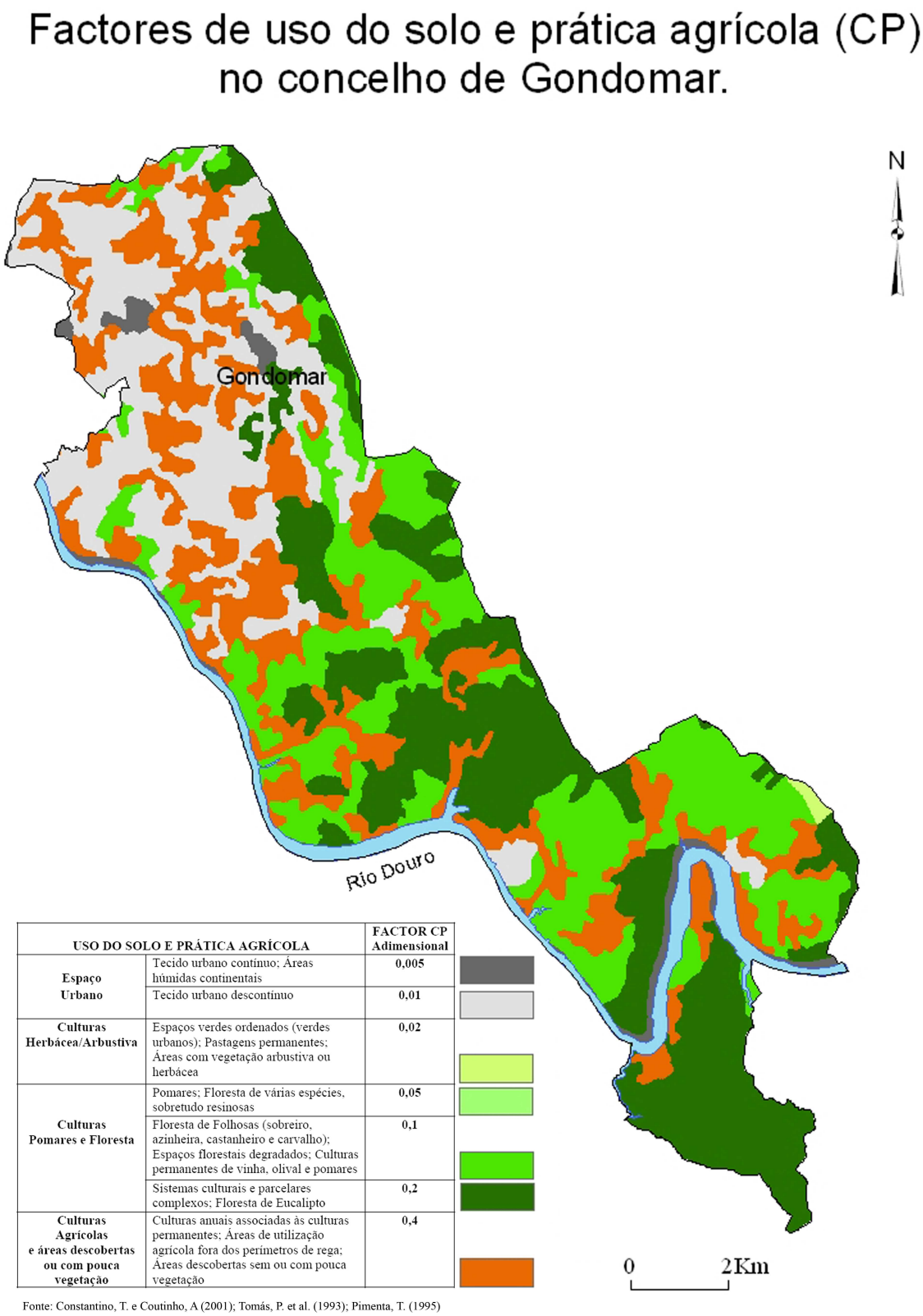
Fig. 53 – Mapa do factor fisiográfico (LS) no concelho de Gondomar.

correspondentes a valores mais elevados dos factores LS (> 2,5), ou seja, essas manchas correspondem a áreas de maior contribuição para um fluxo acumulado. Logo, serão áreas que podem originar maiores perdas de solos. Comparando esta informação com a obtida através da leitura de outros mapas temáticos, verificamos que as referidas manchas correspondem a áreas agrícolas, de declives suaves (de 0 a 7,5%), onde o comprimento das mesmas (factor L) se sobrepõe, notoriamente, ao declive, quando produto dos factores LS. Por outro lado, as pequenas manchas com estes valores elevados do factor LS que se dispersam pelo concelho, podem estar relacionadas com a forma das vertentes, uma vez que as vertentes côncavas, associadas a declives elevados e comprimentos de vertente significativos, são áreas onde há convergência de fluxo, e, consequentemente, a possibilidade de haver maiores perdas de solo.

As manchas de valores do factor LS mais baixo (0 – 0,2), são bem notórias nas planícies aluviais dos rios Ferreira e Sousa, destacando-se, neste caso, a sobreposição do factor S ao factor L, já que se tratam de áreas de fraco declive e de pequena extensão. As pequenas manchas que apresentam estes baixos valores e que se encontram dispersas ao longo do concelho podem também corresponder a interflúvios, onde o declive e o comprimento da vertente sejam reduzidos.

4.4 Cálculo do factor uso do solo e prática agrícola (CP) e análise do mapa temático

A Classificação do uso do solo Corine Land Cover (2000) serviu de base aos valores atribuídos ao factor CP. Com a ajuda de ortofotomapas mais actualizados (2005), procedeu-se a uma actualização da informação dada pelo CLC 2000. Foram registadas as situações dominantes e atribuído um valor relativo aos factores de Uso do solo e Prática Agrícola (CP) de acordo com as obras que nos serviram de referência (Constantino, T. e Coutinho, A (2001); Tomás, P. *et al*. (1993); Pimenta, T. (1995). Os valores do factor CP, oscilam entre 0,005 - Espaço Urbano - e 0,4 - Culturas agrícolas e áreas descobertas ou com pouca vegetação (fig. 54).



USO DO SOLO E PRÁTICA AGRÍCOLA		FACTOR CP Adimensional
Espaço Urbano	Tecido urbano contínuo; Áreas húmidas continentais	0,005
	Tecido urbano descontínuo	0,01
Culturas Herbácea/Arbustiva	Espaços verdes ordenados (verdes urbanos); Pastagens permanentes; Áreas com vegetação arbustiva ou herbácea	0,02
Culturas Pomares e Floresta	Pomares; Floresta de várias espécies, sobretudo resinosas	0,05
	Floresta de Folhosas (sobreiro, azinheira, castanheiro e carvalho); Espaços florestais degradados; Culturas permanentes de vinha, olival e pomares	0,1
	Sistemas culturais e parcelares complexos; Floresta de Eucalipto	0,2
Culturas Agrícolas e áreas descobertas ou com pouca vegetação	Culturas anuais associadas às culturas permanentes; Áreas de utilização agrícola fora dos perímetros de rega; Áreas descobertas sem ou com pouca vegetação	0,4

Fonte: Constantino, T. e Coutinho, A (2001); Tomás, P. et al. (1993); Pimenta, T. (1995)

Fonte: Corine Land Cover 2000

Fig. 54 – Mapa dos factores de uso do solo e prática agrícola (CP) no concelho de Gondomar.

Apesar destes factores antrópicos terem uma ordem de grandeza adimensional, podemos reflectir sobre a importância de cada uso do solo e prática agrícola quer na EUPS total ou actual, quer na EUPS potencial. A análise da figura 54, permite-nos inferir que os valores de grandeza inferior (0,005 e 0,01) correspondem a espaços urbanos, onde o valor de perda de solo será diminuto devido à impermeabilização do terreno. Estes valores ocorrem, sobretudo, a NW do concelho, coincidentes com as freguesias onde domina o edificado, como referimos em capítulo anterior. Dispersas por todo o concelho, mas dominando junto aos espaços urbanos, aparecem-nos as manchas que correspondem a culturas agrícolas e áreas descobertas ou com pouca vegetação que, por sua vez, apresentam o valor mais elevado (0,4) dos factores CP. Estas manchas correspondem aos quintais e quintas agrícolas associados ao tipo de habitação unifamiliar antiga existente nestas freguesias do concelho, evidenciando-se, assim, as marcas de uma ruralidade do século passado de um Gondomar que abastecia o Porto com produtos agrícolas e que ainda persistem.

São estes valores mais elevados dos factores CP que contribuirão, para que, nos mapas da EUPS total e potencial, nos apareçam, nessas áreas, valores de perdas de solo também elevados, já que as culturas e práticas agrícolas utilizadas não apresentarão uma protecção eficaz do solo, bem como, obviamente, as áreas que estão sem ou com pouca vegetação.

4.5 Cálculo da erosão potencial e total/actual da EUPS e análise dos mapas temáticos

Ao elaborarmos os dois mapas de erosão potencial e erosão total de acordo com a EUPS, era nosso objectivo determinar a importância dos factores antrópicos no processo de erosão. O mapa da erosão potencial (fig. 55) resultou, apenas, da multiplicação dos factores R, K e LS da EUPS, isto é, apenas se contemplaram os factores naturais da equação, aqueles que poderão potenciar a erosão independentemente das culturas e das práticas culturais existentes, ou seja, independentemente da intervenção humana no terreno.

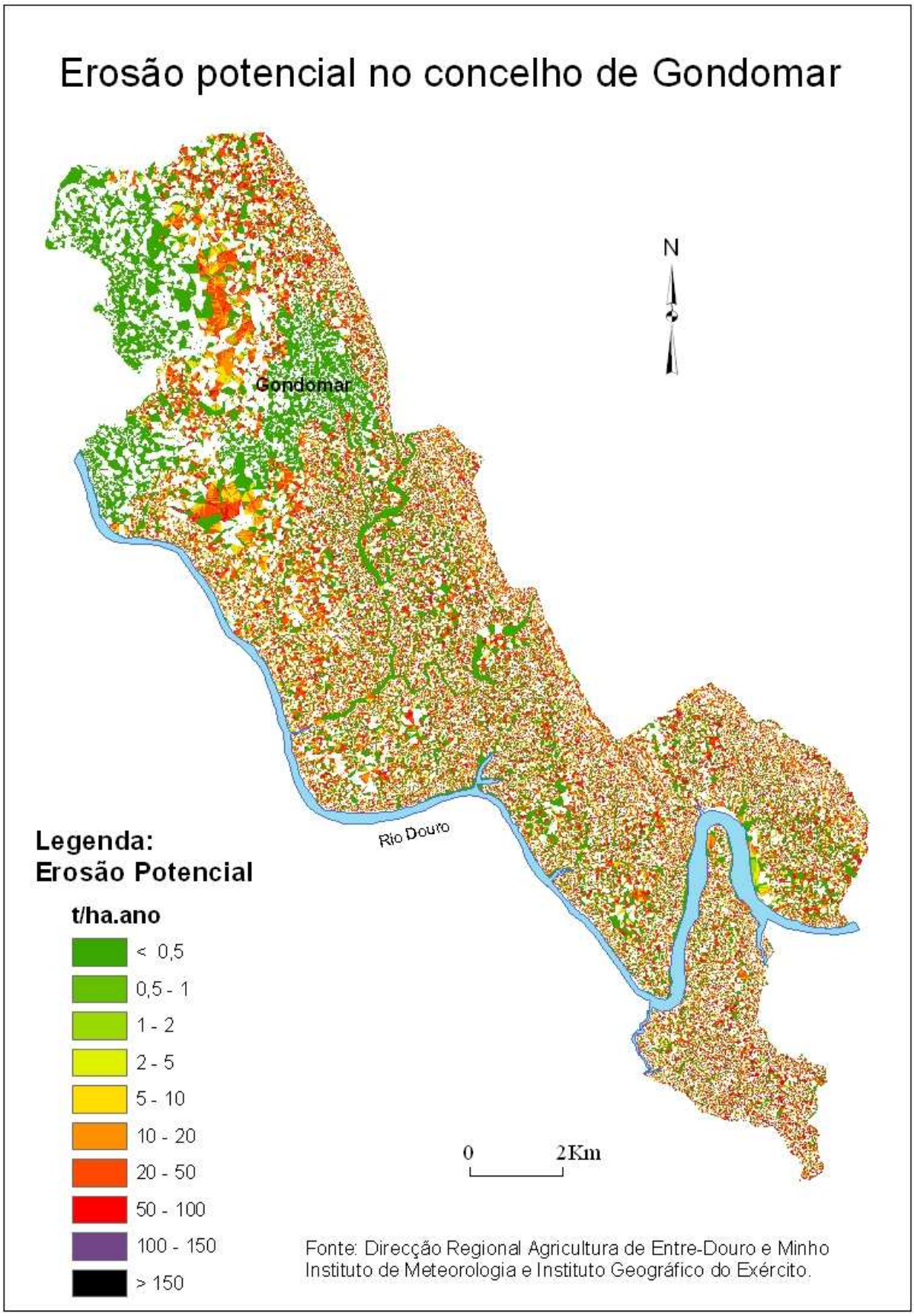


Fig. 55 – Mapa da erosão potencial no concelho de Gondomar.

No mapa referente à erosão total (fig. 56), utilizaram-se todos os parâmetros da EUPS e os valores de perdas de solo referem-se a um momento temporal, isto é, a um momento em que existem, no concelho, os vários cobertos vegetais descritos e respectivas práticas culturais. Sabendo que os tipos de cultivo e as práticas culturais são dinâmicas, temos que entender os valores obtidos como referências para cobertos idênticos aos que serviram de base para o cálculo do factor CP.

Comparando os dois mapas, verifica-se que os valores máximos de perdas de solos no mapa da erosão potencial (fig. 55) são três vezes superiores (> 150 t/ha.ano) aos valores observados no mapa da erosão total (> 51 t/ha.ano) (fig. 56) facto que se deve, concretamente, à integração dos factores antrópicos (CP) na equação da qual resultou este último mapa. Tal facto, evidencia a importância enorme que a vegetação tem na protecção do solo relativamente aos processos erosivos.

Os valores superiores a 10 t/ha.ano do mapa da erosão total (fig. 56), registam-se em pequenas áreas distribuídas ao longo do concelho, mas coincidentes com manchas agrícolas, onde o solo é remexido, ou terrenos descobertos ou com pouca vegetação. As áreas com coberto florestal apresentam valores intermédios de perdas de solo (entre 1 e 5 t/ha.ano). As características do coberto florestal (copas mais frondosas e troncos de diâmetro significativo) interceptam a chuva retendo-a na copa e fazendo-a escorrer pelo tronco de forma que, quando esta atinge o solo, a energia cinética da água da chuva será menor, impedindo que o destacamento das partículas se faça mais facilmente contribuindo, assim, para uma diminuição das perdas de solo por erosão laminar.

Os valores mais baixos de perdas de solos (< 0,5 t/ha.ano) nos dois mapas, dizem respeito a áreas impermeabilizadas, ocupadas com edificado e rede viária, ou áreas de água doce (rios e pequenas linhas de água).

4.6 Considerações finais

Qualquer metodologia que se utilize para o cálculo de erosão hídrica dos solos terá as suas vantagens e desvantagens que serão, obviamente, tidas em conta relativamente ao objectivo do estudo em questão. A monitorização e medição "*in situ*" da erosão são processos morosos e dispendiosos. Os eventos erosivos apresentam uma elevada variabilidade, o que implica a obtenção de séries temporais extensas para um dado local,

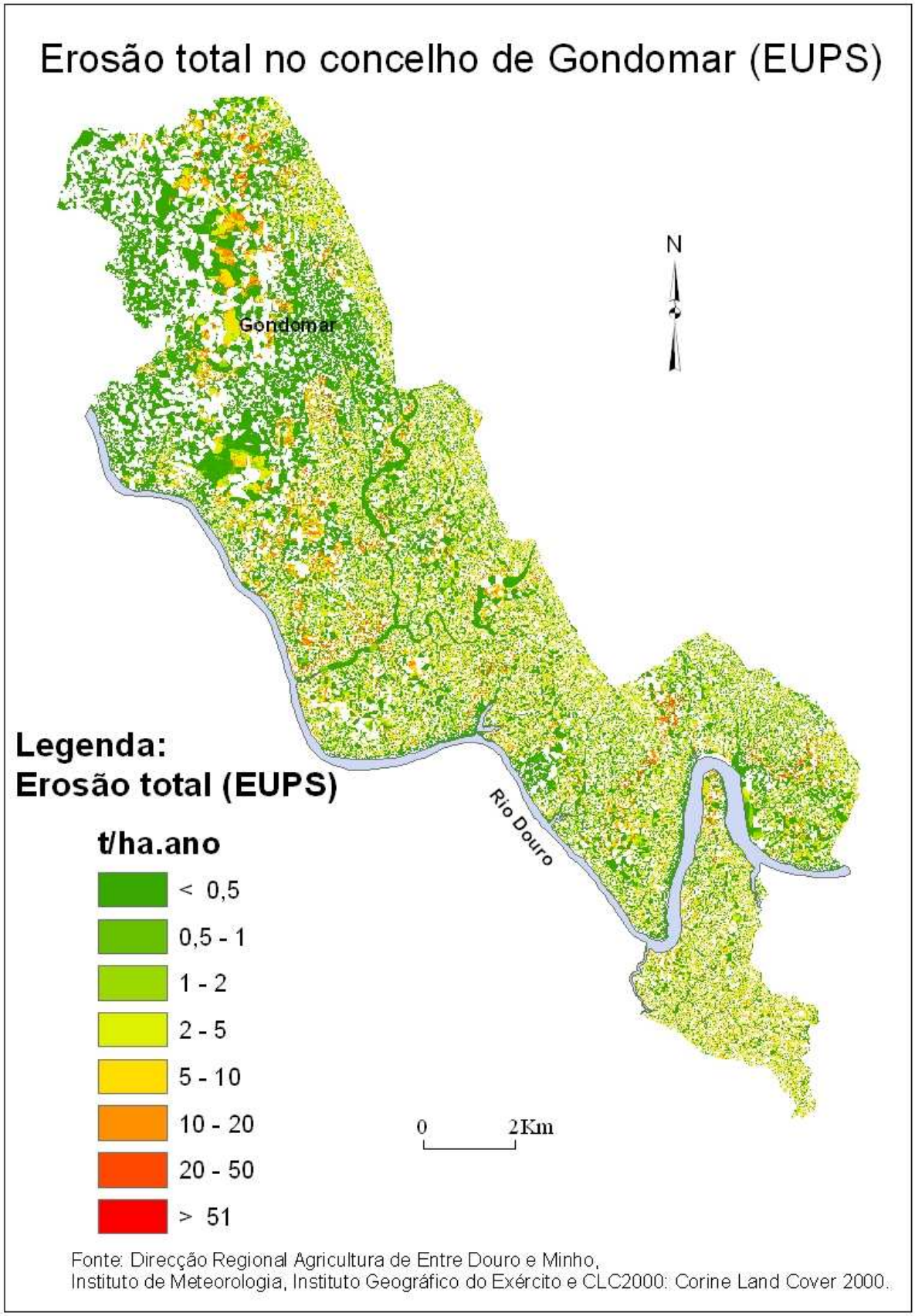


Fig. 56 – Mapa da erosão total ou actual no concelho de Gondomar.

pelo que, os modelos de erosão são, na maior parte dos casos, a única ferramenta razoável para o inventário e a avaliação da erosão.

O recurso a tecnologias computacionais, só por si, não confere uma maior fiabilidade dos resultados, pois, tal como refere C. Bateira (2001), as simplificações decorrentes do processo de adaptação da informação às técnicas disponíveis nos SIG, poderão condicionar a cartografia resultante Há, por isso, necessidade de analisar com cautela os resultados obtidos nos modelos e, sempre que possível, testá-los em diferentes áreas amostra da área de estudo.

Podemos concluir que, na comparação dos mapas da erosão potencial e total, os parâmetros da EUPS que justificam a diferença de valores encontrados nas perdas de solos são, sem dúvida, os factores antrópicos, ou seja, a comparação destes mapas põe em evidência a importância do coberto vegetal como factor de protecção do solo à erosão hídrica e à sua degradação. Recorde-se que, a diferença de valores é de uma ordem de grandeza três vezes superior no mapa da erosão potencial relativamente ao mapa da erosão total. Podemos também referir que nas condições actuais, os valores de perdas de solo que predominam no concelho estão compreendidos entre 2 a 5 t/ha.ano, que, de acordo com valores de referência para áreas com características idênticas, se podem considerar valores médios.

5. OS FOGOS FLORESTAIS E A DEGRADAÇÃO DO SOLO

5.1 A área florestal do concelho

Em 2005, foram contabilizados no concelho cerca de 53% de área florestal (P.M.D.F.C.I., 2006), estando contabilizado, conjuntamente, os incultos com matos. O eucalipto é a espécie florestal que se destaca, aparecendo em extensas manchas contínuas, que favorecem a possibilidade de ocorrerem incêndios de grandes dimensões, mais ainda porque nos aparecem nas encostas declivosas das Serras que delimitam, a oriente e a sul, o concelho (foto 3). Os povoamentos mistos de eucalipto e pinheiro bravo são um segundo tipo de coberto florestal que também se destaca na paisagem.



Foto 3 – Povoamento florestal da encosta da Serra do Castiçal, com regeneração e plantação de eucalipto após incêndio de 2005.

A área florestal no concelho distribui-se por dois tipos de espaços considerados no P.M.D.F.C.I., 2006. Por um lado temos os espaços florestais contínuos e, por outro lado, temos os pequenos "bosquetes" em espaços urbanos, aos quais designam por "consolidado urbano com ocupação florestal". Assim sendo, e tendo por base a informação contida no P.M.D.F.C.I., 2006, estes espaços distribuem-se pelas respectivas freguesias do concelho da forma como está exposto no quadro 40.

São as freguesias do centro e sul do concelho que se destacam com maior área florestal, enquanto que a ocupação florestal em consolidado urbano nos aparece nas freguesias do concelho onde domina o edificado, o construído, e que são aquelas que estão mais próximas do concelho do Porto.

Se considerarmos que o total do concelho possui 13 115 ha, e que o total de área florestal ocupa 6902,03 ha (quadro 40) e se a esta ainda juntarmos a área ocupada pela actividade agrícola, tal significa que o permeável no concelho ainda é ligeiramente superior ao solo artificializado, ou seja, ao impermeável (cerca de 6212,97 ha, aos quais teremos ainda que retirar o espaço agrícola).

Quadro 40 – Distribuição da área florestal (ha) por freguesia.

Freguesias	Área Florestal	Espaços Florestais	Consolidado urbano com ocupação florestal
Baguim do Monte	156,33	122,82	33,51
Covelo	930,45	930,45	0
Fânzeres	190,63	118,25	72,38
Foz do Sousa	1232,98	1182,78	50,20
Gondomar (S. Cosme)	189,58	0	189,58
Jovim	285,27	140,51	144,77
Lomba	1074,52	1074,52	0
Medas	698,26	690,50	7,76
Melres	1203,86	1197,57	6,29
Rio Tinto	41,71	0	41,71
S. Pedro da Cova	831,87	761,69	70,18
Valbom	66,57	0	66,57
TOTAL	6902,03	6219,08	682.95

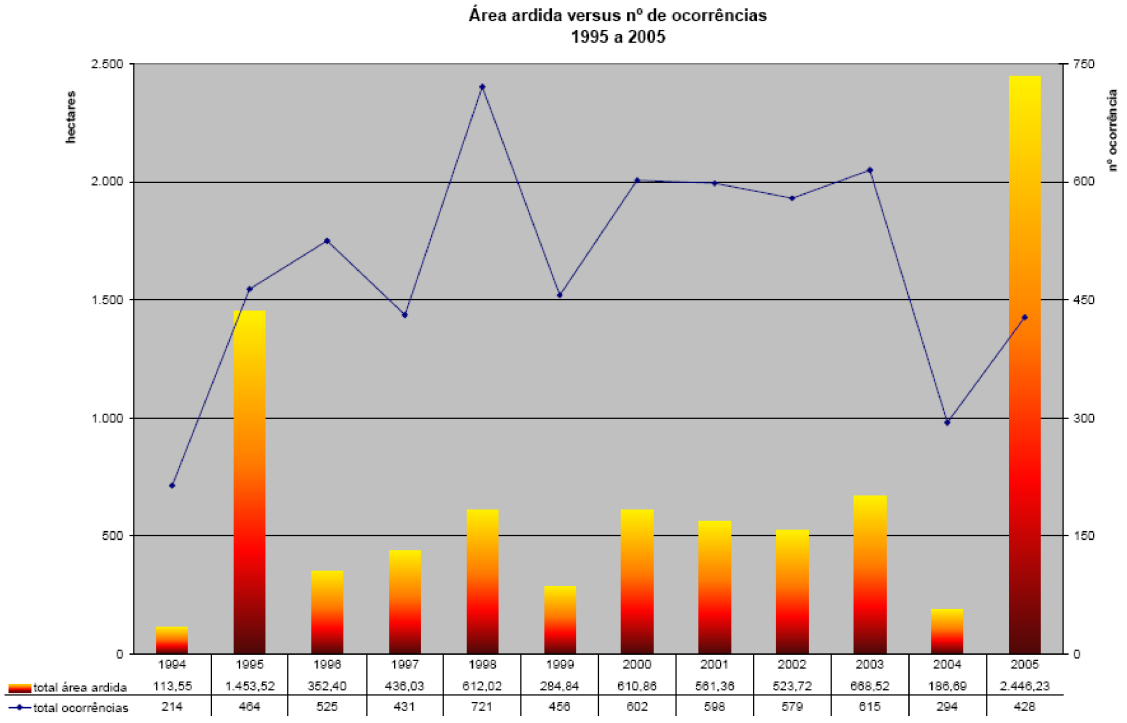
Fonte: Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (2006), p. 15e 16.

5.2 Os incêndios florestais em Gondomar (1990 – 2006) e a Carta de Risco de Incêndio Florestal (CRIF 2007)

O registo do número de incêndios e das áreas ardidas iniciou-se a nível oficial, com carácter sistemático e de forma organizada, apenas a partir de 1958, reportando-se exclusivamente à área florestal pública, situação que se prolongou até 1977. O tratamento estatístico das informações relativas aos incêndios à escala nacional apenas se deu início a partir de 1980 (Barbosa, F. 1993).

Tendo em conta os registos dos últimos trinta anos, em Gondomar, a ocorrência de incêndios florestais com áreas ardidas de grandes dimensões registam-se, em ciclos de, aproximadamente, 10 anos (P.M.D.F.C.I. do Município de Gondomar, 2006). Neste sentido, e segundo informação obtida na Câmara Municipal de Gondomar, enquanto que a área ardida em 1995 foi da ordem dos 1453 ha, em 2005, uma década após, a área ardida aumentou para 2446 ha. Registou-se, assim, um aumento de 68% da área ardida, seguindo a tendência nacional de aumento da frequência de incêndios.

A figura 57, permite-nos verificar um dos últimos ciclos de 10 anos em que ocorreram incêndios que provocaram grandes extensões de áreas ardidas (1995 – 2005). Como é natural, a linha que corresponde ao número de ocorrências não acompanha a evolução da área ardida no concelho, pois, normalmente, a maior parte das ocorrências correspondem a fogachos (áreas ardidas com menos de 1 ha). Neste período de 12 anos, arderam 8250 ha e mais de metade da área ardida (5318 ha) correspondem apenas a 23 ocorrências.

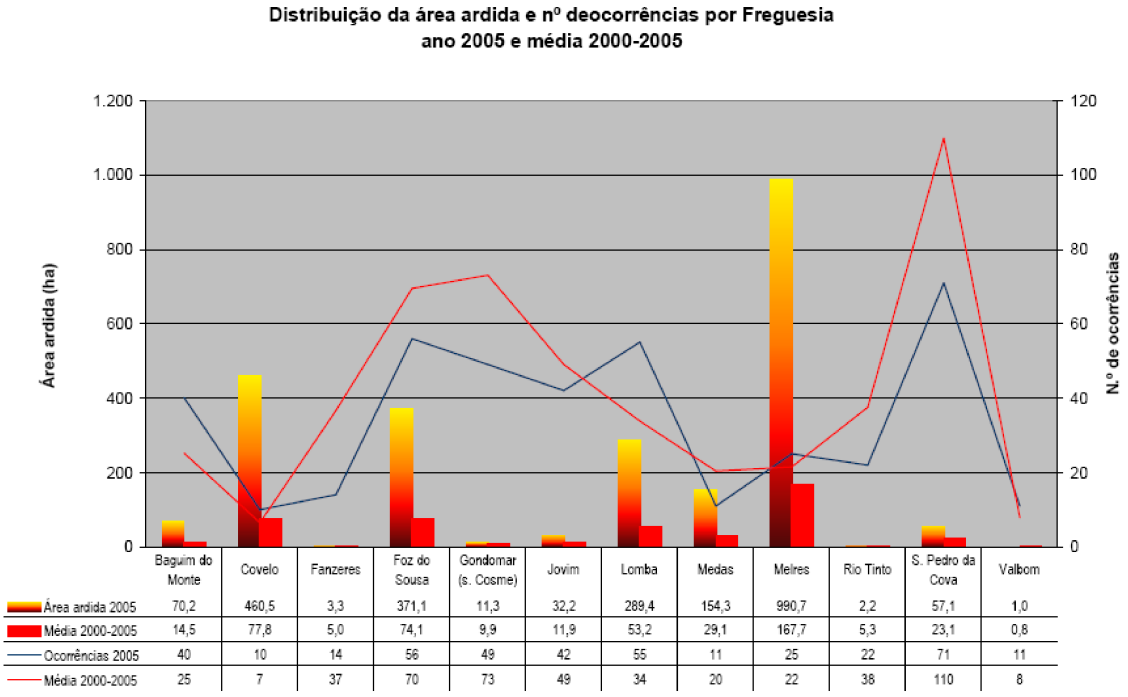


Fonte: Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (2006), p. 22.

Fig. 57 – Área ardida *versus* número de ocorrências de 1994 a 2005.

Se observarmos a figura 58, verificamos que, mais uma vez, o número de ocorrências não é coincidente com uma maior extensão de área ardida. Deste modo, e em termos médios (2000 – 2005), é a freguesia de S. Pedro da Cova, seguida das freguesias de Gondomar e Foz do Sousa aquelas que se destacam em número de ocorrências, enquanto que a freguesia de Melres se destaca em termos de área ardida quer em 2005, quer na média 2000 – 2005, seguindo-se as freguesias de Covelo e Foz do Sousa. Nestas freguesias predomina o uso florestal, pelo que não surpreende a extensão de área ardida (em 2005 cerca de 900; 460 e 371 ha, respectivamente) quando comparada, por exemplo, com a freguesia de Gondomar, onde, apesar do número de

ocorrências ter sido elevado, a área ardida é pouco significativa (cerca de 11 ha). A proximidade dos meios de combate e a facilidade de acessos, apesar das manchas florestais que ainda existem nesta freguesia central, justificam o relativamente baixo valor de área ardida em 2005. Note-se que são as freguesias de Valbom (1 ha), Rio Tinto (2,2 ha) e Fânzeres (3,3 ha), aquelas que apresentam uma menor área ardida em 2005. Nestas freguesias, as pequenas manchas florestais existentes referem-se apenas, a pequenas manchas de "ocupação florestal em consolidado urbano" tal como se refere no P.M.D.F.C.I do Município de Gondomar de 2006.



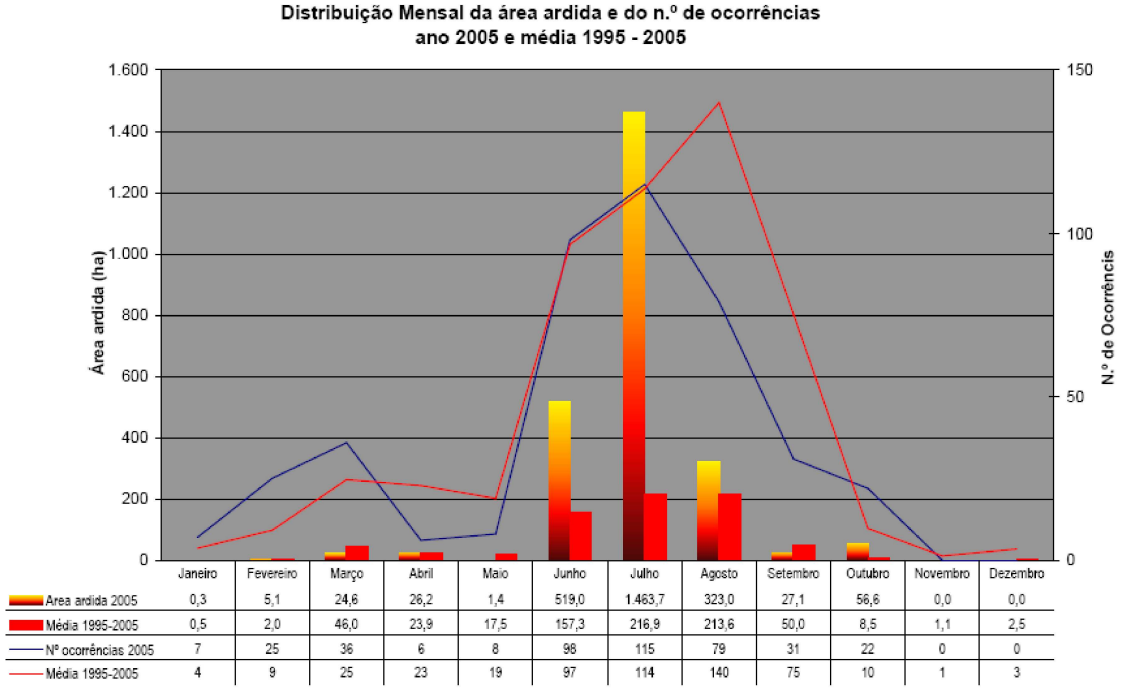
	Baguim do Monte	Covelo	Fanzeres	Foz do Sousa	Gondomar (s. Cosme)	Jovim	Lomba	Medas	Melres	Rio Tinto	S. Pedro da Cova	Valbom
Área ardida 2005	70,2	460,5	3,3	371,1	11,3	32,2	289,4	154,3	990,7	2,2	57,1	1,0
Média 2000-2005	14,5	77,8	5,0	74,1	9,9	11,9	53,2	29,1	167,7	5,3	23,1	0,8
Ocorrências 2005	40	10	14	56	49	42	55	11	25	22	71	11
Média 2000-2005	25	7	37	70	73	49	34	20	22	38	110	8

Fonte: Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (2006), p. 23.

Fig. 58 – Distribuição da área ardida e número de ocorrências por freguesia referente ao ano de 2005 e à média 2000-2005.

Através da análise da figura 59, que corresponde à distribuição mensal da área ardida e do número de ocorrências em 2005 e a média entre 1995 –2005, constata-se que são os meses de verão (Junho, Julho e Agosto) aqueles que registam maior extensão de área ardida e maior número de ocorrências. Embora as festas e romarias do concelho, num total de 43, se distribuam por todo a ano são, precisamente, nestes três meses que se acentuam (24 festas e romarias). Associadas às festas está o fogo de artifício, uma das causas de incêndios nestas datas festivas. A festa que tem maior implicação a nível de ocorrência de incêndio florestal é a festa de S. João, que se celebra a 23 de Junho e

que, por tradição nessa noite, são lançados centenas de balões com mechas de ignição que acabam por dar origem a diversos incêndios florestais.

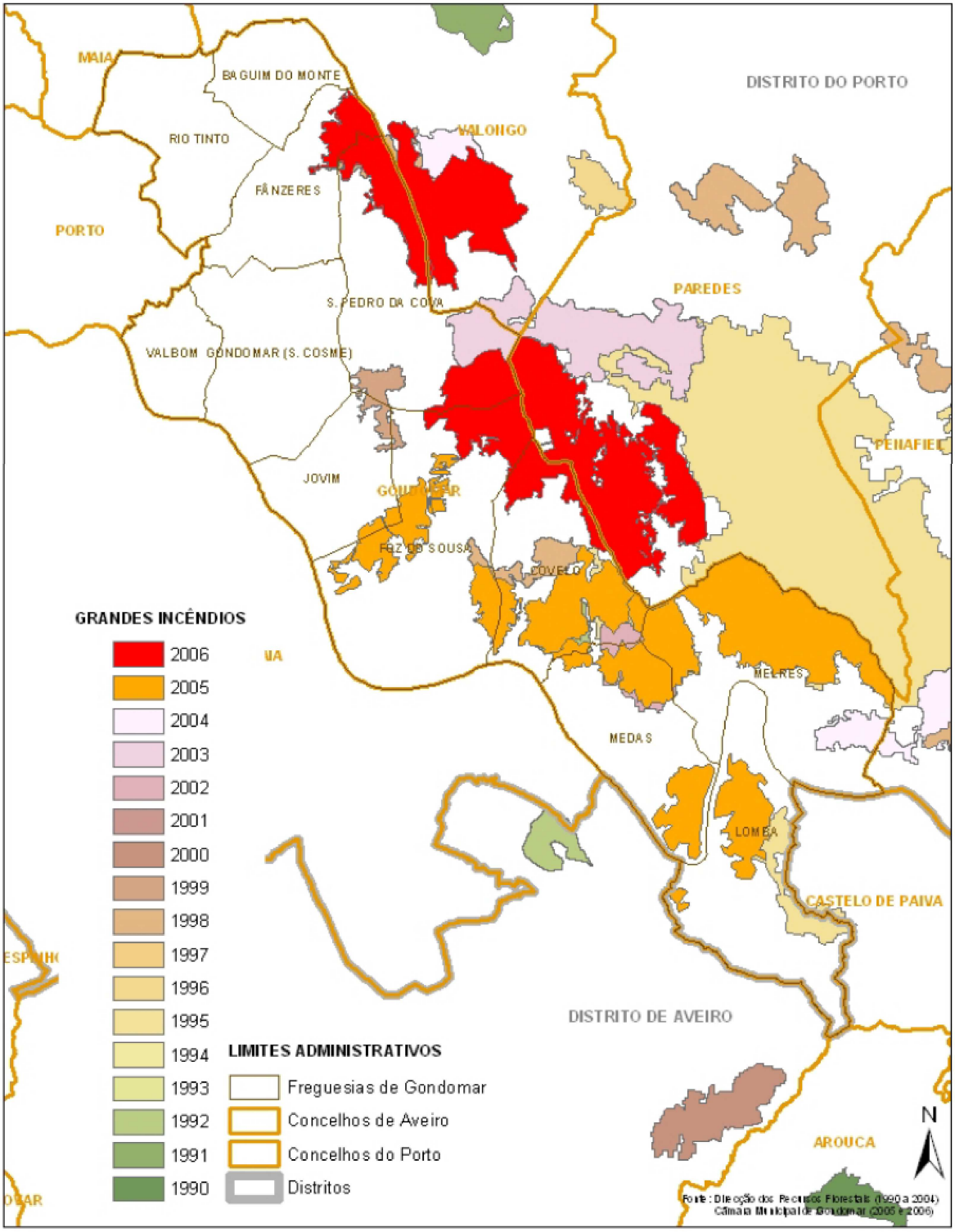


	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Area ardida 2005	0,3	5,1	24,6	26,2	1,4	519,0	1.463,7	323,0	27,1	56,6	0,0	0,0
Média 1995-2005	0,5	2,0	46,0	23,9	17,5	157,3	216,9	213,6	50,0	8,5	1,1	2,5
Nº ocorrências 2005	7	25	36	6	8	98	115	79	31	22	0	0
Média 1995-2005	4	9	25	23	19	97	114	140	75	10	1	3

Fonte: Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (2006), p. 24.

Fig. 59 – Distribuição mensal da área ardida e do número de ocorrências referente ao ano de 2005 e à média 1995-2005.

As principais causas referenciadas no P.M.D.F.C.I do Município de Gondomar de 2006, para além dos foguetes e dos balões de S. João são: a negligência associada a queimas; possíveis reacendimentos; projecção de partículas incandescentes vindas de outros concelhos e causas desconhecidas. O mapa representado na figura 60 evidencia-nos as áreas que foram sendo atingidas pelos vários incêndios ocorridos desde 1990 a 2006, verificando-se que são as áreas onde predomina o uso florestal e onde os declives são mais acentuados, nomeadamente as encostas das Serras que limitam a Este o concelho, as mais atingidas. É precisamente através das encostas das Serras que se propagam os incêndios dos concelhos vizinhos que vão afectar o concelho de Gondomar, aumentando a área ardida (fig. 60).



Fonte: Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Município de Gondomar (2006), p. 53.

Fig. 60 – Mapa dos grandes incêndios que afectaram o Município de Gondomar de 1990 a 2006.

As Cartas de Risco de Incêndio Florestal (CRIF) têm por objectivo apoiar o planeamento de medidas de prevenção aos fogos florestais, bem como a optimização dos recursos e infraestruturas disponíveis para a defesa e combate aos fogos florestais. São produzidas através de um modelo que recorre a vários tipos de variáveis, destacando-se as fisiográficas, mas também recorrem à variável demográfica, rede viária, rede de postos de vigia, etc. As metodologias utilizadas na elaboração destas CRIF têm sofrido alterações ao longo do tempo, sendo actualizadas de acordo com os novos conhecimentos que, entretanto, se vão adquirindo. As CRIF resultam, então, do somatório das diversas variáveis utilizadas. São actualizadas periodicamente, na medida em que algumas das variáveis utilizadas são dinâmicas, nomeadamente o uso do solo, logo, ao longo dos anos, existe uma variabilidade espacial dos diferentes riscos de incêndio florestal aos quais os agentes responsáveis pela gestão do território e protecção civil devem estar atentos.

Na CRIF de 2007 para Gondomar (fig. 61), verificamos que a área ocupada por risco de incêndio muito elevado e elevado ocupa uma percentagem elevada do concelho, distribuindo-se, preferencialmente, pelas áreas do centro e sul, bem como, praticamente, por todo o limite oriental do concelho de Gondomar que coincide com as vertentes das Serras de S. Justa, Castiçal, Flores, Sta. Iria e Banjas, cujo declive é da ordem dos 30% e onde predomina o uso florestal. Praticamente toda a área da freguesia da Lomba se insere nestas duas classes de risco de incêndio florestal, com pequenas excepções de áreas junto a aglomerados urbanos e margem do rio Douro.

Não será de estranhar o facto das classes mais baixas de risco de incêndio florestal nos aparecer a NW do concelho e coincidirem com as freguesias com uma maior taxa de urbanização, tais como, Rio Tinto, Baguim, Fânzeres, Gondomar e Valbom. No interior destas freguesias, podem ainda aparecer núcleos onde o risco de incêndio é maior. Ainda existem manchas dispersas de uso florestal que, reunidas às restantes variáveis utilizadas na metodologia da CRIF, justificam a presença destes núcleos.

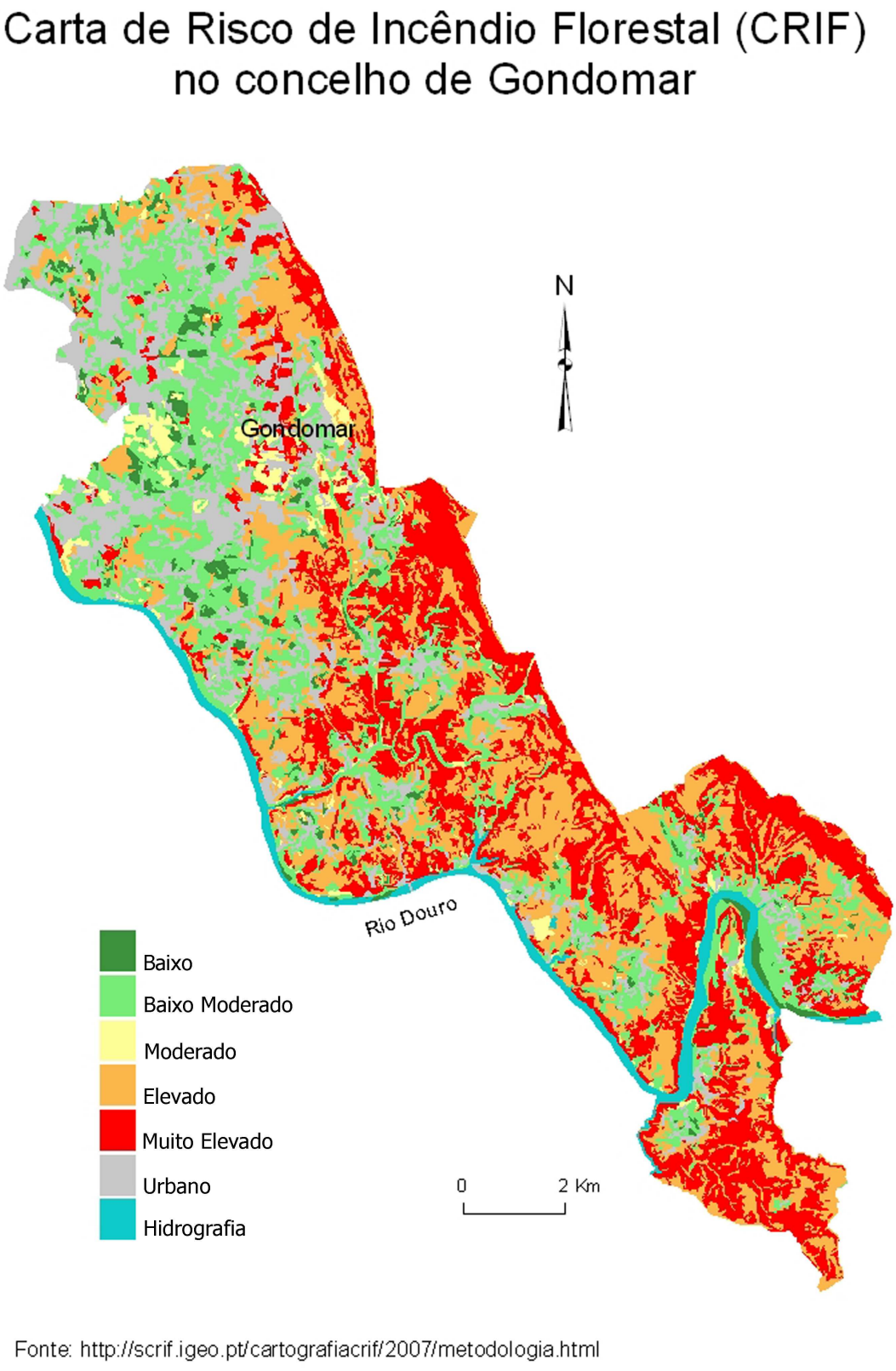


Fig. 61 – Carta de Risco de Incêndio Florestal (CRIF, 2007) para o concelho de Gondomar.

5.3 Considerações finais

As consequências dos incêndios florestais na degradação física dos solos são já bastante conhecidas. Em primeiro lugar, a destruição do coberto vegetal após incêndio, deixa o solo mais desprotegido relativamente às primeiras chuvadas propiciando um transporte maior de sedimentos por escoamento superficial. Também o impacto da gota da chuva em terreno desprotegido será maior e, portanto, a energia cinética da chuva poderá facilitar o destaque das partículas do solo e, consequentemente, contribuir para um maior transporte do material destacado por escorrência. A estrutura do solo e a textura superficial do mesmo alteram-se, em consequência dos sedimentos transportados. É claro que esta modificação da textura superficial do solo é, normalmente, temporária a não ser que se trate de um solo delgado e sujeito, consecutivamente a incêndios florestais. Neste caso, o solo pode tornar-se improdutivo. Embora alguns autores refiram que o fogo aumenta geralmente os macroporos, facilitando, com isso, os fenómenos de infiltração (Macedo, F.; Sardinha,A.; 1987), outros referem o facto de o fogo originar, superficialmente, uma camada hidrofóbica, que resulta das partículas mais finas destacadas pelas gotas de chuva, colmatarem os vazios e, assim, proporcionar uma escorrência maior e, consequentemente, uma maior perda de solo (Ferreira, A., 1996).

As qualidades do solo também se alteram, pois com o fogo, ao destruir a matéria orgânica do solo diminui a quantidade de nutrientes desse solo, já que estes resultam da decomposição da camada humífera do solo. O fogo destrói também os microorganismos existentes à superfície do solo, sobrevivendo, apenas, aqueles que se encontrem a certa profundidade. São estes “microorganismos sobreviventes” que poderão reconstituir a população microbiana à superfície. A reconstituição da população microbiana à posteriori, facilitará a conversão do azoto, em azoto amoniacal ou nítrico, única forma de ser assimilado pela vegetação e assim se reconstituir um coberto vegetal.

Ao analisarmos a fig. 60, que se refere aos grandes incêndios e a fig. 61 correspondente à CRIF de 2007, e as compararmos com a carta de solos (fig. 48), verificamos que são os Leptossolos Úmbricos aqueles que são mais atingidos pelos sucessivos incêndios que tem ocorrido no concelho e que, por esse motivo, poderão estar mais degradados quer física quer qualitativamente. Esta mancha de solos deve, por

isso, ser estudada no sentido de se diagnosticar o seu estado de degradação e, em caso de necessidade de se introduzirem medidas correctivas dos problemas detectados.

6. A EVOLUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO NO CONCELHO DE GONDOMAR (1975- 1995).

O maior competidor pela utilização do solo como produtor de biomasssa é a impermeabilização ou a "betonização", ou seja, a utilização do solo como suporte de infraestruturas necessárias às comunidades humanas organizadas em sociedade: habitação, rede viária e ferroviária, aeroportos, instalações para serviços e indústrias, áreas de lazer, etc. Cada dia que passa, talvez algumas dezenas de hectares de solos naturais sejam impermeabilizados contribuindo, assim, não só para novas unidades paisagísticas, mas também, e sobretudo, para novos impactes ambientais como, por exemplo, o aumento da probabilidade de ocorrência de cheias - por diminuição do espaço natural que permite a infiltração e, consequentemente, provoque o aumento do escoamento superficial -, e também, pelo aumento da probabilidade do efeito de ilha de calor urbano.

As questões associadas ao fenómeno impermeabilização dos solos devem ser tratadas de forma alargada, isto é, deve elevar-se a abordagem do tema a um patamar de maior pluridisciplinaridade, característica obrigatória a qualquer acção de ordenamento do território.

O aumento da impermeabilização do solo é inevitável, em grande parte determinado pela ausência de estratégias de ordenamento do território, que não tomam em consideração os efeitos da perda de solos insubstituíveis, quer ao nível da produção alimentar, quer ao nível da conservação da natureza e controlo de cheias. As consequências da impermeabilização são extremamente prejudiciais para o desenvolvimento sustentável e não apenas para a actividade agrícola. Tenha-se presente o efeito catastrófico da impermeabilização do solo na periferia dos grandes centros urbanos, de construção efectuada em leitos de cheia de cursos de água que, para além da perda de solos de qualidade, provocam, periodicamente, acentuados danos para as populações.

6.1 Metodologias utilizadas na elaboração dos mapas sobre evolução do espaço permeável e impermeável do concelho.

Não nos foi fácil escolher uma metodologia que nos desse informação sobre a evolução do impermeabilizado e que, ao mesmo tempo, reunisse algumas condições que eram importantes para nós, isto é, que tivéssemos as "ferramentas" necessárias para poder processar a informação.

A nossa opção recaiu na escolha de Cartas Militares de Portugal que cobrissem o concelho de Gondomar e que correspondessem a épocas temporais distintas. Era essa diferença temporal que nos iria dar informação sobre a evolução do construído/impermeabilizado. Recorremos, então, às Cartas Militares de Portugal do antigo Serviços Cartográficos do Exército, escala 1: 25 000, cujo trabalho de campo tinha sido realizado em 1975 e cujas edições correspondem aos anos de 1977 a 1981. São seis as folhas que cobrem toda a área do concelho de Gondomar, respectivamente, a folha 110 – Maia; 122 – Porto; 123 – Valongo; 133 – Valadares (Vila Nova de Gaia); 134 – Foz do Sousa (Gondomar) e 144 – Canedo (Feira). Seleccionamos, também, as Cartas Militares de Portugal mais actualizadas, produzidas pelo actual Instituto Geográfico do Exército, à mesma escala, e cujo trabalho de campo tinha sido actualizado em 1995. As edições referem-se aos anos 1998/99.

As referidas cartas foram digitalizadas e sobre as cartas fomos individualizando as manchas florestais e agrícolas que estavam assinaladas a essa escala; as manchas referentes a um espaço urbanizado, ou seja, aquelas que se referiam a núcleos populacionais (onde estavam assinaladas as casas, igrejas, campos de futebol, estradas e caminhos secundários, cemitérios, etc); individualizamos as casas, propriamente ditas (o edificado), e também individualizamos, apenas, as principais redes viárias. Com a individualização destes espaços pretendíamos quantificar as áreas ocupadas por cada um deles e ver a evolução do permeável, aqui representado pela mancha do florestal, agrícola e matos, e do impermeável, ou seja, do solo artificializado correspondente às manchas do urbano, do edificado (casas) e das principais redes viárias (quadros 41 e 42).

Com a ajuda de um Sistema de Informação Geográfica, através da informação obtida, elaboramos mapas (fig. 62 e 63) que nos permitem ter uma imagem da evolução da impermeabilização do solo e da quantidade de solo permeável que ainda estava disponível em 1995. Desde esse ano até aos tempos actuais, esse valor já está, com toda a certeza, alterado. Aliás, relembremos que, quando da análise do quadro sócio-económico do concelho, e através da informação recolhida em fontes estatísticas, afirmamos que houve expansão do espaço construído entre 2002 e 2006, o que nos dá um cenário bastante actual do aumento da impermeabilização do solo. Essa expansão resultou de construção nova destinada, quase exclusivamente, à habitação familiar e também de novas acessibilidades, novas redes viárias que foram, entretanto, construídas.

6.2 Análise dos resultados e dos mapas elaborados

As noções de "urbano" e "suburbano" ou "suburbanização" são bastante importantes na abordagem desta questão, mas não é nosso propósito reflectir sobre elas neste trabalho. As relações entre crescimento populacional e os fenómenos de impermeabilização do solo são complexas. O aumento de áreas artificiais na Europa nas últimas décadas, por exemplo, não se deveram ao aumento da população, pelo menos na maior parte dos países, mas antes às modificações do comportamento dessas populações (substituição de um intenso por um extenso padrão urbano: suburbanização).

Quando analisamos o quadro sócio-económico do concelho de Gondomar no capítulo IV, pudemos constatar que o concelho não foge aos padrões encontrados na Europa, ou seja, uma parte significativa do crescimento populacional resultou, sobretudo, de uma descentralização residencial da população da cidade do Porto, associado ao fenómeno da suburbanização e da fixação de populações provenientes de outros concelhos. Mas, a dinâmica populacional do concelho de Gondomar é acompanhada pela densificação do espaço construído. Na verdade, o ritmo de construção de edifícios acompanha o ritmo de crescimento da população.

A análise estatística efectuada no capítulo IV permitiu-nos saber que em todas as freguesias, desde 1970 a 2001, a situação aponta para uma tendência do reforço da

densificação, decorrente do aumento das construções com maior número de alojamentos e pisos sobretudo nas freguesias urbanas próximas da cidade do Porto. As freguesias com menores aumentos dos alojamentos familiares são as freguesias do Sul do concelho.

O mapa da fig. 62, que se refere à evolução da área impermeabilizada, mostra-nos, claramente, que de 1975 a 1995, o maior crescimento do impermeável, em termos de variações percentuais, ocorreu nas freguesias de Melres, Foz do Sousa e S. Pedro da Cova, enquanto que Valbom, Lomba, Covelo, por exemplo, registaram os valores de variação percentual mais baixos. As razões que explicam estes valores, são diferentes para Valbom e para as freguesias da Lomba e do Covelo. Valbom é uma freguesia próxima do Porto, com muito espaço impermeabilizado já desde 1975 e, portanto, com menos espaço para crescimento de novas construções e preços de solo suporte muito mais elevados do que os de, por exemplo, Melres e Foz do Sousa, freguesias mais afastadas do centro de Gondomar, onde existe espaço disponível a menores preços. Se repararmos no local onde se verifica esse aumento do construído na freguesia de Melres, ladeando, sobretudo, as margens do meandro do rio Douro, podemos conjecturar que a qualidade paisagística foi, de certeza, um factor atractivo para a construção e impermeabilização do solo em áreas que apresentam, concerteza, maior vulnerabilidade, por exemplo, às cheias do rio Douro.

O quadro 41, mostra-nos que a área impermeabilizada no concelho aumentou de 47,52 Km^2 em 1975, para 72,53 Km^2 em 1995, originando uma variação percentual da ordem dos 52,6%. Como já referimos na metodologia adoptada, o cálculo da área impermeabilizada presente no quadro 66, resultou do somatório do edificado, da rede viária e do espaço urbano (quadro 42).

Ao nível da freguesia, neste período de 20 anos, Melres foi, sem dúvida aquela cuja variação percentual (115,5%) evidencia um maior acréscimo da área impermeabilizada. No que concerne ao solo permeável (floresta, agrícola e matos), são as freguesias do sul do concelho que apresentam variações percentuais mais baixas, tal como a Lomba, Covelo, Melres e Medas, visíveis quer no quadro 41 quer no gráfico da figura 63. São as freguesias do sul do concelho, onde domina o verde, que as perdas de áreas permeáveis são pouco significativas. Já as freguesias a norte do concelho como,

por exemplo, Rio Tinto (-123,12%), Valbom (-70,09%), S. Cosme (-79,36%), Baguim (-75,97%) e Fânzeres (-76,23%) são aqueles que perdem mais solo permeável e cujos valores das variações percentuais são mais expressivos.

Quadro 41 – Evolução do solo impermeabilizado e do solo permeável de 1975 a 1995.

Freguesias	**Área freguesia (Km2)**	**SOLO IMPERMEABILIZADO**			**SOLO PERMEÁVEL**		
		Área Impermeável (Km2)		Variação %	Área Permeável (Km2)		Variação %
		1975	**1995**	**1975-95**	**1975**	**1995**	**1975-95**
Baguim do Monte	5,46	3,11	4,89	57,3	2,35	0,56	-75,97
Covelo	11,17	1,82	2,49	36,6	9,35	8,69	-7,12
Fânzeres	7,83	4,69	7,09	51,0	3,14	0,75	-76,23
Foz do Sousa	19,07	5,25	9,38	78,8	13,82	9,69	-29,91
Gondomar (S. Cosme)	11,72	7,66	10,88	42,1	4,06	0,84	-79,36
Jovim	7,16	3,31	4,72	42,6	3,85	2,44	-36,62
Lomba	13,69	1,81	2,38	31,3	11,88	11,32	-4,76
Medas	10,47	2,24	3,66	63,0	8,23	6,81	-17,18
Melres	17,34	2,10	4,53	115,5	15,24	12,81	-15,95
Rio Tinto	9,49	7,28	10,01	37,4	2,21	-0,51	-123,12
S. Pedro da Cova	14,13	5,15	8,52	65,3	8,98	5,62	-37,46
Valbom	4,38	3,09	4,00	29,2	1,29	0,39	-70,09
Total Concelho	131,92	47,52	72,53	52,6	84,40	59,39	-29,63

Fonte: Dados próprios.

Os gráficos 1 e 2, são elucidativos da evolução do permeável e do impermeável em Gondomar entre 1975 e 1995. Representam a percentagem de solo permeável e impermeável existente em cada uma das freguesias do concelho nesses anos. A comparação dos dois gráficos faz sobressair o domínio do permeável na maior parte das freguesias do concelho em 1975 (Lomba, Medas, Melres, S. Pedro da Cova, Covelo, Foz do Sousa e Jovim) em detrimento do impermeável que se destaca apenas nas freguesias mais próximas do Porto como sejam, Rio Tinto, Valbom, Baguim do Monte, Fânzeres e S. Cosme. Já em 1995, destaca-se o impermeável, de uma forma geral, em todo o concelho acrescentando-se, para além das já mencionadas em 1975, as freguesias de S. Pedro da Cova e Jovim que passam a ter uma situação contrária à que apresentavam em 1975. No entanto, as freguesias do sul do concelho permanecem com um domínio do permeável (Covelo, Lomba, Medas, e Melres). Na freguesia da Foz do Sousa, embora domine o permeável, a diferença entre este e o impermeável é pouco significativa, facto que revela o grande crescimento do espaço construído.

Quadro 42 – Componentes consideradas para o cálculo da área impermeável do concelho de Gondomar para 1975 e 1995.

Freguesias	**Área freguesia (Km2)**	Área Impermeável 1975 (Km2)				Área Impermeável 1995 (Km2)			
		Edificado	Rede Viária	Urbano	Total	Edificado	Rede Viária	Urbano	Total
Baguim do Monte	5,46	0,20	0,06	2,85	3,11	0,44	0,11	4,34	4,89
Covelo	11,17	0,07	0,08	1,67	1,82	0,10	0,10	2,28	2,49
Fânzeres	7,83	0,34	0,11	4,24	4,69	0,63	0,14	6,31	7,09
Foz do Sousa	19,07	0,22	0,13	4,89	5,25	0,42	0,22	8,74	9,38
Gondomar (S. Cosme)	11,72	0,54	0,24	6,88	7,66	0,88	0,25	9,75	10,88
Jovim	7,16	0,17	0,11	3,04	3,31	0,33	0,12	4,27	4,72
Lomba	13,69	0,10	0,05	1,66	1,81	0,15	0,15	2,08	2,38
Medas	10,47	0,11	0,10	2,03	2,24	0,17	0,11	3,38	3,66
Melres	17,34	0,13	0,07	1,90	2,10	0,25	0,12	4,17	4,53
Rio Tinto	9,49	0,74	0,18	6,37	7,28	1,09	0,18	8,73	10,01
S. Pedro da Cova	14,13	0,32	0,09	4,75	5,15	0,59	0,14	7,79	8,52
Valbom	4,38	0,28	0,09	2,72	3,09	0,39	0,09	3,52	4,00
Total Concelho	131,92	3,21	1,30	43,01	47,52	5,43	1,73	65,37	72,53

Fonte: Dados próprios.

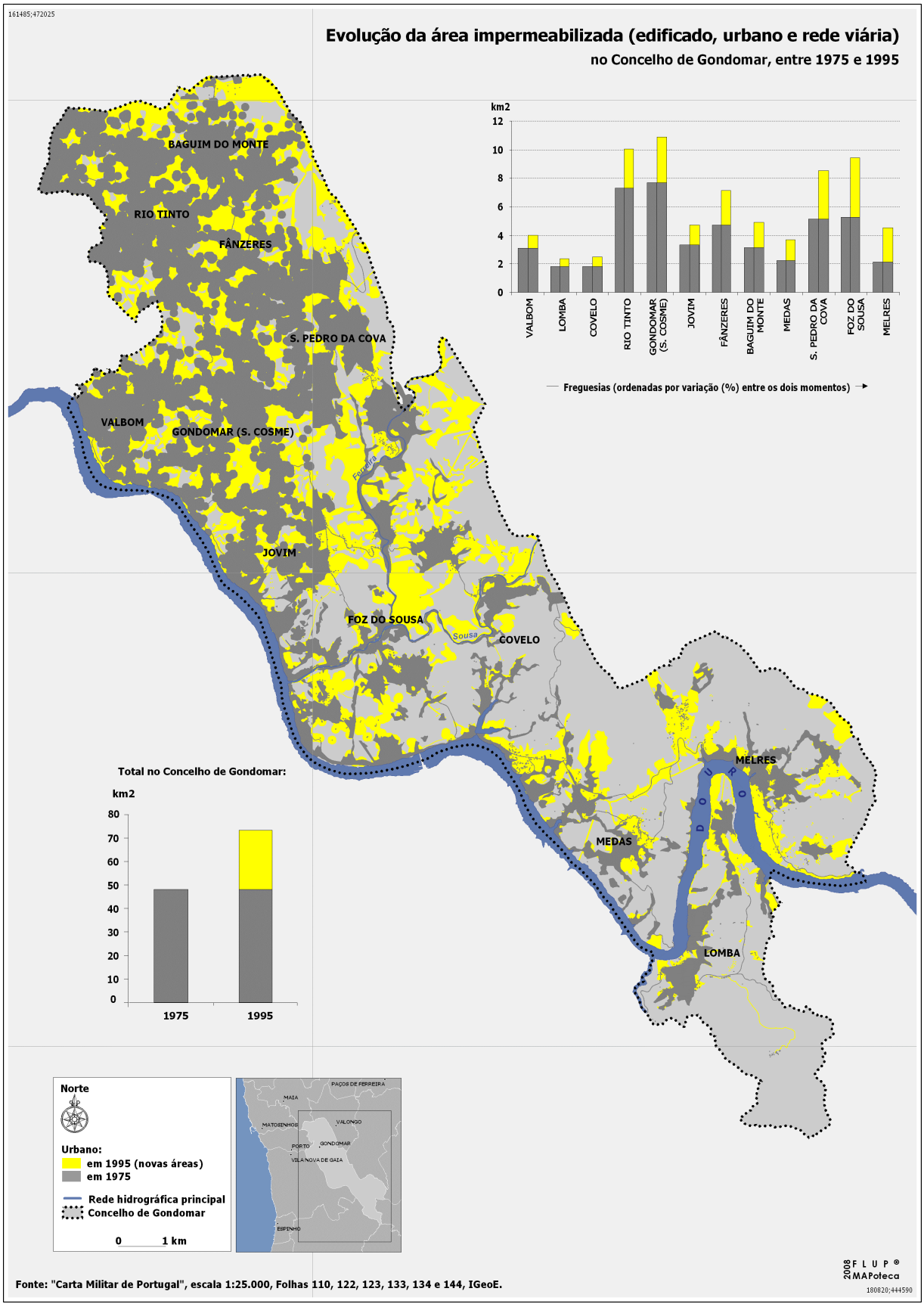


Figura 62 – Mapa de evolução da área impermeabilizada no concelho de Gondomar, entre 1975 e 1995.

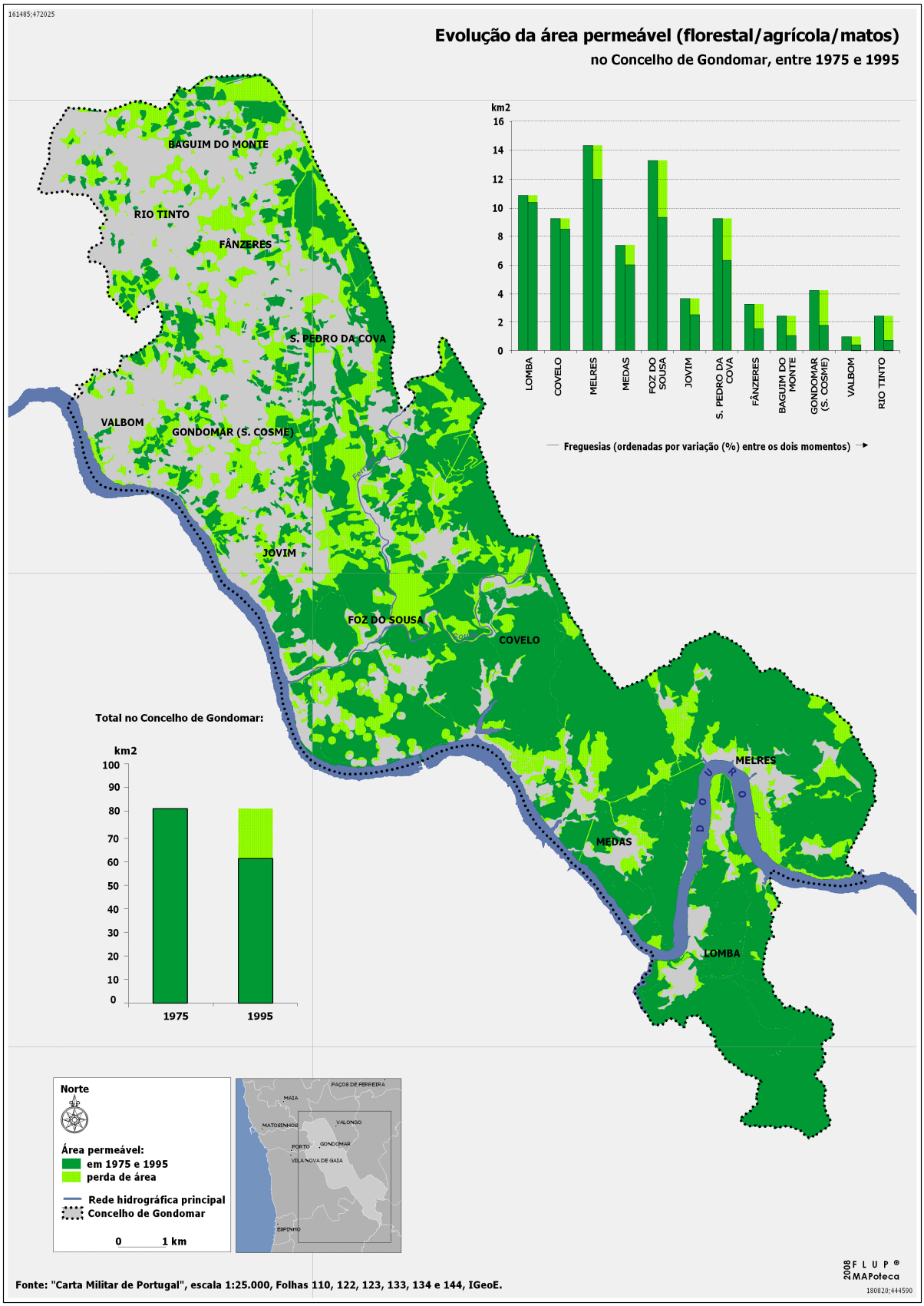


Figura 63 – Mapa de evolução da área permeável no concelho de Gondomar, entre 1975 e 1995.

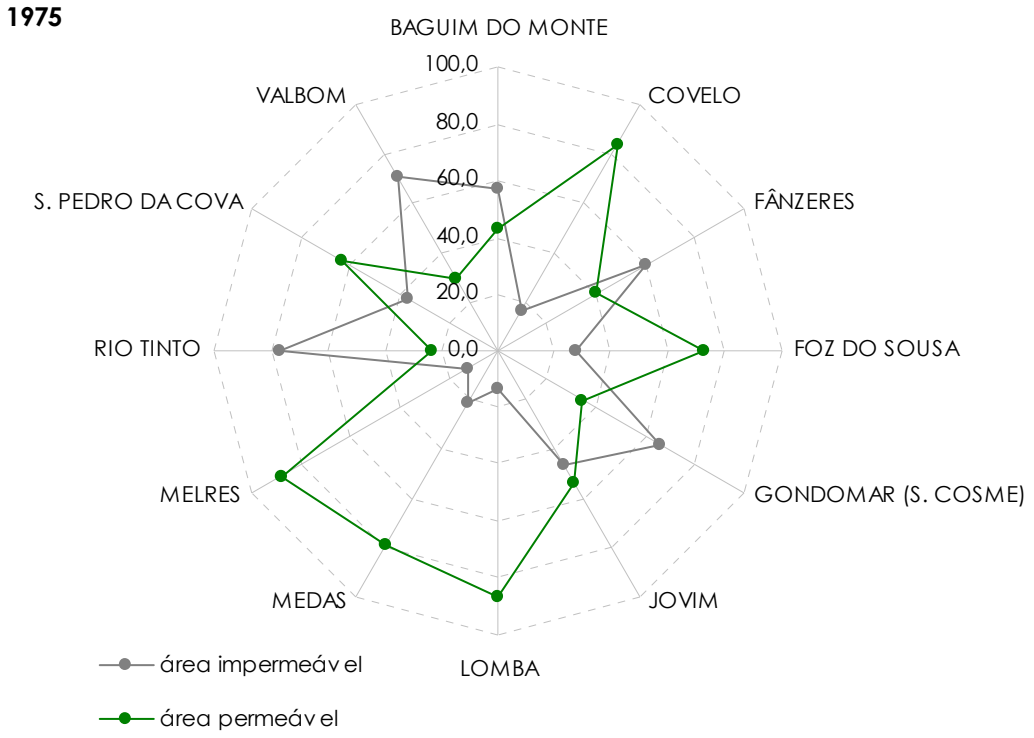


Gráfico 1 – Valor percentual da área permeável e da área impermeável em Gondomar, por freguesia, em 1975.

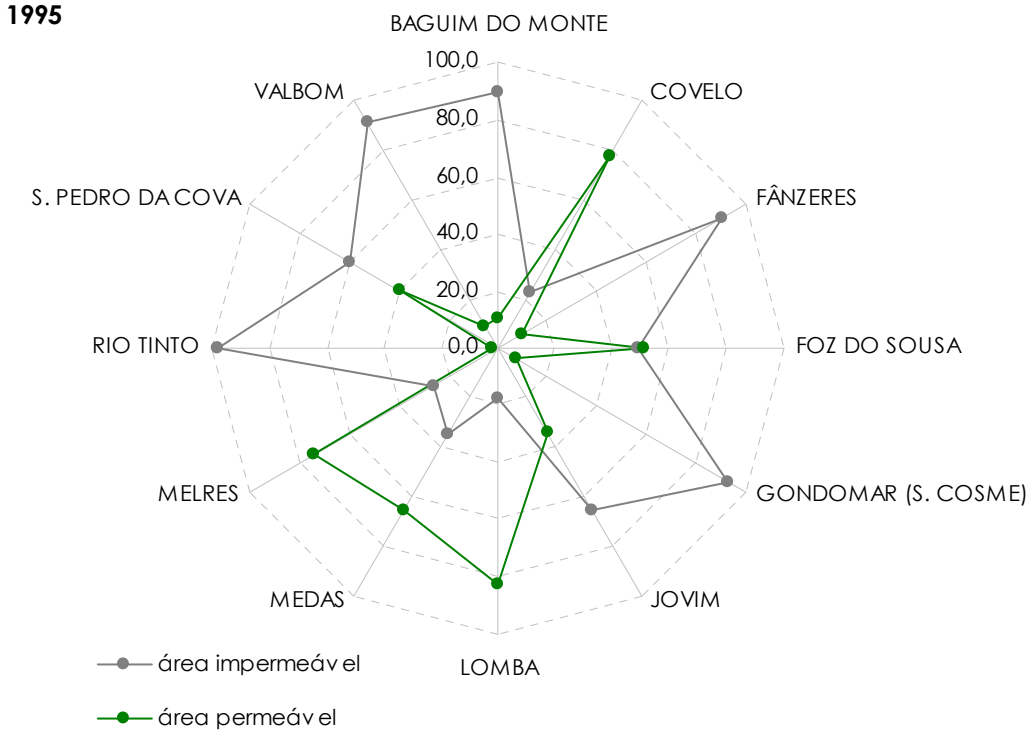


Gráfico 2 – Valor percentual da área permeável e da área impermeável em Gondomar, por freguesia, em 1995.

6.3 Considerações finais

A crescente pressão da sociedade humana pode conduzir, em certos lugares, à ocupação de solos de elevada capacidade produtiva de biomassa, por espaços construídos com diversas funções, "empurrando" a agricultura para terras de mais baixo potencial produtivo, tornando a actividade, não só, mais difícil, como também mais cara (A. L. Azevedo, 1997). A legislação existente de protecção destes solos mais produtivos, RAN, nem sempre é cumprida e, por vezes, são desafectados solos que se encontram nesta reserva ou em REN, para outros fins que não aqueles a que estavam destinados, isto é, deixam de constituir área permeável e passam a ser solos "artificializados". Gondomar não é excepção e vários casos de desafectação de terrenos, incluídos em áreas de RAN e REN, foram acontecendo. Citando apenas um exemplo, relembremos que para se fazer o entubamento do Rio Tinto, rio que dá nome à cidade, foram desafectadas áreas que integravam a Reserva Agrícola Nacional, não só para o entubamento do rio, mas também e sobretudo, para dar lugar à construção de grandes conjuntos habitacionais...

Também a este propósito, Sir John Starkey (1989), recomenda que é preciso utilizar o mínimo de solo possível para a construção de estradas e auto-estradas, dando-se preferência à manutenção e melhoramento das vias já existentes no sentido de se preservar, o mais possível, o solo. O que acontece, com frequência, na abertura de novas vias é estas cortarem explorações agrícolas, passando o empresário a ter o seu terreno dividido, com custos adicionais na produção final, por se ter que percorrer maiores distâncias entre as parcelas divididas. Normalmente, esta é uma questão que não é considerada nos Estudos de Impacte Ambiental. Para além disso, a nova via ocupa terreno com potencial agrícola que enfrenta, desta forma, um processo irreversível – a impermeabilização (A. L. Azevedo, 1997).

As áreas impermeabilizadas podem ter grande impacte nos solos circundantes por alteração dos padrões de circulação da água e aumento de fragmentação da biodiversidade e seus ecossistemas, como já fizemos referência.

Mas a substituição dos materiais naturais pelos urbanos pode provocar, também, mudanças nas características da atmosfera local. Poderá ocasionar um aumento de

temperatura nos grandes centros, fenómeno chamado de ilha de calor. A ilha de calor urbano é uma anomalia térmica, onde o ar da cidade se torna mais quente que o das regiões vizinhas. Em função das propriedades térmicas dos materiais urbanos, o calor é rapidamente absorvido durante o dia, mas facilmente libertado durante a noite. A diminuição da vegetação e de superfícies líquidas diminuem a evapotranspiração e aumentam o calor. Um outro impacte, neste caso climático, do aumento da impermeabilização do solo.

As questões de decisão quanto à prioridade a ser dada às diversas funções do solo são, efectivamente, questões associadas à gestão e ordenamento sustentado de um território. Terminamos estas considerações finais com uma das frases com que iniciamos este capítulo. Como disse Roosevelt, em 1937, "The nation that destroys its soil destroys itself"…

7. AS MINAS DE CARVÃO DE GONDOMAR. AS ESCOMBREIRAS DAS MINAS – UM EXEMPLO DE DEGRADAÇÃO DO SOLO

7.1 Aspectos gerais

As minas de carvão de Gondomar, mais concretamente as de S. Pedro da Cova, chegaram a constituir, a par da filigrana, um ex-libris do concelho. Após a desactivação das minas, ficaram no terreno as "marcas" dessa exploração mineira à espera de reabilitação tal como impõem os instrumentos legais actuais. A indústria mineira tem, reconhecidamente, apreciáveis impactes ambientais. No caso das minas de carvão, um dos principais problemas ambientais relaciona-se com os resíduos da exploração que, se não forem convenientemente depositados, podem tornar-se num problema de degradação do solo, por contaminação dos mesmos. É neste sentido que nos propomos diagnosticar o que passa nas escombreiras das minas de carvão de Gondomar e de que forma podem ser identificadas como áreas susceptíveis.

7.2 A Bacia Carbonífera do Douro e os Coutos Mineiros de Gondomar

Foi Carlos Ribeiro que, em meados do séc. XIX, deu início aos estudos de reconhecimento da Formação Carbonífera Estefaniana do Norte de Portugal e pôs em evidência as suas potencialidades económicas. Vários foram também os especialistas que se seguiram e desenvolveram estudos pormenorizados acerca da Bacia Carbonífera do Norte de Portugal. Citemos, por exemplo, os estudos efectuados por Carlos Teixeira; Artur Cândido de Medeiros; Neftali da Fonseca; Nery Delgado; João Carrington da Costa; Carlos Romariz; Cotelo Neiva; Lemos de Sousa; José Freire; António Ribeiro; entre outros.

A Formação Carbonífera Estefaniana no Norte de Portugal, estende-se ao longo de 61 Km de extensão, desde as proximidades de S. Pedro Fins, freguesia do concelho da Maia - Porto, até Covas do Rio, freguesia do concelho de S. Pedro do Sul - Viseu (fig.64 e 65) e foi objecto, a partir de 1937, de estudos em profundidade por intermédio de sondagens. Os trabalhos de reconhecimento iniciais foram precedidos de levantamentos em escala cadastral feito pelo Estado[1], excepção apenas para os 5,5 Km correspondentes ao Couto Mineiro de S. Pedro da Cova, que foram levantados pela empresa concessionária (Empresa Carbonífera do Douro).

As principais concessões, no concelho de Gondomar, que foram exploradas nesta formação, correspondem, de NW para SE, às minas de Montalto e Ervedosa, S. Pedro da Cova e Passal de Baixo e Midões.

À concessão de Montalto e Ervedosa correspondia uma área próxima dos 100 hectares mas a sua produção teria sido muito pequena, com lavras irregulares por falta de capitais, apesar da boa qualidade do carvão (C. Oliveira, 1983, p.264).

As minas de S. Pedro da Cova foram das mais importantes concessões mineiras da Bacia Carbonífera do Douro e uma das mais antigas minas de carvão exploradas em Portugal. A descoberta do carvão de pedra foi feita por um particular, Manuel Alves de

[1] Os levantamentos foram feitos pelo Instituto Geográfico e Cadastral e pelos Serviços de Fomento Mineiro da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos.

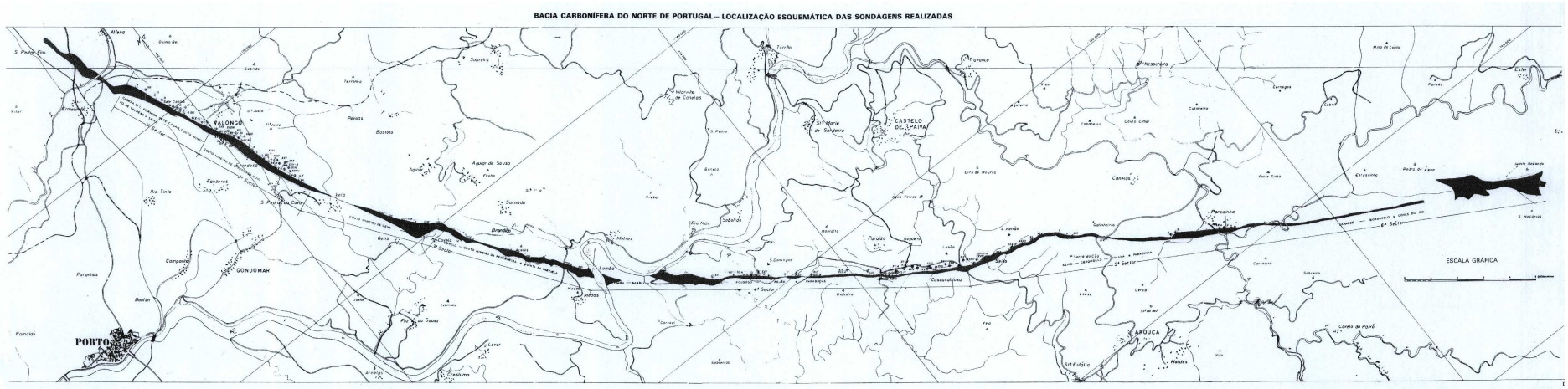


Fig. 64 – Formação Carbonífera Estefaniana do Norte de Portugal. Estende-se desde a Maia até Viseu.

Fonte: J. Freire (1981)

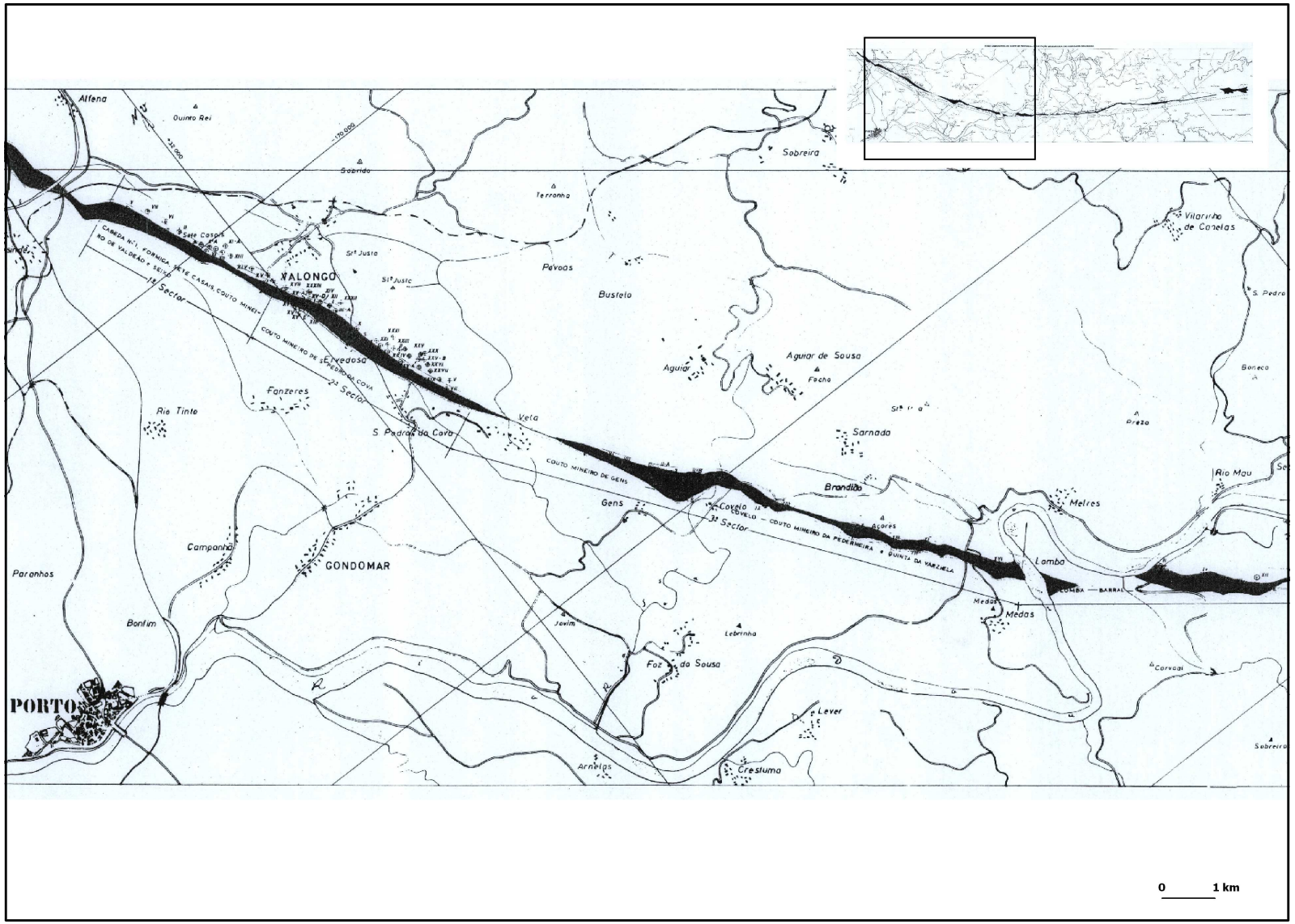


Fig. 65 – Bacia Carbonífera do Douro que atravessa o concelho de Gondomar.

Fonte: J. Freire (1981)

Brito, em 1795, no sítio do Enfeitador, em Ervedosa, na freguesia de S. Pedro da Cova. É Manuel Alves de Brito que inicia a sua exploração na propriedade do Padre Manuel Dias, mas, após o primeiro ano, quando o governo foi informado da boa qualidade do carvão, logo se apressou a determinar a cassação da licença de exploração. O primeiro período de administração da mina, que durou até 1804, correspondeu a trabalhos muito irregulares mas, nos períodos que se seguiram, apesar de se aumentar a produção, os processos de lavra e transporte não se aperfeiçoaram. Venceslau de Lima, em 1892 (C. Oliveira, 1983, p. 265;266), refere-se a esta situação como "... o triste quadro de exploração de uma mina portuguesa, rica, antiga e produtiva. (...) O carvão continua a sair em carros de bois (...) e vai abastecer as cozinhas burguesas do Porto, frigir ovos e batatas. É o seu *debouché*."

A mina do Passal de Baixo ficava situada a SE da mina de S. Pedro da Cova e, apesar do seu carvão ter chegado a fazer concorrência, no mercado do Porto, ao carvão de S. Pedro da Cova, os trabalhos de lavra que lá se fizeram foram considerados de pouca importância, tendo atingido uma extensão horizontal máxima de apenas 180 metros e uma profundidade de 105 metros. Uma das causas apontadas para o fraco desenvolvimento desta mina foi os sucessivos embargos judiciais postos pela mina de S. Pedro da Cova (C. Oliveira, 1983, p. 276).

As minas de Midões, por último, ficavam situadas, quer no lugar de Gens, da freguesia de Foz do Sousa, quer no lugar de Midões, da freguesia de Covelo. Foram aquelas que, a seguir às minas de S. Pedro da Cova, mais se desenvolveram. Em 1916, a Empresa Mineira do Carvão de Midões, Lda, mandou construir casas para a Direcção, oficinas e armazéns, mandou abrir novos poços e construiu um caminho-de-ferro para transporte dos carvões (C. Oliveira, 1983, p. 280). Algumas dessas obras são, ainda hoje, visíveis, embora em estado bastante degradado.

O sector de S. Pedro da Cova-Midões foi, sem dúvida, aquele sobre o qual incidiu a maior concentração de perfurações caracterizadas por J. Freire (1981) quando do estudo da Bacia Carbonífera do Norte de Portugal.

7.3 As formações geológicas e a tectónica do jazigo de S. Pedro da Cova

As camadas mais antigas e presentes na Bacia Carbonífera do Douro dizem respeito ao soco ante-vestefaliano que compreende formações diversas de idades heterogéneas, às quais cabe, actualmente, a designação de *Complexo xisto-grauváquico ante-ordovícico, incluindo séries metamórficas derivadas*. Em S. Pedro da Cova, propriamente, o *Complexo* faz contacto por falha, não com o Vestefaliano mas com o Estefaniano, após larga lacuna do Ordovícico, do Silúrico e do Devónico (J. Freire, 1981, p. 22). No sector setentrional, zona de Montalto, o *Complexo* é constituído, petrograficamente, por rochas cristalofílicas (filádios, micaxistos e gneisses) e no sector meridional por xistos francamente argilosos, pregueados e com leitos de quartzitos intercalados.

A granitização que deu origem aos granitos do Porto, metamorfizou estes depósitos xistentos dando origem a auréolas migmatíticas. Os depósitos carboníferos originaram-se após ter ocorrido quer a granitização, quer a formação do anticlinal de Valongo, bem como a perfuração das camadas xistentas do Silúrico pelos quartzitos do Ordovicico. Os depósitos do Vestefaliano e Estefaniano ocorreram a ocidente do anticlinal de Valongo, numa depressão ladeada, por um lado, pelo próprio anticlinal e, por outro lado, pelo maciço xisto-gneissico. Nessa depressão, que fora antes ocupada pelo mar devónico, surgiu uma vasta região pantanosa onde se desenvolveu abundante vegetação de lepidófitas, calamites, pteridóspermicas, etc (C. Costa e J. Teixeira, 1957). Esta vegetação soterrada deu origem aos leitos de carvão que constituem a Bacia Carbonífera do Douro.

É de referir que, mesmo durante o Carbónico, se manifestaram acções orogénicas que, não só, dobraram e comprimiram os depósitos Vestefalianos e Estefanianos, como também fizeram tombar para ocidente o anticlinal de Valongo, provocando uma sobreposição das camadas silúrico-devónicas relativamente às do Carbónico. O próprio anticlinal, cedeu à acção destes movimentos falhando e provocando fenómenos de deslizamento e estiramento de camadas. As camadas silúrico-devónico-carbónicas, apertadas de encontro ao maciço granítico, parecem ter sido cavalgadas pelo anticlinal na zona de contacto.

J. Freire, analisando estudos diversos e pormenorizados, considera o Estefaniano do jazigo carbonífero de S. Pedro da Cova dividido em duas formações: uma mais antiga (Estefaniano médio inferior) e outra mais moderna (Estefaniano médio superior). Os afloramentos do Estefaniano estão alinhados na direcção geral NW-SE e formam duas faixas: uma oriental, que corresponde à formação mais antiga (Estefaniano médio inferior) e outra ocidental que é uma formação mais moderna (Estefaniano médio superior). A faixa oriental, por sua vez, apresenta três descontinuidades enquanto que a faixa ocidental é praticamente contínua apesar das suas formações estarem deslocadas por falhas transversais (fig. 66).

Baseados nos cortes transversais das sondagens efectuadas em várias campanhas realizadas no jazigo e na sua relacionação longitudinal, foi possível delimitar quatro sub-bacias na bacia carbonífera do couto mineiro de S. Pedro da Cova (fig.66). As sub-bacias A; B e C correspondem às descontinuidades encontradas na faixa oriental e a sub-bacia D, que corresponde à faixa ocidental, foi praticamente a única a ter sido explorada. A característica estrutural fundamental que distingue a bacia carbonífera de S. Pedro da Cova relativamente à do Pejão, consiste nesta repartição do carbónico em sub-bacias, cerradas em dobras falhas entre intercalações silúricas.

A bacia carbonífera que se insere nos limites do Couto mineiro de S. Pedro da Cova, apresenta uma extensão de 4 Km e larguras que oscilam entre 10 a 330 metros (J. Freire, 1981, p. 34). Nos seus estudos sobre esta bacia carbonífera, e por conveniência de seriação e referenciação, J. Freire divide-a em três sectores: um setentrional que compreende as minas de Montalto e Ervedosa, um outro central que corresponde à área do Poço Fátima e ao Poço de S. Vicente e, finalmente, o sector meridional que corresponde à mina do Passal de Baixo.

Os recursos de Portugal de carvões são fracos e os carvões existentes sempre foram considerados como um combustível pobre. Na Bacia Carbonífera do Douro, os carvões – antracites – tinham uma composição bastante variável, com elevada percentagem de cinzas e uma notável percentagem de enxofre (M. Guedes, 2001). Os valores médios percentuais para os carvões de S. Pedro da Cova eram: matérias voláteis 3,5%; carbono 65,1% e cinzas 27,5%. O poder calorífico era de cerca de 5800 Cal.

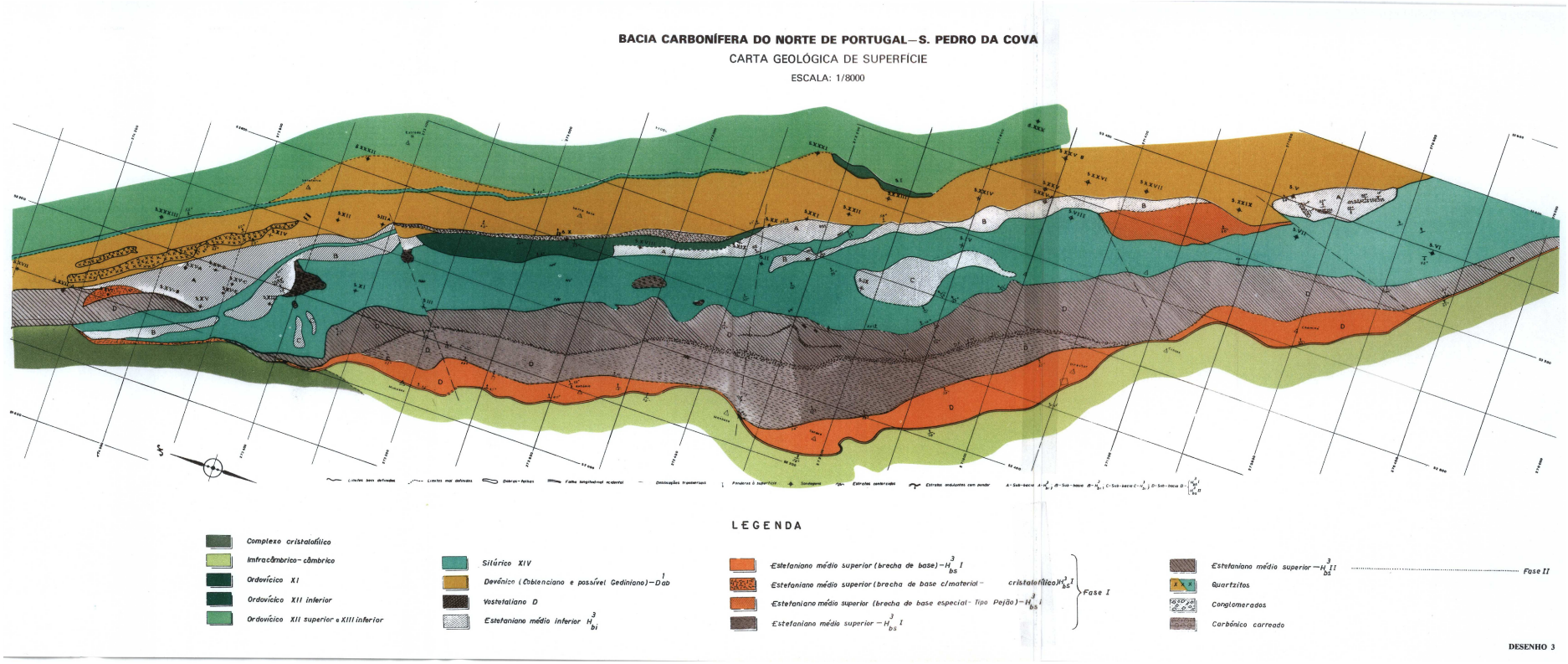


Fig. 66 – Bacia Carbonífera do Norte de Portugal – S. Pedro da Cova.

Fonte: J. Freire, 1981

7.4 Impacte ambiental da exploração mineira

A indústria mineira tem, reconhecidamente, apreciáveis impactes ambientais. No caso das minas de carvão, um dos principais problemas ambientais relaciona-se com os resíduos da exploração que, se não forem convenientemente depositados, podem originar contaminação de solos e aquíferos. O problema dos resíduos assume hoje um carácter universal e está na agenda política das questões ambientais.

As rochas estéreis provenientes de actividade extractiva depositam-se, geralmente, em montes que constituem as escombreiras. As escombreiras são, então, locais de acumulação de resíduos de actividade extractiva passada - escombreiras abandonadas, e desencadeiam impactes ambientais diversos nas unidades territoriais onde se situam. A escolha de um local para o dimensionamento e construção de uma escombreira deve-se basear, entre outros, em critérios de natureza técnica, económica, ambiental e socioeconómica. Para a construção de uma escombreira, para além dos critérios referidos, é preciso ter em atenção vários factores, tais como: o local de implantação; a dimensão e forma das escombreiras; informação sobre as características geotécnicas dos materiais que constituem a base do depósito e o método e sistema de construção da escombreira (IGM, 1999). Relativamente à selecção da área de implantação da escombreira é necessário ter em conta a distância de transporte desde a exploração até à escombreira, a capacidade de armazenamento necessária, as alterações que se podem produzir sobre o meio natural e as restrições ecológicas existentes na área onde a escombreira é implantada.

A dimensão das escombreiras está dependente do volume de estéril que é preciso retirar para a extracção do minério. O tipo de escombreiras mais frequente é as exteriores, das quais se destacam os seguintes tipos: em vale; em flanco de encosta e em altura. O método mais utilizado de construção de escombreiras é o da construção livre que se caracteriza por apresentar um talude coincidente com a inclinação máxima que permita a estabilidade dos taludes. Embora seja o método mais utilizado, apresenta-se como o mais desfavorável do ponto de vista geotécnico.

A observação do terreno de implantação das escombreiras no jazigo de S. Pedro da Cova, leva-nos a acreditar que o método de construção de escombreiras mais

utilizado, isto é, o da construção livre, teria sido o método escolhido. Recuando no tempo, fácil será perceber que o critério ambiental não seria aquele que mais preocuparia as empresas mineiras quando da construção das escombreiras. A consciência ecológica relativamente aos impactes ambientais provocados pela actividade mineira ainda não estava alicerçada e, por isso, a questão não obtinha muita atenção. Em Julho de 2004[2], a Direcção Regional de Ambiente do Norte (DRAN), admitiu impor a impermeabilização de 100 mil toneladas de resíduos depositados no antigo perímetro mineiro de S. Pedro da Cova, por se suspeitar que esses resíduos estariam a contaminar poços locais e o rio Ferreira. Os resíduos depositados nas escombreiras do Alto do Gódeo, em 2001, em zona de reserva ecológica e próxima dos principais equipamentos sociais e desportivos de S. Pedro da Cova (campo de futebol e piscinas), eram escórias do forno Siderúrgico da Maia – Siderurgia da Maia, que foram depositadas nas escombreiras sem que antes se tivesse procedido a uma impermeabilização do solo (foto 4). Foram detectados níveis elevados de contaminação de chumbo e cádmio nas águas locais. Esta situação foi levada a público por forças políticas locais que pretendiam esclarecer e resolver esta situação de grave impacte ambiental local. Alertada para tal, a DRAN, iria confirmar a gravidade da situação e, sendo esta comprovada, obrigaria a empresa que realiza a recuperação ambiental das escombreiras a impermeabilizar os resíduos.



Foto 4 – Aterro junto à escombreira do poço de S. Vicente (Out. 2007). (C. Ferreira)

[2] http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=1333&print=1

A 31 de Outubro de 2007, foi encontrada em autocombustão a escombreira junto ao poço de S. Vicente. A referida escombreira encontra-se neste estado há, pelo menos, 3 anos, segundo informação da Protecção Civil de Gondomar. Crê-se que o início da combustão se deveu ao incêndio de 2005 que ocorreu na área. Segundo informação dos Serviços de Protecção Civil, o monte de escombreiras tem vindo a abater significativamente. Sob a designação de subsidência, englobam-se vários processos com uma componente principal de deslocação vertical que, embora sendo, sobretudo, aplicado ao abatimento e/ou colapso das cavidades resultantes da lavra mineira, parece-nos também ser possível aplicar o referido termo ao fenómeno de abatimento da escombreira, já que este resulta das características da distribuição de tensões no interior do material rochoso que, devido à combustão, vai criando vazios para onde se deslocam os materiais rochosos supra ou adjacentes (L. Rodrigues, 2001).

A combustão evoluiu bastante desde há, pelo menos seis meses. A área de coberto vegetal queimado vai aumentando (foto 5), sem ocorrência de incêndio, o que significa que as raízes das espécies se vão queimando no interior do solo, que vai ardendo e consumindo as escórias provocando o abatimento da escombreira. Tal situação constitui, não só, um sério risco ambiental, como também um perigo eminente para a área em questão, uma vez que a autarquia não possui informação precisa da área coberta por escórias da mina e, novas construções teriam sido já edificadas em terrenos que poderão assentar nessas escórias. Refira-se que muito perto destas escombreiras está o complexo desportivo de S. Pedro da Cova – campo de futebol e piscinas (foto 6).
A continuação de tal situação poderá constituir um perigo de colapso da referida escombreira podendo provocar danos irreparáveis.

Na escombreira em autocombustão o fumo eleva-se no ar vindo do interior do solo, a temperatura do solo é elevada e as fendas que se abrem no terreno são autênticos "fornos" que, atendendo à fragilidade do material, podem tornar o terreno movediço e consumir, literalmente, quem por lá passa (fotos 7 a 10).



Foto 5 – Aspecto geral da escombreira onde é possível ver a vegetação queimada e as fendas na vertente resultantes da combustão e acentuadas por erosão hídrica e deslizamentos de materiais. (C. Ferreira)



Foto 6 – Vista do complexo desportivo de S. Pedro da Cova, tirada da vertente da escombreira. (C. Ferreira)



Foto 7 – Escombreira em autocombustão (Outubro de 2007), junto à mina de S. Pedro da Cova. (C. Ferreira)



Foto 8 – Por baixo da camada superficial, o solo encontra-se em combustão. (C. Ferreira)



Foto 9 – Fendas no solo evidenciam a combustão interna da escombreira. As temperaturas altas que se sentiam não permitiam uma maior aproximação da fenda no solo. (C. Ferreira)



Foto 10 – Os fumos que se libertam do solo deixam antever que a escombreira está em combustão, em profundidade. (C. Ferreira)

As manchas amarelas na parte superficial do solo (foto 11), evidenciam a presença de enxofre. Como a combustão de carvão origina níveis elevados de óxidos de azoto (NOx) e dióxido de enxofre (SO_2), devido à presença de azoto e de enxofre no

combustível, são necessárias medidas para minimizar a sua formação e consequente emissão (P. Abelha, 2005).

É de salientar que, já em 1930, no *Estudo geológico da nascente de águas minero-medicinais do lugar de Rossamonde, freguesia de Valbom, concelho de Gondomar*, Mendes da Costa, referindo-se à analogia química entre as águas de Rossamonde e as águas de Cransac (França), faz referência à grande quantidade de enxofre que ambas contêm por se encontrarem, as duas, em regiões de carvão sulfuroso (C. Oliveira, 1983, p. 244).

Nesse mesmo estudo, Mendes da Costa, faz referências importantes relativamente a terrenos em combustão e/ou "incêndios dos quais um durou 12 ou 14 anos", bem como às águas meteóricas que, "infiltrando-se no terreno em combustão, lavaram-no e carregaram-se de princípios minerais, que comunicaram à água a qualidade que esta apresenta" (C. Oliveira, 1983, p. 252).



Foto 11 – As manchas amarelas na superfície do solo evidenciam a presença de enxofre. (C. Ferreira)

Sabemos o quão importante é a redução de emissões de dióxido de carbono, óxidos de azoto e enxofre para a atmosfera. Os agentes decisores do planeamento e ordenamento do território têm, para estas áreas, de encontrar medidas eficazes para a mitigação deste problema. Esta área poderá constituir um "hotspot" de intervenção.

Em 2007, para além da escombreira de S. Pedro da Cova, encontravam-se também em autocombustão, uma escombreira no perímetro mineiro de Midões e uma outra na freguesia da Lomba, onde se encontra o limite meridional da faixa carbonífera de Gondomar (fig. 67). Quando o proprietário do terreno onde esta última se encontrava, se preparava para a lavra, encontrou o solo a arder... tendo, de seguida, dado conhecimento do facto à Protecção Civil da Autarquia. A escombreira de Midões, ainda se encontrava em combustão em Agosto deste ano. Em Outubro já a combustão parecia extinta nas duas escombreiras, permanecendo apenas, em autocombustão, a escombreira de S. Pedro da Cova, atrás referida.

A autocombustão das escombreiras acentua, necessariamente, os processos de erosão hídrica, os movimentos de vertente e a lixiviação dos resíduos minerais com a consequente formação de águas ácidas.

Recentemente, a divulgação pela imprensa da situação de algumas minas abandonadas, tem ampliado a sensibilidade pública para as práticas da indústria. O Programa de recuperação de minas abandonadas pode ter um impacte muito positivo na correcção desta imagem, ao devolver à comunidade, devidamente requalificados, sítios que eram exemplo de degradação ambiental, paisagística e humana.

O Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP), que figura no Dec. Lei nº 270/2001, de 6 de Dezembro (no caso das minas, esta obrigação decorre do disposto no Dec. Lei nº 88/90, de 16 de Março), é o documento técnico constituído pelas medidas ambientais e pela proposta de solução para o encerramento e recuperação paisagística das áreas exploradas. O termo ***recuperação***, como é usado no contexto mineiro, tem uma aplicação lata, e os seus principais objectivos incluem a estabilização do terreno, a garantia de segurança da população, a melhoria estética e a devolução do espaço para algo considerado, dentro do contexto regional, um propósito útil.

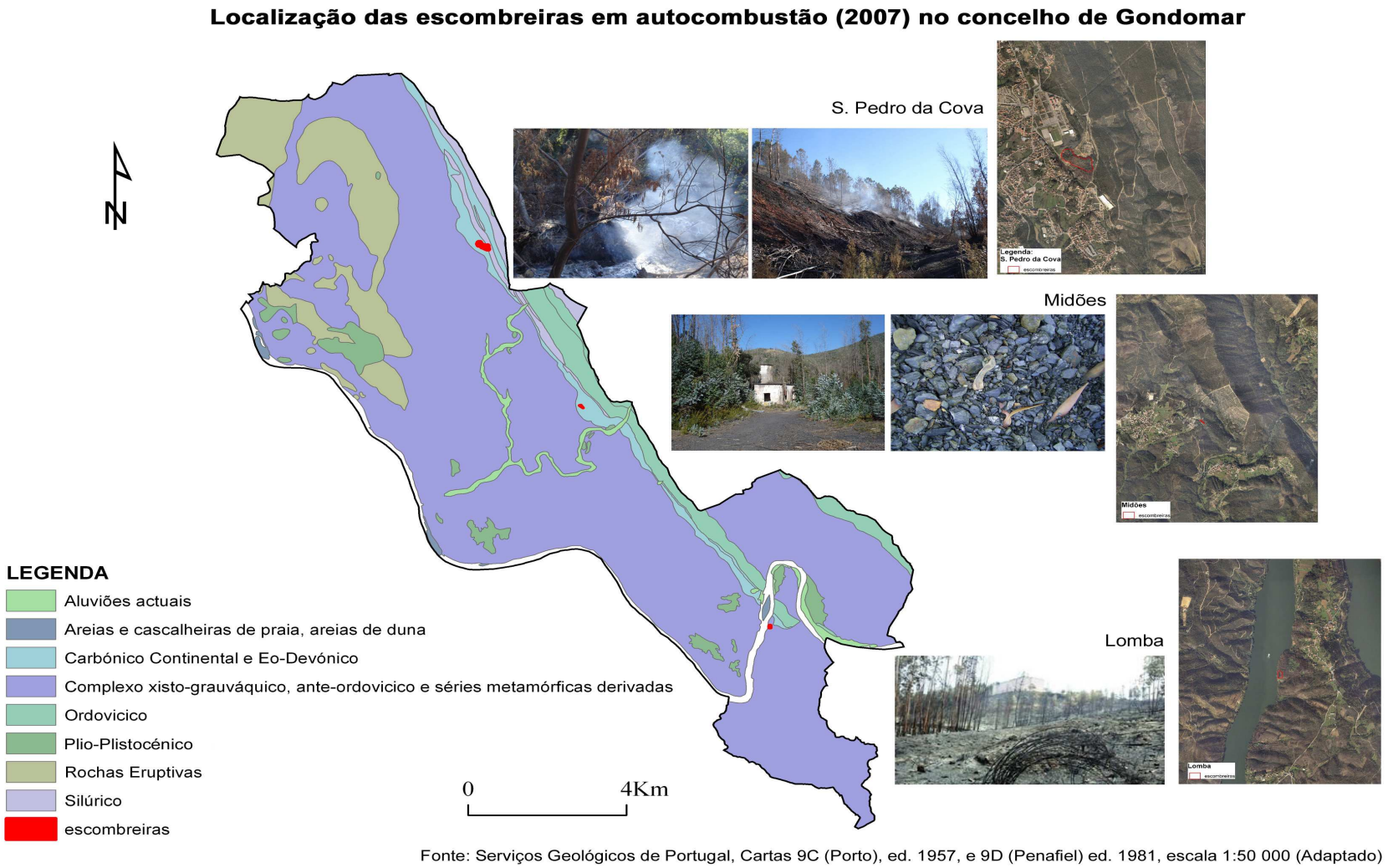


Fig. 67 – Localização das escombreiras em autocombustão em 2007, no concelho de Gondomar.

Existem diferentes modelos de ***recuperação*** que podem ser agrupados em três tipos, designadamente, a ***restauração***, a ***reabilitação*** e a ***reconversão*** (M. Bastos e I. Silva, s/data). Enquanto que a ***restauração*** tem por objectivo devolver o estado original removendo a causa da degradação, a ***reabilitação*** pressupõe uma recuperação das funções e processos naturais dentro do contexto da perturbação, ou seja, assume a afectação produzindo um ecossistema alternativo compatível com a envolvente, cuja recriação se pode aproximar, em maior ou menor escala, do estado ideal (situação clímax). Já a reconversão, visa a utilização do espaço afectado para outros usos, distintos dos originais, ou seja, substitui o ecossistema autóctone, não obrigando, necessariamente, à revegetação das áreas.

A recuperação paisagística do antigo couto mineiro de S. Pedro da Cova está ainda longe de ser feita (foto 12 a 14). Refira-se, no entanto, que a Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM) tem um projecto para o poço de S. Vicente, intitulado "Projecto e Obra da Antiga Mina de S. Pedro da Cova", cujo período de intervenção está planificado para 2008-2013, apresentando como actividades previstas:

- a defesa e protecção de património edificado relevante;
- consolidação de escombreiras;
- modelação parcial da corta.

Não parece haver, nesta empresa, qualquer outro projecto que faça referência à requalificação paisagística quer dos restantes poços que faziam parte do antigo Couto Mineiro do concelho de Gondomar, quer das lagoas contaminadas que se encontram próximas destes poços (foto 15).



Foto 12 – Aspecto actual (2006) da mina de S. Pedro da Cova (Poço de S. Vicente). (C. Ferreira)



Foto 13 – Aspecto actual (2007) da mina de Midões. (C. Ferreira)



Foto 14 – Aspecto actual (2007) da estrutura mineira de Midões. (C. Ferreira)



Foto 15 – Lagoas contaminadas junto à mina de Midões. (C. Ferreira)

A reabilitação mais comum dos espaços afectados pela indústria mineira assenta na revegetação das áreas afectadas com a vegetação pré-existente, especialmente quando esta era constituída por pinhais ou eucaliptais, permitindo, na melhor das hipóteses, a sua posterior utilização como floresta de produção. Assiste-se, assim, a uma monotonia de soluções de recuperação paisagística, com reduzido valor acrescentado, limitando-se a repor, por vezes deficitariamente, a situação anterior. É o que parece ter acontecido com os montes de escombreiras resultantes da actividade extractiva de S. Pedro da Cova. As escombreiras estão hoje revestidas de espécies arbóreas do tipo *Pinus pinaster* e *Eucalyptus globulus*.

As formas de reabilitação de áreas afectadas dependem das condições biofísicas locais, dos padrões de ocupação do território e da história local, dos Planos de Ordenamento do Território vigentes e, mesmo, das expectativas criadas para a região pela promoção de políticas de âmbito regional ou mesmo nacional.

O que está em causa tanto pode ser um projecto de um campo de golf, como um parque urbano, uma exploração agrícola, um refúgio para aves migratórias ou a musealização de uma antiga mina...

A reconversão dos espaços afectados por actividades mineiras pode constituir uma solução inovadora com claras mais valias económicas, ambientais ou mesmo sócio-culturais para o local explorado e pode mesmo implantar um projecto que contribua para o desenvolvimento sustentável de toda a região em que se enquadra.

Até aos anos 60 não se deu muita atenção à necessidade de se adoptarem medidas ecológicas minimizadoras do impacte ambiental provocado pela actividade industrial, em geral e pela actividade mineira, em particular. Mas o caso de Aberfan (País de Gales), ocorrido em 1966, veio despertar consciências sobre a perigosidade da actividade mineira, mais concretamente, sobre a necessidade de se proceder à estabilização das acumulações de resíduos resultantes da actividade extractiva.

No dia 21 de Outubro de 1966, pelas 9:15 h, a escombreira de resíduos de carvão da mina local (National Coal Board - NBC), colapsou e deslizou pela Merthyr Mountain, destruindo 20 casas e uma quinta antes de demolir a Escola Primária de Pantglas e uma parte da Escola Secundária que se encontrava anexa. A catástrofe foi imensa... num total de 144 mortos, 116 eram crianças, a maior parte delas com idades compreendidas entre 7 e 10 anos. A empresa NBC foi considerada, em tribunal, responsável pelo acidente devido a ignorância, inaptidão e falha de comunicação por se ter provado ser conhecedora da instabilidade da escombreira. O colapso foi originado pela saturação dos materiais finos que deslizaram pela montanha abaixo (figura 68).



Figura 68 – O desastre de Aberfan (País de Gales) a 21 de Outubro de 1966.

É a partir desta altura que, nos países mais desenvolvidos e industrializados, sobretudo da Europa e da América do Norte, tomando-se consciência da gravidade deste tipo de questões, se dá início a medidas tendentes a diagnosticar as situações de potencial perigosidade e a aplicar soluções de controlo e de contenção e/ou eliminação do impacte ambiental, ao mesmo tempo que se foi criando e aplicando legislação cada vez mais exigente.

Em 1969, no Reino Unido, o Grupo de Investigação de Geoquímica Aplicada do Imperial College of Science and Technology, liderado pelo Prof. John Webb, publicou o Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales, importante documento que veio a constituir um instrumento determinante e revelador das potencialidades de aplicação da cartografia geoquímica regional, não só à prospecção mineira e industrial, mas também à resolução de problemas de poluição mineira e industrial, com incidência na agricultura, silvicultura, pecuária, pescas e saúde pública (J. Santos Oliveira, 1997).

Uma das tendências actuais de investigação dos países escandinavos (Suécia, Noruega e Finlândia), está a ser dirigida para o desenvolvimento de projectos integrados abrangendo disciplinas das Geociências e da Medicina (Geomedicina), visando investigar os efeitos de elementos químicos nocivos, em áreas em áreas com determinadas características geológicas, mineiras e industriais, na saúde das populações e na possível incidência de certas doenças. Constituem exemplos concretos, os estudos efectuados sobre o bromo e o iodo em solos e cereais, a deficiência de flúor em águas, os efeitos tóxicos dos metais pesados na alimentação, etc.

A exploração de carvão pode ocasionar situações de sério impacte ambiental de natureza química, quer nos solos quer na água, na medida em que esta matéria prima e as próprias rochas que lhe estão genética e espacialmente associadas, podem ser portadoras de elementos traço perniciosos, em quantidades, por vezes, significativas (As, Sb, V, Cd, Cr, Ni, Co, U, etc.), embora alguns destes elementos possa ser removido por precipitação electroestática.

Nos últimos anos, diversas obras têm sido publicadas aprofundando matérias relacionadas com a geoquímica ambiental, a toxicidade dos elementos químicos, a hidroquímica e a manutenção da qualidade dos recursos hídricos, a modelagem dos

sistemas ambientais, a bioquímica, a geomedicina, etc., contudo, estas surgem com maior profusão a partir da década de 80, facto que coincide não só com a maior consciencialização ecológica e ambiental, mas também com a noção, cada vez mais sustentada, de que a duração dos efeitos da poluição mineira pode atingir centenas de anos. Ao mesmo tempo, começa a estar disponível uma vasta gama de possibilidades no que diz respeito à aplicação de medidas de mitigação-remediação das situações. Existe hoje, em Portugal, um acervo razoável de informação científica e técnica orientada para o estudo do impacte ambiental da actividade mineira (Aires-Barros, 1983; Barradas, 1992; Canto Machado, 1994; Dinis da Gama, 1995; Ferreira da Silva et al, 1995; Machado e Oliveira, 1993; J. Neves et al, 1996; L. Rodrigues, 2001). No contexto dos Programas de Investigação das Comunidades Europeias, a Empresa carbonífera do Douro desenvolveu um projecto procurando estudar os fenómenos de subsidência da superfície verificados na área degradada da mina de Germunde (Pejão).

Um estudo desenvolvido pelo Centro Regional de Saúde Pública do Norte, com base nas notificações confirmadas pelo Centro Nacional de Protecção Contra os Riscos Profissionais, revela que a silicose é a doença que mais afecta os trabalhadores do distrito do Porto. Entre 1998 e meados de 2004, foram detectados 2003 casos de doenças ocupacionais[3]. Destes, 491 casos eram doentes com silicose, uma doença pulmonar que pode conduzir à morte, representando 85% das doenças respiratórias apuradas. A maior prevalência de doenças profissionais foi encontrada em indivíduos com actividade nas indústrias extractivas, nomeadamente pedreiras, construção civil e metalomecânica. É precisamente nestes dois primeiros sectores económicos que os trabalhadores mais ficam expostos a poeiras e, por isso, mais vulneráveis à doença. A silicose é uma doença respiratória que pode levar duas décadas a manifestar-se.

A exploração do couto mineiro de S. Pedro da Cova encerrou na década de 70 e a origem dos trabalhadores foi, obviamente, diversa. Embora sabendo da existência de inúmeras pedreiras no distrito do Porto, podemos, eventualmente, conjecturar, que alguns destes casos possam também estar relacionados com a exploração mineira da bacia carbonífera do Douro, ou seja, dos 491 casos de silicose detectados, podem

[3] http://dn.sapo.pt/2005/01/10/pais/silicose_principal_doenca_trabalho.html

constar alguns antigos trabalhadores das minas de carvão em S. Pedro da Cova – Gondomar e Pejão – Castelo de Paiva.

A silicose é uma forma de pneumoconiose[4] causada pela inalação de finas partículas de sílica cristalina e caracterizada por inflamação e cicatrização em forma de lesões nodulares nos lóbulos superiores do pulmão. Provoca, na sua forma aguda, dificuldades respiratórias, febre e cianose. Pode ser confundida com o edema pulmonar, pneumonia ou tuberculose. Foi identificada pela primeira vez por Ramazzini, em 1705[5].

Para além da caracterização das situações e da identificação de locais mais susceptíveis ao desencadeamento de riscos, há que equacionar e investigar sobre as medidas remediadoras que possam mitigar e/ou eliminar as possíveis situações nefastas deste tipo de actividade mineira. Parece-nos, pois, que, entre os diferentes tipos de soluções apontadas para o efeito, se possam destacar para o caso das minas de carvão abandonadas, aquelas que envolvam estudos de engenharia e geotecnia - no sentido de promover a estabilidade e permeabilidade das escombreiras, bem como a cobertura e impermeabilização dos resíduos com membranas especiais, solo ou cimento – e aquelas que envolvam estudos de bioremediação (dimensionamento e instalação de "wetlands").

A actividade mineira no país provocou e continua a provocar, impactes no meio ambiente envolvente, particularmente de natureza química, traduzindo-se esse processo por desequilíbrios no balanço químico natural. O tipo e grau de contaminação química no meio amostral (solo, sedimentos, águas) varia com a situação em análise, obrigando a que os estudos metodológicos se devam fazer caso a caso.

---

[4] Pneumoultramicroscopicossilicovulcanoconiose é uma doença rara causada pela aspiração de microscópicas partículas de cinzas vulcânicas. A palavra actual e resumida para tal enfermidade é pneumoconiose. Pneumoultramicroscopicossilicovulcanoconiótico é o nome do portador da doença, sendo esta a maior palavra da língua portuguesa, com 46 letras. A palavra ganhou registo oficial pela primeira vez em 2001, no Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.

[5] http://pt.wikipedia.org/wiki/Silicose

8. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À DEGRADAÇÃO DO SOLO NO CONCELHO DE GONDOMAR

O conceito de *susceptibilidade* e *área susceptível* que passaremos a adoptar, e cujo significado discutimos no II Capítulo – ponto 6, refere-se ao processo natural em si mesmo. Trata-se portanto, de observar a potencialidade de um evento poder causar transformação no meio físico, independentemente das suas consequências para a actividade humana.

Ao diagnosticar situações de degradação do solo face a sistemas de uso específico, pretendemos poder identificar áreas do concelho mais susceptíveis a essa degradação do solo, no sentido de se apoiar os órgãos de decisão a fazer uma gestão mais sustentada do território – finalidade do nosso estudo. A identificação de áreas susceptíveis a determinados processos, são imprescindíveis no planeamento e na operacionalização dessa gestão do território.

A figura 69, pretende por em evidência as áreas que podem ser mais susceptíveis a uma degradação de solos de acordo com os factores naturais e antrópicos que estiveram presentes na nossa análise: o processo de erosão hídrica do solo através do cálculo das perdas potenciais e totais/actuais de solos; os incêndios florestais que foram ocorrendo no concelho desde a década de 90 a 2006 e o Risco de Incêndio Florestal para 2007; a impermeabilização dos solos de 1975 a 1995 e a problemática das escombreiras e minas de carvão de Gondomar. Com esta síntese cartográfica procura-se expressar de modo simplificado, o que consideramos algumas áreas mais susceptíveis à degradação do solo para as quais os órgãos de decisão devem estar mais sensibilizados, no sentido de se aplicarem as estratégias julgadas convenientes para que essas mesmas áreas sejam preservadas das consequências de possíveis riscos ambientais, que as degradem até um ponto de não retorno.

A metodologia utilizada para a elaboração deste esboço de áreas susceptíveis à degradação do solo teve por base as mais recentes cartas topográficas publicadas pelo Instituto Geográfico do Exército, onde se torna visível o edificado recente, as áreas de maior susceptibilidade a perdas de solos por erosão hídrica, considerando perdas totais superiores a 10 t/ha.ano calculadas pela aplicação da EUPS, as áreas de risco muito

elevado de incêndio florestal com base na CRIF 2007 para Gondomar e as áreas com probabilidade de existência de escombreiras de carvão tendo por base a localização da mancha do Carbónico e a localização das diferentes explorações mineiras no concelho.

A opção de considerarmos apenas como áreas susceptíveis à erosão hídrica aquelas que apresentam valores superiores a 10 t/ha.ano, reside no facto de este ser um valor considerado elevado para os tipos de solos presentes na área do concelho e, por esse motivo, serão áreas que requerem uma atenção particular por parte dos responsáveis pelo planeamento do território. Segundo Diaz-Fierros, *et al*, 1987, a taxa máxima para estes tipos de solos é de 1100g/m^2.ano, ou seja, 11 t/ha.ano. O risco de erosão, a susceptibilidade e a tolerância à perda de solo aferem a resilência de um sistema aos factores externos, sendo uma medida da manutenção do potencial produtivo desse sistema (Gonçalves Ferreira, A. *et al*, 2008). Estas áreas estendem-se um pouco por todo o concelho em localizações específicas que correspondem às exigências dos diversos parâmetros da EUPS. Duas destas áreas sobrepõem-se a outras áreas identificadas como susceptíveis de degradação do solo mas devido a outros factores, como sejam: áreas de risco muito elevado de incêndio florestal, e áreas com possibilidade de existência de escombreiras. A existir risco de incêndio muito elevado numa área onde se estimam perdas de solo superiores a 10 t/ha.ano, pode considerar-se que estas áreas terão uma probabilidade maior da degradação do solo ser mais acentuada. Impõe-se, provavelmente, que se tomem medidas de uma maior vigilância relativamente aos incêndios, de forma a não agravar tal situação.

As áreas de risco muito elevado de incêndio florestal, situam-se, sobretudo, a Sul do concelho onde domina o coberto florestal de resinosas e eucalipto. Para além da ocupação do solo, na elaboração da CRIF 2007, foram também utilizados como critérios e ponderação um conjunto de factores, tais como o declive, rede viária (incluindo a rede ferroviária e linhas de alta/média tensão), exposições das vertentes e densidade demográfica. As áreas de risco muito elevado de incêndio florestal são aquelas que tem maior expressão neste esboço de áreas susceptíveis devido, sobretudo, à sua dimensão.

Verificamos que algumas destas áreas susceptíveis se sobrepõem, potencializando os riscos que podem acontecer nessas áreas de acordo com as características das mesmas. O maior número de sobreposições acontece em áreas do concelho onde o risco muito elevado de incêndio se sobrepõe a áreas onde podem estar localizadas escombreiras de carvão, facto que pode desencadear a autocombustão dessas escombreiras e originar situações idênticas às anteriormente referidas quando falamos

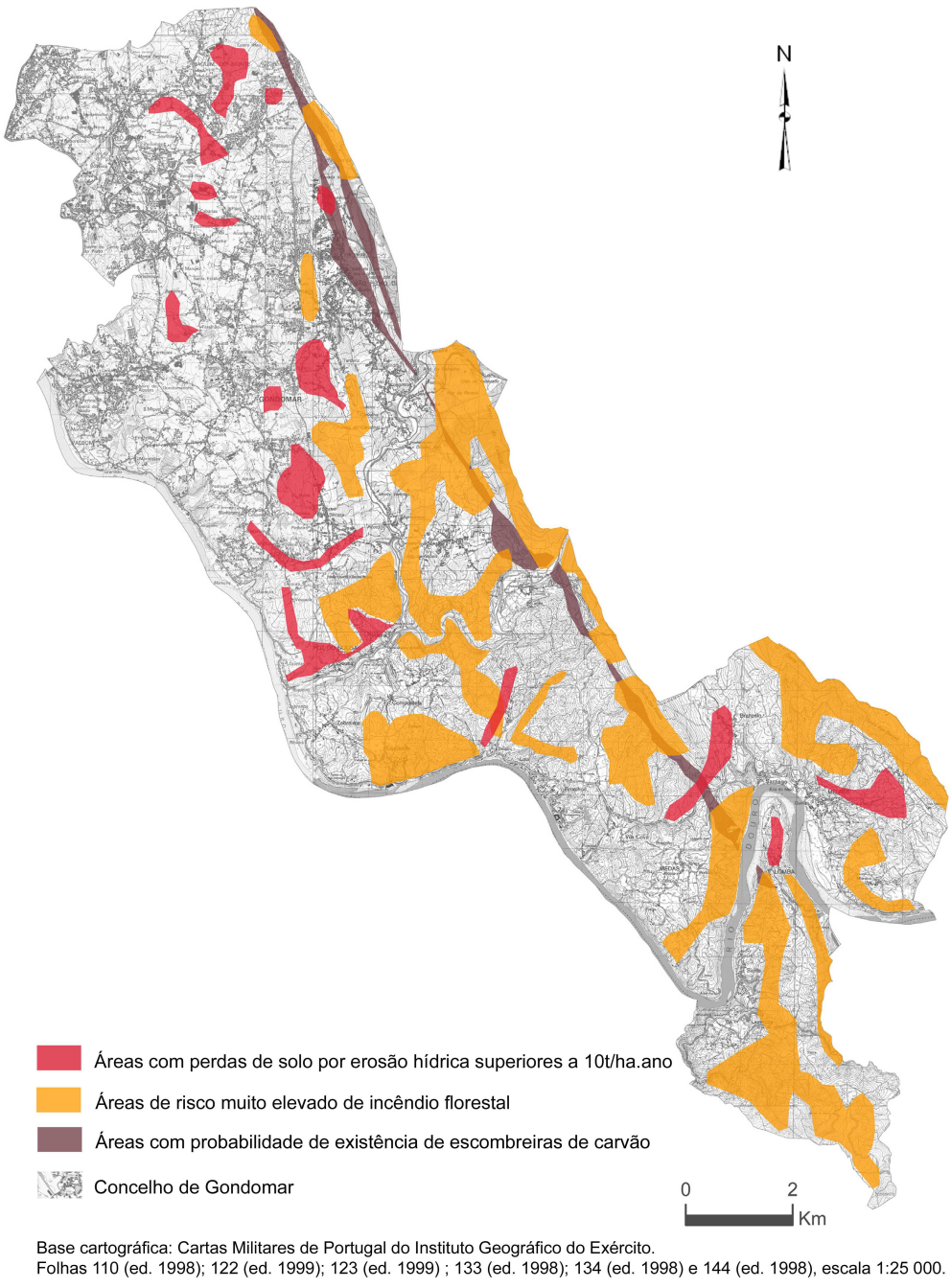


Figura 69 – Áreas susceptíveis à degradação do solo, no concelho de Gondomar.

das minas de carvão existentes no concelho. A existência de risco nessas áreas dependerá das suas características, ou seja, se são áreas próximas de construções com população residente, podem colocar em risco pessoas e bens. São áreas que deveriam ser objecto de maior atenção por parte dos decisores, no sentido de promover políticas e medidas de auto-protecção das populações, se for caso disso, para prevenção, redução e mitigação destes processos desencadeadores de risco.

A área impermeabilizada tem tendência a aumentar, como vimos em capítulo anterior, logo, a constituir também um factor de degradação do solo e aumentar a probabilidade de ocorrência de cheias, facto que poderá constituir um risco para a população. A necessidade de solo para construção é compreensível, mas já não o será se, para tal função, se ocuparem solos com aptidão agrícola. Os núcleos populacionais já estabilizados constituirão áreas mais susceptíveis à degradação do solo por expansão da impermeabilização.

A identificação de áreas susceptíveis no exercício do planeamento municipal, constitui uma medida que possibilita, simultaneamente, o aumento da capacidade de previsão espacial e temporal dos riscos, uma melhor adequação e redacção dos planos de protecção civil, a redução dos esforços de mitigação com adopção de medidas correctivas estruturais e a minimização dos danos económicos e sociais (A. Tavares, 2003). Se a avaliação dos perigos e riscos estava praticamente omissa na definição dos objectivos do ordenamento do território e urbanismo (J. L. Zêzere, 2007), a Resolução nº 25/2008 de 18 de Julho, em conformidade com o previsto na Lei de Bases da Protecção Civil (Lei nº 27/2006 de 3 de Julho), aprova a Directiva relativa aos critérios e normas técnicas para a operacionalização de planos de emergência de protecção civil. A revisão e actualização destes planos, estabelece uma maior interligação entre os mecanismos de planeamento de emergência de protecção civil e os instrumentos de planeamento e ordenamento do território, visando o estabelecimento de sinergias ao nível da identificação de riscos e vulnerabilidades e da harmonização de bases cartográficas. Neste sentido, o Despacho nº 27660/2008 de 29 de Outubro, considerando que a cartografia temática dos riscos é um instrumento fundamental para o planeamento de acções de prevenção, para a identificação e delimitação das áreas potencialmente afectadas e para a consequente afectação e optimização dos recursos e, ainda, considerando que deve existir uma metodologia comum para a elaboração das cartas de risco temáticas com particular relevância para o uso de um sistema de informação

geográfica no âmbito da gestão dos riscos, determina que seja criado um grupo de trabalho que tem por missão a elaboração de um guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco. Esse grupo de trabalho, já constituído e com prazos definidos para a concretização das diferentes tarefas, terá que identificar e seleccionar os tipos de risco naturais e tecnológicos que servirão de base à definição das orientações metodológicas para a produção de cartografia de risco de âmbito municipal; definir as normas técnicas para a produção de cartas de risco temáticas de âmbito municipal e harmonizar os conceitos, tipologias, designações e formas de representação gráfica e, ainda, definir orientações técnicas para a construção dos SIG de base municipal para apoio à decisão na área do levantamento, previsão, monitorização e prevenção dos riscos naturais e tecnológicos, permitindo o planeamento de situações de emergência.

Com a publicação deste recente Despacho (29 de Outubro de 2008), verifica-se um grande avanço no reconhecimento da importância que as situações de risco e suas potenciais consequências representam no planeamento e gestão do território. A cartografia de risco constitui-se, assim, uma peça fundamental da elaboração do Plano Director Municipal, condicionando as opções de ocupação de uso do território.

CAPÍTULO VII

SÍNTESE E CONCLUSÃO

> "Fazendo a incerteza parte da própria natureza das coisas, é deixada considerável margem de liberdade para exercício da imaginação criadora."
>
> M. M. Godinho (1980)

A atracção do concelho de Gondomar, pela proximidade do Porto, provocou um aumento substancial da população nesta região que, originando novos padrões de consumo, tem contribuído para aumentar pressões sobre os recursos, nomeadamente o solo e, consequentemente, provocar o aumento da impermeabilização deste e a degradação da qualidade do ambiente. O solo torna-se, deste modo, um excelente exemplo de delapidação desenfreada de um património natural, próprio das atitudes políticas dos anos 70 e 80, onde a valorização dos recursos naturais não era adequadamente incorporada nos processos de decisão.

Pelas características que apresenta, o concelho de Gondomar, constituiu uma importante área amostra onde se tentou testar o nosso objectivo: diagnosticar, numa perspectiva geográfica, situações de degradação do solo, face a sistemas de uso específico. Baseados em indicadores biofísicos e sócio-económicos, tentamos identificar a importância dos factores naturais e antrópicos no processo de degradação do solo. Acreditamos que uma das melhores maneiras de expressar a perspectiva geográfica nas questões associadas à degradação do solo é, sem dúvida, o estudo das perdas potenciais e actuais de solo com a aplicação da Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) na medida em que, a aplicação da mesma, implica ter uma visão holística do problema, isto é, implica termos conhecimentos dos factores naturais e dos factores antrópicos que interferem no processo de erosão hídrica do solo. Outro factor que explica a utilização da EUPS é o facto da monitorização e medição "*in situ*" da erosão serem processos

morosos e dispendiosos. Os eventos erosivos apresentam uma elevada variabilidade, o que implica a obtenção de séries temporais extensas para um dado local, pelo que, os modelos de erosão são, na maior parte dos casos, a única ferramenta razoável para o inventário e a avaliação da erosão. A EUPS foi, então, a metodologia adoptada no nosso estudo e adaptada a um Sistema de Informação Geográfica (SIG), através do qual foram confeccionados um conjunto de mapas temáticos referentes às várias componentes da EUPS. O SIG mostrou-se eficiente na integração de dados para a identificação e caracterização da perda de solos de forma prática e com rapidez na elaboração de resultados, possibilitando a avaliação dos diversos cenários de uso do solo e facilitando a identificação de áreas onde será conveniente a utilização de estratégias de controlo da erosão (áreas com perdas superiores a 10 t/ha.ano).

Na estimativa de perdas de solo actuais, verificou-se que a maior parte da área do concelho parece ainda encontrar-se dentro da tolerância de perda de solo (entre 2 a 5 t/ha.ano), apesar de não sabermos qual é a taxa média de formação de solo no concelho. Convém relembrar que em áreas com uma taxa muito baixa de formação de solo, quaisquer perdas superiores a 1t/ha.ano, poderão ser consideradas irreversíveis num espaço de tempo entre 50 a 100 anos (Down to earth, 2000, p.7).

Na comparação dos mapas de erosão potencial e erosão actual do concelho, destaca-se a importância dos factores antrópicos, relativamente aos outros factores físicos da EUPS. Os valores de erosão potencial são três vezes superiores (atingem-se valores superiores a 150 t/ha.ano) aos valores da erosão actual (onde os valores mais elevados são superiores a 50 t/ha.ano), isto é, os resultados obtidos no mapa da erosão total ou actual, indicam a importância da cobertura do solo na diminuição da erosão no concelho.

Os Regossolos Úmbricos e os Leptossolos Úmbricos são os tipos de solos que, pelas suas características fisiográficas e pelo uso do solo (florestal), mais susceptíveis se tornam aos incêndios florestais que têm ocorrido em Gondomar desde 1990 a 2006. Especialmente nos anos 2005 e 2006, a unidade pedológica dos Leptossolos Úmbricos foi das mais afectadas por incêndios florestais. Dois anos seguidos de destruição do coberto vegetal associada a uma maior susceptibilidade aos fenómenos erosivos, faz da área ocupada por este tipo de solos uma área a merecer um estudo sobre resilência, ou seja, sobre a sua capacidade de recuperação a efeitos de situações extremas. Para uma correcta análise de riscos e de gestão sustentada do concelho, sugere-se, para esta

unidade solo, que se efectuem estudos que permitam quantificar os valores de tolerância à erosão e de recuperação dos ecossistemas. Não existem em Portugal, estudos suficientes sobre esta temática. A definição de níveis de tolerância pressupõe um conhecimento mais pormenorizado dos solos existentes e dos factores geomorfológicos e antrópicos condicionantes da sua utilização. Por este motivo, os órgãos de decisão da gestão e do ordenamento do território no concelho de Gondomar, devem ponderar as estratégias de intervenção em áreas de Leptossolos Úmbricos.

O desenvolvimento e aplicação de ferramentas de apoio à decisão assumem particular importância no zonamento de usos do solo e na gestão dos recursos naturais. É absolutamente necessário dispor-se de metodologias de avaliação, para aplicação sistemática e continuada, que permitam uma melhor compreensão dos processos dinâmicos da erosão hídrica e gestão integrada do espaço. A dificuldade consiste em avaliar, de modo fiável e preciso, a extensão, a magnitude e as taxas de erosão do solo bem como, as suas consequências económicas e ambientais. Consideramos que o cenário construído para o concelho de Gondomar, em termos de erosão potencial, constitui uma ferramenta ou, se quisermos, uma base de trabalho para o planeamento e gestão de recursos e para a análise e estudo de medidas de conservação do solo e de combate à erosão.

Sabendo que pela proximidade do Porto, este concelho atraiu muita população de diversas origens, não é de admirar as pressões crescentes sobre o solo que conduzem à ocupação dos que apresentam elevada capacidade produtiva de biomassa, por espaços construídos com diversas funções, “empurrando” a agricultura para terras de mais baixo potencial produtivo. Para isso, é muitas das vezes, ultrapassada a legislação de protecção destes solos, a RAN e a REN, desafectando-os destas reservas e invocando o “interesse público”. As áreas impermeabilizadas podem ter grande impacte nos solos circundantes por alteração dos padrões de circulação da água e aumento da fragmentação da biodiversidade e seus ecossistemas. A substituição dos materiais naturais pelo “betão”, pode provocar também, mudanças nas características da atmosfera local, podendo ocasionar uma anomalia térmica que designamos por ilha de calor. É claro que esta situação pode ter maior probabilidade de acontecer, quanto maior for o crescimento dos núcleos urbanos. No caso do concelho de Gondomar, são as freguesias mais próximas do Porto aquelas que registam uma maior percentagem de

solo impermeabilizado. São elas, as freguesias de Rio Tinto, Baguim do Monte, Valbom, Fânzeres e S. Cosme (Gondomar). Estas freguesias devem preservar o "verde" ainda disponível e ponderar estratégias ao nível da tipologia dos espaços a construir, incluindo, nesses espaços, áreas de "lazer-verde", que contribuirão para um melhor ambiente urbano e um melhor sistema de circulação de águas na medida em que permitem que se efectuem os processos de infiltração.

As minas de carvão de Gondomar são, efectivamente, um espaço que deve ser recuperado. Relembremos que, este termo, no contexto mineiro, tem por objectivos a estabilização do terreno, a garantia de segurança da população, a melhoria estética e a devolução do espaço para algo considerado, dentro do contexto regional, um propósito útil. Assim o obriga o Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP) que figura no Dec. Lei nº 270/2001 de 6 de Dezembro e que, no caso das minas, esta obrigação decorre do disposto no Dec. Lei nº 88/90 de 16 de Março.

A autocombustão das escombreiras de escórias de carvão, no antigo couto mineiro de S. Pedro da Cova, para além de constituir um risco eminente – uma vez que existem construções novas na área e que podem, por hipótese, estar edificadas sobre mantos de escórias -, acentua os processos de erosão hídrica, os movimentos de vertente e a lixiviação dos resíduos minerais com a consequente formação de águas ácidas. Estamos, hoje em dia, bastante empenhados em diminuir as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera mas, a nível autárquico, se os decisores concelhios decidirem implementar - o que muitas autarquias já fizeram -, medidas de carbono zero, têm que tentar resolver, em primeiro lugar, a questão da autocombustão que ocorre em S. Pedro da Cova, pois as emissões de dióxido de carbono e óxidos de azoto e enxofre não são, decididamente, a favor das medidas de carbono zero.

O Planeamento Territorial, pressupõe o levantamento e diagnóstico de processos e problemas associados. Este foi o nosso propósito... identificar alguns processos que promovem a degradação do solo e áreas susceptíveis a essa degradação. Cremos que a caracterização das situações de referência compreendem sistemas físicos débeis e que a protecção e gestão correctas desses sistemas obrigam a uma reflexão profunda e à intensificação da investigação, no âmbito das intervenções a que estes meios devem ser sujeitos, para o estabelecimento de novas estratégias, com vista ao desenvolvimento sustentado e à redução de desequilíbrios.

Estamos conscientes que, nesta problemática, muito mais haveria a estudar e a discutir na evolução destes processos actuais e muito mais gostaríamos de ter feito. Mas, como afirma M. Godinho, 1980, p. 249 “ (...) também a nós mesmo assiste considerável margem de liberdade para, no futuro, podermos eventualmente ajustar ou aperfeiçoar as nossas próprias ideias”.

ABREVIATURAS UTILIZADAS

ARS – Agricultural Research Service

BLM – Bureau of Land Management

CITP – Classificação Internacional Tipo de Profissões

CLC – Corine Land Cover

CNP – Classificação Nacional de Profissões

CRIF – Carta de Risco de Incêndio Florestal

CRIF – Carta de Risco de Incêndio Florestal

DGOTDU - Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

DRAEDM – Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho

EUPS ou USLE – Equação Universal de Perdas de Solos ou Universal Soil Loss Equation

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

Igeo – Instituto Geográfico Português

IGeoE - Instituto Geográfico do Exército

IM – Instituto de Meteorologia

INE – Instituto Nacional de Estatística

INRA – Institut National de la Recherche Agronomique

IRB - International Reference Base for Soil Classification

ISRIC - International Soil Reference and Information Centre

ISSS - International Society of Soil Science

MDT ou MNT – Modelo Digital do Terreno ou Modelo Numérico do Terreno

NRCS - Natural Resources Conservation Service

SCS – Soil Conservation Service

SI – Sistema Internacional

SIG ou GIS – Sistema de Informação Geográfica ou Geographic Information System

USDA – United State Department of Agriculture

WRB - World Reference Base for Soil Resources

BIBLIOGRAFIA

ABELHA, Pedro (2005) – *Emissões gasosas durante a co-combustão de carvão com resíduos*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa.

ABRANTES, G. (1998) - *Sistemas de Informação Geográfica - Conceitos* (http://www.isa.utl.pt/dm/sigdr/sigdr01-02/SIGconceitos.html)

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA (2001) - *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea*, Lisboa, Verbo, I Vol.

AFONSO, J; SERRA, C. A.; MARTINS, P.; FERREIRA DOS SANTOS (1999) – "Aplicação da Metodologia Corine para o cálculo do risco de erosão de solos às Bacias Hidrográficas dos Rios Mondego, Vouga e Lis com recurso a um SIG", *Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos* (APRH), Lisboa, Vol. 20, nº 1, p. 3-18.

AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE (1999) – *O ambiente na União Europeia no final do século XX*. Bruxelas.

AIRES-BARROS, L (1983) – "Os minerais e as suas eventuais acções agressivas sobre o organismo humano". *Boletim de Minas*, Lisboa, Vol. 20, nº 2, p. 1-10.

ALEXANDRE, Carlos A. J. (1998) – *Efeito da Chuva e da Altura do Escoamento na Erosão Intersulcos. Transporte de Sedimentos numa camada de água com impacte de gotas*. Dissertação de Doutoramento em Ciências Agrárias, na especialidade de solos e fertilidade, Évora, Universidade de Évora.

ALLABY, A.; ALLABY, M. (1990) – *The concise Oxford Dictionary of Earth Sciences*. Oxford, Oxford University Press.

ARAÚJO, M. Assunção (1991) – *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto.* Dissertação de Doutoramento, Porto, FLUP (polic.).

ARAÚJO, M. Assunção (2004) – "O Final do Cenozóico na Plataforma Litoral da Região do Porto", In: *Geomorfologia do Noroeste da Península Ibérica*, Porto, FLUP, p. 117-137.

ARNOLDUS, H. M. J. (1977) – "Methodology used to determine the maximum potential average soil loss due to sheet and rill erosion in Marocco", Assessing Soil Degradation, *FAO Soils Bulletin*, 34, p.8-9.

ARNOLDUS, H. M. J. (1980) – *An approximation of the rainfall factor in the USLE, in Assessment of erosion*. Wiley, Chicester, Sussex, Ed. Boodt and Gabriels.

ARONOFF, S. (1989) - *Geographic Information Systems: a management perspective*. Ottawa, Canada., WDL Publications.

ARRAIS, C.; DINIS DA GAMA, C. (1996) – "Recuperação ambiental e paisagística da escombreira da Serrinha anexa à mina de carvão de Germunde". *Boletim de Minas*, Lisboa, 33 (1) p. 1-10.

AZEVEDO COUTINHO, M.; ANTUNES, R. C.; TOMÁS, P. P.; LOUREIRO, S. N. (1994) – "Caracterização da Erosividade da Precipitação no Sul de Portugal", *Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos* (APRH), Lisboa, Vol. 15, nº 3, p. 25-31.

AZEVEDO, A. L. (1997) – *Nota sobre a evolução de alguns casos de "impermeabilização" de solos em Portugal Continental e a defesa das Terras agrícolas*. Évora, Publicações da Universidade de Évora.

BARBOSA, F. (1993) – "Incêndios Florestais – Novas Linhas de Orientação da Política de Prevenção Florestal", In *Seminário sobre Fogos Florestais, Defesa e Ordenamento da Floresta e do Espaço Rural*, Coimbra, Assembleia da República – Comissão de Agricultura e Mar, (sep. policop.).

BARRADAS, J. M. (1992) – *Geoquímica de elementos maiores e vestígiais em amostras de solo, sedimentos de vala e águas subterrâneas. Contribuição para a caracterização ambiental da zona envolvente ao complexo de Estarreja*. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências.

BASTOS, M.; SILVA, I. Azevedo e, (s/data) – *Restauração, Reabilitação e Reconversão na Recuperação Paisagística de Minas e Pedreiras*. VISA Consultores.

BATEIRA, Carlos V. de Meneses (2001) – *Movimentos de Vertente no NW de Portugal Susceptibilidade Geomorfológica e Sistemas de Informação Geográfica*, Dissertação de Doutoramento, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

BATES, R. L.; JACKSON, J. A. (1987) – *Glossary of Geology*. 3ª ed, USA, American Geological Institute.

BOELS, D.; DAVIES, D.B.; JOHNSTON, A. E.(ed.) (1982) – *Soil Degradation*, Rotterdam, A.A. Balkema.

BRANDÃO, C.; RODRIGUES, R.; MANUEL, T. (2006) – "Potencial erosivo da precipitação e o seu efeito em Portugal Continental", *Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos* (APRH), Lisboa, Vol. 27, nº 2, p. 81-88.

BRANDÃO, C.; RODRIGUES, R.; PINTO DA COSTA, J (s/d) – *Efeito Erosivo das Precipitações. Determinação do factor de erosividade da precipitação (R), segundo Wischmeier & Smith (1978). Mapa de isoerodentes da precipitação (R) para Portugal Continental*, consulta em www.inag.pt.

BRIASSOULIS, Helen (2000) – *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches*. Ph.D. Thesis, West Virginia University.

BRITO, J. (2007) – *Aplicação de Critérios Perequativos a áreas de Susceptibilidade Natural*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

BRITO, J.; TAVARES, A.; OLIVEIRA, F. (2007) – "Aplicação de mecanismos perequativos na gestão territorial de riscos naturais". In: http://www.geogra.uah.es/web_11_cig/cdXICIG/docs/01_PDF_Comunicaciones_coloquio/pdf-4/com-P4-13.pdf

BRUM FERREIRA, A. (1991) – "Neotectonics in Northern Portugal. A geomorphological approach". *Z. Geomorph. N. F.,* Berlin, Stuttgart, Suppl.-Bd. 82, p. 73-85.

BURROUGH, P. (1986) - *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.* Clarendon Press, Oxford.

C. M. G (2006) – *Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) do Município de Gondomar*, Caderno II, Informação de Base, Gondomar.

CABRAL, J. (1995) – *Neotectónica de Portugal Continental*, Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, XXXI, Lisboa.

CANCELA D' ABREU (1989) – *Caracterização do Sistema Biofísico com vista ao Ordenamento do Território*. Dissertação de Doutoramento. Évora, Universidade de Évora.

CARSON, Rachel (1962) – *Silent Spring*. Boston, Houghton Mifflin.

CASIMIRO, P. Cortesão (2002) – *Uso do solo, Teledetecção e Ecologia da Paisagem Ensaio Metodológico*, Concelho de Mértola. Tese de Doutoramento, Lisboa, FSH-UNL.

CAVALCANTE, Sarita de Paula P.; TEIXEIRA, Adunias S. (2005) – " Avaliação espacial da erosão através do uso de SIG – Sistemas de Informações Geográficas", *Revista Tecnológica*, Fortaleza, Vol. 26, 2, p. 186-195.

CLINE, Marlin G. (1977) – "Historical highlights in soil genesis, morphology and classification", *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41, p. 250-254.

COFFEY, G. N. (1912) – "A study of the soils of the United States", *U. S. Dept. Agric. Bur. Soils Bull.*, 85, 144 p.

COMISSÃO CIENTÍFICA INDEPENDENTE (2000) – *Parecer Relativo ao Tratamento de Resíduos Industriais Perigosos*. Principia, Vol. II.

COMISSÃO EUROPEIA (2002) - *Ambiente 2010: o nosso futuro, a nossa opção*. 6º Programa de Acção Comunitária em Matéria de Ambiente, Bruxelas.

COMISSÃO EUROPEIA (2006) – *Estratégia Temática de Protecção do Solo*. COM (2006) 231 final.

COMISSÃO EUROPEIA (2006) – *Protecção de Solos*. COM (2006) 232 final – 2006/0086 (COD).

CONCEIÇÃO, Paulo (1996) – "As condições de habitação na Área Metropolitana do Porto", *Estatísticas & Estudos Regionais*, Porto, INE, Direcção Regional do Norte, nº 10, (Jan./Abr.), p. 16-34.

CONSTANTINO, A. T.; COUTINHO, M. A. (2001) – "A erosão hídrica como factor limitante da Aptidão da Terra. Aplicação à Região de Entre-Douro e Minho", *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, Vol. XXIV, nº 3 e 4, Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal, p. 288-306.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA PORTUGUESA, 1976.

CORREIA, D. V. Paulo (1993) – *Políticas de Solos no Planeamento Municipal*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

CORTEZ, N. R. S. (1987) – *Erosão hídrica do Solo: A Equação Universal de Perda de Solo e Outros Modelos de Previsão*. Trabalho de síntese para prestação de Provas de Aptidão pedagógica e Capacidade Científica, Lisboa., Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

COSTA, F. (2004) – "Contribuições para o conhecimento dos processos erosivos em Cabo Verde", Lisboa, *GeoINov, 9*, Universidade Nova de Lisboa, p. 215-244.

COSTA, J. Carríngton da ; TEIXEIRA, C. (1957) – *Carta Geológica de Portugal. Notícia Explicativa da Folha 9-C Porto*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

COUTINHO, M. A.; ANTUNES, C. R. ; TOMÁS, P. P.; LOUREIRO, N. S. (1994) – "Caracterização da Erosividade da Precipitação no Sul de Portugal", Lisboa, *Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos*, Vol. 15, nº 3, p.25-31.

COUTINHO, M. A.; TOMÁS, P. P. (1990) – "Applying the universal soil loss equation to the southern part of Portugal". *Proceedings of the Seminar on Interaction between Agricultural Systems and Soil Conservation in Mediterranean Area*, Oeiras, September 4-8, ESSC – European Society for Soil Conservation.

COUTINHO, M. A.; TOMÁS, P. P. (1993) – *Estudo do parâmetro de erosividade da equação universal de degradação de solos*, Lisboa, publicação nº2/93, CEHIDRO – Centro de Estudos de Hidrossistemas, Instituto Superior Técnico.

COWEN, D. (1991) – "What is GIS?" In *NCGIA Core Curriculum, Introduction to GIS*, editado por M. F. Goodchild, K. K. Kemp (Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis), 1, p.1-9.

DAVEAU, Suzanne (1995) – *Portugal Geográfico*. Lisboa, Ed. João Sá da Costa.

DEMANGEOT , J. (1990) – *Les Millieux "Natureles" du Globe*. 3ª ed., Paris, Masson.

DENT, D; YOUNG, A. (1981) – *Soil survey and Land Evaluation*. London., George Allen & Unwin.

DIAS, F.; HERRMANN, M. L. (2002) – "Análise da susceptibilidade a deslizamentos no Bairro Saco Grande, Florianópolis - SC", *Revista Universidade Rural*, Série Ciências exactas e da Terra, Vol. 21 (1), p. 91-104.

DIAS, J.; DIAS, R.; COSTA, A. (1993) – *Estudo Preparatório para a Definição de Projectos de Ambiente Elegíveis no Contexto do Fundo de Coesão - Indicadores do Estado de Contaminação do solo*. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

DIAS, José Eduardo; MENDES, Joana (2006) – *Legislação Ambiental. Sistematizada e Comentada*. Coimbra, Coimbra Editora.

DIAZ-FIERROS, F.; BENITO RUEDA, E.; PEREZ MOREIRA, R. (1987) – "Evaluation of the USLE for the prediction of erosion on burnt forest areas in Galicia (NW Spain)", *Catena*, Elsevier, 14, p.189-199.

DIRECÇÃO REGIONAL DE ENTRE-DOURO E MINHO (1995) – *Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho*. Memórias. (polic.).

DOKUCHAEV, V. V. (1883) – "Russian Chernozem", in *Selected Works of V. V. Dokuchaev*, Vol. 1, p. 14-419, Moscow, 1948. Israel Program for Scientific Translation Ltd (for USDA-NSF), S. Monson, Jerusalém, 1967 (Translated from Russian into English by N. Kaner).

ELLISON, W. D. (1944) – "Studies of Raindrop Erosion", *Agricultural Engineering*, 25, p.131-136.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2000) – *Monitoring Landuse Chan*ge. MURBANDY Project, European Commission Joint Research Centre.

FERNANDES, R. José Alberto (1996) – "Campanhã e Gondomar - a Leste do desenvolvimento, a nascente do Porto". *O Tripeiro*, Porto, 7ª série, ano XV, nº 8, p. 226-234.

FERREIRA, A Gonçalves; GONÇALVES, A. C.; DIAS, S. S. (2008) – "Avaliação da Sustentabilidade dos Sistemas Florestais em função da Erosão", *Silva Lusitana*, Lisboa, Vol.6, nº Especial, Junho, p. 55-57.

FERREIRA, A. (1996) – *Processos Hidrológicos e Hidroquímicos em Povoamentos de Eucalyptus globulus Labill e Pinus pinaster Aiton*, Dissertação de Doutoramento no ramo de Ciências Aplicadas ao Ambiente, Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, (polic.).

FERREIRA, Carmen (1996) – *Erosão Hídrica em Solos Florestais. Estudo em povoamentos de Pinus pinaster e Eucalyptus globulus em Macieira de Alcôba – Águeda*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física, Coimbra, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (polic.).

FERREIRA, Carmen (1996/7) – "Erosão Hídrica em Solos Florestais. Estudo em povoamentos de *Pinus pinaster* e *Eucalyptus globulus* em Macieira de Alcôba – Águeda".*Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto*, Porto, I Série, Vol. XII/XIII.

FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A., eds. (1995) - *USDA - Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile Model Documentation*. NSERL Report nº 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, Indiana.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1976) – "A Framework for Land Evaluation", Roma, *FAO Soils Bulletin*, 32.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1983) – "Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture", Roma, *FAO Soils Bulletin*, 52.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1988) – "FAO/UNESCO Soil Map of the World, Revised Legend, with corrections and updates", *World Soil Resources Report*, 60, FAO, Rome (Reprinted with updates as Tech. Pap. 20, ISRIC, Wageningen, 1977).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1995) – "Planning for Sustainable Use and Land Resources", *FAO Land and Water Bulletin*, nº 2, Roma-FAO.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1996) – "Agro-Ecological Zoning – Guidelines", *FAO Soils Bulletin*, nº 73, Roma-FAO.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1997) – "Africover Land Cover Classification", Roma-FAO.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1998) – *World Reference Base for Soil Resources*, Rome, World Soil Resources Reports, 84.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (2006) – *World reference base for soil resources 2006 - A framework for international classification, correlation and communication*, Rome, World Soil Resources Reports, 103.

FORMOSINHO, Sebastião et al (2000) – *Parecer Relativo ao Tratamento de Resíduos Industriais Perigosos*. Comissão Científica Independente de Controlo e Fiscalização Ambiental da Co-Incineração, Cascais, Principia, Vol. II, Dezembro.

FORMOSINHO, Sebastião et al (2000) – *Parecer Relativo ao Tratamento de Resíduos Industriais Perigosos*. Comissão Científica Independente de Controlo e Fiscalização Ambiental da Co-Incineração, Cascais, Principia, Maio.

FOUCAULT, A.; RAOULT , J.- F. (1980) – *Dictionnaire de Géologie*. Paris, Masson.

FOURNIER, F. (1960) – *Climat et érosion, La relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques*. Presses Universitaires de France, Paris.

FREIRE, José Lopes da Silva (1981) – "Bacia Carbonífera do Norte de Portugal. Os jazigos de S. Pedro da Cova e do Pejão". *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro*, Porto, Separata do Vol. XXIV, fascs. 1-4.

GAMA, Dinis da (1995) – "A reengenharia das explorações mineiras face aos constrangimentos ambientais". *Seminário Luso-Brasileiro de Geotecnia Ambiental*, Lisboa, p.189-198.

GARCIA, Maria da Glória (2007) – *O lugar do Direito na Protecção do Ambiente*. Coimbra, Almedina.

GLINKA, K. D. (1927) – *The great soil groups of the world and their development*, (Translated from the German by C. F. Marbut), Eduards Brothers, Ann Arbor, Mich.

GOUDIE, Andrew (1985) – *The Encyclopaedic Dictionary of Physical Geography*. USA, Blackwell.

GUEDES, Manuel Vaz (2001) – "1936 – A Central Termoeléctrica do Freixo", In: *5º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Electrónica da Ordem dos Engenheiros*, Porto (http://paginas.fe.up.pt/histel/CentralFreixo.pdf).

HILGARD, E. W. (1860) – *Geology and Agriculture of the State of Mississippi*, State Report, Mississippi, Jason.

HILGARD, E. W. (1906) – *Soils: their formation, properties, composition and relations to climate and plant growth*, New York, Macmillan Company.

HOOVER, E. M.; GIARRATANI, F. (1984) – *An Introduction to Regional Economics*. 3ª Ed., New York, Alfred Knopf.

HUDSON, N. (1995) – *Soil Conservation*. London, Batsford.

IMESON, A. (1995) – "The Physical, Chemical and Biological Degradation of the Soil", In: *Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards Course on Desertification in a European context. Physical and socio-economic aspects*. R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis, J. L. Rubio (eds.), Comission of the European Communities, Brussels, p. 153-168.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGRÁRIAS E AGRO-ALIMENTARES – ICETA (2004) – *Estrutura Ecológica da Área Metropolitana do Porto*, Porto, ICETA.

INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO (1999) – *Regras de Boa Prática no Desmonte a Céu Aberto*, Lisboa, IGM.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2000) – *Tipologia Socioeconómica da área Metropolitana do Porto, Censos de 1991*. Porto, Direcção Regional do Norte.

JETTEN, V.; GOVERS, G; HESSEL, R. (2003) – "Erosion models: quality of spatial predictions", *Hydrological Process* 17, p. 887-900.

KATES, R.W et al (1990) – "The Great Transformation". In: TURNER, B.L. et al (eds.), *The Earth Transformed by Human Action*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 1-17.

KINNELL, P. I. A. (1991) – "The effect of flow depth on erosion by raindrops impacting shallow flow", *Transactions of the Association of Agricultural Engineers*, 34, 1, p.161-168.

LAFLEN, J. M. *et al* (1991) – "WEPP - Soil erodibility experiments for rangeland and cropland soils", *Journal of Soil and Water Conservation*. Iowa, 46 (1), p. 39 - 44.

LAL, R. (1988) – *Soil Erosion Research Methods*. U.S.A., Soil and Water Conservation Society.

LANE, L. J.; NEARING, M. A., (eds.) (1989) - *USDA - Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile Model Documentation*. Indiana, National Soil Erosion Research Laboratory Report, nº2.

LEITÃO, E. Teresa; FEREIRA, Lobo J.; SMETS, S.; DIAMANTINO, C. (2001) – "A poluição ambiental causada por estradas. O Projecto Polmit", *Actas do Seminário*

de Geotecnia Ambiental: contaminação de solos e de águas subterrâneas., Lisboa, Ed. Sociedade Portuguesa de Geotecnia e FEUP p. 33-43.

LEMONNIER, P. (1986) – "O Solo", In: EINAUDI (1986) "Região", Vol. VIII, Lisboa, INCM, p. 59-96.

LIMA, Luísa (1997) – *Contributos para o estudo da representação do risco*. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

LOPES, P. M. S.; CORTEZ, N.; GOULÃO, J. N. P. (2001)- "Erosão hídrica em cambissolos da região da Beira Baixa. Algumas diferenças estatísticas entre anos secos e anos chuvosos relativamente aos factores C e K da USLE". *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, Vol. XXIV, nº 3 e 4, Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal, p. 315 – 323.

LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1994) – "Degradación del suelo. Fatalidad climática o mala gestión humana? Hacia una gestión sostenible del recurso en el contexto mediterráneo", *Papeles de Geografía*, Murcia, nº 20, p. 49-64.

LOVELOCK, James (1988) – *As Eras de Gaia*. Mem Martins, Publicações Europa-América, Col. Fórum Ciência.

MACEDO, F.; SARDINHA, A. (1987) – *Fogos Florestais*. Lisboa, Publicações Ciência e Vida, Vol(s). 1 e 2.

MACHADO, Leite; OLIVEIRA, Santos (1993) – "Controlo Ambiental em áreas mineiras abandonadas. Auréolas de dispersão geoquímica de poluentes". *Arquivos do IGM*, Porto, Separata, 16 p.

MACHADO, M. J. Canto (1994) – "Impacto ambiental das Minas da Panasqueira na bacia hidrográfica do rio Zêzere", *Arquivos do IGM*, Porto, Separata, 13 p.

MADUREIRA, Helena (2000) – *Processos de Transformação da estrutura verde no Porto*. Dissertação de Mestrado em Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano Porto, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto (polic.).

MAGALHÃES, Manuela R. (1997) – *Anteprojecto de Proposta de Lei de Bases do Ordenamento do Território*. Parecer à Associação dos Arquitectos Portugueses.

MARBUT, C. F. (1935) – "Soils of the United States", In: *U. S. Dept. of Agric. Atlas of American Agriculture*, pt III, Advance Sheets, nº 8, 98 p.

MARTINS, Isabel (1993) –"Tendências Demográficas na Área Metropolitana do Porto", *Estatísticas & Estudos Regionais*, Porto, INE, Direcção Regional do Norte, p.6-14.

MATHER, A. S. (1986) – *Land Use*, London, Longman.

MATOS, Fátima Loureiro de (2001) – *A Habitação no Grande Porto - Uma perspectiva geográfica da evolução do mercado e da qualidade habitacional desde finais do séc. XIX até ao final o milénio*, Tese de Doutoramento, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2 vol. (publicada *on line* em http://ler.letras.up.pt/).

MEDEIROS, Carlos Alberto (direc.) (2005) – *Geografia de Portugal – O Ambiente Físico*. Lisboa, Círculo de Leitores, Vol. I.

MELO, Joanaz J.; PIMENTA, Carlos (1993) – *O que é a Ecologia e Ambiente*. Lisboa, Difusão Cultural.

MEYER, W. B.; TURNER II, B. L. Eds. (1994) – *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge, Cambridge University Press.

MINISTÉRIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (1992) – *Guia para la elaboracion de estudios del medio fisico*. Madrid, Centro de Esudos de Ordenancia del Território y Médio Ambiente, MOPT.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (1994) – *Manual CORINE*, Lisboa.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (1995) – *Plano Nacional da Política do Ambiente*. Anexos, Lisboa.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (1995) – *Projecto CORINE*, Lisboa.

MONTEIRO, A., (2002) – "Estratégias metodológicas em climatologia regional e local: estudo de caso no EDM", comunicação apresentada, *III Jornadas sobre clima e Aplicações na CPLP*, Agência CRIA, Évora, 15 a 18 de Maio de 2002

MONTEIRO, A., MADUREIRA, H. (2003) – "O papel dos geógrafos na prevenção e gestão dos riscos naturais", comunicação apresentada, *Encontro Nacional da Associação dos Professores de Geografia*, Seixal, 7 de Março de 2003.

MONTEIRO, Ana (1997) – *O Clima Urbano do Porto. Uma contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica.

MORGAN, R. P. C. (1979) – *Soil Erosion*. London, Longman Group Limited.

MORGAN, R. P. C. (1986) – *Soil Erosion and Conservation*. London, Longman Group Limited.

MORGAN, R. P. C. et al. (1998) – "The EUROSEM model". In: Boardman, J. & Favis-Mortlock, D. T. (eds), *Modeling soil erosion by water*. NATO-ASI Series I-55, Berlin, p. 389-398.

MORGAN, R. P. C.; QUINTON, J. N. (2001) – "Erosion modeling". In: Harmon R. S. & Doe W. W. (eds), *Landscape Erosion and Evolution Modeling*. Kluwer Academic-Plenum Publishers, New York, p. 117-143.

MOSER, S. C. (1996) – "A Partial Instructional Module on Global and Regional Land Use/Cover Change: Assessing the Data and Searching for General Relationships". *Geojournal*, 39 (3), p. 241-283.

NAER, Novo Aeroporto, SA; PARSONS, FCG Consortium (2004) – *Estudo Hidrológico e Hidráulico do Novo Aeroporto na Ota*, Etapa B, Estudo Prévio, Modelação Hidráulica e Infra-estruturas, Memória descritiva e justificativa, Relatório Final, Lisboa.

NEVES, L. J.; PEREIRA, A. J.; GODINHO, M. M.; DIAS, J. M. (1996) – "A radioactividade das rochas como um factor de risco ambiental no território continental português: uma síntese". *Actas da 5ª Conferência Nacional Qualidade Ambiente*, Aveiro, p. 213-246.

NEWSON, M. (1992) – "Twenty years of systematic physical geography: issues for a "New environmental Age". *Progress in Physical Geography*, London, Edward Arnold, 16 (2), p. 209 - 221.

NUNES, J. P. et al (2005) – "Evaluating the MEFIDIS model for runoff and soil erosion prediction during rainfall events". *Catena*, Amsterdam, Elsevier, 61, p.210-228.

OLIVEIRA, Camilo (1983) – *O Concelho de Gondomar. Apontamentos Monográficos*. Porto, Ed. Câmara Municipal de Gondomar, 3ª ed., Vol. I.

OLIVEIRA, Fernanda P. (1997) – *Anteprojecto de Proposta de Lei de Bases do Ordenamento do Território*. Apreciação.

OLIVEIRA, J. M. Santos (1997) – "Algumas reflexões com enfoque na problemática dos riscos ambientais associados à actividade mineira", *Estudos, Notas e Trabalhos*, Instituto Geológico e Mineiro, tomo 39, p. 3-25.

OREA, Domingo (1980) – *El Medio Físico y la Planificação*. Madrid, Ed. Centro Internacional de Formacion en Ciencias Ambientales, Cuadernos del CIFCA.

PACHECO, Hélder (1986) – *O Grande Porto*. 1ª ed. Lisboa, Editorial Presença.

PARDAL, S.; COSTA LOBO, M. (2000) – "O conceito de Planeamento" In: *Normas Urbanísticas, Vol IV, Planeamento Integrado do Território, Elementos de Teoria Crítica*, Lisboa, Ed. Direcção Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano/Universidade Técnica de Lisboa, Vol. IV, p. 1-22.

PARTIDÁRIO, M. R. (1999) – *Introdução ao ordenamento do território*. Ed. Universidade Aberta, Lisboa.

PEDROSA, António de Sousa (1993) – *Serra do Marão Estudo de Geomorfologia*, Dissertação de Doutoramento, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

QUANSAH, C. (1981) – "The effect of soil type, slope, rain intensity and their interactions on splash detachment and transport". *Journal of Soil Science*, Oxford University Press, 32 (2), p.215-224.

RAISON, J. P. (1986) – "Terra", In: EINAUDI (1986) "Região", Vol. VIII, Lisboa, INCM, p. 117-137.

REBELO, F. (1975) – *Serras de Valongo – Estudo de Geomorfologia*, Suplemento de Biblos, nº9, Universidade de Coimbra.

REBELO, F. (2001) – *Riscos Naturais e Acção Antrópica*. Coimbra, Imprensa da Universidade de Coimbra.

REBELO, F. (2005) – *Uma Experiência Europeia em Riscos Naturais*. Coimbra, Minerva.

REIS, João Pereira (1992) – *Lei de Bases do Ambiente*. Coimbra, Almedina.

RENARD, K. G. et al (1997) – "Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)". *Agriculture Handbook*, U.S. Dept. of Agriculture, ARS, Nº 703, Washington D.C..

RODRIGUES, L. (2001) – "Instabilidade Geomorfológica em Explorações de Carvão Abandonadas, Área de Serro Ventoso-Bezerra, Concelho de Porto de Mós". *Actas do II Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território*, Vila Real, p. 145-154.

SANTOS, Ana Sofia F. M. (2002) – *Classificação do uso do solo ao nível Munici*pal. Dissertação de Mestrado em Planeamento Regional e Urbano, Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa.

SCHMIDT, Luísa (1999) – *Portugal Ambiental. Casos & Causas*. Oeiras, Celta Editora.

SHAKESBY, R. A. et al (2002) – "Ranking as a potential methodology for assessing relative erosion risk and its application to dehesas and montados in Spain and Portugal". *Land Degradation & Development*, Wiley, 13, p. 129-140.

SILVA, E. (1998) – *Os Efeitos Estruturantes das Vias de Comunicação na Transformação dos Usos do Solo. Observação e Estudo da Área Metropolitana de Lisboa*. Dissertação de Mestrado, Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

SILVA, E. Ferreira da; PATINHA, C.; FONSECA, E. Cardoso (1995) – "Impacte de uma mina abandonada na qualidade da água de superfície: o exemplo da Mina das Talhadas". *Estudos, Notas e Trabalhos do IGM*, tomo 37, p. 51-58.

SILVA, J. R Marques, (1999) – *Susceptibilidade do Solo à Erosão Hídrica (Avanço na Modelação)*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agrícola, Évora, Universidade de Évora.

SILVA, V. C. (2003) - "Cálculo automático do factor topográfico (LS) da EUPS, na bacia do Rio Paracatu." In: *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 33, (1), p. 29-34.

SILVA, V. C. (2004) - "Estimativa da erosão actual da bacia do Rio Paracatu (MG/GO/DF)." In: *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 34, (3), p. 147-159.

SILVA, Vasco Pereira da (2000) – *Verdes são também os Direitos do Homem. Responsabilidade Administrativa em Matéria de Ambiente*. Cascais, Principia.

SKOLE, D. L. (1994) – "Data on Global Land-Cover Change: Acquisition, Assessment, and Analysis", In: MEYER, W. B. TURNER II, B. L. (eds.) (1994) *Changes in Land Use and Land Cover – A global perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 437-471.

SOARES, Laura Maria P. M. (2008) – *A importância das formações superficiais no âmbito dos processos de erosão hídrica e movimentos de vertentes no NW de Portugal*, Dissertação de Doutoramento, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

SOIL SURVEY STAFF (1975) – "Soil Taxonomy", *USDA Handbook*, nº 436, US Government Printing Office, Washington DC.

SOUSA, David Silva e (2001) – "Ecologista ou Ambientalista?", *Ozono*, nº 5, Fev., p. 8-9

SOUTO GONZÁLEZ, X. M. (coord.) (1999) – *Geografia do Eixo Atlântico.* Eixo Atlântico do Noroeste Peninsular. Co-Financiado pelo Interreg II.

STARKEY, JOHN SIR (1989) – "La protection des terres agricoles et la fertilité du sol en Europe". Rapports de la Séance Plénaire et des Commissions Brugge (Suisse), Publications de la CEA – Fascicule 87, p. 10-30.

STIEGELER, Stella E.(1976) – *A Dictionary of Earth Sciences*. London, McMillan Press.

TAVARES, A. (1999) – *Condicionantes físicas ao planeamento. Análise da susceptibilidade no espaço do Concelho de Coimbra*. Tese de Doutoramento, Coimbra, Universidade de Coimbra.

TAVARES, A.; CUNHA, L. (2004) – "Espaços de Planeamento no Concelho de Coimbra. A importância das variáveis biofísicas, demográficas e sociais", *Cadernos de Geografia*, Coimbra, nº 21/23, IEG, p. 241-254.

TEIXEIRA, B. S.; ANDRADE, F. C. (1997) – "Quantificação da erosão hídrica em Portugal Continental", *Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos* (APRH), Lisboa, Vol. 18, nº 1, p. 25-43.

TERRY, J. P. (1992) – *Rainsplash detachment and soil erosion in Águeda Basin, Portugal: the effects of forest fire and land management changes*. Ph. D. Thesis, Swansea., University College of Swansea.

TOMÁS, P. P. (1992) – *Estudo da Erosão Hídrica em Solos Agrícolas. Aplicação à região sul de Portugal*. Tese de Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos, Lisboa, Instituto Superior Técnico.

TOMÁS, P. P. (1993) – *Erosão Hídrica do Solo em pequenas bacias hidrográficas. Aplicação da Equação Universal das Perdas de Solo*, Lisboa, (polic.).

TOMÁS, P. P.; AZEVEDO COUTINHO, M. (1994) – "Estudo da Erosão Hídrica em solos agrícolas. Comparação da perda de solos observada e calculada pela Equação Universal de Perdas de Solo", *Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos* (APRH), Lisboa, Vol. 15, nº 3, p. 3-17.

TURNER, B. L. *et al* (1995) – "Land-Use and land-Cover Change", *Science – Research Plan*, IGBP Report nº 35, HDP Report nº 7, Estocolmo e Genebra, IGBP e HDP.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP) and EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2000) – *Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe. A challenge for the 21st century*.Copenhagen, Environmental issue series, nº16.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) (1987-1990) – *The Global Assessment of Human Induced Soil Degradation* (GLASOD), International Soil Reference and Information Centre (ISRIC).

VALENTE, T. (2004) - *Modelos de caracterização de impacte ambiental para escombreiras reactivas: equilíbrio e evolução de resíduos de actividade extractiva*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho.

VARNES, D. J. (1984) – "Hazard Zonation: A Review of Principal and Practice". *Natural Hazards*, Commission of Landslide of IAEG, UNESCO, nº 3, 61 p.

VIEIRA, P. (2003) – *O Estrago da Nação*, Cadernos DQ Reportagem, Publicações Dom Quixote, Lisboa.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. (1978) – "Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning". *Agriculture Handbook*, Washington D.C., USDA, nº 537, 58 p.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D.; UHLAND R. E. (1958) – "Evaluation of Factors in the Soil-Loss Equation". *Agricultural Engineering*, USA, 39, 8.

WOLMAN, M. G. (1987) – "Criteria for Land Use", In: MCLAREN, D. J.; SKINNER, B. J. (eds.) *Resources and World Development*, New Your , John Wiley & Sons., p. 643-657.

ZÊZERE, J. L. (1997) – Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na região a Norte de Lisboa, Tese de Doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

ZÊZERE, J. L. (2007) – "Riscos e Ordenamento do Território". *Inforgeo*, Lisboa, Julho, p. 59-63.

FONTES

ISTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – Recenseamentos Gerais da População e Habitação, 1970, 1981, 1991 e 2001

ISTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – Recenseamento Geral da População 1960

ISTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – Estatísticas da Construção e Habitação, Estatísticas das Obras Concluídas e Licenciadas, 2002 a 2006 (em http://www.ine.pt/portal/page/portal/PORTAL_INE)

DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS

Carta Militar de Portugal, escala 1: 25 000:

Folha 110 – Maia, 3ª edição, IGE, 1998.

Folha 122 – Porto, 3ª edição, IGE, 1999.

Folha 123 – Valongo, 4ª edição, IGE, 1999.

Folha 133 – Valadares (Vila Nova de Gaia), 4ª edição, IGE, 1998.

Folha 134 – Foz do Sousa (Gondomar), 3ª edição, IGE, 1998.

Folha 144 – Canedo (Feira), 3ª edição, IGE, 1998.

Folha 110 – Maia, 2ª edição, SCEP, 1975.

Folha 122 – Porto, 2ª edição, SCEP, 1981.

Folha 123 – Valongo, 3ª edição, SCEP, 1977.

Folha 133 – Valadares (Vila Nova de Gaia), 2ª edição, SCEP, 1978.

Folha 134 – Foz do Sousa (Gondomar), 2ª edição, SCEP, 1977.

Folha 144 – Canedo (Feira), 2ª edição, SCEP, 1979.

Carta Geológica de Portugal, escala 1: 50 000:

Folha 9C – Porto, Lisboa, SGP, 1957.

Folha 9D – Penafiel, Lisboa, SGP, 1980.

Carta Geológica de Portugal, escala 1: 1 000 000, SGP, 1968.

Carta dos Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho. Memórias (Agroconsultores e Geometral). Folhas 9 e 13, escala 1: 100.000. Programa de Estudos para a análise da Agricultura Portuguesa do PEDAP. Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho, 1995.

SÍTIOS CONSULTADOS NA INTERNET

http://www.itc.nl - International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation

http://www.pass.org/SoilMappingHistory/1900smappinghistory.htm

http://soils.usda.gov/technical/

http://repositorium.sdum.uminho.pt/dspace/handle/1822/896

http://campus.fct.unl.pt/afr/ipa_9899/grupo0029_impambientais/medidas.htm
http://geoleiria.blogspot.com/2006/09/mina-da-bezerra-arder.html
http://e-geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/ind_extractiva/norte.htm
http://en.wikipedia.org/wiki/Aberfan
http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/boa_pratica/indice.htm
http://www.answers.com
http://www.ars.usda.gov
http://www.itc.nl
http://reports.eea.eu
http://www.soilworldwide.net
http://gcmd.gsfc.nasa.gov

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Enquadramento do Concelho de Gondomar	3
Figura 2 – Organograma exemplificativo da articulação entre o objectivo geral, objectivos sectoriais e finalidades da temática do trabalho de investigação	7
Figura 3 – Áreas naturais e agrícolas perdidas por processos de urbanização em várias cidades europeias, desde meados de 1950 até 1990	9
Figura 4 – A estrutura do verde do concelho do Porto em 1892	10
Figura 5 – A estrutura do verde do concelho do Porto em 1995	10
Figura 6 – Integração da temática *solo* nas políticas ambientais e sectoriais	15
Figura 7 – Estrutura conceptual da abordagem DPSIR aplicada ao solo	16
Figura 8 – Vassilii Vasil'evich Dokuchaev (1846-1903). O fundador russo da Ciência do Solo	18
Figura 9 – E. W. Hilgard um dos mais importantes e controverso investigador americano sobre o conceito de solo	20
Figura 10 – Glinka, investigador da Escola Russa (a) e foto do 1º Congresso Internacional da Ciência do Solo, em Washington DC, de 13 a 22 de Junho de 1927 (b)	21
Figura 11 – Localização das freguesias do concelho de Gondomar	71
Figura 12 – Variação da população, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1970 e 1981	73
Figura 13 – Variação da população, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1981 e 1991	73
Figura 14 – Variação da população, por freguesias, no concelho de Gondomar, entre 1991 e 2001	73
Figura 15 – Densidade da população, por freguesia, no concelho de Gondomar, 1970	75
Figura 16 – Densidade da população, por freguesia, no concelho de Gondomar, 1981	75
Figura 17 – Densidade da população, por freguesia, no concelho de Gondomar, 1991	75
Figura 18 – Densidade da população, por freguesia, no concelho de Gondomar, 2001	75

Figura 19 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 1970 79
Figura 20 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 1981 79
Figura 21 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 1991 79
Figura 22 – Pirâmide etária do concelho de Gondomar em 2001 79
Figura 23 – População residente activa a exercer uma profissão, segundo grupo de profissões, 1981 (CNP 80) 81
Figura 24 – População residente, com 12 ou mais anos, empregada segundo os grupos de profissões, 1991 (CITP/88) 82
Figura 25 – População empregada, por local de residência, segundo os grupos de profissões, 2001, (CNP/94) 83
Figura 26 – Densidade de edifícios, por freguesia, no concelho de Gondomar, 1960 88
Figura 27 – Densidade de edifícios, por freguesia, no concelho de Gondomar, 1981 88
Figura 28 – Densidade de edifícios, por freguesia, no concelho de Gondomar, 1991 88
Figura 29 – Densidade de edifícios, por freguesia, no concelho de Gondomar, 2001 88
Figura 30 – Edifícios segundo a época de construção, por freguesia 89
Figura 31 – Variação dos edifícios, por freguesia, no concelho de Gondomar, entre 1960 e 1981 90
Figura 32 - Variação dos edifícios, por freguesia, no concelho de Gondomar, entre 1981 e 1991 90
Figura 33 – Variação dos edifícios, por freguesia, no concelho de Gondomar, entre 1991 e 2001 90
Figura 34 – Variação dos edifícios e alojamentos familiares no concelho de Gondomar 91
Figura 35 – Variação dos alojamentos familiares, por freguesia, no concelho de Gondomar, entre 1970 e 1981 93
Figura 36 – Variação dos alojamentos familiares, por freguesia, no concelho de Gondomar, entre 1981 e 1991 93
Figura 37 – Variação dos alojamentos familiares, por freguesia, no concelho de Gondomar, entre 1991 e 2001 93

Figura 38 – Variação dos alojamentos familiares, por freguesia, no concelho de Gondomar, entre 1970 e 2001 93
Figura 39 – Localização das Estações e Postos Meteorológicos da rede do IM, INAG e DRAEDM no NW Português 107
Figura 40 – Evolução da temperatura máxima e mínima na Estação Climatológica Porto Serra do Pilar de 1901 a 2005 110
Figura 41 – Total da precipitação anual na Estação Climatológica Porto Serra do Pilar de 1901 a 2005 112
Figura 42 – Modelo Digital do Terreno do concelho de Gondomar 118
Figura 43 – Carta de declives do concelho de Gondomar 119
Figura 44 – Carta de Exposição solar do concelho de Gondomar 120
Figura 45 – Carta hidrográfica do concelho de Gondomar 121
Figura 46 – Esboço simplificado das cristas quartzíticas de Valongo, salientando-se a influência da tectónica no traçado do meandro de Melres do rio Douro 122
Figura 47 – Carta Geológica simplificada do concelho de Gondomar 124
Figura 48 – Carta de Solos do concelho de Gondomar 130
Figura 49 – Carta da Aptidão da Terra do Concelho de Gondomar 136
Figura 50 – Factores que afectam a erosão hídrica do solo 161
Figura 51 – Mapa do factor erosividade da precipitação no concelho de Gondomar 165
Figura 52 – Mapa do factor erodibilidade do solo (K) no concelho de Gondomar 167
Figura 53 – Mapa do factor fisiográfico (LS) no concelho de Gondomar 170
Figura 54 – Mapa dos factores de uso do solo e prática agrícola (CP) no concelho de Gondomar 172
Figura 55 – Mapa da erosão potencial no concelho de Gondomar 174
Figura 56 – Mapa da erosão total ou actual no concelho de Gondomar 176
Figura 57 – Área ardida *versus* número de ocorrências de 1994 a 2005 180
Figura 58 – Distribuição da área ardida e número de ocorrências, por freguesia, referente ao ano de 2005 e à média 2000-2005 181
Figura 59 – Distribuição mensal da área ardida e do número de ocorrências referente ao ano de 2005 e à média 1995-2005 182
Figura 60 – Mapa dos grandes incêndios que afectaram o Município de Gondomar de 1990 a 2006 183

Figura 61 – Carta de Risco de Incêndio Florestal (CRIF, 2007) para o concelho de Gondomar 185
Figura 62 – Mapa de evolução da área impermeabilizada no concelho de Gondomar, entre 1975 e 1995 193
Figura 63 – Mapa de evolução da área permeável no concelho de Gondomar, entre 1975 e 1995 194
Figura 64 – Formação Carbonífera Estefaniana do Norte de Portugal. Estende-se desde a Maia até Viseu 199
Figura 65 – Bacia Carbonífera do Douro que atravessa o concelho de Gondomar 200
Figura 66 – Bacia carbonífera do Norte de Portugal – S. Pedro da Cova 204
Figura 67 – Localização das escombreiras em autocombustão em 2007, no concelho de Gondomar 213
Figura 68 – O desastre de Aberfan (País de Gales) a 21 de Outubro de 1966 217
Figura 69 – Áreas susceptíveis à degradação do solo, no concelho de Gondomar 223

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1 – Cronologia das principais alterações na Classificação dos Solos	23
Quadro 2 – Breve reflexão sobre os conceitos associados ao recurso natural solo	26
Quadro 3 – Grupos de variáveis/parâmetros a inventariar em estudos de ordenamento do território	33
Quadro 4 – Uso dominante do solo	36
Quadro 5 – Classificação e qualificação do uso do solo	37
Quadro 6 – Principais Normas Jurídicas portuguesas relativas ao *solo*	57
Quadro 7 – População residente no concelho de Gondomar, por freguesias	74
Quadro 8 – Crescimento Natural e Migratório 1960-70	76
Quadro 9 – Mobilidade da população 1973-1981	77
Quadro 10 – População residente segundo as migrações, relativamente a 1985	77
Quadro 11 – População residente segundo as migrações, relativamente a 1989	77
Quadro 12 – População residente segundo as migrações, relativamente a 1995	78
Quadro 13 – População residente segundo as migrações, relativamente a 1999	78
Quadro 14 – Proporção da população residente em 2001, que em 1995 residia fora do concelho (%), por local de residência	78
Quadro 15 – Evolução da população activa e taxa de actividade no concelho de Gondomar, entre 1960 e 2001	80
Quadro 16 – População activa por sectores de actividade no concelho de Gondomar de 1960 a 2001	81
Quadro 17 – População empregada por local de residência e grupo de profissão (CNP/94), nº e % em 2001	85
Quadro 18 – Evolução do tipo de povoamento, 1960 a 2001	86
Quadro 19 – Idade média dos edifícios no concelho de Gondomar, em 2001	91
Quadro 20 – Edifícios com 1 alojamento e 4 ou mais alojamentos, por freguesia, 1991 e 2001	92
Quadro 21 – Alojamentos segundo o tipo, forma de ocupação e famílias, 1970, 1981, 1991 e 2001 (nº, % e variação)	95
Quadro 22 – Algumas carências qualitativas dos alojamentos (1991-2001)	95
Quadro 23 – Percentagem de edifícios muito degradados, 2001	96
Quadro 24 – Alojamentos sobrelotados em 1981 e 2001 e sua variação	96

Quadro 25 – Dimensão média das famílias em 1970, 1981, 1991 e 2001 97
Quadro 26 – Edifícios concluídos, por tipo de obra, entre 2002 e 2006 98
Quadro 27 – Intensidade do processo construtivo 99
Quadro 28 – Edifícios licenciados entre 2002 e 2006, por tipo de obra 100
Quadro 29 – Diferença entre edifícios concluídos e licenciados entre 2002 e 2006 101
Quadro 30 – Unidades pedológicas correspondentes às Unidades-solo e subunidades cartografadas 128
Quadro 31 – Correlação dos solos existentes no concelho de Gondomar, entre a Classificação da FAO/UNESCO (1998) e o Quadro de Classificação dos Solos (SROA) 129
Quadro 32 – Unidades-solo existentes no concelho de Gondomar. Percentagem e área de ocupação 129
Quadro 33 – Características gerais das Unidades pedológicas (solos dominantes) 132
Quadro 34 – Aptidão da Terra (tipos de uso) do concelho de Gondomar. Percentagem e área de ocupação 137
Quadro 35 – Aptidão da Terra do concelho de Gondomar e tipos genéricos de uso 138
Quadro 36 – Principais características das Unidades-Terra do Concelho de Gondomar 140
Quadro 37 – Modelos empíricos utilizados para o cálculo da Erosão hídrica do solo (alguns exemplos) 146
Quadro 38 - Projectos desenvolvidos para estimar a Degradação do solo (alguns exemplos) 149
Quadro 39 – Exemplos de alguns estudos portugueses com metodologias diversas relacionadas com o cálculo da erosividade da precipitação e da perda de solos 151
Quadro 40 – Distribuição da área florestal (ha) por freguesia 179
Quadro 41 – Evolução do solo impermeabilizado e do solo permeável de 1975 a 1995 191
Quadro 42 – Componentes consideradas para o cálculo da área impermeável do concelho de Gondomar para 1975 e 1995 192

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1 – Valor percentual da área permeável e da área impermeável em Gondomar, por freguesia, em 1975 195

Gráfico 2 – Valor percentual da área permeável e da área impermeável em Gondomar, por freguesia, em 1995 195

ÍNDICE DE FOTOS

Pág.

Foto 1- Lixeiras clandestinas na freguesia de S. Pedro da Cova 12

Foto 2 – As lagoas de Midões apresentam-se altamente poluídas 13

Foto 3 – Povoamento florestal da Serra do Castiçal, com regeneração e plantação de eucalipto após incêndio de 2005 178

Foto 4 – Aterro junto à escombreira do poço de S. Vicente (Out.2007) 206

Foto 5 – Aspecto geral da escombreira onde é possível ver a vegetação queimada e as fendas na vertente resultantes da combustão e acentuadas por erosão hídrica e deslizamentos de materiais 208

Foto 6 – Vista do Complexo desportivo de S. Pedro da Cova, tirada da vertente da escombreira 208

Foto 7 – Escombreira em autocombustão (Out. 2007), junto à mina de S. Pedro da Cova 209

Foto 8 – Por baixo da camada superficial, o solo encontra-se em combustão 209

Foto 9 – Fendas no solo evidenciam a combustão interna da escombreira. As temperaturas altas que se sentiam não permitiam uma maior aproximação da fenda no solo 210

Foto 10 – Os fumos que se libertam do solo deixam antever que a escombreira está em combustão em profundidade 210

Foto 11 – As manchas amarelas na superfície do solo evidenciam a presença de enxofre 211

Foto 12 – Aspecto actual (2006) da mina de S. Pedro da Cova (Poço de S. Vicente) 214

Foto 13 – Aspecto actual (2007) da mina de Midões 215

Foto 14 – Aspecto actual (2007) da estrutura mineira de Midões 215
Foto 15 – Lagoas contaminadas junto à mina de Midões 216