

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor António Guerner Dias, pela orientação, disponibilidade, incentivo e apoio durante o tempo de realização deste estudo.

À Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia, pessoalmente à Engenheira Mercês Ferreira (vereadora do pelouro do Ambiente) e à Dr.^a Fátima Silva (chefe do departamento do Ambiente) por estarem receptivas á elaboração deste trabalho e pela informação disponibilizada.

À GAIURB, na pessoa do Engenheiro Marco Guimarães pela ajuda na interpretação da informação geográfica disponível.

Aos meus Pais, pelo apoio e incentivo durante todos os meus anos de faculdade.

Aos meus amigos e colegas de curso, em especial à Ana Oliveira, Diogo Oliveira, Eloisa Vieira, Carla Pinto, Carina Cardoso e Plácido Albuquerque pela amizade e incentivo durante a realização deste trabalho.

Em especial, à minha namorada Sara Teixeira por toda ajuda, apoio, e motivação e paciência durante a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente relatório foi efetuado no âmbito da disciplina Dissertação/Estágio do Mestrado de Ciências e Tecnologia do Ambiente da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em parceria com a Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia. Este trabalho incide sobre a problemática dos riscos ambientais no município de Vila Nova de Gaia, e da necessidade de elaborar instrumentos e respostas proactivas, preventivas e planeadas aos acontecimentos que possam causar danos ao Homem e ao Ambiente a nível municipal.

Neste sentido, o presente trabalho desenvolveu-se com o objectivo de elaborar cartografia de risco ambiental em formato digital de forma a ser um instrumento útil nos planos de gestão e ordenamento municipal e nos planos municipal de emergência de Vila Nova de Gaia.

A primeira fase do trabalho passou por identificar os principais riscos existentes no concelho de Vila Nova de Gaia, e posteriormente, separá-los em riscos naturais e riscos antrópicos. Como riscos naturais consideram-se os movimentos de vertente, as cheias, a erosão costeira, os incêndios florestais e os nevoeiros, como riscos antrópicos foram considerados os acidentes rodoviários e ferroviários, os acidentes industriais e por fim a contaminação de solos e água.

A segunda fase consistiu na elaboração de cartografia de risco recorrendo a plataformas de SIG, mais precisamente ao *software* ArcGIS10 e aos dados cedidos pela Câmara Municipal e pela GAIURB. Posteriormente foi feita a análise individual para cada carta de risco e aplicação de uma metodologia para o cálculo do risco Ambiental.

Palavras-chave:

Riscos ambientais, perigosidade, vulnerabilidade, cartografia digital, Município de Vila Nova de Gaia.

ABSTRACT

This report was made within the discipline Dissertation/Stage of Master of Environmental Science and Technology of Faculty of Sciences, University of Porto in partnership with the Municipality of Vila Nova de Gaia. This study focuses on the problem of environmental risks in the municipality of Vila Nova de Gaia, and the need to develop tools and proactive responses, preventive and planned to events that may cause damage to humans and the environment at the municipal level.

In this sense, the present study was developed with the objective of preparing environmental risk mapping in digital format in order to be a useful tool in the management plans and municipal planning and municipal emergency plans of Vila Nova de Gaia.

The first phase of study started by to identify the principal risks in the municipality of Vila Nova de Gaia, and subsequently, to separate them into natural risks and anthropic risks. As natural risks are considered the landslide, floods, coastal erosion, forest fires and mists, as anthropic risks were considered road and rail accidents, industrial accidents and contaminate soils and water.

The second phase consisted of developing risk mapping using GIS platforms, using the ArcGIS10 software and the data ceded by the Municipality and the GAIURB. After, the individual analysis for each risk mapping and application of a methodology for calculating the Environmental Risk

Key words:

Environmental risks, hazard, vulnerability, digital cartography, city of Vila Nova de Gaia.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
Palavras-chave:	ii
ABSTRACT	iii
Key words:	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1. Considerações gerais	2
1.2. Objetivos.....	4
2. METODOLOGIA	6
2.1. Conceitos base	6
2.2. Modelo conceptual do risco.....	8
2.3. Sistemas de Informação geográfica como ferramenta de avaliação de risco ambiental.....	10
2.4. Enquadramento da área de estudo	12
2.4.1. Localização geográfica	13
2.4.2. Caracterização geológica e geomorfológica.....	15
2.4.3. Caracterização climática	18
2.4.4. Caracterização socioeconómica	21
2.5. Elaboração da cartografia municipal de risco ambiental.....	24
2.5.1. <i>Software</i> utilizado.....	24
2.5.2. Aquisição de dados e metodologia adoptada.....	25
2.5.3. Cartas de riscos naturais	27
2.5.4. Cartas de riscos antrópicos.....	35

3.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	41
3.1.	Carta de Risco de Movimento de Vertente	42
3.2.	Carta de Risco de Cheias	44
3.3.	Carta de Risco de Incêndios Florestais	46
3.4.	Carta de Risco de Erosão Costeira	48
3.5.	Carta de Risco de Acidentes Associados a Nevoeiros	50
3.6.	Carta de Risco de Acidentes Rodoviários e Ferroviários Graves	52
3.7.	Carta de Risco de Acidentes Industriais.....	54
3.8.	Carta de Risco de Contaminação de Solos e de Água.....	56
4.	CÁLCULO DE RISCO AMBIENTAL.....	59
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	BIBLIOGRAFIA	65
	WEBGRAFIA.....	67
	ANEXOS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Modelo conceptual de risco	8
Fig. 2 - Localização do concelho de Vila Nova de Gaia	12
Fig. 3 - Mapa do enquadramento do concelho de Vila Nova de Gaia na Área Metropolitana do Porto (AMP).....	13
Fig. 4 – Limite das Freguesias de V.N. de Gaia.....	14
Fig. 5 – Levantamento na escala 1:50.000 para as publicações das folhas 9C-Porto (edição de 1957); 13A-Espinho (edição de 1962) e 13B Castelo de Paiva (edição de 1963) para a elaboração da carta geológica de V.N. de Gaia.	15
Fig. 6 – Carta geológica de V.N. de Gaia	17
Fig. 7 – Gráfico com os valores de temperatura média mensal registados na estação climatológica Porto/Serra do Pilar entre os anos 1951 e 1980.....	19
Fig. 8 - Gráfico com os valores de precipitação média mensal registados na estação climatológica Porto/Serra do Pilar entre os anos 1951 e 1980.....	19
Fig. 9 - Termopluviograma.....	20
Fig. 10 – Gráfico com valores médios mensais de nº de ocorrências de nevoeiro, orvalho e trovoadas.....	21
Fig. 11 – Gráfico da evolução da população residente no concelho de V. N. Gaia entre 1970 e 2001	22
Fig. 12 – Mapas da população residente e densidade populacional em V.N.G respetivamente.	22
Fig. 13 – Gráfico das empresas sedeadas no concelho de V. N. Gaia, por freguesia, em 2003.	23
Fig. 14 - Ambiente de trabalho do ArcGIS 10	24
Fig. 15 - Representação do esquema metodológico utilizado.....	26
Fig. 16 - Esquematização dos riscos ambientais considerados para a realização do trabalho.....	26
Fig. 17 - Gráfico dos registos históricos de cheias no município de V.N. de Gaia	29

Fig. 18 - Mapa de risco de incêndio florestal de Portugal continental 2011.....	31
Fig. 19 - Carta de risco de cheias no município de Vila Nova de Gaia.....	34
Fig. 20 - Carta de risco de movimentos de vertente do município de Vila Nova de Gaia; 1) Escarpa da Arrábida, 2) Escarpa da Serra do Pilar.	42
Fig. 21 – Fotos da escarpa da Serra do Pilar em 2007 e 2012, respetivamente.	43
Fig. 22 - Carta de risco de cheias do município de Vila Nova de Gaia; 1) Afurada, 2) Cais de Gaia	44
Fig. 23 - Cheia 22 de setembro 1989 em Sta. Marinha.....	45
Fig. 24 - Cheia de 1989 na Afurada.....	45
Fig. 25 - Carta de risco de incêndios florestais do município de Vila Nova de Gaia; 1) Zona urbana, 2) Zona rural.....	46
Fig. 26 - Envolvente florestal em Crestuma	47
Fig. 27 - Carta de risco de erosão costeira do município de Vila Nova de Gaia; 1) Madalena, 2) Aguda	48
Fig. 28 – Evolução da praia da Aguda após a construção do quebra-mar. Fotografia aérea no período de construção do quebra-mar da Aguda	49
Fig. 29 - Carta de risco de acidentes associados a nevoeiros no município de Vila Nova de Gaia; 1) Pontes de V. N. de Gaia, 2) Linha férrea da CP	50
Fig. 30 - Fotos da ponte da Arrábida e VL8 (acesso á ponte da Arrábida) no dia 12/09/2012.....	51
Fig. 31 - Carta de risco de acidentes rodoviários e ferroviários do município de Vila Nova de Gaia.....	52
Fig. 32 – Fotos de acidentes ocorridos na A44 a 31 de dezembro 2011 e na A29 a 23 abril 2010, respetivamente.....	53
Fig. 33 - Carta de risco de acidentes industriais do município de Vila Nova de Gaia.....	54
Fig. 34 – Zona industrial de Avintes.....	55
Fig. 35 – Fuga de uma conduta de gás de um complexo industrial na zona Industrial de Mina	55

Fig. 36 - Carta de risco de contaminação de solos e de água do município de Vila Nova de Gaia.....	56
Fig. 37 – Acidente na A29 de um camião que transportava ácido clorídrico que contaminou o rio Febros	58
Fig. 38 – Fórmula do cálculo de Risco Ambiental	60
Fig. 39 – Esquema de conversão dos valores de Risco Ambiental.....	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição das formações geológicas no concelho de V.N.G.	18
Tabela 2 - Indicadores do nível de emergência de cheia	30
Tabela 3 - Cálculo de risco ambiental.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS

ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

AMP – Área metropolitana do Porto

IGP – Instituto Geográfico Português

GAIURB – Empresa responsável pelo Urbanismo, Habitação Social e Reabilitação Urbana do Município de Vila Nova de Gaia

ONG's – Organizações Não Governamentais

PDM – Plano director municipal

PME – Plano municipal de emergência

SIG – Sistemas de informação geográfica

V.N.G – Vila Nova de Gaia

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações gerais

Ao contrário do que se podia esperar o crescimento socioeconómico e o desenvolvimento tecnológico, verificados no século XX, não foram acompanhados pela redução da ocorrência de catástrofes naturais, compreendidas enquanto interrupções sérias da funcionalidade das comunidades, na sequência de um evento natural perigoso, responsável por perdas humanas, materiais ou ambientais significativas. Pelo contrário, verificou-se um aumento exponencial da ocorrência de catástrofes naturais, sendo que entre o ano de 1974 e o ano de 2003 o número médio anual de catástrofes registadas no mundo cresceu cerca de 4 vezes. Segundo a comunidade científica, a desenfreada ocupação do território, conduziu ao aumento da vulnerabilidade das populações, nomeadamente junto das grandes aglomerações urbanas e nas áreas litorais. A articulação desordenada entre o Homem e o território levou à expansão da população e das suas actividades económicas para zonas que sempre estiveram expostas a perigos naturais (ZÉZERE, 2007).

Até à década de 70, os desastres naturais e tecnológicos eram entendidos pelas comunidades nacionais e internacionais como circunstâncias excepcionais, às quais era geralmente necessário responder através de ajuda externa de emergência. O conceito de “gestão de risco” era considerado como equivalente de “resposta a desastres” e fazia parte da competência, quase exclusiva, de instituições nacionais de defesa e proteção civil e ONG's (ZEZÊRE *et al*, 2008).

A partir da década de 80 e 90, a análise e gestão dos riscos preventiva passou a constituir um importante papel de acção e decisão integrantes das actividades em sociedade, embora com diferentes graus de visibilidade e explicitação (PROTCentro, 2007).

Nas chamadas sociedades de risco, em que aumenta a consciência individual e colectiva relativamente aos potenciais perigos, à sua dispersão e aos seus efeitos prolongados no tempo, os cidadãos, os técnicos, os cientistas e os agentes políticos organizam-se em torno desta problemática. Os intervenientes projectam instrumentos e critérios de ordenamento e planeamento, bem como nas instituições da proteção

civil, emergência e socorro, desenvolvem a gestão e a capacidade de redução dos riscos, ao nível local, regional, nacional e global.

Com as transformações globais, as dinâmicas populacionais de urbanização e litoralização, a industrialização, a não reversibilidade de muitos dos processos naturais, adquirem uma relevância e expressão espacial dos riscos e a qualificação da probabilidade de ocorrência de eventos causadores de danos. A preocupação dos cidadãos, dos grupos, das comunidades, das instituições, ou dos estados relativamente aos valores ambientais e aos critérios de segurança e confiança dos processos, estruturas e equipamentos, determinou a incorporação de processos de gestão dos perigos, que assumem uma importância crescente às respostas proactivas, preventivas e planeadas aos acontecimentos que possam causar danos ao Homem e ao Ambiente (PROTCentro, 2007).

1.2. Objetivos

Este trabalho foi efectuado no âmbito da disciplina Dissertação/Estágio do Mestrado de Ciências e Tecnologia do Ambiente da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e teve como principais objectivos:

- Analisar globalmente os riscos ambientais, aos quais o concelho de Vila Nova de Gaia está sujeito.
- Proceder à identificação dos principais riscos de origem natural e riscos de origem antrópica, e perceber de que forma estes estão distribuídos no município e com que grau de risco e de importância.
- Elaborar toda a cartografia de risco em formato digital e georreferenciada de forma a ser um instrumento útil nos planos de gestão e ordenamento do município e no plano municipal de emergência de Vila Nova de Gaia.
- Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para a quantificação do risco ambiental.

METODOLOGIA

2. METODOLOGIA

2.1. Conceitos base

Neste subcapítulo apresenta-se um conjunto de termos que se considerou importante e pertinente definir, de modo a dar suporte a alguns dos conceitos base utilizados ao longo deste trabalho. Optou-se por utilizar, preferencialmente, os conceitos definidos no Decreto-Lei que regula a área do ambiente e ordenamento do território (DECRETO-LEI n.º 254/2007), nos documentos elaborados pela Autoridade Nacional de Proteção Civil (JULIÃO *et al*, 2009) e nos planos regionais do ordenamento do território (PROTCentro, 2007).

Risco – O Decreto-lei n.º 254/2007, de 12 de Julho de 2007, define risco como “a probabilidade de ocorrência de um efeito específico dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas”. Outras fontes definem o risco como a “probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, directos ou indirectos” (PROTCentro, 2007). Por outras palavras podemos definir o risco como uma função complexa que envolve:

- Os perigos relacionados com um determinado sistema tecnológico ou natural;
- A probabilidade de que um perigo resulte num evento indesejado;
- A vulnerabilidade dos elementos expostos a um processo perigoso natural ou tecnológico, num determinado território (VELOSA, 2007).

Perigo – O Decreto-lei n.º 254/2007 define perigo como “a propriedade intrínseca de uma substância perigosa ou de uma situação física susceptível de provocar danos à saúde humana ou ao ambiente”. Podemos definir perigo como a propriedade, condição ou situação de uma substância ou de um sistema (natural ou tecnológico) que possa causar potenciais danos no homem, em bens ou no ambiente natural ou a combinação destes com determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo (PIRES, 2005 & JULIÃO, 2009).

Vulnerabilidade – O termo vulnerabilidade reflete o potencial de afetação a um determinado evento de origem natural ou antrópica sobre pessoas, bens e ambiente (PIRES, 2005), isto é, o grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade (JULIÃO, 2009).

Elementos expostos – São elementos potencialmente afetáveis de sofrer danos resultantes de um processo perigoso de origem natural ou antrópica, num determinado território. Estes podem ser populações, edifícios, infra-estruturas, atividades económicas, estruturas naturais, etc. (JULIÃO, 2009 & PROTCentro, 2007).

Dano – Prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou ação) perigoso de origem natural ou antrópica, de uma determinada severidade (JULIÃO, 2009).

Avaliação de risco ambiental – Método de organizar a informação de um modo sistemático, com o objetivo de determinar a probabilidade de ocorrência de um determinado evento de origem natural ou antrópica e as suas consequências, para posterior definição das ações de redução e mitigação do risco (PIRES, 2005). Segundo EAGLER (1996) o risco ambiental deve ser visto como “ um indicador dinâmico das relações entre os sistemas naturais, a estrutura produtiva e as condições sociais de reprodução humana em um determinado lugar e momento”. O mesmo autor considera o risco ambiental como resultante de três categorias básicas:

- a) *“Risco Natural, associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos...”*
- b) *“Risco Tecnológico, definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva. Envolve uma avaliação tanto da probabilidade de eventos críticos de curta duração com amplas consequências (explosões, derramamentos de produtos tóxicos), como também a contaminação a longo prazo dos sistemas naturais por lançamentos e deposição de resíduos do processo produtivo.”*
- c) *“Risco Social, visto como resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano que contribuem para degradação das condições de vida.”*

2.2. Modelo conceptual do risco

No âmbito do desenvolvimento deste trabalho foi considerado o modelo conceptual de risco tradicional, para a avaliação do risco ambiental, esquematizado na figura 1.

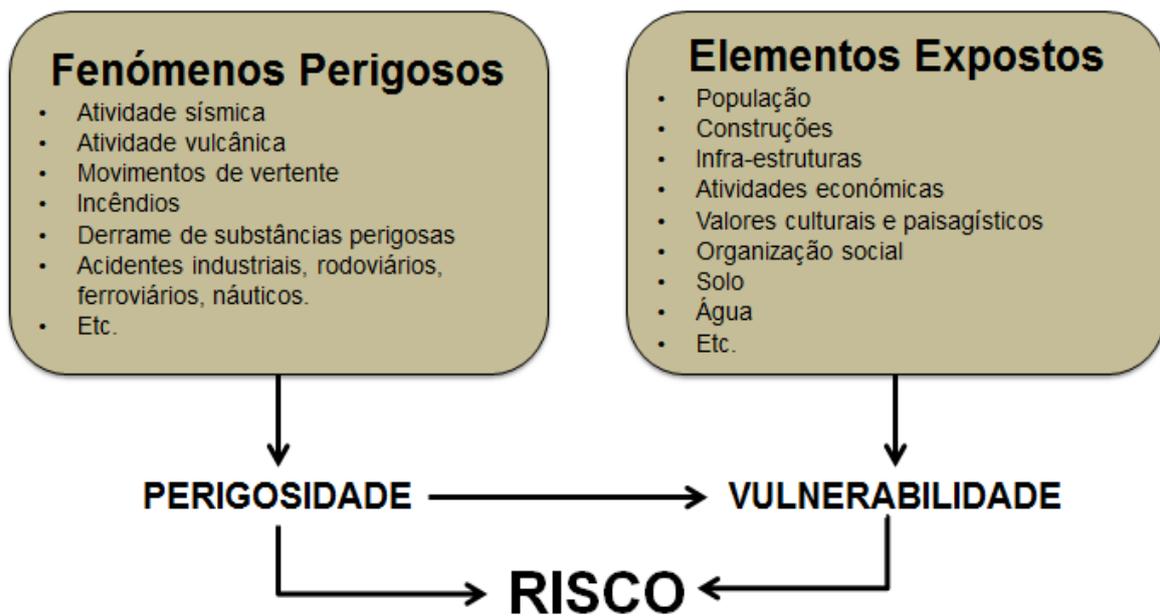


Fig. 1 – Modelo conceptual de risco
(adaptado de ZÊZERE *et al*, 2008)

Dos elementos que integram o modelo conceptual do risco apresentado, a perigosidade é o que revela maior interesse do ponto de vista do ordenamento do território, num panorama de formulação de políticas preventivas. Neste contexto, a avaliação e o zonamento da perigosidade deve preceder a seleção das melhores localizações para a implantação de estruturas e infra-estruturas, nas escalas regional e local.

A avaliação do grau de risco implica a estimativa do nível dos danos, diretos e indiretos, para cada elemento em risco presente no território. Embora seja evidente o interesse desta avaliação na gestão do território, especialmente como alicerce para a definição de políticas mitigadoras de base territorial. É no domínio da protecção civil que ela adquire maior relevância, quer seja no âmbito da prevenção ou no campo dos planos de contingência para resposta a catástrofes (ZÊZERE, 2007).

A avaliação quantitativa do risco é obtida através do produto da perigosidade pelo produto dos elementos expostos pela vulnerabilidade, expressa pela seguinte fórmula (PROTCentro, 2007):

$$R = \sum P_i \times (E \times V_i)$$

Em que

R – Risco

P_i – Perigosidade

E – Elementos expostos

V_i – Vulnerabilidade

2.3. Sistemas de Informação geográfica como ferramenta de avaliação de risco ambiental

Com o objetivo de planejar e preparar os meios e recursos necessários para atuar numa situação de emergência, é necessário identificar os eventos passíveis de ocorrer, determinar a sua evolução no espaço e no tempo e avaliar as consequências dos acidentes no ambiente natural e social. Neste sentido, as técnicas cartográficas, através da análise das relações espaciais, desempenham um papel importante para a prevenção e avaliação dos riscos, uma vez que permitem localizar fontes de perigo, determinar zonas de risco e áreas vulneráveis (ALEXANDER, 2002). As metodologias de análise de risco são perfeitamente suportadas por Sistemas de Informação Geográfica (SIG), uma vez que a utilização de ferramentas de análise espacial permite a obtenção de relações espaciais e determinação de áreas potencialmente afetadas. Como resultado, obtêm-se mapas de perigo, risco ou vulnerabilidade, que podem ser definidos como conjuntos de dados organizados de modo a apresentar de modo cartográfico os perigos, riscos ou vulnerabilidades existentes numa dada área (PIRES, 2005).

A cartografia de risco ambiental desempenha um papel importante e fundamental no contexto de um melhor ordenamento do território, da prevenção de acidentes e da resposta à emergência, uma vez que serve de base para formular, definir e reforçar medidas de prevenção e mitigação de acidentes, no caso de existência de fontes de perigo em locais próximos de locais vulneráveis (PIRES, 2005).

A publicação do DESPACHO n.º 27660/2008, de 29 de Outubro, dos Ministérios da Administração Interna e do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, define a cartografia de risco como “uma peça fundamental da elaboração do plano director municipal, condicionando as opções de ocupação e uso do território e permitindo a criação de condições de prevenção e gestão de riscos em estreita articulação com os planos municipais de emergência.”, considerando assim de extrema relevância os sistemas de informação geográfica para “o desenvolvimento de cartas de risco temáticas vem dar resposta a importantes medidas assumidas no Programa do XVII Governo, quer no âmbito da proteção civil, quer no âmbito do ordenamento território”. Neste seguimento, o Governo resolveu que deve existir uma metodologia comum para a elaboração das cartas de risco temáticas,

promovendo uma harmonia entre as mesmas. Para tal, foi elaborado um guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação dos respetivos SIG de base municipal, instrumentos fundamentais no apoio ao processo de decisão na área dos riscos naturais, tecnológicos e mistos. Este guia foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- *“Identificação e seleção dos 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;”*
- *“Definição de normas técnicas para a produção de cartas de risco temáticas de âmbito municipal, incluindo a harmonização dos conceitos, tipologias, designações e formas de representação gráfica;”*
- *“Definição de 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 soluções de emergência.”*

2.4. Enquadramento da área de estudo

Este estudo desenvolveu-se no concelho de Vila Nova de Gaia, distrito do Porto (fig.2). A informação recolhida para a realização deste trabalho abrange a área integral do concelho, num total de 16.866 ha, representando atualmente 11% do território metropolitano do Porto.

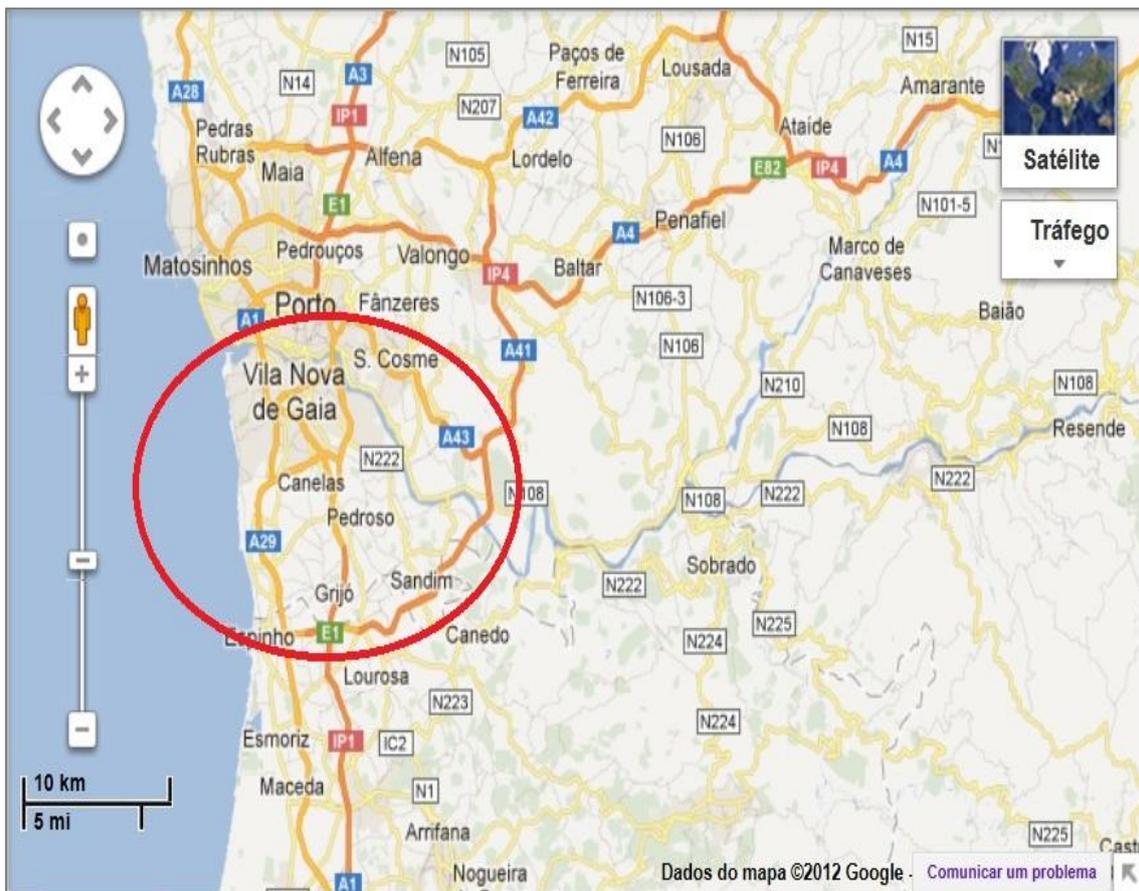


Fig. 2 - Localização do concelho de Vila Nova de Gaia
(extraído de: Google Maps em 7/06/2012)

2.4.1. Localização geográfica

O concelho de Vila Nova de Gaia localiza-se, a nível nacional, na região noroeste de Portugal, na zona costeira do Douro Litoral, e é limitado pelos concelhos de Espinho, Santa Maria da Feira, Gondomar e Porto. Vila Nova de Gaia, sendo um dos maiores concelhos que integram a unidade administrativa Área Metropolitana do Porto, localiza-se, particularmente, na sua zona centro (fig.3).

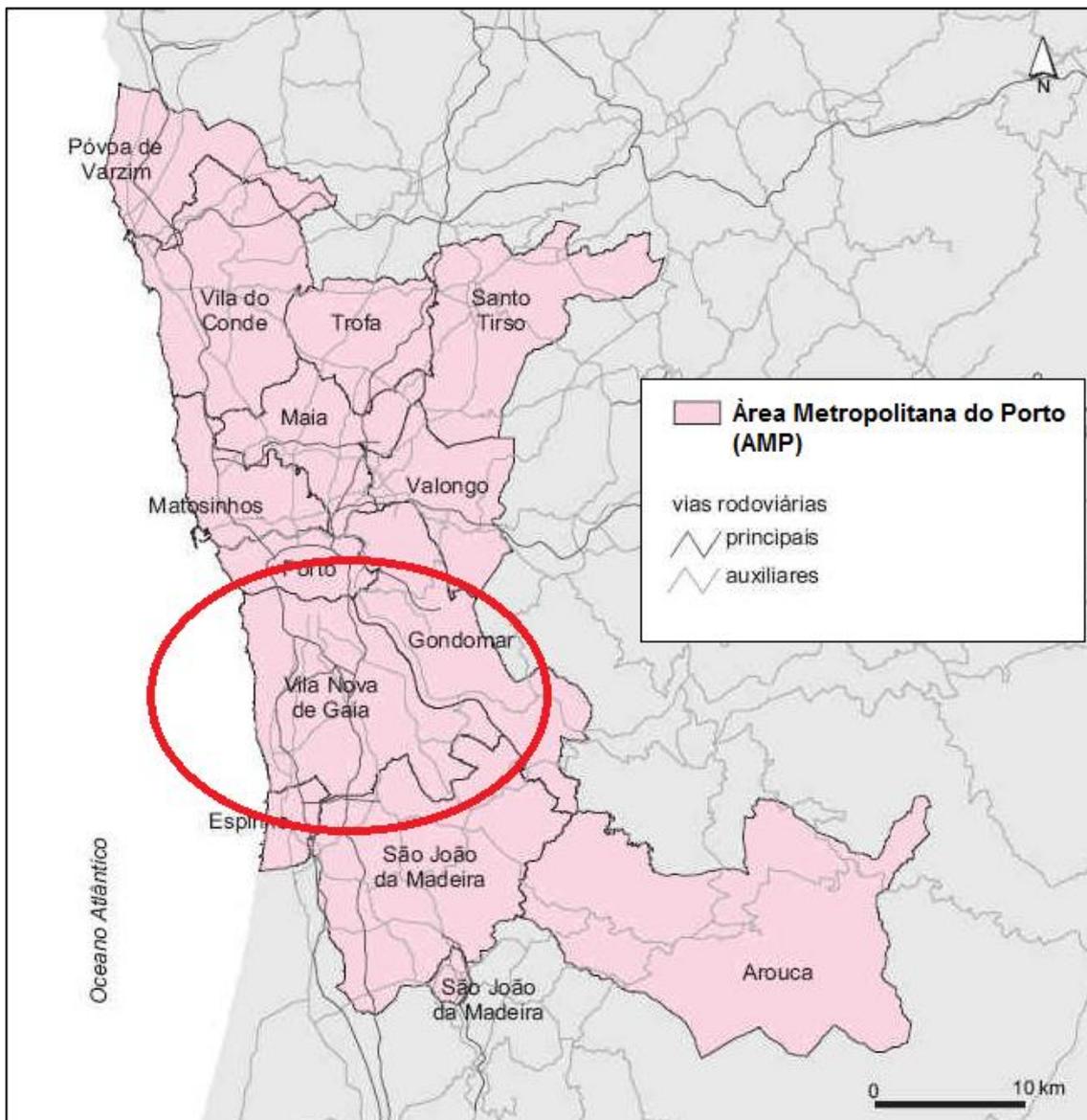


Fig. 3 - Mapa do enquadramento do concelho de Vila Nova de Gaia na Área Metropolitana do Porto (AMP).

(Adaptado de: <http://regioes.blogspot.pt/2012/04/area-metropolitana-porto-realidades-e.html>, em 20/06/2012)

O território do concelho é limitado a oeste pelo Oceano Atlântico, a norte e nordeste pelo Rio Douro, o qual constitui a sua fronteira natural com os concelhos do Porto e de Gondomar. Junto à orla costeira, Gaia confronta com Espinho, enquanto a zona interior do concelho confronta com Santa Maria da Feira e Gondomar.

O concelho é constituído por 24 freguesias de carácter distinto. Junto à orla costeira, e de norte para sul, situam-se as freguesias de Canidelo, Madalena, Valadares, Gulpilhares, Arcozelo e São Félix da Marinha. Para além de Canidelo, junto à foz do Rio Douro, as freguesias ribeirinhas são Afurada, Santa Marinha, Oliveira do Douro, Avintes, Olival, Crestuma e Lever. Na zona central do concelho situam-se Mafamude, Vilar do Paraíso, Canelas, Perosinho, Serzedo, Sermonde e Grijó a poente da linha de cumeada principal e Vilar de Andorinho, Pedroso, Seixezelo e Sandim a nascente da mesma cumeada (fig.4) (Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006).



Fig. 4 – Limite das Freguesias de V.N. de Gaia
(extraído de: Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006)

2.4.2. Caracterização geológica e geomorfológica

A caracterização da geologia e da geomorfologia do concelho teve por base, em grande parte, a informação existente no relatório 2.6 Caracterização Biofísica (2006) do PDM de V.N.G, que teve como fonte as publicações das folhas dos Serviços Geológicos de Portugal, representadas na figura 5, com as respectivas notícias explicativas.

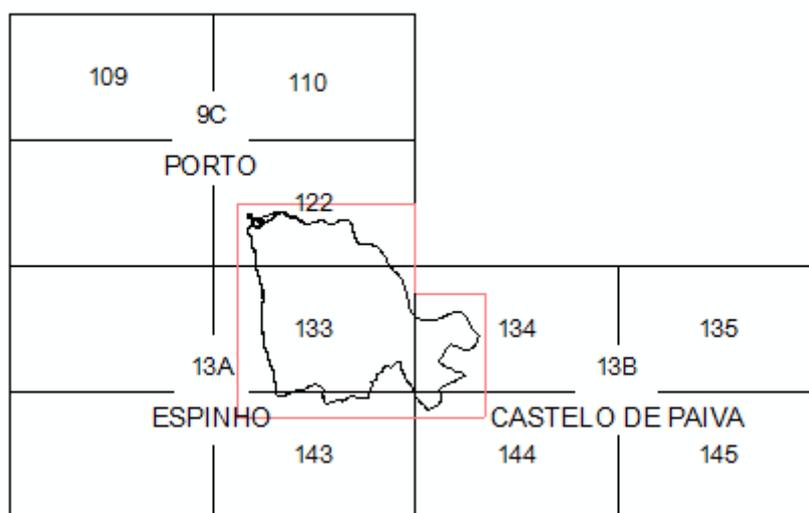


Fig. 5 – Levantamento na escala 1:50.000 para as publicações das folhas 9C-Porto (edição de 1957); 13A-Espinho (edição de 1962) e 13B Castelo de Paiva (edição de 1963) para a elaboração da carta geológica de V.N. de Gaia.

O concelho de Vila Nova de Gaia é representado maioritariamente por terrenos metamórficos das eras Precâmbrica e Paleozóica. Sendo os terrenos do complexo xisto-grauváquico ante-ordovícico, os mais antigos do concelho ocupando 58% do território (tabela1), que evidenciam a existência de antigo mar, no fundo do qual se depositaram sedimentos.

A morfologia atual do concelho teve a sua origem nos últimos tempos da era Cenozóica, onde intervieram principalmente as ações do Rio Douro e do mar. Segundo Perdigão & Teixeira (1962), os elementos geológicos conservados mostram que “nessa altura apenas emergia a zona central, em cujo sopé vinham bater, de um lado, as ondas do mar, do outro, as águas do Douro. São dessa ocasião os depósitos mais altos de praia e de terraço. Por recuos sucessivos, o nível do mar foi descendo. Deixou, porém, marcadas as diversas posições que ocupou durante o movimento regressivo. Ao mesmo tempo, o Douro encaixou-se progressivamente, no vale que

hoje ocupa”. Os autores destacam ainda o papel modelador de alguns dos pequenos cursos de água, como é o caso dos rios Febros e Uíma.

A geologia do concelho caracteriza-se pela existência de uma região central granítica ladeada por formações xistentas, em grande parte ocupadas por depósitos recentes que testemunham as ações erosivas do mar e do rio ao longo dos tempos (Fig.6).

As formações recentes (aluviões atuais; areais e cascalheiras de praia e areias de duna; e depósitos de praias antigas e de terraços fluviais e formações arenopelíticas de cobertura) representam 17% do território do concelho (Tabela 1). Estas formações recentes são bem evidentes nas freguesias litorais do concelho (Canidelo, Madalena, Valadares; Gulpilhares; Arcozelo e São Félix da Marinha), onde se definem claramente zonas aplanadas com relevos pouco acentuados, que se estendem para o interior. De acordo com a notícia explicativa da folha 13ª, da Carta Geológica de Portugal, estas formações “testemunham, juntamente com os aplanamentos correlativos, as ações erosivas do mar no decurso dos tempos plio-pleistocénicos”.

Deste modo, é possível afirmar que as áreas de máxima infiltração, mais significativas ao nível do concelho, situam-se na faixa litoral e são constituídas por depósitos de praias antigas, sendo que também se pode verificar excelentes áreas de infiltração nos depósitos aluvionares que se encontram ao longo das margens do rio Douro, seus afluentes Febros e Uíma e mais propriamente nos Areíños de Oliveira do Douro e Avintes, bem como ao longo da quase totalidade da orla ribeirinha da freguesia de Lever (Fig.6).

O complexo xisto-grauváquico ante-ordovícico é constituído por duas diferentes faixas xistentas, separadas pela faixa granítica orientada no sentido NNW-SSE. A primeira, a nordeste, que acompanha o vale do Rio Douro, correspondente à era Paleozóica e designada por Formação de Lourosa, em grande parte coberta por depósitos modernos (freguesias de Sta. Marinha, Mafamude, Oliveira do Douro, Avintes, Pedroso, Olival, Crestuma, Sandim e Lever). Esta formação nunca atinge o mar, à exceção da praia da Granja, onde se podem observar os seus afloramentos em período de maré baixa. A segunda, a sudeste, correspondente à era Precâmblica, designada por Grupo do Douro e das Beiras Indiferenciado (freguesias de Valadares,

Gulpilhares, Arcozelo, Serzedo, Perosinho, Sermonde, São Félix da Marinha, Grijó e Seixezelo).

A faixa granítica que atravessa o concelho de Vila Nova de Gaia, sentido NNW-SSE, coincide com a elevação central que separa a faixa litoral da região interior do concelho e estende-se desde o extremo noroeste (Canidelo) até ao limite nascente de Seixezelo e ao limite sudoeste do Olival. Encontram-se nesta faixa a maioria das cabeceiras de linhas de água, quer das linhas de água que integram a bacia hidrográfica do Rio Douro, quer das bacias hidrográficas das ribeiras atlânticas. Neste extenso afloramento granítico predomina o granito porfiróide de grão grosseiro a médio, rochas exploradas em diversas pedreiras e utilizada sob a forma de paralelepípedos, cantaria, brita, etc. (Relatório 2.6 PDM de V.N.G,2006).

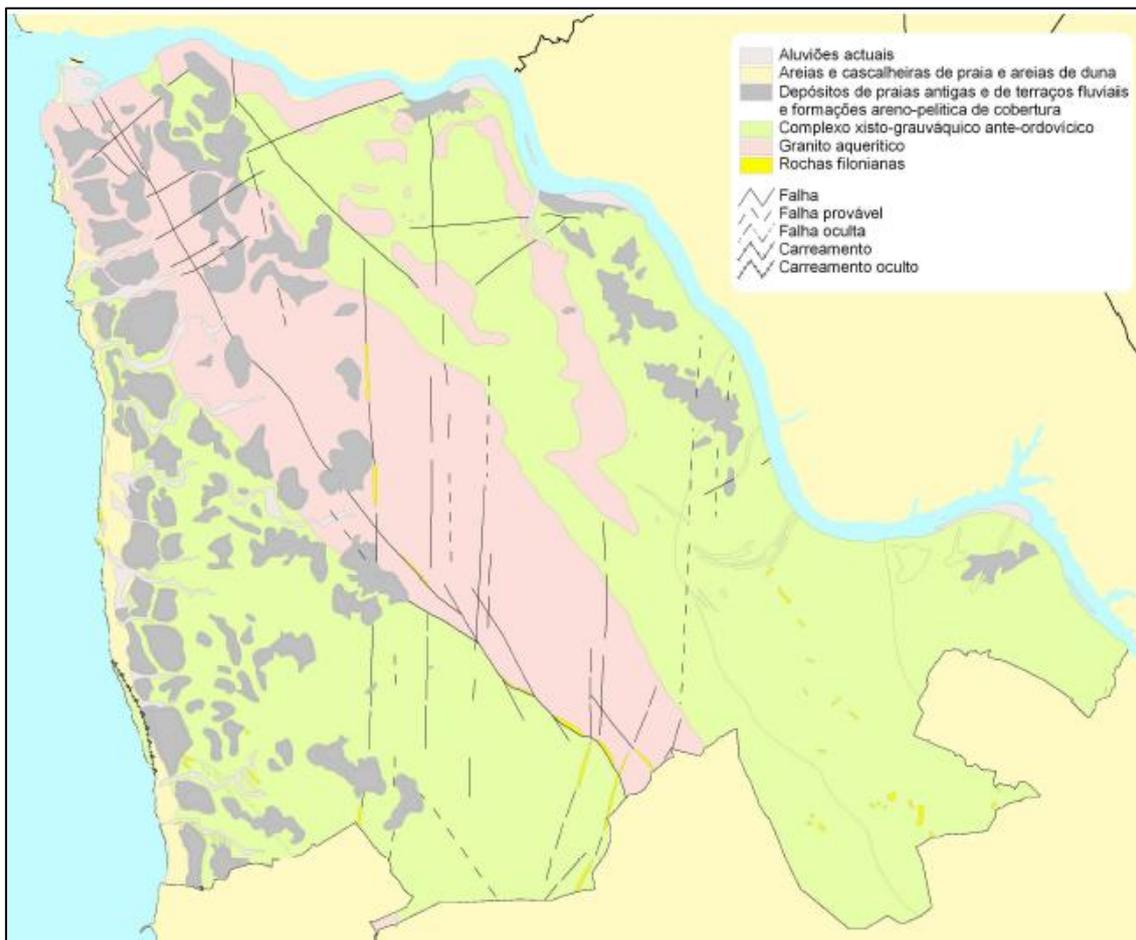


Fig. 6 – Carta geológica de V.N. de Gaia
(extraído de: Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006)

Tabela 1 - Distribuição das formações geológicas no concelho de V.N.G.

(adaptado de: Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006)

Geologia	Área (ha)	Percentagem (%)
Aluviões atuais	311	2
Areias e cascalheiras de praias e areias de duna	266	2
Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais e formação areno-pelítica de cobertura	2156	13
Complexo xisto-grauváquico ant-ordovícico	9532	58
Rochas aquerítico	4153	25
Rochas filonianas	53	0,3

2.4.3. Caracterização climática

É possível classificar, de uma forma generalizada, o concelho de Vila Nova de Gaia como um clima fortemente marcado pela proximidade do oceano Atlântico, com um verão moderado e um inverno temperado e livre de geadas no litoral, sendo mais frio e sujeito a geadas para o interior.

Segundo as informações recolhidas no relatório 2.6 do PDM de V.N.G. e dos dados disponíveis na estação climatológica Porto/Serra do Pilar entre os anos 1951 e 1980, constata-se a ocorrência de temperaturas médias compreendidas entre os 9,3°C e os 19,8°C (Fig. 7), atingindo-se estes valores nos meses de janeiro e julho, respetivamente. Comparando estes valores de temperatura, verifica-se que a amplitude térmica anual é pequena, rondando os 10°C, para o que contribui, definitivamente, a proximidade do oceano Atlântico.

Apesar do clima ameno do concelho, com uma temperatura média anual de 14°C, é possível verificar nestes registos valores de temperatura bastante diferentes. Sendo o valor mais elevado registado, referente à temperatura máxima de 38°C, em julho e agosto, enquanto o valor mais baixo da temperatura mínima registado é de -3,8°C, no mês de fevereiro.

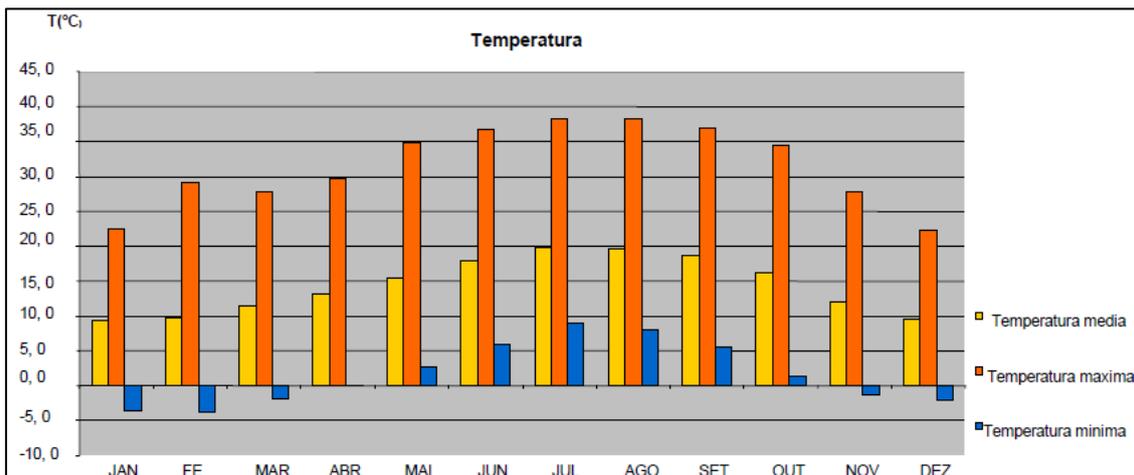


Fig. 7 – Gráfico com os valores de temperatura média mensal registados na estação climatológica Porto/Serra do Pilar entre os anos 1951 e 1980.

(extraído de: Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006)

Quanto à precipitação, a média anual oscila entre o valor máximo mensal de 178mm e o valor mínimo de 53mm (Fig. 8), sendo os meses de verão os mais secos e os de inverno os mais abundantes. A precipitação apresenta valores médios superiores a 1.200mm por ano, enquadrando-se nos valores médios observados na região de Entre-Douro e Minho.

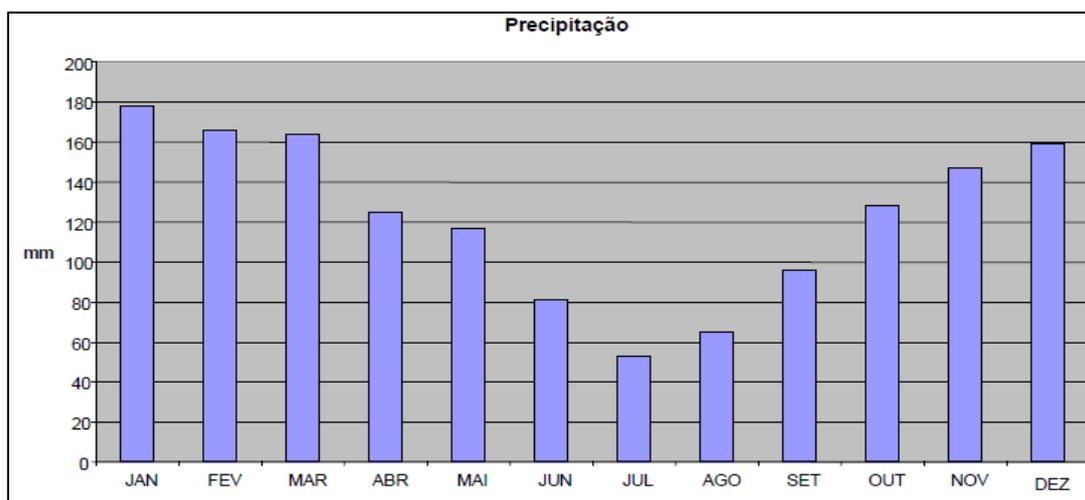


Fig. 8 - Gráfico com os valores de precipitação média mensal registados na estação climatológica Porto/Serra do Pilar entre os anos 1951 e 1980.

(extraído de: Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006)

Através do termopluviograma apresentado (Fig. 9) é possível estabelecer a relação entre as precipitações médias mensais com as temperaturas médias mensais, onde se verifica que os valores médios mensais de temperatura mais elevados correspondem aos valores médios mensais de precipitação mais baixa e vice-versa.

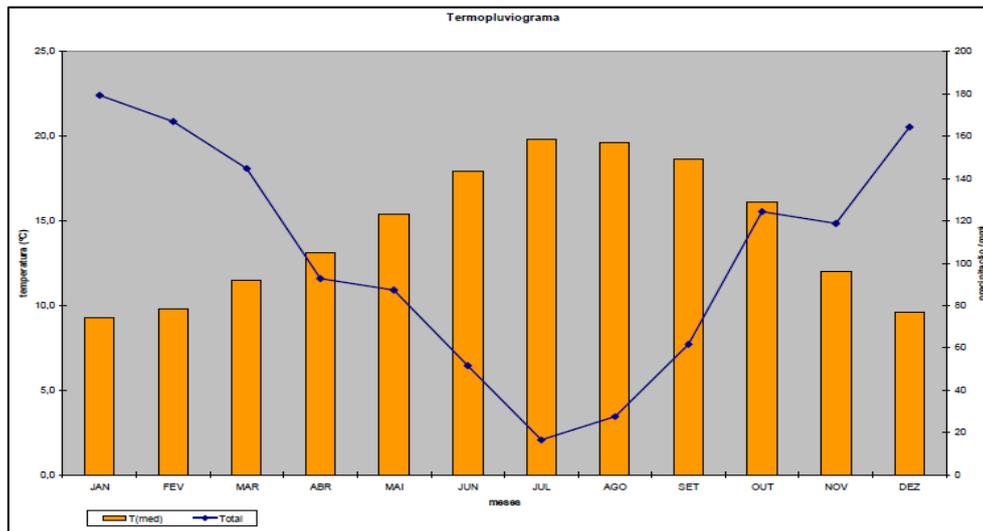


Fig. 9 - Termopluviograma.

(extraído de: Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006)

O fenómeno de nevoeiros está estreitamente relacionado com os níveis de humidade no ar, ventos e proximidade de massas de água, ocorrendo 82 vezes em média ao ano. Os números maiores de ocorrências registam-se entre agosto e dezembro, com máximos em agosto e setembro, com 9,6 e 9,4 dias, respectivamente. Já os números mínimos de ocorrência surgem nos meses de primavera (março, abril, maio e junho), não chegando a atingir 5 dias com nevoeiro em cada mês (Fig.10).

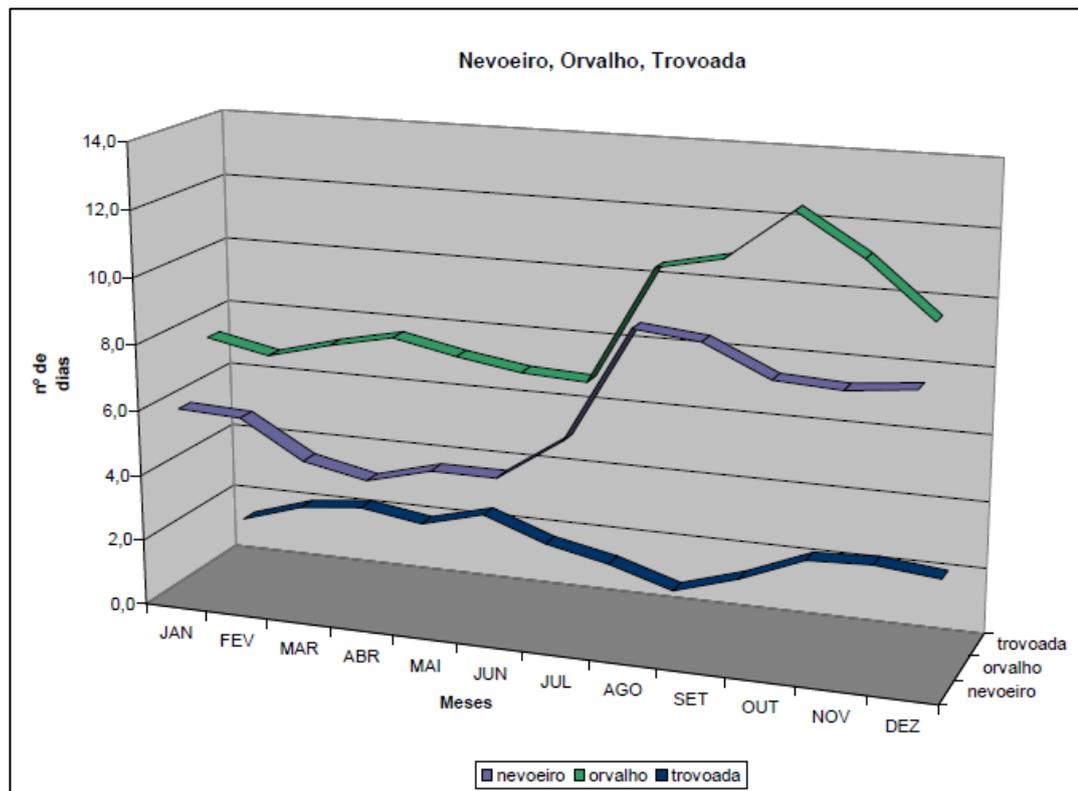


Fig. 10 – Gráfico com valores médios mensais de nº de ocorrências de nevoeiro, orvalho e trovoada.

(extraído de: Relatório 2.6 PDM de V.N.G, 2006)

2.4.4. Caracterização socioeconómica

O concelho de Vila Nova de Gaia está inserido na AMP, tendo um peso bastante significativo nesta área metropolitana, com o número de habitantes, em 2001, de 288749 distribuídos por 24 freguesias e uma superfície de 170 km². Segundo os dados do INE, o território de V.N.G. tem sofrido uma evolução constante desde 1970 até os dias de hoje, a nível de população esta tem aumentado consideravelmente a cada década (Fig.11).

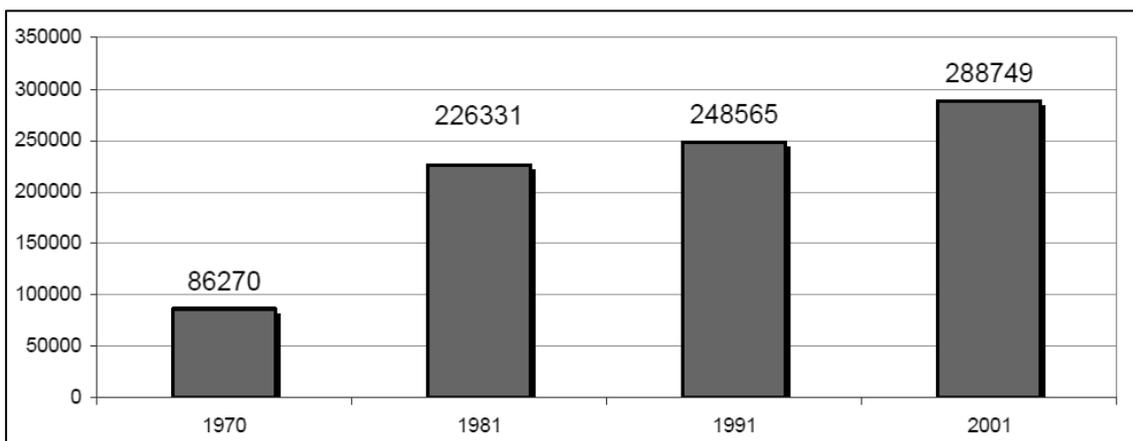


Fig. 11 – Gráfico da evolução da população residente no concelho de V. N. Gaia entre 1970 e 2001
(extraído de: Relatório 2.1 PDM de V.N.G, 2005)

No que diz respeito à distribuição da população, em cada uma das freguesias de Vila Nova de Gaia, é possível evidenciar uma maior densidade populacional nas freguesias de St^a. Marinha e Mafamude, seguidas de Canidelo, Afurada, Oliveira do Douro, Vilar de Andorinho e Vilar do Paraíso. Ao nível de habitantes por freguesia destacam-se as freguesias de Canidelo, St^a. Marinha, Mafamude e Oliveira do Douro., como é possível verificar na figura 12.

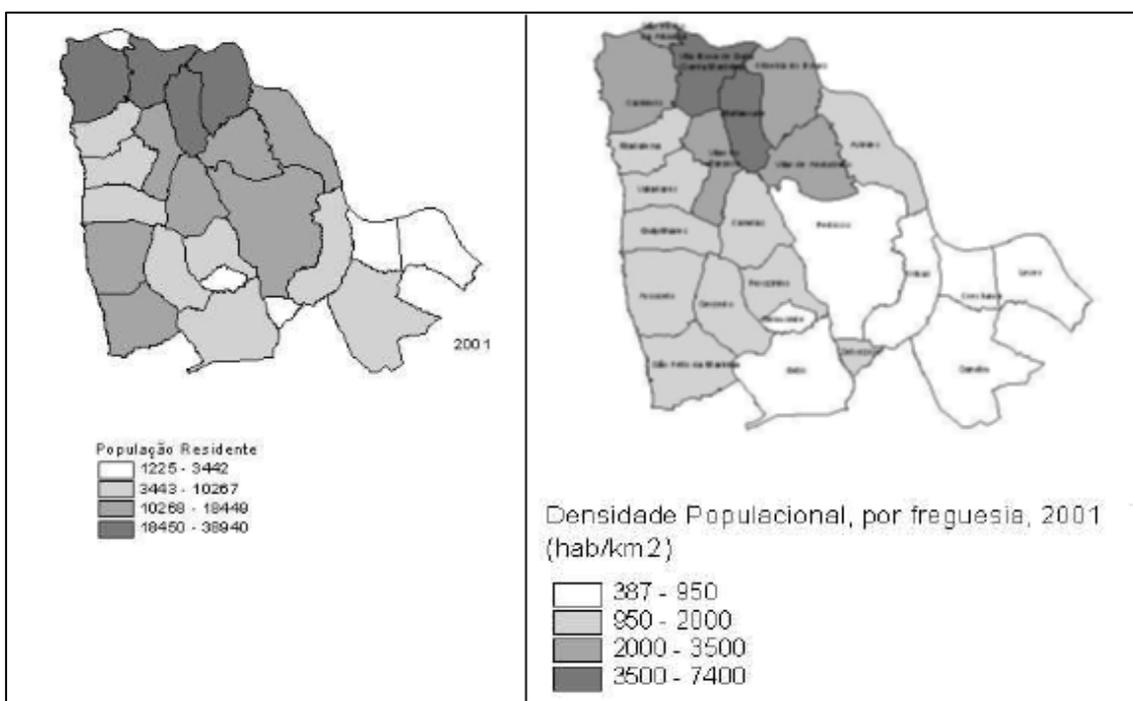


Fig. 12 – Mapas da população residente e densidade populacional em V.N.G respetivamente.
(extraído de: Relatório 2.1 PDM de V.N.G, 2005)

A nível económico o concelho revela uma acentuada terciarização, sendo que 66% das empresas aqui instaladas pertencem aos setores do comércio e dos serviços, enquanto apenas uma pequena parte pertencem à indústria. O setor da indústria apresenta um grau de diversidade reduzido, com predomínio das indústrias ditas tradicionais tais como a fabricação de produtos metálicos (18%), a fabricação de mobiliário (15%) e as indústrias alimentares e das bebidas (12%). Quanto à agricultura e pescas, é de salientar o seu peso insignificante no total das atividades sedeadas no concelho (cerca de 1%).

A freguesia de Mafamude é das freguesias com maior número de empresas direcionadas para o comércio e serviços, apresentando 23% das empresas existentes nestes setores. Já a freguesia de St^a. Marinha é responsável por uma das principais imagens de marca do concelho, a produção do vinho do Porto. Nas restantes freguesias verifica-se a presença mais reduzida do número de empresas, bem como a diversidade de tipologias de indústrias (Fig.13).

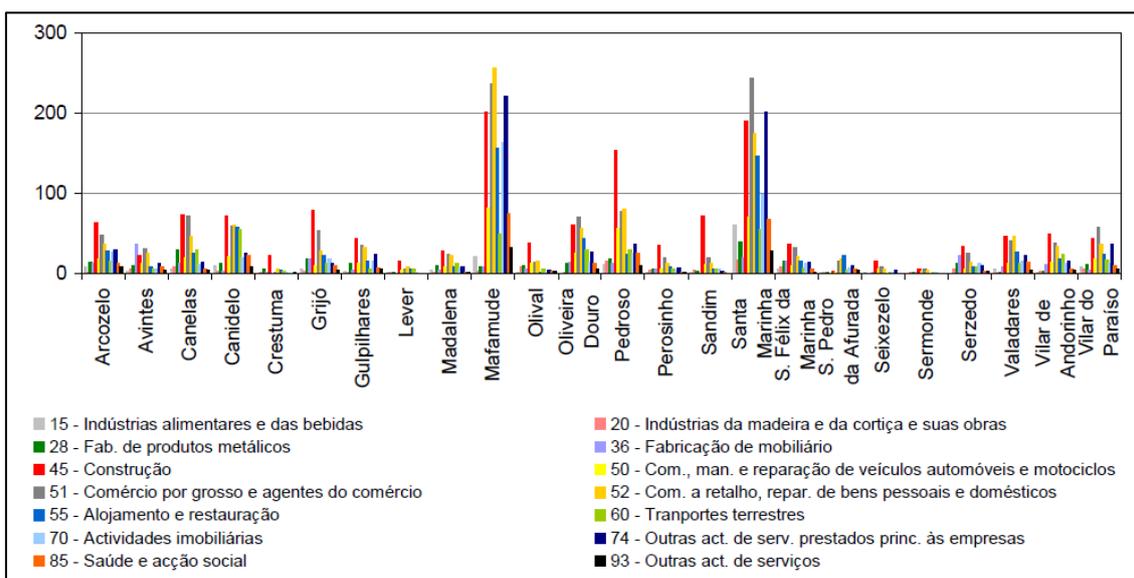


Fig. 13 – Gráfico das empresas sedeadas no concelho de V. N. Gaia, por freguesia, em 2003.

(extraído de: Relatório 2.2 PDM de V.N.G, 2005)

2.5. Elaboração da cartografia municipal de risco ambiental

Neste subcapítulo faz-se uma breve referência ao *software* utilizado bem como a metodologia utilizada para a elaboração da cartografia.

2.5.1. Software utilizado

Para a realização deste trabalho foi utilizado o *software* ArcGIS versão 10 produzido pela ESRI. (fig.14)

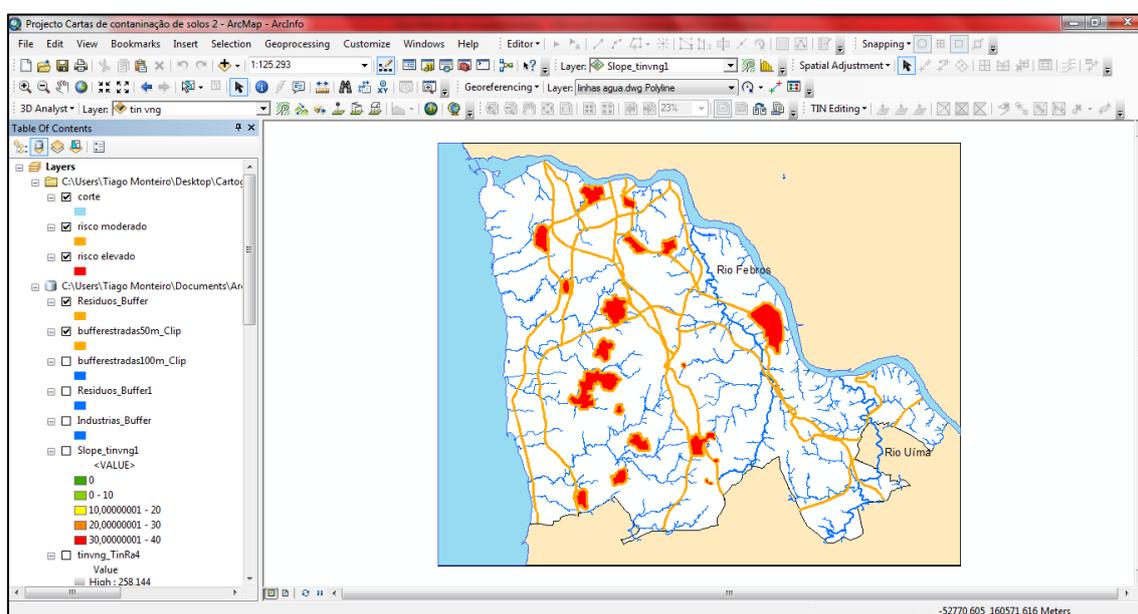


Fig. 14 - Ambiente de trabalho do ArcGIS 10

O ArcGIS é um dos principais programas utilizados por profissionais de sistemas de informação geográfica (SIG), utilizado para diversas áreas onde existe necessidades de manipular, recolher e gerir informações geográficas. Inclui várias aplicações que permitem apoiar uma série de tarefas de SIG tais como o mapeamento, análise, adicionar dados, gestão de *geodatabases*, e partilhar informações geográficas.

A plataforma ArcGIS baseia-se na estrutura de três aplicativos: *ArcMap*, *ArcCatalog* e *ArcToolbox*, o que permite o desempenho de diversas tarefas, incluindo a gestão de dados geográficos, construção de cartografia, análise espacial, edição avançada de dados, etc..

2.5.2. Aquisição de dados e metodologia adoptada

A metodologia adoptada (Fig.15) para a realização deste trabalho consistiu, numa primeira fase, na pesquisa bibliográfica do tema de riscos ambientais e cartografia de risco. Após esta primeira fase procedeu-se à recolha e análise de informação georreferenciada existente sobre a área de estudo, a qual foi cedida, maioritariamente, pelo Departamento de Ambiente da Câmara Municipal de V.N.G. e GAIURB.

Inicialmente, em ambiente ArcGIS, procedeu-se à digitalização da área do concelho de V.N.G. e às áreas envolventes através de ortofotomapas (2008), criando uma nova *shapefile* que serviu de base para a elaboração de toda a cartografia de risco ambiental. Seguidamente, de forma a padronizar a análise dos dados, para cada carta de risco foram estabelecidos 3 níveis de risco de acordo com o “*Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*”, produzido pela Autoridade Nacional de Protecção Civil:

-  ➤ Risco Elevado
-  ➤ Risco Moderado
-  ➤ Risco Reduzido

Após a análise da área de estudo, da cartografia existente e da definição das escalas de risco, foi feita a separação dos riscos ambientais, considerados relevantes para o município de Vila Nova de Gaia, em riscos naturais e em riscos antrópicos, apresentados na figura 16. Posteriormente procedeu-se à construção de cada uma das cartas de risco para o concelho, recorrendo às funcionalidades do *software* ArcGIS10.

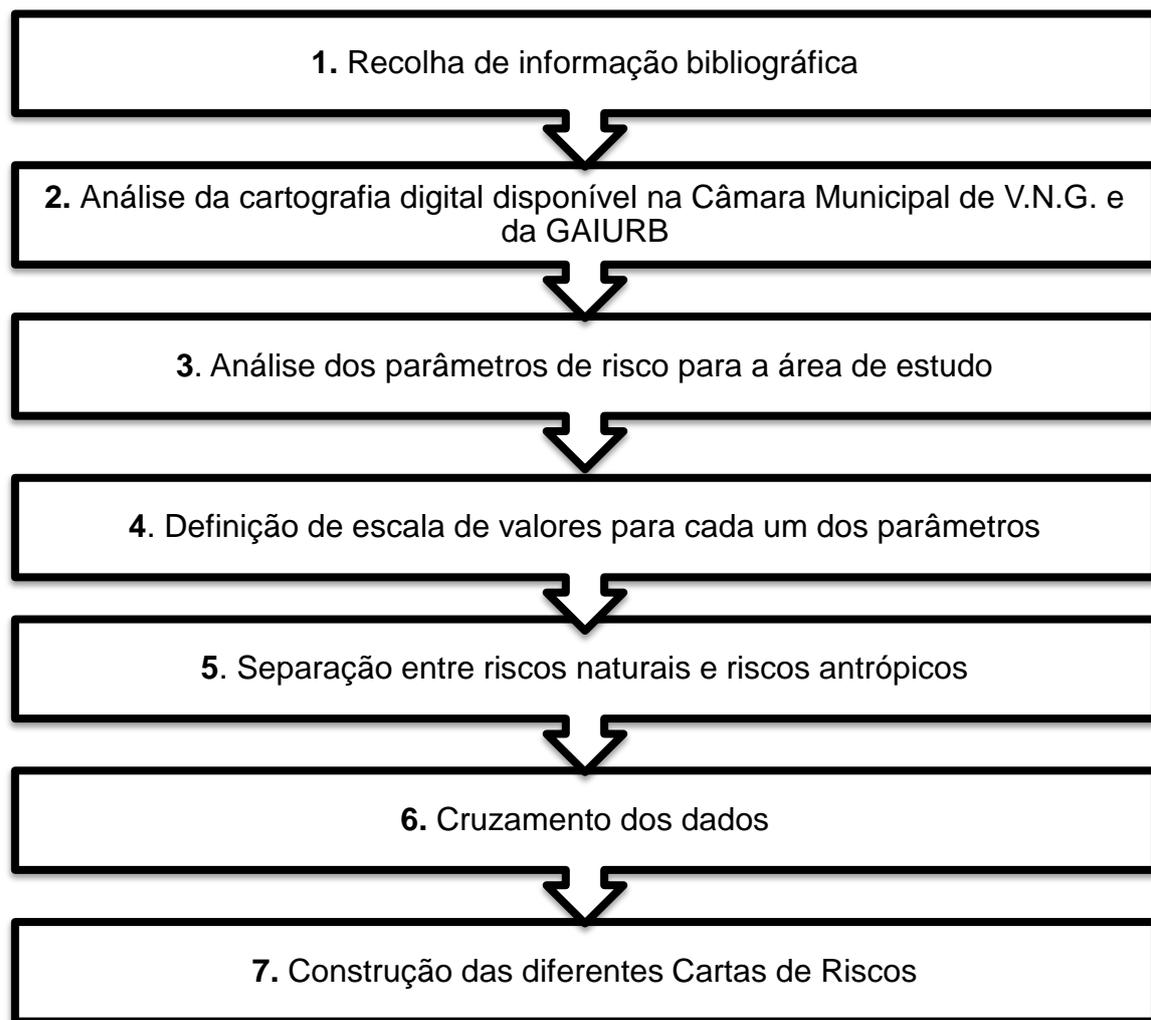


Fig. 15 - Representação do esquema metodológico utilizado.



Fig. 16 - Esquematização dos riscos ambientais considerados para a realização do trabalho

2.5.3. Cartas de riscos naturais

Carta de Risco de Movimentos de Vertente

Para a elaboração da carta de risco de movimentos de vertente do concelho foram tidos em conta os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade para posterior definição do risco.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Morfologia do concelho: Delimitaram-se as zonas montanhosas e de encosta com base no modelo digital do terreno (MDT) elaborado através da cartografia de altimetria (formato vetorial) com curvas de nível com equidistância de cinco metros.
- Declive: O mais importante fator condicionante dos movimentos de vertente. Através do MDT elaborado anteriormente procedeu-se à construção uma carta de declives com 4 níveis (0° - 10° ; 10° - 20° ; 20° - 35° e $\geq 35^{\circ}$).
- Geologia: Variável que considera as diferentes características gerais do substrato geológico, que influenciam o desencadear e a tipologia dos movimentos de vertente. Utilizou-se a cartografia geológica do município em formato digital com base nas cartas dos Serviços Geológicos de Portugal à escala 1:50000.
- Ocorrências anteriores: Esta informação foi obtida através da pesquisa de notícias em jornais locais, regionais e nacionais.

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Vias de comunicação: Informação obtida através da cartografia das vias de comunicação cedida pela camara de Vila Nova de Gaia. A ponderação foi definida com a localização e proximidade a zonas declivosas.
- Património natural e cultural: Foram identificadas as áreas e elementos naturais e culturais classificadas com valor municipal (ex.: convento da Serra do Pilar e o Quartel Militar). Para tal Utilizaram-se os ortofotomapas (2008) e o ficheiro vetorial dos edifícios importantes do município.
- Infra-estruturas: Rede de equipamentos, rede de abastecimento de água, rede energética e rede de saneamento.
- Aglomerados Populacionais: Um dos indicadores de maior vulnerabilidade aos movimentos de vertente. Foram utilizados os ortofotomapas (2008) juntamente com o ficheiro vetorial dos edifícios de Vila Nova de Gaia.

Do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade elaborou-se a cartografia de risco de movimento de vertente em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

Carta de Risco de Cheias

Para a elaboração da carta de risco de cheias do concelho foram tidos em conta os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade para posterior definição do risco.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Morfologia da bacia: Delimitou-se as áreas susceptíveis de ocorrência de inundações na bacia atlântica e na bacia do Douro com base na cartografia das linhas de água e na carta digital 1:5000 da altimetria (2001). Utilizou-se o modelo digital do terreno (MDT) elaborado através da cartografia de altimetria (formato vetorial) com curvas de nível com equidistância de cinco metros.
- Linhas de água: Através da carta das linhas de água, dos ortofotomapas (2008) e dos dados relativos às principais linhas de água foram seleccionados as linhas de água susceptíveis à ocorrência de cheias.
- Ocorrências anteriores: Esta variável é muito importante como indicador das condições de ocorrência de cheias. Esta informação foi obtida através da observação de fotografias de cheias anteriores e dos dados recolhidos na proteção civil de Vila Nova de Gaia, relativo aos níveis de alerta de cheias (Fig. 17 & Tabela 2).



Fig. 17 - Gráfico dos registos históricos de cheias no município de V.N. de Gaia (fonte: Proteção Civil do município de V.N. de Gaia)

Tabela 2 - Indicadores do nível de emergência de cheia

(fonte: Proteção Civil do município de V.N. de Gaia)

	Normal	Aviso	Alerta Cheia possível	Pré-emergência Cheia provável	Emergência Cheia
V.N. de Gaia	2,0m	4,5m	5,0m	5,5m	5,83m
Indicadores: Altura da água em metros acima de Z_0 (zero hidrográfico)					

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Vias de comunicação: Áreas afectadas devido ao corte das estradas provocadas pelas cheias. Informação obtida através da cartografia das vias de comunicação cedida pela Câmara de Vila Nova de Gaia. A ponderação foi definida com a hierarquia da via e da importância no tráfego.
- Património natural e cultural: Foram identificadas as áreas e elementos naturais e culturais classificadas com valor municipal (ex.: convento de *Corpus Christi*, caves do vinho do porto, reserva da baía de São Paio, etc.). Para tal utilizaram-se os ortofotomapas (2008) e o ficheiro vetorial dos edifícios importantes do município.
- Infra-estruturas: Rede de equipamentos, rede de abastecimento de água, rede energética e rede de saneamento.
- População: Um dos indicadores de maior vulnerabilidade a cheias. Foram utilizados os ortofotomapas (2008), juntamente com o ficheiro vetorial dos edifícios de Vila Nova de Gaia.

Do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade elaborou-se a cartografia de risco de cheias em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

Carta de Risco de Incêndio Florestal

Para a elaboração da carta de risco de incêndio florestal do concelho, numa primeira fase, foi considerada a cartografia de risco de incêndio florestal em Portugal continental (versão 2011) em formato vetorial do Instituto Geográfico Português (IGP) (Fig.18). Com base nesta carta de risco procedeu-se à selecção da área de estudo e à reclassificação das classes de risco florestal de uma classificação de cinco classes (baixo; baixo/moderado; moderado; elevado; muito elevado) para uma classificação de três classes (baixo; moderado; elevado).



Fig. 18 - Mapa de risco de incêndio florestal de Portugal continental 2011

(extraído de: IGP)

Numa segunda fase procedeu-se a uma correção e adaptação da carta de risco segundo os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade definidos para o município.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Densidade florestal: Este parâmetro é um dos mais importantes no que diz respeito ao risco de incêndio, como tal este foi analisado através de ortofotomapas (2008).
- Tipologia Florestal: Diferentes coberturas florestais representam diferentes níveis de perigo de incêndio. Apesar deste conhecimento não foi possível diferenciar de forma significativa as tipologias florestais devido à falta de informação.
- Declive: Factor condicionante das características dos incêndios, uma vez que quanto maior for o declive maior poderá ser a velocidade de propagação do incêndio. Utilizou-se o mapa de declives elaborado anteriormente para a carta de risco de movimentos de vertente.

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Vias de comunicação: Áreas afectadas devido ao corte das estradas provocadas pelos incêndios. Informação obtida através da cartografia das vias de comunicação cedida pela câmara de Vila Nova de Gaia.
- Património natural e cultural: Foram identificadas as áreas e elementos naturais e culturais classificadas com valor municipal através do ficheiro vetorial de edifícios importantes e pela análise dos ortofotomapas (2008).
- População: Foram utilizados os ortofotomapas (2008) juntamente com o ficheiro vetorial dos edifícios de Vila Nova de Gaia, de modo a ver a distribuição dos edifícios e das machas florestais.

Da retificação da carta de risco de incêndio florestal e do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade, elaborou-se a cartografia de risco de incêndio florestal em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

Carta de Risco de Erosão Costeira

Para a elaboração da carta de risco de erosão costeira foi definida toda a área costeira do município de Vila Nova de Gaia e, posteriormente, definidos os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade para a definição do risco.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Nível médio do mar: É um dos principais factores de perigo de erosão costeira. Segundo estudos efectuados para Portugal, a elevação média do nível relativo do mar, ao longo do século passado, foi da ordem de 1,5 mm/ano (DIAS, 1993).
- Deriva litoral: O sentido da deriva litoral é um factor importante de modo a compreender os processos de erosão da costa e de acumulação de sedimentos. Foi identificada a deriva litoral de Norte para Sul ou, mais propriamente de NO para SE.
- Obras de protecção costeira: As construções de obras de protecção costeira de uma forma geral provocam uma forte alteração da dinâmica natural da costa, aumentando a carga sedimentar num dos lados mas provocando a diminuição de sedimentos no outro (informação obtida através dos ortofotomapas de 2008).
- Faixa sedimentar costeira: A análise da largura da faixa sedimentar ao longo da costa possibilita verificar os locais onde existe uma maior ação erosiva.

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Património natural e cultural: Foram identificadas as áreas e elementos naturais e culturais classificadas com valor municipal (faixa costeira; dunas; igreja do Senhor da Pedra).
- Habitacões: Foram identificados os edifícios inseridos na faixa costeira através dos ortofotomapas (2008) juntamente com o ficheiro vetorial dos edifícios de Vila Nova de Gaia.

Do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade elaborou-se a cartografia de risco de erosão costeira em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

Carta de Risco de Acidentes associados a Nevoeiros

Para a elaboração da carta de risco de acidentes associados a nevoeiros do concelho foram tidos em conta os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade para posterior definição do risco.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Morfologia do concelho: Foram definidas as zonas de vale encaixado uma vez que são mais suscetíveis á ocorrência de nevoeiros.
- Linhas de água: São indicadoras de maior humidade no ar e, consequentemente, são áreas onde o nevoeiro terá condições favoráveis para se formar. Foram estabelecidas áreas de influência em redor dos principais cursos de água (200, 300 e 500 metros)
- Zona costeira: Área mais exposta à circulação das massas de ar provenientes de oeste (circulação atlântica). Foram estabelecidas áreas de influências de 500, 800 e 1000 metros a partir da frente marítima.

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Vias de comunicação: O nevoeiro afecta as atividades humanas, sobretudo quanto à visibilidade nas vias de comunicação, muitas vezes potenciando a ocorrência de acidentes. Como tal, foram identificadas as vias de comunicação viária e ferroviária no município recorrendo a informação vetorial das vias de comunicação em Vila Nova de Gaia.

Do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade elaborou-se a cartografia de risco de erosão costeira em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

2.5.4. Cartas de riscos antrópicos

Carta de Risco de Acidentes Rodoviários e Ferroviários

Para a elaboração da carta de risco de acidentes rodoviários e ferroviários do concelho foram tidos em conta os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade para posterior definição do risco.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Tipo de Via: Variável que associa o tipo de via rodoviária (IC,EN,A) à eventual velocidade atingida pelas viaturas. Deste modo, quanto maior a importância da via, maior perigosidade foi atribuída.
- Tráfego: A intensidade de tráfego está relacionada com a tipologia da via.
- Cruzamentos e entrada em vias: Indicador de áreas críticas, de acordo com o tipo de vias, devido à intensidade de tráfego e às velocidades de circulação. Foram delimitadas como zonas de perigo máximo.
- Passagem de nível: Indicador de áreas críticas, de acordo com o tipo de guarda efectuada nas passagens de nível ferroviárias. Foram delimitadas como zonas de perigo máximo.
- Nevoeiro: Factor que diminui a visibilidade nas vias de comunicação e potencia a ocorrência de acidentes.
- Ocorrências anteriores: Esta variável é muito importante, na medida em que é um indicador das áreas mais críticas no que diz respeito à ocorrência de acidentes rodoviários e ferroviários. Informação obtida através da consulta de periódicos e de consulta dos dados da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR).

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Vias de comunicação: Foram identificadas vias de comunicação viária e ferroviária no município recorrendo a informação vetorial das vias de comunicação em Vila Nova de Gaia.

Do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade elaborou-se a cartografia de risco de acidentes rodoviários e ferroviários em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

Carta de Risco de Acidentes Industriais

Para a elaboração da carta de risco de acidentes industriais do concelho foram tidos em conta os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade para posterior definição do risco.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Áreas industriais: Obtida através da digitalização e georreferenciação das grandes áreas industriais existentes no município, através dos ortofotomapas (2008) (Foram definidas áreas de influencias para os 200 metros).
- Indústrias. Foram identificadas todas as indústrias existentes no município recorrendo ao ficheiro vetorial dos edifícios industriais.

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Vias de comunicação: Foram identificadas vias de comunicação viária e ferroviária no município recorrendo a informação vetorial das vias de comunicação em Vila Nova de Gaia.
- Áreas florestais: Foram identificadas as áreas florestais no município recorrendo aos ortofotomapas (2008).
- Habitacões: Utilizou-se a cartografia vetorial de edifícios existentes no município.

Do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade elaborou-se a cartografia de risco de acidentes industriais em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

Carta de Risco de Contaminação de Solos e Águas

Para a elaboração da carta de risco de contaminação de solos e águas superficiais do concelho foram tidos em conta os critérios de perigosidade e o da vulnerabilidade para posterior definição do risco.

Como critério de perigosidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Aterros sanitários e lixeiras: Representam um perigo associado à acumulação de resíduos e principalmente à fuga de lixiviados (foram definidas áreas de influencia para 100 e 150 metros).
- ETAR's: Considera-se este um critério de perigosidade devido à possibilidade de ocorrerem falhas no sistema de tratamento das águas residuais.
- Explorações mineiras: Constituem um perigo para o ambiente envolvente, face à forte possibilidade de contaminação de águas e solos, através de dispersão e acumulação de metais (foram definidas áreas de influencias para 100 e 150 metros).
- Depósitos de sucatas: Representam perigo devido à acumulação de veículos no fim de vida e respetivos óleos e baterias (foram definidas áreas de influência para 50 e 100 metros).
- Áreas industriais: Produção e acumulação de materiais perigosos (foram definidas áreas de influencia para 100 e 150 metros).
- Vias de comunicação: Numa estrada são produzidos imensos compostos passíveis de contaminar o ambiente, quer pelos próprios materiais da estrada quer pela circulação de veículos. Esses compostos resultam da combustão dos combustíveis, do desgaste dos componentes do veículo, da degradação da superfície da estrada, da aplicação de químicos em operações de manutenção da estrada e de fugas e derrames (LEITÃO, T. *et al.* 2000) (foram definidas áreas de influencias para 25 e 50 metros).

Como critério da vulnerabilidade consideraram-se as seguintes variáveis:

- Linhas de água: Considerou-se todas as linhas de águas do concelho com o mesmo valor de vulnerabilidade, devido à falta de informação das características de cada linha de água.
- Solos: Foi considerado apenas como uma única unidade vulnerável à contaminação, por falta de dados relativos à tipologia do solo e à dimensão da área de estudo.
- Áreas agrícolas: Apesar de serem áreas vulneráveis devido à acumulação dos contaminantes nos tecidos das plantas cultivadas, não foram encontradas informações sobre a localização destas.

Do cruzamento das variáveis de perigosidade e de vulnerabilidade elaborou-se a cartografia de risco de acidentes industriais em ambiente ArcGIS10, apresentadas no capítulo de Análise e Discussão dos Resultados.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados e a análise da cartografia de risco ambiental produzida. As cartas de risco ambiental foram analisadas individualmente e caracterizadas segundo a dispersão dos riscos no concelho e segundo o nível de risco, dando especial realce a algumas das áreas mais afetadas.

3.1. Carta de Risco de Movimento de Vertente

Na figura 20 está representada a carta de risco de movimento de vertente para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com duas imagens de pormenor: a primeira na Afurada e a segunda na escarpa da Serra do Pilar.

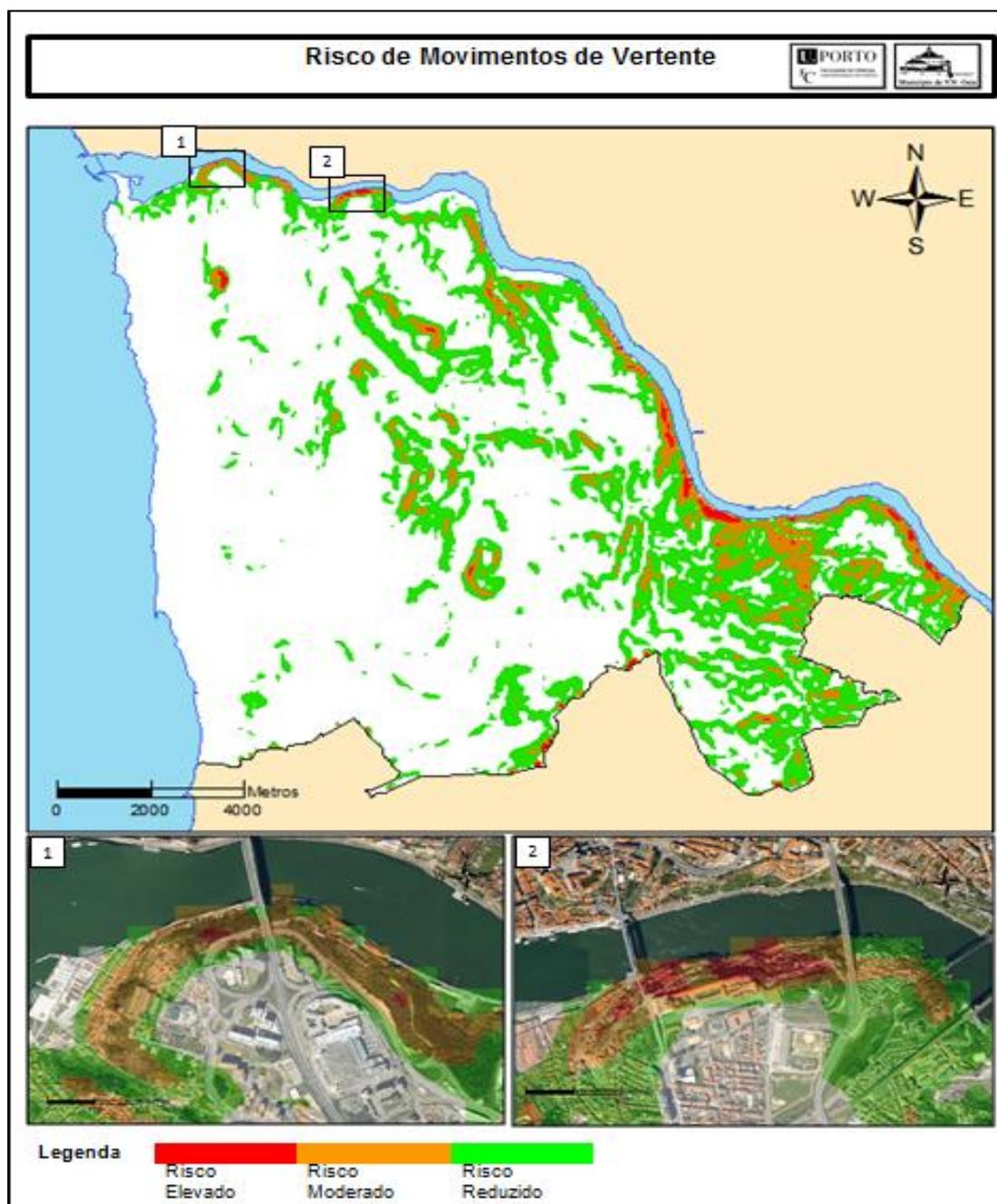


Fig. 20 - Carta de risco de movimentos de vertente do município de Vila Nova de Gaia; 1) Escarpa da Arrábida, 2) Escarpa da Serra do Pilar.

Na análise da cartografia produzida, para o risco de movimentos de vertente em Vila Nova de Gaia, verifica-se que a maior parte da área do município não apresenta risco de ocorrência de movimentos de vertente, ou apresenta risco reduzido, devido à morfologia do terreno, que é maioritariamente plana e com declives pouco acentuados.

Com risco moderado e pontualmente elevado são identificados no mapa as zonas do Monte da Virgem, Serra de Negrelos e nos locais de antigas explorações mineiras que provocaram depressões bruscas nos terrenos, como por exemplo a antiga exploração mineira de Canidelo, actualmente utilizada como aterro de materiais inertes.

A carta de risco aponta como áreas de risco elevado de movimentos de vertente, as áreas de encosta no rio Douro, em locais pontuais nas freguesias mais interiores como Lever, Crestuma, Olival e Avintes mas também nas freguesias da Afurada e Sta. Marinha, localizadas junto à Ponte da Arrábida e à Serra do Pilar, respectivamente (Fig. 21). Segundo registo de ocorrências anteriores, a escarpa da Serra do Pilar é o local do município mais problemático em relação a este risco, quer pelos seus declives muito acentuados quer pelas habitações que foram construídas clandestinamente neste local. O último acidente, relativo a este local, data de 24 de Setembro de 2004 quando ocorreu a queda de blocos que desalojaram três famílias e fizeram um ferido. Actualmente, as famílias que vivem neste local têm sido realojadas de uma forma gradual.

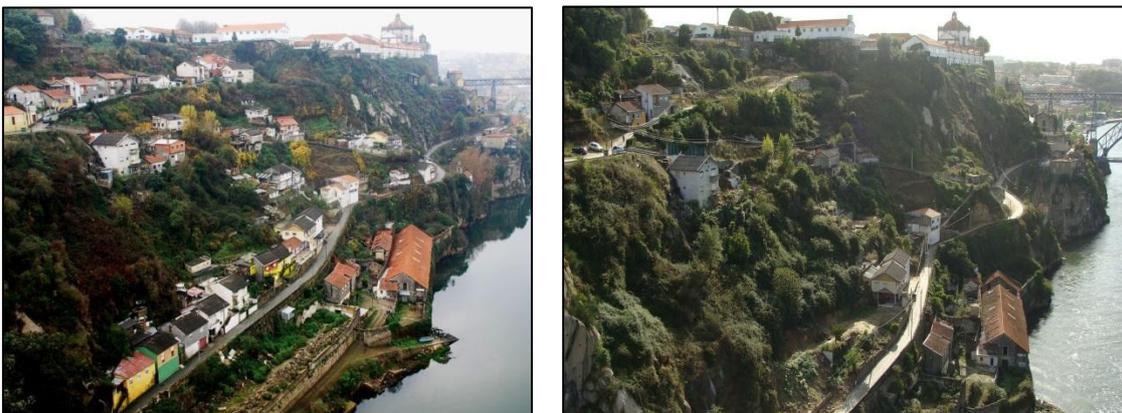


Fig. 21 – Fotos da escarpa da Serra do Pilar em 2007 e 2012, respetivamente.

(extraído de: <http://cincodemaio.blogs.sapo.pt/126903.html> em 07/06/2012 e fonte própria tirada a 20/07/2012)

3.2. Carta de Risco de Cheias

Na figura 22 está representada a carta de risco de cheias para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com imagens de pormenor na Afurada e no cais de Gaia.

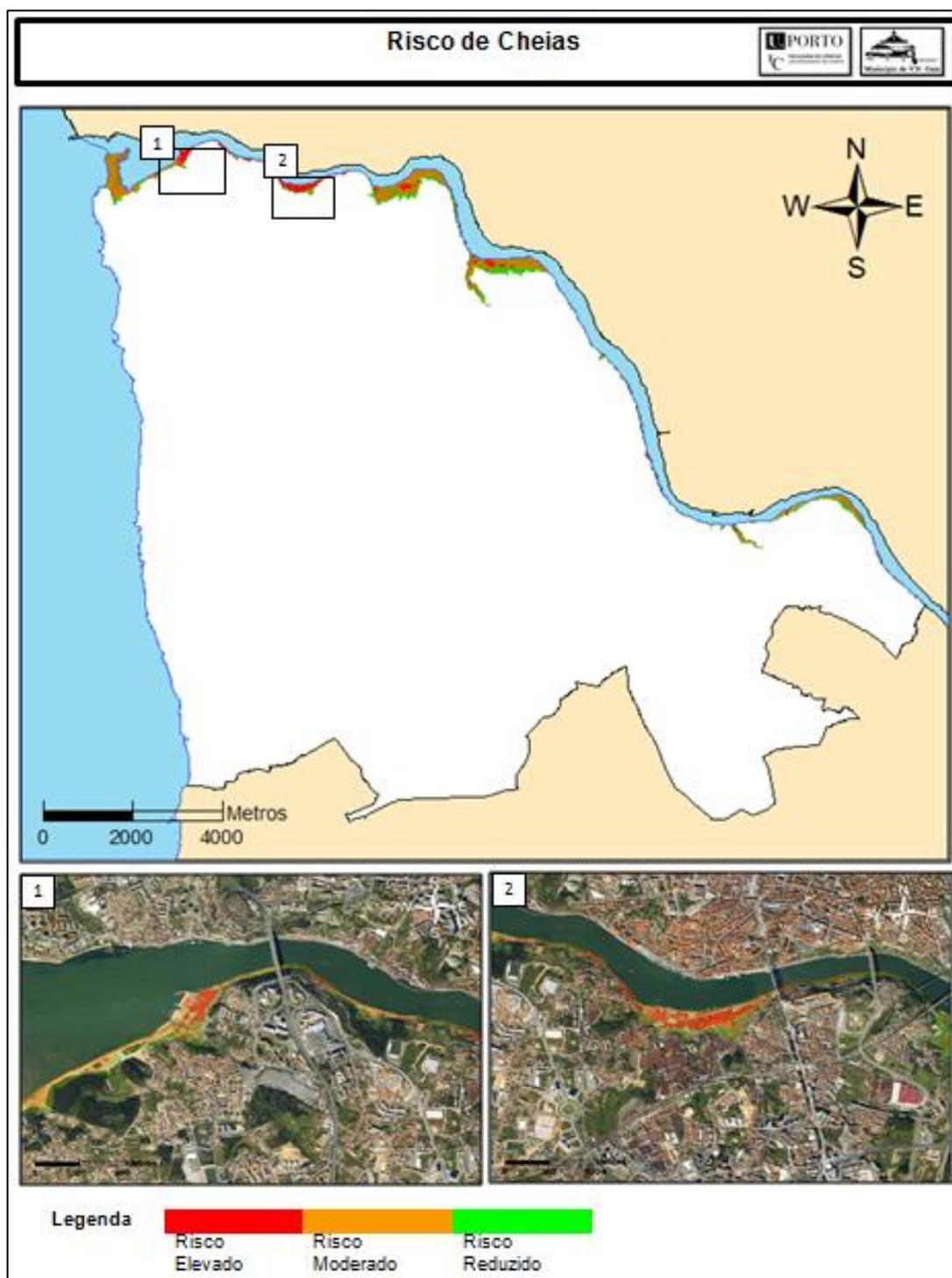


Fig. 22 - Carta de risco de cheias do município de Vila Nova de Gaia; 1) Afurada, 2) Cais de Gaia

No município de Vila Nova de Gaia são identificadas as zonas de risco de cheia na freguesia de Crestuma, na foz do rio Uíma; na zona da foz do rio Febros e na praia fluvial de Avintes; na zona do Areinho de Oliveira do Douro; na zona do Cais de Gaia, em Sta. Marinha; na zona piscatória da Afurada.

A problemática do risco de cheias tem afetado e fustigado constantemente as populações que habitam nestas localidades, principalmente pelos danos que estas têm provocado em cortes de estradas e danos em habitações e no comércio ribeirinho.

A freguesia da Afurada (Fig. 24) e o Cais de Gaia (Fig. 23) são das zonas do município mais afectadas pelas cheias, não só devido à sua morfologia plana ribeirinha, mas também à maior densidade de edifícios habitacionais e comerciais. No Cais de Gaia existe uma grande densidade de espaços comerciais e culturais (convento de *Corpus Christi*) e caves de vinho do Porto, que são uma das imagens de marca do município que, constantemente são colocados em risco devido às cheias que ocorrem, com relativa frequência como se verificou anteriormente, daí serem classificadas como local de risco elevado. Na Afurada, no Areinho de Oliveira do Douro e em Avintes o risco é também classificado elevado ou de risco moderado derivado às populações que se encontram junto às margens do rio Douro.



Fig. 24 - Cheia de 1989 na Afurada
(extraído de:
http://diasdeumfotografo.blogspot.pt/2009_11_01_archive.htm em 21/08/2012)



Fig. 23 - Cheia 22 de setembro 1989 em Sta. Marinha
(fonte: Protecção Civil do município de V.N. de Gaia)

3.3. Carta de Risco de Incêndios Florestais

Na figura 25 está representada a carta de risco de incêndios florestais para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com imagens de pormenor da zona urbana e de uma zona rural do concelho.

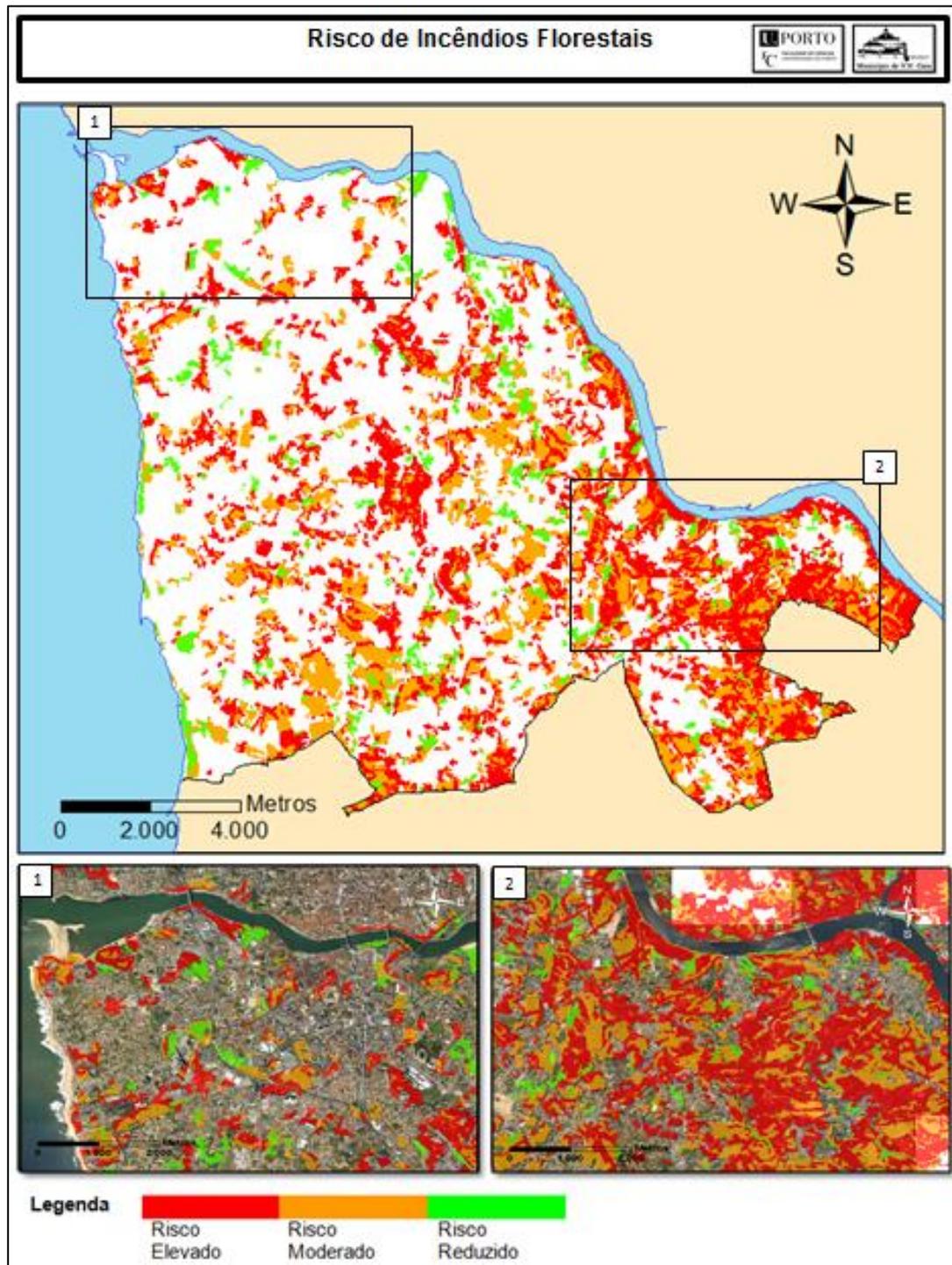


Fig. 25 - Carta de risco de incêndios florestais do município de Vila Nova de Gaia; 1) Zona urbana, 2) Zona rural

Da análise desta carta de risco de incêndio florestal evidencia-se uma constante presença de manchas florestais no território do concelho, sendo claramente menos acentuada nas freguesias costeiras (São Félix da Marinha; Arcozelo; Gulpilhares; Valadares; Madalena e Canidelo) e nas freguesias de Afurada, Sta. Marinha, Mafamude e Oliveira do Douro. Nestas freguesias verifica-se a presença de algumas pequenas manchas florestais de risco elevado derivado à proximidade de populações e a sua densidade florestal.

Nas freguesias na extremidade Este do concelho (Lever; Sandim; Crestuma; Olival e Pedroso) verifica-se uma maior concentração de manchas florestais, de grandes dimensões e em planos inclinados que circundam centros populacionais destas freguesias representando, assim, um risco elevado de incêndio florestal (Fig. 26).

Ainda se destacam com risco elevado a Serra de Negrelos (Canelas) e o Monte da Virgem como locais com risco elevado de incêndio florestal.

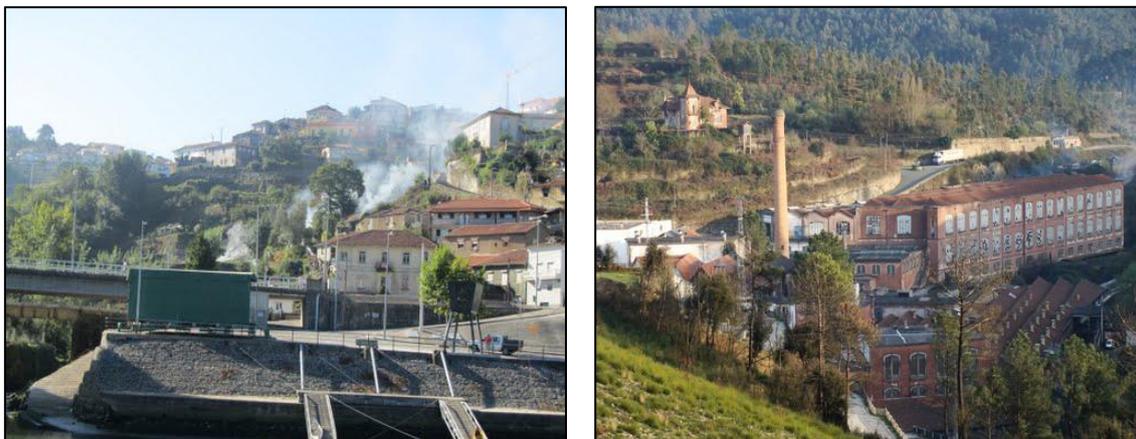


Fig. 26 - Envolvente florestal em Crestuma
(extraído de: Google earth em 7/09/2012)

3.4. Carta de Risco de Erosão Costeira

Na figura 27 está representada a carta de risco de erosão costeira para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com imagens de pormenor das praias de Madalena e da Aguda, respectivamente.

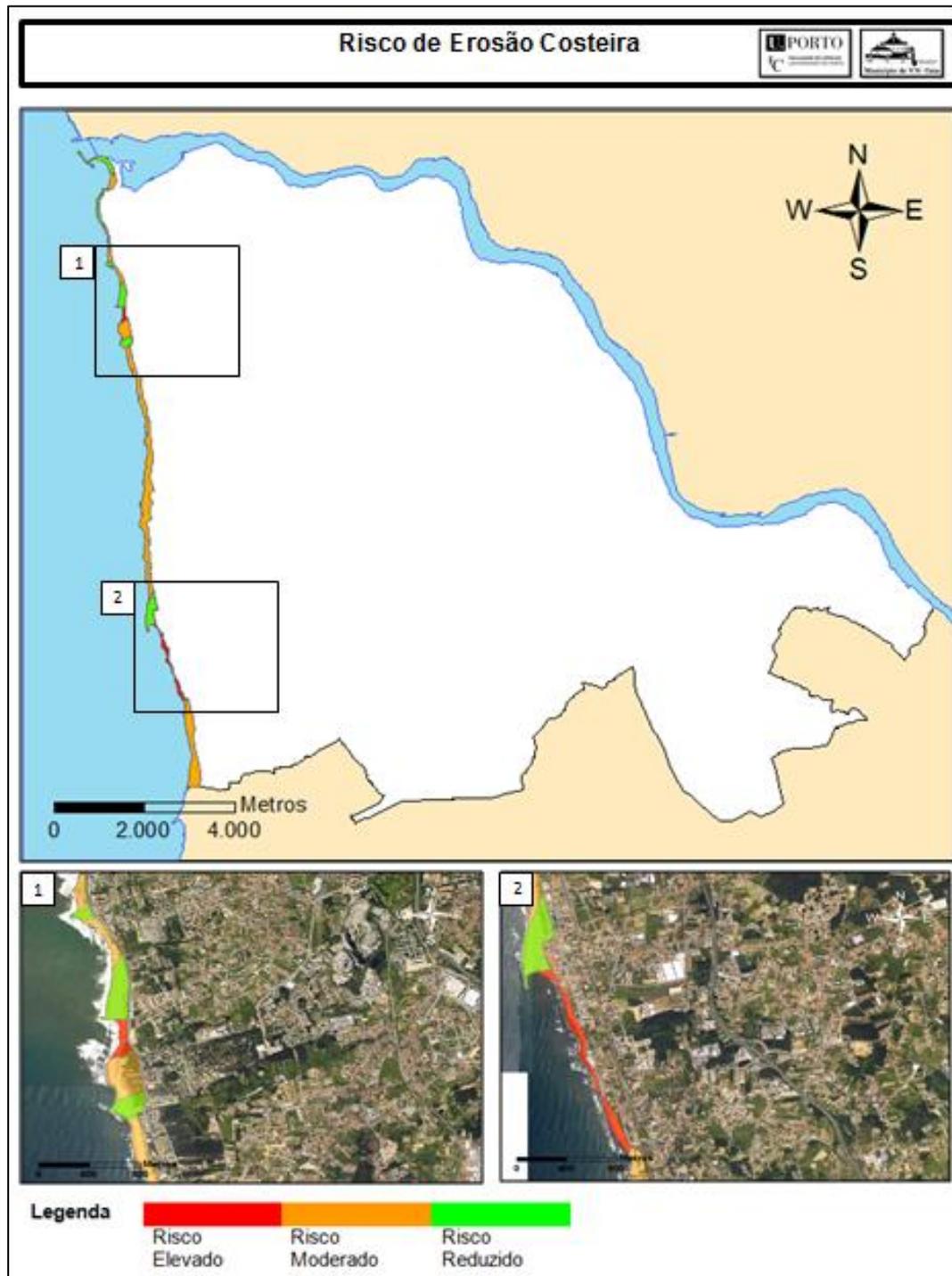


Fig. 27 - Carta de risco de erosão costeira do município de Vila Nova de Gaia; 1) Madalena, 2) Aguda

Na análise da carta de risco de erosão costeira de Vila Nova de Gaia verifica-se que a distribuição do risco não se faz uniformemente ao longo dos 15km de costa. Na maioria da extensão costeira, verifica-se que o município apresenta risco moderado de erosão costeira, derivado às dinâmicas naturais de recuo de costa, consequência do aumento do nível médio das águas do mar.

Pontualmente, e como consequência do substrato rochoso, que funciona como proteção natural contra o recuo de costa, verificam-se zonas com risco reduzido de erosão, como, por exemplo, as praias de Lavadores e de Salgueiros.

Resultante das construções de proteção costeiras existentes na costa de Vila Nova de Gaia, esporão da Madalena e quebra-mar da Aguda, verifica-se um aumento da zona costeira a norte destas (fig. 28). Assim, devido à acumulação sedimentar feita nessas zonas, estas são classificadas com risco reduzido de erosão. Contudo, a sul destas obras constata-se um risco elevado de erosão devido ao brusco recuo da linha de costa, resultante da alteração da dinâmica costeira e da diminuição da deposição sedimentar, que coloca em perigo as habitações.



Fig. 28 – Evolução da praia da Aguda após a construção do quebra-mar¹. Fotografia aérea no período de construção do quebra-mar da Aguda²

¹ Extraído de: <http://barroeiraandre.blogspot.pt> em 05/09/2012

² Extraído de: <http://www.icsa.pt> em 05/09/20012

3.5. Carta de Risco de Acidentes Associados a Nevoeiros

Na figura 29 está representada a carta de risco de acidentes associados a nevoeiros para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com duas imagens de pormenor.

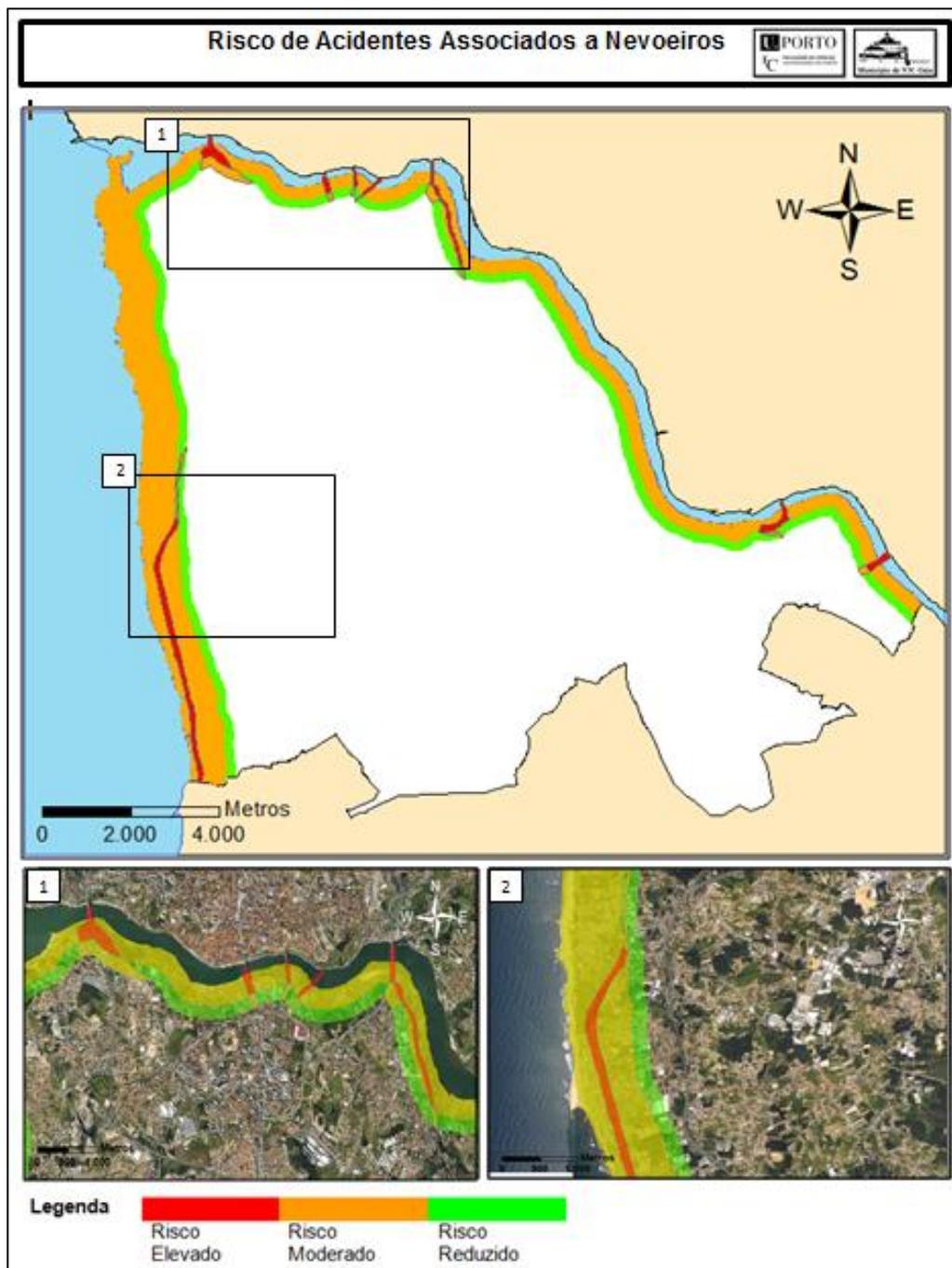


Fig. 29 - Carta de risco de acidentes associados a nevoeiros no município de Vila Nova de Gaia; 1) Pontes de V. N. de Gaia, 2) Linha férrea da CP

O risco de acidentes associados à falta de visibilidade nas vias comunicação, como consequência da ocorrência de nevoeiros no município, está estreitamente relacionado com a humidade no ar, a proximidade de massas de água, de ventos atlânticos, da insolação e do período do dia. Segundo os dados do relatório de caracterização biofísica do PDM de V.N.G., o fenómeno de nevoeiros ocorre principalmente entre os meses de agosto e dezembro, pelos períodos da manhã e fim de dia, com uma média de nove dias por mês.

Na análise da carta de risco de acidentes associados a nevoeiros no município, verifica-se que o risco elevado ocorre nas vias de comunicação rodoviária e ferroviária, que se situam ao longo do vale do rio Douro e na proximidade da orla costeira, em especial nas travessias por ponte do rio Douro (Fig. 30). Todas as restantes vias, na proximidade das massas de água referidas, apresentam risco moderado a reduzido devido à velocidade de circulação moderada a reduzida, não incorrendo em risco elevado de acidentes rodoviários provocado pelo nevoeiro.



Fig. 30 - Fotos da ponte da Arrábida e VL8 (acesso à ponte da Arrábida) no dia 12/09/2012

3.6. Carta de Risco de Acidentes Rodoviários e Ferroviários Graves

Na figura 31 está representada a carta de risco de acidentes rodoviários e ferroviários graves para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com imagens de pormenor do cruzamento de várias vias de comunicação.

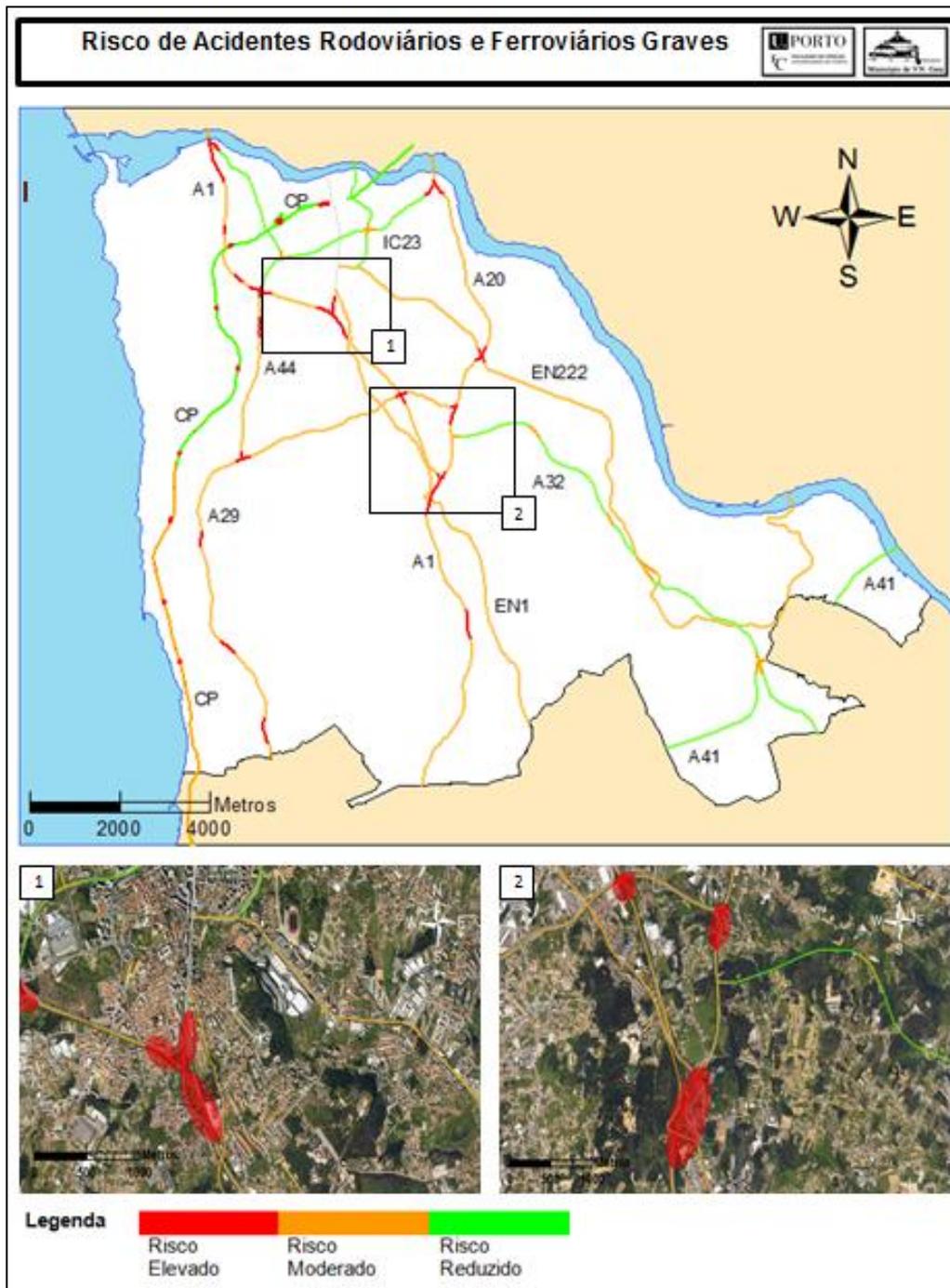


Fig. 31 - Carta de risco de acidentes rodoviários e ferroviários do município de Vila Nova de Gaia.

O risco de acidentes rodoviários graves está associado ao tipo de via, ao tráfego automóvel, mas principalmente à velocidade de circulação.

No concelho de Vila Nova de Gaia foram identificadas como zonas de risco elevado as entradas e saídas das principais vias de circulação rápida (A1; A20; A29 e A44) (Fig. 32), todos os restantes troços destas vias, foram classificados com risco moderado. A EN1 e EN222 são classificadas com risco moderado de acidentes graves, não só pelo fluxo de trânsito que apresentam, mas também pela proximidade aos centros populacionais.

No que diz respeito aos acidentes ferroviários graves evidenciam-se com risco elevado as estações, os apeadeiros e as passagens nível na linha férrea de Vila Nova de Gaia onde, segundo o jornal *SOL*, morrem todos os anos pessoas vítimas de atropelamento ferroviário.



Fig. 32 – Fotos de acidentes ocorridos na A44 a 31 de dezembro 2011 e na A29 a 23 abril 2010, respectivamente (extraídos de: www.jn.pt e www.fotospress.blogspot.com).

3.7. Carta de Risco de Acidentes Industriais

Na figura 33 está representada a carta de risco de acidentes Industriais para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com imagens de pormenor de zonas industriais.

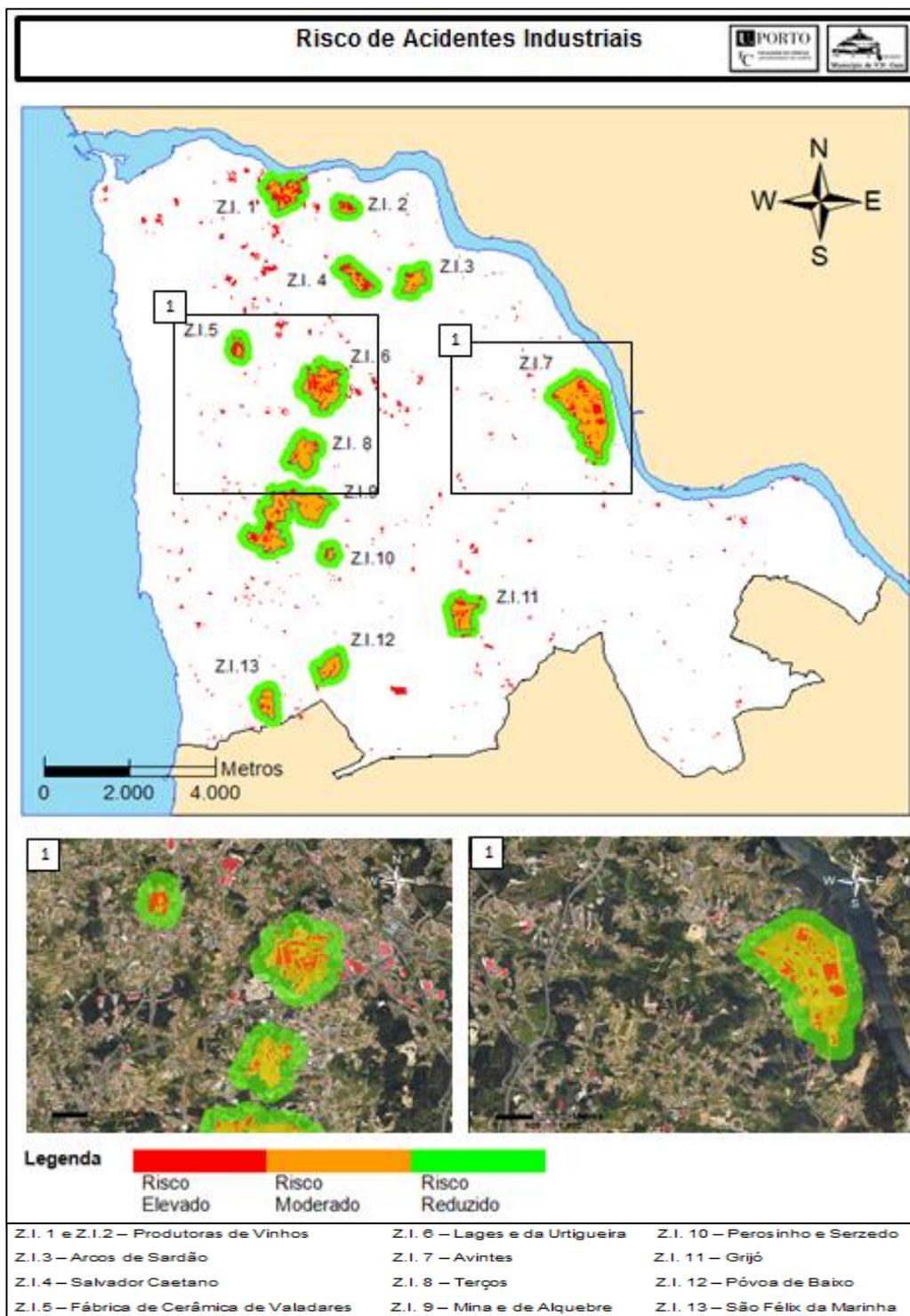


Fig. 33 - Carta de risco de acidentes industriais do município de Vila Nova de Gaia.

Devido à falta de informação relativa à tipologia das indústrias no município, à falta de meios e de tempo para fazer um levantamento georreferenciado das indústrias e criação de uma base de dados com as tipologias de cada indústria, não foi possível a definição de critérios de perigosidade para as indústrias, tendo sido apenas considerada a identificação de edifícios industriais, segundo um ficheiro vetorial de edifícios do município.

No concelho de Vila Nova de Gaia, o risco elevado de acidentes industriais está disperso um pouco por todo o concelho, como é possível verificar na carta. Contudo, é possível identificar as zonas industriais onde o risco pode ser reduzido, moderado e elevado, dependendo da distância à envolvente das mesmas.



Fig. 34 – Zona industrial de Avintes



Fig. 35 – Fuga de uma conduta de gás de um complexo industrial na zona Industrial de Mina (extraído de: www.in.pt em 27/07/2012)

3.8. Carta de Risco de Contaminação de Solos e de Água

Na figura 36 está representada a carta de risco de contaminação de solos e de água para o município de Vila Nova de Gaia, juntamente com imagens de pormenor da antiga pedreira da Serra de Negrelos (1) e uma zona industrial e depósitos de sucata (2).

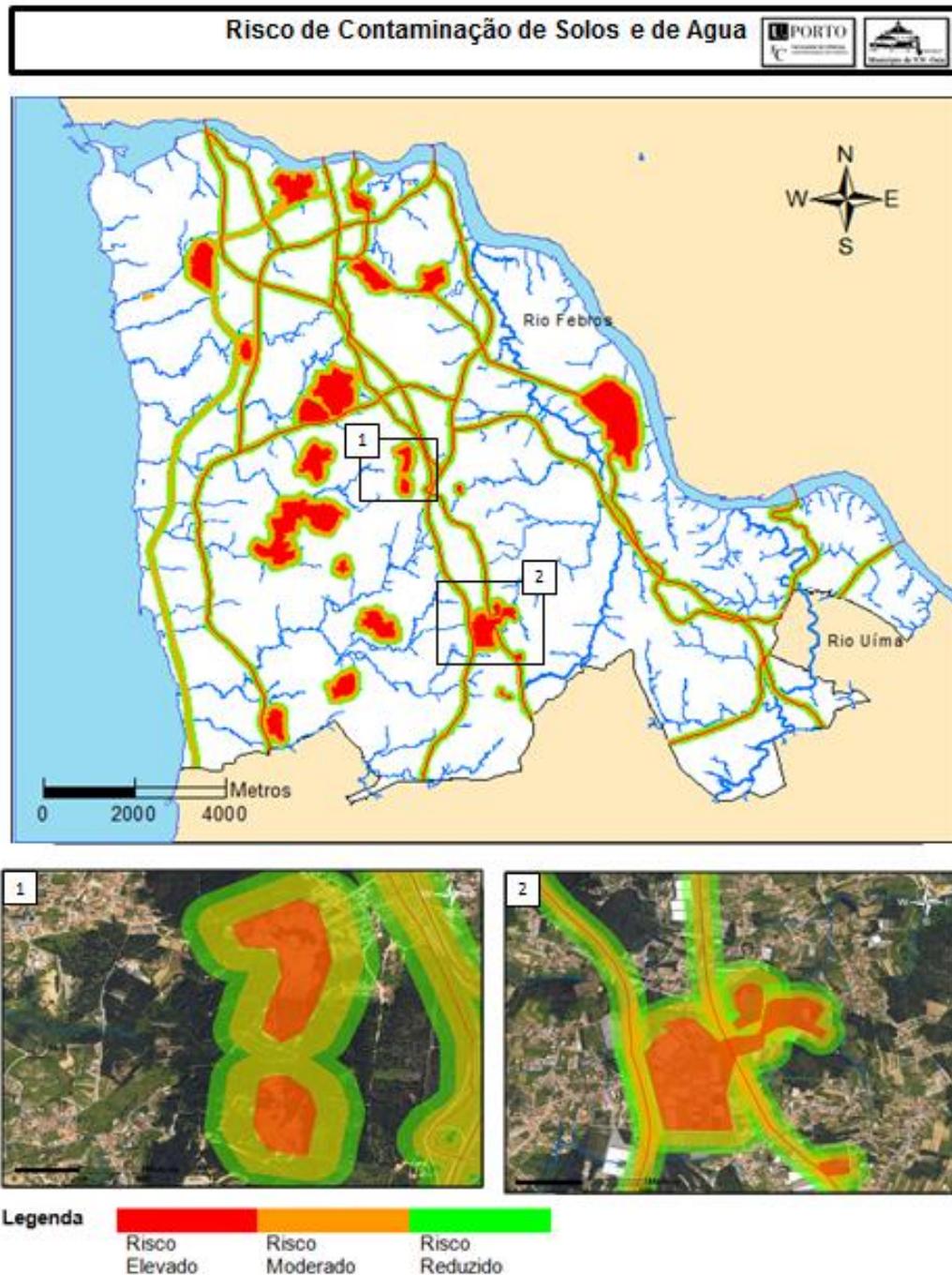


Fig. 36 - Carta de risco de contaminação de solos e de água do município de Vila Nova de Gaia.

No concelho de Vila Nova de Gaia o risco de contaminação de solos e água está ligada à presença de zonas industriais, de antigas explorações mineiras, de aterros sanitários, de depósitos de sucata e das vias de comunicação. Na carta é possível verificar que risco de contaminação encontra-se disperso por todo o concelho mas com menor presença na zona este do concelho nas freguesias de Olival, Sandim, Crestuma e Lever.

No que diz respeito às antigas explorações mineiras localizadas no concelho, estas encontram-se classificadas como de risco elevado, nomeadamente a antiga exploração em Canidelo e na Serra de Negrelos. Segundo o estudo efetuado nas antigas pedreiras da Serra de Negrelos, por MARTINS (2009), estas apresentam contaminação ao nível dos solos e das águas de escorrências por metais pesados, tendo sido obtidos concentrações elevadas de cobre, zinco, arsénio e chumbo na envolvente deste local.

O aterro sanitário da SULDOURO, apesar de cumprir os requisitos legais para acumulação de resíduos sólidos urbanos, quer ao nível de impermeabilização, quer ao nível do tratamento dos lixiviados e aproveitamento energético dos gases libertados, foi classificado como zona de risco elevado de contaminação, devido ao risco inerente à acumulação de resíduos sólidos urbanos, isto é, o risco de contaminação biológica e química que os aterros sanitários representam em caso de ruptura das membranas de impermeabilização, sendo estas indicadas como zonas de monitorização constante.

No concelho são identificadas seis sucatas classificadas com risco elevado de contaminação, estas encontram-se ao longo da EN1 nas freguesias de Seixezelo, Pedroso, Grijó e Canelas.

As principais vias de comunicação de Vila Nova de Gaia apresentam risco elevado de contaminação devido à circulação intensa de veículos de transporte de substâncias perigosas que, em caso de acidente, podem provocar graves danos nos solos e linhas de água das imediações (Fig.37) e até mesmo pelo próprio desgaste dos veículos como fonte poluidora potencial.



Fig. 37 – Acidente na A29 de um camião que transportava ácido clorídrico que contaminou o rio Febros (extraído de: www.in.pt em 27/07/2012).

4. CÁLCULO DE RISCO AMBIENTAL

Neste capítulo será apresentado um exemplo de uma das aplicações que as cartas de risco elaboradas podem ter. A metodologia aplicada resultou da análise e interpretação do conjunto de cartas obtidas e das discussões que, sobre o trabalho realizado, foram entretanto efectuadas.

A avaliação de risco ambiental pode ser feita de uma forma global, sem ter apenas em conta um determinado risco. Para tal, e numa primeira etapa e para o caso do município de Vila Nova de Gaia, foi necessário proceder à análise de toda a cartografia de risco produzida e fazer a ponderação relativamente ao peso que cada risco poderá ter para o município. O valor total do peso ponderado, como é normal, deverá ser de 100%, sendo que a cada risco específico deve ser atribuída uma percentagem correspondente ao peso relativo que esse tem para o peso total. Numa segunda fase é necessário fazer o cálculo para cada risco de acordo com a seguinte fórmula:

$$Risco = \frac{\text{Peso Ponderado} \times \text{Valor de Risco}}{100}$$

Peso Ponderado – Atribuído segundo uma análise pessoal e subjectiva do peso que cada risco considerado poderá ter no município de Vila Nova de Gaia.

Valor do Risco – Segundo os valores das cartas de risco elaboradas para o local de estudo (sendo que 0 = risco nulo; 1 = risco reduzido; 2 = risco moderado; 3 = risco elevado).

Numa última fase calcula-se o somatório dos riscos naturais e dos riscos antrópicos para o local de estudo, obtendo-se desta forma o risco ambiental quantificado em entre 0 e 3 (Fig. 38). De maneira a fazer uma quantificação mais precisa relativa ao risco ambiental optou-se por definir cinco classes de risco ambiental segundo a figura 39, onde podemos fazer a conversão numérica de risco ambiental para risco reduzido; risco reduzido a moderado; risco moderado; risco moderado a elevado; risco elevado.

$$\text{Risco Ambiental} = \Sigma [R_N + R_A] = \Sigma [(R_{MV} + R_C + R_{IC} + R_{EC} + R_{AN}) + (R_{ARF} + R_{AI} + R_{CSA})]$$

R_N – Riscos Naturais; R_A – Riscos Antrópicos; R_{MV} – Riscos de Movimentos de Vertente; R_C – Riscos de Cheias; R_{IC} – Riscos de Incêndios Florestais; R_{EC} – Riscos de Erosão Costeira; R_{AN} – Riscos de Acidentes associados a Nevoeiros; R_{ARF} – Riscos de Acidentes Rodoviários e Ferroviários; R_{AI} – Riscos de Acidentes Industriais; R_{CSA} – Riscos de Contaminação de Solos e Água;

Fig. 38 – Fórmula do cálculo de Risco Ambiental

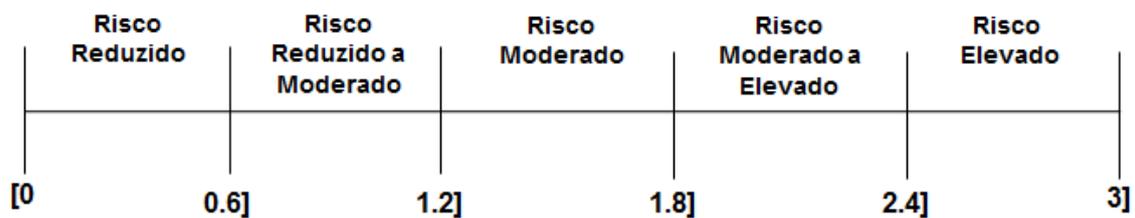


Fig. 39 – Esquema de conversão dos valores de Risco Ambiental

Caso de estudo

Como caso de estudo, para ser exemplificativo, procedeu-se à análise do cálculo de Risco Ambiental para um local aleatório dentro dos limites do município de Vila Nova de Gaia, como tal seleccionou-se um ponto a rua São Julião, freguesia de Avintes com as seguintes coordenadas:

41° 5' 24" N – Latitude

8° 21' 44" W – Longitude

Tabela 3 - Cálculo de risco ambiental

	Risco (R)	Peso Ponderado (%)	Valor de Risco	Total
Natural (N)	Movimentos de Vertente (MV)	11	0	0
	Cheias (C)	12	0	0
	Incêndios Florestais (IF)	14	0	0
	Erosão Costeira (EC)	12	0	0
	Nevoeiros (N)	6	1	0,06
Antropico (A)	Acidentes Rodoviários e Ferroviários Graves (ARF)	13	0	0
	Acidentes Industriais (AI)	14	3	0,42
	Contaminação de Solos e Água (CSA)	18	3	0,54
			Risco Ambiental	1,02

Para o ponto escolhido, neste caso de estudo, foi obtido o valor de 1,02 de risco ambiental, o que corresponde a um local de risco reduzido a moderado. Esta interpretação do risco ambiental permite obter informação global do risco de um determinado local, contudo não pode, nem deve, ser entendida separadamente dos riscos específicos do próprio local. Para este local específico é possível verificar que apenas apresenta risco reduzido para nevoeiros, risco elevado para acidentes industriais e para contaminação de solos e água e todos os restantes, são classificados como de risco nulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento desordenado das cidades, verificado desde os finais do século passado até à actualidade, a ocupação de territórios até então desocupados juntamente com o desenvolvimento tecnológico, têm sido acompanhados por uma maior ocorrência de desastres de origem natural, antrópica ou mista, com consequências danosas quer para o Homem quer para o Ambiente. O município de Vila Nova de Gaia não é exceção, e este tem registado um aumento populacional e um crescimento socioeconómico, que acompanha a implementação de novas indústrias e maior número de vias de comunicação. Este crescimento realça a necessidade de desenvolver um melhor conhecimento do território e perceber as dinâmicas do município e, para isso, é necessário conhecer os perigos a que está sujeito, bem como as suas vulnerabilidades, de forma a fazer um levantamento dos riscos para assegurar uma melhor qualidade ambiental aos seus habitantes. Foi com este intuito que este trabalho foi desenvolvido, para que a cartografia de risco produzida seja uma ferramenta útil para um melhor ordenamento do território, para que sejam elaborados melhores planos de emergência e para que possam ser tomadas medidas de mitigação e prevenção de riscos nas áreas mais críticas.

A metodologia foi inteiramente desenvolvida e implementada com recurso a um SIG, sendo esta uma ferramenta fundamental para a identificação de áreas de risco e identificação da sua vulnerabilidade. Neste trabalho foi possível elaborar uma série de cartas de risco que permitem ter uma visão dos riscos existentes no município e ver o seu grau e dispersão territorial.

É de salientar que a utilização de plataformas de SIG são uma ferramenta essencial e, cada vez mais, importante para a temática de avaliação e gestão de riscos ambientais, com aplicações nacionais, regionais, municipais e locais. Na elaboração deste trabalho em *software* ArcGIS10, foi recorrente a dificuldade em gerir e trabalhar com pesados e grandes volumes de dados, bem como a falta de uniformidade em alguns dados relativos às cartas temáticas e cartas de base existentes. Neste sentido, podemos concluir que existe a necessidade de haver uma maior uniformidade na elaboração de cartografia de base e, também, de haver equipas a trabalhar nesta área.

Para um melhor desenvolvimento da análise e produção de cartografia de risco de pormenor, é necessário a formação de equipas multidisciplinares, com pessoas com conhecimentos em diversas áreas, de forma a dar uma melhor resposta à elaboração de trabalhos deste género, uma vez que envolvem grande um número de áreas científicas, tais como o Ambiente, a Geologia, a Geofísica, a Engenharia Geográfica, a Química, etc..

Por fim, é importante comentar a questão da escala geográfica deste trabalho, cujos resultados permitem que se tenha uma visão municipal dos problemas dos riscos tratados. Outros trabalhos em escalas mais refinadas, principalmente nos locais de risco elevado, deverão ser executados, utilizando, inclusive, outras informações compatíveis e passando por um estudo científico mais específico com análises de campo, principalmente no que diz respeito à contaminação de solos ou água, bens fundamentais para qualquer município.

Como conclusão final, podemos afirmar que o principal objectivo proposto para este trabalho, o Mapeamento de Riscos Ambientais no Município de Vila Nova de Gaia, foi alcançado.

BIBLIOGRAFIA

ALEXANDER, D. 2002. *Principles of Emergency Planning and Management*. Oxford University Press. 340 pp.

DECRETO-LEI n.º 254/2007. Diário da República. 1ª Série, nº 133. 12 de Julho de 2007. 4408-4424pp.

DESPACHO n.º 27660/2008. Diário da República, 2.ª série, nº 210. 29 de Outubro de 2008. 43919pp.

DIAS, J. 1993. *Estudo de avaliação da situação ambiental e propostas de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa*. Edição da Liga para a Protecção da Natureza. Cap.IV - *Causas da Erosão Costeira*. 132pp.

EGLER, C. 1996. *Risco ambiental como critério de gestão do território – Uma aplicação à zona costeira brasileira*. Revista TERRITÓRIO, 1 (1), 1996. 31-41pp

JULIÃO,R. NERY,F. RIBEIRO,J. BRANCO,M. ZÊZERE, J. 2009. *Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*. Autoridade Nacional de Protecção Civil. 93 pp.

LEITÃO, T. FERREIRA, J. SMETS, S. DIAMANTINO, C. 2000. *A poluição ambiental causada por estradas*. O Projecto POLMIT. 10pp.

MARTINS, M. 2009. *Diagnóstico Ambiental e Análise de Risco Probabilística de uma Pedreira Abandonada*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 212pp.

PIRES, P. 2005. *Desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de riscos ambientais para apoiar a elaboração de planos de emergência*. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa. 159pp.

PROTCENTRO (Plano Regional do Ordenamento do Território do Centro). 2007. Riscos Naturais e Tecnológicos, Contributo para a Síntese de Diagnóstico e Visão Estratégica. 39pp.

RELATÓRIO 2.1 (2005) – Evolução demográfica e base socio-económica do PDM de V.N.G. 34pp.

RELATÓRIO 2.2 (2005) – Actividades económicas do PDM de V.N.G. 33pp.

RELATÓRIO 2.6 (2006) – Caracterização Biofísica do PDM de V.N.G. 56pp.

SILVA, J. & OLIVEIRA, M. 2001. *As cheias na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Douro*. Hidrorumo, Projecto e Gestão, S.A. 16pp.

TEIXEIRA, C.& PERDIGÃO, J. 1962. Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000 – Notícia Explicativa da Folha 13A Espinho. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

VELOSA, J. 2007. *Definição de uma metodologia para a avaliação de riscos ambientais, no âmbito da directiva Seveso II*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO da Universidade Técnica de Lisboa. 103pp.

ZÊZERE, J. 2007. *Riscos e Ordenamento do Território*. Inforgeo. 59-63pp.

ZÊZERE, J. PEREIRA, A. MORGADO, P. 2008. *Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal continental*. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa. 17pp.

WEBGRAFIA

Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR)

<http://www.ansr.pt/Default.aspx?tabid=247&language=pt-PT> (consultado em 21/05/2012)

Cartografia de risco de incêndio florestal

<http://scrif.igeo.pt/cartografiacrif/2007/crif07.htm> (consultado em 14/03/2012)

Jornal Online SOL

<http://sol.sapo.pt/> (consultado em 14/05/2012)

Jornal de Noticias

<http://www.jn.pt> (consultado em 25/07/2012)

Blog “Cinco de Maio”

<http://cincodemaio.blogs.sapo.pt/126903.html> (consultado a 07/06/2012)

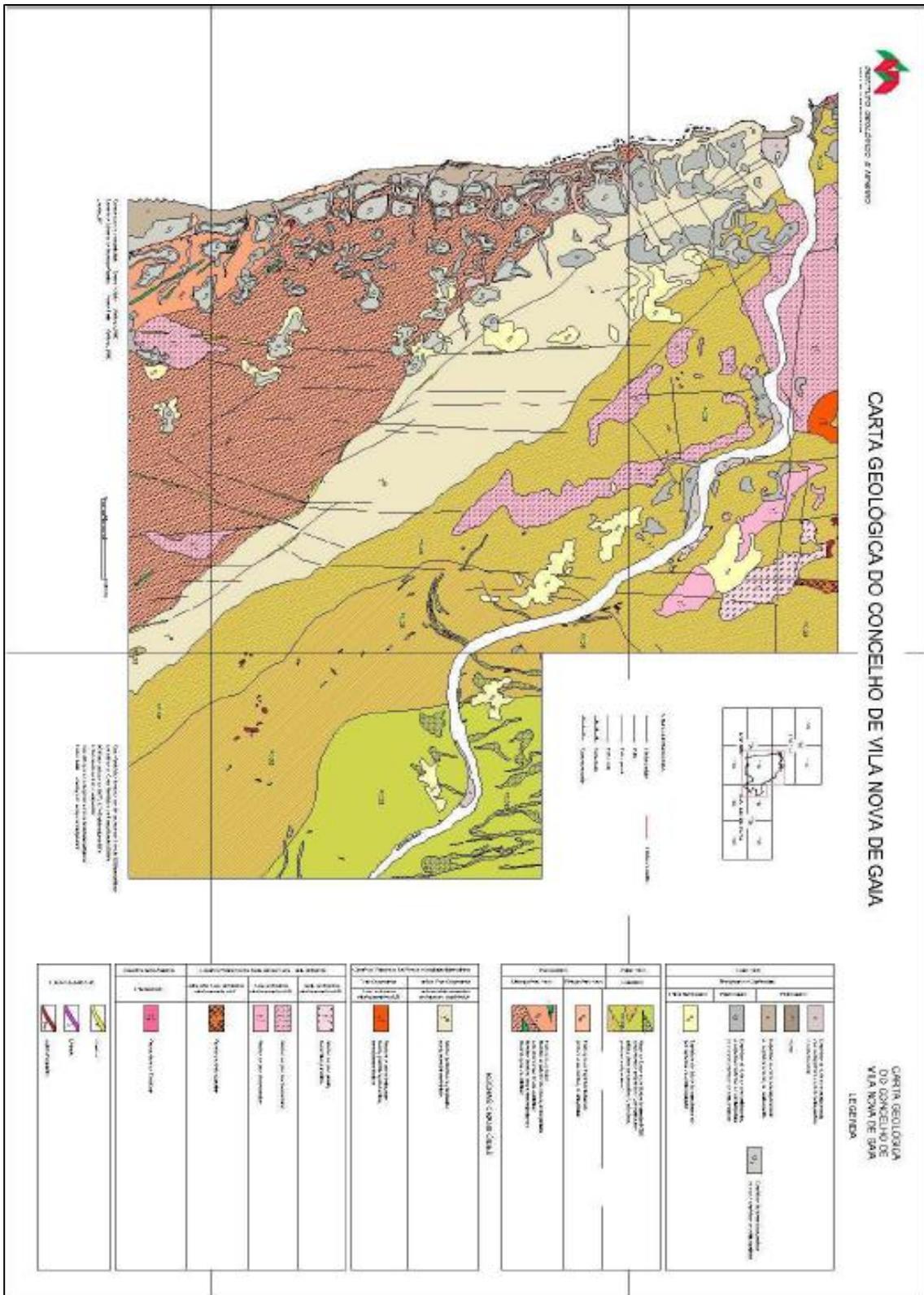
Blog “Dias de um fotógrafo”

http://diasdeumfotografo.blogspot.pt/2009_11_01_archive.htm (consultado a 03/08/2012)

Blog “Fotopress”

<http://fotospress.blogspot.pt> (consultado a 03/08/2012)

ANEXOS



Mapeamento de Riscos Ambientais no Município de Vila Nova de Gaia

Anexo 2 - Registos históricos de cheias no município de V.N. de Gaia (fonte: Protecção Civil do município de V.N. de Gaia)

Ano	Altura (m)	Ano	Altura (m)	Ano	Altura (m)
1739	10,59	1869	5,09	1966	8,46
1772	8,49	1876	6,84	1978	7,03
1779	9,54	1878	7,24	1979	6,34
1788	8,74	1880	5,19	1989	7,32
1821	7,14	1881	7,99	1996	6,34
1823	8,34	1900	5,59	2001	6,07
1825	8,6	1904	6,04	2002	5,34
1853	7,68	1909	10,08	2003	5,34
1855	6,99	1910	6,84	2006	6,66
1860	9,1	1936	5,59		
1865	6,19	1962	9,38		

Anexo 3 - Registo de acidentes para o concelho de V.N. de Gaia (adaptado de: www.ansr.pt)

V.N. Gaia	Acidentes c/vítimas	%	Vítimas mortais	%	Feridos graves	%	Feridos leves	%	Total de Vítimas	%	Índice de gravidade	Índice de Gravidade média do Distrito
2011	790	14,5	5	6,4	33	13,3	1002	14,6	1040	14,4	0,6	1,4
2010	821	14	14	15,1	27	11,1	1074	14,5	1115	14,4	1,7	1,6
2009	827	14,8	3	4	31	11,6	1061	15	1095	14,8	0,4	1,3
2008	728	14	8	9,2	29	10	941	14,2	978	14	1,1	1,7
2007	739	14,1	10	11,2	38	12,1	934	14,2	928	14	1,4	1,7
2006	711	13,7	12	12,5	43	11,6	930	14,1	985	14	1,7	1,8
2005	754	14	10	9	41	10,3	946	14,1	997	13,8	1,3	2,1
2004	751	13,2	21	14,4	46	9,6	922	12,9	989	12,7	2,8	2,6

Índice de gravidade - Número de mortos por 100 acidentes com vítimas