

Universidade Nova de Lisboa

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

Avaliação de risco na península da Mitrena

Contributos para a elaboração da Carta de risco

Ana Rita Loureiro Caramelo

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Professora Doutora Júlia Seixas

Lisboa

2010

Agradecimentos

Esta dissertação foi elaborada ao abrigo do protocolo de cooperação entre a ANPC e a FCT-UNL, no qual foi-me possibilitado estagiar na ANPC, tendo sido integrada no grupo de trabalho da Carta de risco da península da Mitrena. No desenvolver deste projecto pode contar com a colaboração e dedicação de várias pessoas às quais devo os meus sinceros agradecimentos.

À Professora Doutora Júlia Seixas, minha orientadora, pela oportunidade de estagiar na ANPC, e o empenho e compreensão na revisão desta tese de mestrado.

Ao grupo de trabalho para a Carta de risco da península da Mitrena, constituído pela Eng. Patrícia Pires (co-orientadora), Dr. Giuseppe Cornaglia, Eng. Paulo Sacadura, da ANPC, Dr. José Luís Bucho, Bombeiro Nuno Sousa, dos SMPCB Setúbal, e Eng. Isabel Santos e Eng. Mário Macedo, consultores externos deste projecto.

À minha chefe Eng. Patrícia Pires, chefe do núcleo de riscos e alerta, por me ter integrado no grupo de trabalho do projecto Carta de risco da península da Mitrena, por ter confiado em mim para representar este projecto em duas apresentações públicas. Agradeço especialmente a disponibilidade, acompanhamento, boa disposição, simpatia, apoio, especialmente em matérias que não foram exploradas no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, e nas quais foram surgindo inúmeras dúvidas.

Ao Giuseppe Cornaglia, técnico responsável pelo departamento de gestão de sistemas de informação e qualidade da ANPC pela simpatia e paciência e pelos conhecimentos transmitidos, particularmente ao ensinar-me a trabalhar com o ArcGIS.

Aos colegas, Elsa Costa, Luís Sá, Paulo Sacadura e Nuno Mondril, técnicos do núcleo de risco e alerta no qual estagiei na ANPC, e ainda à antiga colega Carla Barreiros, pela simpatia que me receberam e pela disponibilidade em partilhar conhecimentos em diversas áreas. Agradeço também aos colegas da ANPC, Fernando Araújo, Sandra Serrano, Carlos Mendes, Susana Cardoso e Carlos Graça pela simpatia e pelos momentos de descontração.

Um agradecimento especial aos meus pais por me terem apoiado neste estágio, sem este apoio, esta tese não teria sido possível. E aos meus amigos por me fazerem rir.

Ao David por estar sempre do meu lado nos bons e maus momentos.

Sumário

A península da Mitrena é uma área fortemente industrializada, situa-se na zona Este do concelho de Setúbal e nas imediações de uma área de elevado interesse ambiental, a Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES). A gestão de acidentes e a tipologia de ocorrências verificadas nesta zona industrial, levou o município de Setúbal a identificar a necessidade de obter um instrumento de gestão de emergências e um documento de apoio ao ordenamento do território. Deste modo, surgiu o projecto da Carta de Risco da península da Mitrena, envolvendo a Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC) e o Serviço Municipal de Protecção Civil e Bombeiros (SMPCB) da Câmara Municipal de Setúbal.

O estudo presente nesta dissertação teve como objectivo apoiar este projecto, nomeadamente na fase de avaliação de risco, na construção de um SIG (Sistema de Informação Geográfica), e na definição de estratégias a adoptar para mitigar e prevenir acidentes. A caracterização do risco presente na península da Mitrena e a avaliação das consequências, para os colaboradores, população, ambiente e infra-estruturas foram os principais resultados obtidos com a aplicação da metodologia de avaliação de risco proposta neste estudo.

Foi avaliado um conjunto de cenários de acidente, incêndios, explosões e pluma tóxica, englobando uma vasta gama de situações, nomeadamente em diversas instalações industriais. As populações residentes na freguesia da área de estudo e nas duas freguesias vizinhas, apenas deverão ser afectadas por uma pluma tóxica. Por sua vez, os colaboradores serão os principais afectados na ocorrência de um acidente grave. No ambiente, o estuário do Sado e a RNES poderão ser afectado directa ou indirectamente pelos cenários de incêndio e pluma tóxica, o maior potencial de risco está associado às águas de combate a incêndios e de combate à pluma tóxica. As infra-estruturas poderão ser afectadas pelos cenários de incêndio e explosão, com consequências directas ou indirectas para a produção das empresas da península da Mitrena. A análise de risco e de consequências permitiu elaborar uma Carta de Risco da península da Mitrena, que suportará o desenvolvimento de medidas de planeamento de emergências e de ordenamento do território de forma a minimizar o risco para as populações e o ambiente.

Abstract

Mitrena Peninsula is a heavily industrialized area, and is located in the East of Setúbal Municipality and near an area of high environmental interest, the Natural Reserve of Sado Estuary (RNES). The management of accidents and the type of events that occur in this industrial area took the city of Setubal to identify the need for a tool for emergency management and a background document for the territory. The result has been the project Map of Risk for the Mitrena peninsula, involving the National Authority for Civil Protection (ANPC) and the Municipal Service of Civil Protection and Fire (SMPCB) at Setúbal Municipality.

The present study in this dissertation aimed to support this project, in particular developing a risk assessment methodology, construction of a Geographic Information System (GIS), and defining strategies to mitigate and prevent accidents. The characterization of risk in Mitrena peninsula and evaluation of the consequences for employees, population, environment and infrastructure were the main results obtained with the risk assessment methodology proposed in this study.

It was assessed a number of scenarios of accidents, fires, explosions and toxic clouds, encompassing a wide range of situations, particularly in industrial plants. The people living in the parish of the study area and in two neighboring parishes should only be affected by a toxic cloud. In turn, employees will be most affected in the event of an accident. In the environment, the estuary will be affected directly or indirectly by the scenarios of thermal radiation and toxic smokes, and the toxic smoke of ammonia has the greatest potential risk. The infrastructure may be affected by the scenarios of thermal radiation and pressure, with direct or indirect consequences for the output of the Mitrena peninsula. Risk analysis and outcome has resulted in a Map of Risk for the Mitrena peninsula, which will support the development of comprehensive emergency planning and land use planning to minimize the risk to people and the environment.

Acrónimos

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
AEGL's	<i>Acute Exposure Guideline Levels</i>
AIA	Avaliação de Impacte Ambiental
ANPC	Autoridade Nacional de Protecção Civil
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APSS	Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A.
ARAMIS	Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of Seveso II Directive
CAE	Classificação Portuguesa de Actividades Económicas
CP	Comboios de Portugal
DIA	Declaração de Impacte Ambiental
EFFECTS	Software tool for calculation of physical effects © TNO
EPA	Environmental Protection Agency (Agência de Protecção do Ambiente dos Estados Unidos da América)
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ICNB	Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade
IGEOE	Instituto Geográfico do Exército
IGP	Instituto Geográfico Português
INE	Instituto Nacional de Estatística
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PCGO	Protecção Civil Gestão de Ocorrências
PCIP	Prevenção e Controlo Integrados da Poluição
PEE	Plano de Emergência Externo
PEI	Plano de Emergência Interno
RAN	Reserva Agrícola Nacional
RELAI	Regime de Exercício da Actividade Industrial
REN	Reserva Ecológica Nacional
RNES	Reserva Natural do Estuário do Sado
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SMPCB	Serviços Municipais de Protecção Civil e Bombeiros

Índice de Matérias

1.	Introdução	1
2.	Revisão da literatura.....	9
2.1	Risco Tecnológico.....	9
2.2	Acidentes tecnológicos	10
2.3	Metodologias de avaliação de risco.....	11
2.3.1	Metodologias adoptadas pela Holanda, Alemanha e Itália	14
2.3.2	ARAMIS (<i>Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of Seveso II directive</i>)	17
2.3.3	Processo de avaliação de risco da Autoridade Nacional de Protecção Civil	19
2.4	Cartografia de riscos e SIG	23
3.	Metodologia para a avaliação de risco na península da Mitrena	27
3.1	Situação de Referência	28
3.1.1	Caracterização geral da península da Mitrena	28
3.1.2	Elaboração de cartografia em SIG	29
3.1.3	Caracterização física	32
3.1.4	Caracterização das infra-estruturas	39
3.1.5	Caracterização sócio-económica	40
3.1.6	Caracterização das ocorrências de 2004 a 2009	44
3.2	Identificação dos perigos	46
3.2.1	Recolha de dados e informação	46
3.2.2	Tratamento de dados	47
3.2.3	Caracterização das instalações.....	49
3.2.4	Substâncias perigosas armazenadas	55
3.2.5	Substâncias perigosas transportadas	58
3.3	Análise de Risco	59
3.3.1	Seleccção dos cenários de acidente.....	60
3.3.2	Níveis de risco.....	64
3.3.3	Modelação dos cenários de acidente.....	65
3.3.4	Cartografia para a caracterização de risco	68
3.3.5	Cartografia para a avaliação das consequências.....	68
4.	Resultados	71
4.1	Caracterização do risco	71
4.1.1	Incêndio	72
4.1.2	Explosão.....	77

4.1.3	Pluma tóxica	82
4.2	Avaliação das consequências	83
4.2.1	Colaboradores	83
4.2.2	População residente	88
4.2.3	Ambiente.....	90
4.2.4	Infra-estruturas	92
4.2.4.1	Infra-estruturas afectadas pelo pior cenário global	101
4.3	Estratégias para a prevenção e mitigação dos riscos.....	106
5.	Discussão de resultados e conclusões	111
6.	Referências Bibliográficas	116
7.	Anexos.....	121

Índice de Tabelas

Tabela 2-1 - Lista de riscos tecnológicos (Fonte: ANPC - NRA (2009))	10
Tabela 2-2 – Acidentes tecnológicos ocorridos na Europa entre 1999 e 2002 (Fonte: Adaptado de EEA (2003a) e EEA (2003b))	11
Tabela 2-3 – Matriz de compatibilidade do Decreto Ministerial, de 9 Maio de 2001 (Fonte: Basta, Struckl, & Christou (2008))	17
Tabela 3-1 – Cartografia de base.....	30
Tabela 3-2 - Cartas para Caracterização da península da Mitrena	31
Tabela 3-3 - Velocidade média anual e Frequência por quadrante	33
Tabela 3-4 – Entidades consultadas e dados fornecidos	47
Tabela 3-5 – Cartas para a identificação dos perigos na península da Mitrena	49
Tabela 3-6 – Classificação das actividades económicas das empresas da península da Mitrena	51
Tabela 3-7 – Designação das categorias de substâncias perigosas.....	57
Tabela 3-8 – Lista das categorias de substâncias perigosas por n.º de instalações.....	57
Tabela 3-9 – Substâncias perigosas e Instalações/Localizações seleccionadas	60
Tabela 3-10 – Substâncias perigosas e equipamentos escolhidos.....	60
Tabela 3-11 – Níveis de risco	64
Tabela 3-12 - Efeitos da exposição a radiação térmica incidente no ser humano e materiais (Fonte: adaptado de Pintaric (2007))	64
Tabela 3-13 - Efeitos da exposição a níveis de sobrepressão no ser humano e materiais (adaptado de Pintaric (2007)).....	65
Tabela 3-14 – Valores de AEGL`s para o Amoníaco (Fonte: Adaptado de EPA (2008))	65
Tabela 3-15 - Parâmetros meteorológicos para os cenários de incêndio e explosão.....	67
Tabela 3-16 - Parâmetros meteorológicos para o cenário toxicológico	67
Tabela 3-17 – Cartas para a avaliação das consequências.....	68
Tabela 4-1 – Cenários de acidente modelados	71
Tabela 4-2 – Distâncias por nível de risco atingidas pelo cenário Bola de fogo	72
Tabela 4-3 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários Incêndio tipo jacto	73
Tabela 4-4 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários Incêndio tipo piscina	76
Tabela 4-5 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários BLEVE	77
Tabela 4-6 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários VCE	78
Tabela 4-7 - Distâncias por nível de risco atingidas pela pluma tóxica.....	82
Tabela 4-8 - Colaboradores por edifícios afectados por explosão de origem em instalações.....	84
Tabela 4-9 – Colaboradores afectados por cenários de incêndio e por instalações.....	86
Tabela 4-10 – Colaboradores em instalações afectadas por cenário toxicológico	87

Tabela 4-11 - População residente afectada por cenário toxicológico	88
Tabela 4-12 – Infra-estruturas de utilização colectiva ou serviço público afectados por cenário toxicológico	90
Tabela 4-13 – Área de utilização condicionada afectada por cada cenário de incêndio	91
Tabela 4-14 – Áreas afectadas por cenário tóxico.....	92
Tabela 4-15 – N.º de edifícios e reservatórios afectados por Incêndio.....	93
Tabela 4-16 - N.º de edifícios e reservatórios afectados por Explosão	94
Tabela 4-17 – N.º de edifícios e reservatórios com sub. perigosas afectados por Incêndio ...	95
Tabela 4-18 - N.º de edifícios e reservatórios com sub. Perigosas afectados por Explosão ...	96
Tabela 4-19 – Estradas afectadas por incêndio	97
Tabela 4-20 – Comprimento da linha ferroviária afectada por Incêndio	99
Tabela 4-21 - Comprimento da linha ferroviária afectada por Explosão.....	99
Tabela 4-22 – Rede eléctrica afectada por Incêndio	100
Tabela 4-23 - Rede eléctrica afectada por Explosão.....	100
Tabela 4-24 - Edifícios e reservatórios afectados pelo pior cenário global e por incêndio e explosão	102
Tabela 4-25 - N.º de reservatórios com substâncias perigosas atingidos pelo pior cenário global por incêndio ou explosão	103
Tabela 4-26 - Instalações exteriores à península da Mitrena afectadas pelo pior cenário global por incêndio ou explosão	103
Tabela 4-27 – Infra-estrutura rodoviária afectada pelo pior cenário global por incêndio e explosão	104
Tabela 4-28 – Infra-estrutura ferroviária atingida pelo pior cenário global por incêndio ou explosão	105
Tabela 4-29 - Rede eléctrica afectada pelo pior cenário global	105

Índice de Figuras

Figura 2-1 – Valores limite de risco individual na abordagem Holandesa (Fonte: Bottelberghs, 2000).....	15
Figura 2-2- Processo de avaliação de risco da ANPC (Fonte: ANPC - NRA (2009)).....	20
Figura 3-1 – Fluxograma da metodologia adoptada	27
Figura 3-2 – Localização geográfica da península da Mitrena	29
Figura 3-3 – Ilustração das ferramentas utilizadas.....	31
Figura 3-4 - Corine Land Cover 2000 para a península da Mitrena.....	34
Figura 3-5 - Carta de condicionantes do PDM de Setúbal 1994 para a península da Mitrena	35
Figura 3-6 - Reserva Natural do estuário do Sado (Fonte: ICNB, 2005)	36
Figura 3-7 - População residente e densidade populacional por Freguesia (Fonte: Adaptado de INE, 2001)	41
Figura 3-8 - População residente no concelho de Setúbal (Fonte: Adaptado de INE (2001)) .	42
Figura 3-9 – População residente por freguesia e por escalão etário (Fonte: Adaptado de INE (2001)).....	43
Figura 3-10 - Localização das ocorrências na península da Mitrena de 2004 a 2008	45
Figura 3-11 – Percentagem de ocorrências por tipo de 2004 a 2008	45
Figura 3-12 – Instalações presentes na península da Mitrena.....	50
Figura 3-13 – Regulamentação e legislação por instalação na península da Mitrena	54
Figura 3-14 – N.º de colaboradores por instalação na península da Mitrena	55
Figura 3-15 - Localização dos edifícios e reservatórios com substâncias perigosas presentes na península da Mitrena.....	58
Figura 3-16 – Árvore de acontecimentos para o amoníaco – instalação 17 – armazenamento sob pressão.....	61
Figura 3-17 – Árvore de acontecimentos para o acetileno – instalação 7 - armazenamento sob pressão.....	61
Figura 3-18 – Árvore de acontecimentos para o butano – instalação 38 – armazenamento sob pressão.....	61
Figura 3-19 – Árvores de acontecimentos para o propano – instalações 34 e 39 – armazenamento sob pressão	62
Figura 3-20 – Árvores de acontecimentos para o propano – instalações 46 e 64 – armazenamento sob pressão	62
Figura 3-21 - Árvore de acontecimentos para a gasolina – instalação 5 e estradas – reservatório ou cisterna	62
Figura 3-22 – Árvores de acontecimentos para o gás natural (metano) – gasoduto – gasoduto sob pressão.....	63
Figura 4-1 – Níveis de risco associados aos cenários de Bola de fogo	72
Figura 4-2 - Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 7	73

Figura 4-3 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 38.....	74
Figura 4-4 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 46.....	74
Figura 4-5 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 64.....	75
Figura 4-6 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto no Gasoduto	76
Figura 4-7 – Níveis de risco associados ao incêndio tipo piscina com origem nas Estradas e na instalação 5	77
Figura 4-8 - Níveis de risco associados aos cenários de BLEVE com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64.....	78
Figura 4-9 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 34	79
Figura 4-10 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 38	79
Figura 4-11 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 39	80
Figura 4-12 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 46	80
Figura 4-13 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 64	81
Figura 4-14 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE no Gasoduto.....	81
Figura 4-15 – Níveis de risco associados aos cenários de plumas tóxicas	82
Figura 4-16- Edifícios afectados por BLEVE com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64	85
Figura 4-17 - Instalações afectadas por Bola de fogo com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64.....	86
Figura 4-18 - Pluma na direcção do vento SE e instalações afectadas	88
Figura 4-19 - População Residente segundo os blocos do Censos 2001 afectadas por pluma na direcção do vento SE.....	89
Figura 4-20 - Edifícios e reservatórios afectados por Bola de fogo com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64.....	93
Figura 4-21 - Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por VCE com origem nas instalações 39 e 46.	96
Figura 4-22 - Estradas afectadas por Bola de fogo com origem nas instalações 39, 46 e 64..	98
Figura 4-23 - Rede eléctrica afectada por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas..	101
Figura 4-24 - Edifícios e reservatórios afectados pelo pior cenário global.....	102
Figura 4-25 - Instalações exteriores à península da Mitrena afectadas pelo pior cenário global	104

1. Introdução

Avaliação de riscos é um processo que consiste numa série de passos sequenciais, ou seja: identificação de perigos, selecção de cenários de acidentes, caracterização do risco e avaliação das consequências. No âmbito do planeamento de segurança, ordenamento do território, e prevenção de acidentes com substâncias perigosas, é uma ferramenta que permite identificar os riscos associados a determinada fonte e fornecer a informação necessária para a selecção de estratégias de prevenção e mitigação de acidentes, nomeadamente através da preparação de planos de emergência, de resposta a acidentes, e de ordenamento do território. Num processo de avaliação de risco, os riscos podem ser classificados por níveis de efeitos e deste modo possibilitar a escolha e avaliação de opções técnicas, organizacionais e políticas, de modo que, os resultados permitam um aumento da segurança. (OECD, 2003).

A evolução tecnológica, a criação de novos tipos de indústrias, a utilização de mais e maiores quantidades de substâncias perigosas provocou a aparecimento de acidentes tecnológicos, acontecimentos súbitos, causadores de danos graves nas populações e ambiente, com os acidentes tecnológicos de Enschede em 2000, Toulouse em 2001 e Lagos em 2002, o que levou as populações a desconfiarem tanto das indústrias como da capacidade autoridades em tomar decisões tendo em conta o potencial de risco (Salvi & Debray, 2006).

Actualmente, as populações exigem um elevado nível de segurança e bem-estar, bem como a preservação da qualidade do ambiente. Neste sentido, é necessário identificar os fenómenos perigosos e antecipar as suas possíveis consequências, de modo a minimizar os prejuízos, não só pela implementação das medidas de mitigação necessárias, mas também pela actuação a montante, no âmbito do ordenamento do território (ANPC, DGOTDU & IGP, 2009).

A população local será a única directamente afectada pela ocorrência de um acidente grave assim como, pelas decisões no ordenamento do território tendo em conta os estabelecimentos perigosos. Esta população está exposta ao risco, e poderá obter benefícios da exploração do território, nomeadamente pela operação dos estabelecimentos perigosos. Deverão ser essas populações locais a decidir qual o nível de risco aceitável e a escolher alternativas de acordo com as particularidades locais e regionais, tais decisões deverão ser apoiadas por avaliações de risco (Christou & Mattarelli, 2000).

O risco tem sido uma temática abordada por diferentes regulamentos na União Europeia, nomeadamente na Directiva relativa à prevenção e controlo integrados da poluição (PCIP) (Directiva 2008/1/CE do Conselho, de 15 de Janeiro de 2008), na Directiva relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais (Directiva 2004/35/CE do Conselho, de 21 de Abril de 2004), na Directiva de Avaliação de Impactes Ambientais (AIA), (Directiva 2003/35/EC do Conselho, de 26 de Maio de 2003), e na Directiva da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) (Directiva de 2001/42/CE Conselho, de 27 de Junho de 2001).

No que diz respeito à localização de novas actividades industriais, a Directiva PCIP pode ser considerada a mais relevante Directiva Europeia relativamente à Directiva Seveso II (Basta, Struckl, & Christou, 2008). O artigo 3.º da Directiva PCIP requer "...que as instalações sejam exploradas de modo que... as medidas necessárias sejam tomadas para prevenir os acidentes e limitar as suas consequências", e o Anexo IV estabelece que a "Necessidade de prevenir os acidentes e de reduzir as suas consequências para o ambiente" é um dos elementos a ter em conta na determinação das melhores técnicas disponíveis de acordo com os custos e benefícios que podem resultar de uma acção e os princípios de precaução e de prevenção.

A Directiva relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais estabelece no Artigo 5.º que "quando ainda não se tiverem verificado danos ambientais, mas houver uma ameaça iminente desses danos, o operador tomará sem demora as medidas de prevenção necessárias". Quando se tiverem verificado danos ambientais, as autoridades competentes podem "exigir que o operador tome as medidas de reparação necessárias", Artigo 6º, sendo ainda da responsabilidade dos "operadores, suportar os custos das acções de prevenção e de reparação...", Artigo 8.º.

Nos Estados Unidos da América, os estabelecimentos que possuam substâncias perigosas tóxicas e inflamáveis, de acordo com a Lista do Código Federal de Regulamentos (CFR) em 40 CFR 68,130, com quantidades máximas por substância, são obrigados a desenvolver e implementar um programa de gestão do risco de acordo com o regulamento emitido pelo U.S. Environmental Protection Agency (EPA), "*Chemical Accident Prevention Provisions*" (parte 68 do título 40 do CFR). O objectivo deste regulamento e do programa de gestão do risco requerido é prevenir acidentes com substâncias perigosas que possam causar sérios danos à população e ambiente, num curto período de tempo, e mitigar a severidade destas

ocorrências. De modo geral, este regulamento requer que os operadores destes estabelecimentos desenvolvam e implementem um programa de gestão de risco, que deverá conter uma análise das potenciais consequências para o exterior, e do pior cenário possível, cinco anos de histórico de acidentes, um programa de prevenção e um plano de emergência (EPA, 2009).

No mesmo âmbito do regulamento da U.S.EPA, a Comissão Europeia criou a Directiva 82/501/CE do Conselho, de 24 de Junho de 1982, relativa a prevenção de acidentes graves que envolvem substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente. Através das experiências obtidas pela aplicação desta Directiva e à luz dos acidentes que ocorreram em Bhopal e no México, que evidenciaram o perigo que pode constituir a proximidade entre estabelecimentos perigosos e zonas residenciais, o Conselho, convidou a Comissão a incluir na Directiva 82/501/CE disposições relativas ao controlo do planeamento da ocupação dos solos aquando do licenciamento de novas instalações e do desenvolvimento de urbanizações nas imediações de instalações existentes. Estas alterações deram origem à Directiva 96/82/CE do Conselho, de 9 de Dezembro de 1996, que introduziu os requisitos para o ordenamento do território.

Posteriormente a Comissão Europeia considerou necessário alargar o âmbito de aplicação desta Directiva, devido aos acidentes industriais recentes e na sequência de estudos sobre carcinogéneos e substâncias perigosas para o ambiente, de destacar o derrame de cianetos que poluiu o Danúbio na sequência do acidente ocorrido em Baia Mare, na Roménia, em Janeiro de 2000, o acidente com artigos pirotécnicos, ocorrido em Enschede, na Holanda, em Maio de 2000, e uma explosão ocorrida numa fábrica de adubos em Toulouse, em Setembro de 2001, este último, realçou o risco de acidentes decorrente do armazenamento de nitrato de amónio e de adubos à base de nitrato de amónio. Estes acontecimentos levaram à alteração da Directiva anterior, obtendo-se a Directiva 2003/105/CE, de 16 de Dezembro de 2003, que relativamente aos requisitos para o ordenamento do território, estabelece no Artigo 12.º.

“os Estados-Membros devem assegurar que a sua política de afectação ou de utilização dos solos e/ou outras políticas pertinentes, bem como os procedimentos de execução dessas políticas, têm em conta a necessidade, a longo prazo, de manter distâncias adequadas entre, por um lado, os estabelecimentos abrangidos pela presente directiva e, por outro, as zonas residenciais, os edifícios e as zonas de utilização pública, as

principais vias rodoviárias na medida do possível, as zonas de recreio e lazer e as zonas naturais de interesse particular ou com características particularmente sensíveis e, para os estabelecimentos existentes, a necessidade de medidas técnicas complementares nos termos do artigo 5.º, a fim de não aumentarem os riscos para as pessoas”.

A Directiva 2003/105/CE não estabelece ou sugere distâncias de segurança, deixando a cada Estado-Membro e autoridades competentes, a responsabilidade de estabelecer as distâncias e avaliar a sua adequabilidade. As autoridades de cada Estado-Membro são também responsáveis por estabelecer procedimentos relativos às políticas de ordenamento do território. No sentido de ajudar as autoridades competentes de cada Estado-Membro a cumprir o Artigo 12.º da Directiva, foram elaborados *Guidelines* pelo Grupo de Trabalho composto por representantes das autoridades competentes e designados pelo *Joint Research Centre* da Comissão Europeia. Em 2008, foi publicado o último documento com orientações (Basta, Struckl, & Christou, 2008), que relata os resultados do inquérito sobre "boas práticas" para o ordenamento do território no âmbito da Directiva Seveso II, e propõe roteiros implementação para se cumprir os requisitos do Artigo 12.º.

Em Portugal, a Directiva 2003/105/CE foi transporta para o direito interno pelo Decreto-lei n.º 254/2007, de 12 de Julho, que reconfigura o regime de prevenção e controlo de acidentes graves que envolvem substâncias perigosas e limitação das suas consequências para o homem e o ambiente, revogando o Decreto-lei n.º 164/2001, de 23 de Maio e a Portaria n.º 193/2002, de 4 de Março.

Os requisitos relativos ao ordenamento do território estão presentes no Artigo 5.º do Decreto-lei n.º 254/2007, que estabelece a obrigação de garantir as distâncias de segurança nos seguintes casos: elaboração, revisão e alteração dos planos municipais de ordenamento do território (PMOT); e em operações urbanísticas na proximidade de estabelecimentos abrangidos. Os critérios de referência previstos, por este Artigo, irão servir para determinar a dimensão das parcelas e os parâmetros urbanísticos que permitam acautelar as distâncias de segurança em redor dos estabelecimentos.

A identidade responsável pela elaboração destes critérios é a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), que se encontra a desenvolver um estudo que compreende a definição e modelação de cenários de referência, a análise de sensibilidade e a sistematização de tipologias de estabelecimento, equipamentos e substâncias perigosas. A APA está a adoptar

uma abordagem orientada para as consequências para a definição destes critérios (APA, s/d). Assim sendo, até ao momento nenhum PMOT tem sido elaborado, revisto ou alterado de acordo como disposto no artigo 5.º.

A nível nacional, não existe nenhum regulamento que obrigue os municípios a analisarem as zonas industriais com elevado potencial de risco, assim como, também não existe até à data nenhuma iniciativa de avaliação do risco com o objectivo de auxiliar os planos de ordenamento do território neste tipo de zonas. Neste contexto, como disposto no Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de Julho, as câmaras municipais apenas tem de elaborar os Planos de Emergência Externos (PEE) para cada estabelecimento classificado como nível superior de perigosidade.

Em Portugal a Protecção Civil, segundo a Lei n.º 27/2006, de 3 de Julho, Artigo 4.º, tem como um dos seus objectivos fundamentais a prevenção dos riscos colectivos e da ocorrência de acidente grave, ou de catástrofe deles resultantes e a atenuação dos riscos colectivos e limitação dos seus efeitos no caso da ocorrência.

A península da Mitrena localizada no concelho de Setúbal e distrito de Setúbal, é uma área de elevada densidade industrial, com grande importância na economia, na criação de emprego e estrutura social, bem como no desenvolvimento da região e do país. Estão aqui instaladas indústrias com elevado potencial de risco, numa área de elevado interesse ambiental, a Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES).

A gestão de acidentes e a tipologia de ocorrências verificadas nesta zona industrial, levou o município de Setúbal a identificar a necessidade de obter um instrumento de gestão de emergências e um documento de apoio ao ordenamento do território. Deste modo, surgiu o projecto da Carta de Risco da península da Mitrena, envolvendo a Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC) e o Serviço Municipal de Protecção Civil e Bombeiros (SMPCB) da Câmara Municipal de Setúbal, de modo a desenvolver uma ferramenta que permita dotar este município de informação sobre os riscos e vulnerabilidades ali existentes. O trabalho que se apresenta neste documento foi desenvolvido no âmbito deste projecto, nomeadamente na avaliação de risco e na construção de um SIG (Sistema de Informação Geográfica).

A Carta de Risco da península da Mitrena é essencialmente um instrumento preventivo, que irá permitir às entidades responsáveis pelas actividades de protecção civil, tomar medidas

em termos de ordenamento do território, prevenção de acidentes e planeamento de emergência, sendo evitados ou minimizados os impactos para a comunidade potencialmente afectada por um acidente.

Constituem objectivos gerais desta dissertação:

- avaliar o risco tecnológico presente nesta área de estudo;
- dotar as entidades responsáveis pelo planeamento de emergência de elementos que permitam o desenvolvimento dos planos de resposta necessários e adequados aos riscos tecnológicos que pretendem mitigar;
- apoiar uma política eficaz e objectiva de informação e comunicação às populações;

Constituem objectivos específicos desta dissertação:

- definir e implementar uma metodologia para a avaliação de riscos tecnológicos;
- construção de uma base cartográfica em SIG, que permita a caracterização da área de estudo, a identificação dos perigos, e a análise dos riscos e consequências, presentes na área;
- caracterizar o risco e avaliar as consequências para os colaboradores, população, ambiente e infra-estruturas, relacionadas com actividade industrial instalada nesta península, nomeadamente os riscos associados às instalações industriais, ao transporte de mercadorias perigosas pela via rodoviária e às infra-estruturas fixas de transporte de substâncias perigosas (gasoduto);
- identificar estratégias de mitigação e prevenção de riscos tecnológicos.

Esta dissertação é composta por cinco capítulos: introdução, revisão da literatura, metodologia, resultados e discussão de resultados e conclusão.

No primeiro capítulo, introdução, estabelece-se o contexto de avaliação de risco presente nesta dissertação, aborda-se os regulamentos existentes para prevenir acidentes em instalações perigosas, nomeadamente o regulamento da U.S.EPA, as directivas da Comissão Europeia, e o Decreto-Lei nacional, introduziu-se a península da Mitrena e o projecto da Carta de Risco da Mitrena, e designou-se os objectivos desta dissertação.

Na revisão da literatura aborda-se as metodologias de avaliação do risco adoptadas pelos países europeus no contexto do ordenamento do território, e metodologias de avaliação de

risco desenvolvidas pelo projecto ARAMIS e pela ANPC. A metodologia deste estudo divide-se em cinco secções, situação de referência, identificação dos perigos, análise de risco, avaliação de consequências, estratégias para a mitigação dos riscos. No capítulo resultados apresenta-se os resultados da aplicação da metodologia proposta neste estudo, nomeadamente a cartografia elaborada para a caracterização do risco e avaliação de consequências. No último capítulo apresenta-se a discussão dos resultados e a conclusões da aplicação de uma metodologia de avaliação de risco na península da Mitrena.

2. Revisão da literatura

Na revisão da literatura pretende-se abordar as temáticas em estudo nesta dissertação e as metodologias que serviram de base ao desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de risco para a península da Mitrena, particularmente as metodologias de avaliação do risco adoptadas pelos países europeus no contexto do ordenamento do território, e metodologias de avaliação de risco desenvolvidas pelo projecto ARAMIS e pela ANPC, no âmbito da Directiva Seveso II.

2.1 Risco Tecnológico

O Decreto-lei n.º 254/2007, artigo 2.º alínea m) define risco como “a probabilidade de que um efeito específico ocorra dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas”. No âmbito do planeamento de emergência da protecção civil, risco é definido “como a probabilidade de ocorrência de um processo (ou acção) perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens e ambiente” (ANPC - NRA, 2009).

De acordo com o “Guia para a caracterização de risco no âmbito da elaboração de planos de emergência de protecção civil” (ANPC - NRA, 2009), os riscos podem ser agrupados em 3 grupos:

- Riscos Naturais, os que resultam do funcionamento dos sistemas naturais (e.g., sismos, movimentos de massa em vertentes, erosão do litoral, cheias e inundações);
- Riscos Tecnológicos, os que resultam de acidentes, frequentemente súbitos e não planeados, decorrentes da actividade humana (e.g., cheias e inundações por ruptura de barragens, acidentes no transporte de mercadorias perigosas, emergências radiológicas);
- Riscos Mistos, os que resultam da combinação de acções continuadas da actividade humana com o funcionamento dos sistemas naturais (e.g., incêndios florestais).

Os Riscos Tecnológicos, segundo o “*Guia para a caracterização de risco no âmbito da elaboração de planos de emergência de protecção civil*” (ANPC - NRA, 2009), podem ser divididos em quatro categorias, transportes, vias de comunicação e infra-estruturas, actividade industrial e áreas urbanas (Tabela 2-1).

Tabela 2-1 - Lista de riscos tecnológicos (Fonte: ANPC - NRA (2009))

	Categoria	Designação
Riscos tecnológicos	Transportes	Acidentes Graves de Tráfego (rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo) Acidentes no transporte de mercadorias perigosas
	Vias de comunicação e infra-estruturas	Colapso de túneis, pontes e outras infra-estruturas Ruptura de Barragens Acidentes em Conduitas de Transporte de Substâncias Perigosas Ruptura de barragens Acidentes em infra-estruturas fixas de transporte de substâncias perigosas Colapso de Galerias e cavidades de minas
	Actividade Industrial	Acidentes em parques industriais Acidentes em Industrias Pirotécnicas e de Explosivos Acidentes em Estabelecimentos Seveso Acidentes em instalações de combustíveis Emergências radiológicas
	Áreas urbanas	Incêndios em edifícios Colapso de estruturas

2.2 Acidentes tecnológicos

Explosões e Incêndios representam metade dos acidentes tecnológicos ocorridos na Europa nas últimas duas décadas. Estes são considerados os tipos mais perigosos de acidentes industriais. O pior acidente entre 1999 e 2001, aconteceu na cidade Francesa de Toulouse, como se pode verificar pela Tabela 2-2. Contudo, o tipo de acidente que mais vidas humanas retira, ao longo deste período, foram os que ocorreram em instalações com artigos pirotécnicos, três acidentes deste tipo mataram 32 pessoas no total. O mais grave deste tipo ocorreu foi em Maio de 2000, quando 100 toneladas de fogos de artifício explodiram num armazém no meio de uma zona residencial, na cidade holandesa de Enschede, e matou 22 pessoas.

As consequências dos acidentes tecnológicos variam de acordo com o tipo e quantidade de substâncias perigosas envolvidas. A incidência geográfica e temporal, dos acidentes tecnológicos envolvendo incêndios e explosões, tende a ser relativamente limitada, mas pode ser de grande amplitude, particularmente se ocorrer um “efeito domino”, ou se houver a libertação de tóxicas para ar, água e solo, como ocorreu no acidente de Toulouse.

Proteger a população local é umas das principais preocupações na ocorrência de acidentes tecnológicos. Os acidentes tecnológicos presentes na Tabela 2-2, permitem verificar a importância de mecanismos legais no planeamento do território que controlem o crescimento de urbanizações nas imediações de estabelecimentos perigosos. Muitos dos acidentes tecnológicos durante o período 1999-2002, Tabela 2-2, provocaram consequências

no ambiente, como a libertação de poluentes atmosféricos tóxicos que podem ser muito prejudiciais para a flora e fauna, as consequências mais graves estão relacionadas com a libertação de substâncias tóxicas para rios e outros cursos de água, com efeitos letais para os ecossistemas aquáticos e especialmente para os peixes (EEA, 2003a).

Tabela 2-2 – Acidentes tecnológicos ocorridos na Europa entre 1999 e 2002 (Fonte: Adaptado de EEA (2003a) e EEA (2003b))

Tipo de Acidente Grave	Data do Evento	Localização	Consequências
Incêndio Industrial	Abril de 1999	Belmullet (Irlanda)	700 pessoas evacuadas devido a libertação de fumos tóxicos
Explosão numa fábrica de produtos agrícolas tóxicos	Junho de 1999	Wuppertal (Alemanha)	90 pessoas intoxicadas
Derrame de 100000m ³ de líquido contaminado com cianeto	Janeiro de 2000	Baia Mare (Roménia)	Contaminação de um afluente do rio Tisza
Libertação de águas residuais com 22 000 ton eq. de metais pesados	Março de 2000	Borsa (Roménia)	Contaminação de um afluente do rio Tisza
Explosão num armazém de artigos pirotécnicos	Maio de 2000	Enschede (Holanda)	22 pessoas morreram, 500 edifícios destruídos e 2000 pessoas ficaram sem casa
Explosão em fábrica de artigos pirotécnicos	Maio de 2000	Rafelcofer (Espanha)	5 pessoas morreram e 18 ficaram feridas
Libertação de 1.5 milhões de m ³ de água com lamas residuais	Setembro de 2000	Gällivare (Suécia)	7 a 8km do rio Vassara ficaram cobertos por lama
Explosão Industrial	Maio de 2001	Ludwigshafen (Alemanha)	130 pessoas feridas, incluindo 50 crianças
Explosão numa fábrica de artigos pirotécnicos	Agosto de 2001	Caldelas (Portugal)	5 pessoas morreram e uma ficou ferida
Explosão numa fábrica de adubos	Setembro de 2001	Toulouse (França)	30 pessoas morreram e mais de 2000 ficaram feridas, mais de 3000 edifícios ficaram destruídos ou danificados
Incêndio numa fábrica de adubos	Janeiro de 2002	Murcia (Espanha)	Autoridades pediram a 170 000 pessoas para ficarem em casa

2.3 Metodologias de avaliação de risco

Avaliação de Risco, de um modo geral, é um procedimento estruturado para avaliar qualitativamente e/ou quantitativamente o nível de risco associado as fontes de perigo identificados dentro da instalação. O objectivo da avaliação de risco é fornecer as informações necessárias para serem tomadas varias decisões. Entre essas decisões, as relacionadas com ordenamento do território, onde o risco deverá ser um dos principais parâmetros. A escolha de um método específico para a avaliação de risco pode afectar fortemente o resultado da decisões a serem tomadas (Christou, Amendola, & Smeder, 1999).

Normalmente, a avaliação de risco efectuada para efeitos de ordenamento do território está relacionada com os relatórios de segurança e planos de emergência internos, efectuados pelos operadores das empresas no âmbito da Directiva Seveso II, para cada estabelecimento perigoso. Assim sendo, a identificação dos cenários considerados relevantes nos planos de emergência são também usados para fim específico do ordenamento do território, ou existe uma conexão entre as duas etapas, ou seja, os dados fornecidos nestes documentos são os mesmos que utilizam as autoridades para avaliar a compatibilidade na ocupação do solo. No que respeita ao ordenamento do território, a avaliação do risco depende da complexidade do caso, dos recursos disponíveis, da abordagem seleccionada (qualitativa ou quantitativa), o que origina uma diferenças significativas em termos de procedimentos e informações necessárias (Basta, Struckl, & Christou, 2008).

Na maioria dos países, a aplicação dos requisitos da Directiva Seveso II no ordenamento do território são uma responsabilidade dos municípios. Uma vez que, a avaliação de risco é normalmente efectuada por técnicos da área, e a aplicação no território é efectuada pelos responsáveis pelo ordenamento do território dos municípios, podem existir dificuldade em comunicar, nomeadamente no processo de passagem dos limites de zonas com determinados efeitos e frequências de acidentes, para limites geográficos e modificando a ocupação do solo. No entanto, é necessária uma cooperação eficaz entre os dois lados (Basta, Struckl, & Christou, 2008).

Em 1999, no contexto europeu existiam países com procedimentos estabelecidos de modo a incluir os acidentes graves com substâncias perigosas no ordenamento do território, e países em que os procedimentos estavam a ser desenvolvidos. A Holanda, Reino Unido, França e, em certa medida, a Alemanha, tinham desenvolvido procedimentos e critérios para o ordenamento do território, enquanto que, os países do Sul da Europa, como Itália, Grécia, Espanha e Portugal, pertenciam à segunda categoria (Christou, Amendola, & Smeder, 1999). Segundo Cozzani, *et al.* (2006) até 2006, um número limitado de países europeus desenvolveram critérios específicos para o ordenamento do território em relação ao risco de acidentes graves, ao segundo grupo juntaram-se os países do alargamento da Comunidade Europeia. Nos países pertencentes a segunda categoria, o controlo do ordenamento do território nas proximidades de instalações perigosas era apenas abrangido pela legislação relativa ao ordenamento do território, não sendo considerados explicitamente os acidentes graves na execução dos planos de ordenamento do território. Neste sentido, a aplicação do

artigo 12.º da Directiva 2003/105/CE do Conselho exige que os Estados-Membros elaborem ferramentas de ligação entre duas disciplinas tradicionalmente independentes.

Os métodos para avaliar o risco são diferentes de país para país, devido a diferenças culturais, históricas e políticas. Do ponto de vista metodológico, alguns países adoptaram critérios simplificados baseados em "distâncias de segurança" entre áreas residenciais e instalações industriais, por exemplo Alemanha e Suécia. Entre os países que utilizam critérios mais estruturados, a literatura desenvolvida na última década, concorda com a definição de duas alternativas metodológicas (Cozzani, *et al.*, 2006):

- A abordagem orientada para as consequências baseia-se na avaliação das consequências de uma série de cenários de acidentes possíveis (cenários de referência). Estabelecem-se valores limiares de efeitos físicos por tipo de acidente (pluma tóxica, incêndio e explosão) em relação às consequências indesejáveis (mortes, efeitos irreversíveis, efeitos reversíveis, etc.). Esta abordagem é utilizada em França, Finlândia e Espanha.
- A abordagem orientada para o risco consiste na avaliação das consequências e da frequência esperada de ocorrência de cenários de acidentes possíveis. Os resultados são representados por índices de risco, em alguns casos, tanto o risco individual como o risco social. Os critérios de ordenamento do território baseiam-se na aceitação de critérios específicos, tendo em conta os índices de risco calculados. Esta abordagem é seguida no Reino Unido e na Holanda.

A primeira abordagem é essencialmente determinística e a segunda probabilística, no entanto, existem outras diferenças relevantes entre as abordagens aplicadas por estes países, nomeadamente a morfologia do território e variáveis políticas, tais como: a densidade populacional, nos países com alta densidade, a abordagem determinística pode ser de difícil execução, devido à escassez de território (Holanda); a cultura de planeamento e ordenamento do território; as regras de compensação e a responsabilidade dos operadores; e o papel mais ou menos relevante das partes interessadas, ou seja, se há a participação de todas as partes interessadas no processo de ordenamento do território (Basta C., 2005).

No Guia "*Overview of Roadmaps for Land-Use Planning in Selected Member States*" (Basta, Struckl, & Christou, 2008), os países que ainda não desenvolveram os seus procedimentos,

podem encontrar uma metodologia que permite uma selecção da abordagem de avaliação de risco que melhor se adapta ao seu contexto.

Segundo Mannan (2005), no Guia "*Land use planning guidelines in the context of article 12 of the Seveso II Directive 96/82/EC as amended by Directive 105/2003/EC*" (Christou, Struckl, & Biermann, 2006), boas práticas no processo de avaliação de risco, incluem:

- Definição do âmbito, objectivos e níveis de risco;
- Descrição da área de estudo;
- Identificação dos perigos;
- Identificação das vulnerabilidades;
- Modelação de cenários de acidente;
- Estimativa das consequências;
- Estimativa da probabilidade de ocorrência;
- Apresentação dos riscos tendo em conta os níveis de risco considerados;
- Identificação de medidas de mitigação;
- Discussão dos resultados.

2.3.1 Metodologias adoptadas pela Holanda, Alemanha e Itália

Nesta secção efectua-se uma descrição sintética das metodologias adoptadas por três países europeus, Holanda, Alemanha e Itália, relativamente à introdução de cenários de acidentes graves no planeamento e ordenamento do território. Estes três países possuem abordagens distintas, a Holanda utiliza uma abordagem orientada para o risco, e a sua regulamentação é das mais antigas e bem estabelecidas da União Europeia, a Alemanha possui uma abordagem determinística e orientada para as consequências, a sua regulamentação aplica-se tanto aos estabelecimentos *Seveso* como aos restantes estabelecimentos industriais, enquanto que, a Itália possui uma das mais recentes regulamentações da União Europeia, e utiliza uma abordagem intermédia entre as duas anteriores abordagens (Basta C. , 2005).

O planeamento do ordenamento do território nas proximidades de estabelecimentos perigosos, na Holanda, especificamente a fase de avaliação de risco, baseia-se em três etapas: avaliação quantitativa do risco (QRA) para determinar o risco; a avaliação do risco individual e a definição de limites de aceitabilidade; e a avaliação do risco social (Bottelberghs, 2000). Por último efectua-se o cálculo e a representação dos limites de acordo com a localização do risco e a elaboração de um diagrama de risco social. Segundo a legislação holandesa, risco individual é a probabilidade de uma pessoa desprotegida,

presente nas imediações de uma instalação perigosa morrer na consequência de um acidente; e risco social é a probabilidade de um grupo de pessoas morrer devido a um acidente com origem numa instalação perigosa (Basta, Struckl, & Christou, 2008). Os processos de selecção de cenários, de QRA e da determinação do risco social e individual, são realizados através do livro “purple book” elaborado pela TNO (Cozzani, *et al.*, 2006). O valor limite para o risco individual para objectos vulneráveis, tais como, zonas residenciais, hospitais e escolas é de 10^{-6} eventos/ano (A), e de 10^{-5} eventos/ano para objectos menos vulneráveis (B), como edifícios, hotéis, restaurantes, lojas, entre outros, apenas objectos menos vulneráveis poderão estar para valores maiores de 10^{-5} de probabilidade (C), como se pode observar na Figura 2-1. Para o risco social, as avaliações são analisadas caso por caso não existindo valores estabelecidos (Bottelberghs, 2000).

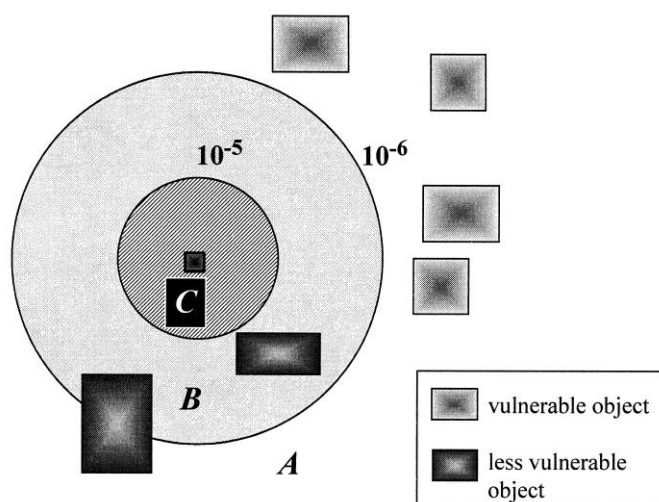


Figura 2-1 – Valores limite de risco individual na abordagem Holandesa (Fonte: Bottelberghs, 2000)

A abordagem Alemã é baseada em orientações para se estabelecerem distâncias de segurança para acidentes graves, em 2005, foi publicada a orientação "SFK/TAA-GS-1" que recomenda distâncias de separação entre os estabelecimentos pertencentes à portaria de acidentes graves alemã, e áreas que necessitem de protecção no âmbito do ordenamento do território. As distâncias de separação consideradas adequadas devem permitir que os efeitos de acidentes graves, em estabelecimentos nas proximidades de objectos sensíveis, possam ser evitados tanto quanto possível. Estas distâncias estão apenas relacionadas com a protecção de seres humanos, assim sendo, quando as distâncias de separação recomendadas são atingidas ou excedidas, pode-se geralmente assumir que os efeitos de um acidente grave que ocorra num estabelecimento, com base nos pressupostos estabelecidos, não provocarão perigos para a população (Basta, Struckl, & Christou, 2008).

A abordagem geralmente utilizada é orientada para as consequências, onde se selecciona o pior cenário credível ou um cenário representante daquele perigo. As distâncias de segurança estabelecidas através do pior cenário credível baseiam-se: na quantidade máxima permitida da substância; temperatura e pressão; e vulnerabilidade da envolvente. Quanto aos efeitos, os critérios adoptados para definir a compatibilidade são: ferimentos ou mortes de um grande número de pessoas; danos materiais. A aplicação das distâncias é da responsabilidade das autoridades executivas a nível regional e nível local, que, quando justificado, pode adoptar outros valores (Basta, Struckl, & Christou, 2008).

Mais recentemente, a Itália aprovou um critério híbrido, que integra elementos probabilísticos que são aplicados através de um índice que define a frequência de um cenário de acidente. Cada cenário de acidente é considerado caso a caso, e são identificadas quatro zonas de efeitos usando uma abordagem orientada para as consequências (Cozzani, *et al.*, 2006).

As decisões no ordenamento do território baseiam-se os requisitos específicos do *Decreto ministerial, 9 de Maio de 2001*, onde as categorias de frequências e efeitos são combinados em 6 categorias de vulnerabilidade, classificadas em ordem decrescente de vulnerabilidade de A a F, como se pode observar pela Tabela 2-3. As quatro zonas de efeitos são estabelecidas de acordo com o tipo de cenários (libertação de tóxicos, incêndio e explosão), sendo os valores limite estabelecidos no mesmo decreto. A vulnerabilidade de cada objecto é estabelecida igualmente por este Decreto que estabelece os critérios e os valores limite para cada objecto urbano ou natural que possam ser atingidos por um acidente. Os critérios são traduzidos em vários indicadores, como por exemplo, o número de camas de um hospital ($> 25 = A$, $\leq 25 = B$), o número de estudantes numa escola, entre outros. Esta abordagem estritamente quantitativa exige que as autoridades responsáveis pelo ordenamento do território um esforço elevado na recolha de dados para se efectuar uma avaliação de riscos (Basta, Struckl, & Christou, 2008).

Tabela 2-3 – Matriz de compatibilidade do Decreto Ministerial, de 9 Maio de 2001 (Fonte: Basta, Struckl, & Christou (2008))

Frequency of the event (classes)	EFFECTS categories (Estimated damage)			
	Elevated mortality	Mortality	Irreversible damage	Reversible damage
$< 10^{-6}$	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
$10^{-4} - 10^{-6}$	EF	DEF	CDEF	BCDEF
$10^{-3} - 10^{-4}$	F	EF	DEF	CDEF
$> 10^{-3}$	F	F	EF	DEF

As frequências de ocorrência para cada cenário são consideradas como factores atenuantes nas restrições do ordenamento do território. Embora a legislação italiana tenha sido de alguma forma inspirada pelos regulamentos Inglês e Holandês, esta permite a instalação de estabelecimentos perigosos em zonas residenciais (Cozzani, *et al.*, 2006).

2.3.2 ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of Seveso II directive*)

O ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of Seveso II directive*) foi um projecto da Comissão Europeia desenvolvido através de uma parceria entre organizações de diferentes Estados-Membros, entre Janeiro de 2002 e Dezembro de 2004. O projecto ARAMIS tinha como objectivo desenvolver uma metodologia de avaliação de risco harmonizada a nível europeu, para avaliar o nível de risco dos estabelecimentos industriais, tendo em conta as ferramentas de prevenção implementadas pelos operadores (ARAMIS, 2004).

A Metodologia ARAMIS divide-se nas seguintes etapas (Hourtolou & Debray, 2004):

1. Definição dos cenários de acidente:
 - Identificação dos acidentes mais graves (MIMAH)
 - Definição do sistema de segurança
 - Definição dos cenários de acidente de referência (MIRAS)
2. Avaliação da eficiência de gestão
3. Cartografia da severidade do risco de um conjunto de cenários de referência
4. Cartografia da vulnerabilidade

Destas etapas, destacam-se a identificação de cenários de acidentes e construção das árvores de acontecimentos (Delvosalle, *et al.*, 2004d) e (Delvosalle, Fiévez, & Pipart, 2004c),

a elaboração de cartografia da severidade tendo em conta o índice de risco-severidade (Planas, *et al.*, 2005), e a representação cartografia da vulnerabilidade representando a sensibilidade dos elementos nas redondezas das instalações (Tixier, *et al.*, 2006).

Na identificação de cenários de acidente é estabelecida uma metodologia que permite prever quais os acidentes graves mais prováveis de ocorrer, tendo em conta o equipamento e as propriedades das substâncias perigosas utilizadas em determinadas instalações (Delvosalle, *et al.*, 2004d). Ainda nesta etapa, foi produzida uma metodologia que permite desenhar árvores de acontecimentos para determinado evento crítico, de modo geral, estabelece-se quais os eventos secundários e terciários e acidente que podem ocorrer tendo em conta um evento crítico inicial (Delvosalle, Fiévez, & Pipart, 2004c).

Na terceira etapa do projecto ARAMIS foi produzido um índice de risco para permitir a avaliação do nível de risco originado por um determinado acidente numa instalação sobre uma zona potencialmente afectada, o cálculo deste índice baseia-se em valores-limite de radiação térmica, sobrepressão e toxicidade, assim como nas probabilidades e frequências associadas aos respectivos cenários (Planas, *et al.*, 2005). Os valores calculados pela metodologia proposta são introduzidos em mapas, recorrendo a sistemas de informação geográfica, obtendo-se uma carta de severidade da zona envolvente a instalação que será comparada com a carta de vulnerabilidades para a mesma zona.

A carta de vulnerabilidades (etapa 4) é obtida através da análise da vulnerabilidade da envolvente da instalação, onde é estabelecido um índice de vulnerabilidade. Este baseia-se numa combinação linear da vulnerabilidade dos diferentes tipos de alvos (humanos, ambientais e materiais), a diferentes efeitos físicos (sobrepressão, toxicidade, radiação térmica e poluição líquida), calibrada através da consulta a um painel de peritos (Tixier, *et al.*, 2006).

A metodologia proposta para a obtenção da carta de vulnerabilidades (Tixier, *et al.*, 2006) divide em quatro áreas a análise das vulnerabilidades no ambiente: áreas agrícolas, áreas naturais, áreas naturais específicas, zonas húmidas e corpos de água. No índice de vulnerabilidade global determinado, a vulnerabilidade do ambiente é de 20%, destes cerca de 50% dizem respeito a cenários de poluição líquida, 30% a cenários com libertação de tóxicos, 15% a cenários de incêndio e cerca de 5% a cenários de explosão. Nos acidentes de explosão e incêndio, as áreas com maior vulnerabilidade são maioritariamente as áreas naturais e as áreas naturais específicas. Nos acidentes tóxicos as áreas com maior

vulnerabilidade são as áreas agrícolas, as áreas naturais específicas e as zonas húmidas e corpos de água.

2.3.3 Processo de avaliação de risco da Autoridade Nacional de Protecção Civil

A protecção civil desenvolve a sua actividade de forma integrada e hierarquizada desde o nível municipal ao nacional, garantindo também articulações internacionais estratégicas fundamentais. O conhecimento dos perigos que afectam os territórios e a sua localização, alcance e efeitos disseminados é fundamental para o desenvolvimento do planeamento de emergência e para a programação de exercícios com uma gama de cenários que se adequam à previsível severidade e recorrência dos perigos. Um dos aspectos mais relevantes no processo de planeamento de emergência e na revisão dos respectivos planos está relacionado com a validação de dados provenientes da investigação e das ocorrências, os quais são integrados em simuladores de impactos e de resposta operacional em tempo real, montados em plataformas SIG que, entre outras, contêm as características das populações e dos povoamentos e as áreas de maior vulnerabilidade (ANPC, DGOTDU & IGP, 2009).

De acordo com a lei de Bases da Protecção Civil (Lei nº 27/2006, de 3 de Junho), a protecção civil é a actividade desenvolvida com a finalidade de prevenir riscos colectivos inerentes a situações de acidente grave ou catástrofe, de atenuar os seus efeitos e proteger e socorrer as pessoas e bens em perigo quando aquelas situações ocorram.

Um dos objectivos fundamentais da protecção civil é a prevenção de riscos colectivos e a ocorrência de acidente grave ou de catástrofe, exercendo-se a sua actividade em diversos domínios como o levantamento, previsão, avaliação e prevenção dos riscos colectivos; a análise permanente das vulnerabilidades perante situações de risco e a informação e formação das populações, visando a sua sensibilização em matéria de autoprotecção. Assim, a avaliação de risco é um factor fundamental no âmbito das actividades da protecção civil, contribuindo para os objectivos do planeamento de emergência, ao prevenir ou minimizar situações de risco e atenuar os seus efeitos. A vantagem da utilização de um processo de avaliação de risco, no âmbito do planeamento de emergência de protecção civil, é que oferece a oportunidade para:

- proporcionar um melhor conhecimento do risco
- promover a tomada de decisão sobre o risco e afectação de recursos;

- reduzir os graus de risco para a população, os bens ou o ambiente;
- enfatizar as actividades de prevenção e mitigação do risco.

O processo de avaliação de risco da Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC - NRA, 2009) tem como objectivo aumentar o conhecimento dos factores de risco que afectam o território, identificando a sua localização, gravidade dos danos potenciais e probabilidade de ocorrência.

O processo proposto pela ANPC inicia-se com a definição da situação de referência e com a identificação e análise dos riscos com potencial para causar ou criar danos nas pessoas, bens e ambiente. A seguir a identificação dos riscos, efectua-se a sua análise de risco e define-se as medidas de prevenção e protecção a implementar. Ao longo do processo proposto devem-se considerar a tipologia das ocorrências, a sua probabilidade de ocorrência e os danos expectáveis, de modo a estimar de que forma o modo como o evento pode afectar o território e qual a vulnerabilidade deste face ao risco em causa.

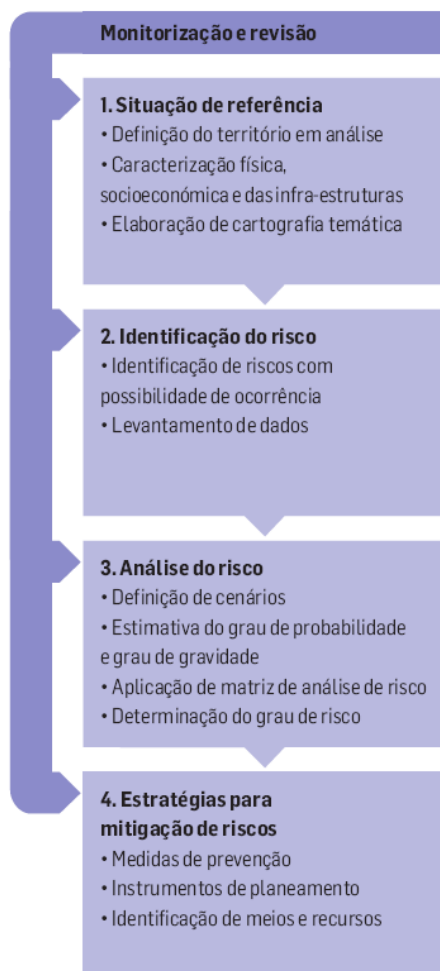


Figura 2-2- Processo de avaliação de risco da ANPC (Fonte: ANPC - NRA (2009))

Na etapa 3. Análise de Risco, do processo proposto pela ANPC, a tipologia de acidentes e os parâmetros necessários para efectuar avaliação das consequências foram estabelecidos no “*Guia da Informação para a Elaboração do Plano de Emergência Externo*” (ANPC- NRA, 2008). Segundo este guia, os diversos tipos de acidentes graves a considerar podem produzir vários fenómenos perigosos (para as pessoas, ambiente e bens materiais). Podem ocorrer separada, simultânea ou sequencialmente, os seguintes fenómenos (ANPC- NRA, 2008):

- Mecânicos: ondas de pressão e projecteis;
- Térmicos: radiação térmica; e
- Químicos: nuvem tóxica ou contaminação da envolvente provocada por fuga ou derrame não controlado de substâncias perigosas.

Fenómenos Mecânicos

Além dos eventos incontrolados de produtos explosivos, as instalações químicas utilizam numerosos equipamentos, armazenagens e matérias que podem provocar explosões, tais como os BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion* - explosão de vapor proveniente da expansão de líquido em ebulição), outros rebentamentos de equipamentos pressurizados, explosões de nuvens de vapores, explosões de poeiras, explosões confinadas de vapores ou de reactores, entre outras. A mais característica manifestação perigosa das explosões é a onda de sobrepressão, podendo, consoante os casos, levar à produção de projecteis, sejam pedaços de equipamentos, de edifícios ou de produto.

Fenómenos Térmicos

A indústria química produz e utiliza produtos inflamáveis, em grande parte derivados do petróleo, que podem dar origem a vários tipos de incêndios, tais como as bolas de fogo, os jactos de fogo, incêndio de nuvem não confinada ou incêndio de piscina ou de um depósito.

A mais característica manifestação perigosa dos incêndios é a radiação térmica, podendo, consoante os casos, estar associados aos fenómenos químicos e mecânicos quando há formação de produtos tóxicos e sobrepressões ou formação de projecteis.

Fenómenos Químicos

Uma propriedade de vários produtos da indústria química é a toxicidade. A perigosidade para as pessoas varia consoante o grau de toxicidade, a quantidade do produto e a duração e alcance a nuvem libertada no acidente.

As substâncias tóxicas libertadas podem ser matérias utilizadas ou produzidas no estabelecimento, ou outras que, apesar de nele não existirem normalmente, formarem-se como produtos de reacções químicas indesejadas ou, em caso de incêndio, como produtos da combustão.

De acordo com o guia referido anteriormente a avaliação das consequências dos acidentes graves cenarizados segundo as vertentes humanas e ambientais. Especificamente, na vertente humana, deve-se incluir, as estimativas do número de pessoas afectadas por cada um dos três graus de danos, fazendo também a correspondência com a identificação cartográfica dos estabelecimentos, localidades ou áreas habitacionais atingidas (ANPC- NRA, 2008).

Os graus de consequências, definidos no mesmo guia definem três zonas de efeitos: letais; irreversíveis; transientes. De acordo com o acidente grave os conjuntos de valores que são propostos utilizar são os seguintes (ANPC- NRA, 2008):

Para o caso de gases ou vapores tóxicos:

A) AEGL-3 de tempo de exposição uma hora,

B) AEGL-2 de tempo de exposição uma hora,

C) AEGL-1 de tempo de exposição uma hora.

Os AEGL's representam o limiar de exposição para a população em geral e pode ser aplicado a períodos de emergência que podem ir dos 10min às 8h. AEGL-1, AEGL-2 e AEGL-3, foram desenvolvidos para cinco períodos de exposição (10 e 30min, 1h, 4h e 8h). AEGL-1 representa o menor grau de severidade dos efeitos tóxicos e o AEGL-3 o maior grau de severidade (EPA, 2008).

AEGL-1 é a concentração de uma substância no ar (ppm ou mg/m^3), que é susceptível de afectar a população em geral, com maior incidência nas populações consideradas mais vulneráveis (por questões de saúde ou outras), podendo experienciar um notável desconforto, irritação e efeitos assintomáticos. No entanto, os efeitos não são incapacitantes e são transitórios e reversíveis após a exposição (EPA, 2008).

AEGL-2 é a concentração de uma substância no ar (ppm ou mg/m^3), que é susceptível de afectar a população em geral, com maior incidência nas populações consideradas mais vulneráveis (por questões de saúde ou outras), podendo provocar efeitos irreversíveis, duradouros e adversos para a saúde ou diminuir a capacidade de fuga (EPA, 2008).

AEGL-3 é a concentração de uma substância no ar (ppm ou mg/m³), que é susceptível de afectar a população em geral, com maior incidência nas populações consideradas mais vulneráveis (por questões de saúde ou outras), podendo colocar em risco a saúde ou provocar a morte (EPA, 2008).

Para o caso de gases ou vapores inflamáveis utilizar o Limite Inferior de Inflamabilidade (LII):

A) 50 % de LII

Para o caso da radiação térmica, de emissão contínua (ex.: incêndio tipo piscina - “pool fire”), utilizar:

A) 7,0 kW/m²,

B) 5,0 kW/m²,

C) 3,0 kW/m².

Para o caso da sobrepressão, utilizar:

A) 170 mbar,

B) 100 mbar,

C) 30 mbar.

De acordo com o *“Manual de Apoio à Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil”* da ANPC (ANPC-NPE, 2008), a caracterização de perigos e riscos deve, preferencialmente, ser quantitativa e qualitativa, descritiva, consistente com os dados disponíveis, e suficientemente vasta para incluir um intervalo de opções que permita a redução de riscos.

As duas últimas metodologias de avaliação de riscos apresentadas, no âmbito da Directiva Seveso II, ARAMIS e a metodologia de avaliação de risco da ANPC, foram essenciais para a definição e elaboração das etapas metodologias presentes nesta dissertação.

2.4 Cartografia de riscos e SIG

Instalações com perigosidade representam uma importante fonte de risco para a população e ambiente. Neste sentido, é importante compreender os riscos potenciais, inerentes as actividades dessas instalações, e manter a informação em mapas que ilustrem as possíveis consequências dos acidentes que possam acontecer nessas instalações (Sales, Wood, & Jelínek, 2007).

As cartas de riscos tecnológicos podem ser bastante simples, consistindo em pontos que identificam a localização de determinadas instalações perigosas, tipo e quantidade de substâncias perigosas utilizadas (Sales, Wood, & Jelínek, 2007).

As cartas de riscos tecnológicos para cenários de acidentes são elaboradas através de técnicas de representação cartográfica mais sofisticadas. Estas cartas indicam a extensão e a intensidade dos efeitos físico-químicos (tóxicos, libertação, incêndio ou explosão), previstos para um cenário de acidente. Por exemplo, a carta pode mostrar o nível de concentração de uma nuvem tóxica, a radiação térmica de um incêndio ou a sobrepressão gerada por uma explosão.

Normalmente, este tipo de cartografia requer dados específicos do local, conhecimentos específicos e recursos, tais como software de modelação, o que aumenta a despesa e esforço para produzir estas cartas. Por estas razões, geralmente a cartografia neste domínio não é efectuada a nível nacional, pois não é considerada relevante para a gestão do risco, optando-se por elaborar estas cartas para áreas geográficas específicas, com base nos perigos existentes e níveis esperados de consequências (Sales, Wood, & Jelínek, 2007).

Durante as últimas décadas, verificou-se um aumento da utilização de sistemas informação geográfica (SIG), devido às várias funcionalidades que possuem. Num SIG são integrados dados espaciais provenientes de diferentes fontes e utilizados em várias aplicações. Os usuários podem ligar dados, combinar diferentes informações, visualizar os resultados e encontrar respostas para várias perguntas (Karkanis, 1997).

Nos últimos anos os SIG emergiram como uma ferramenta de apoio à decisão, em várias áreas, nomeadamente no ordenamento do território e avaliação de risco (Lavakare, s/d). Sistemas de apoio à decisão com base em SIG normalmente incluem visualização de dados geográficos, ou a visualização da integração de vários dados geográficos, permitindo explorar questões específicas como o risco industrial, numa abordagem flexível (Karkanis, 1997).

Numa avaliação de risco um SIG pode permitir em conjunto com a detecção remota, identificar os perigos através dos ortofotomapas ou fotografias aéreas, com auxílio a dados de pesquisa de campo. Uma vez identificados os perigos, a sua localização e informação pode ser armazenada numa base de dados SIG (Lavakare, s/d). Um SIG possibilita a criação de novos *layer's* de informação, através da combinação de outros dados geográficos,

armazenar dados inventariados e analisa-los estatisticamente, e ainda permite dar entrada dos dados da modelação de cenários de acidente.

Os SIG fornecem uma ferramenta poderosa para produzir cartografia de risco permitindo aos utilizadores visualizar a distribuição geográfica dos impactes de diferentes cenários de acidente, e ainda realizar uma análise de vulnerabilidade dos elementos potencialmente expostos ao risco (Lavakare, s/d).

3. Metodologia para a avaliação de risco na península da Mitrena

A metodologia proposta nesta dissertação permitirá obter uma avaliação de risco na península da Mitrena. Esta metodologia divide-se em três etapas gerais: situação de referência, identificação dos perigos e análise de risco (Figura 3-1). Pretende-se com esta metodologia obter uma caracterização do risco presente na península da Mitrena, e uma avaliação das consequências, no sentido de fornecer elementos às entidades responsáveis pela prevenção de riscos e mitigação das suas consequências e apoiar uma política eficaz e objectiva de informação e comunicação às populações.

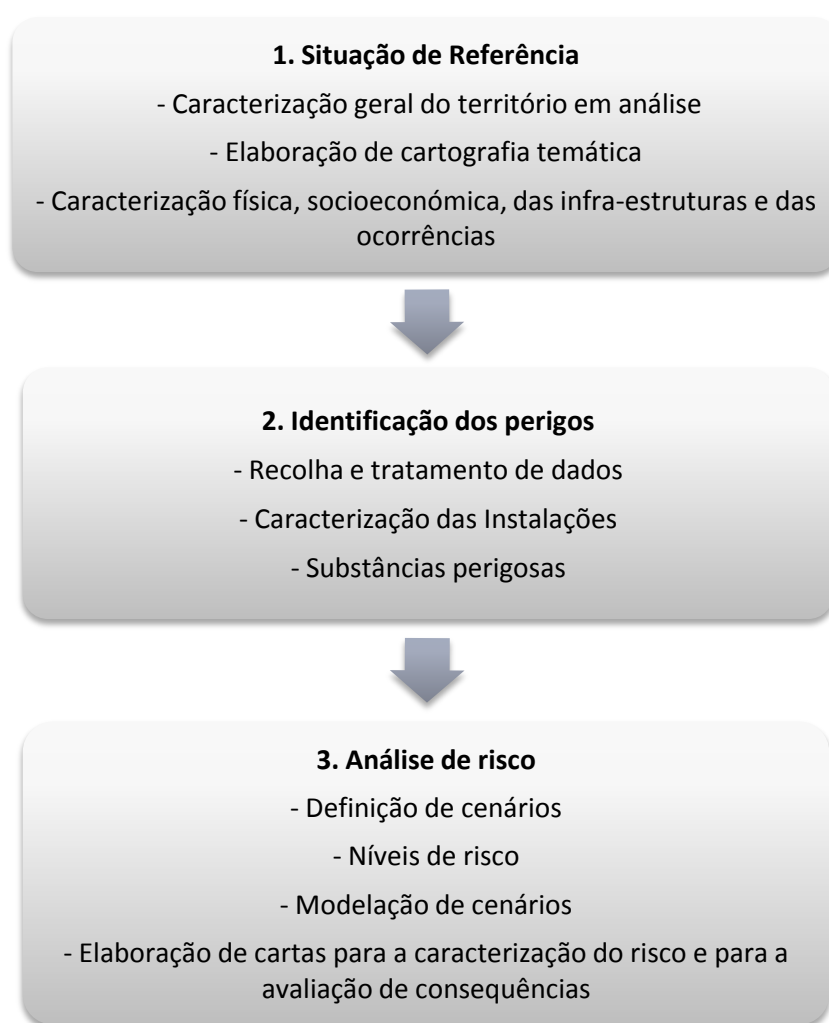


Figura 3-1 – Fluxograma da metodologia adoptada

3.1 Situação de Referência

A primeira fase da metodologia proposta, situação de referência, tem como objectivo descrever a área geográfica em estudo e permitir a sua caracterização, nomeadamente ao nível físico, infra-estrutural e sócio-económico, possibilitando aferir de que modo, as características presentes na área de estudo influenciam o risco tecnológico e a vulnerabilidade de pessoas, ambiente e infra-estruturas. Tendo em conta que um dos objectivos específicos desta dissertação é a elaboração de um SIG, nesta fase, demonstra-se como se efectuou a cartografia que serviu de apoio à caracterização da área em estudo.

3.1.1 Caracterização geral da península da Mitrena

A península da Mitrena localiza-se na região de Lisboa e Vale do Tejo, sub-região da península de Setúbal, distrito e concelho de Setúbal, freguesia de Praias do Sado, é limitada a Oeste pela Estrada Municipal 536-1, a Norte pela rua principal das Praias do Sado, a Sul pelo canal Norte do Estuário do Sado, a Este pelo Canal de Águas de Moura (Figura 3-2). A península da Mitrena possui uma área de aproximadamente 2300 ha e encontra-se a cerca de 4km do centro de Setúbal.

A península da Mitrena é uma área fortemente industrializada, onde estão instalados diversos estabelecimentos industriais, com elevada importância económica para a região e para o país, e situa-se numa área de elevado interesse ambiental, a Reserva Natural do Estuário do Sado. Devido à sua localização geográfica como se pode observar pela Figura 3-2, existem um significativo número de cais marítimos, localizados a Sul desta península, que permitiram a instalação de indústrias e influenciaram a actividade industriais presente. Segundo Caeiro, *et al.* (2005) as actividades humanas, nomeadamente as actividades industriais da área de estudo, exercem uma elevada pressão no Canal Norte comparativamente com o Canal Sul do Estuário do Sado.

O Estuário do Sado, segundo maior estuário em Portugal, ocupa uma área de aproximadamente 24 000 ha, é um bom exemplo de um local onde existem inúmeros problemas de contaminação e de conflitos de gestão ambiental. A maior parte do estuário é classificado como Reserva Natural (D.L. n.º 430/80 de 10 de Outubro), Zona de Protecção Especial (Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/97 de 28 de Agosto), internacionalmente como Sítio da Lista Nacional de Sítios Rede Natura 2000 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/97 de 28 de Agosto) e como Zona Húmida de importância

Internacional inscrita na lista de Sítios da Convenção de Ramsar, devido a elevados valores naturais em ecossistemas com elevada diversidade de espécies animais e vegetais.



Figura 3-2 – Localização geográfica da península da Mitrena

3.1.2 Elaboração de cartografia em SIG

A construção de uma base cartográfica em SIG é uma componente essencial desta dissertação permitindo a obtenção de resultados para a caracterização da área de estudo, identificação dos perigos e análise de risco. A cartografia que serviu de base para produzir as cartas temáticas presentes nesta dissertação encontra-se listada na Tabela 3-1, que foram adquiridas com o Gabinete de SIG da Câmara Municipal de Setúbal, para a zona Este do Concelho de Setúbal, e através da base cartográfica disponível na ANPC.

Tabela 3-1 – Cartografia de base

Categoria da Carta	Carta	Fonte	Feature Class
Limites administrativos	- Freguesias	IGEOE/INE, 2007	Linha
	- Concelhos	IGEOE/INE, 2007	Linha
	- Península da Mitrena	INE – Censos 2001	Linha
Ortofotomapas	- Ortofotomapas	IGP, 2005	Raster
PDM Setúbal	- Ordenamento - Condicionantes	Gabinete de SIG, 2009	Polígono
Base Geográfica de Referenciação de Informação	- População Residente	INE – Censos 2001	Polígono
Área protegida	- RNES	ICNB, 2005	Polígono
Serviços e Equipamentos	- Saúde	Gabinete de SIG, 2009	Ponto
	- Ensino		Ponto
	- Serviços		Ponto
Estradas	- Estradas do concelho de Setúbal	Gabinete de SIG, 2009	Linha
Rede Ferroviária	- Linha Ferroviária	Gabinete de SIG, 2009	Linha
	- Estações		Ponto
Drenagem de Águas Residuais	- Rede de drenagem de águas residuais	Águas do Sado, 2005	Linha
	- ETAR		Polígono
Rede de gás	- Gasoduto	REN-Gasodutos, 2007	Linha
	- Rede de gás natural	Setgás, 2008	Linha
Altimetria	- Altimetria	Gabinete de SIG, 2009	Linha
Rede Hidrográfica	- Linhas de água e lagoas	Gabinete de SIG, 2009	Linha e polígono
Ocupação do solo	- Ocupação do solo	Corine Land Cover 1990 e 2000	Polígono

O software utilizado para a elaboração de cartas temáticas em SIG foi o ArcGis 9.3 da ESRI, especificamente o ArcView 9.3 e o ArcCatalog 9.3. O sistema de projecção definido foi o Datum 73.

As ferramentas utilizadas para produção de cartas incluem a:

- Extração de elementos (*features*) por sobreposição com outros elementos (*Clip*);
- Criação de *buffers* com uma distância específica a determinados elementos (*features*) (*Multiple Ring Buffer*);
- União de elementos (*features*) num layer (*Merg*);
- Intersecção geométrica de *layer's* (*Intersect*);
- Digitalização de elementos gráficos (*Drawing*).

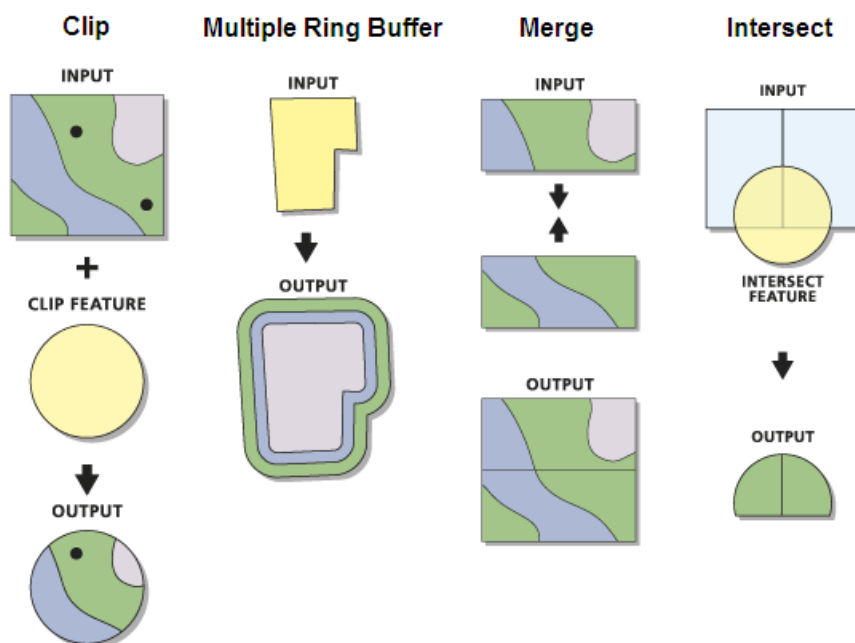


Figura 3-3 – Ilustração das ferramentas utilizadas

Nesta fase da dissertação, situação de referência, elaboraram-se cartas temáticas presentes na Tabela 3-2, que permitem auxiliar a caracterização física, sócio-económica e das infra-estruturas.

Tabela 3-2 - Cartas para Caracterização da península da Mitrena

Cartas para Caracterização da península da Mitrena		Observações
Caracterização física	- Ocupação do Solo - Carta de Ordenamento - Carta de Condicionantes	Obtiveram-se através do <i>Clip</i> entre as cartas temáticas de base e a delimitação da área de estudo (Tabela 3-1).
Caracterização das infra-estruturas	- Equipamentos de utilização colectiva	Carta com os seguintes elementos: Hospital, Centro de Saúde e Extensão de Saúde, Edifícios administrativos, estabelecimentos de ensino, equipamentos religiosos, culturais e desportivos, hipermercados e mercados e reservatórios de água. Obtidos através do <i>Clip</i> entre as cartas temáticas de base (Tabela 3-1) e a delimitação das Freguesias do Sado, São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra.
	- Agentes de Protecção Civil	Obtida através de uma selecção à tabela de atributos do carta de Serviços (Tabela 3-1), seleccionando-se a GNR, Polícia e Bombeiros.
	- Estradas e linha ferroviária	Elaborada através do <i>Clip</i> entre as cartas temáticas de base e a delimitação da área de estudo (Tabela 3-1).
Caracterização das ocorrências	- Tipologia das ocorrências de 2004 a 2008	A localização das ocorrências foi obtida através da ferramenta <i>Drawing</i> de acordo com a base de ocorrências.

3.1.3 Caracterização física

A caracterização física da península da Mitrena é constituída pelos seguintes temas: clima, ocupação e uso do solo, altimetria, ecologia, qualidade da água. A caracterização do clima será essencial para a secção Modelação dos cenários de acidente, e a ocupação e uso do solo, altimetria, ecologia e qualidade da água foram analisadas com o intuito de conhecer as vulnerabilidades presentes na área de estudo e poder efectuar uma avaliação das consequências.

Clima

O clima do concelho de Setúbal é do tipo mediterrâneo com influência marítima, é o resultado da sua posição geográfica na faixa costeira, das reduzidas altitudes e do relevo suave (ICNB, 2007b). A estação meteorológica situada na península da Mitrena é a de Setúbal/Setenave, a caracterização meteorológica da área de estudo efectuou-se com base nos dados meteorológicos desta estação, para o período de 1974 e 1988.

De uma forma geral a região de Setúbal pode ser caracterizada por apresentar Verões quentes e Invernos moderados. Os meses mais quentes são os meses de Julho e Agosto, com temperaturas médias de 22.7°C, e com máximas absolutas de 39.7°C e 39°C, respectivamente. Os meses mais frios são os meses de Janeiro e Dezembro, com temperaturas médias de 11.1°C e 12°C, e com mínimas absolutas de -1.7°C e -1°C, respectivamente.

Os meses mais pluviosos são os meses de Novembro e Dezembro, com precipitação média mensal de 78.3 mm e 91.1 mm, respectivamente. Enquanto que, os meses com menor pluviosidade são os meses de Julho a Agosto, com valores médios de 5.4 mm e 2.4 mm.

A direcção predominante do vento (Tabela 3-3), ao longo do ano, é Norte com uma frequência de 30%, seguida das direcções Sudoeste e Sul, com frequência de 15.6% e 15.1%, respectivamente. As velocidades médias do vento são relativamente homogéneas, a velocidade média mais elevada verifica-se na direcção NW, com velocidade média de 4.6 m.s⁻¹, e a menor velocidade média verifica-se na direcção NE 3.0 m.s⁻¹. A humidade relativa média anual é de 78% às 9horas e de 64% às 15horas.

Tabela 3-3 - Velocidade média anual e Frequência por quadrante

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Frequência (%)	30	6.3	4.4	6.3	15.1	15.6	11.1	10.4
Velocidade média (m.s⁻¹)	3.7	2.9	3.0	3.3	3.5	3.6	3.6	4.6

Ocupação e Uso do Solo

A área de estudo é classificada, segundo o corine land cover 2000 (Figura 3-4), em doze zonas diferentes: arrozais, culturas anuais de sequeiro, espaços florestais degradados, cortes e novas plantações, florestas de folhosas, indústria, comércio e equipamentos gerais, olivais, salinas, sapais, tecido urbano descontínuo, vinhas, zonas portuárias e estuário. A área de estudo é majoritariamente uma zona de estuário que representa cerca 33% da área total, Indústria, comércio e equipamentos gerais com cerca de 19% da área total, e sapais com 16% da área total.

Na área de estudo verificou-se um aumento de 5% da área destinada à Indústria, comércio e equipamentos gerais, por substituição de áreas de florestas resinosa e folhosas, culturas anuais de sequeiro e olivais, de acordo com as alterações do corine land cover 1990 para o de 2000. A área de floresta de folhosa diminuiu cerca de 4%, neste período, tornando-se em espaços florestais degradados, cortes e novas plantações.

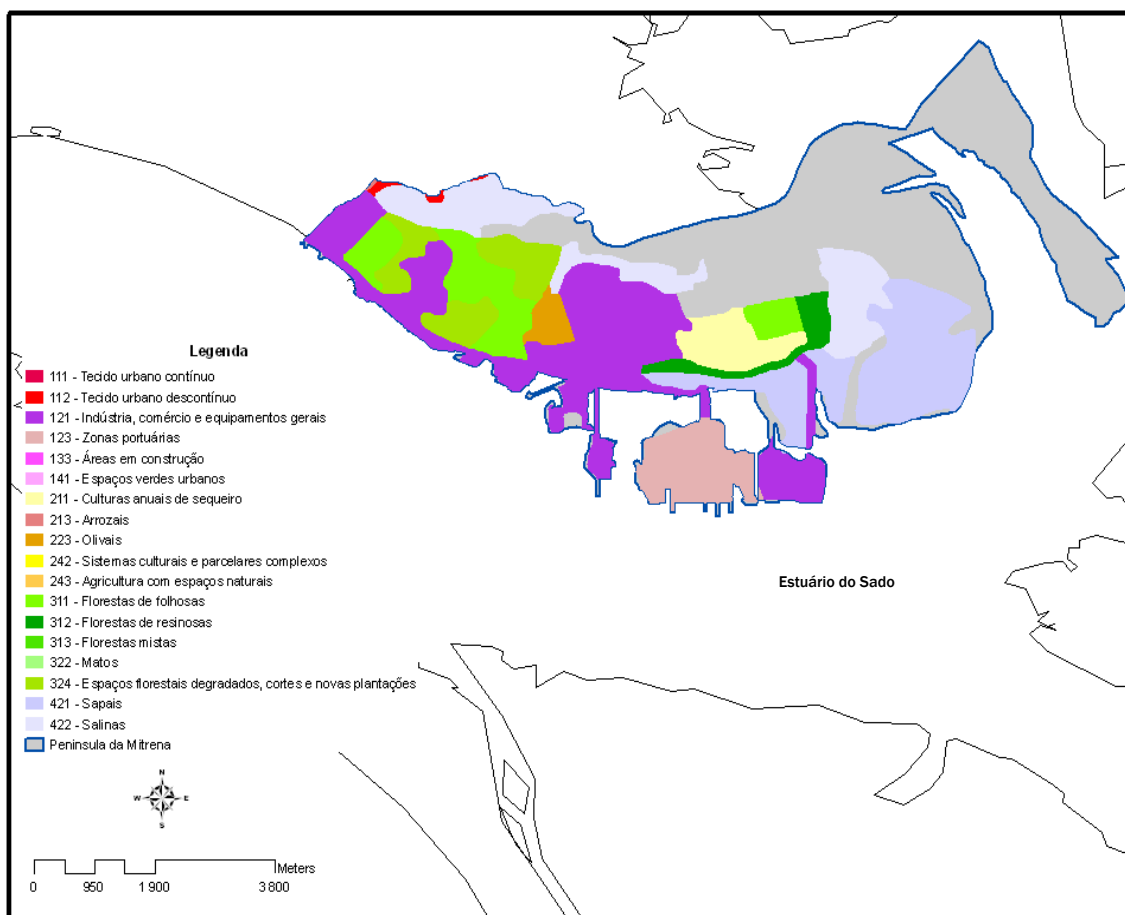


Figura 3-4 - Corine Land Cover 2000 para a península da Mitrena

De acordo com a carta de ordenamento do PDM de Setúbal (1994) (Anexo 1), verifica-se que a área de estudo é classificada em seis áreas diferentes: espaço cultural e natural, espaço industrial (proposto), espaço industrial (existente), espaço urbano, área consolidada, espaço verde de protecção e enquadramento e instalações portuárias. A área correspondente ao espaço cultural e natural é a predominante na área de estudo com cerca de 62%, de seguida o espaço industrial (proposto) com cerca de 11% e as instalações portuárias com cerca de 10%.

Atendendo à carta de condicionantes verifica-se que existem duas grandes áreas condicionadas nesta península, designadas como Reserva Ecológica Nacional (REN) e estuário e faixa costeira (com batimetria até 30 m). Pela análise desta carta (Figura 3-5), verifica-se que a área correspondente à reserva ecológica nacional é simultaneamente condicionada também por ser uma zona de estuário e faixa costeira (com batimetria até 30 m). Através da análise da Figura 3-5 e Anexo 3, é possível verificar a vulnerabilidade da área de estudo no contexto dos riscos tecnológicos e das suas possíveis consequências.

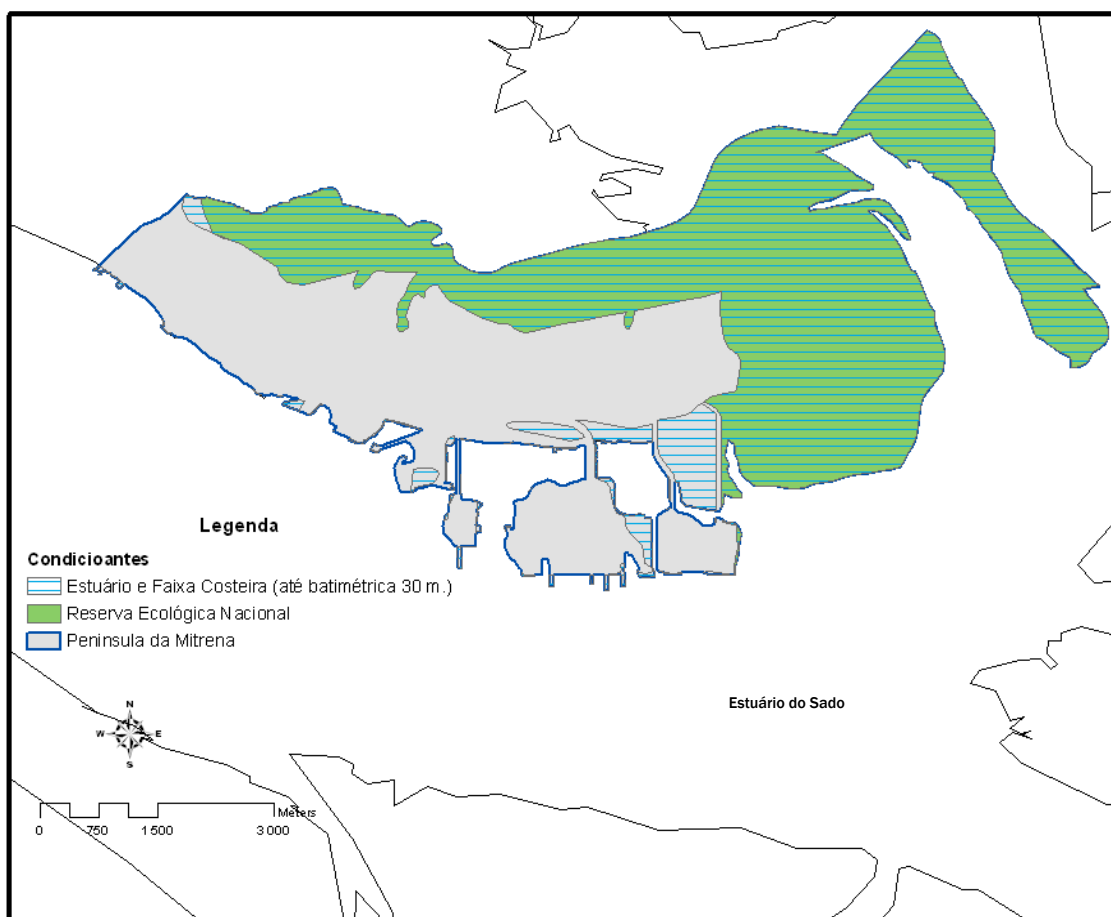


Figura 3-5 - Carta de condicionantes do PDM de Setúbal 1994 para a península da Mitrena

Altimetria

A altitude na área de estudo varia entre os zero e os 35 metros de cota, a maioria desta área, por ser uma zona de estuário, encontra-se entre as cotas zero e dois metros. As maiores altitudes verificam-se, entre os 25 e 35 metros, nos terrenos entre a C.N.E. e o parque industrial Sapec Bay. A área industrial encontra-se maioritariamente entre os cinco e os 15 metros de altitude.

Ecologia

Nas zonas Este e Norte da península da Mitrena, está presente na RNES (D.L. nº 430/80 de 10 de Outubro), como se pode observar na Figura 3-6. Nessa zona ocorrem manchas de sapal, vegetação que se desenvolve em solos aluviais do estuário sendo composta por espécies capazes de suportar um encharcamento do solo, mais ou menos prolongado, e teores variáveis de salinidade das águas. (MAOTDR, 1999). Os sapais são formações com grande importância para a postura e desenvolvimento larvar de muitas espécies piscícolas,

uma das funções primordiais dos estuários, pelo que devem ser objecto de especial protecção ou recuperação nos casos em que se apresentar degradado (ICNB, 2007d).

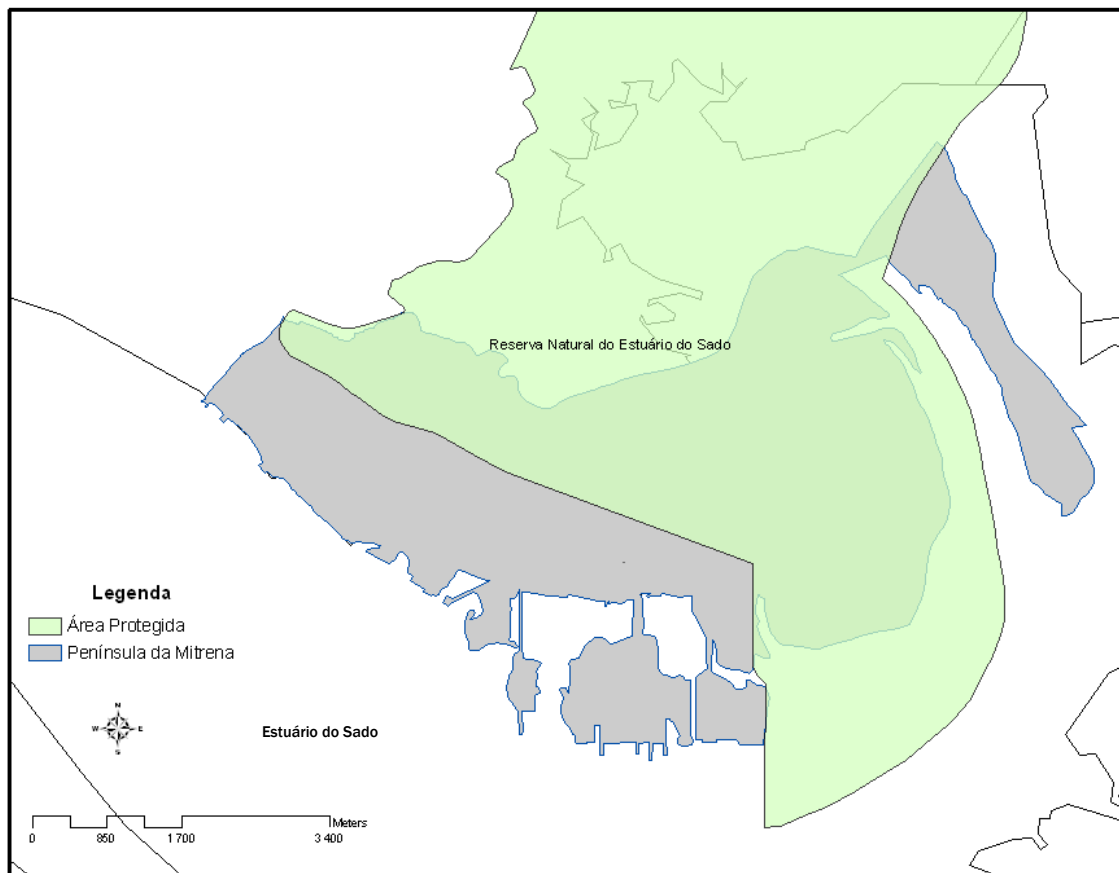


Figura 3-6 - Reserva Natural do estuário do Sado (Fonte: ICNB, 2005)

O estuário do Sado é extremamente rico em aves, especificamente em aves aquáticas, particularmente pelo efectivo invernante. Uma espécie em perigo, a gaivina-de-bico-vermelho, utiliza as salinas da Mitrena como local de repouso. Na península da Mitrena e no inverno foram observadas aves exóticas como o bico-de-chumbo, o pardal-de-bicovermelho, o bispo-laranja e o bico-de-chumbo-de-cabeça-preta (ICNB, 2007a).

A comunidade de macrofauna bentónica no ambiente subtidal encontra-se empobrecida devido às descargas efectuadas pelo complexo industrial e esgotos urbanos. Particularmente, na proximidade da zona de descarga de efluentes da Portucel onde já se encontra no estado muito perturbado, sendo os valores médios de riqueza e diversidade específicas as mais baixas do estuário, e a abundância média por local a mais elevada (ICNB, 2007b).

Relativamente ao fitoplâncton, o impacto dos efluentes industriais revela-se por um aumento do nº de células, na maior parte das classes (exceptuando as Diatomáceas e as Euglenofíceas). Estes impactos podem ser considerados negativos, já que há favorecimento de uma determinada classe em detrimento de outras. No ictioplâncton, observam-se quebras significativas nos quantitativos junto ao canal Norte, a Sul da península da Mitrena, em comparação com o canal Sul (ICNB, 2007d).

Segundo Pessoa (1999) e Guerra, *et al.* (2001) em ICNB (2007b) a existência de populações do molusco gastrópode *Hinia reticulata* com elevados níveis de impossexo (100%, em Tróia e em Setúbal), no ambiente intertidal, quer na margem norte como na margem sul. A constância na incidência e nos níveis de impossexo sugere um fluxo contínuo de TBT para o estuário a partir do estaleiro naval Lisnave nas proximidades do qual foram observadas as maiores concentrações de compostos organoestanosos. A nível superior, a ictiofauna do estuário também demonstra a influência dos efluentes do canal Norte, a par com o gradiente de salinidade (ICNB, 2007d).

Perante o que foi acima descrito, fica patente que o estuário do Sado apresenta problemas em diferentes níveis tróficos, nomeadamente nos níveis tróficos inferiores, pondo em causa todas as espécies presentes e dependentes deste ecossistema. As zonas mais problemáticas localizam-se a Sul da península da Mitrena e estão associadas a actividade industrial ali presente, especificamente nas zonas de descargas de efluentes. Assim, identificou-se a vulnerabilidade do estuário do Sado face a possíveis acidentes tecnológicos com origem na península da Mitrena, especificamente nas instalações mais próximas do Estuário do Sado, sendo necessário o desenvolvimento de estratégias de mitigação destes acidentes, como é objectivo desta dissertação.

Qualidade da água

Os complexos industriais situados na península da Mitrena são responsáveis pela contaminação da água do estuário do Sado, como por exemplo a Portucel a Lisnave e o Terminal da Eurominas (ICNB, 2007b) (Caeiro, *et al.*, 2005). Com a agravante da Lisnave e do Terminal da Eurominas encontrarem-se numa área delimitada como ZPE (ICNB, 2007b).

As descargas de efluentes provocados pela Lisnave e pelo Terminal da Eurominas contêm contaminantes como metais pesados, PCB, TBT e PAH (Caeiro, 2004). A maioria destes contaminantes são persistentes e tóxicos para o biota marinho (Laws, 1993 in Caeiro, 2004).

Segundo o estudo efectuado por Caeiro (2004) as áreas com maior carga orgânica localizam-se no canal Norte perto de zonas industrializadas e da cidade de Setúbal devido ao baixo hidrodinamismo e as descargas ricas em matéria orgânica.

A área industrial da península da Mitrena é considerada uma fonte de PCB e DDT, devido, quer ao uso de transformadores contendo PCB nos grandes equipamentos eléctricos utilizados na indústria, quer à existência de esgotos municipais resultantes de actividades diversas. O DDT está relacionado com as actividades agrícolas, mesmo já sendo proibido o seu uso, continuam a ser fontes potenciais de DDT, devido ao elevado tempo de semi-vida do DDT (10 a 20 anos) no ambiente, e às escorrências dos terrenos agrícolas para os cursos de água pela acção das chuvas (Castro *et al.*, 1991 in ICNB, 2007b). Posteriormente surgiram outros estudos, realizados no estuário do Sado, que encontraram níveis de DDT e metabolitos em sedimentos associados com fontes industriais, no Canal Norte (por exemplo, Castro *et al.*, 1994 in Caeiro, 2004).

Os locais com maior concentração de metais pesados (Cádmio, Crómio e Mercúrio) estão nas proximidades da estação termoeléctrica de Setúbal, do Terminal Portuário Sapec Agro. As fontes de Crómio estão associadas com a produção de produtos químicos efectuados na Quimipec, e com o sistema de refrigeração da central termoeléctrica. O Cádmio está associado a produção de pesticidas fabricados na Sapec Agro. Enquanto que, o Mercúrio está relacionado com a combustão de combustíveis fósseis e com a deposição de resíduos industriais. Na zona da Lisnave verificaram-se os maiores valores para o Chumbo, Zinco e Cobre (Caeiro, *et al.*, 2005). O Zinco é utilizado para a protecção contra a corrosão, o Cobre está presente nos materiais de construção e Chumbo foi anteriormente utilizado em tintas, pigmentos e vidro (Donze *et al.*, 1990 in Caeiro, *et al.*, 2005).

De acordo com o que referido anteriormente, verifica-se uma elevada pressão das actividades industriais presentes na península da Mitrena sobre estuário do Sado, provocando a degradação da qualidade da água, principalmente junto estação termoeléctrica de Setúbal, Terminal Portuário Sapec Agro e Lisnave. Reforçando assim, a necessidade de um instrumento que previna a ocorrência de acidentes graves nesta área, como é objecto desta dissertação, de modo a não agravar ainda mais a situação de degradação ambiental presente.

3.1.4 Caracterização das infra-estruturas

A caracterização das infra-estruturas presentes na freguesia do Sado e nas duas freguesias vizinhas (São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra) é constituída por equipamentos de utilização colectiva, agentes de Protecção Civil, infra-estruturas de transporte. Esta caracterização permitirá conhecer infra-estruturas que poderão ser afectadas pelos cenários a modelar, podendo assim criar-se estratégias de mitigação específicas para estas infra-estruturas.

Equipamentos de utilização colectiva

Na freguesia do Sado e nas duas freguesias vizinhas (São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra), de acordo com o âmbito desta dissertação foram considerados equipamentos de utilização colectiva (Anexo 2) o conjunto dos seguintes equipamentos: Equipamentos de saúde, equipamentos de ensino, edifícios religiosos, culturais e desportivos e hipermercados e mercados edifícios associados à administração local, e depósitos de água.

Destaca-se a presença da Extensão de Saúde do Sado, na freguesia da área de estudo, na freguesia de São Sebastião a presença de três equipamentos de saúde, o Hospital de São Bernardo E.P.E., o Centro de Saúde de São Sebastião e a Extensão de Saúde do Bairro Santos Nicolau.

A freguesia do Sado e as duas freguesias vizinhas (São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra) possuem 36 equipamentos de ensino, quatro do Pré-escolar, 18 do 1º ciclo do ensino básico, cinco do 2º/3º ciclos do ensino básico e secundário, quatro do ensino profissional e cinco do ensino universitário. Os equipamentos de ensino mais próximos da área de estudo são a escola do 1º ciclo do ensino básico das Praias do Sado, e o maior equipamento de ensino do concelho de Setúbal, o Instituto Politécnico de Setúbal.

Agentes de Protecção Civil

Os Agentes de Protecção Civil mais próximos da área de estudo são os Bombeiros e SMPC, duas instalações da Polícia de Segurança Pública, uma da Polícia Judiciária e uma instalação da G.N.R., estes encontram-se localizados na freguesia de São Sebastião, como se pode verificar pelo Anexo 3.

Infra-estruturas de transporte

Sendo os movimentos de mercadorias perigosas na península da Mitrena uma das componentes geradoras de risco, importa referir e analisar as infra-estruturas que auxiliam o movimento destas mercadorias, que chegam e partem da península da Mitrena por via ferroviária e rodoviária.

A península da Mitrena é servida por uma linha ferroviária do tipo normal, a estação principal é a Praias do Sado, existindo ainda terminais privados para a C.N.E., Sopac, Sapec Agro e Portucel. De acordo com os dados fornecidos pela CP na Linha Sado, que se estende do Barreiro até a estação Praias do Sado, circulam diariamente no sentido Sul / Norte 27 comboios de mercadorias e no sentido Norte / Sul 33 comboios de mercadorias.

A península da Mitrena possui quatro infra-estruturas rodoviárias, a Estrada Nacional 10-4, Estrada Nacional 10-8, Estrada Municipal 356-1 e os Arruamentos (Anexo 4). A Estrada Nacional 10-4, também conhecida por estrada da Mitrena é a estrada principal de acesso às empresas, acompanhando a extensão da península a Sul paralelamente ao Estuário do Sado. A Estrada Nacional 10-8 é o mais recente acesso a península da Mitrena, ligando o exterior da península à Estrada Nacional 10-4. A Estrada Municipal 536-1 localiza-se no limite Oeste da península da Mitrena, e era antes da construção da Estrada Nacional 10-8 o único acesso à Mitrena. De acordo com uma contagem realizada pela C.M. Setúbal em 2007 passaram na península da Mitrena cerca de 3740 veículos pesados de mercadorias por dia.

Através da caracterização efectuada é possível verificar que a grande maioria das transacções entre as empresas localizadas na área de estudo e o exterior são efectuadas por rodovia, fazendo aumentar a probabilidade de ocorrência de um acidente grave nas estradas da península da Mitrena.

3.1.5 Caracterização sócio-económica

De acordo com o âmbito desta dissertação considerou-se analisar a população residente na freguesia do Sado e as duas freguesias vizinhas (São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra), que permitirá conhecer a população que poderá ser afectada pelos cenários a modelar, e auxiliar a elaboração de estratégias de mitigação específicas para a população. Nesta secção é também caracterizada de modo geral a situação económica existente na área de estudo, para apoiar uma análise mais detalhada efectuada na secção seguinte.

População

No concelho de Setúbal, com 172 km² de área vivem 113 934 habitantes distribuídos por oito freguesias: Nossa Sr.^a Anunciada, Santa Maria da Graça, São Julião, São Lourenço, São Sebastião, São Simão, Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra e Sado.

Nas freguesias do Sado, São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra vivem aproximadamente 27% dos habitantes de Setúbal, cerca de 62347 habitantes numa área de 69 km². A freguesia com menor número de habitantes e menor densidade populacional é a de Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra, com 4 076 hab. e 147 hab./km², respectivamente, São Sebastião é a freguesia com maior n.º de habitantes e densidade populacional, 52 814 hab. e 4220 hab./km² respectivamente, como se pode verificar pela Figura 3-7.

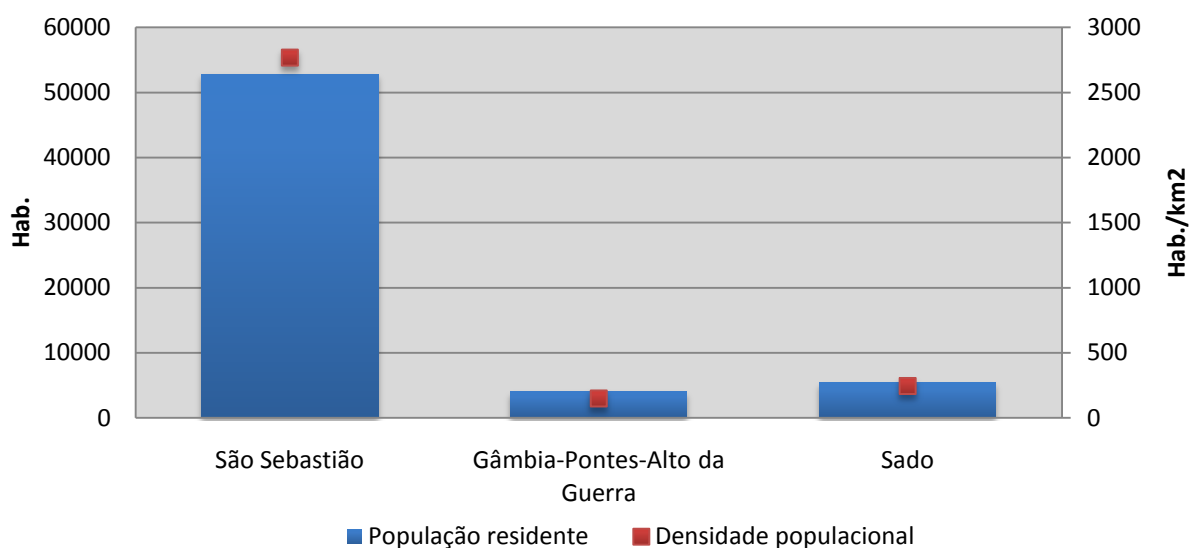


Figura 3-7 - População residente e densidade populacional por Freguesia (Fonte: Adaptado de INE, 2001)

Na freguesia do Sado a maior densidade populacional verifica-se na zona Norte (Figura 3-8), enquanto que, nas freguesias vizinhas (São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra) a maior densidade populacional encontra-se a Oeste, devido a proximidade com o centro de Setúbal.

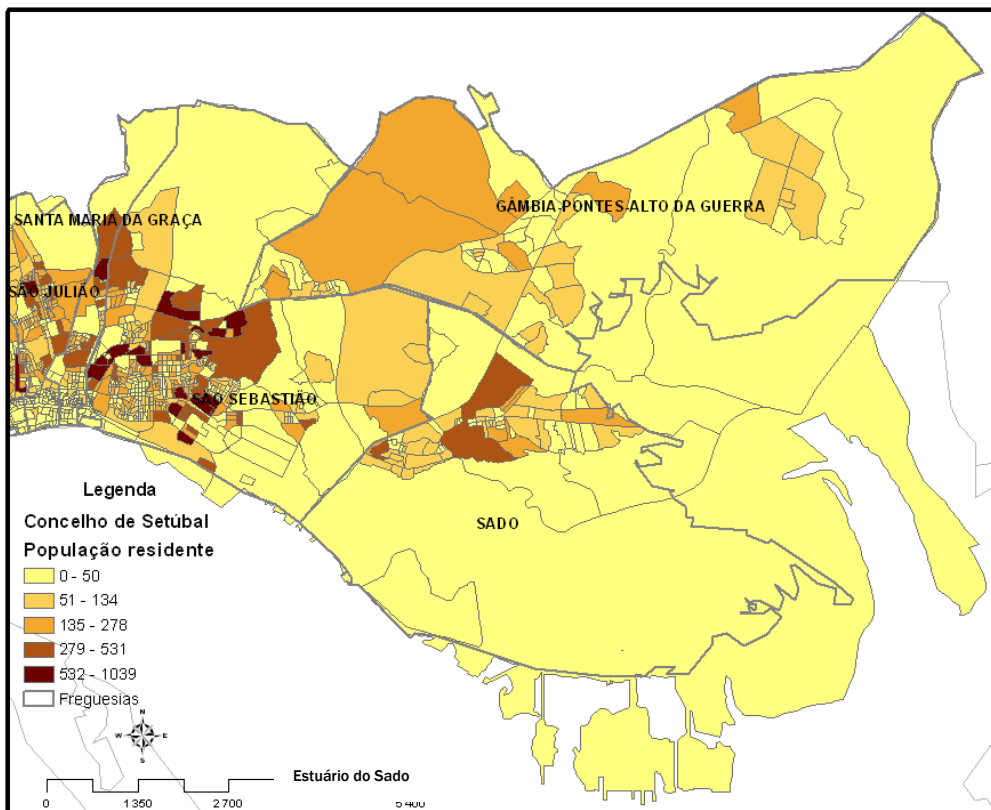


Figura 3-8 - População residente no concelho de Setúbal (Fonte: Adaptado de INE (2001))

Na freguesia do Sado, onde se localiza a área de estudo a densidade populacional é de 242 hab./km² devido ao reduzido n.º de habitantes. Nesta freguesia existem 2169 alojamentos e 1826 edifícios, a maioria dos edifícios destinados à habitação possui maioritariamente um alojamento. Na península da Mitrena, embora sendo uma zona essencialmente industrial existem 28 edifícios para alojamentos, e vivem 10 famílias clássicas, com um total de 15 indivíduos, sendo nove homens e seis mulheres. Destes 15 indivíduos, oito trabalham no concelho de residência, e dois estudam no concelho de residência.

A freguesia do Sado, comparativamente com as freguesias vizinhas (Figura 3-9), tem a maior percentagem de habitantes na classe dos 10 aos 65 anos, cerca de 79%, e a menor percentagem de habitantes com idade inferior a 10 anos, cerca de 9%. De referir que a freguesia de Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra é a que possui a maior percentagem de habitantes com idade superior a 65 anos, cerca de 15% da população.

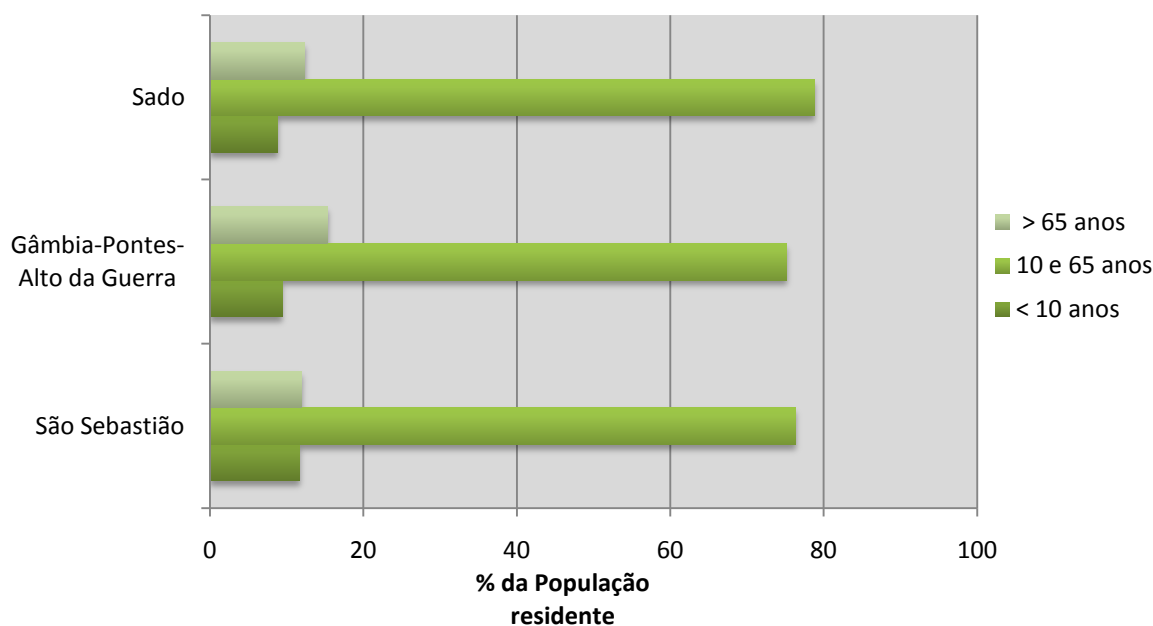


Figura 3-9 – População residente por freguesia e por escalão etário (Fonte: Adaptado de INE (2001))

Actividades económicas

A península da Mitrena dispõe de dois espaços infra-estruturados e legalmente constituídos para o acolhimento de actividades económicas, o parque industrial da Mitrena e o parque industrial Sapec Bay (Anexo 5). O parque industrial da Mitrena, de iniciativa municipal, resulta da elaboração do Plano de Pormenor da Herdade da Mitrena, aprovado pela Declaração do Ministério do Planeamento e Administração do Território, publicada em Diário da República, II Série, n.º 156, de 10 de Julho de 1989. Localiza-se a Este das instalações da Portucel e a Norte da instalação da Airliquide, tem uma área global de 373.800 m² e 46 lotes. A dimensão dos lotes varia entre os 4.250 m² e os 19.717 m². O regulamento do plano de pormenor não especifica o tipo de indústrias permitidas e não define a necessidade de constituição de uma entidade gestora. A taxa de ocupação do loteamento deverá rondar os 50%, embora em parte dos lotes ocupados as edificações aparentem estar abandonadas.

O parque industrial Sapec Bay, que pertence à sociedade SAPEC, foi instalado ao abrigo do D.L. n.º 232/92, de 22 de Outubro pela Portaria 63/94, de 28 de Janeiro de 2004, que contém as normas que disciplinam a sua instalação e gestão. Possui uma área de 370 ha dos quais 46 ha são considerados área natural e 324 ha área industrial, onde estão instaladas actualmente 16 empresas. Este parque dispõe de um conjunto de infra-estruturas, sendo de

destacar as seguintes: terminal rodoviário ligado à rede rodoviária principal; terminal ferroviário; cais portuário, com capacidade para receber navios com 35.000 t DWT, 200 m LOA e 10,5 m DRAFT; redes telefónica e de fibra óptica; redes de águas; rede eléctrica, rede de saneamento ligado à ETAR municipal; rede de abastecimento de gás natural. De referir que este parque industrial dispõe de um Plano de Segurança e Emergência.

3.1.6 Caracterização das ocorrências de 2004 a 2009

As ocorrências na península da Mitrena foram analisadas para se perceber que o tipo de acontecimentos, e de que modo estes podem afectar a segurança dos colaboradores e instalações e provocar impactes no ambiente. Neste sentido, considerou-se analisar as ocorrências das seguintes tipologias: pré-hospitalares, incêndios, acidentes e tecnológicos e industriais. Os restantes tipos de ocorrências foram designadas por outras.

Os registos das ocorrências foram obtidos a partir da base de dados dos SMPCB de Setúbal de 2004 a 2008, da base de dados da APSS para as ocorrências de poluição no estuário do Sado, entre 2004 e 2008 e também da base de dados da ANPC - Protecção Civil Gestão de Ocorrências (PCGO) de 2006 a até 7 de Junho de 2009.

Na Figura 3-10 está representado a distribuição espacial das ocorrências na península da Mitrena, e na Figura 3-11 a percentagem de ocorrência destas. Verifica-se que as ocorrências pré-hospitalares, maioritariamente do tipo traumatismo, queda e doença súbita, representaram quase 50% das ocorrências analisadas, e ocorreram em maior número na instalação 34 e no parque Sapec Bay.

Os Incêndios maioritariamente em detritos, inculto e edifícios representam cerca de 20% das ocorrências totais. Os primeiros ocorreram principalmente na instalação 48, enquanto os segundos aconteceram na mata do parque Sapec Bay e ao longo da estrada Nacional 10-4, os de terceiro tipo ocorreram maioritariamente no Parque Sapec Bay e na instalação 39.

As categorias de acidentes e de acidentes tecnológicos e industriais, têm especial relevância para o âmbito deste estudo, pois permitem reforçar a necessidade de estratégias de prevenção e mitigação de acidentes, sendo um dos objectivos desta dissertação. Os acidentes são maioritariamente rodoviários e representaram cerca de 9% das ocorrências totais, e ocorreram essencialmente na estrada Nacional 10-4, principalmente nos cruzamentos existentes. A categoria de acidentes tecnológicos e industriais representa cerca de 7% das ocorrências totais, sendo composta maioritariamente, por acidentes com

substâncias perigosas, do tipo derrame, tendo-se registados o maior número nas instalações 34 e 44.

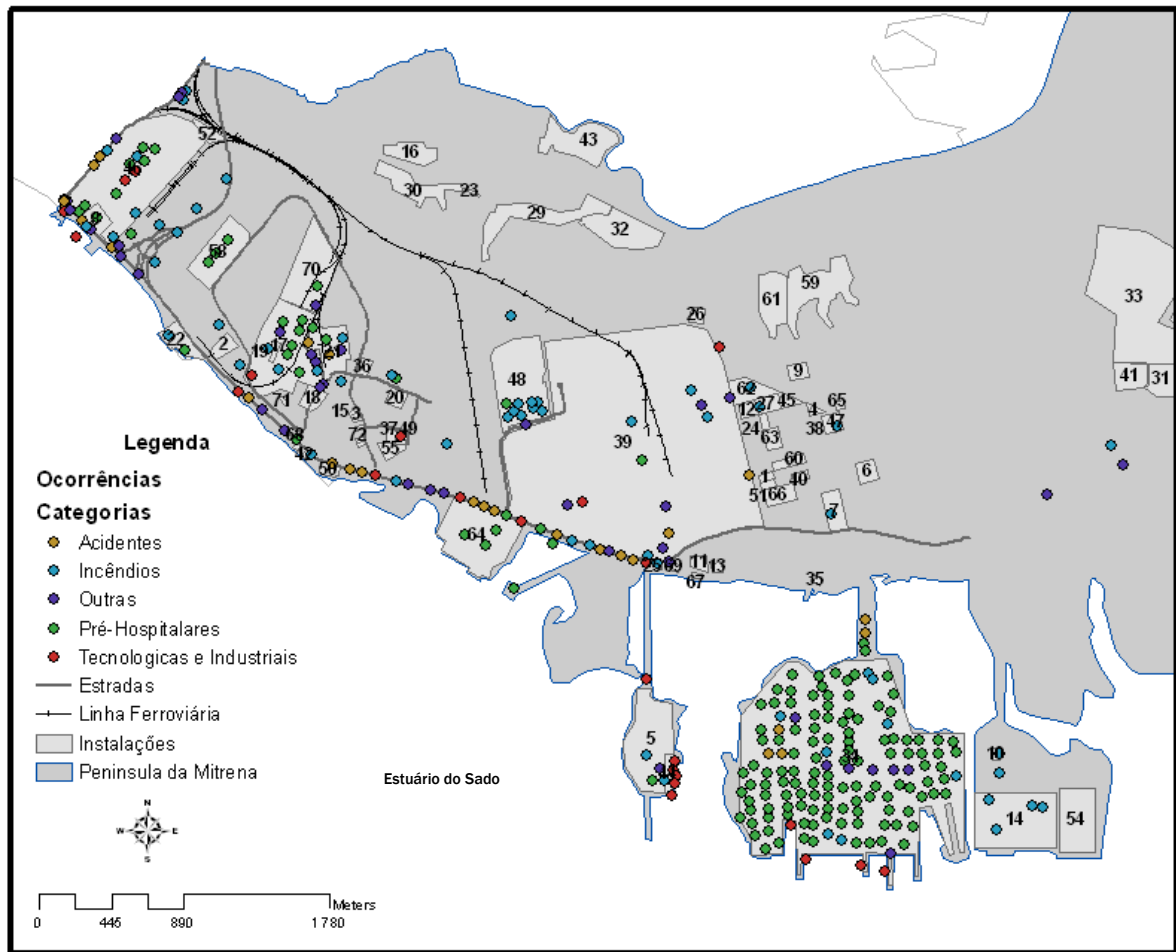


Figura 3-10 - Localização das ocorrências na península da Mitrena de 2004 a 2008

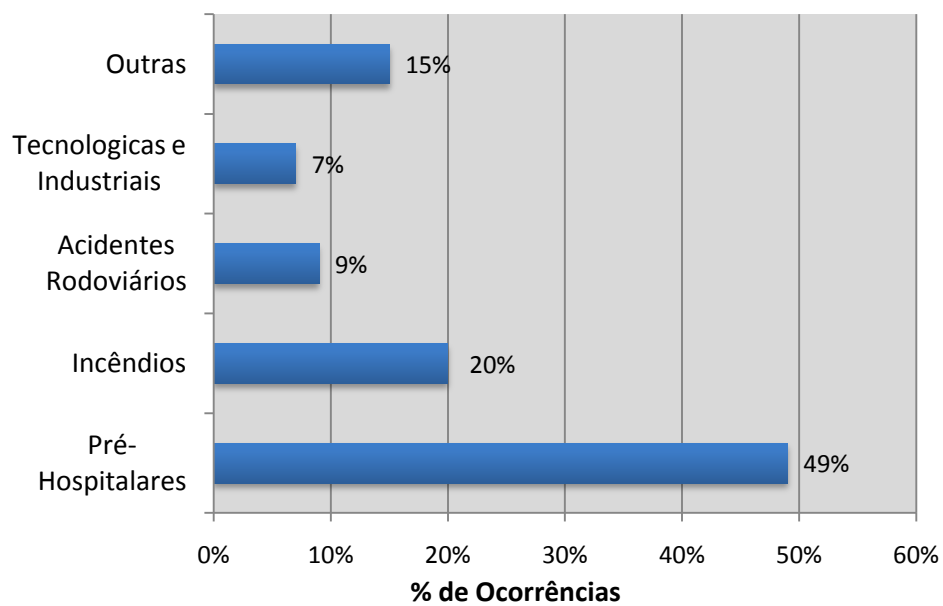


Figura 3-11 – Percentagem de ocorrências por tipo de 2004 a 2008

3.2 Identificação dos perigos

A identificação dos perigos é etapa que antecede a análise de risco. Nesta etapa efectuou-se uma recolha de dados, que passou pela consulta de Planos de Emergência Internos (PEI) e Planos de Emergência Externos (PEE), elaboração de um questionário, reuniões com as empresas e contactos com entidades. Com estes dados elaboram-se bases de dados e cartas temáticas que permitiram caracterizar as instalações, nomeadamente o tipo de actividades económicas, regulamentação e legislação, sistemas de segurança, número de colaboradores, e as substâncias perigosas armazenadas e transportadas na área de estudo.

O projecto carta de risco da península da Mitrena já se encontrava nesta fase quando comecei a fazer parte da equipa de trabalho, já tinha sido recolhidos os PEI e PEE e o questionário já tinha sido elaborado e respondido pelas empresas. Comecei assim por tratar os dados recolhidos nos questionários e a elaborar as cartas temáticas.

3.2.1 Recolha de dados e informação

Numa primeira fase a recolha de informação passou pela compilação da documentação disponível nos SMPCB de Setúbal, nomeadamente os PEI e os documentos para a elaboração do PEE, dos estabelecimentos localizados na área de estudo, classificados com nível superior de perigosidade, de acordo com o Decreto-lei n.º 254/2007, de 12 de Julho. Dado que, os estabelecimentos classificados com nível superior de perigosidade são apenas quatro, tornou-se necessário proceder à recolha de informação de um modo activo, ou seja, foi elaborado um questionário (Anexo 47) que foi enviado às empresas localizadas na península da Mitrena.

O questionário efectuado destinou-se a caracterizar a actividade económica de cada empresa, o tipo de licenciamento a que estão sujeitas, as substâncias perigosas presentes em cada instalação, a presença ou ausência de planos de emergência, e os sistemas de segurança adoptados. Com as respostas aos questionários elaborou-se uma base de dados, de modo a poder-se relacionar os dados adquiridos de acordo com os objectivos. Ao analisar-se os questionários verificou-se algumas lacunas no seu preenchimento e surgiram algumas dúvidas, tendo sido agendadas reuniões com algumas empresas. Nestas reuniões foi ainda requerida informação adicional nomeadamente o número de colaboradores que poderiam estar presentes em cada edifício. No decorrer deste processo verificou-se a

necessidade de recolher informação com determinadas entidades com intervenção naquela área, nomeadamente com as constantes na Tabela 3-4.

Tabela 3-4 – Entidades consultadas e dados fornecidos

Entidades	Dados fornecidos
Autoridade Portuária de Setúbal e Sesimbra (APSS), S.A.	Inventário de ocorrências de poluição no estuário do Sado
SAPEC BAY – Gestora do Parque Industrial Sapec Bay	Actualização das empresas presentes no parque Sapec Bay
ICNB	Limites da RNES
Câmara Municipal de Setúbal – Gabinete de SIG	Disponibilização de cartografia temática
CP- Caminhos de Ferro Portugueses	Inventário de comboios com substâncias perigosas que circulam na linha do Sado

3.2.2 Tratamento de dados

O tratamento dos dados recolhidos foi efectuado em duas fases: construção de uma base de dados e elaboração de cartografia temática para identificação de perigos. A construção da base de dados necessária para caracterizar as instalações, e as substâncias perigosas presentes na península, foi elaborada a partir dos questionários efectuados às empresas. A base de dados foi criada com as seguintes tabelas:

- Caracterização geral das instalações, nomeadamente: identificação da instalação e responsável para contacto, n.º de colaboradores, horários de trabalho e turnos, actividade económica (código CAE), localização da instalação, área ocupada pela instalação, matérias-primas e produtos finais.
- Licenciamento e Legislação aplicada a cada instalação, como: RELAI (Regulamento do Licenciamento da Actividade Industrial), PCIP, AIA, Declaração de Impacte Ambiental (DIA), e o decreto-lei prevenção e controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas
- Inventário de substâncias perigosas por instalação, designadamente: substâncias perigosas armazenadas, substâncias perigosas em fase de produção, recepção de substâncias perigosas, expedição de substâncias perigosas, combustíveis utilizados na instalação, resíduos gerados na instalação e modo de expedição de resíduos.

- Planos de Emergência por instalação, com a seguinte informação: se possui ou não plano de emergência, se efectua exercícios de resposta à emergência e se possui estudo de risco ou de segurança das instalações.
- Sistemas de Segurança em cada instalação: presença ou ausência rede de incêndios, sistemas automáticos de detecção de incêndios, sistemas automáticos de extinção de incêndio, sistemas de prevenção e controlo de explosões, outros dispositivos de segurança, responsável pela segurança, sistema de drenagem e recolha de águas de combate a incêndio, sistema de drenagem e recolha de águas de derrames, equipas de intervenção, comunicações internas em emergência, comunicações com as equipas de socorro e comunicação do risco.

Posteriormente, foi efectuada uma análise aos dados adquiridos o que permitiu verificar lacunas de informação que existiam, informação que já poderia estar desactualizada, dados que precisavam de ser reorganizados e dados com menor relevância para a carta de risco. Estes aspectos foram colmatados com reuniões (matriz dos dados recolhidos nas reuniões - Anexo 48) com as empresas com potencial de risco superior, nomeadamente as instalações abrangidas pelo Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho, as quais receberam previamente uma ficha resumo do questionário inicial.

Após as reuniões com as empresas foi possível estruturar a informação existente sobre as actividades económicas presentes na península da Mitrena. Tendo por base o objectivo geral desta dissertação, avaliação dos riscos, considerou-se pertinente efectuar as seguintes tabelas:

- classificação das actividades económicas de todas as empresas presentes na península da Mitrena, incluindo as empresas que não foram questionadas;
- regulamentação e legislação aplicável às empresas que responderam ao questionário;
- sistemas de segurança adoptados nas empresas que responderam aos questionários;
- colaboradores que em média poderão estar presentes nas instalações questionadas;
- e substâncias perigosas e quantidades por categoria de perigosidade em cada instalação.

Elaboração de cartografia para identificar os perigos

Como referido na secção 3.1.2 Elaboração de cartografia em SIG, a elaboração de cartas temáticas é um processo que ocorre ao longo das três primeiras etapas da metodologia

proposta nessa dissertação. Nesta etapa foram criadas as cartas temáticas presentes na Tabela 3-5, através da informação obtida anteriormente e com as cartas de base presentes na Tabela 3-1, com o objectivo de para identificar os perigos presentes na área de estudo.

Tabela 3-5 – Cartas para a identificação dos perigos na península da Mitrena

Cartas para a identificação dos perigos		Observações
Instalações	- Regulamentação e legislação por instalação	A localização dos limites das Instalações existentes na península da Mitrena foi efectuada através da ferramenta <i>Drawing</i> , de acordo com as plantas disponibilizada pelas empresas na fase do questionário e ainda por informação disponibilizada pelos SMPCB de Setúbal.
	- Colaboradores por instalação	
Edifícios e reservatórios		Carta obtida através da ferramenta <i>Drawing</i> tendo por base os ortofotomapas e as plantas disponibilizadas pelas empresas (Tabela 3-1). Com os seguintes atributos: designação da instalação, tipologia das instalações, número de colaboradores, presença ou ausência de substâncias perigosas.
Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas		Carta obtida através de uma selecção da tabela de atributos da carta Edifícios e reservatórios.

3.2.3 Caracterização das instalações

Nesta secção pretende-se analisar as empresas e respectivas instalações, nomeadamente a regulamentação e legislação que lhes é aplicável, sistemas de segurança que possuem, e n.º de colaboradores que poderão estar presentes nessas instalações, de acordo com a recolha e tratamento de dados efectuado nas secções anteriores (3.2.1 e 3.2.2). Esta análise permitiu adquirir informação essencial para se efectuar a análise de risco, nomeadamente a avaliação das consequências.

A península da Mitrena possui 72 instalações que pertencem a 61 empresas, como se pode verificar pela Tabela 3-6 e Figura 3-12, dado que em alguns casos os edifícios administrativos e edifícios fabris estão instalados em zonas diferentes na península da Mitrena.

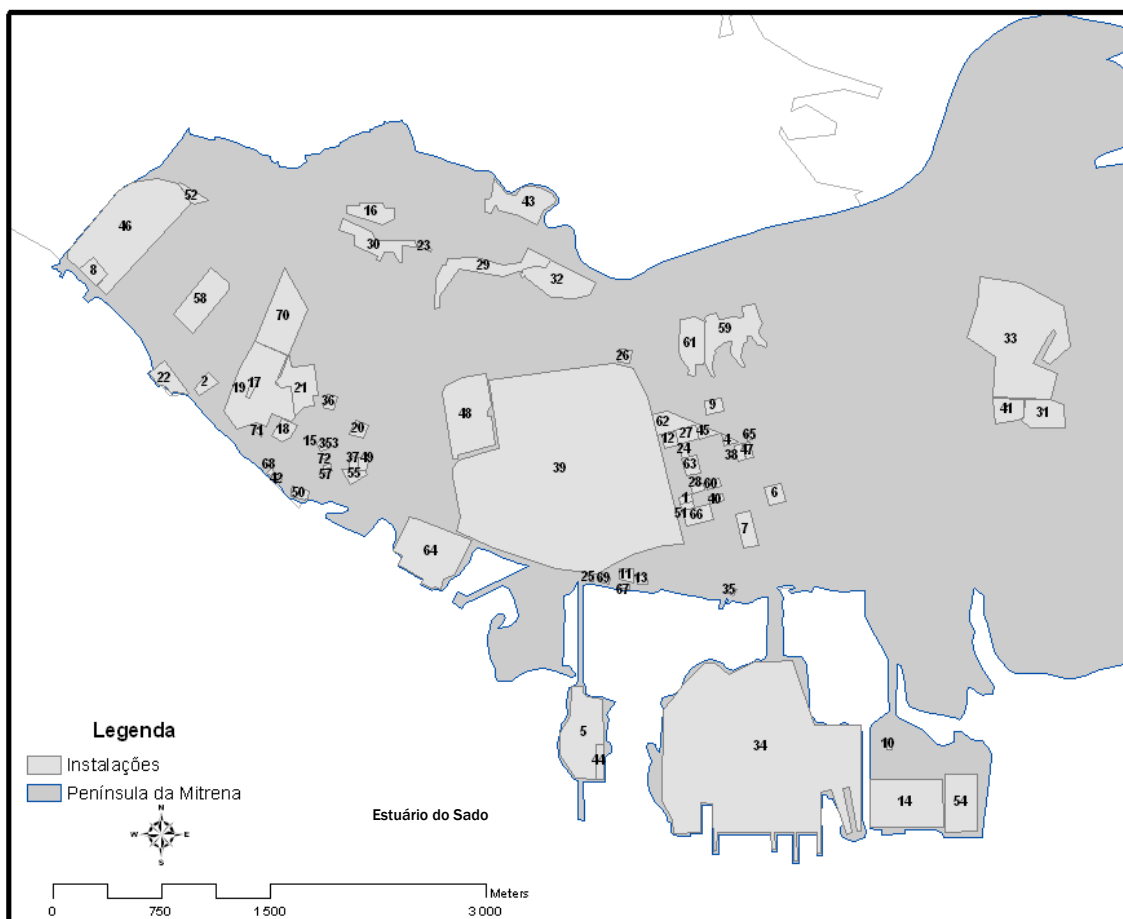


Figura 3-12 – Instalações presentes na península da Mitrena

De acordo com a CAE (Classificação Portuguesa de Actividades Económicas) publicada no Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro, as classificações com maior expressão na área de estudo são (Tabela 3-6): comércio por grosso (inclui agentes), excepto de veículos automóveis e motocicletas, e recolha, tratamento e eliminação de resíduos, valorização de materiais, ambas com nove empresas, e pesca e aquicultura com oito empresas, e armazenagem e actividades auxiliares dos transportes (inclui manuseamento), com oito empresas. Através desta classificação verifica-se que existem na península da Mitrena empresas com potenciais de risco muito diferenciados, e algumas com risco muito reduzido ou nulo, nomeadamente as empresas de aquicultura em águas salgadas e salobras, restaurante tipo tradicional, de arrendamento de bens imobiliários ou a agência de publicidade.

Pela análise da Figura 3-12 e Tabela 3-6, verificam-se algumas tendências para a ocupação do território de acordo com o tipo de actividade desenvolvida pelas empresas. As empresas pertencentes à divisão de pesca e aquicultura, neste caso são apenas de aquicultura e estão

localizadas a Norte na área de estudo, devido às condições presentes nessa zona, nomeadamente antigas salinas e sapais (Figura 3-4 - Corine Land Cover 2000 para a península da Mitrena). Na zona a Sul da península, especificamente nos terrenos que fazem margem com o Estuário do Sado e junto ao canal navegável (canal Norte), verifica-se a presença de empresas que estão relacionadas com o meio marítimo, como é o caso de cinco empresas com “actividades auxiliares dos transportes por água”, duas empresas na divisão “transporte por água”, e duas empresas na divisão “reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos”, especificamente de reparações navais.

Tabela 3-6 – Classificação das actividades económicas das empresas da península da Mitrena

ID	CAE v.3	Designação da actividade	Divisão
9	01210	Viticultura	Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca.
30	03210	Aquicultura em águas salgadas e salobras.	Pesca e aquicultura.
31	03210		
59	03210		
61	03210		
16	03210		
43	03210		
33	03210		
30	03210		
8	10110	Abate de gado (produção de carne).	Indústrias alimentares e das bebidas
39	17110 e 17120	Fabricação de pasta e de papel.	Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos.
7	20110	Fabricação e condicionamento de acetileno - fornecimento por canalização de oxigénio e acetileno para a Lisnave.	Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais, excepto produtos farmacêuticos.
17	20151	Fabricação de adubos químicos ou minerais e de compostos azotados.	
19-21	20200	Fabricação de pesticidas e de outros produtos agro-químicos.	
38	22220	Fabricação de embalagens de plástico.	Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas.
68 e 69	25620	Actividade de mecânica em geral.	Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos.
64	33120	Reparação e manutenção de máquinas e equipamentos.	Reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos.
11	33120		
4	33120		
42	33150	Reparações industriais, reparações de componentes navais, reparações mecânicas.	
34 e 35	33170	O Estaleiro está vocacionado para reparação e conversão de navios e estruturas flutuantes.	
24	33200	Instalação de máquinas e de equipamentos industriais.	
46	35112	Produção de electricidade de origem térmica.	Electricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio.

27	38112	Recolha e Tratamento de Papel Velho,	Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais.
48	38212	Tratamento e eliminação de outros resíduos não perigosos.	
40	38212		
72	38212		
63	38313		
12	38321	Valorização de resíduos metálicos.	
62	38322	Valorização de resíduos não metálicos.	
45	38322		
44	38322		
53	39000	Descontaminação e actividades similares.	
49	42990	Construção de outras obras de engenharia civil.	Engenharia civil.
47	42990		
36	45200	Manutenção e reparação de veículos automóveis.	Electricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio.
60	45200		
37	46130	Agente do comércio por grosso de madeira e materiais de construção.	Comércio por grosso (inclui agentes), excepto de veículos automóveis e motociclos.
66	46180	Agentes especializados do comércio por grosso de outros produtos.	
51	46180		
28	46214	Comércio por grosso de cereais.	
6	46332	Comércio por grosso de azeite, óleos e gorduras alimentares.	
52	46712	Comércio por grosso de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos, não derivados.	
55-58	46732	Comércio por grosso de materiais de construção.	
2	46750	Comércio por grosso de produtos químicos.	
71	46750		
15	47762	Comércio a retalho de animais de companhia e respectivos alimentos, em estabelecimentos especializados.	
1	49410	Transporte rodoviário de mercadorias.	Transportes e armazenagem.
50	50102	Transportes costeiros e locais de passageiros.	Transportes por água.
13	50102		
22	52220	Actividades auxiliares dos transportes por água.	Armazenagem e actividades auxiliares dos transportes (inclui manuseamento).
67	52220		
5	52220	Exploração de terminais marítimos, para fins de logística de produtos petrolíferos. Recepção por navio (via marítima), armazenagem em reservatórios cilíndricos atmosféricos, e expedição por camião-cisterna (via terrestre).	
54	52220	Instalação destinada à descarga, carga e armazenagem de produtos e materiais com destino e origem nas instalações industriais das empresas contitulares.	
14	52240	Actividades auxiliares dos transportes por água.	
70	52291	Plataforma Multimodal Rodoferroviária - Operador Logístico.	
25	56101	Restaurante tipo tradicional.	

18	68200	Arrendamento de bens imobiliários.	Actividades imobiliárias.
10	71200	Actividade de ensaios e análises técnicas.	Actividades de arquitectura, de engenharia e técnicas afins; actividades de ensaios e de análises técnicas.
3	73110	Agência de publicidade.	Publicidade, estudos de mercado e sondagens de opinião.

Regulamentação e Legislação

A regulamentação e legislação foi analisada às 33 empresas que responderam ao questionário (Figura 3-13). Foram questionadas as seguintes regulamentações e legislações: avaliação de impacte ambiental, declaração de impacte ambiental, licença ambiental, Seveso II e plano de emergência interno.

Das instalações analisadas, sete instalações foram sujeitas a uma avaliação de impacte ambiental (Decreto - Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio), e possuem declaração de impacte ambiental as restantes não foram sujeitas, dado que as suas instalações são anteriores à data da legislação ou porque a legislação não lhes era aplicável; oito possuem licença ambiental, pois são instalações que são abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 194/2000 de 21 de Agosto; quatro instalações são classificadas, como estabelecimentos de nível superior de perigosidade, segundo o Decreto-Lei n.º 254/2007 de 23 de Maio; dezassete instalações possuem plano de emergência interno, e destas, 15 empresas possuem um plano de emergência interno, de acordo com a Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro e seis destas instalações, que são classificadas como estabelecimentos de nível superior de perigosidade, possuem um plano de emergência interno de acordo com o artigo 18º do Decreto-Lei n.º 254/2007 de 23 de Maio.

Pela análise da Figura 3-13 é possível verificar que as empresas com maior potencial de risco encontram-se localizadas entre o Gasoduto (REN-Gasodutos) e o Estuário do Sado. As instalações que indicam mais preocupações em termos de potencial de risco são os estabelecimentos classificados como nível superior de perigosidade. Para além deste factor, a localização junto de outros estabelecimentos potencia o nível de risco nesta área.

Colaboradores

Na península da Mitrena, de acordo com os dados obtidos, trabalham aproximadamente 2600 colaboradores. Pela análise da Figura 3-14, verifica-se que a maioria das instalações com menores dimensões têm entre um e 10 colaboradores, exceptuando as instalações pertencentes à aquicultura, enquanto que, as instalações com maiores dimensões têm maioritariamente mais de 51 colaboradores, destas, duas têm entre 251 a 500 colaboradores e uma tem entre 500 a 1250 colaboradores.

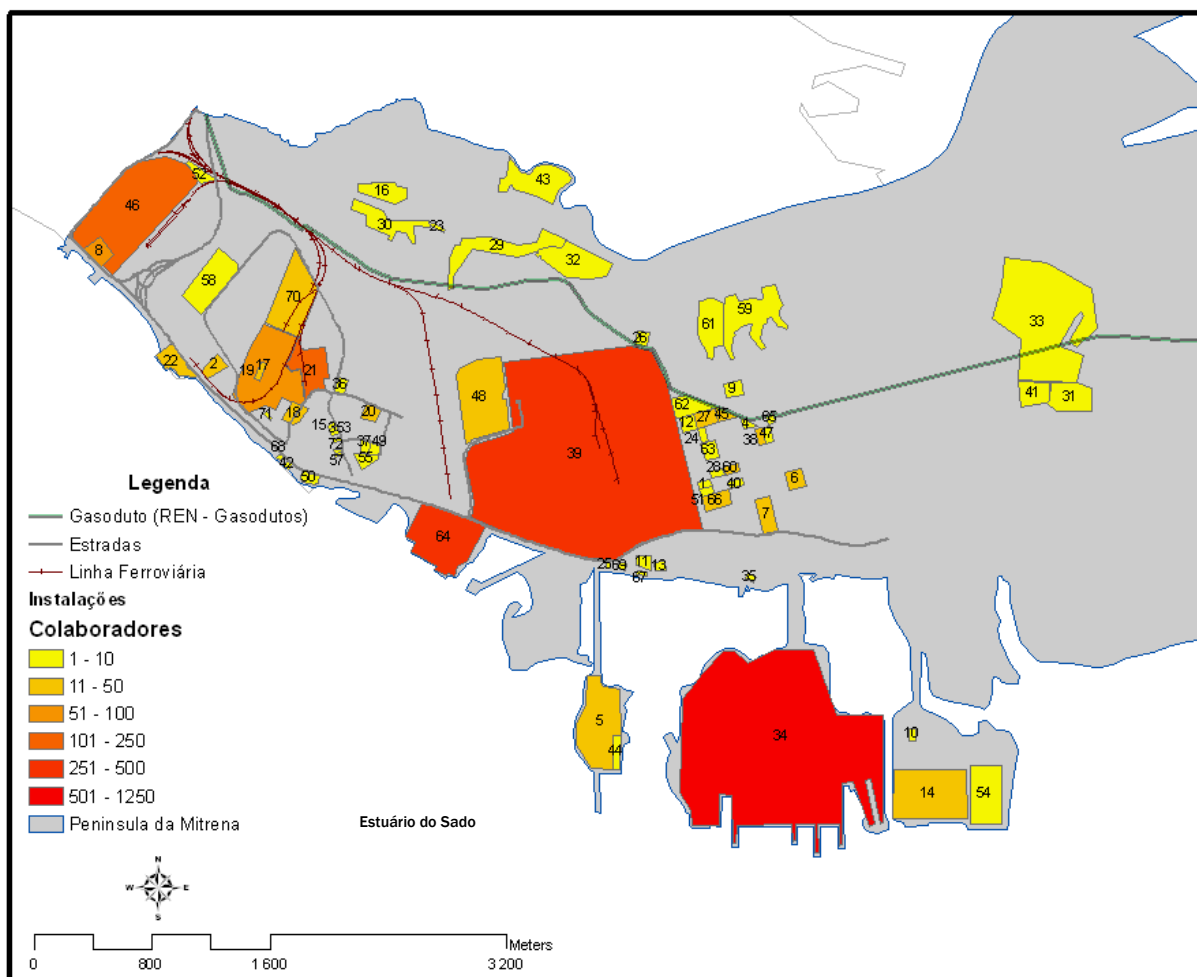


Figura 3-14 – N.º de colaboradores por instalação na península da Mitrena

3.2.4 Substâncias perigosas armazenadas

A lista de substâncias perigosas foi obtida através do processo referido no ponto 3.2.1 Recolha de dados e informação. Posteriormente efectuou-se uma análise, devido ao elevado número de substâncias perigosas presentes em pequenas quantidades, considerou-se para o âmbito do estudo, ter em conta apenas as substâncias perigosas com quantidades superiores a 200 L, excepto para as substâncias designadas no Decreto-Lei nº 257/2007

(Directiva Seveso II) e o mercúrio. No caso específico do propano e butano excluíram-se as situações onde se contabilizaram apenas uma garrafa de 45kg e de 13kg, respectivamente, dado que garrafas com estas quantidades poderão ser encontradas não só em contexto industrial mas em inúmeras situações (por exemplo, uso doméstico).

A classificação das substâncias perigosas teve por base as categorias propostas no Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de Julho, e a base de dados elaborada pela Comissão Europeia (ALLANOU, 1995), que classifica as substâncias de acordo com as categorias propostas neste Decreto-Lei através de uma decisão harmonizada em conformidade com o disposto na Directiva n.º 67/548/CEE.

As substâncias perigosas foram classificadas em designadas ou não designadas, e pelo código proposto na tabela – *Categorias de substâncias e preparações não designadas especificamente na parte 1*, presente na parte 2 do Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de Julho. Em determinadas substâncias, como por exemplo para os gasóleos e gasolinas, a classificação de perigosidade atribuída na lista harmonizada da Comissão Europeia é inferior à presente nas fichas de segurança. Nesses casos, considerou-se a classificação presente nas fichas de segurança disponibilizadas pelas empresas. Na Tabela 3-7 encontram-se as designações das categorias utilizadas para classificar as substâncias perigosas.

A análise estatística da lista de substâncias perigosas, depois de classificadas, permitiu determinar o número de substâncias perigosas existentes em cada categoria e em quantas instalações está presente determinada categoria e os respectivos quantitativos, como se pode verificar pela Tabela 3-8. Pela análise da Tabela 3-8 e com auxílio da Tabela 3-7 verifica-se que existem na península da Mitrena 34 categorias diferentes de substâncias perigosas, 12 destas categorias apenas estão presentes numa instalação.

As categorias com maior n.º de substâncias perigosas, presentes na área de estudo, são a 9i - Muito tóxica para os organismos aquáticos e a 9ii - Tóxica para os organismos aquáticos: pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático, com 150 e 60 substâncias perigosas, respectivamente. Relativamente à categoria que está presente em maior número de instalação é a 9ii designada gasóleo, em 18 instalações, seguindo-se a 8 designada propano e a 3 designada oxigénio presentes em 7 instalações.

Tabela 3-7 – Designação das categorias de substâncias perigosas

Categorias de substâncias perigosas	
1	Muito tóxicas
2	Tóxicas
3	Comburentes
6	Inflamáveis
7.a	Facilmente inflamáveis
7.b	Líquidos facilmente inflamáveis
8	Extremamente inflamáveis
9i	Muito tóxica para os organismos aquáticos
9ii	Tóxica para os organismos aquáticos: pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático

Tabela 3-8 – Lista das categorias de substâncias perigosas por n.º de instalações

Categorias	N.º de substâncias perigosas ⁽¹⁾	N.º de Instalações	Quantidade	
			t	m ³
1 3 9i	1	1	-	630
1 9i	8	2	65	2
1 9ii	1	1	2	-
2	13	2	33	180
2 6 9i	8	2	1005	-
2 6 9ii	2	1	88	-
2 7.a designada metanol	2	2	119	150
2 7.b designada álcool metílico	1	1	6	-
2 8	2	2	-	5002
2 9i	10	3	79	0
2 9ii	6	2	1270	1
3	1	1	120	100
3 9i	1	1	-	728
3 9ii designada nitrato de amónio	1	1	300	-
3 designada oxigénio	11	7	275	377
6	21	2	234	850
6 9i	17	3	544	-
6 9ii designada jet A-1	1	1	-	1770
6 9ii	18	1	493	-
7.a	4	2	642	770
7.b	5	1	28	-
7.b 9ii	1	1	5	-
8	2	2	300	-
8 9ii designada gasolina	1	1	-	24400
8 designada acetileno	3	3	15	-
8 designada butano	1	1	-	56
8 designada hidrogénio	1	1	-	1680
8 designada propano	7	7	1	268
9i	150	5	8235	98
9ii	60	1	4832	-
9ii designada fuelóleo	5	5	162265	36665

9ii designada gasóleo	21	18	45593	53285
designada acido clorídrico	2	2	1000	-
designada nitrato de potássio	1	1	158	-

(1) – Segundo a base de dados da Comissão Europeia (ALLANOU, 1995) e o DL n.º 254/2007.

A localização dos reservatórios e edifícios com substâncias perigosas na península da Mitrena foi efectuada através da informação presente nas plantas fornecidas pelas empresas, e ainda pela informação obtida em reuniões com as empresas com maiores quantidades de substâncias perigosas armazenadas, permitindo a georreferenciação da maioria das substâncias perigosas, como se verifica pela Figura 3-15.

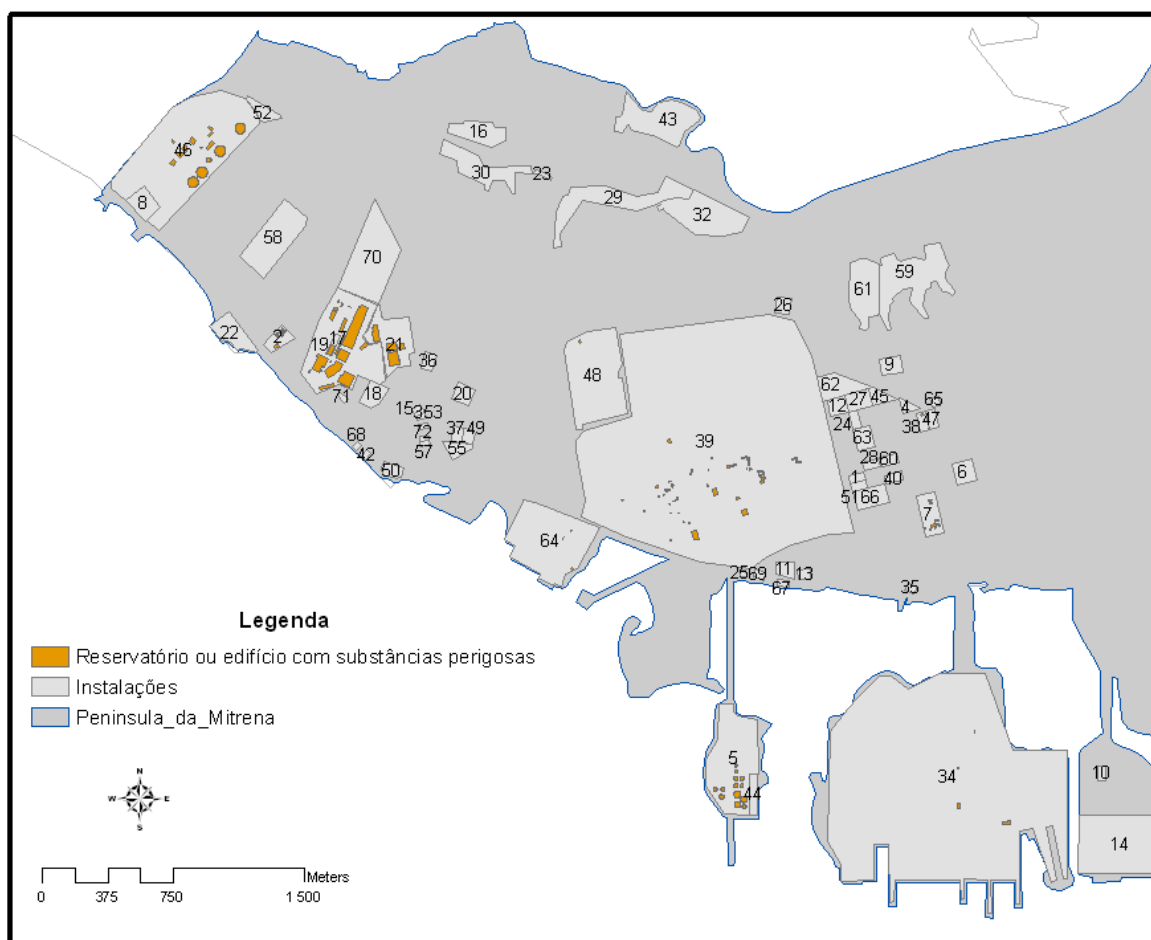


Figura 3-15 - Localização dos edifícios e reservatórios com substâncias perigosas presentes na península da Mitrena

3.2.5 Substâncias perigosas transportadas

As substâncias perigosas transportadas por via rodoviária e ferroviária foram classificadas pelo n.º ONU de acordo com o Regulamento Nacional do Transporte de Mercadorias Perigosas por Estrada (Decreto-Lei n.º 170-A/2007) e com o Regulamento Nacional do

Transporte de Mercadorias Perigosas por Ferrovia (Decreto-Lei n.º 391-B/2007), dado que estes regulamentos ainda não se encontram harmonizado com a Directiva n.º 67/548/CEE, relativa à classificação, embalagem e rotulagem de substâncias perigosas.

Na península da Mitrena, verifica-se ainda o transporte de Gás Natural (Metano) por Gasoduto gerido pela empresa, REN Gasodutos, que se encontra enterrado e funciona a uma pressão de 80bar, a sua localização pode ser consultada no Anexo 6.

Pela análise efectuada aos questionários, especificamente à informação relativa às substâncias perigosas expedidas e recepcionadas, pode-se verificar que circulam inúmeras mercadorias perigosas diariamente nas estradas da península da Mitrena. Nesta análise o transporte rodoviário diário por cisterna de Gasolina (n.º ONU 1203) destacou-se relativamente as outras substâncias, podendo circular na península da Mitrena 50 camiões cisternas por dia.

Segundo o RPE (Decreto-Lei n.º 267-A/2003, de 27 de Outubro), o n.º ONU 1203 pertence à classe 3 – Líquidos muito inflamável, e de acordo com as fichas de intervenção em matérias perigosas (U.S. Department of Transportation, 2000), as características desta Gasolina são: não miscível ou parcialmente miscível com a água "menos de 10%", mais leve que a água; libertação de fumos perigosos; ponto de inflamação inferior a 23º C, perigoso para os olhos e vias respiratórias. E os perigos associados são: os vapores podem ser invisíveis e são mais pesados que o ar. Podem espalhar-se ao longo do solo e entrar em esgotos e caves; em contacto com o ar pode formar uma mistura explosiva; o aquecimento do(s) reservatório(s) irá causar aumento de pressão e risco de rebentamento com subsequente explosão (BLEVE); libertação de fumos tóxicos e irritantes em caso de aquecimento ou quando arde; risco de acção narcótica causando inconsciência.

3.3 Análise de Risco

A análise de risco é constituída pelas seguintes etapas: selecção dos cenários de acidente, definição dos níveis de risco e potenciais efeitos, modelação dos cenários de acidente. Esta análise permitirá obter uma caracterização dos níveis de risco presentes na área de estudo e posteriormente a análise das suas consequências, nos colaboradores, população, ambiente e infra-estruturas. A análise de risco teve por base uma selecção das substâncias perigosas, que foi realizada pelo grupo de trabalho, de acordo com a perigosidade, quantidade e

localização das substâncias perigosas, de acordo com a análise efectuada nas secções anteriores (3.2.4 e 3.2.5).

Tabela 3-9 – Substâncias perigosas e Instalações/Localizações seleccionadas

Substância Perigosa	Categoria de Perigosidade	Instalação/Localização	Quantidade
Amoníaco	2 6 9i	17	72 t
Acetileno	8 designada acetileno	7	6*7 kg
Butano	8 designada butano	38	56 m ³
Propano	8 designada propano	34	50 m ³
		39	22 m ³
		46	33 m ³
		64	66 m ³
Gasolina	8 9ii designada gasolina	5	5000 m ³
		Estradas	30 m ³
Gás Natural (Metano)	8 designada gás natural	Gasoduto	-

3.3.1 Selecção dos cenários de acidente

A selecção dos cenários de acidentes modelados teve por base, as categorias de perigosidade e quantidades de substâncias perigosas que foram seleccionadas pelo grupo de trabalho, apresentadas na Tabela 3-9. De acordo com a tipologia proposta por Delvosalle, *et al.*, (2004d), verificou-se em que tipo de reservatório estão presentes as substâncias perigosas, e seleccionaram-se os eventos críticos, que dão origem aos cenários de acidente, por exemplo, uma fuga de conteúdo ou um dano na estrutura física do equipamento (Tabela 3-10).

Tabela 3-10 – Substâncias perigosas e equipamentos escolhidos

Substância Perigosa	Categoria de Perigosidade	Instalação/Localização	Tipo de Reservatório	Quantidade	Evento crítico
Amoníaco	2 6 9i	17	Reservatório sob pressão	72 t	Fuga de líquido do reservatório
Acetileno	8 designada acetileno	7	Reservatório sob pressão	6*7 kg	Fuga de gás do reservatório
Butano	8 designada butano	38	Reservatório sob pressão	56 m ³	Fuga de gás do reservatório
Propano	8 designada propano	34	Reservatório sob pressão	50 m ³	Ruptura Catastrófica
		39		22 m ³	
		46		33 m ³	Fuga de gás do reservatório Ruptura Catastrófica
		64		66 m ³	
Gasolina	8 9ii designada gasolina	5	Reservatório		Fuga de líquido do reservatório
		Estradas	Cisterna	30 m ³	Fuga de líquido de uma cisterna
Gás Natural (Metano)	8 designada gás natural	Gasoduto	Gasoduto sob pressão	-	Fuga na tubagem de gás

Tendo por base os eventos críticos seleccionados e de acordo com a ordem de eventos secundários e terciários estabelecidos por Delvosalle, Fiévez, & Pipart, (2004a), efectuou-se a árvore de acontecimentos para cada substância perigosa, localização e reservatório, representadas nas Figuras 3-16 à 3-22.

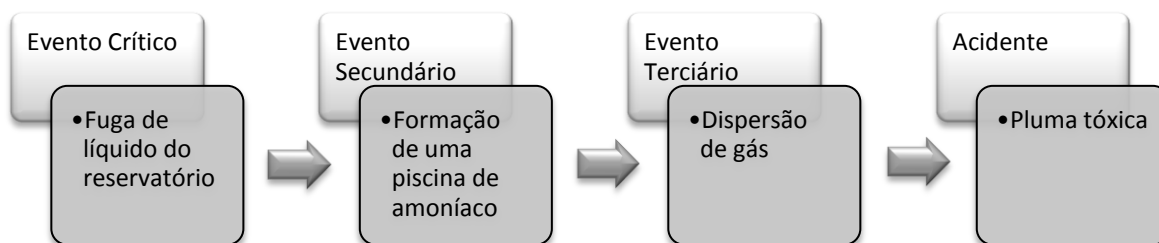


Figura 3-16 – Árvore de acontecimentos para o amoníaco – instalação 17 – armazenamento sob pressão

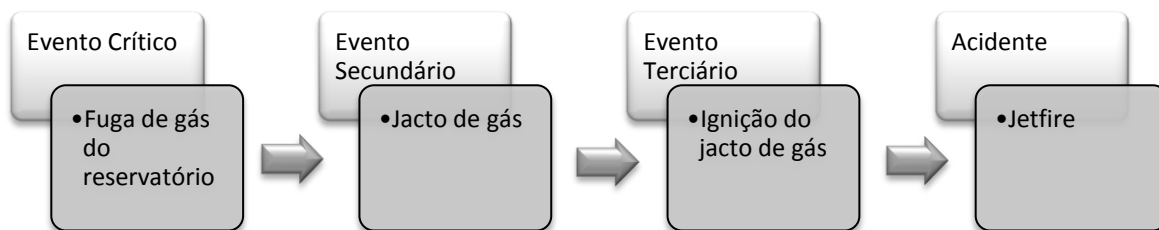


Figura 3-17 – Árvore de acontecimentos para o acetileno – instalação 7 - armazenamento sob pressão

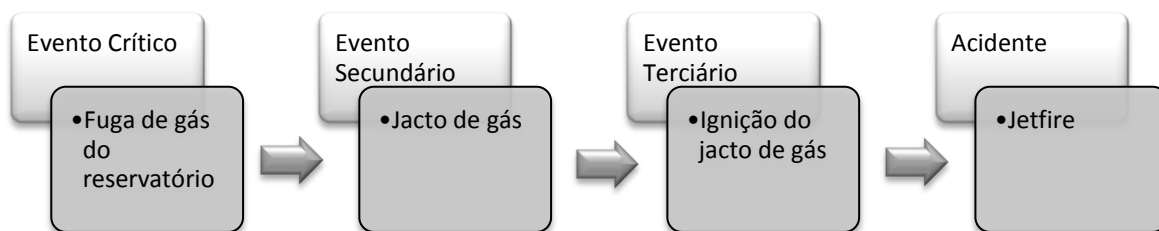
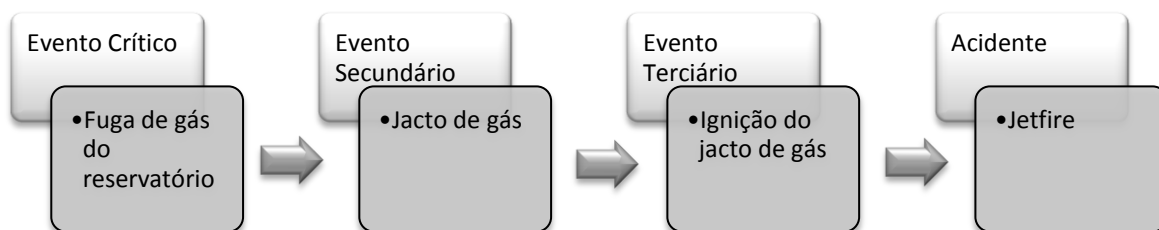


Figura 3-18 – Árvore de acontecimentos para o butano – instalação 38 – armazenamento sob pressão



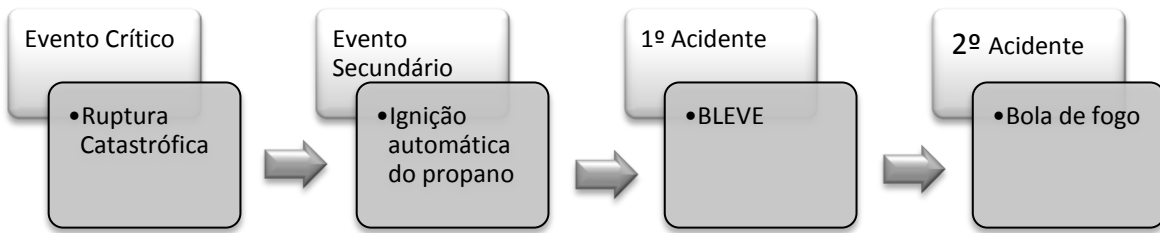


Figura 3-19 – Árvores de acontecimentos para o propano – instalações 34 e 39 – armazenamento sob pressão

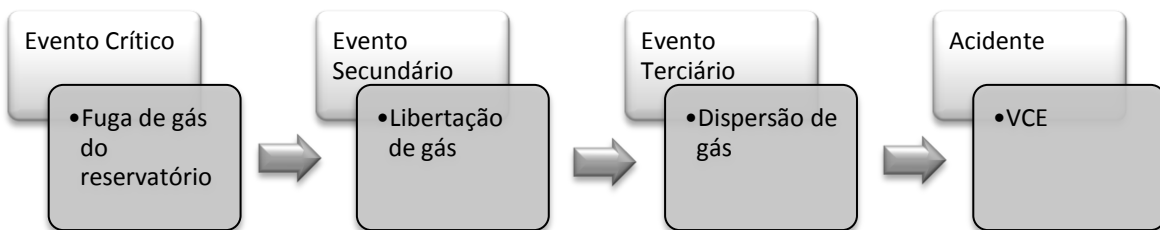
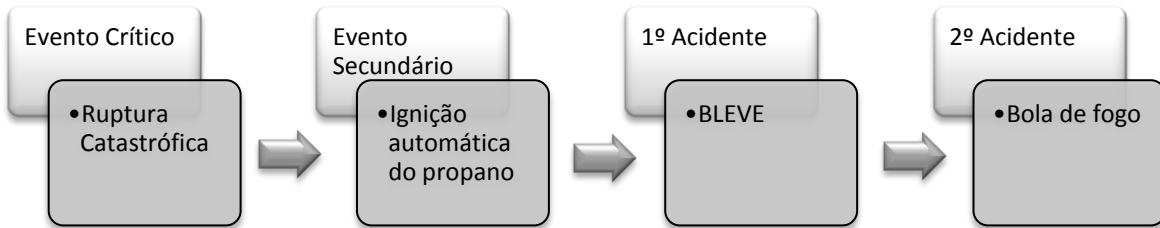


Figura 3-20 – Árvores de acontecimentos para o propano – instalações 46 e 64 – armazenamento sob pressão

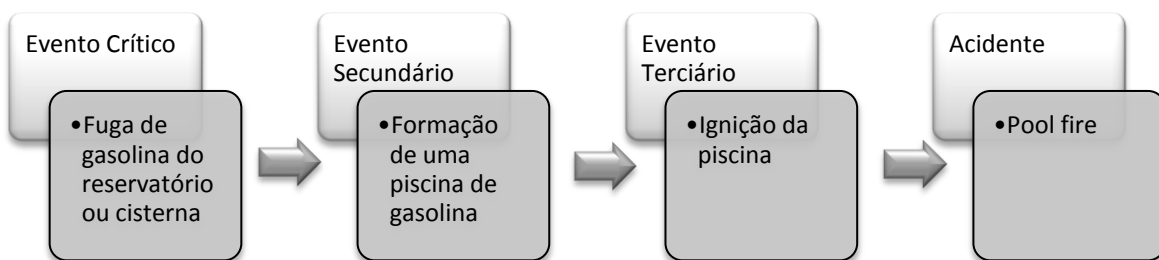
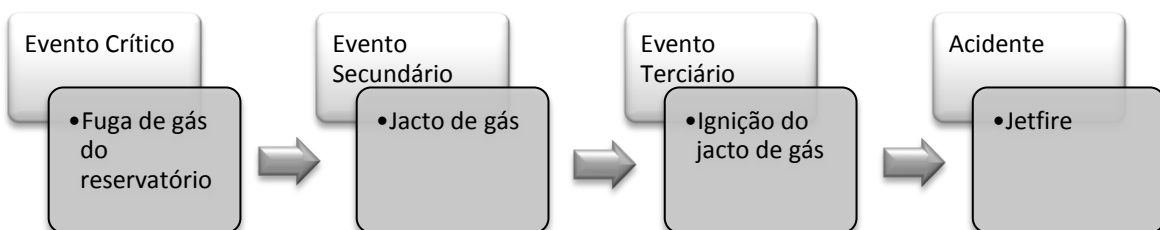


Figura 3-21 - Árvore de acontecimentos para a gasolina – instalação 5 e estradas – reservatório ou cisterna



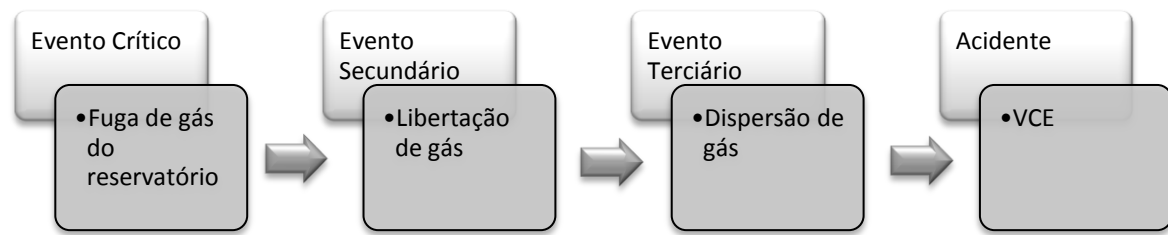


Figura 3-22 – Árvores de acontecimentos para o gás natural (metano) – gasoduto – gasoduto sob pressão

Foram seleccionados para modelação cenários de acidente de três categorias: incêndio, explosão e tóxico. Três tipos de acidentes de incêndio: Incêndio tipo piscina (pool fire), Incêndio tipo jacto (jetfire) e Bola de fogo (fireball); dois tipos de acidentes de explosão: VCE (*vapour cloud explosion*) (explosão de nuvem de vapor com frente de onda supersónica) e BLEVE (*boiling liquid expanding vapour explosion*) (explosão de vapor proveniente da expansão de líquido em ebulição) e uma pluma tóxica. As características destes cenários são:

- Incêndio tipo piscina (pool fire): a combustão (ignição) de uma camada de líquido (uma piscina) derramado depois do fracasso na contenção da substância, o efeito é uma frente de radiação térmica (Basta, Struckl, & Christou, 2008).
- Incêndio tipo jacto (jetfire): a fuga de um reservatório com um líquido inflamável ou gás pode provocar uma chama em jacto com energia radiante de alta intensidade (maior do que para os incêndios tipo piscina) (Basta, Struckl, & Christou, 2008).
- BLEVE: ocorre quando um reservatório com gás liquefeito pressurizado ou líquido pressurizado se rompe catastroficamente. A primeira consequência de uma BLEVE é um efeito de explosão devido, por um lado a expansão do vapor, quando o reservatório falha, e por outro lado, ao vaporização explosiva do líquido. Se a substância for inflamável pode imediatamente entrar em ignição. A frente de chama afasta-se rapidamente do ponto de ignição ocorrendo uma Bola de fogo (Delvosalle, Fiévez, & Pipart, 2004b).
- Bola de fogo (fireball): uma bola de fogo acontece imediatamente a seguir a um BLEVE quando um reservatório contém uma substância inflamável, atingindo níveis elevados de temperatura e de radiação térmica (Delvosalle, Fiévez, & Pipart, 2004b).

- VCE: quando ocorre uma fuga num reservatório com uma substância inflamável, esta pode-se libertar e formar uma nuvem que inflama, se a concentração estiver dentro dos limites de inflamabilidade, dependendo da velocidade da inflamação, pode provocar uma frente de onda supersónica (Basta, Struckl, & Christou, 2008).
- Pluma tóxica: ocorrer devido a uma fuga contínua e de longa duração de uma substância tóxica de um reservatório, o efeito da pluma tóxica depende das condições climáticas e da topografia especialmente com maior pressão de vapor (Basta, Struckl, & Christou, 2008).

3.3.2 Níveis de risco

Para analisar o risco e facilitar a avaliação das consequências foram estabelecidos três níveis de risco em função dos efeitos estimados para cada cenário de acidente (incêndio, explosão e pluma tóxica), de acordo com caderno PROCIV n.º 2 (ANPC- NRA, 2008), e com Planas, *et al.*, (2005) apresentados na Tabela 3-11. No âmbito da presente dissertação, risco refere-se aos efeitos que determinado acidente pode provocar sobre pessoas, infra-estruturas e ambiente. Neste sentido, foi necessário estabelecer quais os efeitos específicos da radiação térmica, sobrepressão e toxicidade, nos seres humanos e materiais.

Tabela 3-11 – Níveis de risco

Níveis	Radiação térmica (kW/m ²)	Sobrepressão (bar)	Toxicidade (AEGL)	Descrição dos Efeitos
Nível 1	3	0.03	AEGL-1	Efeitos reversíveis
Nível 2	5	0.1	AEGL-2	Efeitos irreversíveis
Nível 3	7	0.17	AEGL-3	Efeitos letais

Efeitos da radiação térmica

Os efeitos directos da radiação térmica foram analisados para o ser humano e materiais, Tabela 3-12, de acordo com AIChE/CCPS (2003) e Lees (2001) em Pintaric (2007).

Tabela 3-12 - Efeitos da exposição a radiação térmica incidente no ser humano e materiais (Fonte: adaptado de Pintaric (2007))

Nível de radiação	Efeitos
1	Limiar da dor atingido ao fim de 15 segundos
2	Limiar da dor atingido em 8 segundos e queimaduras de 2º grau após 20 segundos de exposição
3	Limiar da dor atingido ao fim de 6 segundos até queimaduras graves; Cabos de PVC danificados

Efeitos da sobrepressão

Os efeitos de sobrepressão foram analisados tendo em conta o impacto directo nos materiais e indirecto no ser humano, apresentados na Tabela 3-13, de acordo com AIChE/CCPS (2003) e Lees (2001) em Pintaric (2007).

Tabela 3-13 - Efeitos da exposição a níveis de sobrepressão no ser humano e materiais (adaptado de Pintaric (2007))

Níveis de sobrepressão	Efeitos em materiais	Efeitos no ser humano
Nível 1	Quebra generalizada de vidros	Ferimentos ligeiros devido a quebra de vidros
Nível 2	Danos reparáveis em edifícios com estrutura do tipo betão não armado ou semelhante; Fissuras e flexões de paredes de gesso; quebra de placas de fibrocimento	Ferimentos moderados devido à quebra de estruturas
Nível 3	Desde danos importantes a danos graves em edifícios	Pode ocorrer morte devido ao colapso de edifícios.

Efeitos da toxicidade

Nos efeitos da toxicidade foram analisados os impactes no ser humano, de acordo com o critério de exposição AEGL's (*Acute Exposure Guideline Levels*) para tempos de exposição de 60 minutos. Como referido na secção 2.3.3, os AEGL's representam o limiar de exposição para a população em geral e pode ser aplicado a períodos de emergência que podem ir dos 10min às 8h. AEGL-1 representa o menor grau de severidade dos efeitos tóxicos e o AEGL-3 o maior grau de severidade (EPA, 2008). As concentrações de amoníaco no ar, para 10, 30, 60 minutos e 4, 8 horas, segundo o critério AEGL's, estão apresentadas na Tabela 3-14.

Tabela 3-14 – Valores de AEGL's para o Amoníaco (Fonte: Adaptado de EPA (2008))

Amoníaco (ppm)	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	30	30	30	30	30
AEGL 2	220	220	160	110	110
AEGL 3	2,700	1,600	1,100	550	390

3.3.3 Modelação dos cenários de acidente

A modelação de cenários de acidente é um processo essencial para a análise de risco, pois permite verificar quais os elementos vulneráveis para determinado cenário de acidente. A modelação de cenários de acidente foi efectuada com os cenários de acidente seleccionados na secção anterior.

A modelação suportou-se na ferramenta EFFECTS 8.0.1 – *Modeling the Effects of Accidental Release of Hazardous Substances* © TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific

Research TNO). O software EFFECTS é utilizado na área de segurança de substâncias perigosas em actividades de processo, manuseamento e armazenagem, e dispõe de diversas ferramentas que contribuem para a identificação de perigos, análise de segurança, controlo de segurança, análises quantitativas de risco (QRA) e planeamento de emergência. O software permite aos utilizadores o cálculo de estimativas de efeitos associados a cenários de acidentes envolvendo substâncias tóxicas e/ou inflamáveis (TNO, 2009).

O EFFECTS incorpora diversos modelos para o cálculo de efeitos, nomeadamente: modelos de dispersão, de evaporação; de incêndio, de explosão. Os resultados das modelações são apresentados sob a forma de gráficos, relatórios e mapas. Este software inclui uma base de dados de substâncias perigosas, incluindo as suas propriedades físico-químicas (TNO, 2009).

No processo de modelação dos cenários de acidente foram estabelecidos pelo grupo de trabalho (ANPC e SMPCB) os pressupostos técnicos e meteorológicos a adoptar no estudo de modo a tratar as diversas situações numa base comparável. Entre outros factores, foram estabelecidos, diâmetros e tipo de tubagem, dimensões e características tipo das descargas, condições meteorológicas e de terreno, quantidades tipo e intervalos de tempo para ignições retardadas. De seguida, apresentam-se alguns dos pressupostos técnicos e os pressupostos meteorológicos adoptados na fase de modelação.

Pressupostos técnicos

Modelação de combustão:

- 50% de vaporização

Modelação de emissão e derrame de substâncias:

- Diâmetros de rupturas das tubagens - 25 mm
- Coeficiente de contracção: 0,6
- Tanque a 85% do volume
- Taxa média de vaporização = taxa média de descarga
- Altura de descarga = fundo

Modelação de inflamação de gás:

- fracção da nuvem inflamável confinada do gás: 10%
- Modelação de fenómenos de radiação
- fracção de energia libertada por radiação: 50%

- 50% libertado na vaporização e convecção

Modelação de fenómenos de sobrepressão:

- Explosões: confinamento de 25%
- Curva de energia de 8: deflagração muito forte (80% do rendimento da explosão da TNT)

Pressupostos meteorológicos

Para determinar as condições meteorológicas típicas da área de estudo, determinadas a partir dos dados da estação meteorológica de Setúbal/Setenave, para o período de 1974-1990. Tendo-se apurado os parâmetros e valores apresentados nas Tabelas 3-15 e 3-16.

Tabela 3-15 - Parâmetros meteorológicos para os cenários de incêndio e explosão

Parâmetro	Valor
Direcção Vento	Este
Velocidade Vento (m/s)	4,7
Temperatura média (°C)	22,7
Humidade relativa (%)	69
Classe de Estabilidade	F

Tabela 3-16 - Parâmetros meteorológicos para o cenário toxicológico

Parâmetro	Valor							
Humidade relativa (%)	69							
Temperatura (°C)	22,7							
Direcção do Vento	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Frequência (%)	30	6,3	4,4	6,3	15,1	15,6	11,1	10,4
Velocidade média (m/s)	3,7	2,9	3,0	3,3	3,5	3,6	3,6	4,6
Classe de estabilidade	D	E	E	E	D	C	C	C

3.3.4 Cartografia para a caracterização de risco

Terminada a modelação dos cenários de acidente, foi construída a representação cartográfica das distâncias atingidas pelos níveis de risco estabelecidos para cada tipo de cenário de acidente (pluma tóxica, explosão e incêndio), com recurso a funções espaciais específicas (*Multiple Ring Buffer*), e à carta de localização dos edifícios e reservatórios com substâncias perigosas (Figura 3-15).

3.3.5 Cartografia para a avaliação das consequências

As cartas para a avaliação das consequências foram elaboradas através das cartas obtidas com os cenários modelados, e das cartas elaboradas para a caracterização da península da Mitrena (3.1.2) utilizando funções de análise geográfica (*Intersect*) e posteriormente uma análise estatística. Esta avaliação permitirá determinar as consequências dos cenários de incêndio e explosão na população, ambiente e infra-estruturas, as consequências do cenário toxicológico na população e ambiente, e as consequências associadas ao pior cenário global, especificamente para as infra-estruturas como se pode verificar pela Tabela 3-17.

Tabela 3-17 – Cartas para a avaliação das consequências

Cartas para a avaliação das consequências		
Colaboradores	Explosão	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios afectados por VCE • Edifícios afectados por BLEVE
	Incêndio	<ul style="list-style-type: none"> • Instalações afectadas por Bola de fogo • Instalações afectadas por incêndio tipo piscina • Instalações afectadas por incêndio tipo jacto
	Pluma tóxica	<ul style="list-style-type: none"> • Pluma na direcção do vento SE e instalações afectadas • Pluma na direcção do vento NW e instalações afectadas
População	Pluma tóxica	<ul style="list-style-type: none"> • População Residente segundo os blocos do Censos 2001 afectadas por pluma na direcção do vento SE • Plumas tóxicas nas direcções do vento SE e S e equipamentos de utilização colectiva e agentes de Protecção Civil afectados
Ambiente	Incêndio	<ul style="list-style-type: none"> • REN e RNES afectadas por Bola de fogo • RNES afectada por Incêndio tipo piscina • RNES afectada por Incêndio tipo jacto com origem no gasoduto • REN afectada por incêndio tipo jacto com origem no gasoduto
	Pluma tóxica	<ul style="list-style-type: none"> • Estuário do Sado afectado por plumas tóxicas • RNES afectada por plumas tóxicas • Reserva Agrícola Nacional (RAN) afectada por cenário tóxico
Infra-estruturas	Edifícios e reservatórios	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios e reservatórios afectados por Bola de fogo • Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo jacto • Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo piscina • Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas • Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo jacto com origem no gasoduto

	Edifícios e reservatórios com sub. perigosas		<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios e reservatórios com sub. perigosas afectados por Bola de fogo • Edifícios e reservatórios com sub. perigosas afectados por Incêndio tipo jacto • Edifícios e reservatórios com sub. perigosas afectados por Incêndio tipo piscina • Edifícios e reservatórios com sub. perigosas afectados por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas
	Estradas		<ul style="list-style-type: none"> • Estradas afectadas por Bola de fogo
	Linha ferroviária		<ul style="list-style-type: none"> • Linha ferroviária afectada por Bola de fogo • Linha ferroviária afectada por Incêndio tipo piscina com origem nas Estradas
	Rede eléctrica		<ul style="list-style-type: none"> • Rede eléctrica afectada por Bola de fogo • Rede eléctrica afectada por Incêndio tipo jacto • Rede eléctrica afectada por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas • Rede eléctrica afectada por Incêndio tipo jacto com origem no gasoduto
Infra-estruturas	Edifícios e reservatórios	Explosão	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios e reservatórios afectados por BLEVE • Edifícios e reservatórios afectados por VCE • Edifícios e reservatórios afectados por VCE com origem no gasoduto
	Edifícios e reservatórios com sub. perigosas		<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por BLEVE • Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por VCE
	Estradas		<ul style="list-style-type: none"> • Estradas afectadas por Incêndio tipo jacto e VCE com origem no gasoduto
	Linha ferroviária		<ul style="list-style-type: none"> • Linha ferroviária afectada por BLEVE • Linha ferroviária afectada por Incêndio tipo jacto e VCE com origem no gasoduto
	Rede eléctrica		<ul style="list-style-type: none"> • Rede eléctrica afectada por VCE • Rede eléctrica afectada por BLEVE • Rede eléctrica afectada por VCE com origem no gasoduto
	Pior cenário global		<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios e reservatórios afectados pelo pior cenário global • Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados pelo pior cenário global • Estradas afectadas pelo pior cenário global • Linha ferroviária afectada pelo pior cenário global • Rede eléctrica afectada pelo pior cenário global • Instalações exteriores à península da Mitrena

4. Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados da aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior, especificamente a caracterização dos riscos e a avaliação das consequências nos colaboradores, população, ambiente e infra-estruturas dos cenários modelados, por níveis de risco. Estes resultados permitiram estabelecer estratégias de mitigação e medidas de prevenção a adoptar na península da Mitrena.

4.1 Caracterização do risco

A caracterização do risco é apresentada segundo os cenários de acidente modelados (Tabela 4-1), por instalação, tipologia, acidente e substância perigosa. Dos cenários de acidentes modelados, 11 foram cenários de incêndio distribuídos da seguinte forma: dois de Incêndio tipo piscina (poolfire); cinco de Incêndio tipo jacto (jetfire); quatro de Bolas de fogo (fireball), 10 foram cenários de explosão destes seis de VCE e quatro de BLEVE e uma pluma tóxica.

Tabela 4-1 – Cenários de acidente modelados

Instalação/ Localização	Tipologia	Acidente	Substância perigosa
5	Incêndio	Incêndio tipo piscina (pool fire)	Bacia de retenção com gasolina
7	Incêndio	Incêndio tipo jacto (jetfire)	Acetileno (6x7kg)
17	Tóxico	Pluma tóxica	Amoníaco (72 ton)
34	Explosão	VCE BLEVE	Propano (50 m3) Propano (50 m3)
	Incêndio	Bola de fogo (fireball)	Propano (50 m3)
38	Incêndio	Incêndio tipo jacto (jetfire)	n-butano (56 m3)
	Explosão	VCE	n-butano (56 m3)
39	Explosão	BLEVE VCE	Propano (22m3) Propano (22m3)
	Incêndio	Bola de fogo (fireball)	Propano (22 m3)
46	Incêndio	Incêndio tipo jacto (jet fire) Bola de fogo (fireball)	Propano (33 m3) Propano (33 m3)
	Explosão	BLEVE VCE	Propano (33 m3) Propano (33 m3)
64	Incêndio	Incêndio tipo jacto (jet fire) Bola de fogo (fireball)	Propano (66 m3) Propano (66 m3)
	Explosão	VCE BLEVE	Propano (66 m3) Propano (66 m3)
Gasoduto	Explosão	VCE	Gasoduto de gás natural (Metano)
	Incêndio	Incêndio tipo jacto (jet fire)	Gasoduto de gás natural (Metano)
Estradas	Incêndio	Incêndio tipo piscina (pool fire)	Cisterna de gasolina

Como referido na secção 3.3.3.1, os cenários de acidentes modelados foram representados cartograficamente. Nas secções seguintes estão presentes estas representações espaciais e as tabelas com as distâncias associadas ao nível de risco apuradas para cada cenário de acidente obtidas através do processo de modelação.

4.1.1 Incêndio

Os acidentes do tipo Bola de fogo (fireball) modelados encontram-se representados na Figura 4-1 e as distâncias atingidas por cada nível podem ser consultadas na Tabela 4-2.

Tabela 4-2 – Distâncias por nível de risco atingidas pelo cenário Bola de fogo

Acidente	Instalação	Reservatório	Distâncias (m) por nível de risco		
			3	2	1
Bola de fogo (fireball)	34	Propano (50 m3)	440	525	680
	39	Propano (22 m3)	366	437	570
	46	Propano (33 m3)	388	462	600
	64	Propano (66 m3)	343	410	535

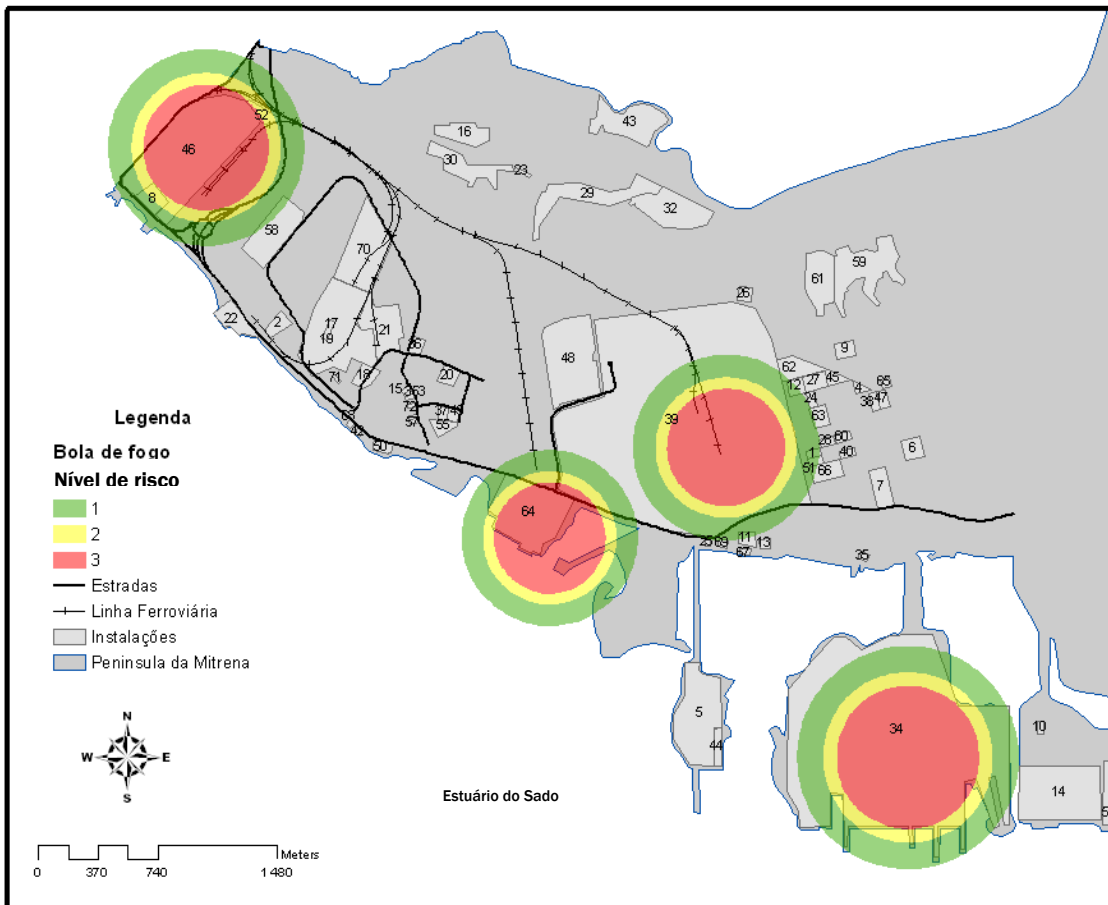


Figura 4-1 – Níveis de risco associados aos cenários de Bola de fogo

Os acidentes do tipo Incêndio tipo jacto modelados encontram-se representados nas Figuras 4-2, 4-3, 4-4 e 4-5 e as distâncias atingidas por cada nível podem ser consultadas na Tabela 4-3.

Tabela 4-3 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários Incêndio tipo jacto

Acidente	Instalação	Reservatório	Distâncias (m) por nível de risco		
			3	2	1
Incêndio tipo jacto (jetfire)	7	Acetileno	16	21	29
	38	n-butano (56 m3)	50	57	70
	46	Propano (33 m3)	80	92	114
	64	Propano (66 m3)	80	92	114
	Gasoduto	Gás natural (Metano)	43	49	60

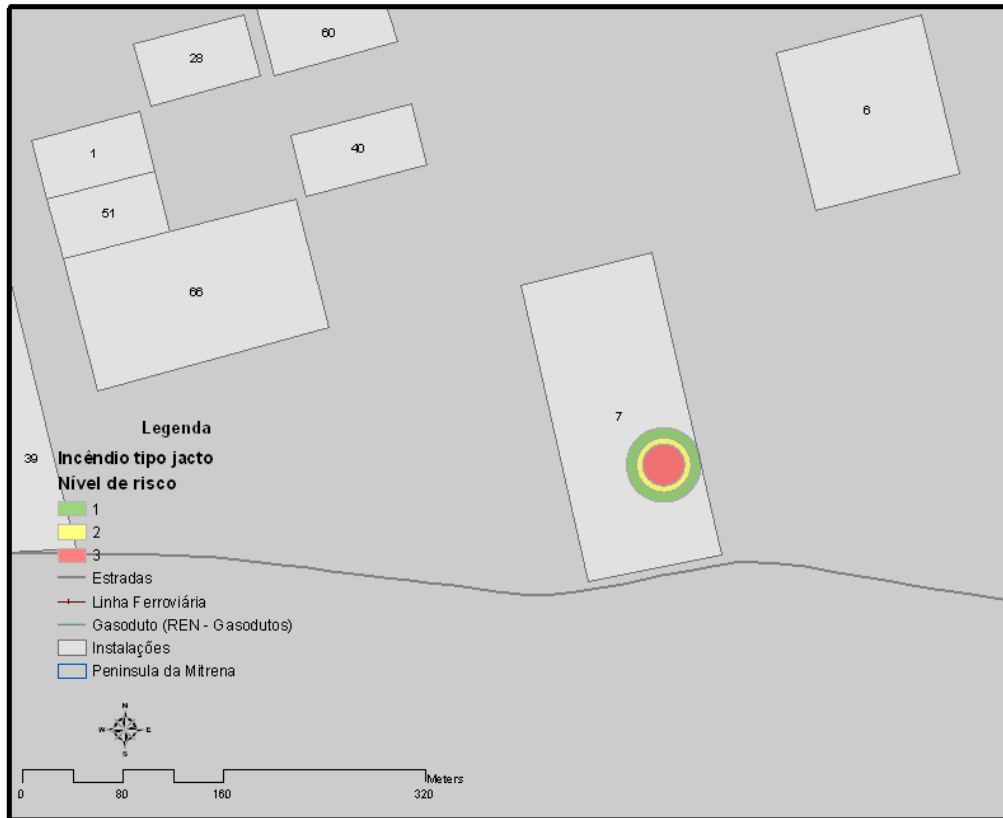


Figura 4-2 - Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 7



Figura 4-3 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 38

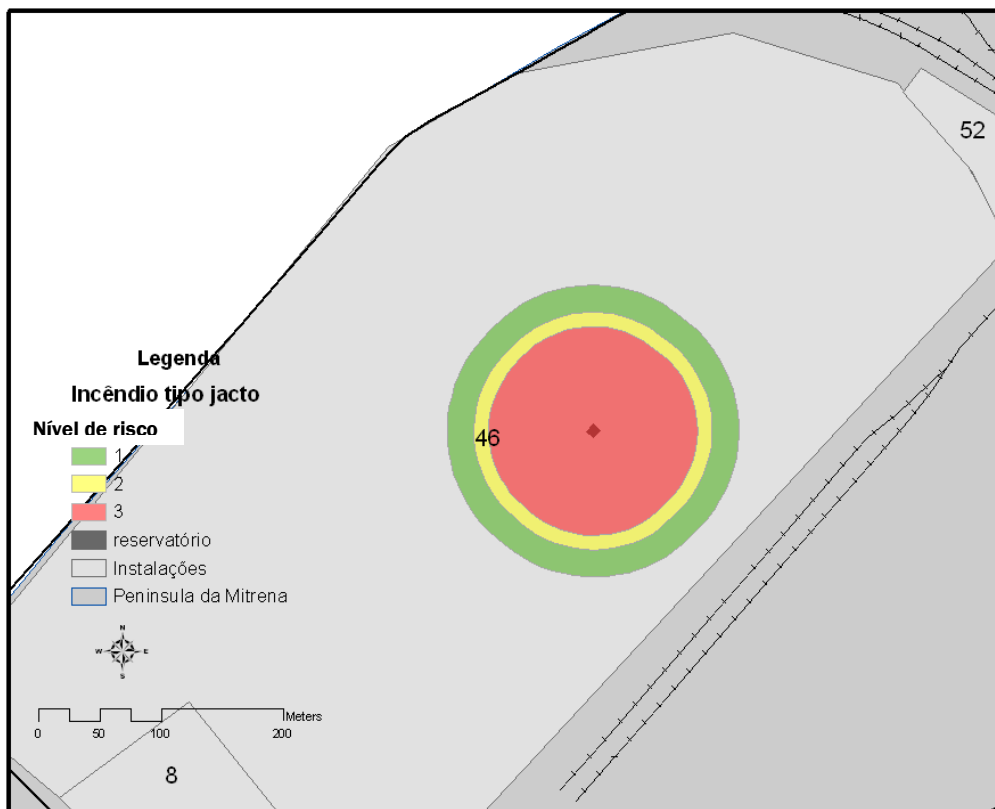


Figura 4-4 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 46

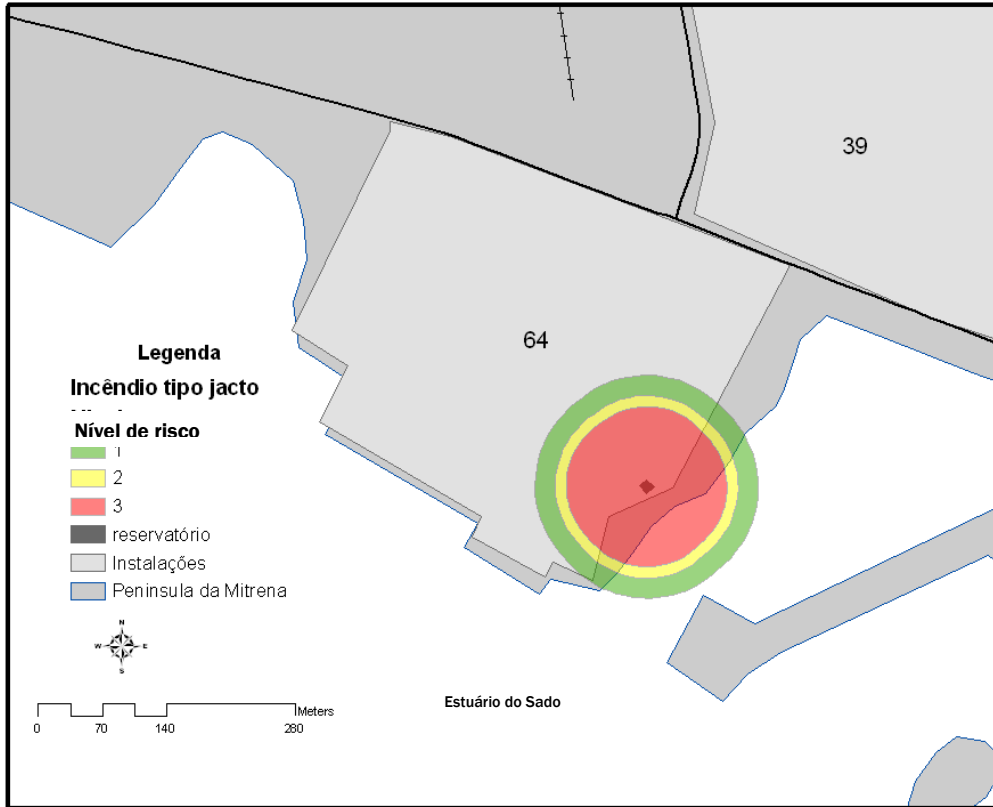


Figura 4-5 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto na instalação 64

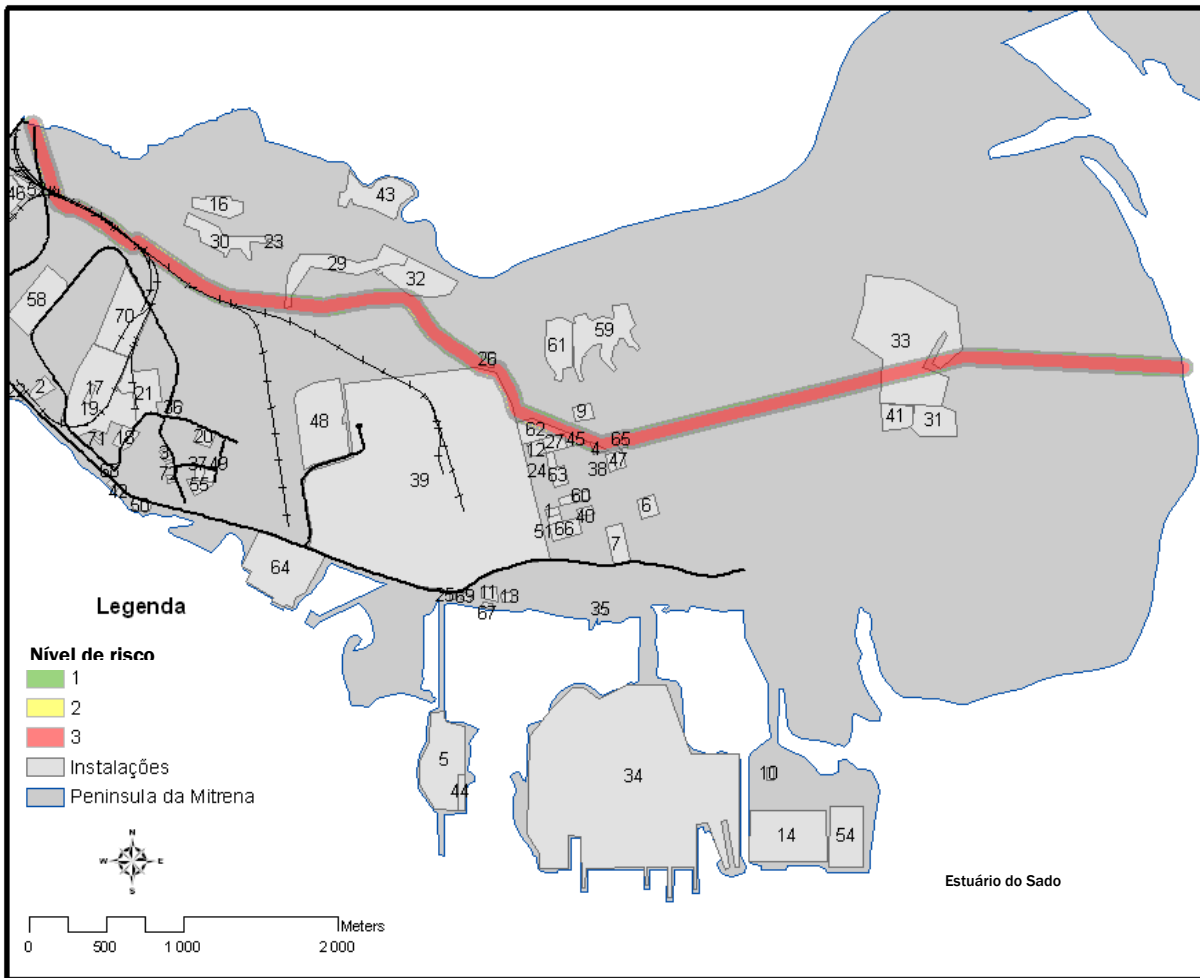


Figura 4-6 – Níveis de risco associados ao Incêndio tipo jacto no Gasoduto

Os acidentes do tipo Incêndio tipo piscina modelados encontram-se representados na Figura 4-7 as distâncias atingidas por cada nível podem ser consultadas na Tabela 4-4.

Tabela 4-4 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários Incêndio tipo piscina

Acidente	Instalação	Reservatório	Distâncias (m) por nível de risco		
			3	2	1
Incêndio tipo piscina (pool fire)	5	Bacia de retenção com gasolina	142	160	190
	Estradas	Cisterna de gasolina	20	21	24

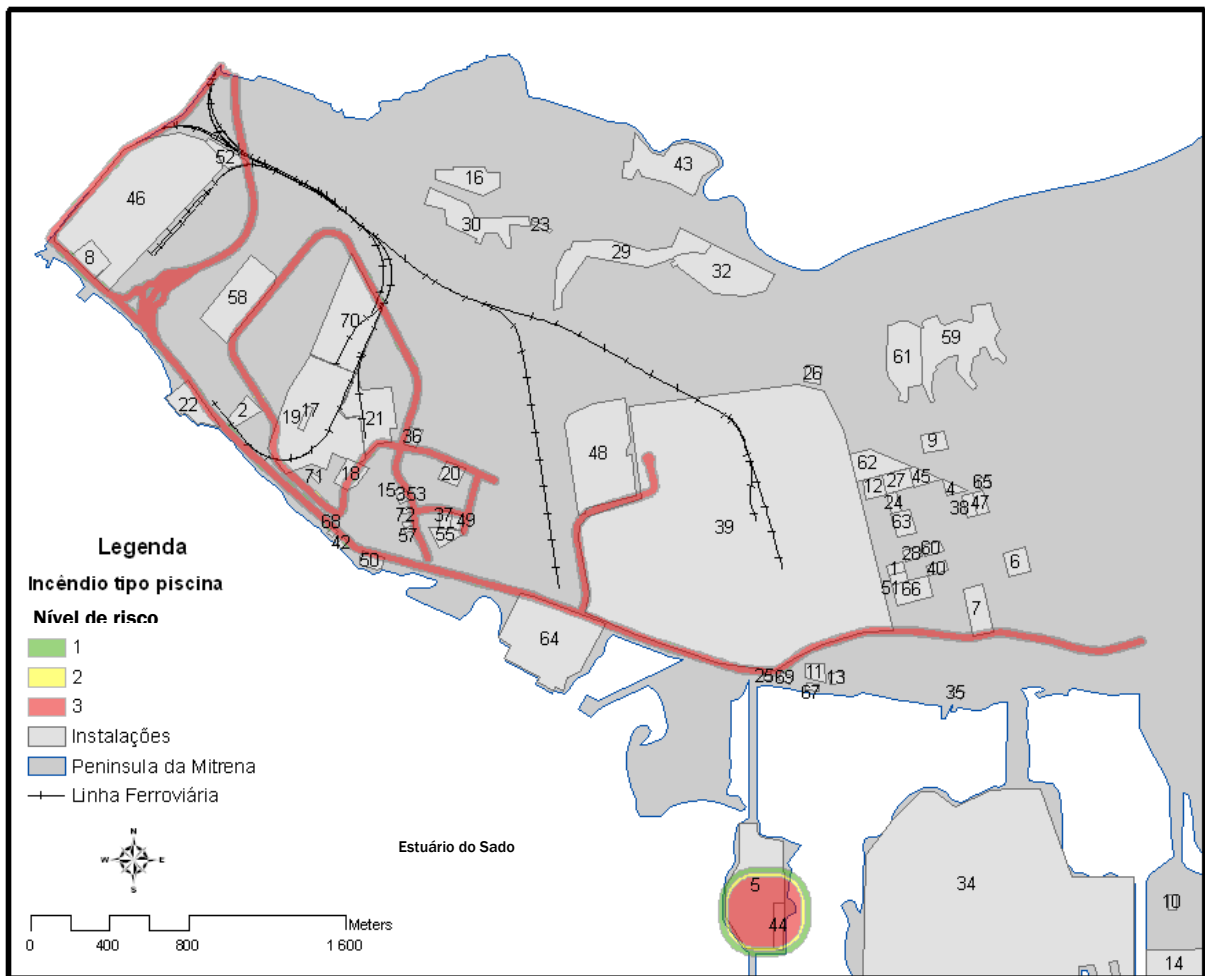


Figura 4-7 – Níveis de risco associados ao incêndio tipo piscina com origem nas Estradas e na instalação 5

4.1.2 Explosão

Os acidentes do tipo BLEVE modelados encontram-se representados na Figura 4-8 e as distâncias atingidas por cada nível podem ser consultadas na Tabela 4-5.

Tabela 4-5 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários BLEVE

Acidente	Instalação	Reservatório	Distâncias (m) por nível de risco		
			3	2	1
BLEVE	34	Propano (50 m3)	65	96	240
	39	Propano (22m3)	51	75	165
	46	Propano (33 m3)	30	50	167
	64	Propano (66 m3)	49	72	180

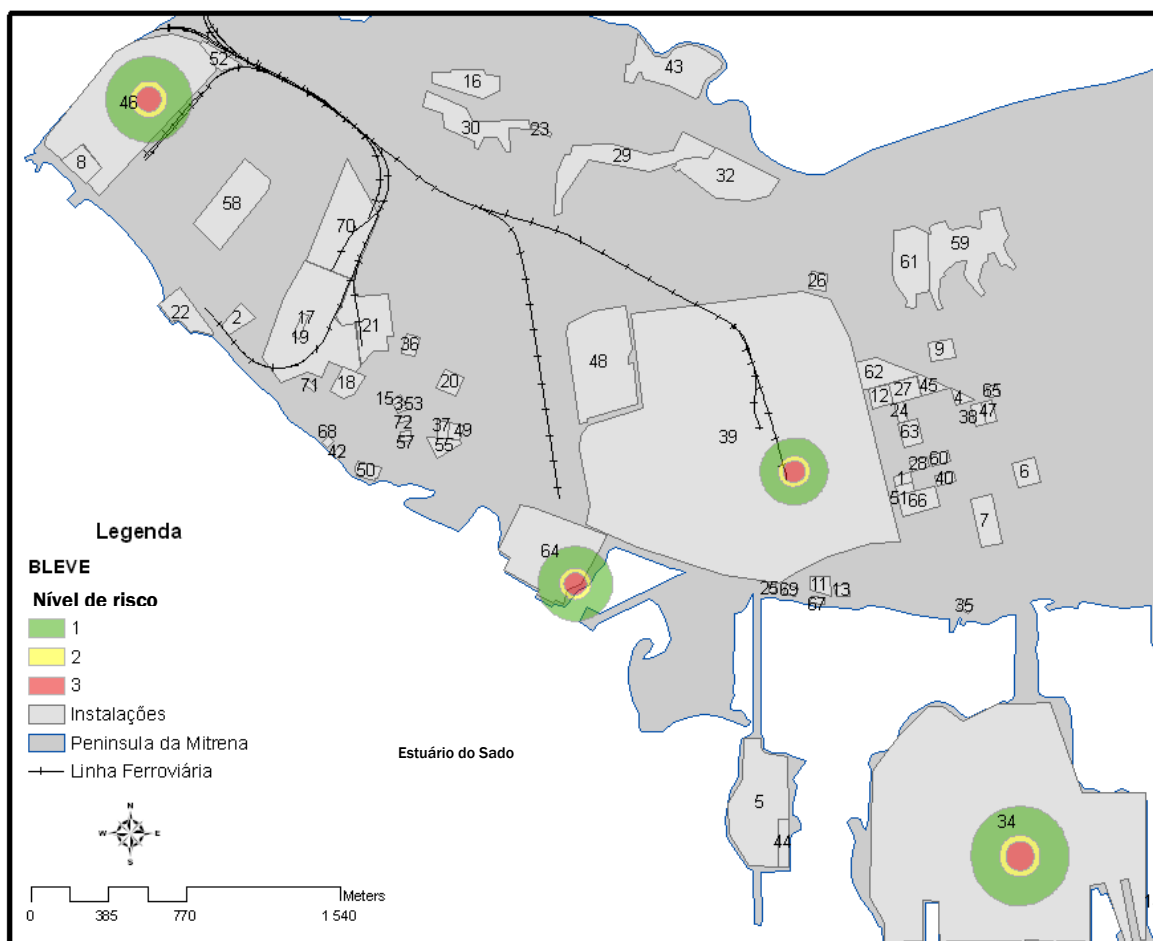


Figura 4-8 - Níveis de risco associados aos cenários de BLEVE com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64

Os acidentes do tipo VCE modelados encontram-se representados nas Figuras 4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12 e 4-13 e as distâncias atingidas por cada nível podem ser consultadas na Tabela 4-6.

Tabela 4-6 - Distâncias por nível de risco atingidas pelos cenários VCE

Acidente	Instalação	Reservatório	Distâncias (m) por nível de risco		
			3	2	1
VCE	34	Propano (50 m3)	32	53	175
	38	n-butano (56 m3)	19	33	108
	39	Propano (22m3)	44	75	241
	46	Propano (33 m3)	57	86	210
	64	Propano (66 m3)	8	13	42
	Gasoduto	Gasoduto de gás natural (Metano)	9	15	50

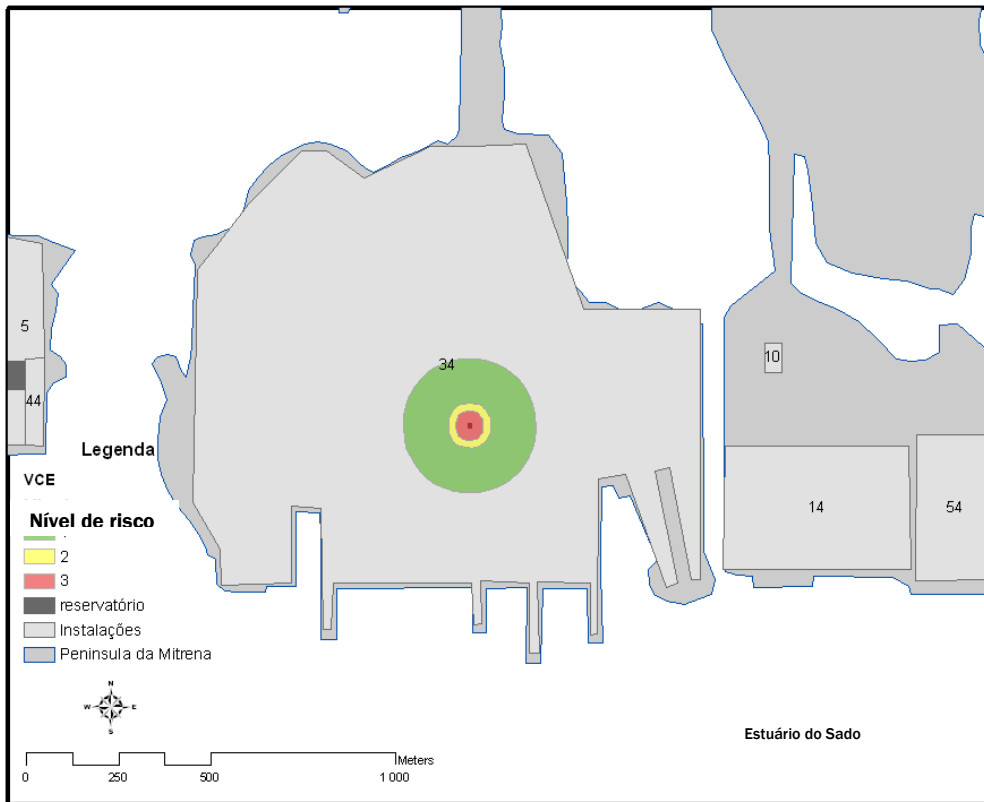


Figura 4-9 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 34

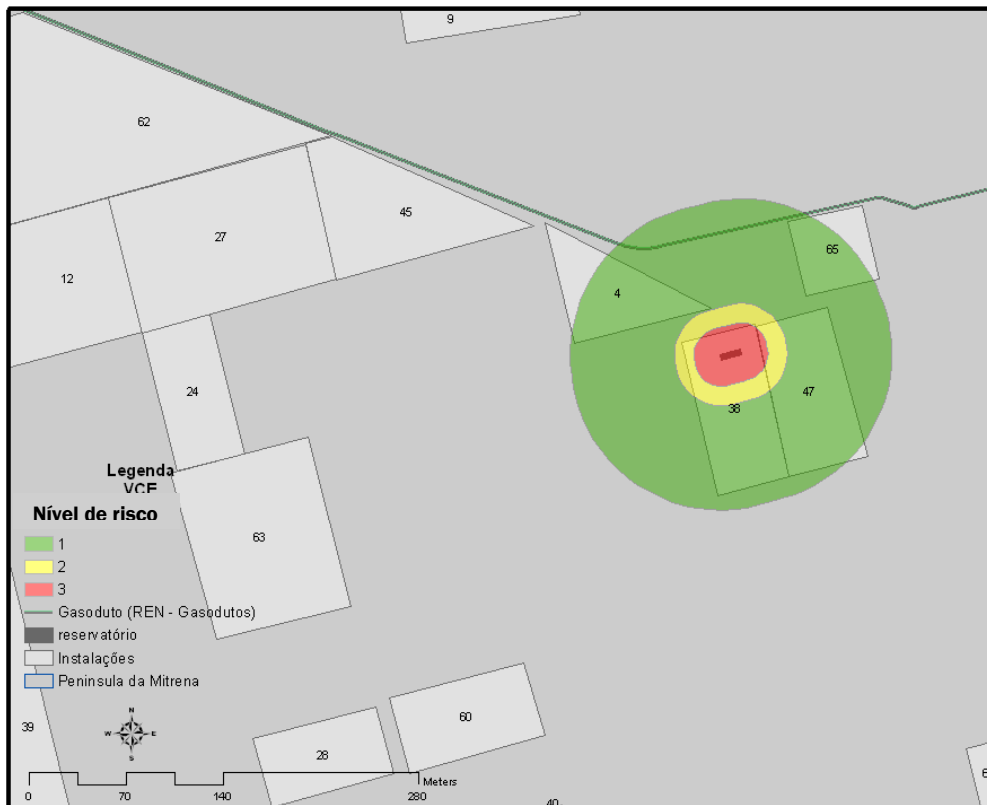


Figura 4-10 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 38

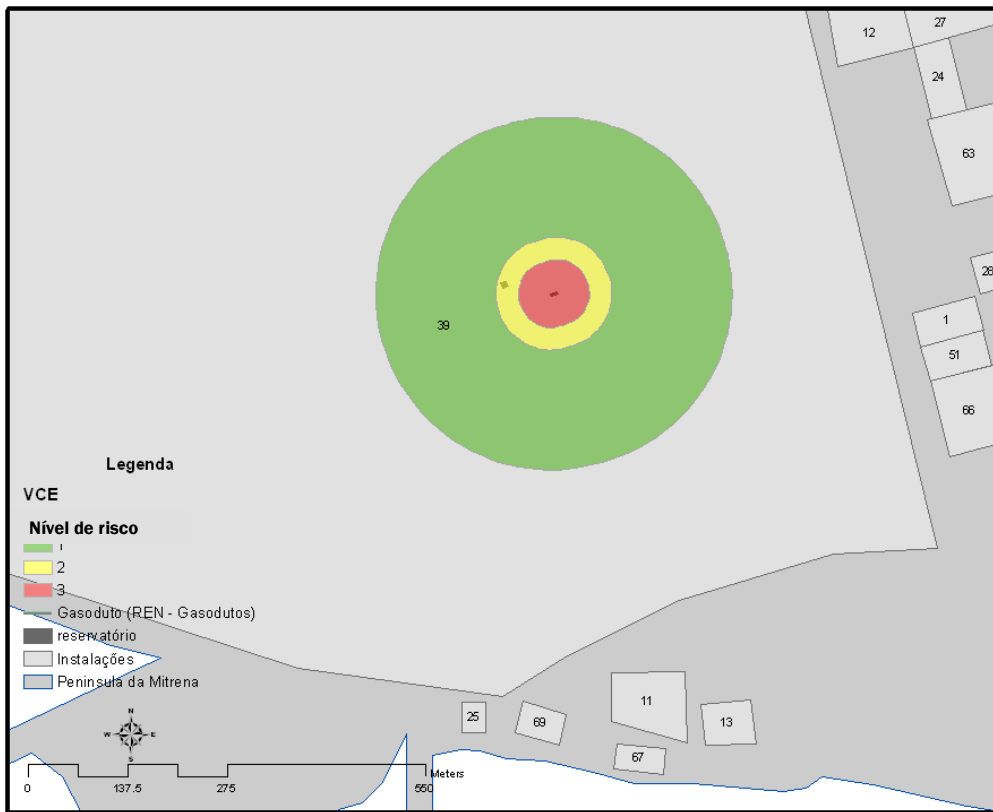


Figura 4-11 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 39

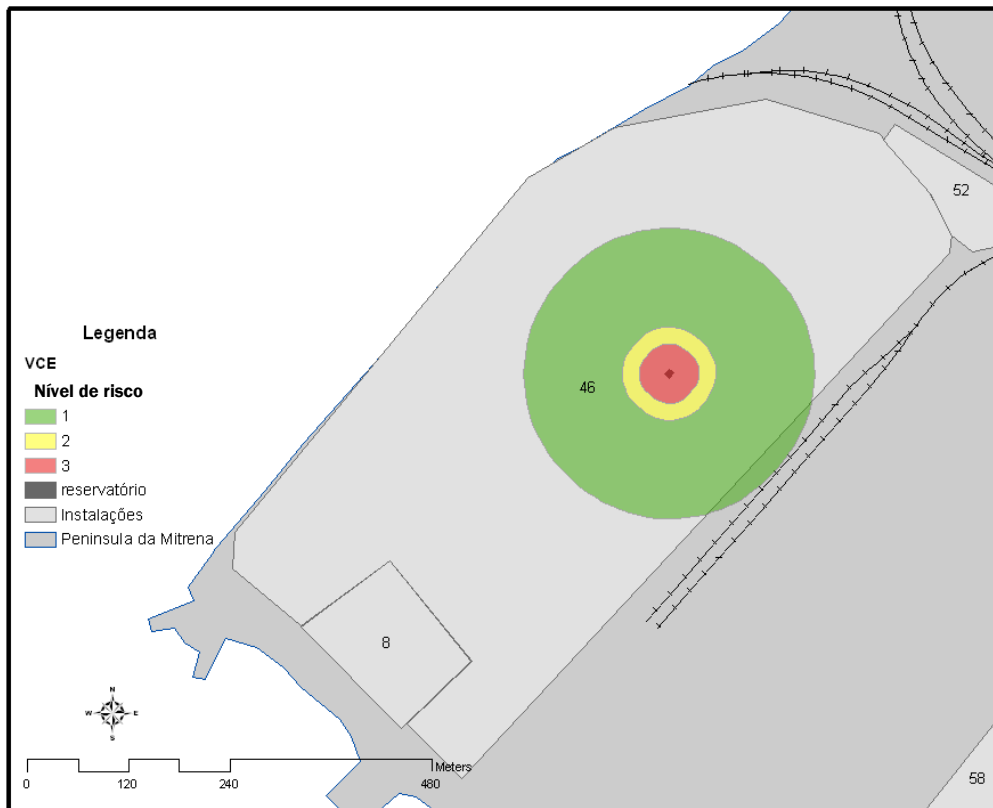


Figura 4-12 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 46

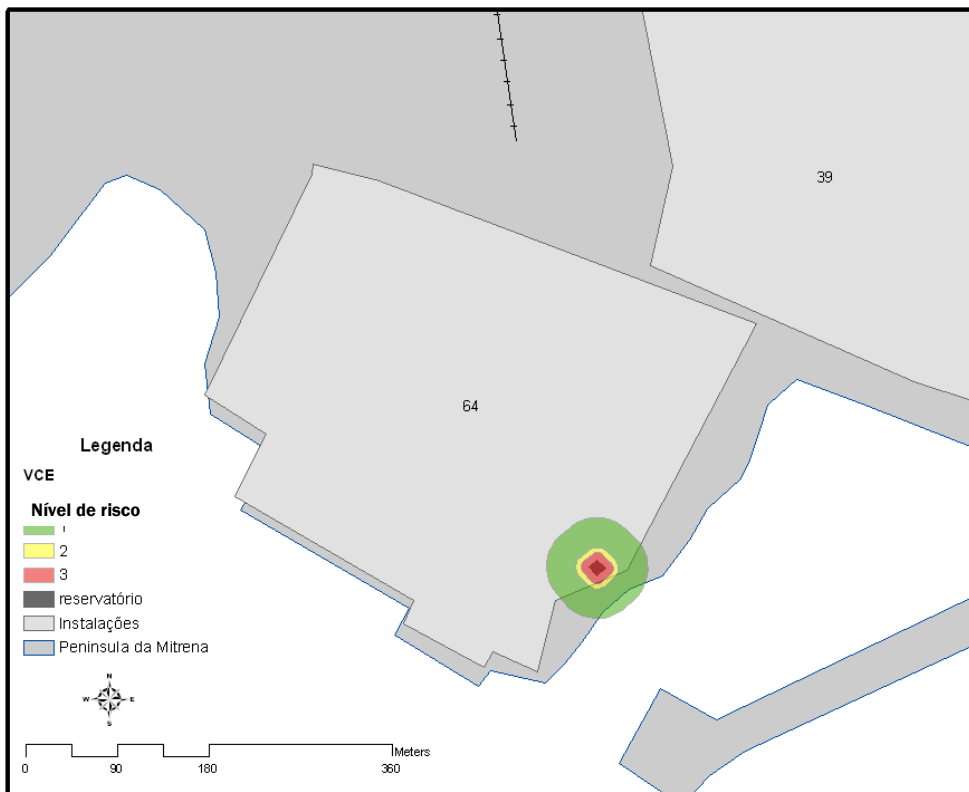


Figura 4-13 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE na Instalação 64

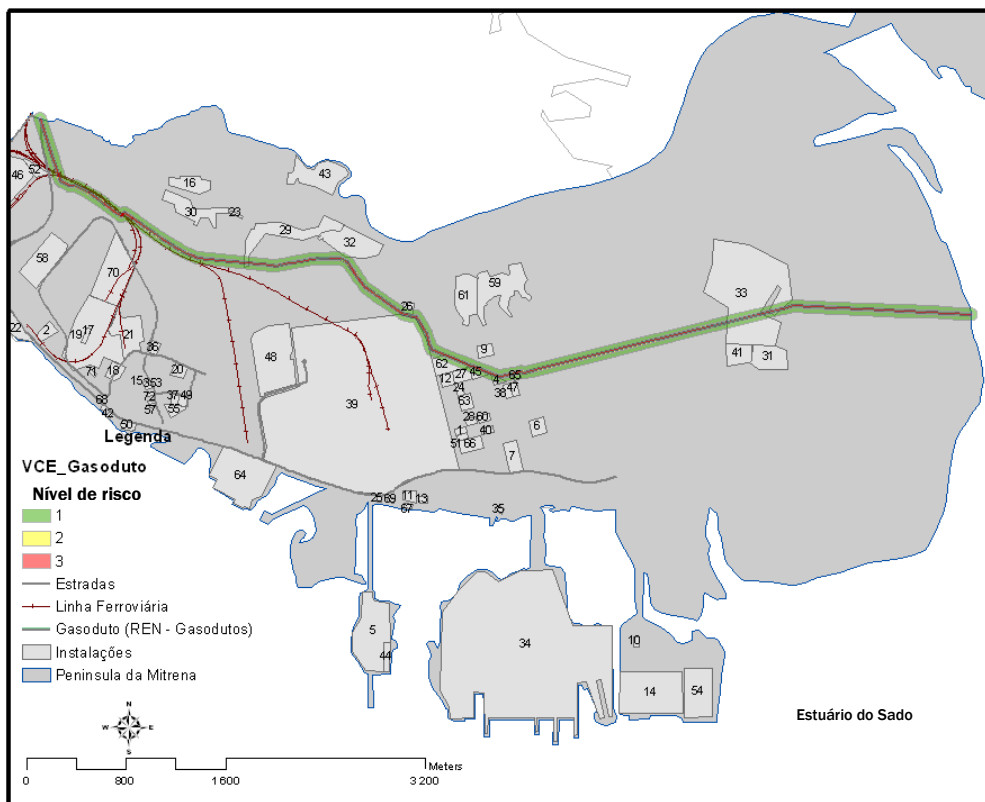


Figura 4-14 – Níveis de risco associados ao cenário de VCE no Gasoduto

4.1.3 Pluma tóxica

O acidente toxicológico modelado para oito direcções do vento encontra-se representado na Figura 4-15, e as distâncias atingidas pelo AEGL1, 2 e 3 para períodos de exposição de 1 hora podem ser consultadas na Tabela 4-7.

Tabela 4-7 - Distâncias por nível de risco atingidas pela pluma tóxica

Instalação	Reservatório	Direcção do Vento	Distância (m) atingida pela Pluma Tóxica (AEGL's: 1 hora)		
			AEGL 1	AEGL 2	AEGL 3
17	Amoníaco (72 t)	N	3620	1192	357
		NE	7092	2490	752
		E	6919	2441	736
		SE	6485	2299	693
		S	3751	1358	419
		SW	2226	820	257
		W	2226	820	257
		NW	1924	707	221

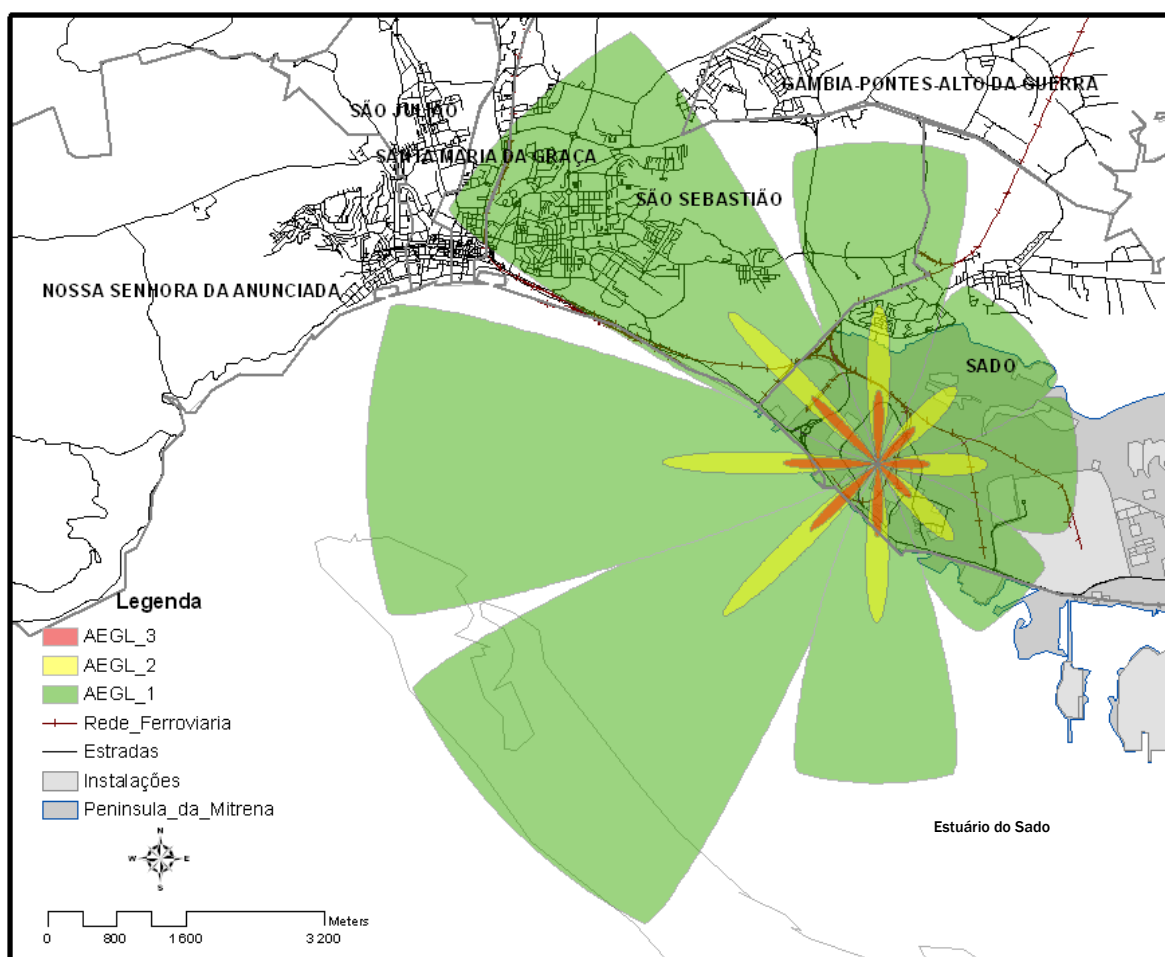


Figura 4-15 – Níveis de risco associados aos cenários de plumas tóxicas

4.2 Avaliação das consequências

A avaliação das consequências é uma fase posterior à caracterização do risco, onde se cartografou a amplitude dos cenários modelados, por níveis de risco. Nesta fase apresentam-se os resultados da intercepção entre as cartas obtidas para a caracterização da península da Mitrena, identificação de perigos e as cartas da caracterização do risco. A avaliação das consequências foi dividida em quatro categorias:

- Colaboradores: colaboradores dentro de edifícios nos cenários de explosão e colaboradores fora de edifícios mas dentro das instalações, nos cenários de incêndio e pluma tóxica;
- População residente: população residente de acordo com blocos dos Censos 2001; equipamentos de utilização colectiva ou serviço público, para as plumas tóxicas;
- Ambiente: REN e RNES para os cenários de incêndio e Estuário do Sado, RAN e RNES para plumas tóxicas;
- Infra-estruturas: edifícios e reservatórios, edifícios e reservatórios com substâncias perigosas, estradas, linha ferroviária e rede eléctrica, para os cenários de incêndio e explosão. Nesta categoria ainda se analisou o pior cenário global, para as infra-estruturas anteriores e para as instalações exteriores à península da Mitrena.

A avaliação das consequências para cada uma das categorias anteriores foi diferenciada de acordo com a origem do cenário, por instalação (5, 7, 17, 34, 38, 39, 46, 64, 73 e 74), ou por infra-estrutura (gasoduto ou estradas). Esta fase da avaliação fornecerá uma informação individualizada das consequências de cada tipo de cenário de acordo com a origem. Especificamente para as infra-estruturas determinou-se as consequências para o pior cenário global que poderá ocorrer na península da Mitrena, o que possibilitará um conhecimento generalizado do risco nesta área, podendo auxiliar o planeamento e gestão das emergências e futuramente no planeamento e ordenamento do território. Na avaliação das consequências foram considerados os efeitos da radiação térmica (incêndio), sobrepressão (explosão) e toxicidade referidos na secção 3.3.2 desta dissertação.

4.2.1 Colaboradores

As consequências nos colaboradores foram determinadas para a pior situação possível, para cada tipo de cenário. Nos cenários de explosão considerou-se que os colaboradores se encontram dentro dos edifícios, tendo em conta os efeitos da sobrepressão presentes na

secção 3.3.2, já que esta é a pior situação para os colaboradores nestes cenários. Nos cenários de incêndio as consequências nos colaboradores foram analisadas considerando que estes se encontram fora dos edifícios e distribuídos pela área total das instalações, isto porque, de acordo com os efeitos da radiação térmica presentes na secção 3.3.2, a pior situação para os colaboradores será a do contacto directo com a radiação térmica. No cenário toxicológico considerou-se que a pluma tóxica ao intersectar o perímetro das instalações poderá afectar a totalidade de colaboradores que poderão estar por dia nas instalações, devido às incertezas na dispersão de um gás tóxico.

Explosão

Os cenários de explosão com maiores consequências para os colaboradores (Tabela 4-8, Figura 4-16 e Anexo 8) são o cenário de BLEVE e de VCE com origem na instalação 34, que poderá afectar com nível de risco 3, cerca de, 95 e 70 colaboradores, presentes em 3 e 2 edifícios desta instalação, respectivamente.

Tabela 4-8 - Colaboradores por edifícios afectados por explosão de origem em instalações

Instalação	Nível	Acidente	N.º de colaboradores	N.º de Edifícios
34	1	BLEVE	272	4
	3		95	3
	1	VCE	102	2
	2		25	1
	3		70	2
	38	1	VCE	12
2		4		2
3		9		2
39	1	BLEVE	55	2
	1	VCE	106	9
46	1	BLEVE	22	2
	2		5	1
	3		45	2
	1	VCE	27	3
	2		30	1
	3		17	2
64	1	BLEVE	89	5
	2		29	1
	3		25	2
	1	VCE	4	1

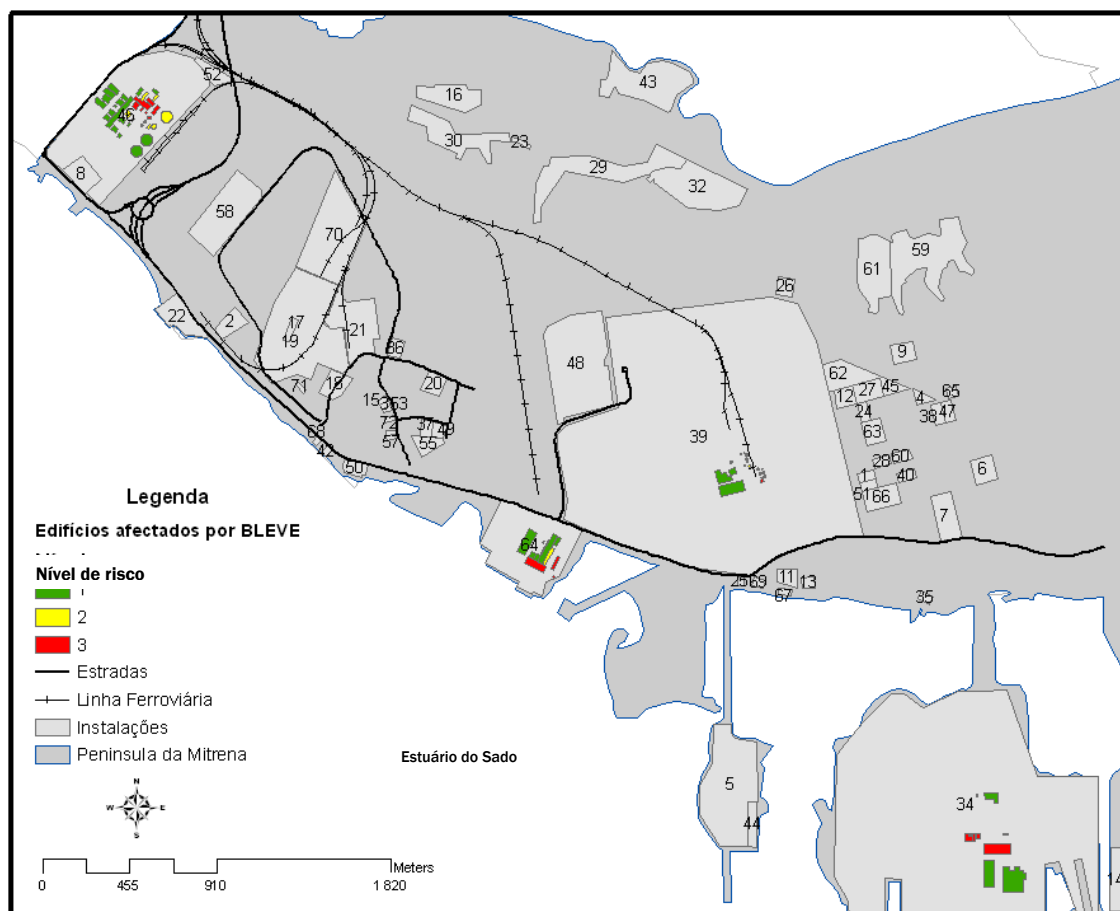


Figura 4-16- Edifícios afectados por BLEVE com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64

As consequências nos colaboradores do cenário de explosão, VCE, modelado para o Gasoduto, são dependentes da origem deste acidente no Gasoduto, como se pode verificar pelo Anexo 8. Neste contexto, as instalações que poderão ser afectadas pelos níveis de risco modelados são, a 4, 27, 45 e 62 e consequentemente os colaboradores que poderão estar presente nos edifícios dessas instalações.

Incêndio

O cenário de incêndio com origem em instalações, com maior risco para os colaboradores (Tabela 4-9, Figura 4-17 e Anexos 9 e 10) é o cenário de bola de fogo (fireball) na instalação 34, que poderá afectar com nível de risco 3, cerca de 583 colaboradores, presentes nessa instalação. O segundo cenário com maior risco para os colaboradores é o cenário de bola de fogo (fireball) na instalação 64 que poderá afectar, cerca de 250 colaboradores, presentes em duas instalações.

Tabela 4-9 – Colaboradores afectados por cenários de incêndio e por instalações

Instalação	Nível	Incêndio	N.º de Colaboradores	N.º de Instalações
5	1	Incêndio tipo piscina (pool fire)	1	1
	2		1	1
	3		15	2
7	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	1	1
34	1	Bola de fogo (fireball)	313	1
	2		179	1
	3		583	1
38	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	2	4
	2		1	3
	3		11	3
39	1	Bola de fogo (fireball)	93	12
	2		48	1
	3		114	1
46	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	8	1
	2		4	1
	3		13	1
	1	Bola de fogo (fireball)	42	4
	2		48	3
	3		159	2
64	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	15	1
	2		7	1
	3		25	1
	1	Bola de fogo (fireball)	33	2
	2		45	2
	3		250	2

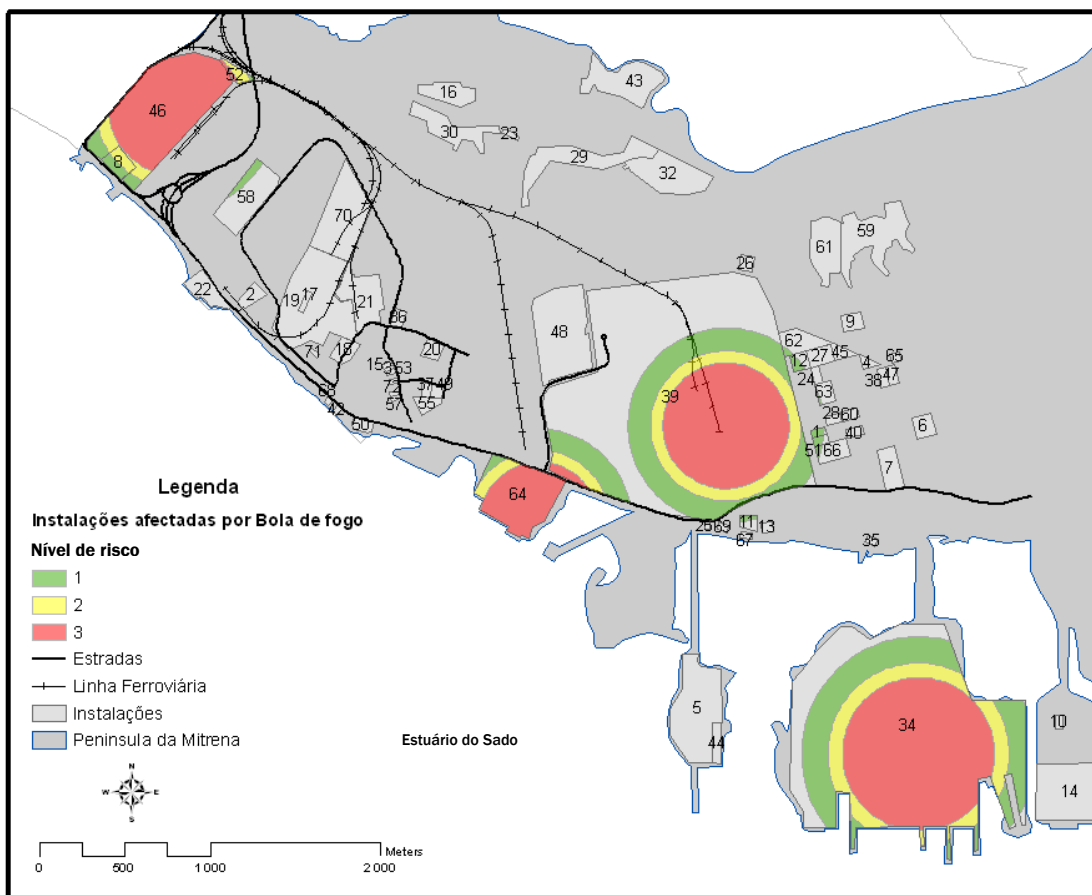


Figura 4-17 - Instalações afectadas por Bola de fogo com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64

As consequências nos colaboradores, do cenário modelado com origem nas infra-estruturas rodoviárias, são diferentes de acordo com o local de origem do acidente, como se pode verificar pelo Anexo 10. Neste sentido, se o cenário modelado ocorrer na Estradas Nacionais 10-4, 10-8 e nos Arruamentos do Parque Sapec Bay, os perímetros das instalações que estão no raio de alcance dos acidentes poderão ser afectados, e consequentemente também os colaboradores que poderão estar nesses locais, enquanto que, se ocorrer na Estrada Municipal 536-1 é reduzida a possibilidade de afectar colaboradores presentes nas instalações.

Nos cenários do Gasoduto, Incêndio tipo jacto (jetfire) e VCE, as consequências também estão dependentes da origem deste acidente, sendo que neste caso poderão ser afectados os colaboradores das instalações 4, 26, 38, 39, 45, 47, 62 e 65, como se pode verificar pelos Anexos 8 e 9.

Tóxico

O cenário toxicológico com maior risco para a saúde dos colaboradores (AEGL-3) (Tabela 4-10, Figura 4-18 e Anexo 11) está associado à pluma tóxica com de direcção Sudeste (SE) do vento que poderá provocar afectar letalmente, cerca de 255 colaboradores. O segundo cenário com maior risco está associado a uma pluma tóxica na direcção Oeste (W) do vento, que poderá atingir, cerca de 231 colaboradores.

Tabela 4-10 – Colaboradores em instalações afectadas por cenário toxicológico

Direcção do vento	Colaboradores em instalações afectadas			
	AEGL – 1	AEGL - 2	AEGL - 3	Total
N	1	47	101	149
S	4	-	104	108
E	289	-	108	397
W	473	-	231	704
NE	52	41	73	166
SE	100	-	255	355
SW	4	1	104	109
NW	821	156	73	1050

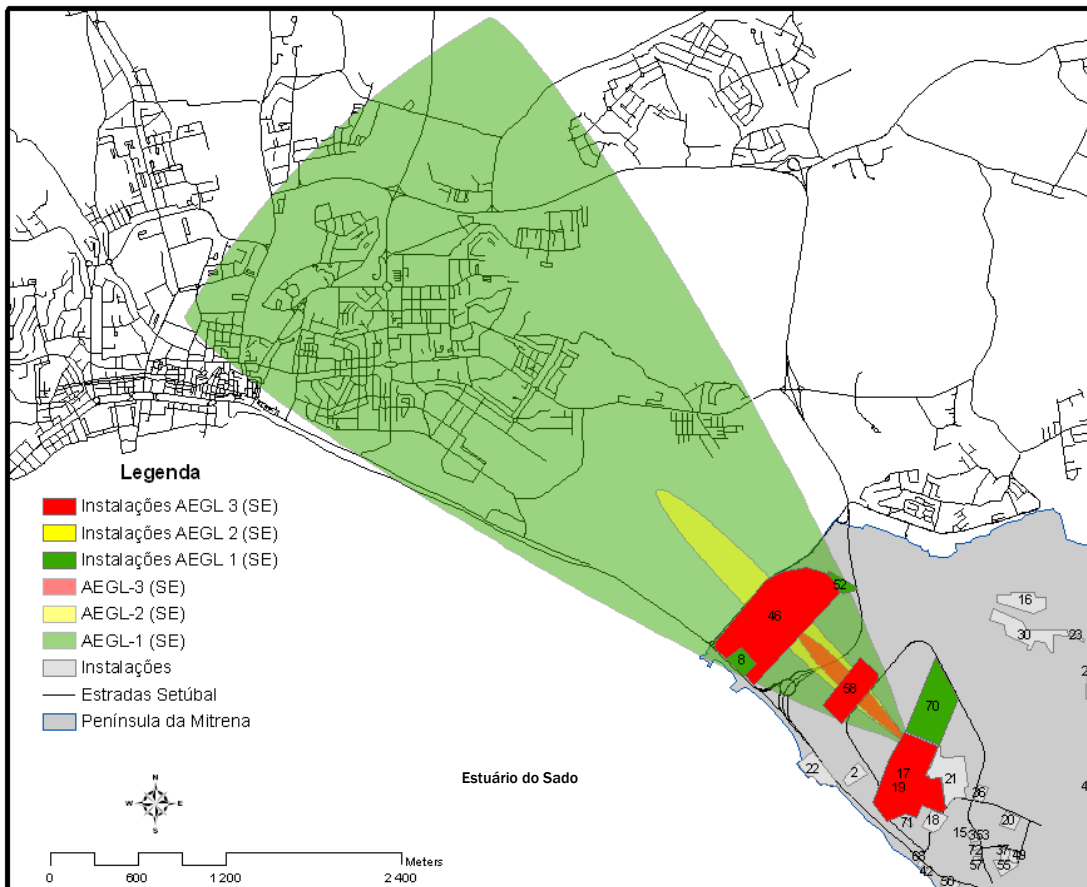


Figura 4-18 - Pluma na direcção do vento SE e instalações afectadas

4.2.2 População residente

A situação com maior risco para população residente, isto é, a que poderá provocar mais impactes na saúde da população, está associada a pluma tóxica na direcção Sudeste (SE) do vento (Tabela 4-11 e Figura 4-18), que poderá afectar cerca de 54110 habitantes. Por sua vez, as plumas tóxicas com menores impactes na saúde da população residente são as de direcção Este (E) e Oeste (W) do vento, que poderão afectar apenas a população residente na península da Mitrena.

Tabela 4-11 - População residente afectada por cenário toxicológico

Direcção do Vento	População residente (n.º Hab.)			Total
	AEGL – 1	AEGL - 2	AEGL - 3	
N	8	-	8	16
S	2036	1018	7	3061
E	-	-	15	15
W	-	-	15	15
NE	9	-	10	19
SE	54036	59	15	54110
SW	754	-	15	769
NW	9	-	10	19

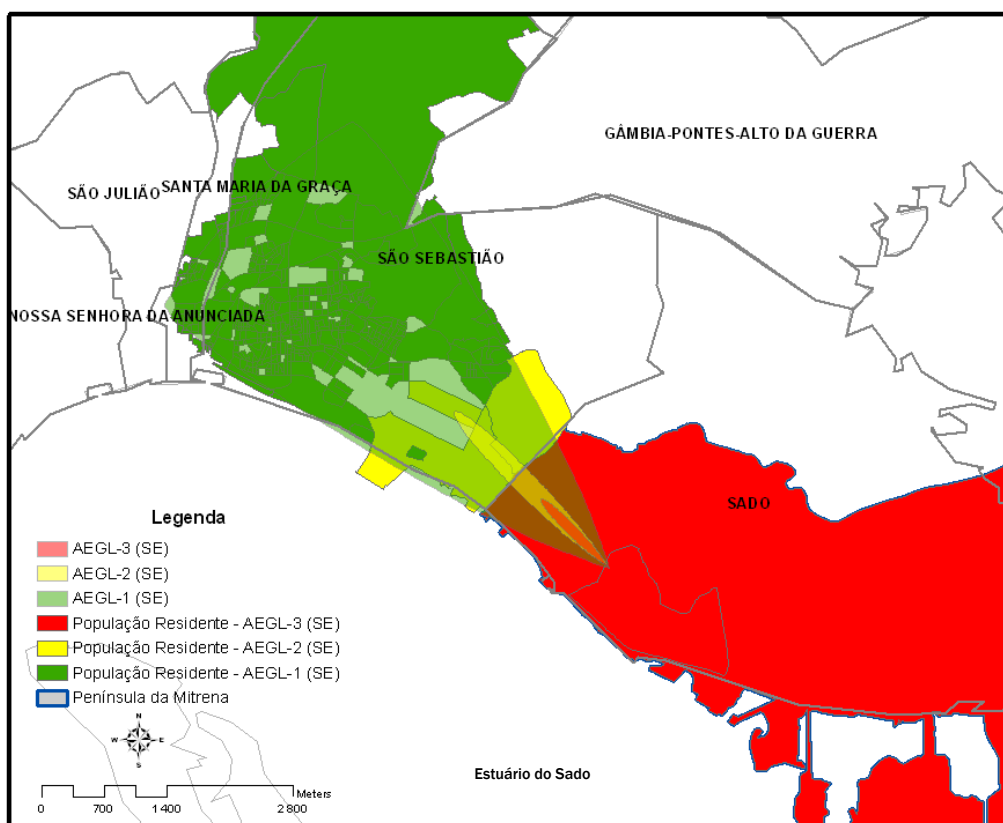


Figura 4-19 - População Residente segundo os blocos do Censos 2001 afectadas por pluma na direcção do vento SE

As consequências de uma pluma tóxica foram analisadas para as seguintes infra-estruturas: equipamentos de utilização colectiva; edifícios da administração pública; edifícios dos agentes de Protecção Civil e nas infra-estruturas de abastecimento de água, dado que podem estar presentes um elevado número de pessoas nesses edifícios ou no caso das infra-estruturas de abastecimento de água, especificamente os reservatórios de água superficiais poderão ser contaminados por amoníaco.

A pluma com vento na direcção Sudeste (SE) afecta um considerável número de infra-estrutura, aproximadamente 70 (Anexo 12). Relativamente aos estabelecimentos de saúde poderão ser atingidos o Hospital de São Bernardo, E.P.E., assim como as Extensão - Bairro Santos Nicolau e o Centro de Saúde S. Sebastião. Nos estabelecimentos de ensino poderão ser afectadas 11 escolas do 1º ciclo do ensino básico, cinco escolas do 2º/3º ciclo do ensino básico, quatro escolas do ensino profissional e três escolas do ensino pré-escolar. Relativamente a equipamentos culturais e religiosos poderão ser atingidos oito equipamentos, e nos desportivos nove equipamentos. Nos hipermercados e mercados poderão ser atingidos o Jumbo de Setúbal, a Loja Minipreço Av. Bento de Jesus Caraça, o

Supermercado Pingo Doce Moinho do Frade e o Lidl Dienstleistung GmbH & Co. KG - Loja Económica LIDL Fonte Lavra.

Na administração Pública poderão ser afectados nove edifícios, entre outros, o dos Serviços Municipais de Protecção Civil, e o estabelecimento prisional da região de Setúbal. Nos agentes de protecção civil de destacar a possível afectação da Companhia de Bombeiros Sapadores de Setúbal, e ainda de três esquadras da Polícia e uma da GNR.

A pluma com vento na direcção Sul (S) têm consequências consideravelmente menores do que a de direcção Sudeste (SE), mas ainda assim poderá afectar alguns equipamentos de utilização colectiva com dimensões consideráveis como é o caso do Instituto Politécnico de Setúbal, especificamente a ESE - Escola Superior de Educação, EST - Escola Superior de Tecnologia, ESCE - Escola Superior de Ciências Empresariais, e a ESS - Escola Superior de Saúde, e ainda duas escolas do 1º ciclo de ensino básico.

Tabela 4-12 – Infra-estruturas de utilização colectiva ou serviço público afectados por cenário toxicológico

Área Temática	Tipologia	N.º de Equipamentos	
		SE (AEGL -1)	S (AEGL-1)
Equipamentos de utilização colectiva	Hospitais e Centros de Saúde	3	-
	Estabelecimentos de Ensino	23	7
	Culturais, Religiosos e Desportivos	17	3
	Hipermercados e Mercados	7	-
Administração Pública	Edifícios Administrativos	9	1
Agentes de Protecção Civil	Bombeiros	1	-
	GNR	1	-
	Polícia	3	-
Infra-estruturas de abastecimento de água	Reservatórios de água	6	-

4.2.3 Ambiente

De acordo com a metodologia proposta por Tixier, *et al.* (2006), apresentada na secção 2.3.2, os cenários de incêndio e as plumas tóxicas são dos cenários modelados os que representam maior percentagem no índice de vulnerabilidade determinado para o ambiente (excepto os cenários de poluição líquida que não foram modelados nesta dissertação), neste sentido, considerou-se analisar as consequências decorrentes destes dois cenários.

Radiação térmica

Segundo Tixier, *et al.* (2006), nos cenários de incêndio, as áreas com maior vulnerabilidade são maioritariamente as áreas naturais e as áreas naturais específicas, assim sendo

considerou-se analisar as áreas de REN e de RNES para estes cenários. Pela análise efectuada (Tabela 4-13 e Anexo 13) verifica-se que as áreas REN e da RNES, apenas poderão ser afectadas pelo cenário de Bola de fogo (fireball) com origem na instalação 46.

Tabela 4-13 – Área de utilização condicionada afectada por cada cenário de incêndio

Instalação	Área condicionada	Nível	Acidente	Área (ha)
46	REN	1	Bola de fogo (fireball)	0.06
	RNES	1	Bola de fogo (fireball)	0.09
		2	Bola de fogo (fireball)	4,98

No que diz respeito ao cenário modelado para as infra-estruturas rodoviárias, Incêndio tipo piscina (poolfire), verifica-se pelo Anexo 14, que este apenas terá consequências para a área de RNES, e especificamente na Estrada Nacional 10-8 no limite Noroeste da península da Mitrena. Relativamente às consequências que poderão ser provocadas pelos cenários modelados para o gasoduto, Incêndio tipo jacto (jetfire), Anexo 15 e Anexo 16, poderão independentemente da origem do acidente afectar a RNES e também em algumas áreas da REN.

Tóxico

Segundo Tixier, *et al.* (2006), nos cenários de libertação de tóxicos as áreas com maior vulnerabilidade são as áreas agrícolas, as áreas naturais específicas e as zonas húmidas e corpos de água, neste sentido, analisou-se as áreas de Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria), de RAN e de RNES. De acordo com a análise efectuada (Tabela 4-14 e Anexo 17, 18 e 19) a área mais afectada pelas plumas tóxicas é a do Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria), sendo afectada por todas as direcções de vento. A segunda área mais afectada é a da RNES, que poderá ser atingida pelas plumas nas direcções Sul (S), Sudoeste (SW) e Oeste (W) do vento, e destas a que mais área poderá afectar é a de direcção do vento SW. A Reserva Agrícola Nacional poderá ser afectada se ocorrerem plumas nas direcções Sul (S), Sudeste (SE) e Sudoeste (SW).

Tabela 4-14 – Áreas afectadas por cenário tóxico

Direcção do Vento	Tipo de área	Área afectada (ha)		
		AEGL-1	AEGL-2	AEGL-3
E	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	686.70	37.15	2.89
N	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	426.29	23.39	-
NE	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	443.75	41.78	5.47
NW	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	41.36	-	-
S	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	58.70	13.50	-
	RAN	20.34	-	-
	RNES	65.78	15.63	-
SE	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	8.63	-	-
	RAN	30.46	2.24	-
SW	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	113.68	13.09	-
	RAN	5.13	-	-
	RNES	204.20	11.52	-
W	Estuário e Faixa Costeira (até 30 m de batimetria)	45.56	-	-
	RNES	94.99	-	-

4.2.4 Infra-estruturas

Na secção Infra-estruturas analisou-se os efeitos dos cenários de incêndio e explosão nos edifícios e reservatórios com e sem substâncias perigosas, nas instalações industriais do exterior, nas estradas, linhas ferroviárias e rede eléctrica. Especificamente nesta secção foram avaliadas as consequências do pior cenário global para as infra-estruturas. A análise das consequências nas infra-estruturas teve por base a informação presente na secção 3.3.2, assim sendo destaca-se as consequências que poderão ser provocadas pelo nível 3, pois são as que requerem maior atenção por parte dos meios de socorro e emergência.

Edifícios e reservatórios

O cenário que poderá afectar mais edifícios e reservatórios e com maior risco associado (Tabela 4-15, Figura 4-20 e Anexos 20 e 21) é o de Bola de fogo (fireball) com origem na instalação 39, com cerca de 58 edifícios e reservatórios possivelmente afectados pelo nível 3 de risco. Por sua vez, o cenário de radiação com menor risco associado para o nível 3 de risco, é o de Incêndio tipo jacto (jetfire) com origem na instalação 7 que poderá afectar estruturalmente 4 edifícios e/ou reservatórios.

Tabela 4-15 – N.º de edifícios e reservatórios afectados por Incêndio

Instalação	Nível	Incêndio	N.º de Edifícios e reservatórios
5	1	Incêndio tipo piscina (pool fire)	1
	3		18
7	2	Incêndio tipo jacto (jetfire)	2
	3		4
34	1	Bola de fogo (fireball)	3
	2		5
	3		22
38	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	2
	3		9
39	1	Bola de fogo (fireball)	53
	2		10
	3		58
46	2	Bola de fogo (fireball)	1
	3		48
	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	4
3	16		
64	1	Bola de fogo (fireball)	11
	2		7
	3		20
	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	1
3	5		

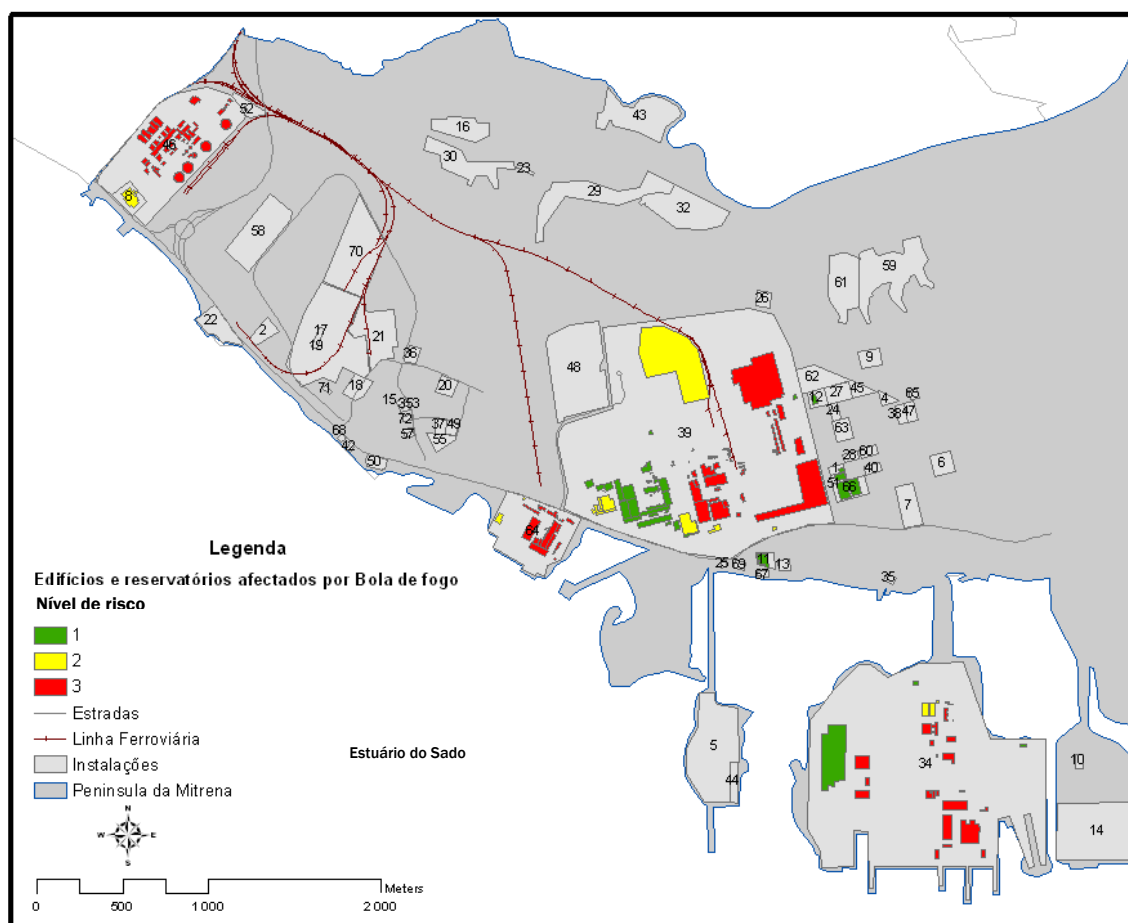


Figura 4-20 - Edifícios e reservatórios afectados por Bola de fogo com origem nas instalações 34, 39, 46 e 64

Relativamente às consequências de cada cenário de explosão nos edifícios e reservatórios (Tabela 4-16 e Anexos 22 e 23), o cenário de BLEVE é o que comparativamente com o VCE, poderá provocar maiores impactes nos edifícios e reservatórios, sendo na instalação 46 que poderá ocorrer a pior situação, com cerca de nove edifícios e reservatórios afectados pelo nível 3 de risco. Neste sentido, os cenários de VCE serão menos gravosos, e a pior situação poderá ocorrer igualmente na instalação 46, com cerca de cinco edifícios e reservatórios dentro do nível 3 de risco.

Tabela 4-16 - N.º de edifícios e reservatórios afectados por Explosão

Instalação	Nível	Explosão	N.º de Edifícios e reservatórios
34	1	BLEVE	5
	3		4
	1	VCE	2
	2		1
	3		3
	38	1	VCE
2		4	
3		3	
39	1	BLEVE	21
	2		1
	3		5
	1	VCE	36
	2		2
	3		4
46	1	BLEVE	18
	2		7
	3		9
	1	VCE	19
	2		3
	3		5
64	1	BLEVE	6
	2		1
	3		3
	1	VCE	1
	3		1

Como já foi referido nas secções anteriores, as consequências que poderão ser provocadas pelo do cenário modelado com origem nas infra-estruturas rodoviárias, são diferentes de acordo com o local de origem do acidente, como se pode verificar pelo Anexo 24. Neste sentido, se o cenário modelado ocorrer na Estrada Nacional 10-4 e nos Arruamentos do Parque Sapec Bay, os edifícios e reservatórios que estiverem no raio de alcance dos níveis de risco considerados poderão ser afectados, enquanto que, se ocorrer na Estrada Nacional 10-8 e na Estrada Municipal 536-1 é reduzida a possibilidade de ser afectado algum edifício.

Relativamente às consequências nos edifícios e reservatórios dos cenários modelados para o gasoduto, VCE e Incêndio tipo jacto (jetfire), verifica-se através do Anexo 25 que estão igualmente dependentes da localização do acidente. Neste contexto, os edifícios e reservatórios que poderão ser afectados pertencem às instalações 4, 27, 45 e 62, dada à proximidade com o gasoduto.

Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas

Considerou-se analisar os edifícios e reservatórios com substâncias perigosas devido a possibilidade de ocorrência de um acidente na sequência de outro, o que poderá aumentar o nível de risco e as consequências. O cenário incêndio que poderá provocar maior risco para os edifícios e reservatórios com substâncias perigosas (Tabela 4-17 e Anexos 27, 28 e 29) é o de Bola de fogo (fireball), na instalação 39 e atingir aproximadamente 39 edifícios e reservatórios de substâncias perigosas, com nível 3 de risco. Os segundos cenários com maiores consequências são o Incêndio tipo piscina (pool fire) e o de Bola de fogo (fireball), com origem nas instalações 5 e 7, respectivamente, que poderão afectar 14 edifícios e reservatórios de substâncias perigosas.

Tabela 4-17 – N.º de edifícios e reservatórios com sub. perigosas afectados por Incêndio

Instalação	Nível	Incêndio	Nº de edifícios e reservatórios com sub. Perigosas
5	3	Incêndio tipo piscina (pool fire)	14
7	2	Incêndio tipo jacto (jetfire)	2
	3		3
34	3	Bola de fogo (fireball)	4
39	1	Bola de fogo (fireball)	36
	2		5
	3		39
46	3	Bola de fogo (fireball)	14
	1	Incêndio tipo jacto (jetfire)	3
	3		6
64	1	Bola de fogo (fireball)	2
	3		4

O cenário explosão que poderá provocar maior risco para os edifícios e reservatórios com substâncias perigosas (Tabela 4-18, Figura 4-20 e Anexo 30) é o de VCE que poderá ocorrer na instalação 39 e atingir aproximadamente 26 edifícios e reservatórios de substâncias perigosas, com nível de risco 3. Neste sentido, os cenários de explosão com menor risco, são os BLEVE das instalações 34 e 64, podendo nestes casos ser apenas atingido um edifício ou reservatório com substâncias perigosas.

Tabela 4-18 - N.º de edifícios e reservatórios com sub. Perigosas afectados por Explosão

Instalação	Nível	Explosão	Nº de edifícios e reservatórios com sub. Perigosas
34	1	BLEVE	1
39	1	BLEVE	18
	2		1
	3		4
46	1	VCE	26
	2		2
	3		3
46	1	BLEVE	6
	2		4
	3		2
46	1	VCE	9
	2		1
	3		1
64	1	BLEVE	1

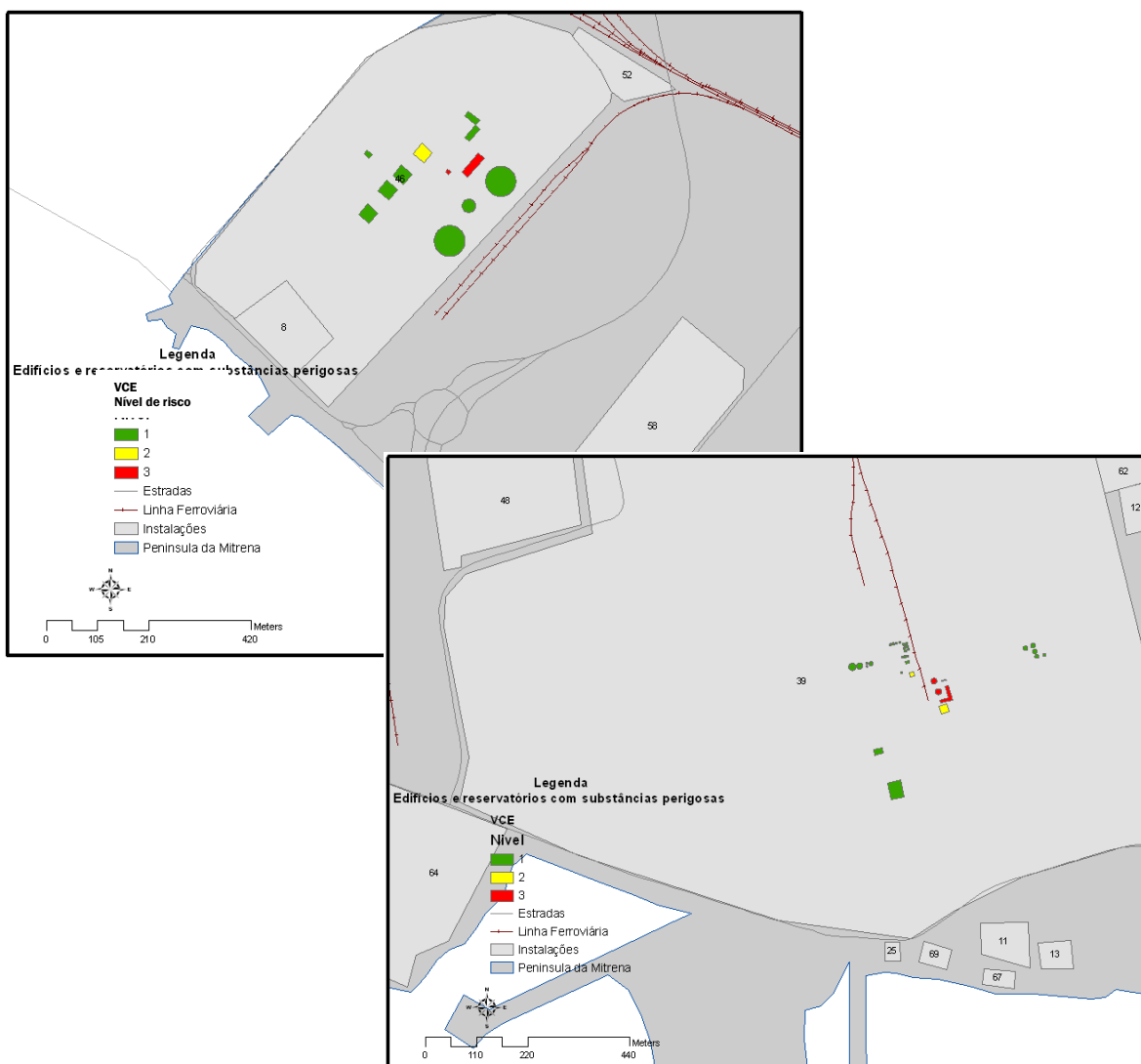


Figura 4-21 - Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por VCE com origem nas instalações 39 e 46.

Como já foi referido anteriormente, as consequências que poderão ser provocadas pelo do cenário modelado com origem nas infra-estruturas rodoviárias, são diferentes de acordo com o local de origem, como se pode verificar pelo Anexo 31. Neste sentido, o cenário modelado ocorrer nos Arruamentos do Parque Sapec Bay é o único que poderá afectar edifícios ou reservatórios com substâncias perigosas.

Relativamente aos cenários modelados para o gasoduto, VCE e Incêndio tipo jacto (jetfire), a possibilidade de afectarem edifícios e reservatórios com substâncias perigosas é reduzida.

Estradas

Segundo a análise efectuada (Tabela 4-19 e Figura 4-22) as quatro infra-estruturas rodoviárias presentes na área de estudo, os arruamentos, a Estrada Municipal 536-1 a Estrada Nacional 10-4 e a mais recente Estrada Nacional 10-8, poderão ser afectadas apenas por Bolas de fogo com origem nas instalações 39, 46 e 64.

A Estrada Nacional 10-4, estrada principal de acesso às instalações na península, poderá ser afectada com nível de risco 3, com origem na instalação 64, em aproximadamente 413 metros. A Estrada Nacional 10-8, novo acesso à Estrada Nacional 10-4, poderá ser afectada com nível de risco 2, apenas pelo cenário com origem na instalação 46. A Estrada Municipal 536-1, acesso à Estrada Nacional 10-4, só deverá ser afectada pelo cenário com origem na instalação 46, em 648 metros com nível 3 de risco. Os arruamentos só deverão ser afectados pelo cenário de Bola de fogo com origem na instalação 64, em 57 metros com nível 3.

Tabela 4-19 – Estradas afectadas por incêndio

Instalação	Estradas	Nível	Incêndio	Comprimento (m)
39	Estrada Nacional 10-4	1	Bola de fogo (fireball)	624
46	Estrada Nacional 10-4	1	Bola de fogo (fireball)	555
	Estrada Nacional 10-8	1	Bola de fogo (fireball)	1632
		2		847
	Estrada Municipal 536-1	1	Bola de fogo (fireball)	315
2		184		
3		648		
64	Estrada Nacional 10-4	1	Bola de fogo (fireball)	315
		2		201
		3		413
	Arruamento	1	Bola de fogo (fireball)	130
		2		67
		3		57

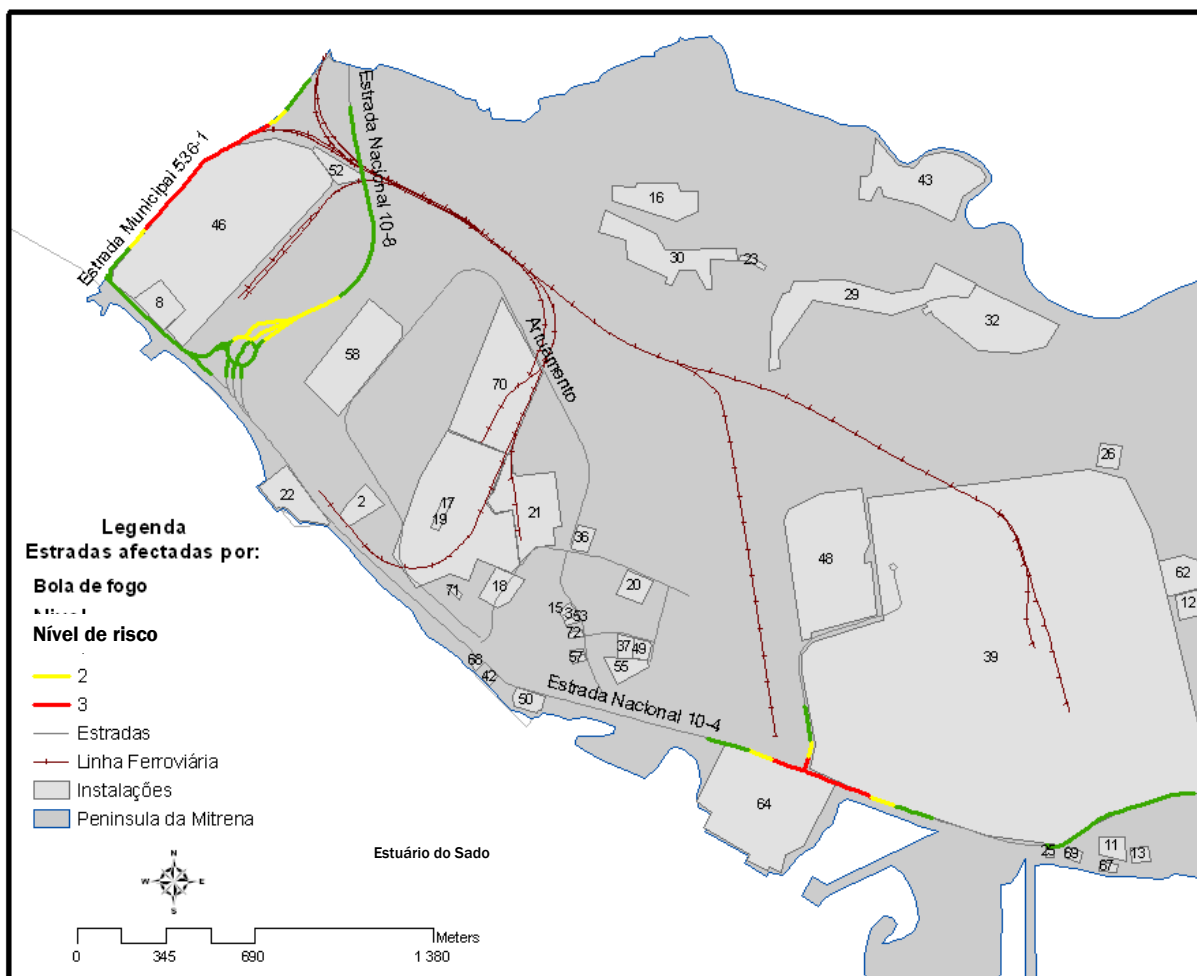


Figura 4-22 - Estradas afectadas por Bola de fogo com origem nas instalações 39, 46 e 64

As consequências para as Estradas que poderão ter origem nos cenários modelados para o gasoduto, VCE e Incêndio tipo jacto, estão dependentes do cruzamento ou proximidade com este, sendo esta situação verificada apenas na Estrada Nacional 10-8, como se pode verificar pelo Anexo 33.

Linha ferroviária

O cenário de incêndio que poderá afectar com maior nível de risco a linha ferroviária (Tabela 4-20 e Anexo 35) é o de Bola de Fogo (fireball) com origem na instalação 46, podendo atingir 1281 metros desta linha. O cenário de explosão que poderá produzir maiores consequências na linha ferroviária, de acordo com Tabela 4-21 e o Anexo 36, é o BLEVE com origem nas instalações 39, podendo atingir cerca de 68 metros desta linha.

Tabela 4-20 – Comprimento da linha ferroviária afectada por Incêndio

Instalação	Nível	Incêndio	Comprimento (m)
39	1	Bola de fogo (fireball)	274
	2		154
	3		511
46	1	Bola de fogo (fireball)	1285
	2		764
	3		1281
64	1	Bola de fogo (fireball)	115

Tabela 4-21 - Comprimento da linha ferroviária afectada por Explosão

Instalação	Nível	Explosão	Comprimento (m)
39	1	BLEVE	96
	2		31
	3		68
	1	VCE	174
	2		55
	3		44
46	1	BLEVE	464

As consequências para a linha ferroviária que poderão ocorrer do cenário modelado para as infra-estruturas rodoviárias estão dependentes da localização deste cenário, como se pode verificar pelo Anexo 37. Neste sentido, se o cenário ocorrer no cruzamento com a Estrada Municipal 356-1 e com os arruamentos no parque Sapec Bay, poderá afectar a linha ferroviária. Deste modo, também as consequências para a linha ferroviária que poderão ter origem nos cenários modelados para o gasoduto, estão dependentes do cruzamento ou proximidade destes, sendo esta situação verificada a Norte da península da Mitrena, como se pode verificar pelo Anexo 38.

Rede Eléctrica

As maiores consequências na rede eléctrica de alta tensão (Tabela 4-22 e Anexos 40 e 41) estão associadas ao cenário de Bola de fogo (fireball) que poderá ocorrer nas instalações 34, atingindo cerca de 687 metros de extensão com nível 3. Relativamente às consequências na rede eléctrica de média tensão, o cenário com maior nível de risco é o Bola de fogo (fireball) com origem na instalação 46, podendo atingir 1909 metros da sua extensão.

Tabela 4-22 – Rede eléctrica afectada por Incêndio

Instalação	Tipo tensão	Nível	Incêndio	Comprimento (m)
34	Alta Tensão	1	Bola de fogo (fireball)	319
		2		178
		3		687
	Média Tensão	1	Bola de fogo (fireball)	232
		2		94
		3		266
38	Média Tensão	1	Incêndio tipo jacto (jet fire)	20
		2		15
		3		102
39	Alta Tensão	1	Bola de fogo (fireball)	223
	Média Tensão	1	Bola de fogo (fireball)	1856
2		731		
46	Alta Tensão	1	Bola de fogo (fireball)	1691
		2		148
		3		322
	Média Tensão	1	Bola de fogo (fireball)	3307
		2		1033
		3		1909
64	Média Tensão	1	Bola de fogo (fireball)	869
		2		402
		3		534

As maiores consequências na rede eléctrica de alta tensão provocadas pelos cenários de explosão, de acordo com os Anexos 42 e 43 e Tabela 4-23, estão associadas a um acidente BLEVE que poderá ocorrer nas instalações 34, atingindo cerca de 240 metros de extensão. Relativamente às consequências na rede eléctrica de média tensão, verifica-se que o cenário com maior nível de risco é o VCE com origem na instalação 38, podendo atingir 109 metros de extensão. De referir ainda, que a rede eléctrica de baixa tensão não deverá ser afectada pelos cenários de incêndio e explosão modelados.

Tabela 4-23 - Rede eléctrica afectada por Explosão

Instalação	Tipo tensão	Nível	Explosão	Comprimento (m)
34	Alta Tensão	1	BLEVE	240
			VCE	58
	Média Tensão	1	BLEVE	18
38	Média Tensão	1	VCE	109
		2		32
		3		34

As consequências para a rede eléctrica que poderão ocorrer do cenário modelado para as infra-estruturas rodoviárias estão dependentes da localização deste cenário, como se pode verificar pela Figura 4-23. Neste sentido, se o cenário ocorrer nos locais de cruzamento da Estrada Municipal 356-1 e Estrada Nacional 10-8, com a rede eléctrica de alta tensão esta poderá ser afectada. A rede eléctrica de média tensão como se localiza nas bermas das

estradas tem maior possibilidade de ser afectada por este cenário. Relativamente à rede eléctrica de baixa tensão, como apenas se encontra numa curta extensão no extremo superior esquerdo da área de estudo, poderá ser afectada neste local, por um cenário com origem na Estrada Nacional 10-8 ou pela Estrada Municipal 536-1.

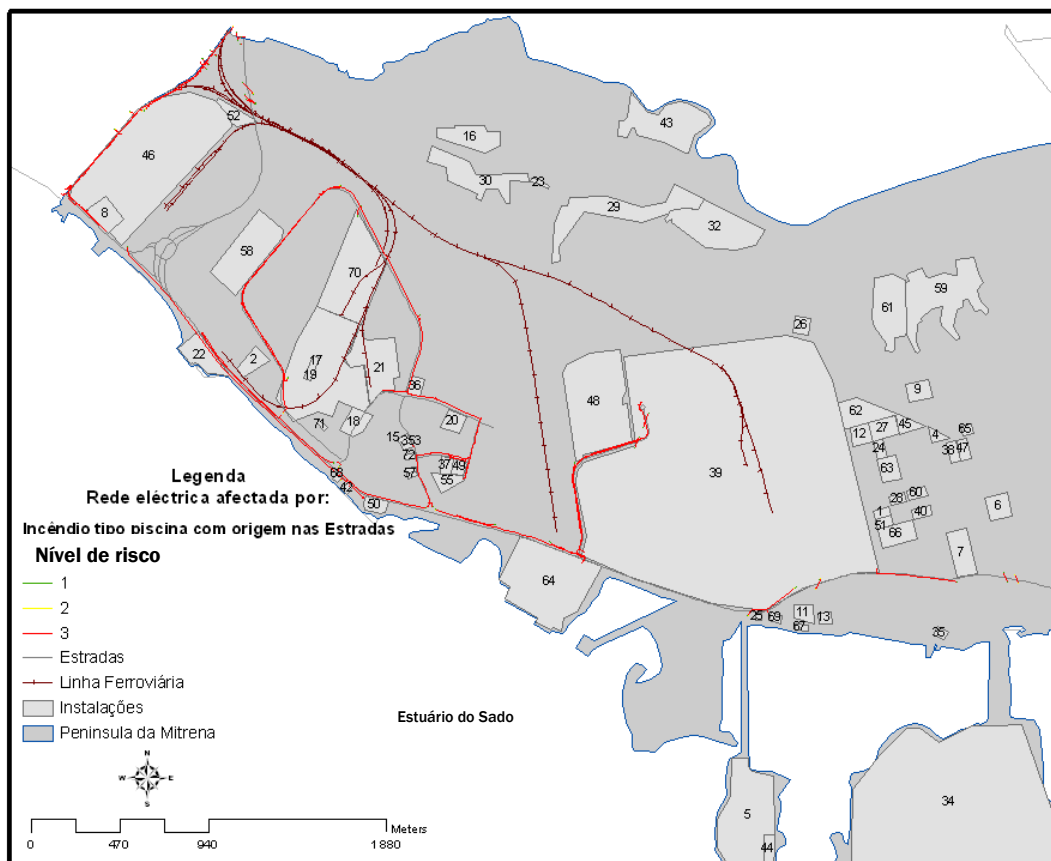


Figura 4-23 - Rede eléctrica afectada por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas

Relativamente às consequências para a rede eléctrica que poderão ter origem nos cenários modelados para o gasoduto (Anexos 47 e 48), verifica-se que também estão dependentes da localização desses cenários, podendo de um modo geral afectar rede eléctrica dos três tipos de tensão.

4.2.4.1 Infra-estruturas afectadas pelo pior cenário global

As consequências para o pior cenário global que poderá ocorrer na península da Mitrena foram determinadas para possibilitar um conhecimento generalizado do risco nesta área, podendo auxiliar o planeamento e gestão das emergências e futuramente no planeamento e ordenamento do território.

Edifícios e Reservatórios

No pior cenário global para os edifícios e reservatórios (Tabela 4-24 e Figura 4-24) 187 edifícios e reservatórios, cerca de 40% dos edifícios e reservatórios poderão ser atingidos por incêndio no nível 3 de risco e 18 destes também poderão ser afectados por explosão no mesmo nível. Neste contexto, verifica-se ainda, que maior o número de edifícios e reservatórios que em principio não serão afectados por nenhum dos cenários modelados, cerca de 169, 36%, do que os edifícios que poderão ser afectados pelo nível 1 e 2 de risco, cerca de 18% e 6%, respectivamente.

Tabela 4-24 - Edifícios e reservatórios afectados pelo pior cenário global e por incêndio e explosão

	Nível	Pior cenário global (n.º)	Pior cenário global (%)	Incêndio (n.º)	Explosão (n.º)	Incêndio e Explosão (n.º)
Edifícios e Reservatórios	0	169	36.19	-	-	
	1	83	17.77	80	10	7
	2	28	6.00	28	0	0
	3	187	40.04	187	18	18

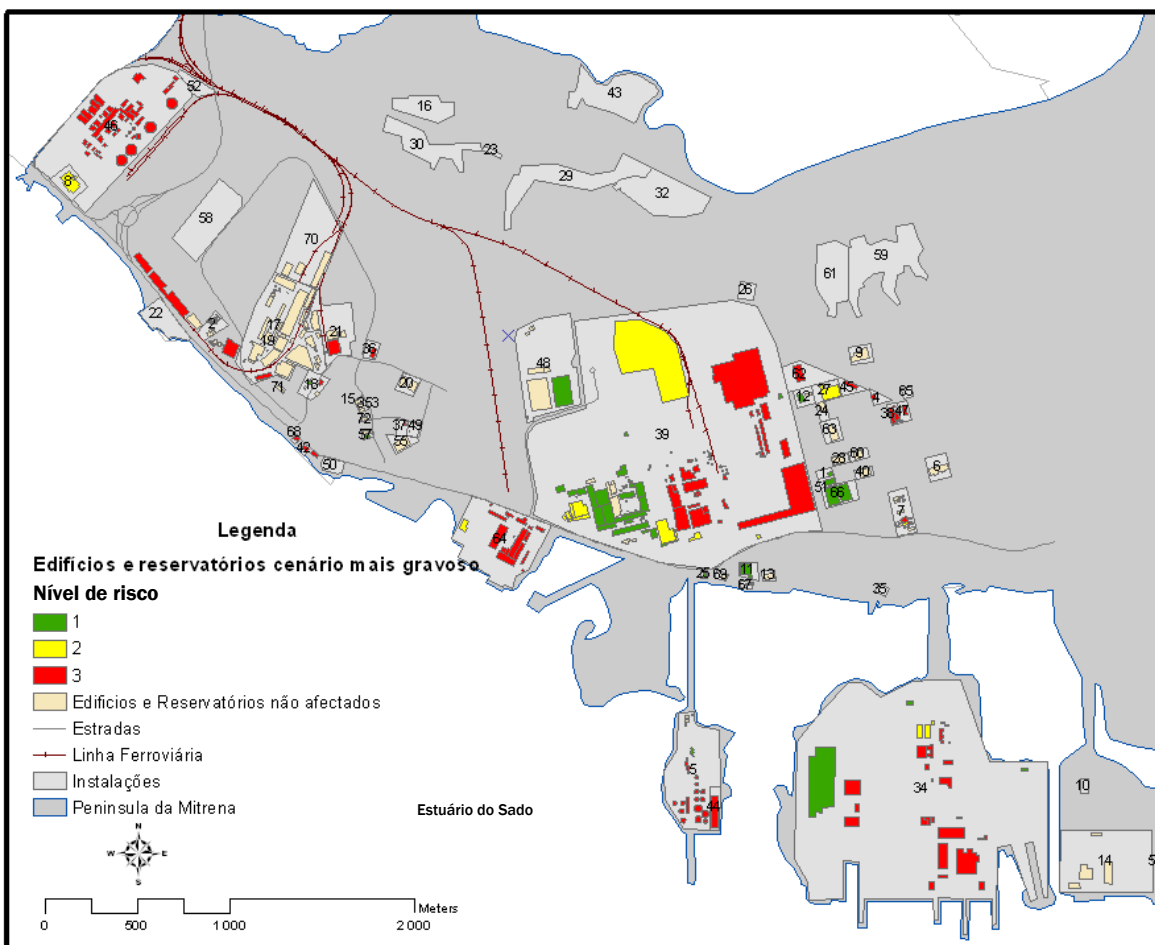


Figura 4-24 - Edifícios e reservatórios afectados pelo pior cenário global

Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas

No pior cenário global para os edifícios e reservatórios com substâncias perigosas (Tabela 4-25 e Anexo 32) cerca de 79 possuem nível 3 de risco e na sua maioria de incêndio. Verifica-se ainda, que os edifícios e reservatórios com substâncias perigosas que poderão ser atingidos por explosão também poderão ser por incêndio.

Tabela 4-25 - N.º de reservatórios com substâncias perigosas atingidos pelo pior cenário global por incêndio ou explosão

	Nível	Pior cenário global (n.º)	Pior cenário global (%)	Incêndio (n.º)	Explosão (n.º)	Incêndio e Explosão (n.º)
Edifícios e Reservatórios com substâncias perigosas	0	83	39.15	-	-	-
	1	43	20.28	42	3	2
	2	7	3.30	7	-	-
	3	79	37.26	79	10	10

Instalações exteriores à península da Mitrena

Quatro instalações exteriores à península da Mitrena poderão ser afectadas no pior cenário global (Tabela 4-26 e Figura 4-25), três destas instalações poderão ser maioritariamente afectadas por incêndio de nível 1 de risco, apenas a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), poderão ser afectadas maioritariamente, por incêndio de nível 3 de risco, em cerca de 54%. Verifica-se ainda que as instalações exteriores à área de estudo não serão provavelmente afectadas por explosão, os cenários que potencialmente poderão afectar estas instalações são o cenário de Bola de fogo com origem na instalação 46 e ainda o Incêndio tipo piscina (poolfire) com origem na Estrada Municipal 536-1.

Tabela 4-26 - Instalações exteriores à península da Mitrena afectadas pelo pior cenário global por incêndio ou explosão

Instalações	Nível	Pior cenário global (%)	Incêndio (%)	Explosão (%)
Somincor e Transminas	1	54.22	54.22	-
	2	20.45	20.45	-
	3	11.78	11.78	-
MOVAUTO	1	50.62	50.62	-
	2	36.04	36.04	-
	3	12.51	12.51	-
INDESIT Company Portugal – Electrodomésticos, S.A.	1	39.72	39.72	-
	2	14.47	14.47	-
	3	5.28	5.28	-
ETAR	1	30.85	30.85	-
	2	3.02	3.02	-
	3	54.22	54.22	-

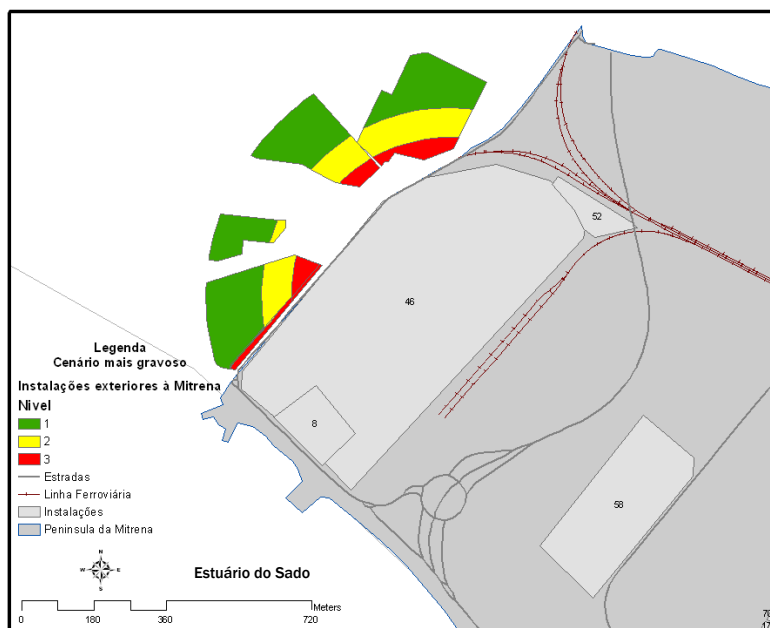


Figura 4-25 - Instalações exteriores à península da Mitrena afectadas pelo pior cenário global

Estradas

No pior cenário global, a estrada com maior risco (Tabela 4-27 e Anexo 34) é a Estrada Municipal 536-1, afectada em cerca de 50%, da sua extensão dentro da área de estudo. Os arruamentos serão, por sua vez, os menos afectados pelo nível 3 de risco, atingindo apenas cerca de 1% da sua extensão.

Tabela 4-27 – Infra-estrutura rodoviária afectada pelo pior cenário global por incêndio e explosão

Infra-estrutura rodoviária	Nível	Pior cenário global (m)	Pior cenário global (%)	Incêndio (%)	Explosão (%)
Estrada Nacional 10-4	1	1455	22.74	22.74	-
Estrada Municipal 536-1		315	24.55	24.55	-
Estrada Nacional 10-8		1529	46.72	46.72	-
Arruamento		130	2.01	2.01	-
Estrada Nacional 10-4	2	201	3.13	3.13	-
Estrada Municipal 536-1		184	14.33	14.33	-
Estrada Nacional 10-8		890	27.21	27.21	-
Arruamento		67	1.05	1.05	-
Estrada Nacional 10-4	3	413	6.45	6.45	-
Estrada Municipal 536-1		648	50.48	50.48	-
Estrada Nacional 10-8		264	8.05	8.05	1.70
Arruamento		57	0.89	0.89	-

Linha ferroviária

A linha ferroviária, no pior cenário global, possui nível 3 de risco em cerca de 41% da sua extensão (Tabela 4-28 e Anexo 39), de referir ainda que cerca de 39% da linha ferroviária poderá não ser atingida pelos cenários modelados.

Tabela 4-28 – Infra-estrutura ferroviária atingida pelo pior cenário global por incêndio ou explosão

	Nível	Pior cenário global (m)	Pior cenário global (%)	Incêndio (%)	Explosão (%)
Linha Ferroviária	0	5217	38.52	-	-
	1	1624	11.99	11.72	0.27
	2	1129	8.34	8.34	-
	3	5573	41.15	39.36	1.79

Rede Eléctrica

No pior cenário global, da rede eléctrica de alta, média e baixa tensão que poderá sofrer danos, as maiores extensões possuem nível 3 de risco, (Tabela 4-29 e Anexo 46), em cerca de 23%, 50%, e 24%, respectivamente.

Tabela 4-29 - Rede eléctrica afectada pelo pior cenário global

Rede eléctrica	Nível	Pior cenário global (m)	Pior cenário global (%)
Alta Tensão	1	4398	9.11
Média Tensão		148	1.27
Baixa Tensão		10108	7.15
Alta Tensão	2	1976	3.35
Média Tensão		4529	4.97
Baixa Tensão		40	1.92
Alta Tensão	3	4192	23.30
Média Tensão		23049	49.75
Baixa Tensão		176	23.63

4.3 Estratégias para a prevenção e mitigação dos riscos

O ordenamento do território, no contexto da prevenção de acidentes graves, pode ser visto como uma medida preventiva que têm como objectivo garantir que os estabelecimentos perigosos e outros tipos de ocupação do território, nomeadamente urbanizações, escolas e hospitais, fiquem separados por distâncias adequadas, evitando os efeitos adversos da libertação de tóxicos, incêndios, explosões e outros acidentes. Apesar do ordenamento do território ser um elemento essencial na estratégia de controlo dos riscos associados a acidentes que envolvam substâncias perigosas, não substitui outras medidas de prevenção e mitigação (OECD, 2003).

Os resultados obtidos nas secções anteriores são a base para a definição de estratégias, pois permitem verificar as especificidades presentes na península da Mitrena, e de que modo estas influenciam o risco e as suas consequências. Assim, no sentido de complementar a análise efectuada no capítulo anterior, definiram-se estratégias que devem ser adoptadas pelo município de Setúbal, e explorou-se em que medida estas podem contribuir para a prevenção e mitigação dos riscos na península da Mitrena, nomeadamente:

- elaborar o Plano de Emergência Externo (PEE), de acordo com a avaliação de risco efectuada nesta dissertação;
- desenvolver uma política eficaz e objectiva de informação, de comunicação e sensibilização às populações sobre os riscos a que estão expostas e medidas de autoprotecção a adoptar;
- promover a cooperação e intercâmbio de informação entre os diferentes actores, e elaborar simulacros com diversas empresas;
- construir uma estrada de fuga e o melhorar os acessos rodoviários na península,
- equacionar a instalação de um quartel de bombeiros na península da Mitrena.

A legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 254/2007) relativamente aos planos de emergência para o controlo e prevenção de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas, prevê a existência de planos de emergência, interno (da responsabilidade do operador do estabelecimento) e externo (da responsabilidade da câmara municipal).

O PEE destina-se principalmente a mitigar e limitar os danos no exterior do estabelecimento, decorrentes de um acidente grave, organizando e definindo as orientações de actuação dos agentes de protecção civil, organismos e entidades de apoio a empenhar em operações de

protecção civil decorrentes desses acidentes, de modo a garantir a protecção da população. Os PEE deverão, pois, antecipar os cenários susceptíveis de desencadear um acidente grave ou catástrofe, definindo, de modo inequívoco, a estrutura organizacional e os procedimentos para preparação e aumento da capacidade de resposta. Tratando-se de um plano especial de emergência de âmbito municipal, o PEE destina-se a complementar os planos municipais de emergência de carácter geral (que prevêm o inventário e normas de mobilização dos diversos meios e recursos disponíveis no respectivo espaço territorial), incorporando os aspectos inerentes à tipologia de risco considerada (ANPC-NPE, 2009).

O município de Setúbal apresenta-se neste momento em processo de elaboração dos PEE para as quatro instalações Seveso presentes na península da Mitrena, como foi referido anteriormente, estes planos vão permitir mitigar e limitar os danos causados por um acidente grave. Pretendendo-se assim que a avaliação de risco efectuada nesta dissertação sirva de apoio a este processo, particularmente no processo de selecção de cenários de acidente e avaliação das suas consequências, permitindo assim complementar-se os planos municipais de emergência.

Segundo o Decreto-Lei n.º 254/2007 o “serviço municipal de protecção civil é responsável pela elaboração e divulgação junto da população susceptível de ser afectada por acidente grave envolvendo substâncias perigosas com origem num estabelecimento de nível superior de perigosidade da informação sobre as medidas de autoprotecção e o comportamento a adoptar em caso de acidente”. Neste sentido, considera-se pertinente a elaboração de um plano de comunicação com a população, neste caso particular, com as populações das freguesias do Sado, São Sebastião e Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra. Este plano deverá garantir que as populações que poderão ser afectadas, especificamente por uma pluma tóxica, como ficou demonstrado na secção anterior (4.2), tenham acesso as informações adequadas, sobre os riscos decorrentes deste acidente na península da Mitrena, e como agir caso de acidente.

Tendo em conta as recomendações presentes no guia da OCDE “OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response”, o plano de comunicação com a população deverá incluir orientações específicas sobre como agir em caso de acidente, incluindo:

- descrição pormenorizada de como a população potencialmente afectada será avisada em caso de acidente, ou ameaça de acidente;

- acções a serem tomadas e os comportamentos a adoptar em caso de acidente (esta orientação deve ser adaptado para atender às necessidades de diferentes grupos, incluindo grupos sensíveis, por exemplo, em hospitais, escolas, lares de terceira idade, entre outros);
- uma explicação da razão de adoptar os comportamentos descritos no plano, mostrando que isso irá resultar numa atenuação dos efeitos adversos;
- contactos para a comunicar as autoridades um eventual acidente, para informação pós-acidente, e para esclarecimentos adicionais;
- como serão as populações avisadas quando a situação de emergência acabar.

No decorrer do processo de avaliação de risco, nomeadamente na fase de recolha de dados e informação, foi possível verificar pelas reuniões com as empresas, que estas não partilham informação relativamente às actividades desenvolvidas, fontes de risco e cenários de acidente, apesar de estarem localizadas numa área geográfica restrita. Dado que, esta situação poderá ter implicações negativas tanto para a prevenção e mitigação de acidentes, como para a actuação em caso de acidente, considera-se essencial que o SMPCB de Setúbal promovam a cooperação e intercâmbio de informação e meios entre os diferentes intervenientes, particularmente entre as empresas, pois sendo vizinhas poderão em caso de acidente auxiliarem-se umas as outras, através da disponibilização de meios de resposta, principalmente se o acidente provocar consequências para o exterior das instalações.

Se ocorrer um acidente com consequências para o exterior numa instalação sem equipas de intervenção, a resposta esta situação terá que aguardar pela chegada da corporação de bombeiros do município, que apesar do elevado grau de prontidão para fazer chegar os meios ao local, poderá levar a um aumento do risco tanto para os colaboradores como para o ambiente. Havendo um intercâmbio entre empresas, as equipas que estão presentes nas instalações vizinhas poderiam actuar, resolvendo a situação mais rapidamente e eficientemente, isto é com menores custos e menores consequências.

As infra-estruturas rodoviárias presentes na península da Mitrena estão sujeitas a um tráfego elevado de veículos ligeiros e pesados, especificamente no tráfego de veículos pesados com substâncias perigosas, os acidentes rodoviários representam cerca de 9% das ocorrências registadas de 2004 a 2009, e possuem um risco elevado, que pode estar relacionado com tanto com acidentes na sua origem como em acidentes com origem em instalações ou no gasoduto, de acordo com a análise efectuada, nomeadamente na

caracterização das infra-estruturas e das ocorrências (3.1.4 e 3.1.6), identificação de substâncias perigosas transportadas por rodovia (3.2.5), e na avaliação de consequências do cenário de acidente modelados para a estradas e nas consequências dos restantes cenários para estas infra-estruturas (4.2).

As constatações, referidas anteriormente, sobre as infra-estruturas rodoviárias da península da Mitrena estão de acordo com a proposta do SMPCB de Setúbal, de se construir uma estrada de fuga, que apenas poderá ser utilizada em caso de emergência. Neste sentido, considera-se ainda que, a Estrada Nacional 10-4 deveria sofrer uma intervenção no sentido de aumentar as condições de segurança para a circulação dos veículos, como por exemplo aumentar o número de faixas de rodagem e colocar separadores centrais.

Tendo em conta, as possíveis consequências para as infra-estruturas rodoviárias, como referido anteriormente, considera-se que se deve equacionar a instalação de um quartel de bombeiros na península da Mitrena, o que permitiria uma diminuição no tempo de resposta a emergências, e conseqüentemente do nível de risco nesta área.

5. Discussão de resultados e conclusões

A avaliação de risco em áreas industriais com as características da península da Mitrena é uma ferramenta importante para o planeamento do ordenamento do território e de emergência, porque fornece informação para apoiar um correcto desenvolvimento do território e aumentar a capacidade de resposta a uma emergência.

A península da Mitrena é banhada a Sul e a Este pelo estuário do Sado, a Norte estão presentes sapais que pertencem à RNES e antigas salinas que são actualmente ocupadas por aquiculturas, estas características levaram a um posicionamento das instalações industriais, maioritariamente na parte Sul da península, dado que, o canal Norte do estuário do Sado é um canal navegável. Devido a estas características muitas das actividades económicas presentes na península têm uma ligação com o meio aquático, algumas localizam-se em zonas denominadas como portuárias (PDM de Setúbal, 1984), para trabalharem directamente com embarcações e navios, nomeadamente na sua reparação ou restauro, ou utilizam estes portos para transaccionar mercadorias.

A metodologia de avaliação de risco utilizada foi essencialmente dividida em três fases: situação de referência, identificação dos perigos e análise de risco, que permitiu obter uma caracterização do risco na península da Mitrena, determinar as potenciais consequências decorrentes de um cenário de acidente, e possibilitar a implementação de medidas de prevenção e mitigação. Este processo foi inteiramente desenvolvido e implementado com recurso a um SIG, ferramenta fundamental para as fases de caracterização, identificação dos perigos, caracterização do risco e análise de consequências.

No processo de elaboração de um SIG, que permitisse uma avaliação de risco na península da Mitrena, efectuou-se uma recolha de dados cartográficos, tendo sido essencial o contacto com o Gabinete de SIG da Câmara Municipal de Setúbal, assim como, a base de SIG já disponível na ANPC. Este processo teria sido mais moroso se tivesse que ser efectuado com todas as entidades responsáveis pela informação cartográfica utilizada.

Para a identificação dos perigos foi necessário efectuar uma recolha de dados, nomeadamente através de um questionário elaborado conjuntamente pela ANPC e pelos SMPCB de Setúbal, que demonstrou ser um método fundamental para a obtenção destes resultados. Apesar de essencial, o questionário também mostrou ter alguns problemas de produção, nomeadamente que era demasiado extenso, dando origem a respostas

incompletas por parte das empresas. A parte relativa ao Inventário de substâncias perigosas, que constituía uma parte fundamental deste questionário, estava demasiadamente dividida (substâncias perigosas armazenadas, em fase de processo, recepcionadas, expedidas, combustíveis e resíduos) o que originou uma repetição das substâncias perigosas presentes nas instalações mudando apenas as quantidades e unidades em que eram expressas.

Para as reuniões com as empresas optou-se por simplificar o questionário, o que levou a respostas mais consistentes por parte das empresas. As reuniões demonstraram ser um passo importante no processo de recolha de informação, tendo a disponibilidade das empresas facilitado este processo. No entanto, verificou-se em alguns casos a falta de preparação por parte das empresas para fornecer os dados requeridos, não tendo sido por este motivo possível recolher toda a informação necessária para este trabalho.

Na fase de identificação dos perigos, especificamente na identificação de substâncias perigosas transportadas, era pretendido efectuar uma análise ao transporte diário/mensal/anual, rodoviário, ferroviário e marítimo de mercadorias perigosas. No entanto, os questionários tinham várias lacunas nessas questões e nas reuniões verificou-se que as empresas não estavam preparadas para dar este tipo de dados, sendo as respostas obtidas insuficientes para efectuar este estudo. Nesta identificação teria sido fundamental uma contagem ao transporte rodoviário de mercadorias perigosas assim como a identificação da matéria transportada através do n.º ONU de cada uma.

Na fase de análise dos riscos, especificamente na selecção dos cenários a modelar teria sido interessante a selecção de cenários do tipo derrame de substâncias perigosas, devido a localização da área de estudo, nas redondezas da RNES, e as possíveis consequências que um cenário deste tipo lhe poderá provocar.

Na fase de avaliação de consequências verificou-se a importância da localização geográfica das instalações e a ocupação do solo na península da Mitrena, nas consequências para a população residente na freguesia da área de estudo e nas freguesias vizinhas. Dado que, o cenário de pluma tóxica de amoníaco é o único que poderá ter consequências para a saúde destas populações, e na sua maioria apenas provocará efeitos reversíveis (AEGL-1), só os habitantes da península da Mitrena, cerca de 15 pessoas, é que poderão ser atingidas por efeitos letais (AEGL-3).

Na avaliação das consequências nos colaboradores avaliou-se a pior situação possível para cada tipo de cenário (pluma tóxica, explosão e incêndio), tendo em conta, os efeitos destes cenários na saúde humana. Esta avaliação demonstrou que os colaboradores poderão sofrer graves consequências, o pior cenário de incêndio para os colaboradores, poderá atingir cerca de 583 colaboradores, enquanto, o pior cenário de explosão, cerca de 95 colaboradores, e a pior pluma tóxica (SE), cerca de 255 colaboradores. Os colaboradores estão normalmente mais próximos da origem do acidente, ou porque o reservatório está próximo de um local de trabalho ou porque o acidente decorre de um erro humano. O erro humano e as deficiências organizacionais são as principais causas para a origem da maioria dos acidentes (Delvosalle, *et al.*, 2004d).

Associados às consequências nos colaboradores estão os custos para a entidade empregadora, tanto pela cobrança dos seguros, que são estabelecidos muitas vezes de acordo com uma análise de risco no trabalho, e que são obrigadas a possuir, como nos casos de invalidez ou doença prolongada, com consequente perda de mão-de-obra, que poderá provocar uma diminuição da produção. Neste sentido, um investimento em equipamentos de protecção para os colaboradores, e na formação destes, nomeadamente nos procedimentos a adoptar na manipulação de substâncias perigosas, e exercícios de simulação de emergências, poderão prevenir e mitigar acidentes.

No ambiente, as consequências foram analisadas de acordo com o tipo de cenário. Concluiu-se que a pluma tóxica de amoníaco poderá afectar indirectamente os organismos aquáticos, dado que as águas de combate à pluma tóxica poderão, de acordo com a orografia presente na península da Mitrena, escorrer para o estuário do Sado, devido à categoria de perigosidade do amoníaco, que é tóxico, inflamável e muito tóxico para os organismos aquáticos.

Os cenários de incêndio atingem directamente, com nível 2 de risco, cerca de 5 ha da RNES, indirectamente estes cenários poderão afectar o Estuário do Sado, dado que se os incêndios tomarem grandes proporções, têm que ser utilizadas grandes quantidades de água, que poderá ficar numa bacia de retenção, se esta existir ou for bem dimensionada, ou na pior das situações estas águas de combate a incêndios vão, de acordo com a orografia presente na península da Mitrena, escorrer para o Estuário do Sado. Assim sendo, as consequências indirectas dos cenários de incêndio, para o estuário do Sado vão depender das substâncias

perigosas que tiverem na origem deste cenário, ou daquelas que poderão ser incendiadas devido a proximidade com a fonte de radiação.

A análise das consequências nas infra-estruturas foi efectuada por cenário e para o pior cenário global, para os edifícios e reservatórios com e sem substâncias perigosas, nas estradas, linhas ferroviárias e rede eléctrica, as instalações industriais do exterior foram analisadas apenas para o pior cenário global. As consequências nestas infra-estruturas variam de acordo com o tipo e origem do cenário, sendo que as piores situações poderão ser verificadas na ocorrência de cenários de Bola de fogo, que são cenários que ocorrem imediatamente a seguir a um BLEVE e atingem elevados níveis de radiação térmica, quando o reservatório contém substâncias inflamáveis. Salienta-se a possível afectação de 39 edifícios e reservatórios com substâncias perigosas, na pior das situações, com nível 3 de risco, o que poderá provocar outros acidentes na sequência deste.

Decorrente da análise efectuada constatou-se ainda que as infra-estruturas rodoviárias, linha ferroviária, e rede eléctrica poderão ser afectadas. No caso de um acidente com origem numa instalação afectar a estrada principal da península (EN 10-4), este poderá dificultar ou impedir o acesso de veículos às instalações, nomeadamente os veículos de socorro e emergência, o que será uma agravante para a situação inicial. No que diz respeito à rede eléctrica, na ocorrência de um cenário de acidente que danifique as linhas de média tensão, ou um poste de electricidade, este poderá afectar a produção da maioria das empresas presentes na península. A afectação da linha ferroviária poderá para além de danificar esta infra-estrutura, levar à ocorrência do efeito dominó, se o acidente ocorrer na passagem de composição com substâncias perigosas.

A análise do pior cenário global, que foi efectuada para possibilitar um conhecimento generalizado do risco nesta península e auxiliar o planeamento de gestão das emergências e do ordenamento do território, permite constatar que, cerca de 40% dos edifícios e reservatório possuem nível de risco 3, e que cerca de 36% destes não serão provavelmente afectados pelos cenários modelados. Nos edifícios e reservatórios com substâncias perigosas a situação é idêntica à anterior, com a agravante destas situações poderem levar à ocorrência do efeito domino. No que diz respeito, às instalações exteriores à península da Mitrena, verifica-se que apenas 4 instalações poderão ser afectas, este facto está relacionado, como já referido anteriormente, com a localização das instalações industriais nesta península.

Relativamente às infra-estruturas rodoviárias, linha ferroviária, e rede eléctrica, a análise do pior cenário permite verificar o maior risco a que estas poderão estar expostas. No caso das estradas, as que estão mais expostas ao risco são a EN 10-8 e a EM 536-1, são as duas únicas estradas de acesso à península da Mitrena, de referir que a EM 563-1 para além de possuir o maior nível de risco, também é o acesso mais antigo à península e com menores condições, o que se poderá traduzir num incremento do risco, contrariamente, a EN 10-8 foi inaugurada em 2009 e possui melhores condições de circulação, nomeadamente separadores centrais e bermas, sendo-lhe assim associada menor risco. Com nível 3 de risco têm, cerca de 41% da linha ferroviária e cerca de 50% da rede eléctrica de média tensão.

Na avaliação das consequências pretendia-se avaliar os impactes nos utilizadores das infra-estruturas rodoviárias, mas para cumprir esse objectivo seria necessário efectuar uma contagem ao número de veículos que passam nessas estradas, o que requeria recursos técnicos e humanos não disponíveis neste projecto. Nos equipamentos de utilização colectiva ou serviço público não foi possível fazer uma estimativa das pessoas que poderiam estar presentes nessas infra-estruturas, e no caso dos reservatórios de água quantas pessoas poderiam ficar sem abastecimento de água. Para completar esta análise seria necessário efectuar contactos com as entidades responsáveis por cada uma dessas infra-estruturas, o que exigia mais tempo para o levantamento de dados.

Os resultados obtidos na avaliação das consequências têm alguma incerteza associada, o que se considera aceitável, tendo em conta o tipo de análise e as opções tomadas em cada categoria (colaboradores, população residente, ambiente e infra-estruturas). Neste sentido, considera-se que os objectivos desta dissertação foram alcançados, principalmente a avaliação de risco presente na península da Mitrena. Espera-se assim que este estudo e especificamente o SIG elaborado, permita apoiar as decisões das autoridades, nomeadamente no planeamento de emergências, ordenamento do território e na definição de uma política eficaz e objectiva de informação e comunicação às populações.

6. Referências Bibliográficas

AICHe/CCPS. (2003). *Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. New York: Centre for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.

ALLANOU, R. (1995). *ESIS : European chemical Substances Information System* . Obtido em 5 de 10 de 2009, de European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection: <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/>

Autoridade Nacional de Protecção Civil, Núcleo de Riscos e Alertas (ANPC- NRA) (2009). *Guia para a caracterização de risco no âmbito da elaboração de planos de emergência de protecção civil*. Carnaxide: ANPC.

Autoridade Nacional de Protecção Civil, Núcleo de Riscos e Alertas (ANPC- NRA). (2008). *Caderno Técnico Prociv 2 - Guia da Informação para a Elaboração do plano de Emergência Externo*. Carnaxide: ANPC.

Autoridade Nacional de Protecção Civil, Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano & Instituto Geográfico Português (ANPC, DGOTDU & IGP). (2009). *Caderno Prociv 9 - Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica de base municipal*. Carnaxide: ANPC.

Autoridade Nacional de Protecção Civil, Núcleo de Planeamento de Emergência (ANPC-NPE) (2008). *Caderno Prociv 3 - Manual de Apoio à elaboração e operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil*. Carnaxide: ANPC.

Autoridade Nacional de Protecção Civil, Núcleo de Planeamento de Emergência (ANPC-NPE) (2009). *Caderno Prociv 7 - Manual de Apoio à Elaboração de Planos de Emergência Externos (Directiva "Seveso II")*. Carnaxide: ANPC.

Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (s/d). *Prevenção de Acidentes Graves*. Obtido em 26 de 05 de 2009, de Critérios de Referência: <http://www.apambiente.pt/politicasambiente/prevencaoacidentes/OT/Paginas/default.aspx>

ARAMIS. (2004). *ARAMIS (Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the framework of Seveso II directive)* . Obtido em 10 de Janeiro de 2010, de <http://mahb.jrc.it/index.php?id=447>

Basta, C. (2005). *Implementing Art. 12 of the Seveso II: An analysis of Land-Use Planning procedures in selected Member States*. Delft: TUDelft, Joint Research Centre.

- Basta, C., Struckl, M., & Christou, M. (2008). *Implementing art.12 of the Seveso II Directive: Overview of Roadmaps For Land-Use Planning In Selected Member States*. Italy: Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, European Commission.
- Bottelberghs, P. (2000). *Risk analysis and safety policy developments in the Netherlands*. *Journal of Hazardous Materials*, 71, pp. 59–84.
- Caeiro, S. (2004). *Environmental Data Management in the Sado Estuary: Weight of Evidence to Assess Sediment Quality*. Monte da Caparica: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Caeiro, S., Costa, M., Ramos, T., Fernandes, F., Silveira, N., & Coimbra, A. (2005). Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: An index analysis approach. *Ecological Indicators*, 5, pp. 151-169.
- Christou, M. D., & Mattarelli, M. (2000). *Land-use planning in the vicinity of chemical sites: Risk-informed decision making at a local community level*. *Journal of Hazardous Materials* 78, pp.191–222.
- Christou, M. D., Amendola, A., & Smeder, M. (1999). *The control of major accident hazards: The land-use planning issue*. *Journal of Hazardous Materials*, 65, pp. 151–178.
- Christou, M. D., Struckl, M., & Biermann, T. (2006). *Land use planning guidelines in the context of article 12 of the Seveso II Directive 96/82/EC as amended by Directive 105/2003/EC*. Ispra: European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen.
- Cozzani, V., Bandini, R., Basta, C., & Christou, M. (2006). *Application of land-use planning criteria for the control of major accident hazards: A case-study*. *Journal of Hazardous Materials* , 136, pp. 170-180.
- Delvosalle, C., Fiévez, C., & Pipart, A. (2004a). *Aramis d1c appendix 5 - Methodology for the building of generic event trees (MIMAH)*. Mons: Faculté Polytechnique de Mons, Major Risk Research Centre.
- Delvosalle, C., Fiévez, C., & Pipart, A. (2004b). *Appendix 1 - Glossary*. Mons: Faculté Polytechnique de Mons, Major Risk Research Centre.

Delvosalle, C., Fiévez, C., & Pipart, A. (2004c). *Methodology for the building of generic event trees (MIMAH)*. Mons: Faculté Polytechnique de Mons, Major Risk Research Centre.

Delvosalle, C., Fiévez, C., Pipart, A., Casal Fabrega, A., Planas, E. & Christou, M. (2004d). *Identification of reference accident scenarios in SEVESO establishments*. Reliability Engineering and System Safety, 90 , pp. 238–246.

European Environment Agency (EEA) (2003a). *Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe*. Copenhagen: European Environment Agency.

European Environment Agency (EEA) (2003b). *Europe's environment: the third assessment*. Copenhagen: European Environment Agency.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2009). *General Risk Management Program Guidance*. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2008). *U.S. Environmental Protection Agency*. Obtido em 15 de 1 de 2010, de Acute Exposure Guideline Levels (AEGs): <http://www.epa.gov/opptintr/aegl/pubs/define.htm>

Hourtoulou, D., & Debray, G. (2004). *Achievement of the Integrated Methodology and Discussion about its Usability from the Case Studies Carried out on Real Test Seveso II Sites*. Verneuil-en-Halatte: INERIS, Direction des Risques Accidentels.

Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) (2007a). *Plano de Ordenamento e Gestão para a Reserva Natural do Estuário do Sado, Fase 1 – Parte I: Descrição – Volume III: Caracterização Biológica*. Lisboa: ICNB.

Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) (2007b). *Plano de Ordenamento e Gestão para a Reserva Natural do Estuário do Sado, Fase 1 – Parte I: Descrição – Volume II: Caracterização Física*. Lisboa: ICNB.

Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) (2007c). *Plano de Ordenamento e Gestão para a Reserva Natural do Estuário do Sado, Fase 1 – Parte III: Relatório Síntese*. Lisboa: ICNB.

Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) (2007d). *Plano de Ordenamento e Gestão para a Reserva Natural do Estuário do Sado, 2ª Fase - Volume III – Definição e Avaliação de Objectivos*. Lisboa: ICNB.

Instituto Nacional de Estatística (INE) (2001). *Dados do Recenseamento Geral da População e Habitação*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

Karkanis, S. (1997). *A GIS based Decision Support Tool for the Management of Industrial Risk*. Athens: Institute of Nuclear Technology - Radiation Protection, National Center for Scientific Research "Demokritos".

Lavakare, A. (s/d). *GIS and risk assessment*. Obtido em 17 de Janeiro de 2010, de <http://www.gisdevelopment.net/application/miscellaneous/misc010pf.htm>

Lees, F. (2001). *Loss Prevention in the Process Industries, Hazard Identification, Assessment and Control*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Mannan, S. (2005). *Lee's Loss Prevention in the Process Industries*. Oxford: Butterworth-Heinemann. Elsevier.

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (MAOTDR). (1999). *Plano da Bacia Hidrografia do Estuário do Sado. 1ª Fase. Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Volume I - Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual*. Lisboa: INAG - Instituto da Água.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD) (2003). *OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*. OECD , Environment, Health and Safety Publications, Paris.

Pintaric, Z. N. (2007). *Assessment of the consequences of accident scenarios involving dangerous substances*. Maribor: University of Maribor, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering .

Planas, E., Arnaldos, J., Silvetti, B., Vallée, A., & Casal, J. (2005). *A Risk Severity Index for industrial plants and sites*. *Journal of Hazardous Materials*, 130, 242–250.

Sales, J., Wood, M., & Jelínek, R. (2007). *Risk Mapping of Industrial Hazards in New Member States*. Italy: European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen.

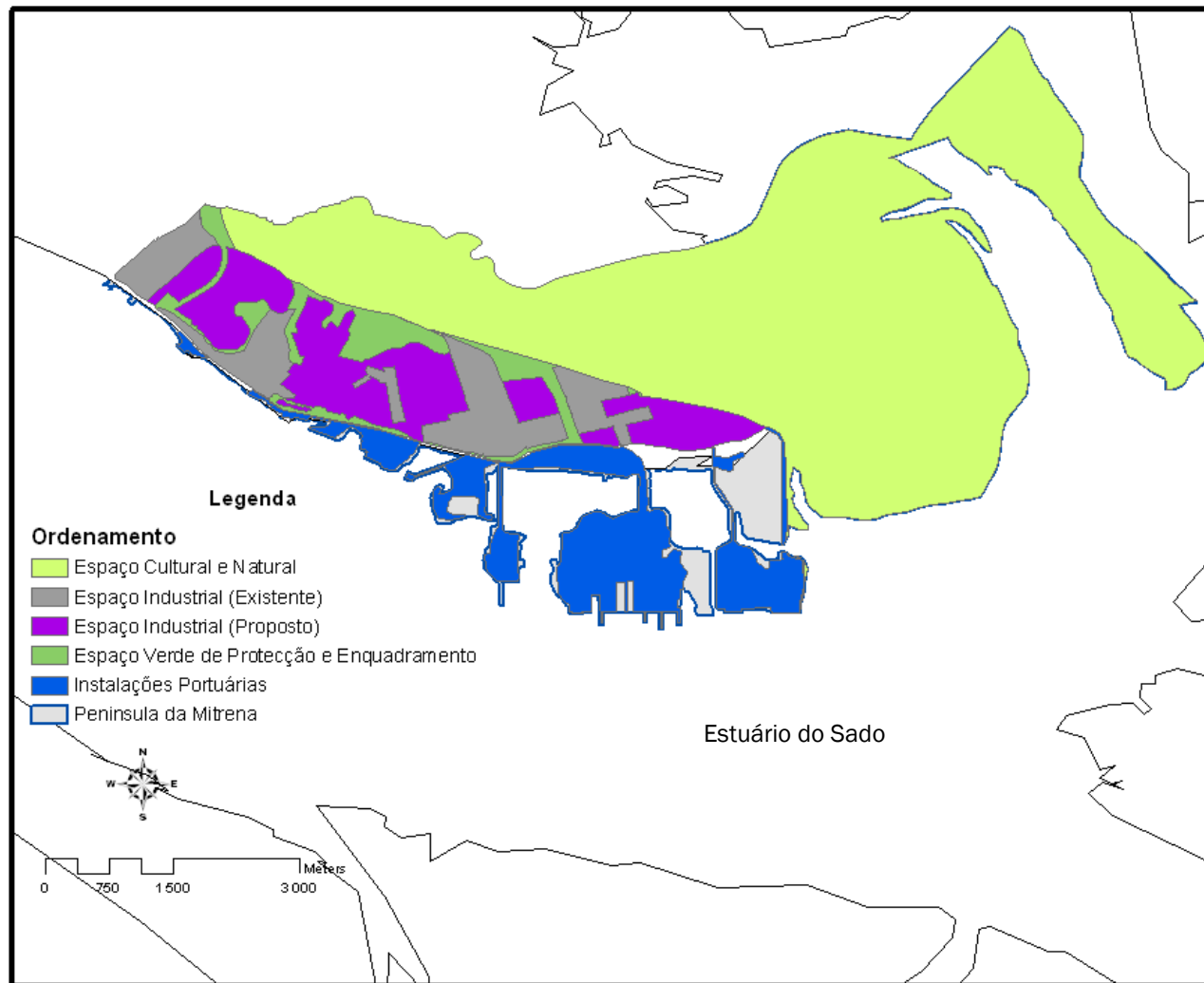
Salvi, O., & Debray, B. (2006). *A global view on ARAMIS, a risk assessment methodology for industries in the framework of the SEVESO II directive*. *Journal of Hazardous Materials*, 130, pp. 187–199.

Tixier, J., Dandrieux, A., Dusserre, G., Rubbico, R., Mazzarotta, B., & Silvetti, B. (2006). *Environmental vulnerability assessment in the vicinity of an industrial site in the frame of ARAMIS European project*. *Journal of Hazardous Material*, 130 , pp. 251-264.

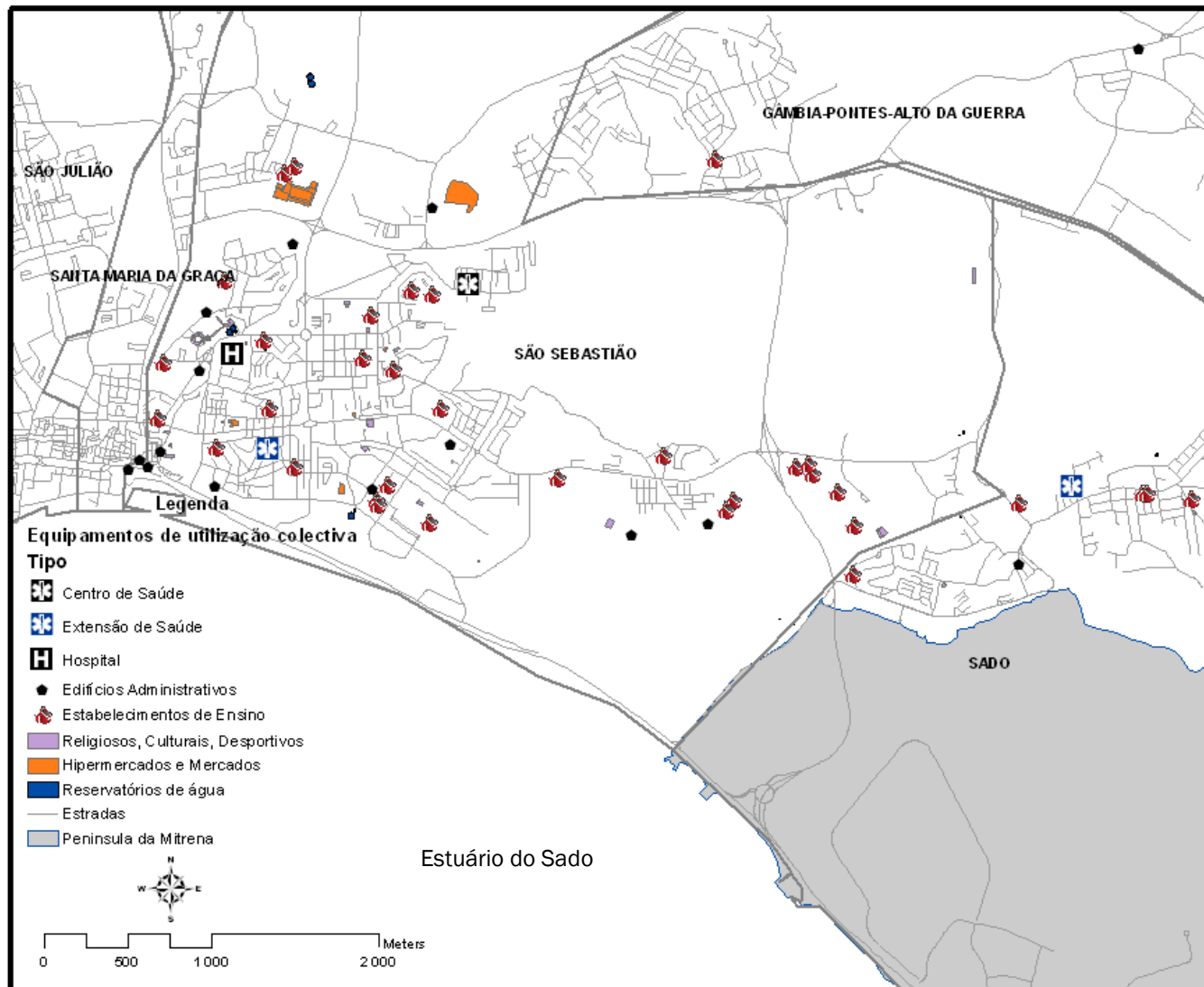
TNO (2009). *EFFECTS 8*. Utrecht: Industrial & External safety, TNO.

U.S. Department of Transportation. (2000). *2000 Emergency Response Guidebook*. Barry Leonard, Washington, DC.

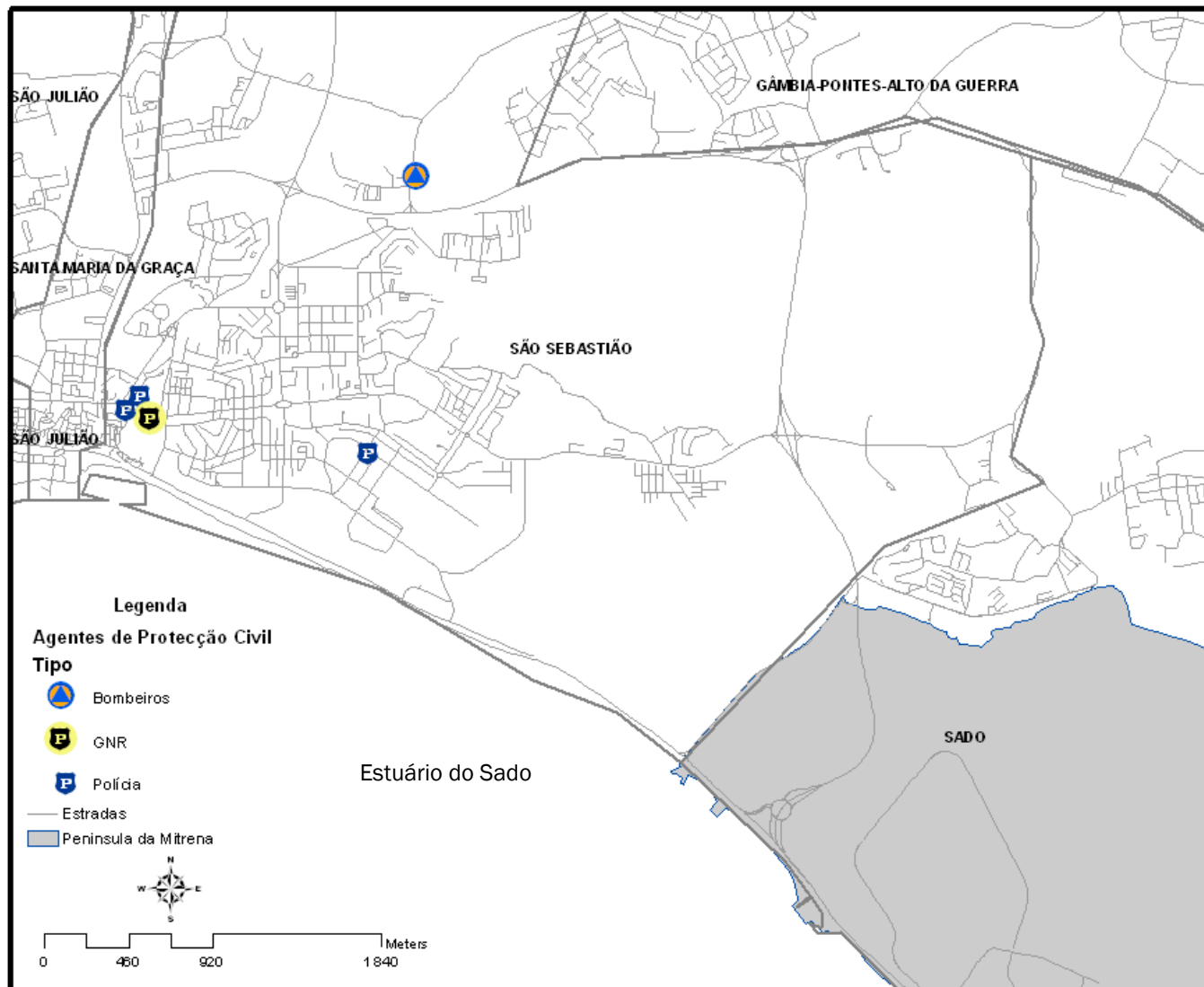
7. Anexos



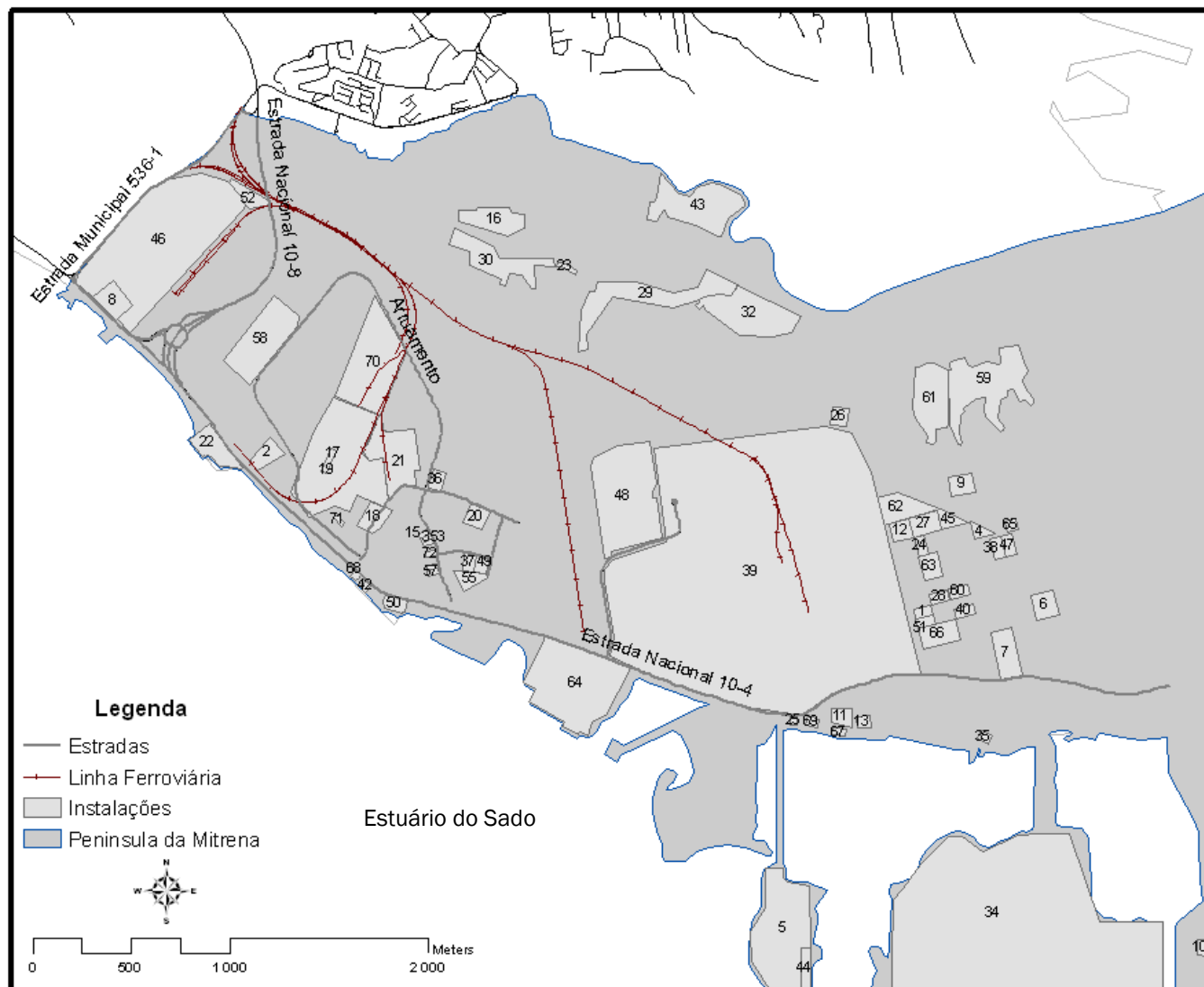
Anexo 1– Carta de ordenamento do PDM de Setúbal 1994 para a península da Mitrena



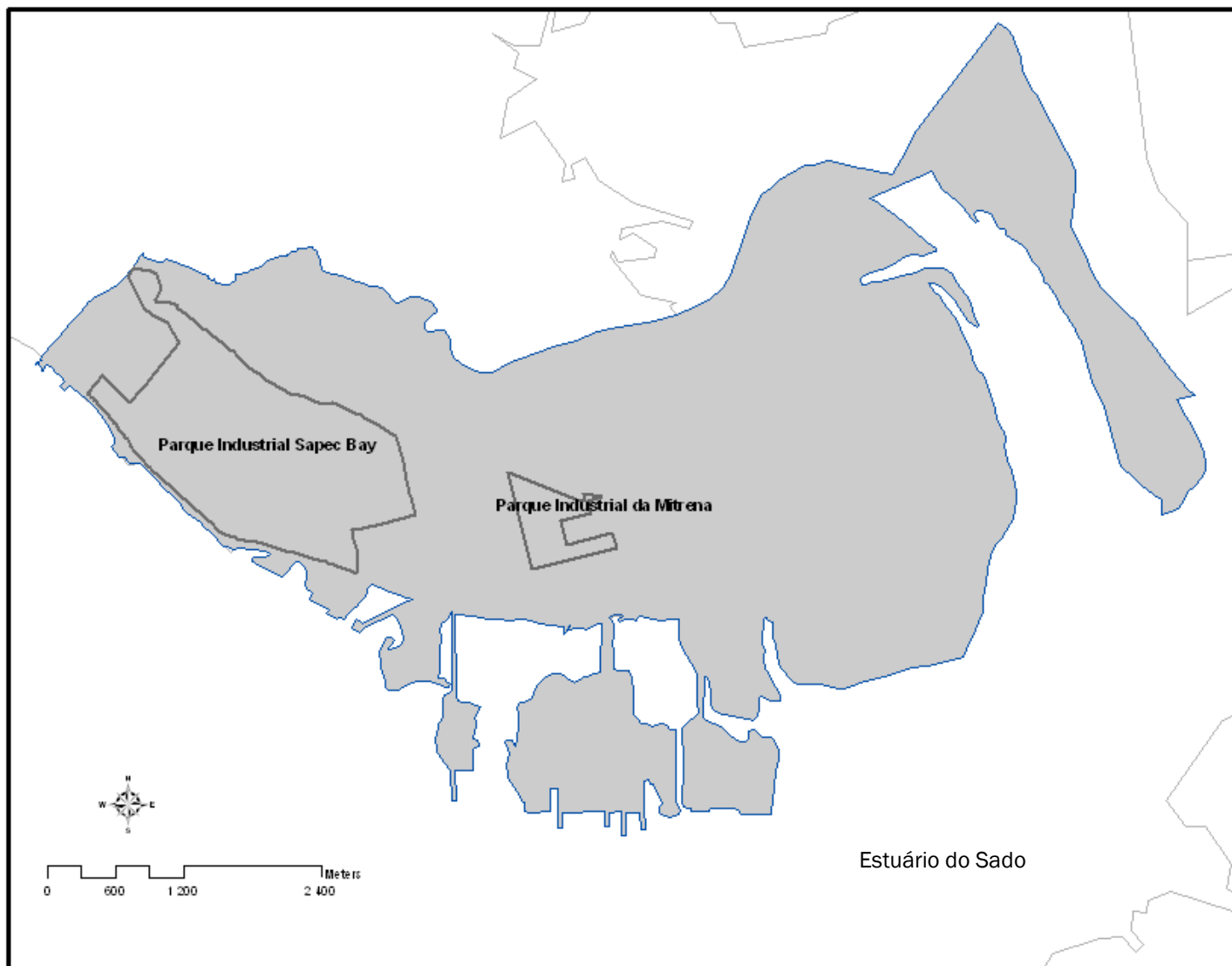
Anexo 2 – Equipamentos de utilização colectiva nas imediações da península da Mitrena



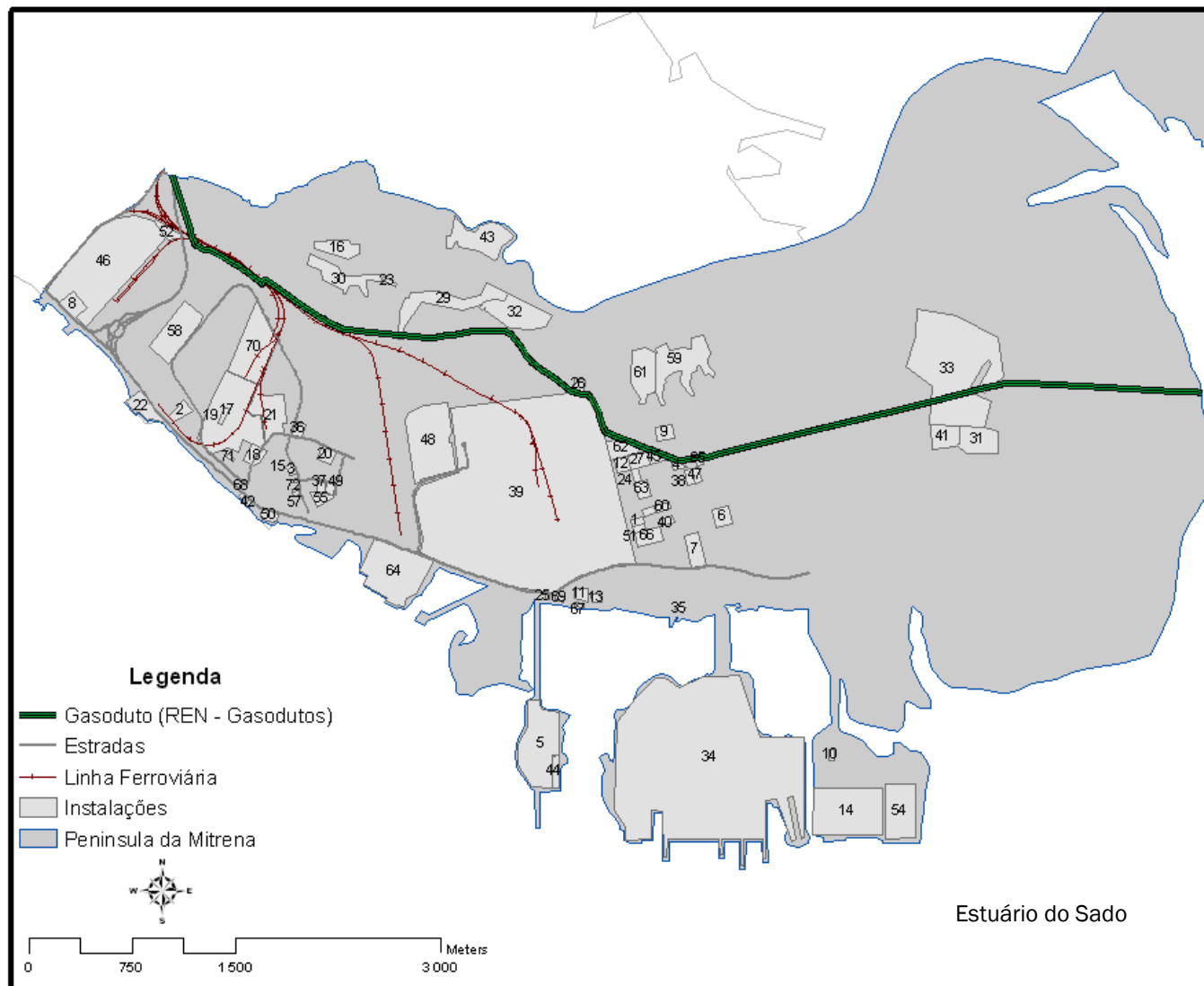
Anexo 3 – Agentes de Protecção Civil nas imediações da península da Mitrena



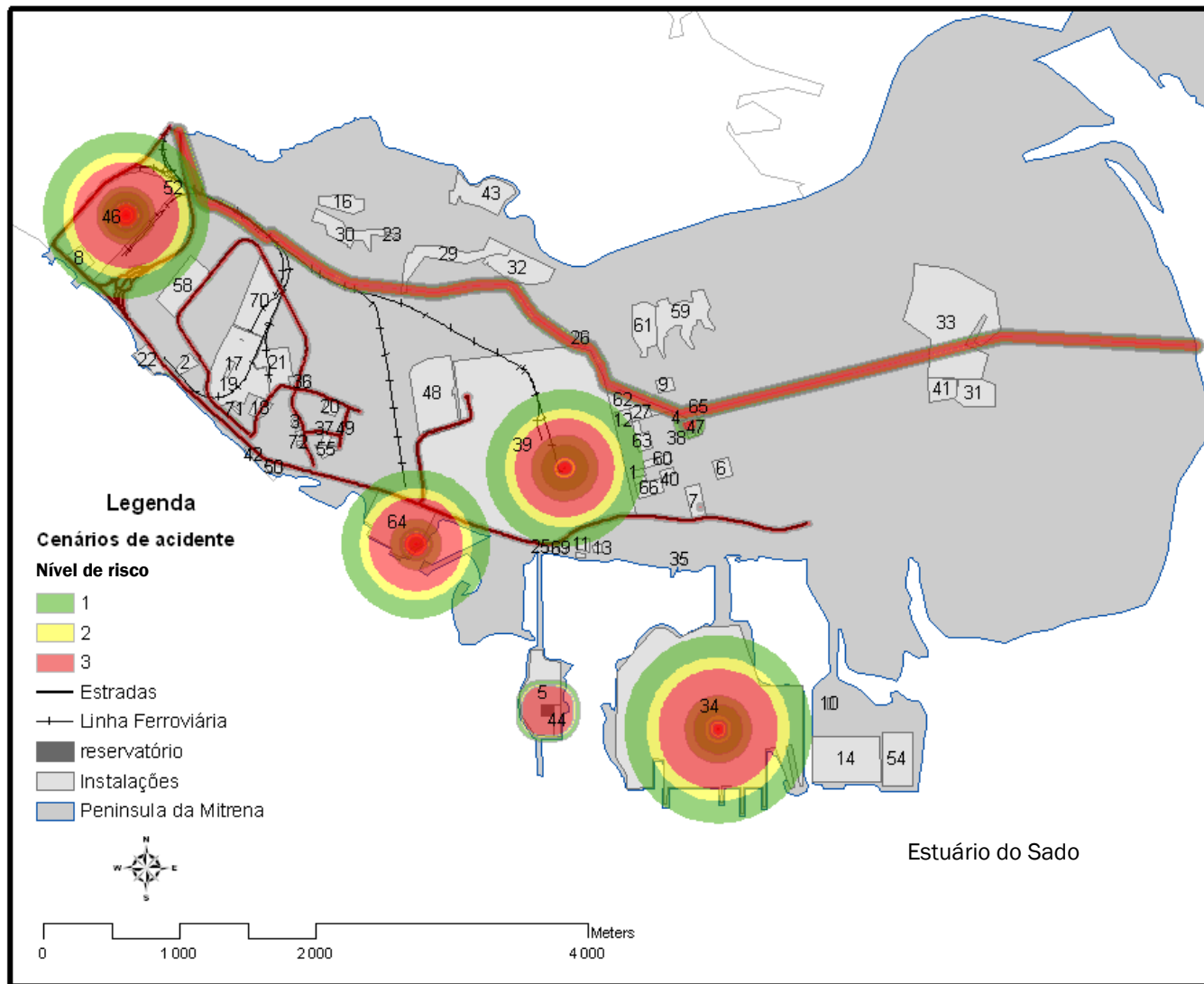
Anexo 4 – Estradas e linha ferroviária presentes na península da Mitrena



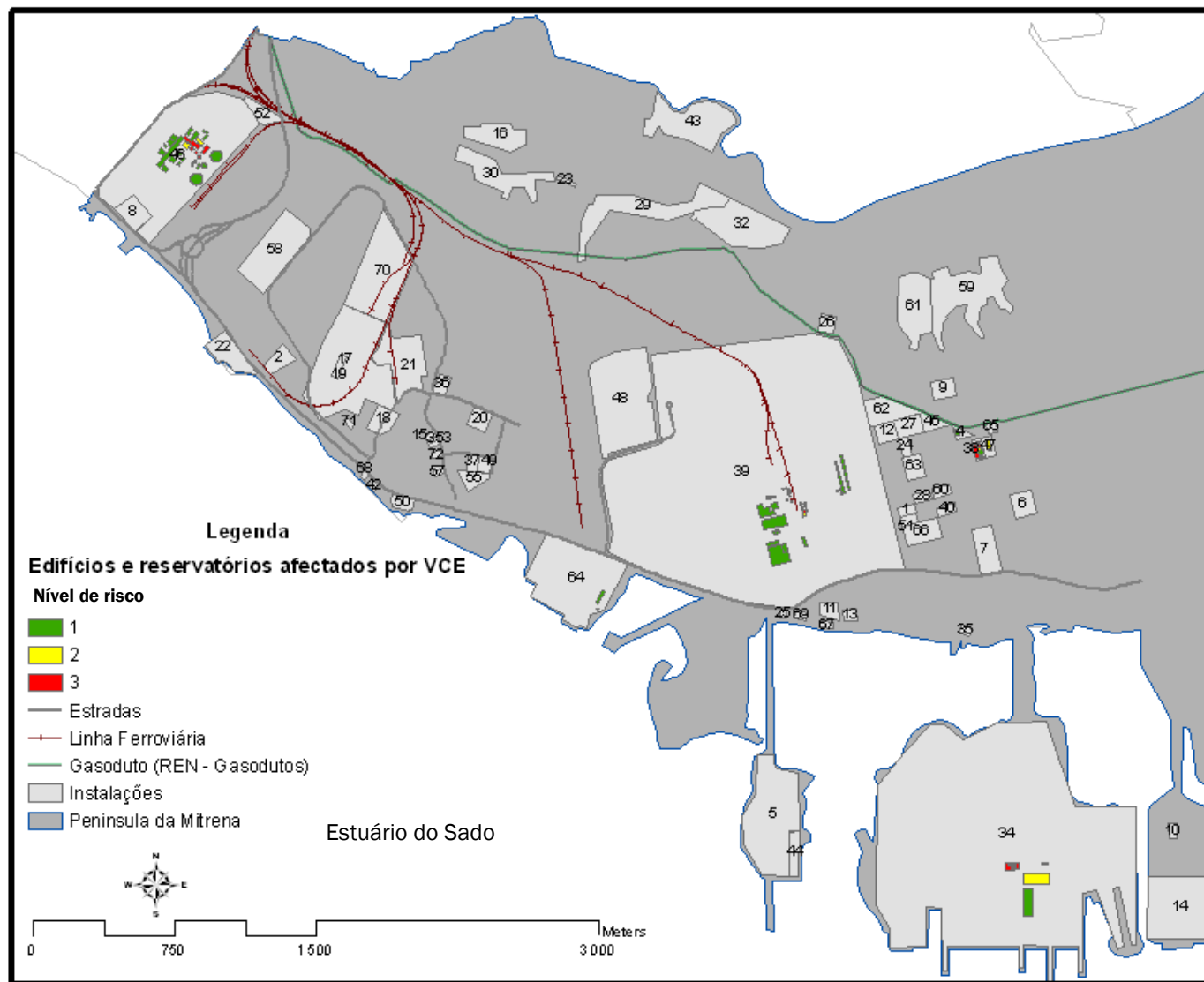
Anexo 5 – Parques Industriais presentes na península da Mitrena



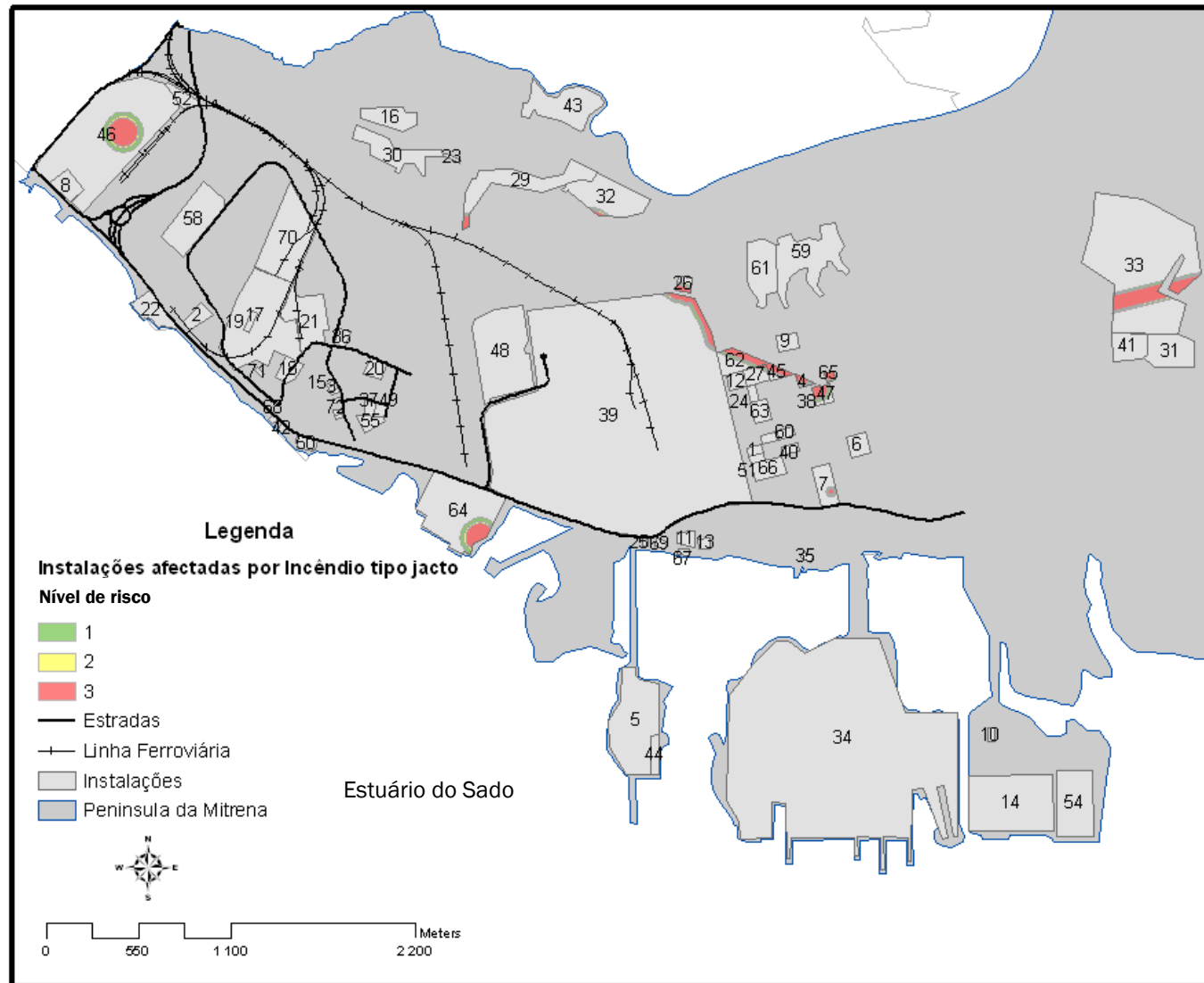
Anexo 6 – Localização do Gasoduto da REN-Gasodutos presente na península da Mitrena (Fonte: REN-Gasodutos, 2007)



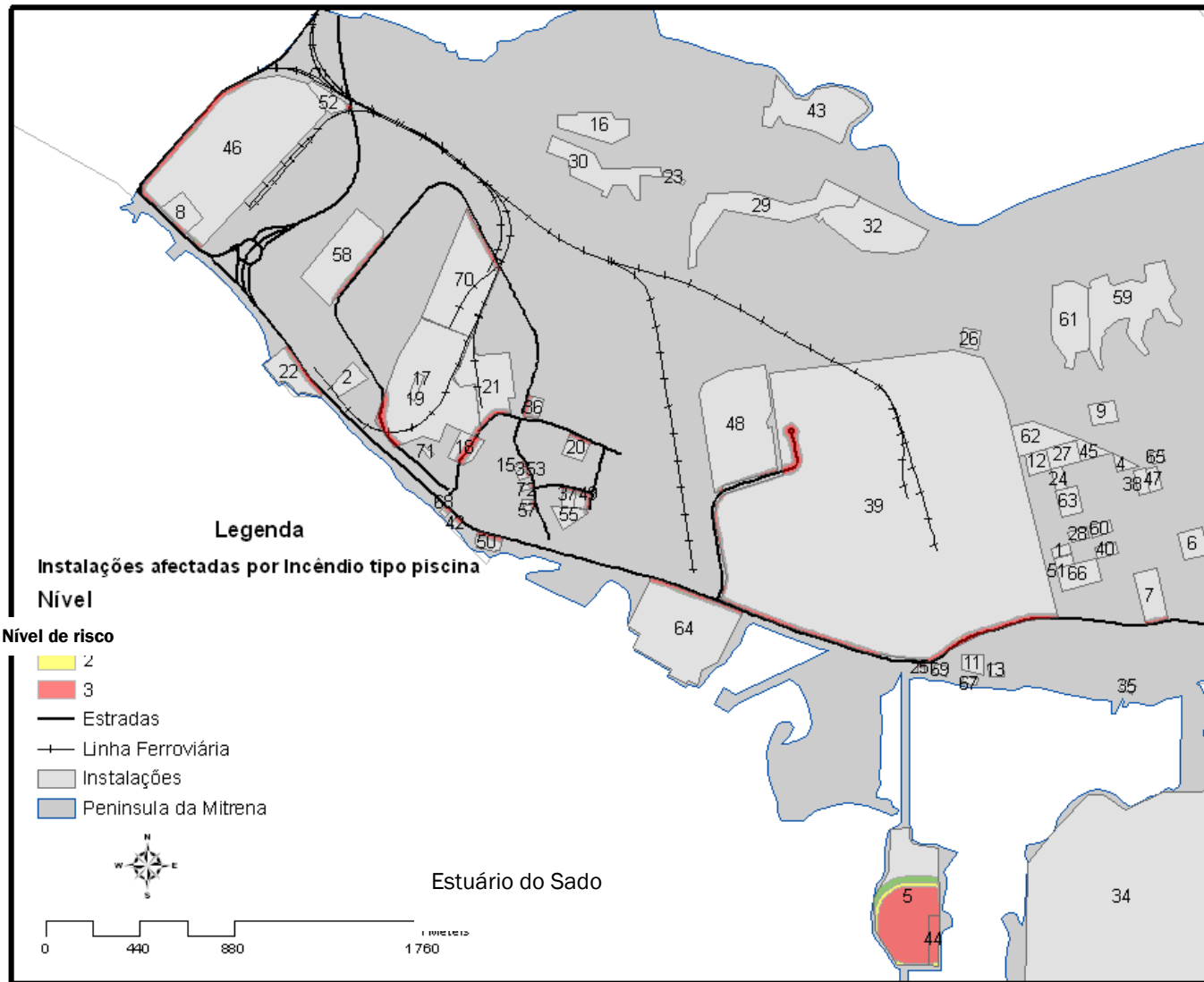
Anexo 7 – Pior cenário global para a península da Mitrena



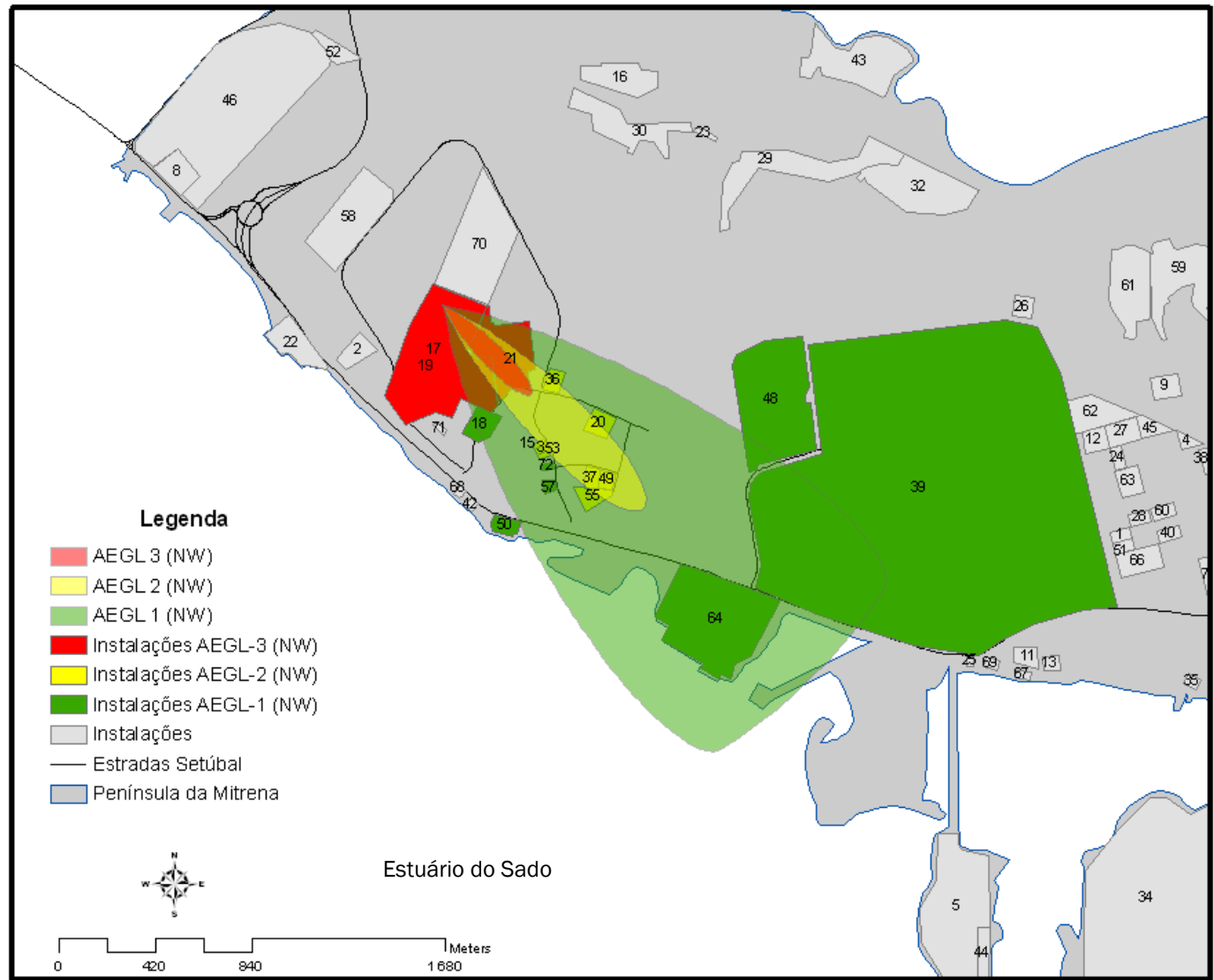
Anexo 8 – Edifícios afectados por VCE com origem nas instalações 34, 38, 39, 46, 64 e gasoduto



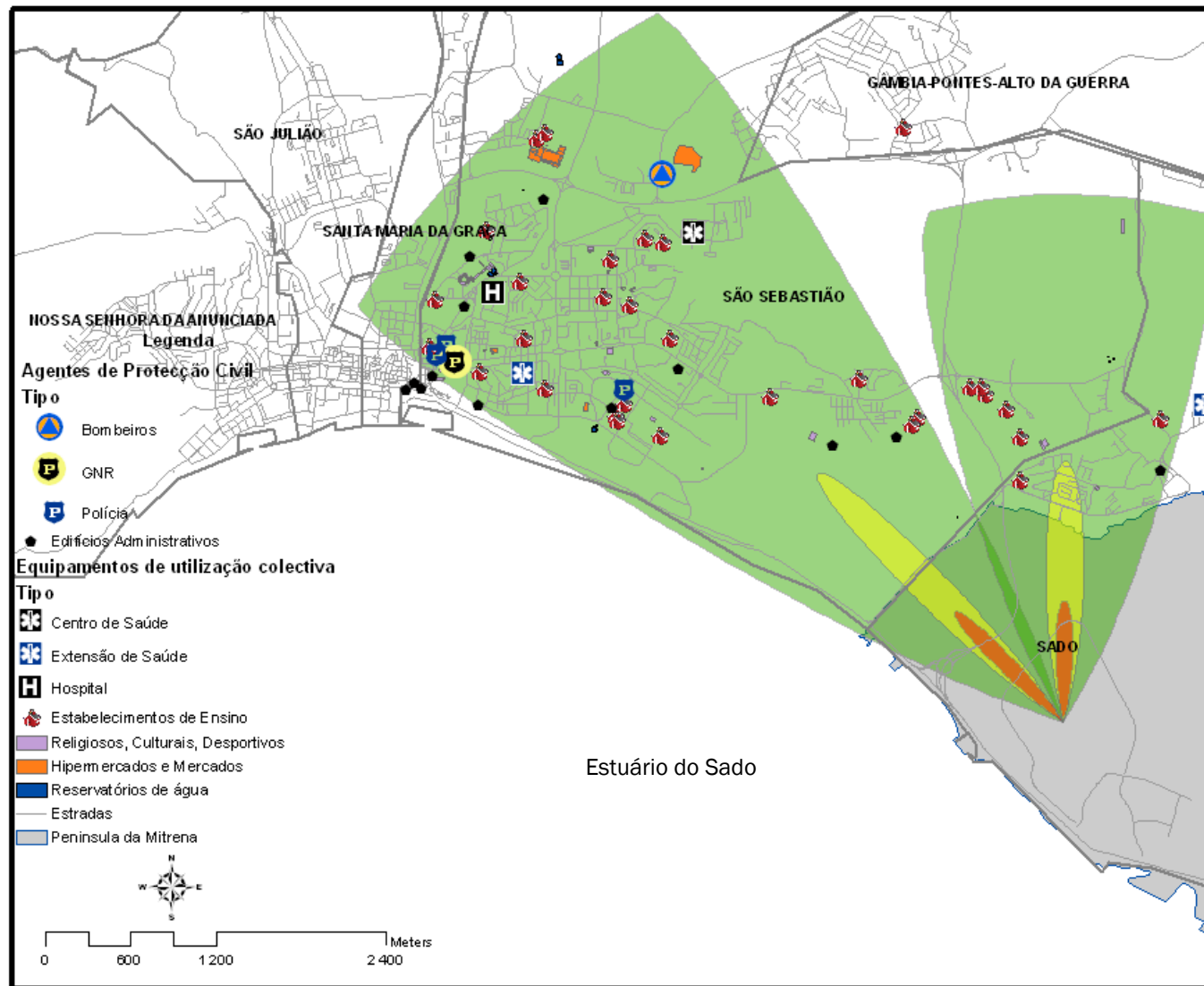
Anexo 9 – Instalações afectadas por Incêndio tipo jacto com origem nas instalações 7, 38, 46 e 64



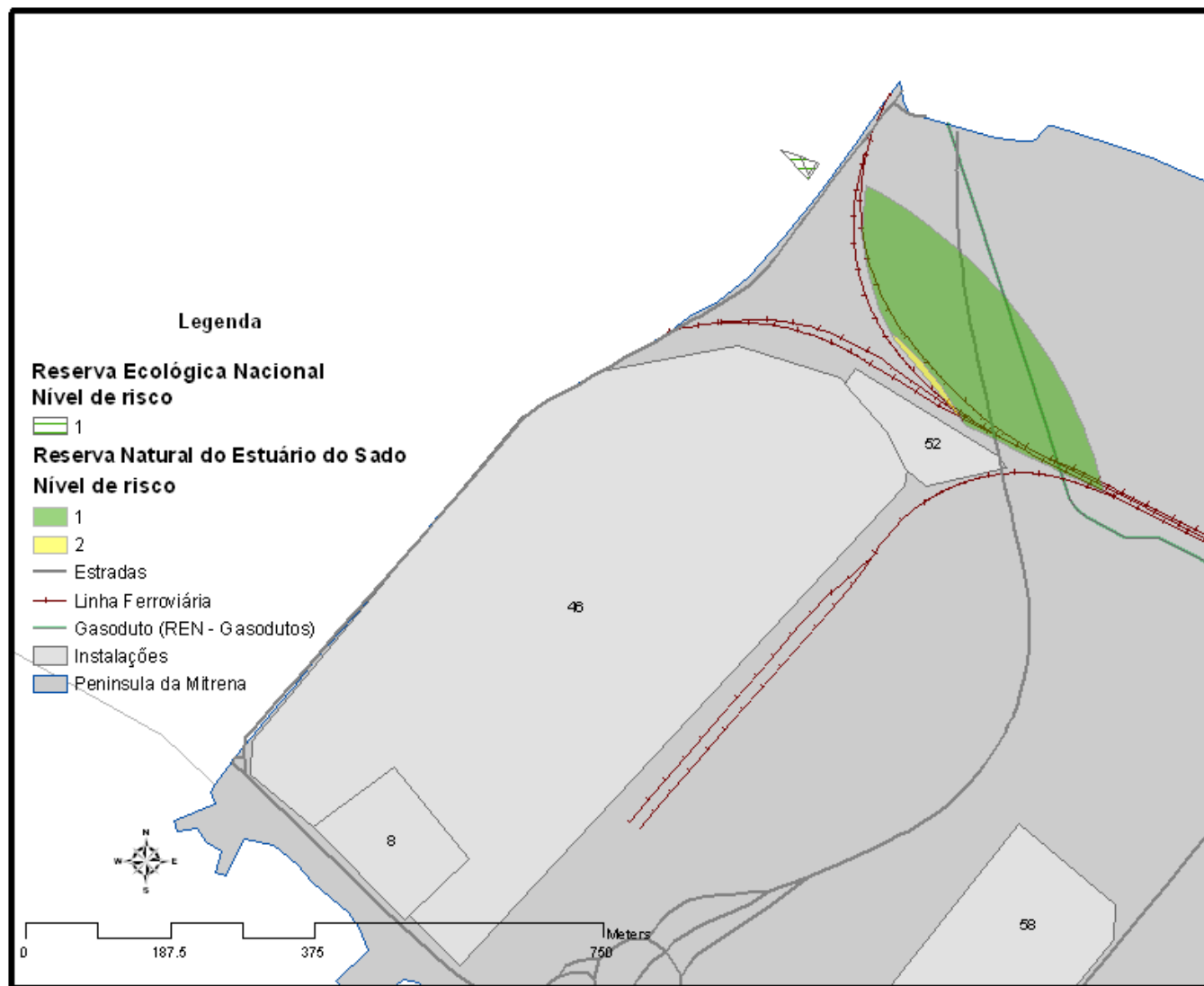
Anexo 10 – Instalações afectadas por Incêndio tipo piscina nas estradas e instalação 5



Anexo 11 - Pluma na direcção do vento NW e instalações afectadas



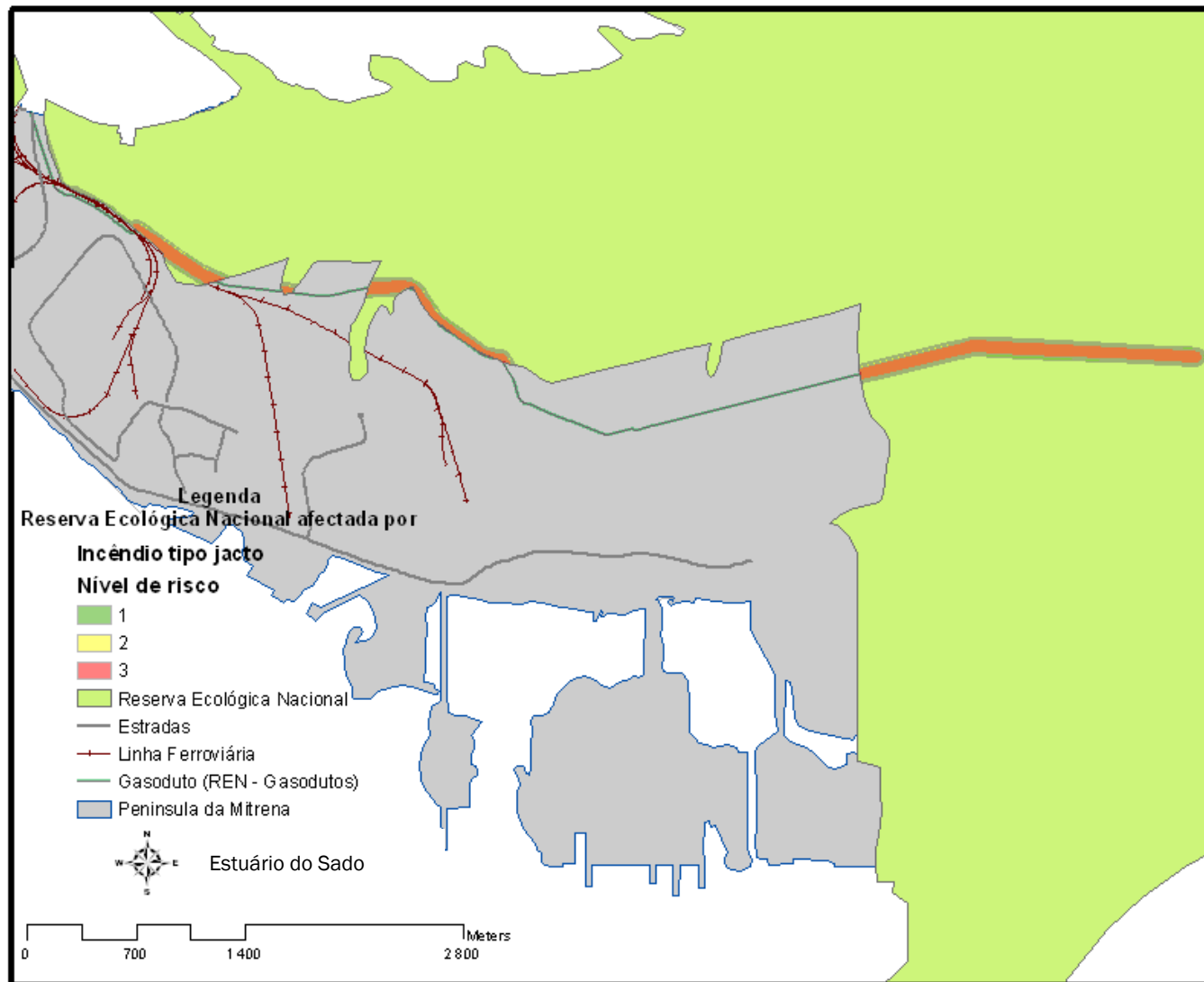
Anexo 12 – Plumas tóxicas nas direcções do vento SE e S e equipamentos de utilização colectiva e agentes de Protecção Civil afectados



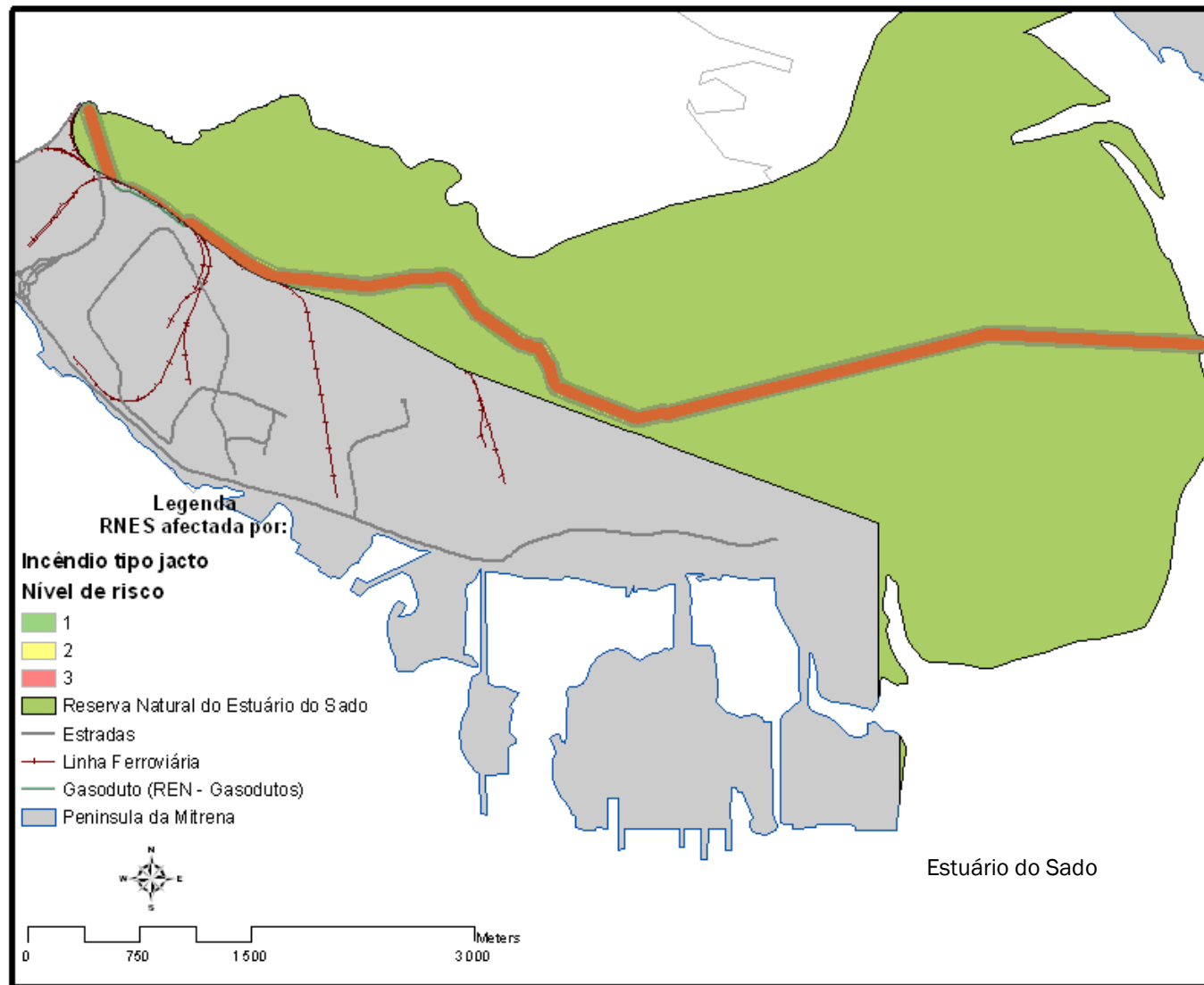
Anexo 13 – Reserva Ecológica Nacional e Reserva Natural do Estuário do Sado afectadas por Bola de fogo com origem na instalação 46



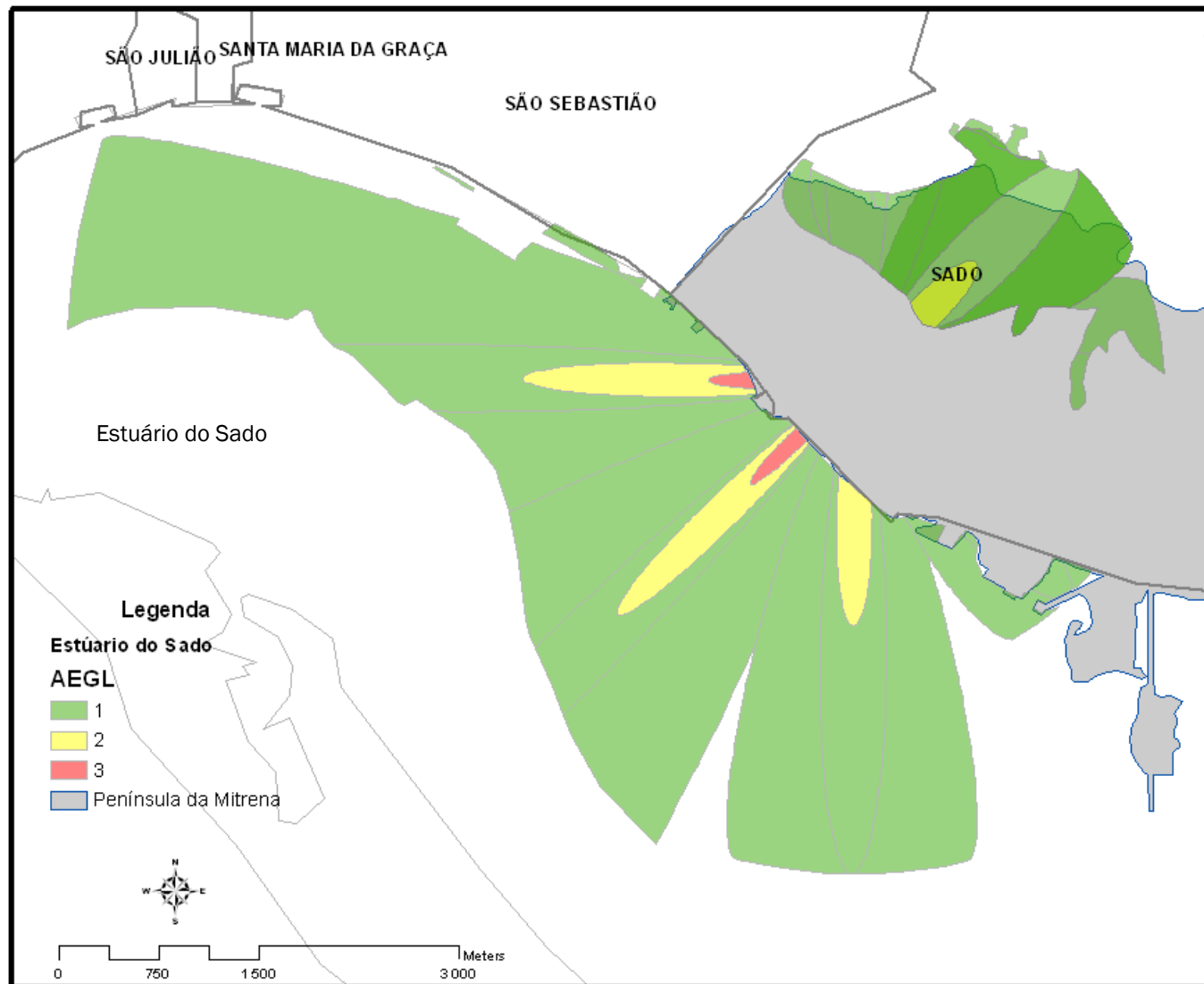
Anexo 14 – Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES) afectada por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas



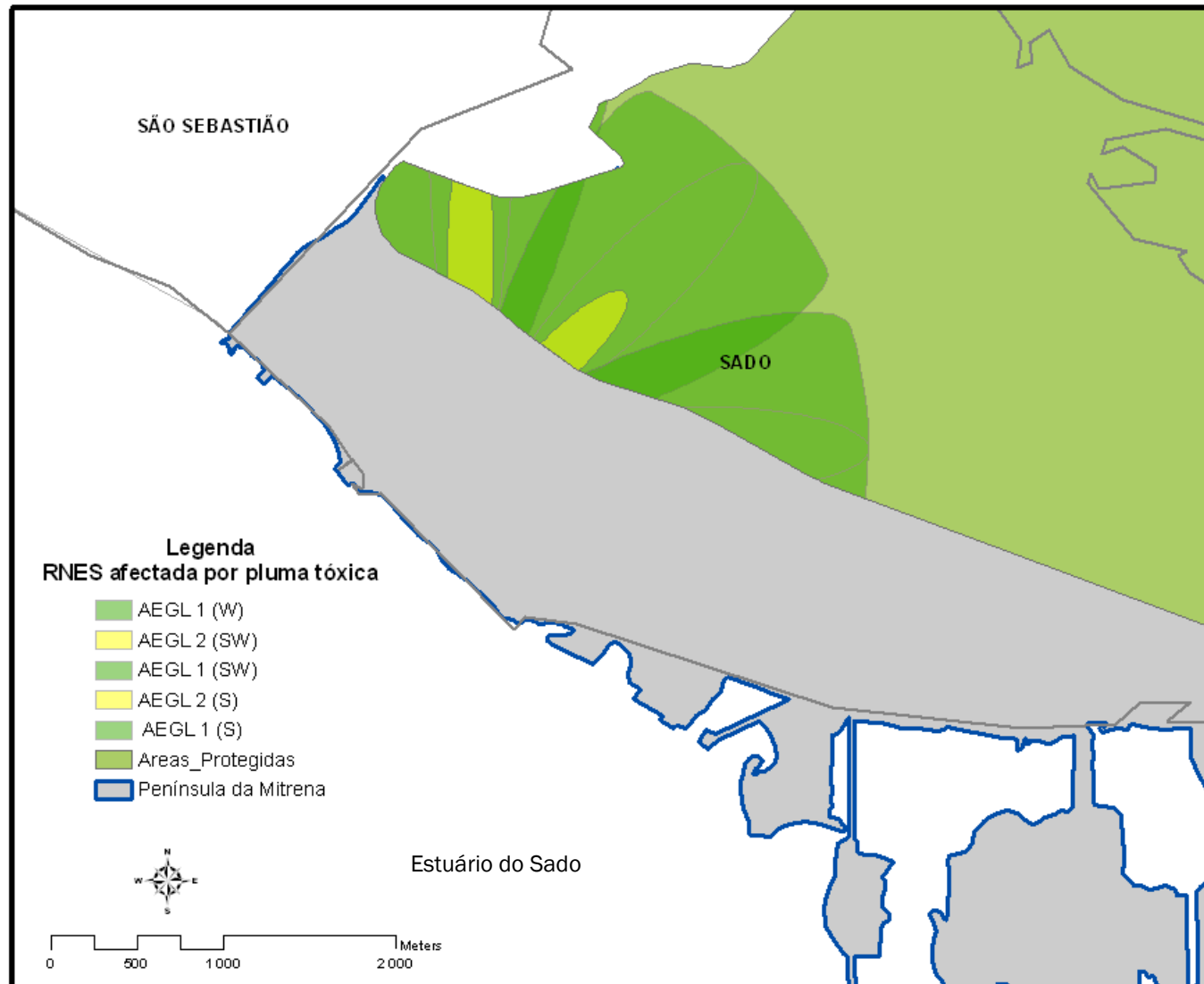
Anexo 15 – Reserva Ecológica Nacional afectada por incêndio tipo jacto com origem no gasoduto



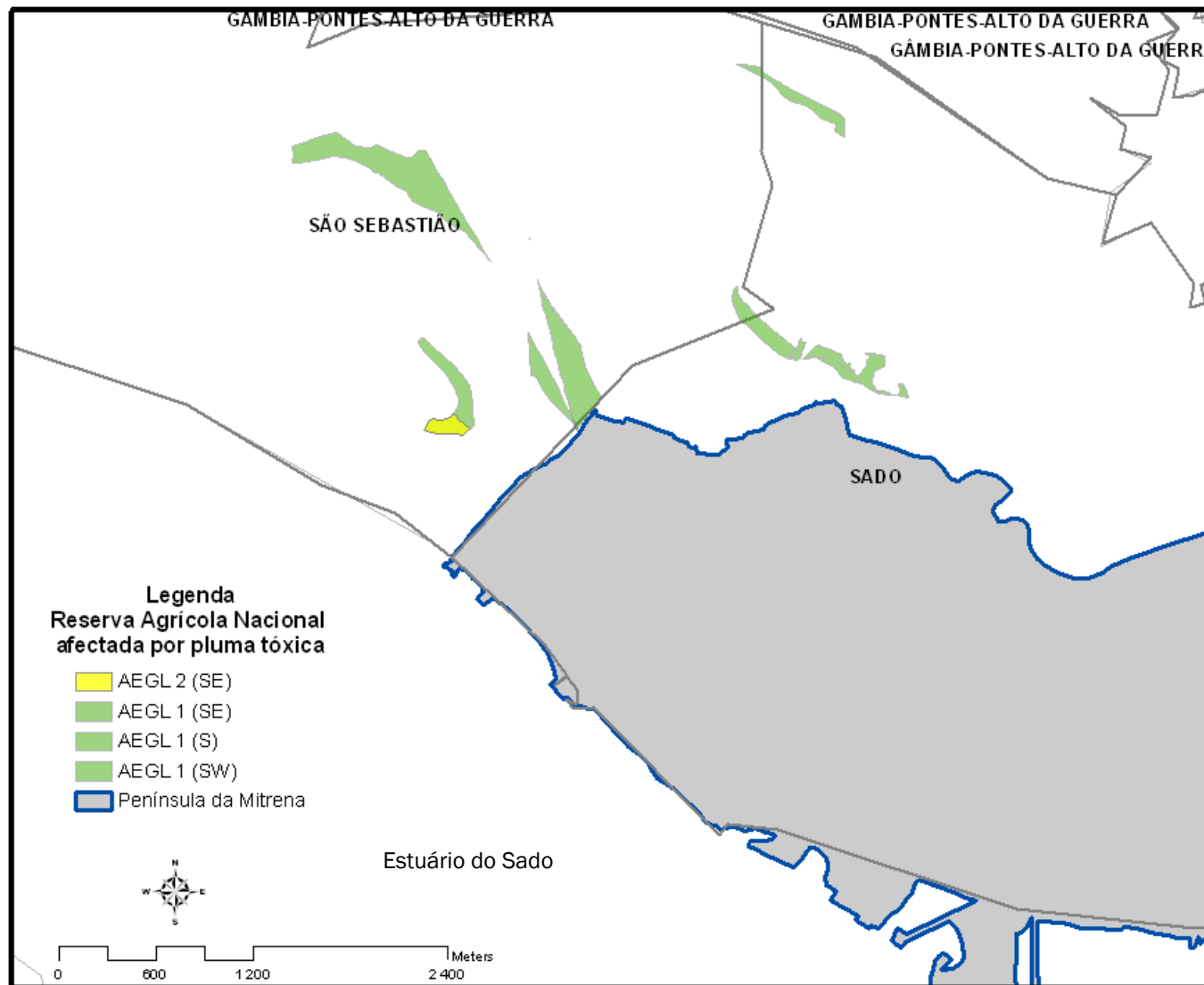
Anexo 16 - Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES) afectada por cenários com origem no gasoduto



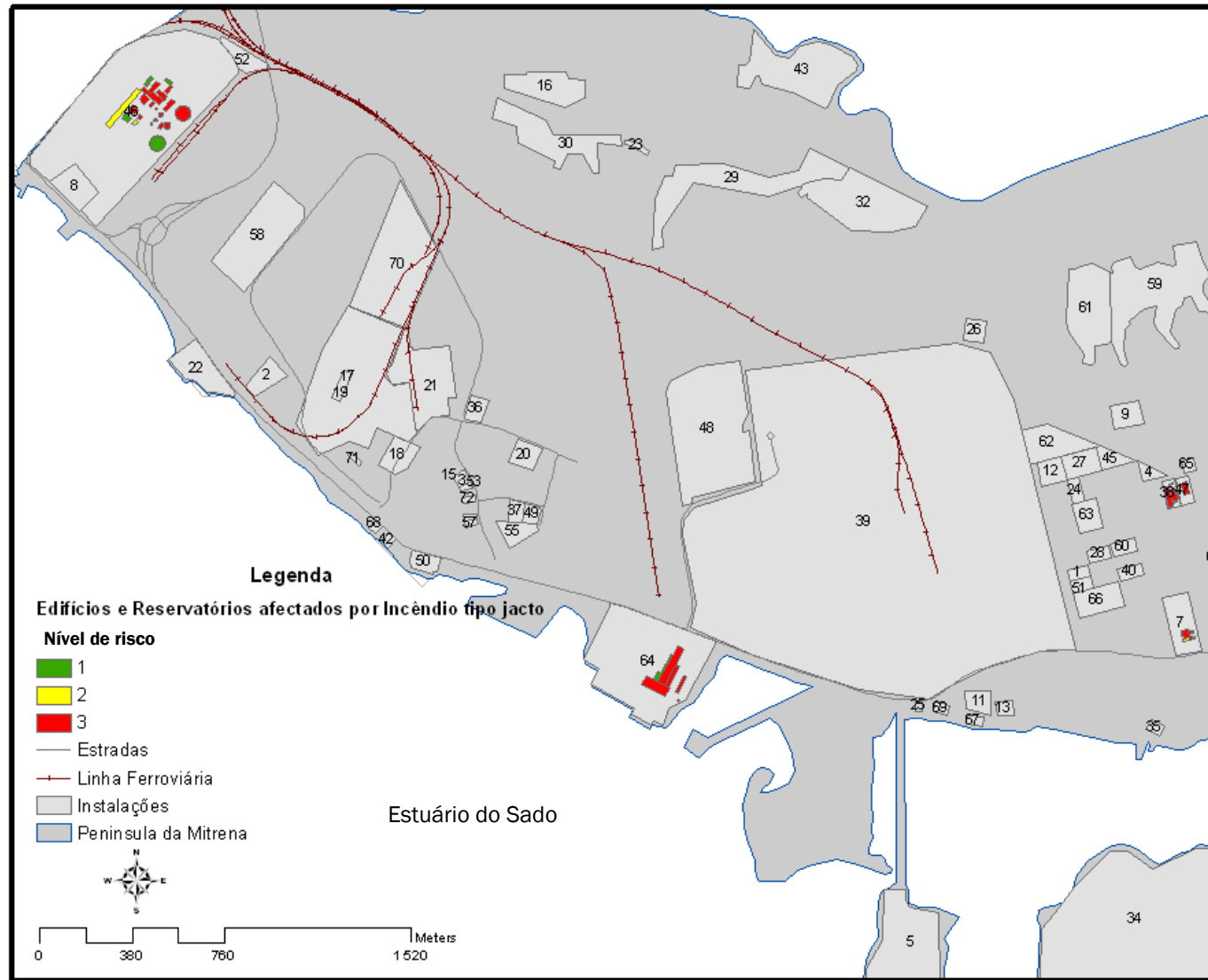
Anexo 17 – Estuário do Sado afectado por plumas tóxicas



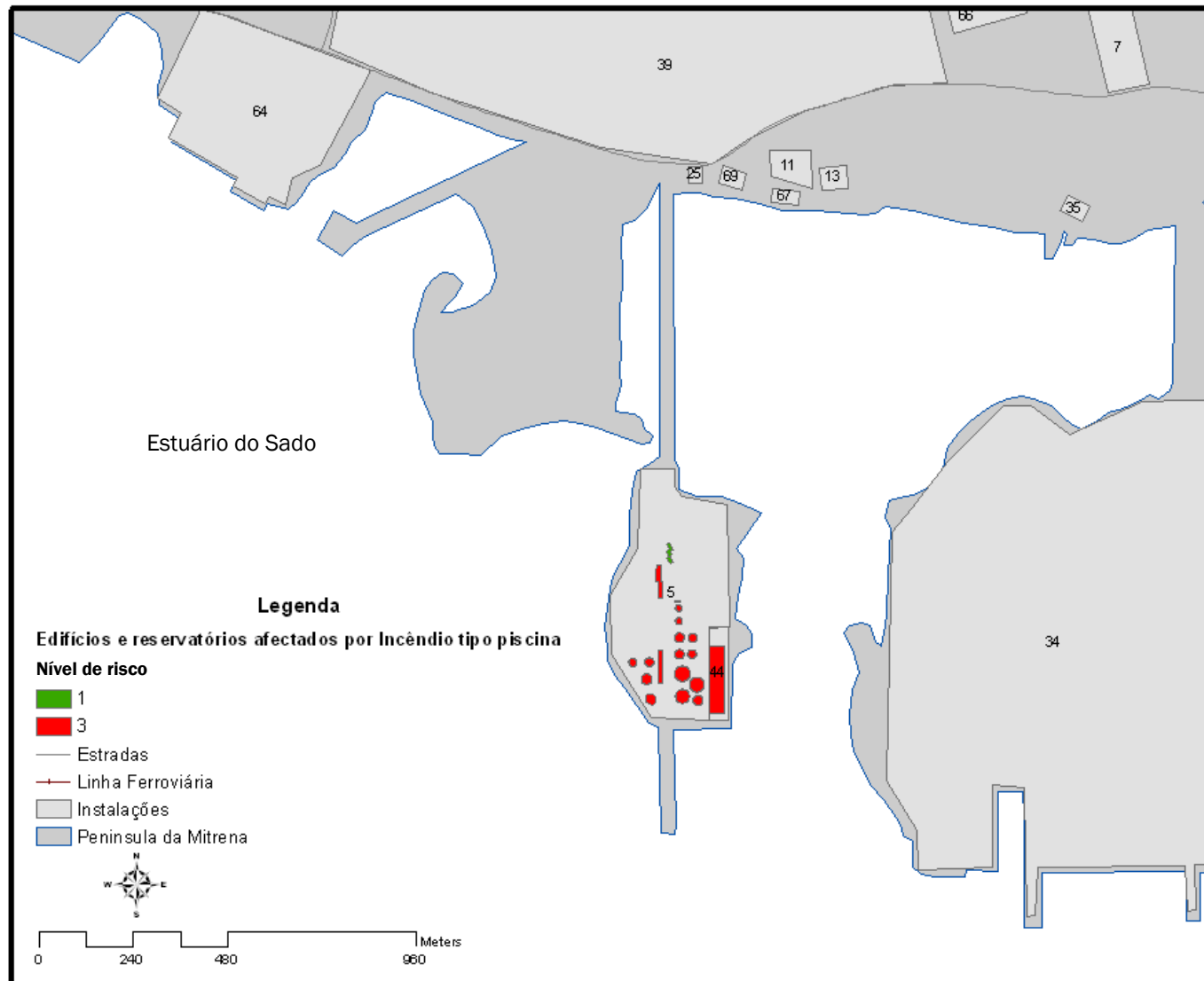
Anexo 18 - Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES) afectada por plumas tóxicas



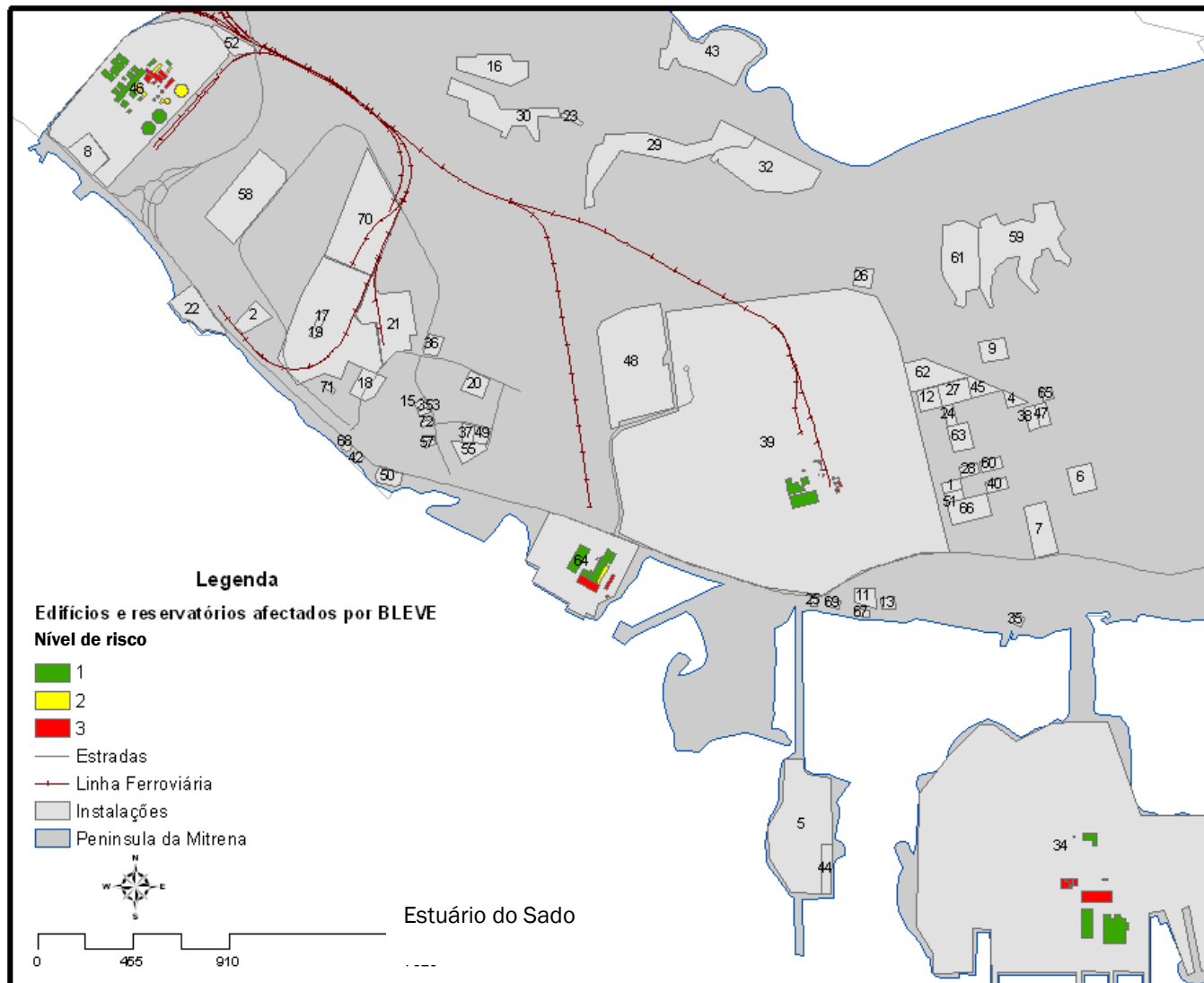
Anexo 19 – Reserva Agrícola Nacional afectada por cenário tóxico



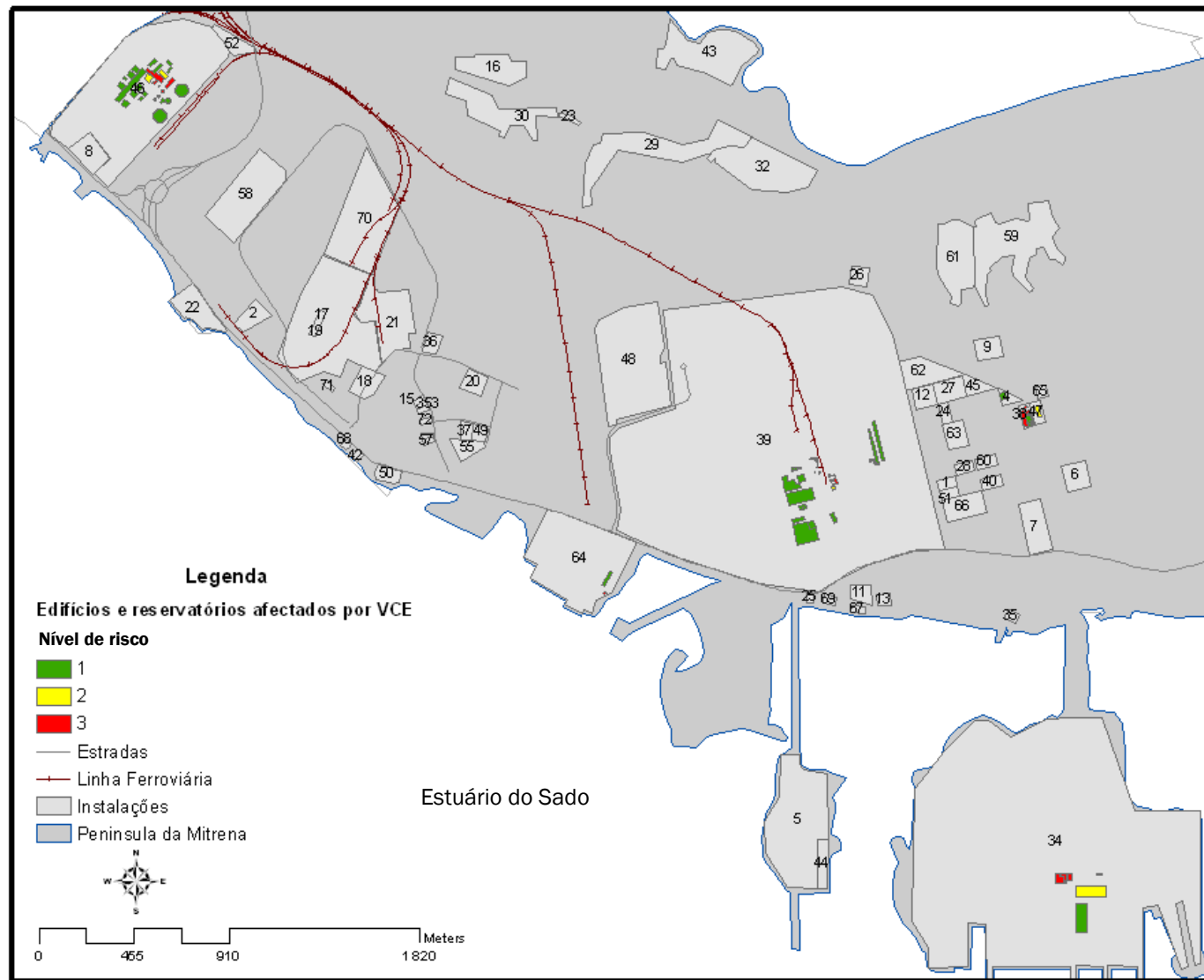
Anexo 20 - Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo jacto



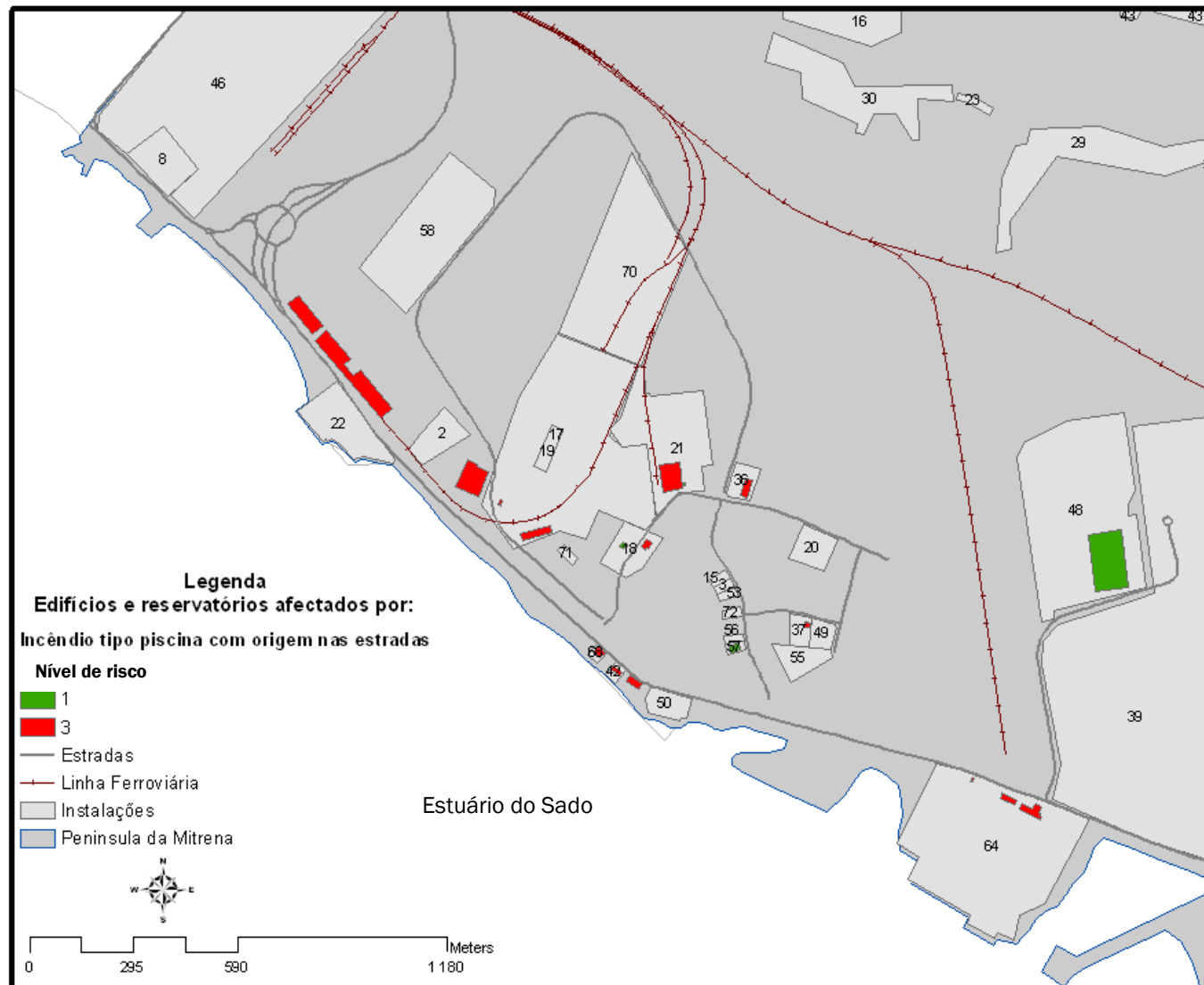
Anexo 21 - Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo piscina



Anexo 22 - Edifícios e reservatórios afectados por BLEVE



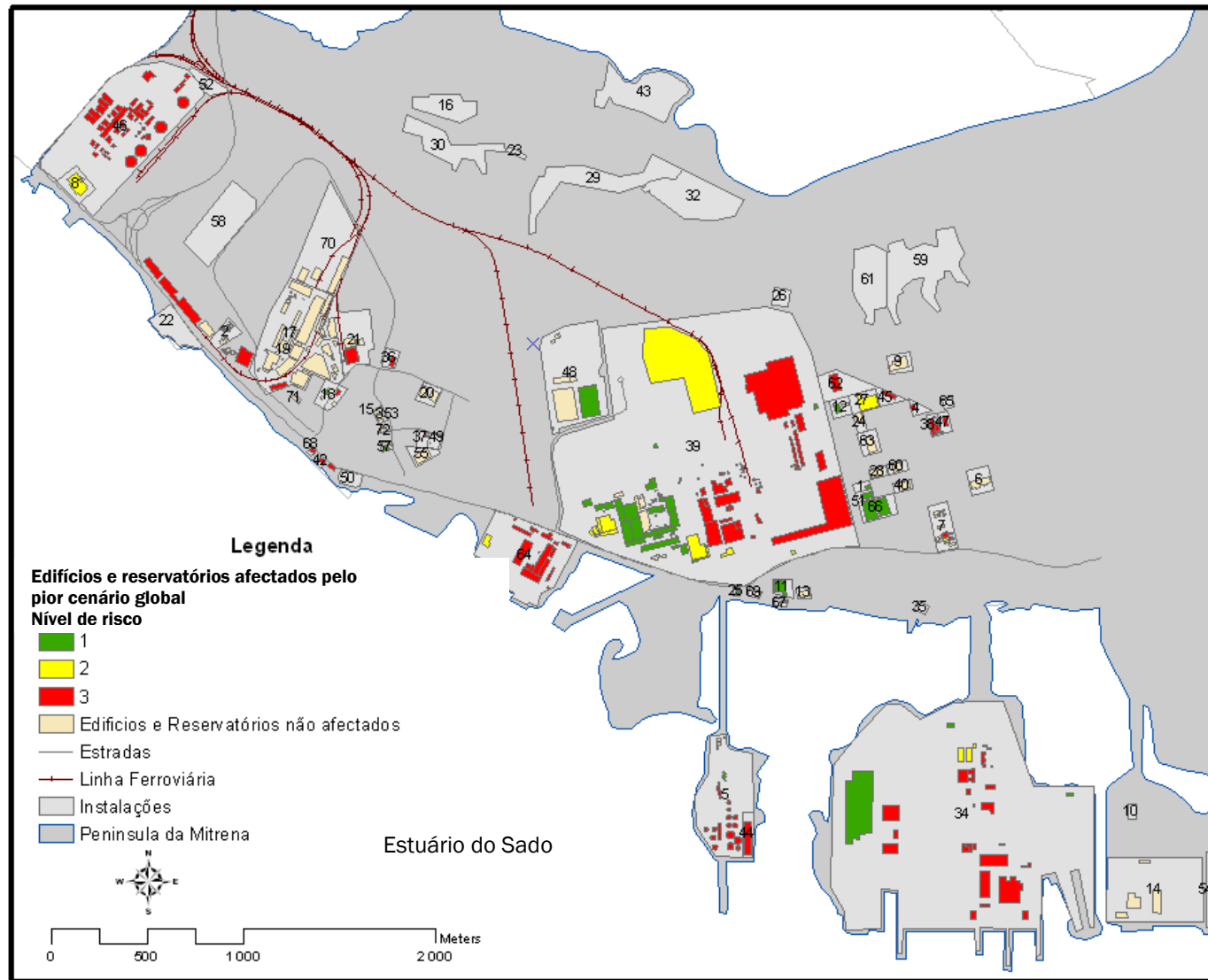
Anexo 23 - Edifícios e reservatórios afectados por VCE



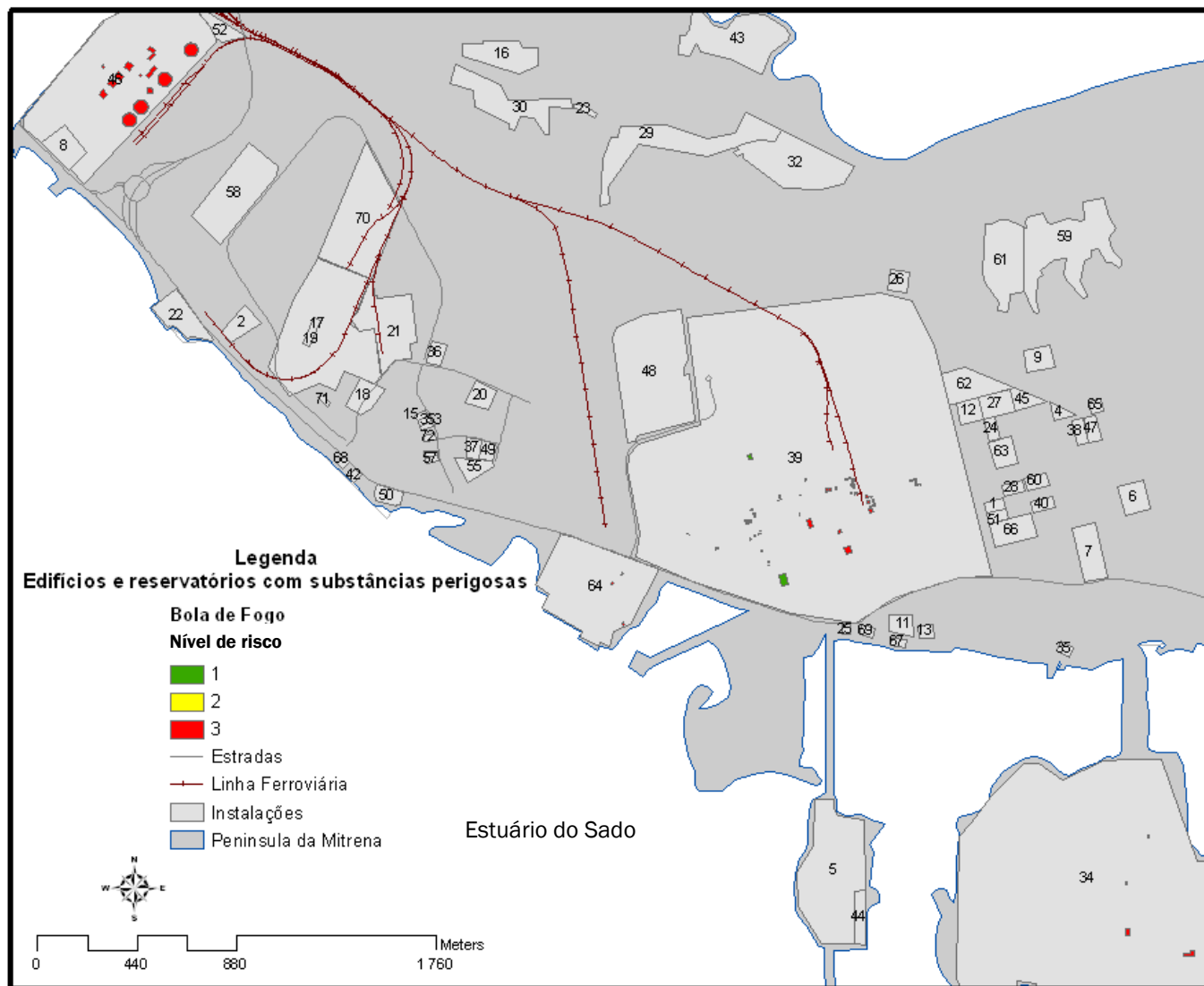
Anexo 24 - Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas



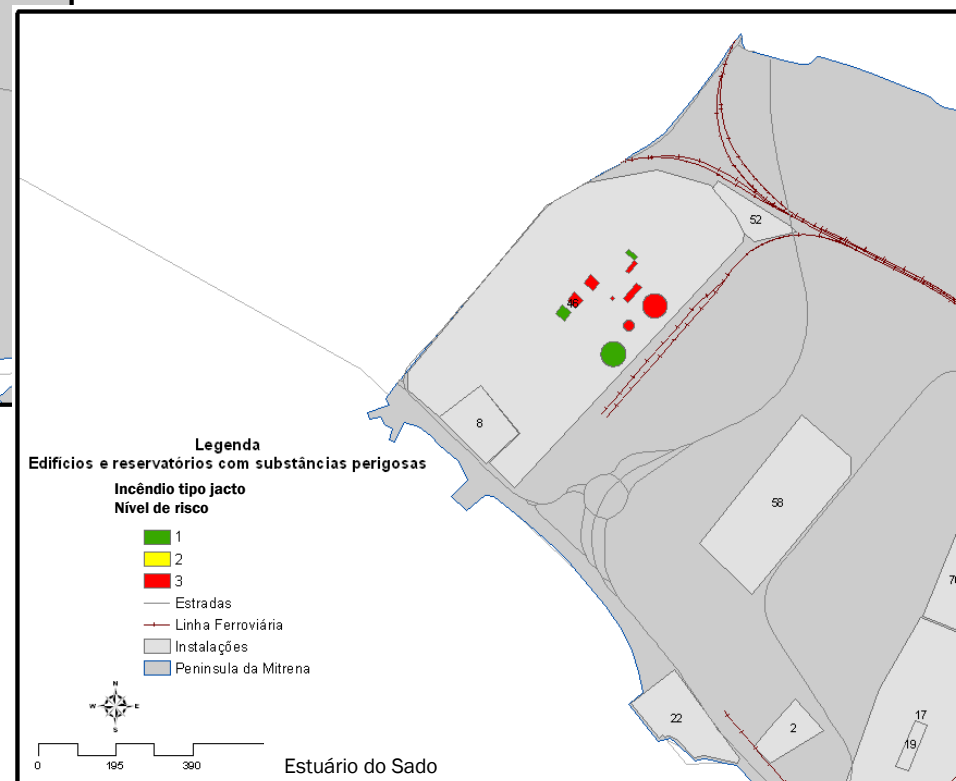
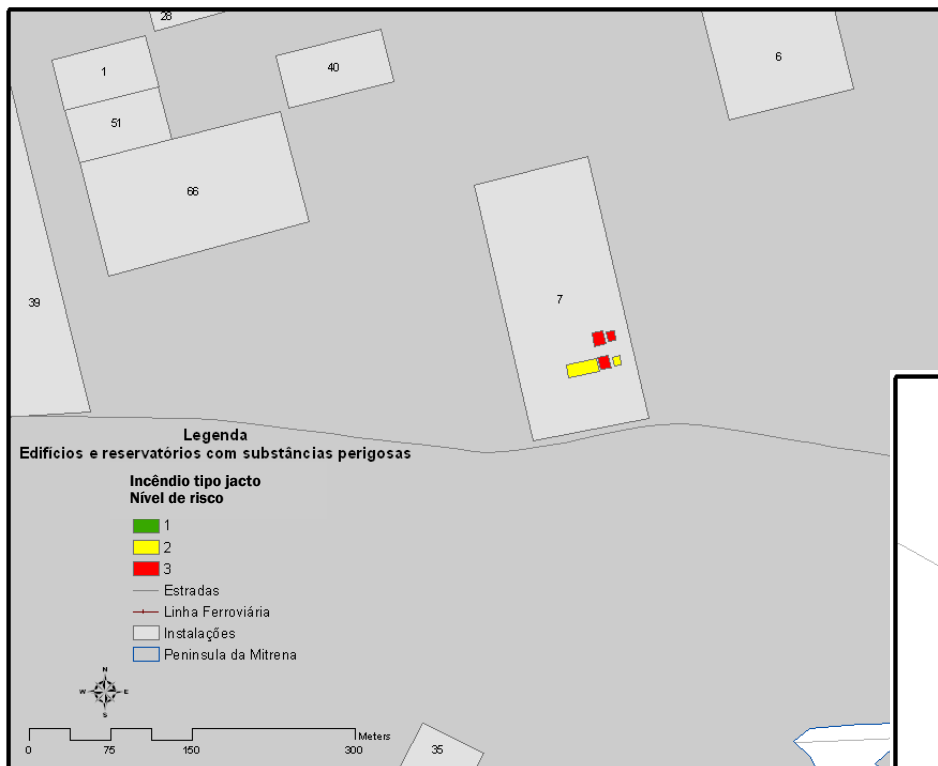
Anexo 25 - Edifícios e reservatórios afectados por Incêndio tipo jacto e VCE com origem no gasoduto



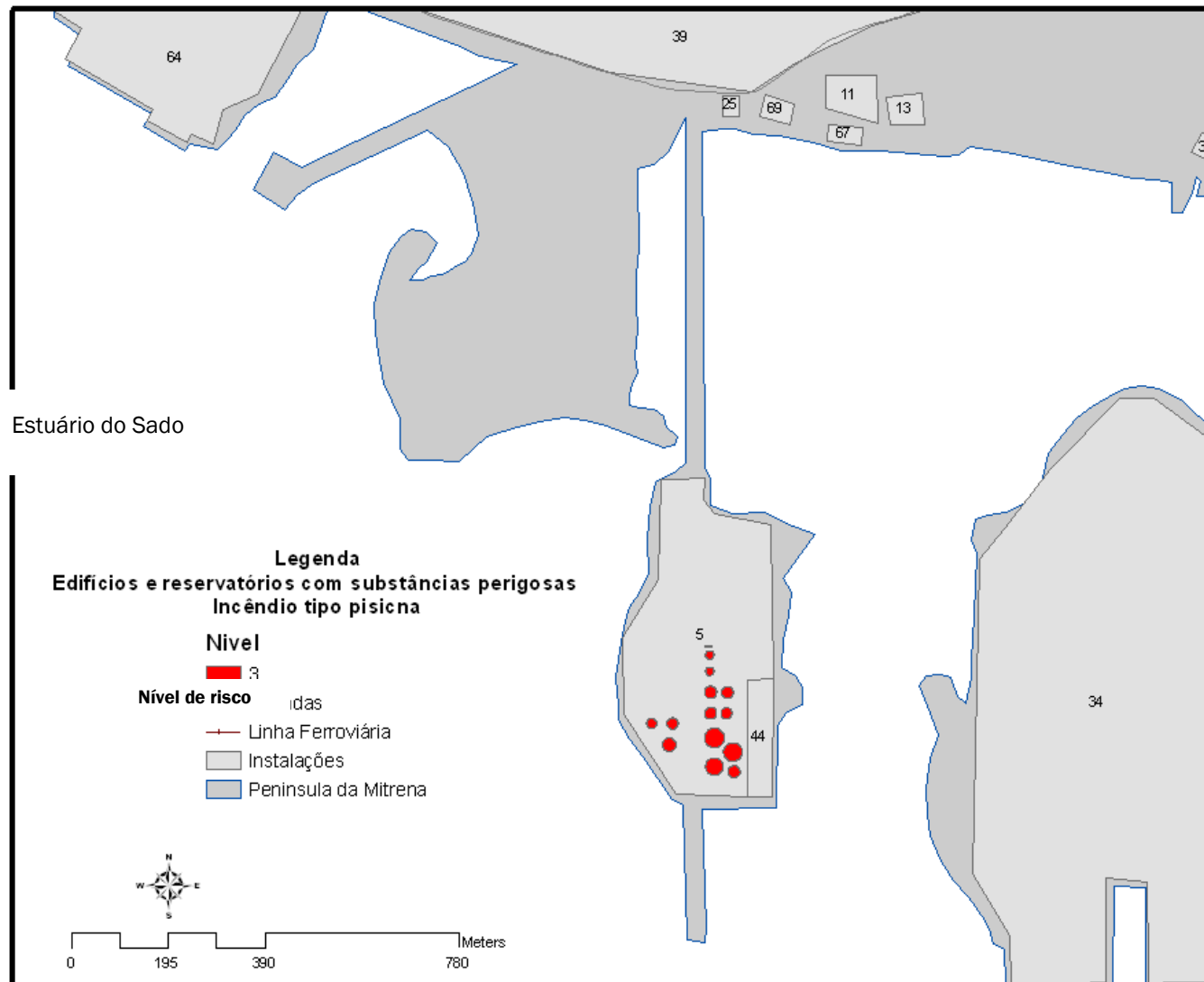
Anexo 26 - Edifícios e reservatórios afectados pelo pior cenário global



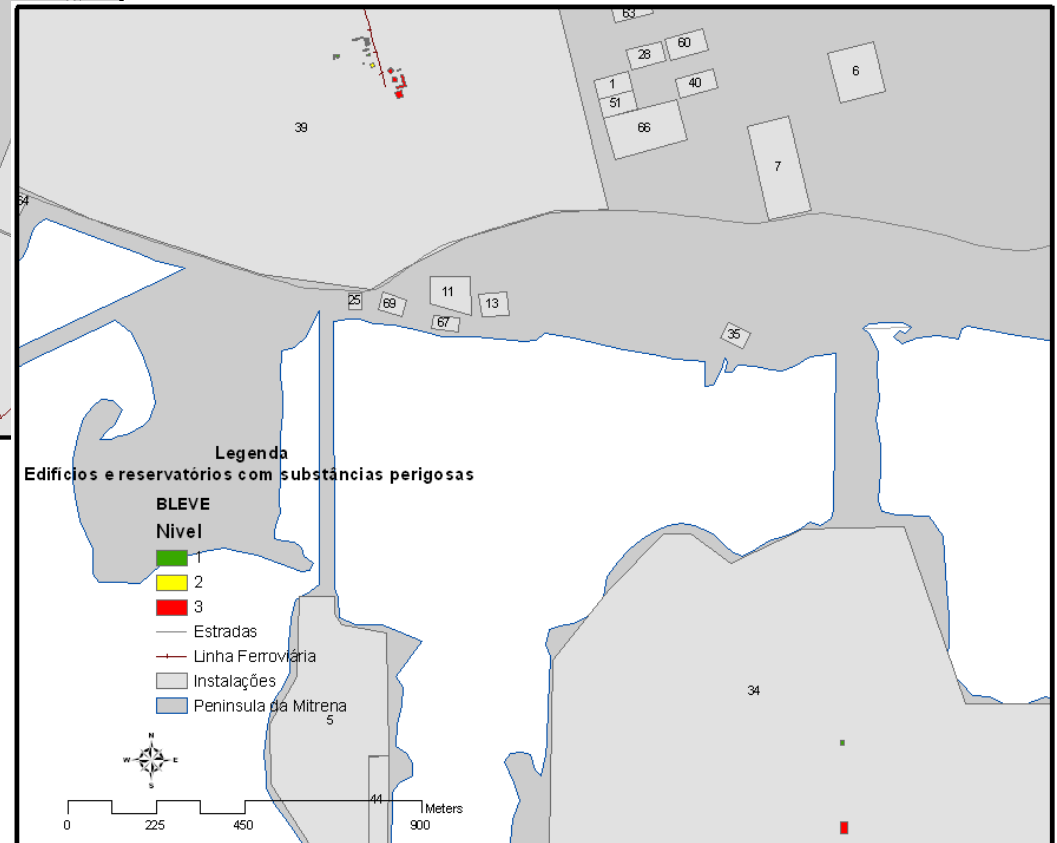
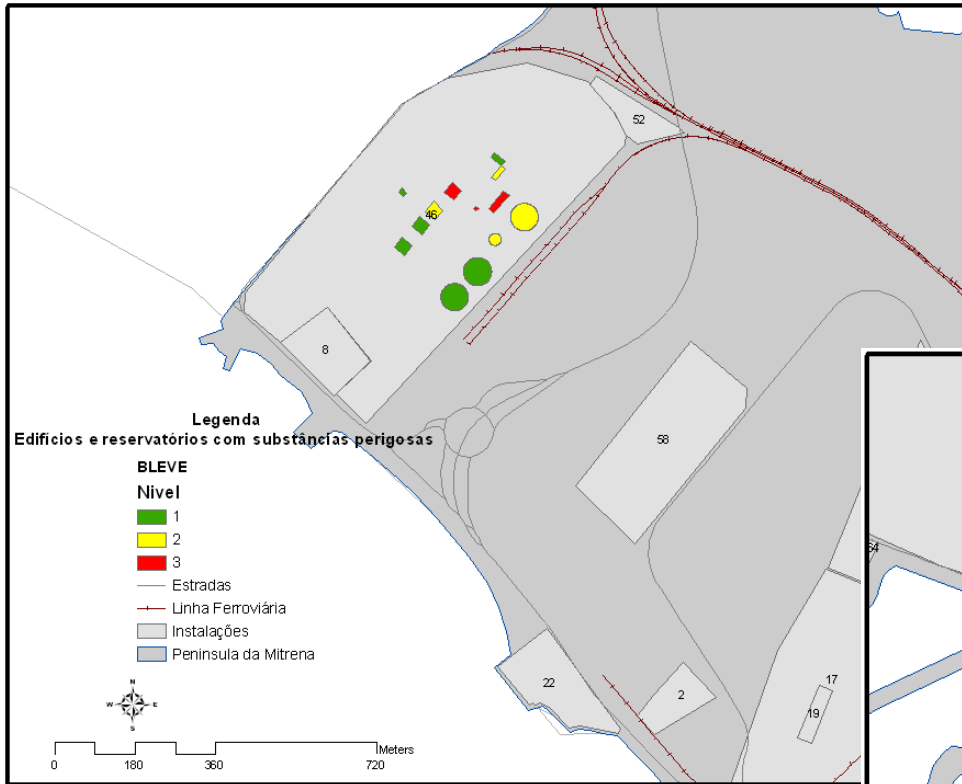
Anexo 27 - Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por Bola de fogo



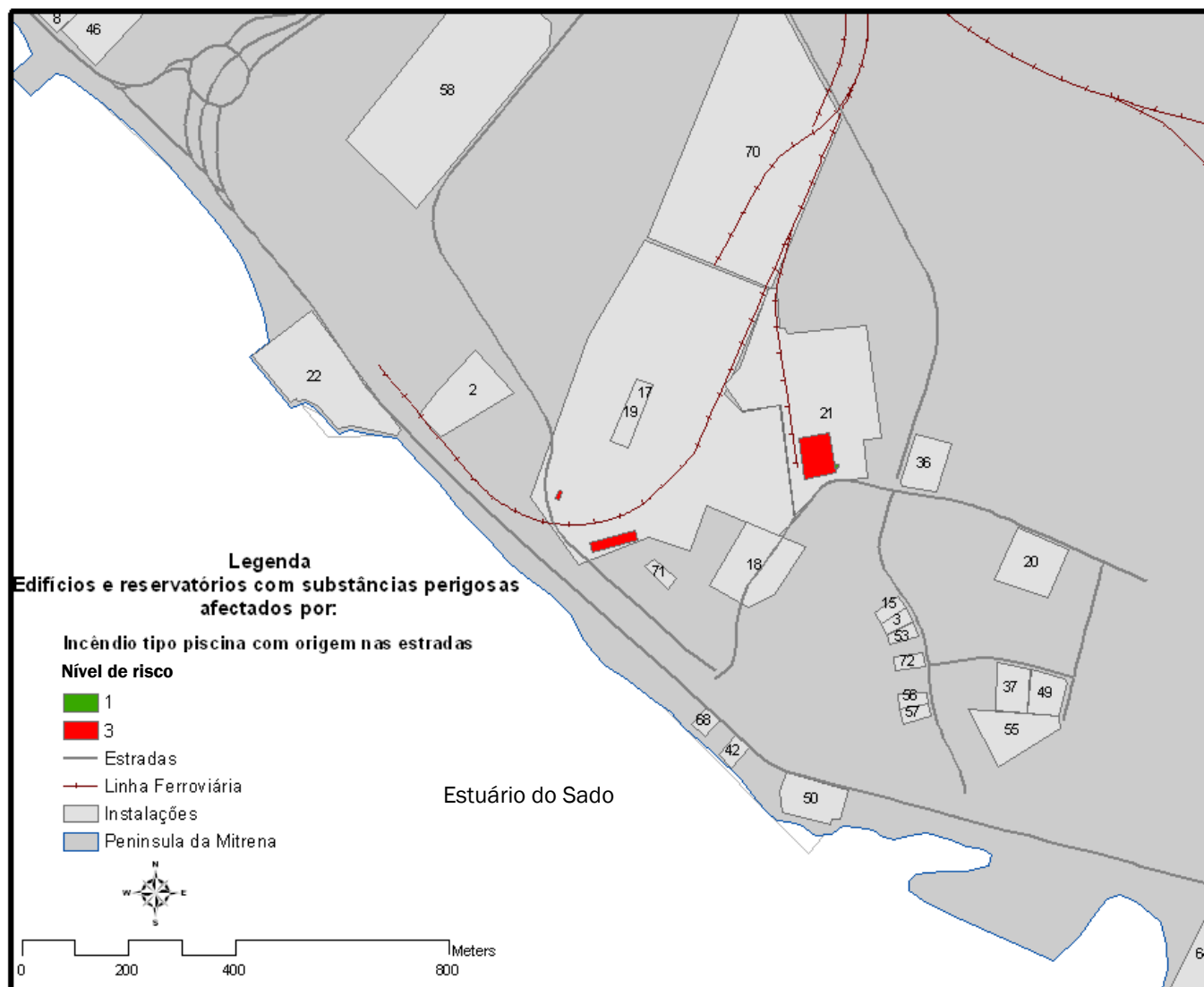
Anexo 28 - Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por Incêndio tipo jacto



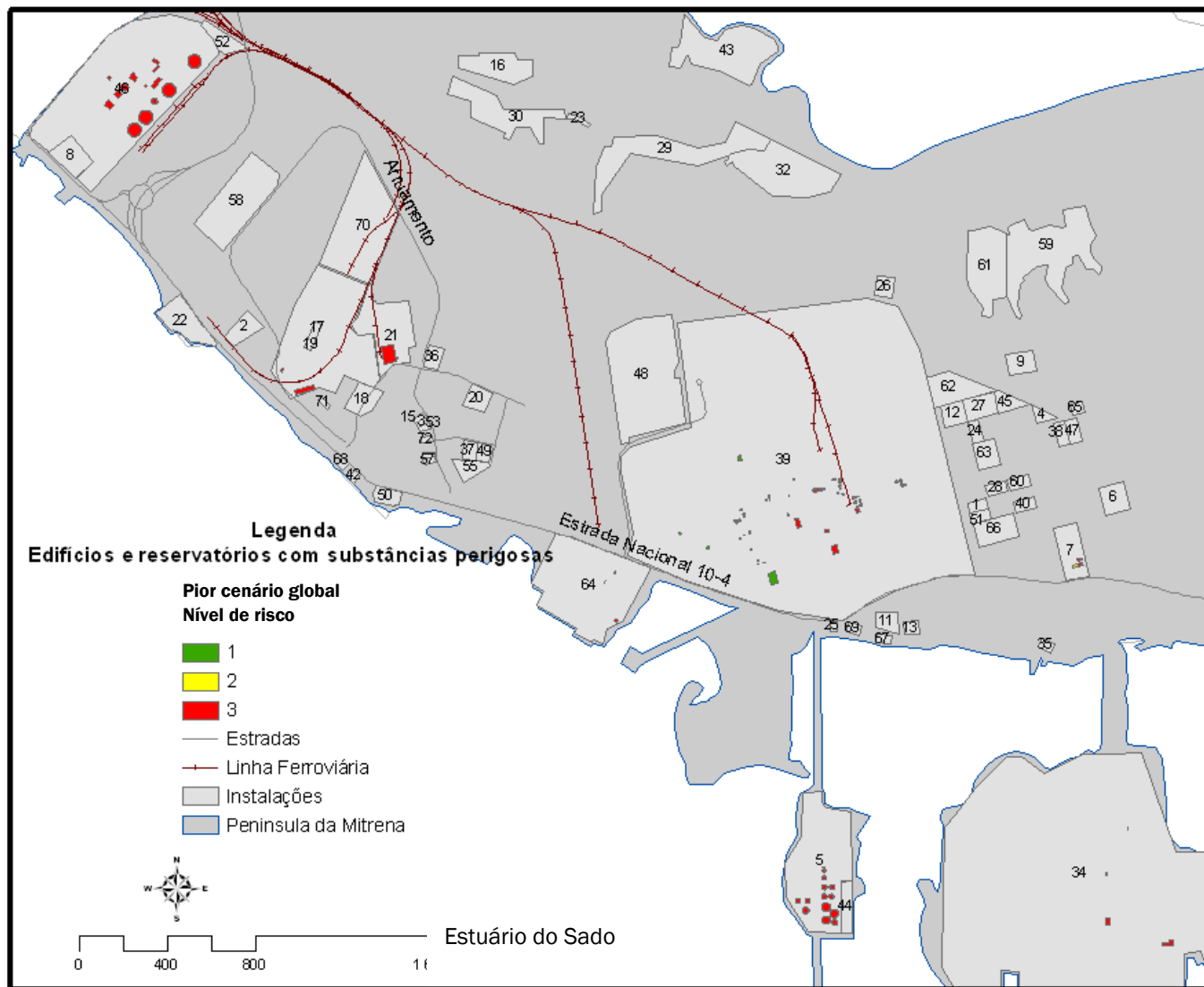
Anexo 29 - Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por Incêndio tipo piscina



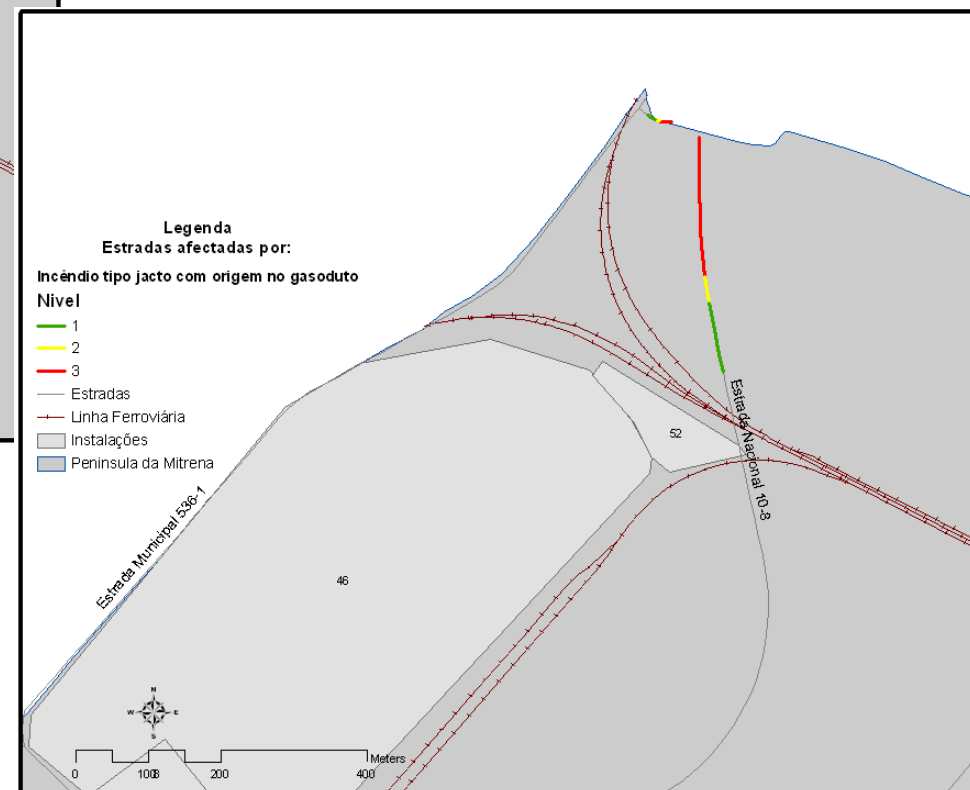
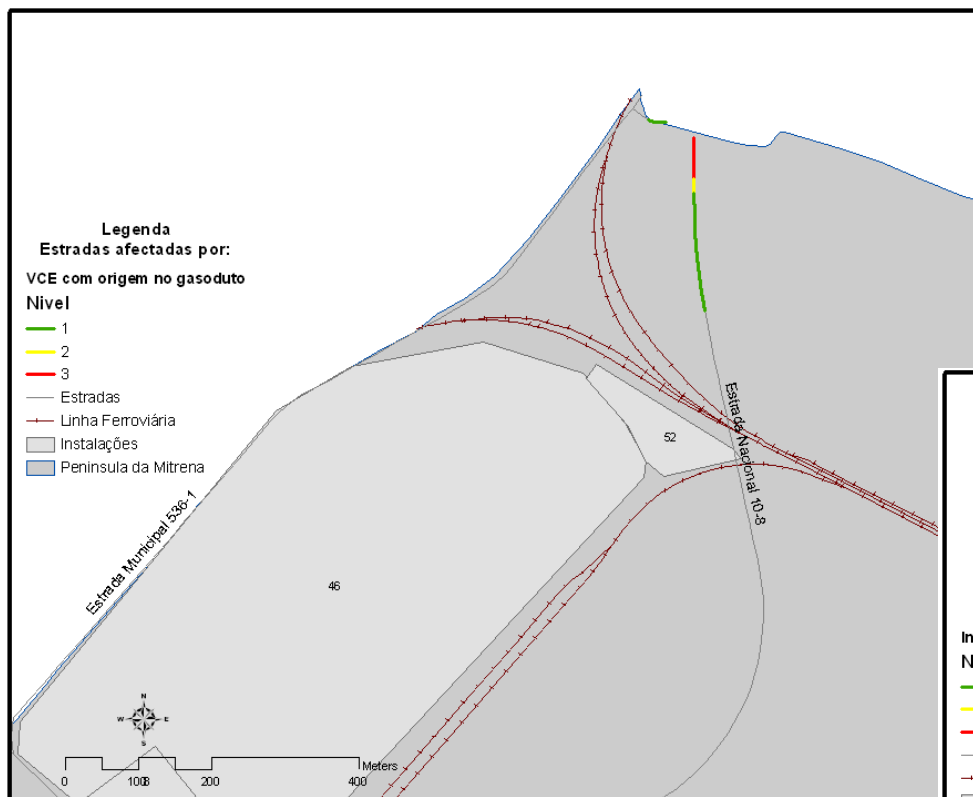
Anexo 30 - Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por BLEVE



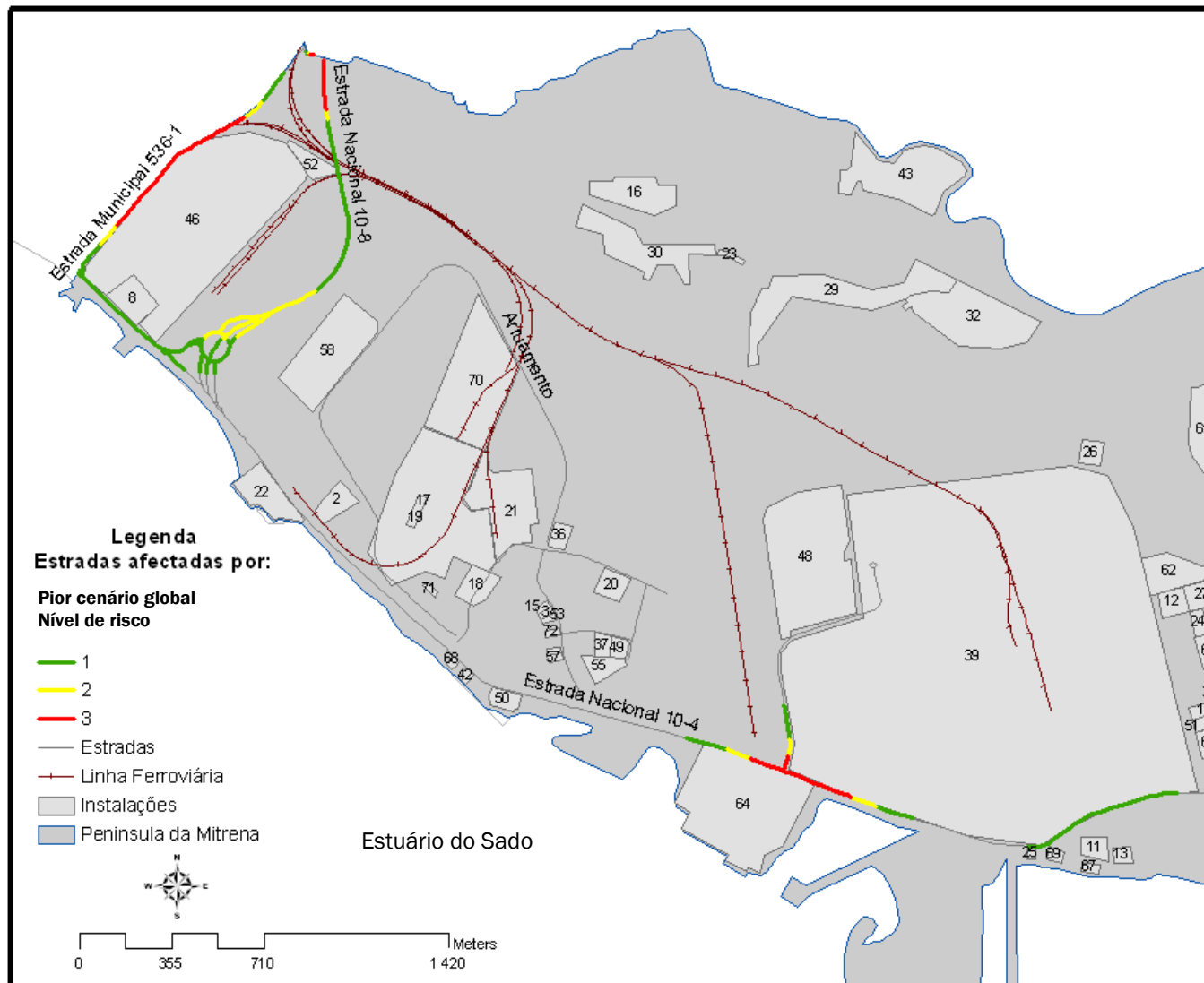
Anexo 31 – Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados por Incêndio tipo piscina com origem nas estradas



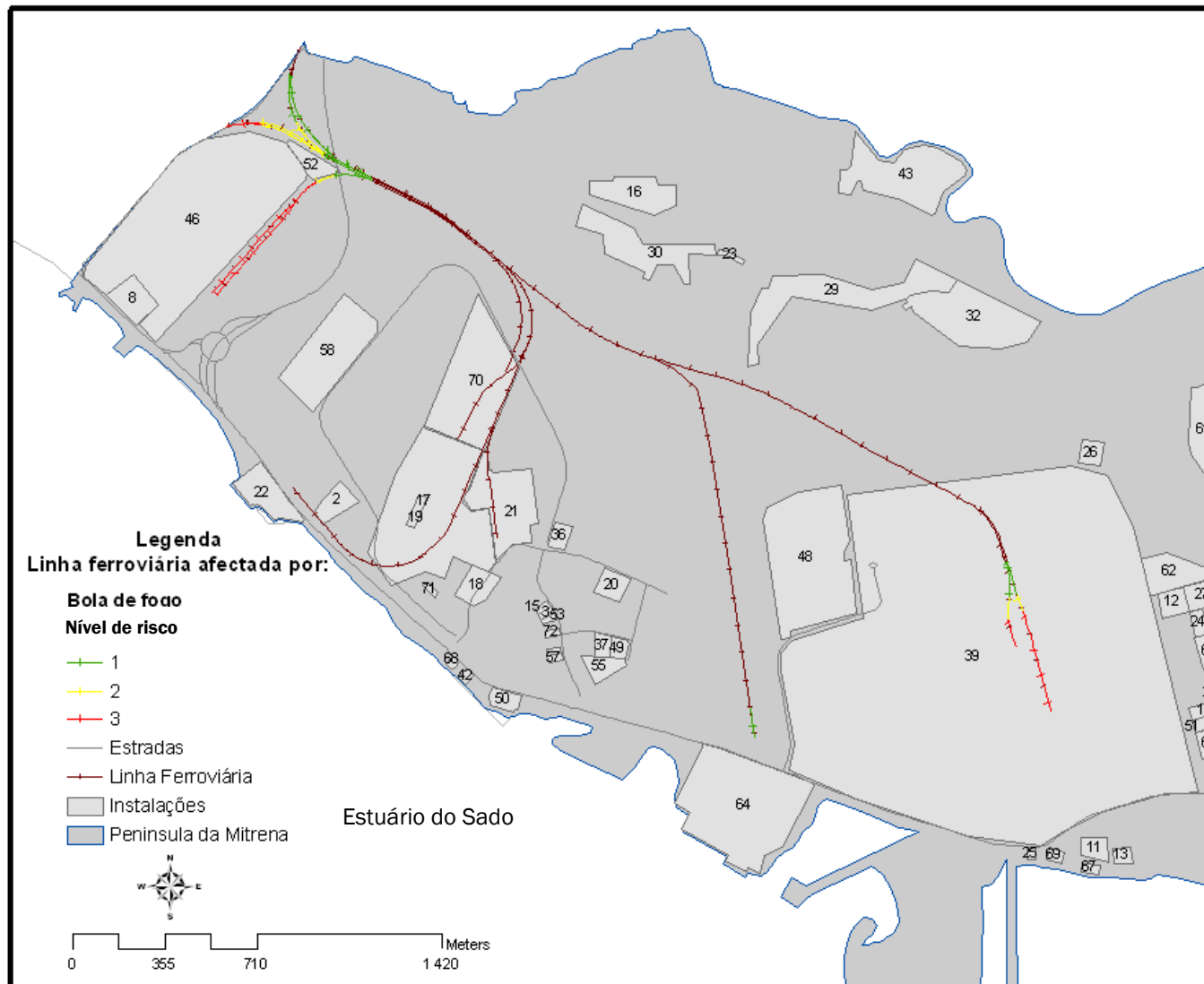
Anexo 32 - Edifícios e reservatórios com substâncias perigosas afectados pelo pior cenário global



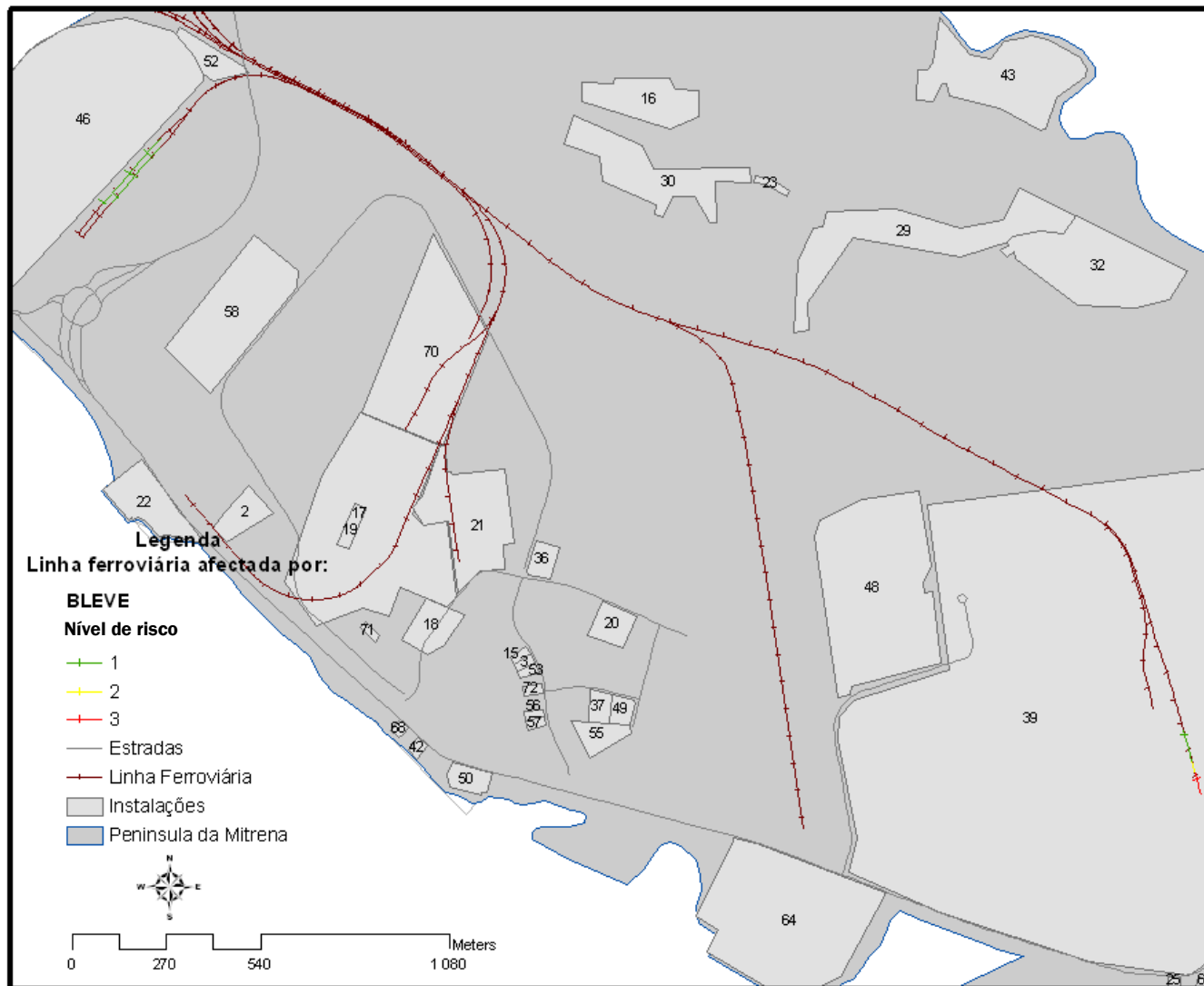
Anexo 33 – Estradas afectadas por Incêndio tipo jacto e VCE com origem no gasoduto



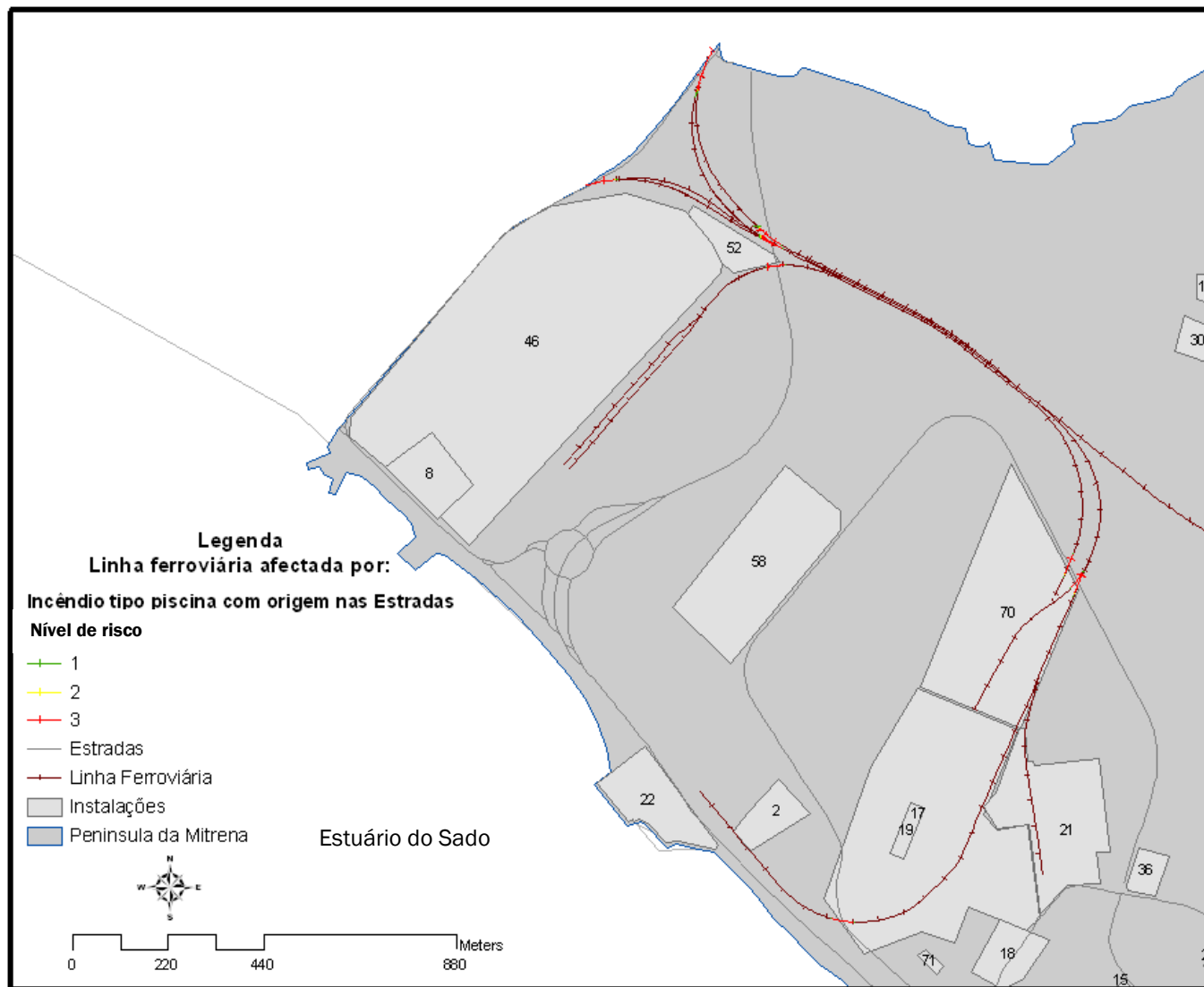
Anexo 34 – Estradas afectadas pelo pior cenário global



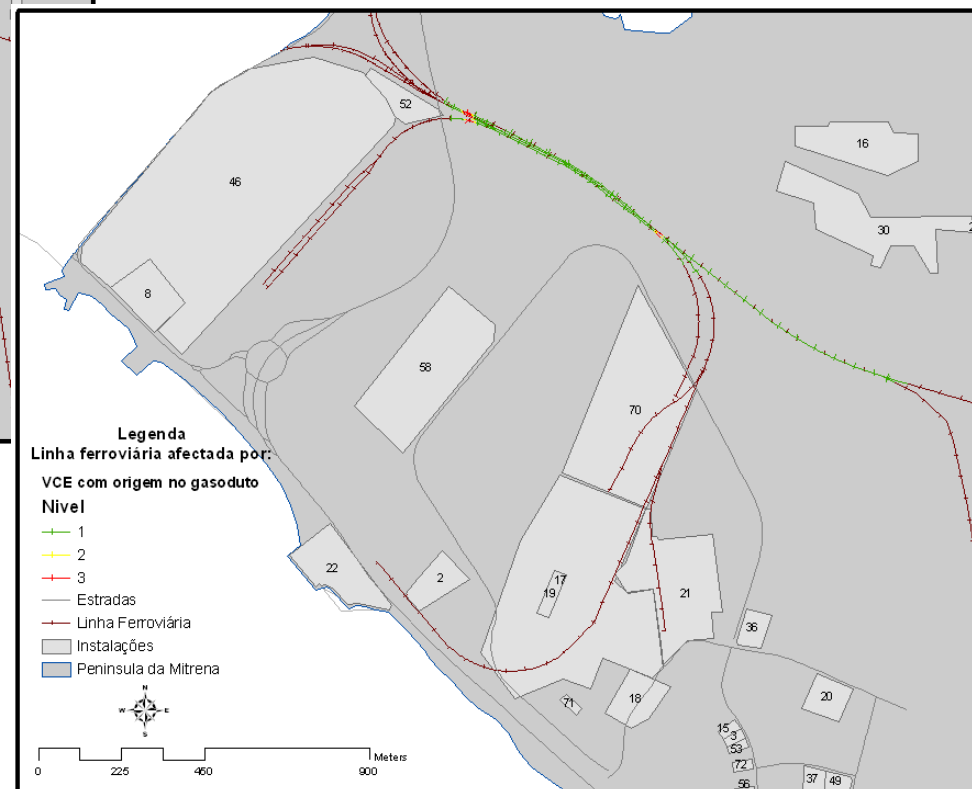
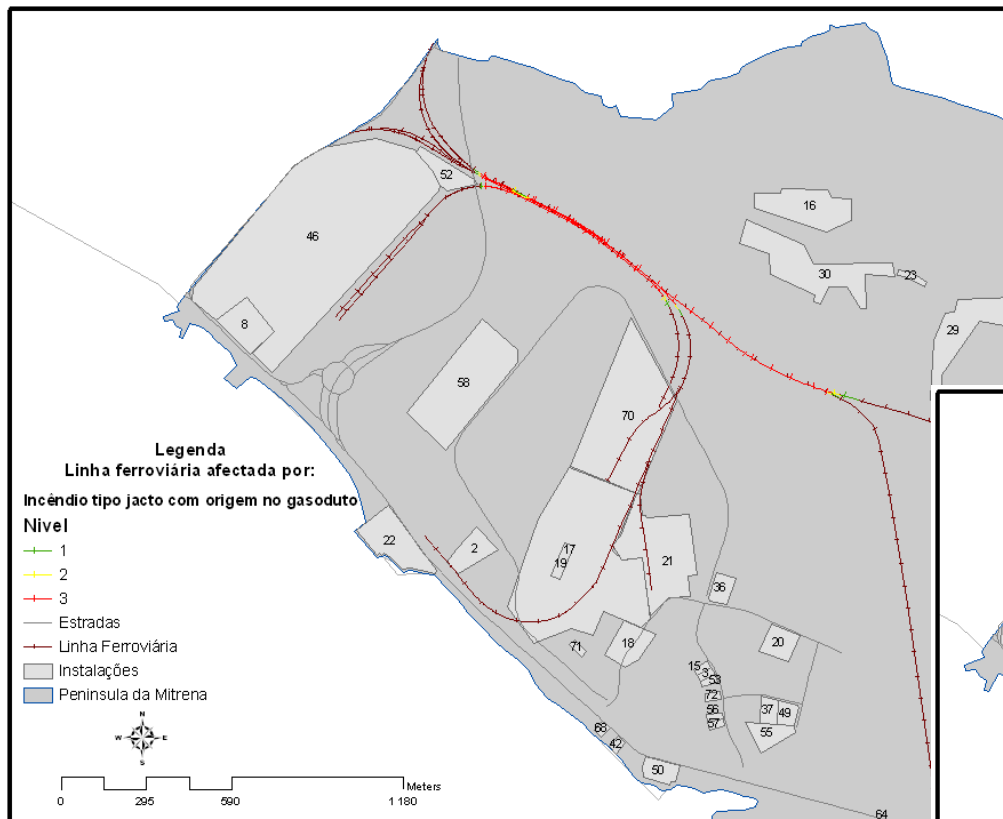
Anexo 35 – Linha ferroviária afectada por Bola de fogo



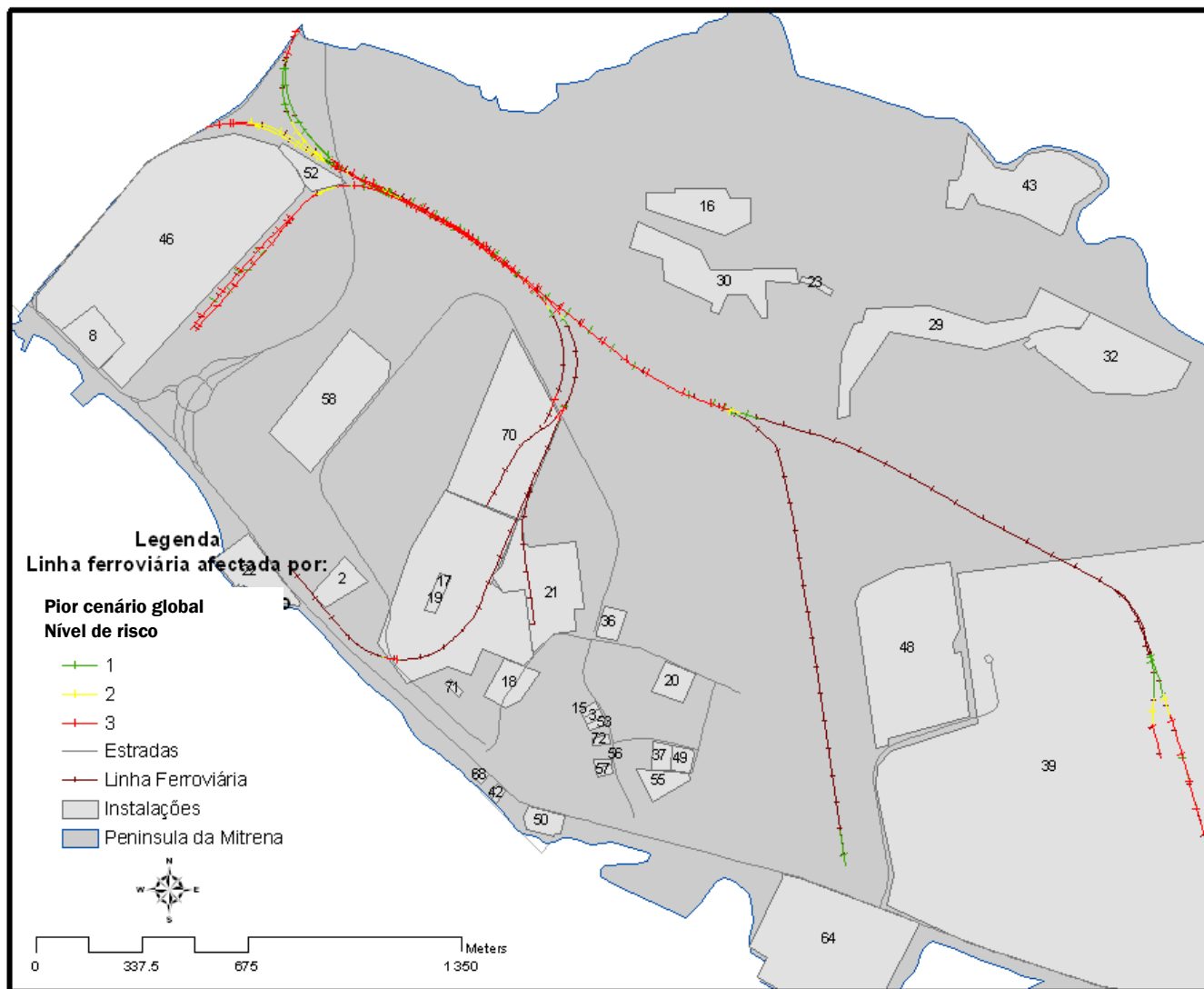
Anexo 36 - Linha ferroviária afectada por BLEVE



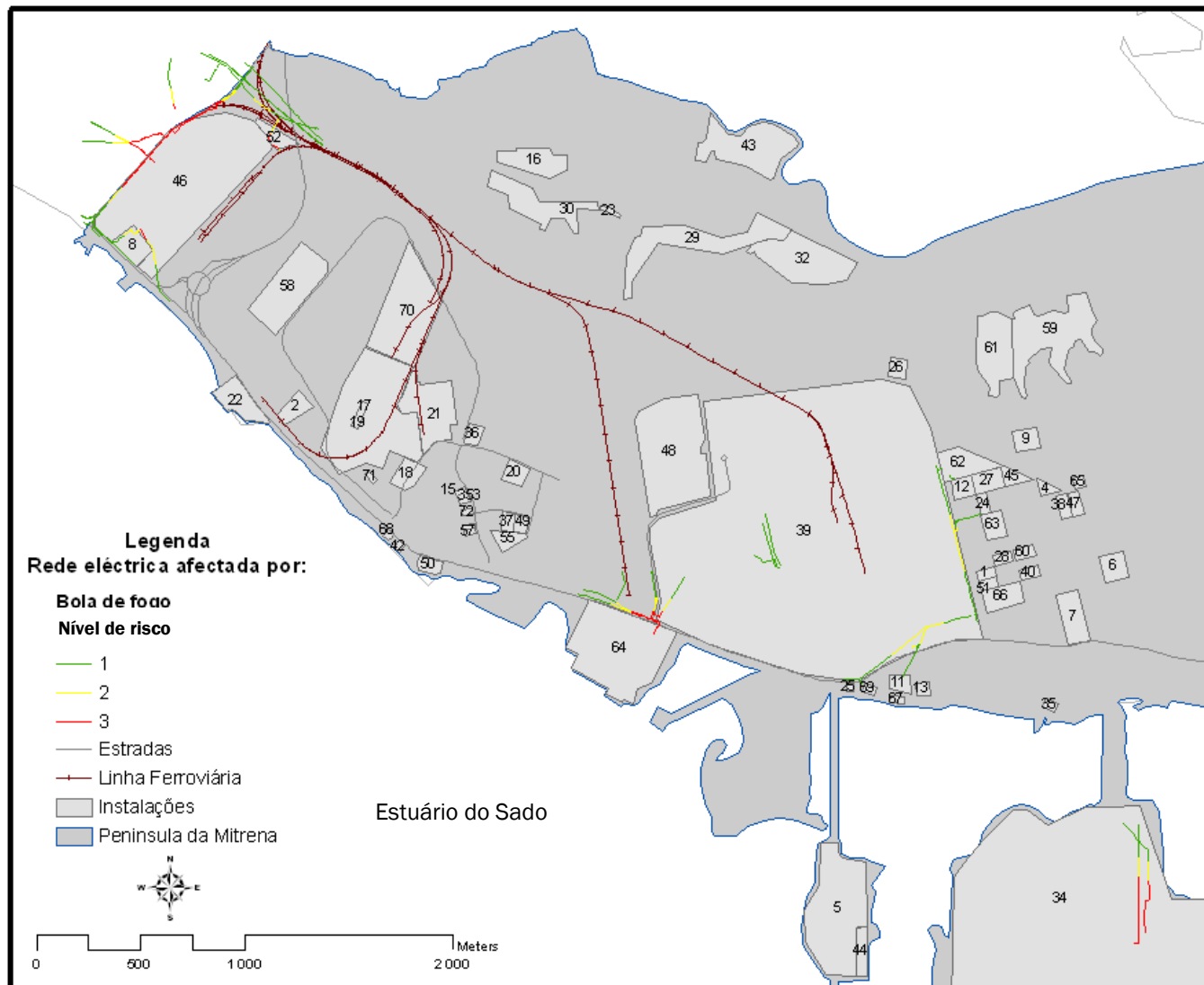
Anexo 37 - Linha ferroviária afectada por Incêndio tipo piscina com origem nas Estradas



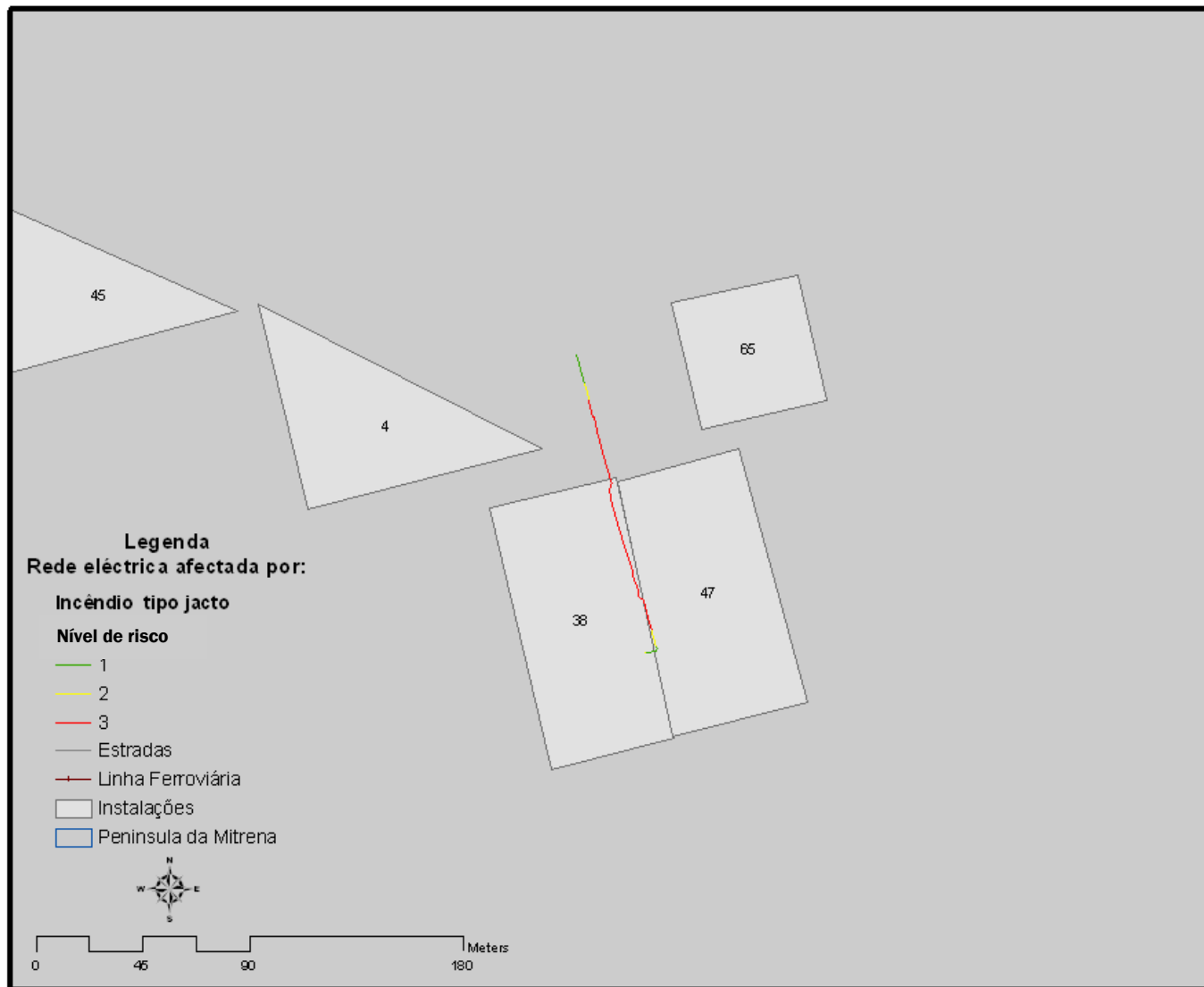
Anexo 38 - Linha ferroviária afectada por Incêndio tipo jacto e VCE com origem no gasoduto



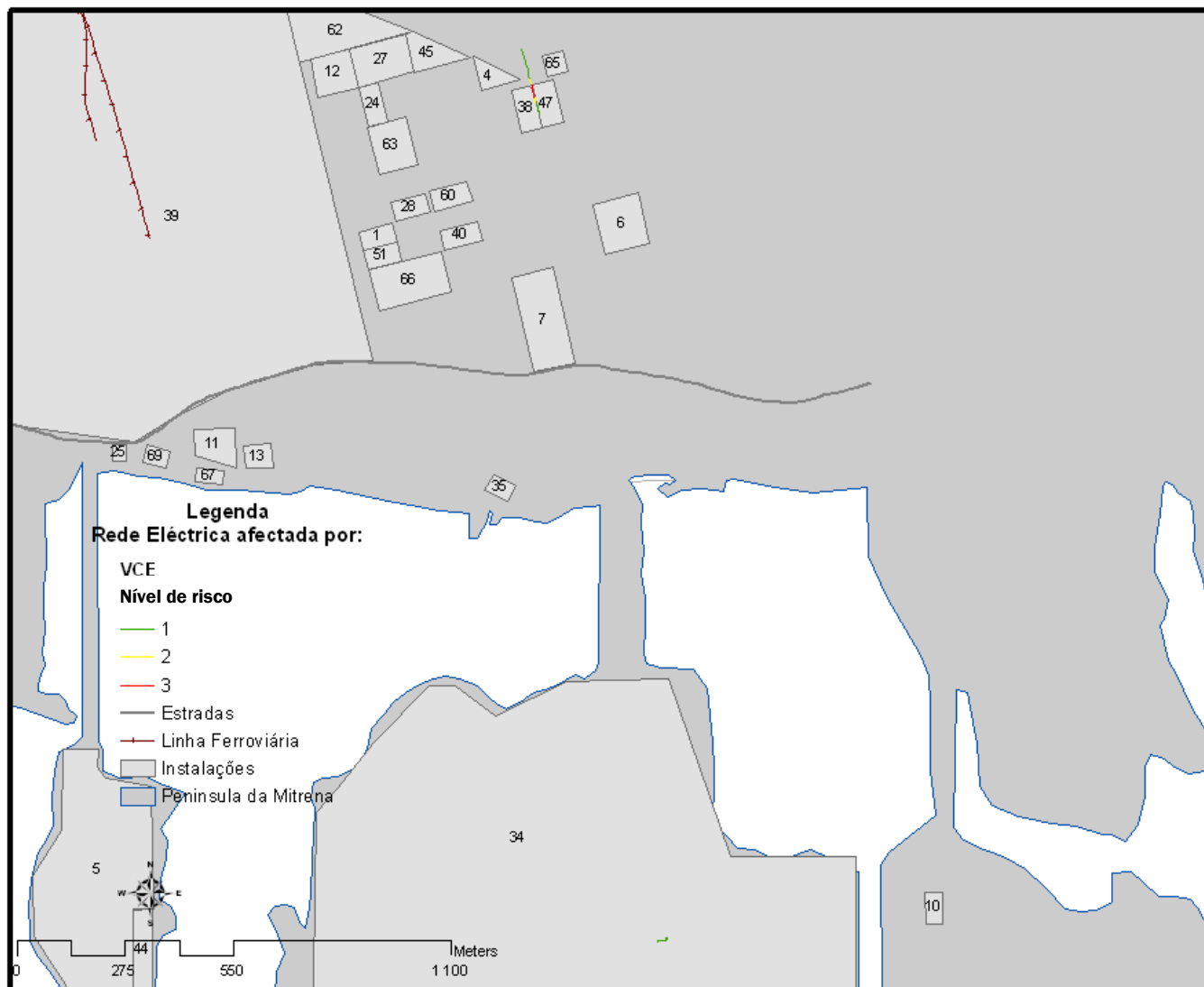
Anexo 39 - Linha ferroviária afectada pelo pior cenário global



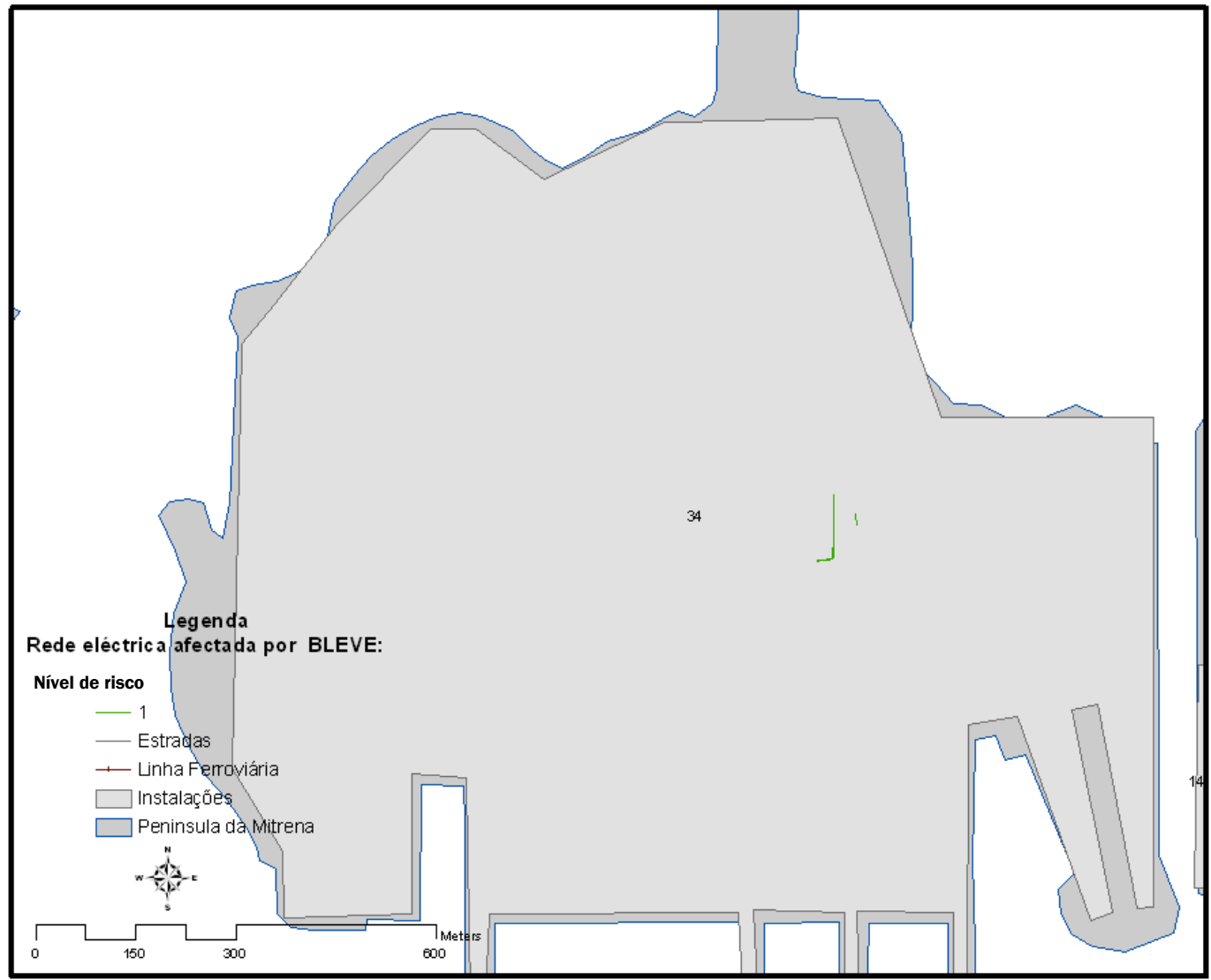
Anexo 40 – Rede eléctrica afectada por Bola de fogo



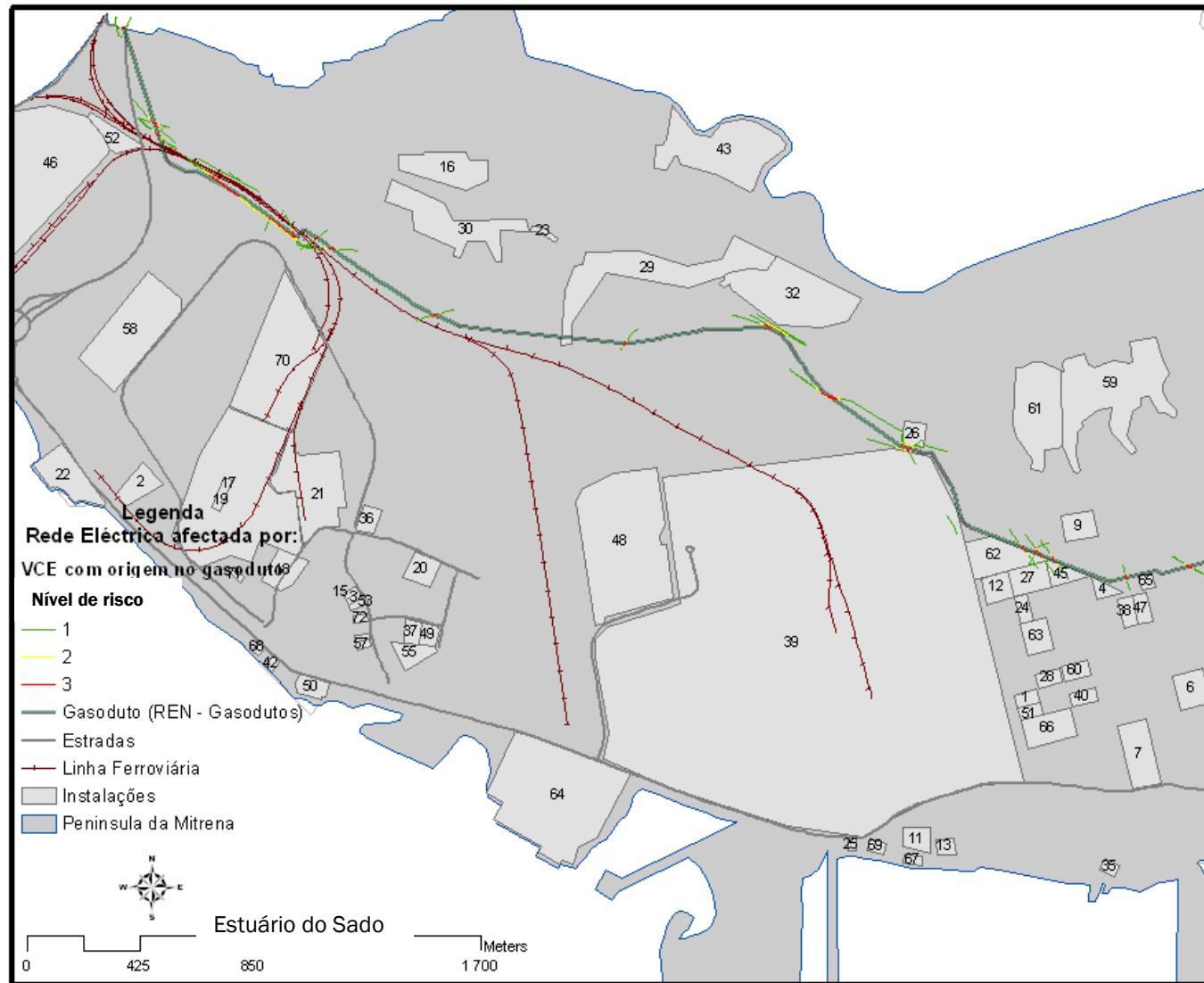
Anexo 41 - Rede eléctrica afectada por Incêndio tipo jacto



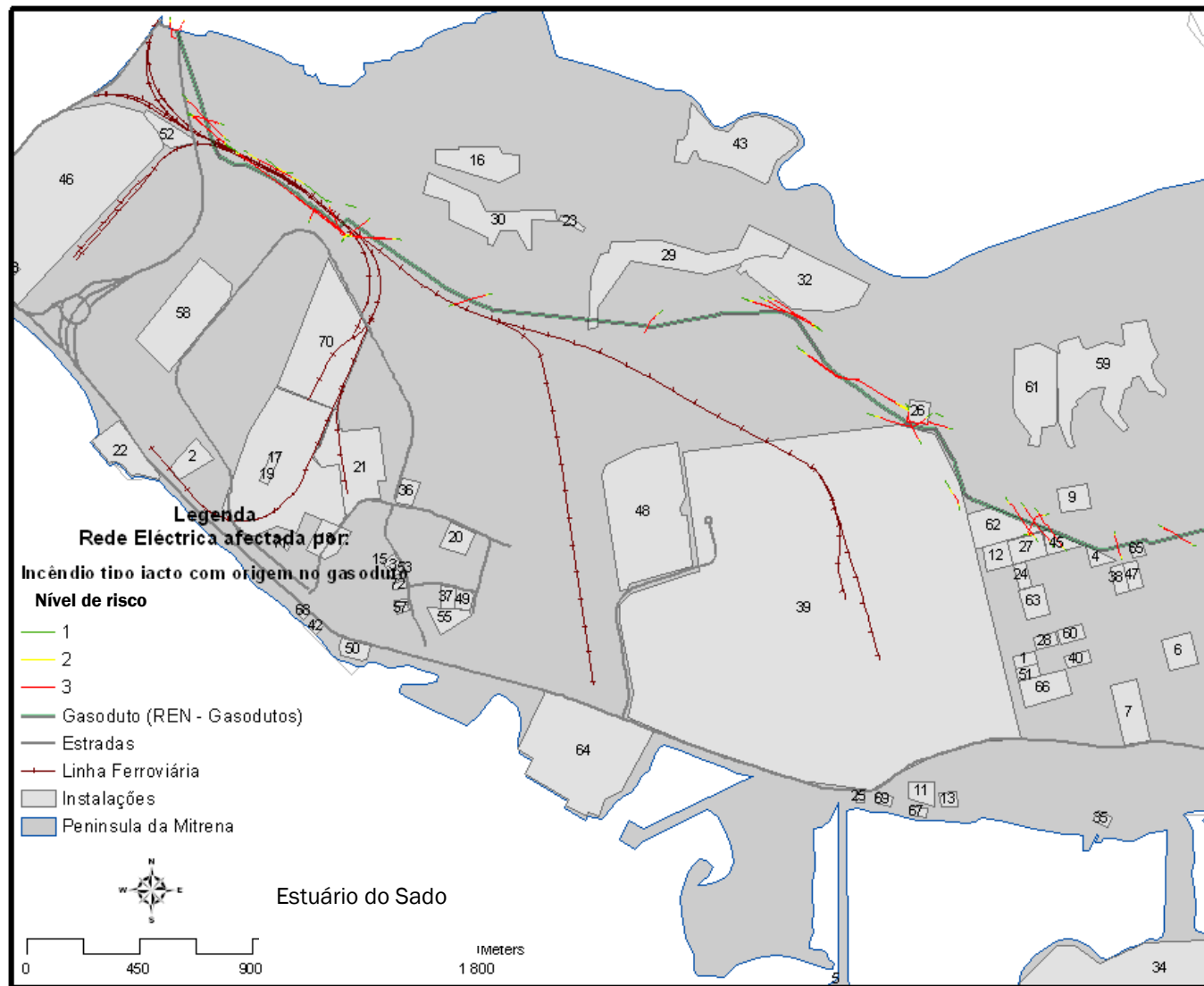
Anexo 42 - Rede eléctrica afectada por VCE



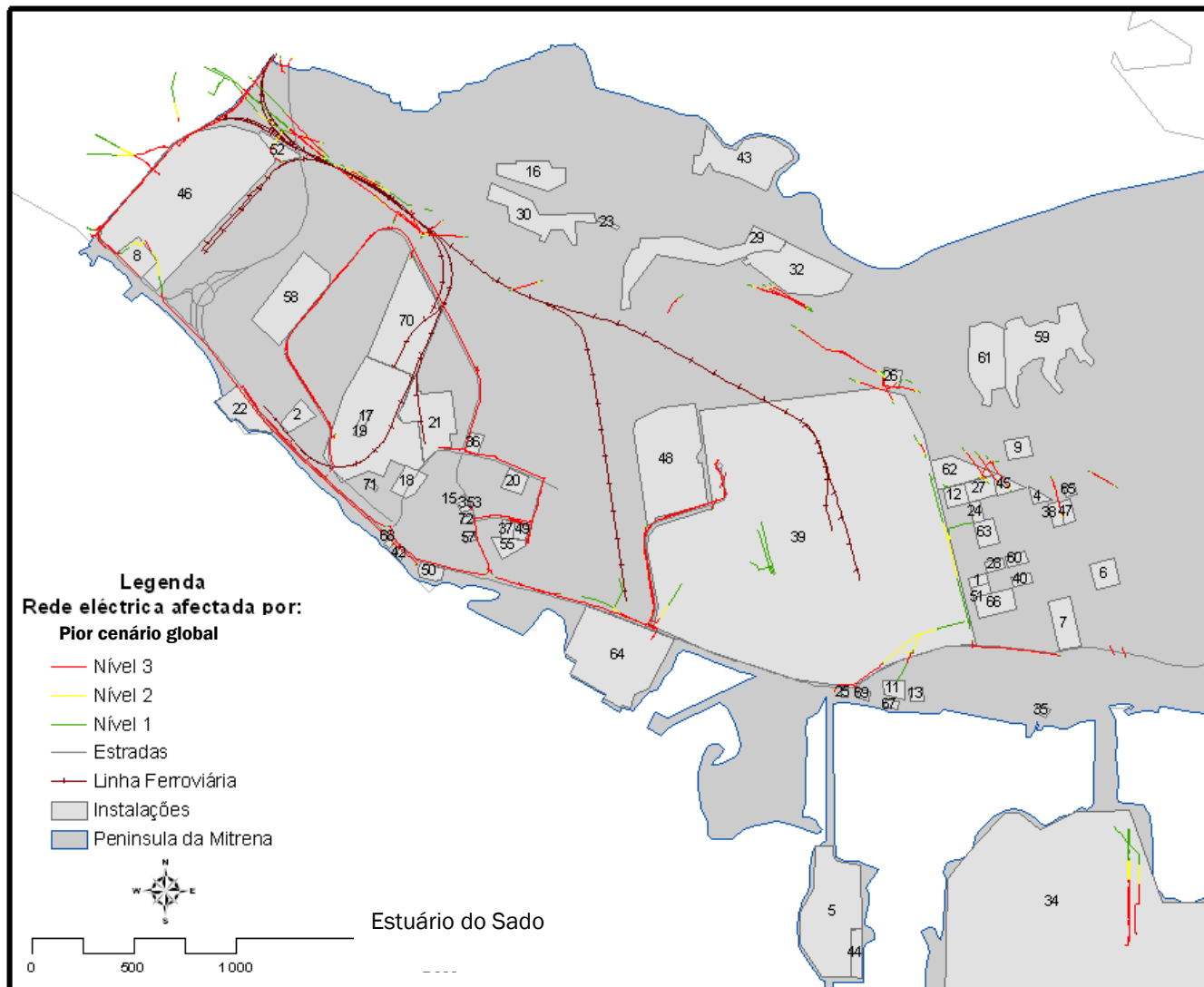
Anexo 43 - Rede eléctrica afectada por BLEVE



Anexo 44 - Rede eléctrica afectada por VCE com origem no gasoduto




Anexo 45 - Rede eléctrica afectada por Incêndio tipo jacto com origem no gasoduto



Anexo 46 - Rede eléctrica afectada pelo pior cenário global

Anexo 47 – Questionários efectuados às empresas

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

ÍNDICE

1. INFORMAÇÃO GERAL

1.1 Identificação da Instalação

2 - CARACTERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO

2.1 Descrição sumária da actividade industrial

2.2 Localização da Instalação

2.3 Matérias-primas e produtos finais

2.4 Recursos humanos

3 - LICENCIAMENTO

3.1 Licenciamento

3.2 Licenciamento de acordo com RELAI

3.3 Legislação PCIP (Prevenção e Controlo Integrado de Poluição)

3.4 Legislação de Avaliação de Impactes Ambientais

4 – INVENTÁRIO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS

4.1 Legislação relativa à prevenção dos acidentes graves que envolvem substâncias perigosas

4.2 Existência de substâncias perigosas em armazenagem

4.3 Existência substâncias perigosas em fase de processo

4.4 Recepção de substâncias perigosas

4.5 Expedição de substâncias perigosas

4.6 Combustíveis utilizados na Instalação

4.7 Resíduos gerados na instalação


5- PLANOS DE EMERGÊNCIA

5.1 Existência de plano de emergência

5.2 Tipo de plano de emergência

5.3 Exercícios de resposta à emergência

5.4 Estudo de risco ou de segurança

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

6 – SISTEMAS DE SEGURANÇA

6.1 – Rede de Incêndios

6.2 – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndios

6.3 – Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio

6.4 – Sistemas de Prevenção e Controlo de Explosões

6.5 – Outros Dispositivos de Segurança

6.6 – Responsável pela Segurança

6.7 – Sistema de Drenagem e Recolha de Águas de Combate a Incêndio


6.8 – Sistema de Drenagem e Recolha de Águas de Derrames

6.9 – Equipas de Intervenção

6.10 – Comunicações Internas em Emergência


6.11 – Comunicações com as Equipas de Socorro

6.12 – Comunicação do Risco

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

LISTAGEM DE ELEMENTOS A ANEXAR AO QUESTIONÁRIO

1. Planta da instalação actualizada, preferencialmente em formato digital, com indicação de todo o equipamento utilizado e das vias e sentidos de acesso ao exterior.
2. Declaração de Impacte Ambiental (DIA) caso tenha sido emitida.
3. Ficha de dados de segurança para cada substância perigosa existente na instalação.
4. Localização em planta e à escala adequada das zonas de armazenagem de substâncias perigosas.
5. Informação sobre dimensões dos reservatórios; condições de armazenagem; dispositivos de alívio de pressão e suas características; características das principais linhas de circulação de produto; características das bacias de retenção e respectivas dimensões; tipo de solo.
6. Informação sobre as condições de operação de processo nas diferentes fases (arranque, funcionamento e paragem) e indicação de condições críticas do processo e eventuais reacções ou condições que possam ocorrer onde a reacção fique fora de controlo.
7. Carta, preferencialmente em formato digital, assinalando as condutas e esteiras de tubagens existentes entre unidades, caso existam.
8. Planta, preferencialmente em formato digital e à escala adequada dos parques/zonas de armazenagem de resíduos, caso existam.
9. Plano de emergência.
10. Informação sobre as características do SADI.
11. Informação sobre as características do SAEI.

<p>Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil</p>	
<p>CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades</p>	

12. Informação sobre as características do SPCE.
13. Informação sobre outros sistemas de segurança.
14. Características do sistema de drenagem e recolha de águas de combate a incêndio.
15. Características do sistema de drenagem e recolha de derrames.
16. Características das equipas de intervenção.
17. Características do sistema de comunicação interna em emergência.

Os elementos recolhidos no âmbito do presente inquérito são confidenciais e destinam-se exclusivamente à elaboração da carta de risco da península da Mitrena.

CONTACTO:

José Luís Bucho

Serviço Municipal de Protecção Civil de Setúbal

Estrada de Algeruz

1. INFORMAÇÃO GERAL

8. 1.1 Identificação da Instalação

Empresa:

Endereço:

Código Postal:

Telefone:

Fax:

2.1 Descrição sumária da actividade industrial (incluir código CAE quando aplicável)

1	
2	
3	
4	


2.2 Localização da Instalação

2.2.1 - Anexar planta da instalação actualizada, preferencialmente em formato digital, com indicação de todo o equipamento utilizado.

2.2.2 Assinalar na planta as vias e sentidos de acesso ao exterior.

2.2.3 - Área da Instalação

Área Edificada	
Área Coberta	

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

Área Total	
------------	--

2.3 Matérias-primas e produtos finais

2.3.1 – Consumo de matérias primas

MATÉRIAS PRIMAS	CONSUMO ANUAL	MODO DE RECEPÇÃO	ARMAZENAGEM	
			TIPO	QUANTIDADE

2.3.2 – Produtos finais

PRODUTO FINAL	PRODUÇÃO ANUAL	ARMAZENAGEM		MODO DE EXPEDIÇÃO
		TIPO	QUANTIDADE	

2.4 Recursos humanos

N.º de colaboradores permanentes da organização _____

N.º médio de pessoas presentes por dia na instalação _____

Horários de trabalho _____

N.º de turnos _____

3 - LICENCIAMENTO

3.1 A instalação encontra-se licenciada ?

Sim

Não

Em processo de licenciamento

3.2 A instalação encontra-se licenciada de acordo com RELAI (Regulamento do Licenciamento da Actividade Industrial) aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 8/2003 de 11 de Abril?

Sim

Não

Não aplicável

3.3 A instalação encontra-se licenciada de acordo com a legislação PCIP (Prevenção e Controlo Integrado de Poluição), Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto?

Sim

Não

Não aplicável

3.4 A instalação ou a alteração da instalação está abrangida pela legislação de Avaliação de Impactes Ambientais (Decreto-Lei n.º 69/ 2000 de 3 de Maio) ?

Sim

Não

3.4.1 Em caso afirmativo, foi emitida Declaração de Impacte Ambiental (DIA), favorável ou favorável condicionada?

Sim Data de emissão da DIA: _____

Junte em Anexo cópia da DIA

Não


4 – INVENTÁRIO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS

4.1 A instalação está abrangida pela legislação relativa à prevenção dos acidentes graves que envolvem substâncias perigosas (Decreto-Lei n.º 164/2001 de 23 de Maio)?

Sim Limiar superior (artigo 16º)

Limiar inferior (artigo 14º)

Não

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

Se, independentemente da resposta anterior, existem substâncias perigosas na instalação, de acordo com o Regulamento para a Notificação de Substâncias Químicas e para a Classificação, Embalagem e Rotulagem de Substâncias Perigosas (Portaria 732-A/96):

4.2 A instalação possui substâncias perigosas em armazenagem

SUBSTÂNCIA PERIGOSA	N.º ONU	QUANTIDADE	TIPO DE ARMAZENAGEM ⁽¹⁾

(1) Anexar informação sobre dimensões dos reservatórios; condições de armazenagem; dispositivos de alívio de pressão e suas características; características das principais linhas de circulação de produto; características das bacias de retenção e respectivas dimensões; tipo de solo.

4.2.1 Para cada substância perigosa existente na instalação anexar a ficha de dados de segurança.

4.2.2 Inclua em anexo, preferencialmente em formato digital, a localização em planta e à escala adequada das zonas de armazenagem.

9. 4.3. A instalação possui substâncias perigosas em fase de processo

Sim

Não

SUBSTÂNCIA PERIGOSA	N.º ONU	QUANTIDADE

4.3.1. Anexar informação sobre as condições de operação de processo nas diferentes fases (arranque, funcionamento e paragem) e indicação de condições críticas do processo e eventuais reacções ou condições que possam ocorrer onde a reacção fique fora de controlo.

4.3.2. Para cada substância perigosa existente na instalação anexar a ficha de dados de segurança.

4.3.3 Anexar carta, preferencialmente em formato digital, assinalando as condutas e esteiras de tubagens existentes entre unidades, caso existam.


4.4 Recepção de substâncias perigosas

SUBSTÂNCIA PERIGOSA	N.º ONU	MODO DE EXPEDIÇÃO ⁽¹⁾	N.º FRETES	QUANTIDADE	ORIGEM
			SEMANA/MÊS/ANO (RISCAR O QUE NÃO SE APLICA)		

(1) via rodoviária; ferroviária, fluvial, pipeline

10. 4.5 Expedição de substâncias perigosas

SUBSTÂNCIA PERIGOSA	N.º ONU	MODO DE RECEPÇÃO ⁽¹⁾	N.º FRETES	QUANTIDADE	DESTINO
			SEMANA/MÊS/ANO (RISCAR O QUE NÃO SE APLICA)		

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

(1) via rodoviária; ferroviária, fluvial, pipeline

4. 6 Combustíveis utilizados na Instalação:

TIPO	CONSUMO ANUAL (T/ANO)	ARMAZENAGEM TIPO/ CAPACIDADE	MODO DE RECEPÇÃO
Carvão			
GPL			
Gás natural			
Fuel óleo			
Gasóleo			
Resíduos			
Outro (especificar qual)			

4.7 Resíduos gerados na instalação

4.7.1 Resíduos e respectivas operações de gestão

CÓDIGO LER ⁽¹⁾	DESCRIÇÃO	ORIGEM ⁽²⁾	QUANTIDADE (T/ANO)

⁽¹⁾ Código incluído na Lista Europeia de Resíduos (LER), constante na Decisão 2001/118/CE, 16 de Janeiro.

⁽²⁾ Mencione sinteticamente o sector ou processo da instalação que deu origem ao resíduo referido;

4.7.2. Armazenagem dos resíduos gerados:

4.7.2.1 A instalação dispõe parque/zona de armazenagem de resíduos?

Sim

Não

Se respondeu afirmativamente inclua em **Anexo** a localização em planta, preferencialmente em formato digital, e à escala adequada, dos parques / zonas de armazenagem

4.7.3 Modo de expedição de resíduos

CÓDIGO LER	MODO DE EXPEDIÇÃO ⁽¹⁾	N.º FRETES SEMANA/MÊS/ANO (RISCAR O QUE NÃO SE APLICA)	QUANTIDADE	DESTINO

(1) via rodoviária; ferroviária, fluvial

5- PLANOS DE EMERGÊNCIA

5.1 A instalação possui plano de emergência?


Sim

Não

5.2 Se respondeu afirmativamente de que tipo? _____

5.2.1 Anexar cópia do Plano de Emergência

5.3 A instalação efectua exercícios de resposta à emergência?

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

Sim Com que periodicidade? _____

Não

5.4 A instalação possui estudo de risco ou de segurança das instalações?

Sim

Não

6- SISTEMAS DE SEGURANÇA

6.1) O estabelecimento possui rede de incêndio?

Sim

Não Se respondeu **Não** passe a 6.2

Características da rede de incêndio

Reserva de água

Sim Volume dedicado à rede de incêndio _____ m³

Não (Ligado à rede geral ou à rede pública)

Grupo de bombagem

Sim

Não Se respondeu **Não** passe à questão seguinte

Bombas principais:

Eléctricas Motor de combustão Ambos

Caudal nominal _____ m³/h; Pressão nominal da rede _____ MPa

No caso das bombas serem exclusivamente eléctricas existe um gerador dedicado?

Sim Não

Bomba jockey:

Eléctrica Motor de combustão Ambos Não tem

6.2) O estabelecimento possui sistemas automáticos de detecção de incêndio (SADI)?

Sim

Não Se respondeu **Não** passe a 6.3

Características do SADI

Descreva sucintamente as características do(s) sistema(s) instalado(s) nomeadamente no que concerne a áreas cobertas, tipos de detectores utilizados e suas características, funções principais

6.3) O estabelecimento possui sistemas automáticos de extinção de incêndio (SAEI)?

Sim

Não Se respondeu **Não** passe a 6.4

Características do SAEI

Descreva sucintamente as características do(s) sistema(s) instalado(s) nomeadamente no que concerne a áreas cobertas, tipos de detectores utilizados e suas características, funções principais

6.4) O estabelecimento possui sistemas de prevenção e controlo de explosões (SPCE)?

Sim

Não Se respondeu **Não** passe a 6.5


Características do SPCE

Descreva sucintamente as características do(s) sistema(s) instalado(s) nomeadamente no que concerne a áreas cobertas, tipos de detectores e sistemas utilizados, suas características e

6.5) Outros sistemas ou dispositivos de segurança.

Características dos sistemas ou dispositivos de segurança

Indique quais os sistemas relevantes para a segurança da instalação estão disponíveis (por exemplo, sistemas de espuma ou de pó químico, sistemas de contenção e/ou absorção de derrames, concepção dos sistemas de esgoto, máquinas, viaturas, equipamentos e outros equipamentos). Descreva

Município de Setúbal Câmara Municipal Serviço Municipal de Protecção Civil	
CARTA DE RISCO DA PENÍNSULA DA MITRENA Inquérito às Empresas e Actividades	

6.6) O estabelecimento tem um responsável pela segurança?

Sim Nomeado pela Administração/Direcção? Sim Não

Em exclusividade? Sim Não

Enquadramento na estrutura da empresa _____

Não Se respondeu Não passe a 6.7

Habilitações:

Qualificações específicas para o desempenho da função: _____

6.7) O estabelecimento possui sistema de drenagem e recolha das águas de combate a incêndio?

Sim

Não Se respondeu Não passe a 6.8

Características do sistema de drenagem e recolha de águas de combate a incêndio

Descreva sucintamente as características do(s) sistema(s) instalado(s) nomeadamente no que concerne a áreas cobertas, modo de captação, encaminhamento e armazenamento das águas, indicando os volumes

6.8) O estabelecimento possui sistema de drenagem e recolha de derrames?

Sim

Não Se respondeu **Não** passe a 6.9

Características do sistema de drenagem e recolha de derrames

Descreva sucintamente as características do(s) sistema(s) instalado(s) nomeadamente no que concerne a áreas cobertas, modo de captação, encaminhamento e armazenamento dos derrames,

6.9) O estabelecimento possui equipas de intervenção em caso de acidente?

Sim

Não Se respondeu **Não** passe a 6.10

Características das equipas de intervenção

Descreva o tipo de equipas existentes (Equipas de 1ª Intervenção, Brigada de Incêndio, Bombeiros Privativos, Equipas de Socorristas, Equipas de Evacuação, etc.), sua constituição, formação específica que foi ministrada ou que tenha sido obtida pelos seus constituintes e periodicidade das acções de

6.10) O estabelecimento possui meios de comunicação que assegurem as comunicações internas em caso de emergência ?

Sim

Não

Características do sistema de comunicação interna em emergência

Descreva sucintamente o modo como são asseguradas as comunicações internas em emergência com indicação das entidades/locais que podem ser contactadas com recurso a meios específicos (por exemplo

6.11) Indique o modo como são asseguradas as comunicações com os meios de socorro exteriores, nomeadamente os bombeiros e com o Serviço Municipal de Protecção Civil.

6.12) O estabelecimento tem plano de comunicação de risco à população?

Descreva sucintamente os meios e práticas de comunicação do risco à população (por exemplo através de parcerias com as Juntas de Freguesia, Comissões de Acompanhamento, políticas ou práticas de "Porta

Anexo 48 – Matriz dos dados recolhidos nas reuniões

n.ºID	Nome da Empresa
Responsável	Contacto
Nome do responsável	

CAE v.3	Descrição	Classificação (Divisões)

Colaboradores Permanentes	Pessoas presentes por dia na instalação	Horários Trabalho	Nº Turnos

AIA	DIA	Licença Ambiental	Seveso II
Sim/não	Sim/não	Sim/não	Sim/não
PEI	Exercício de Resposta à Emergência		Estudo de Risco e Segurança nas Instalações
Sim/não	Sim/não		Sim/não

Sistema de Segurança				
Rede Incêndio	Reserva de água (Volume m3)		Ligado à rede pública	
Sim/não			sim/não	
Bombas principais	Caudal nominal (m3/h)	Pressão nominal da rede (MPa)	Gerador dedicado	
Sim/não			sim/não	
Bomba Jockey	SADI - Sistema automático de detecção de incêndio	SAEI - Sistemas automáticos de extinção de incêndio		
sim/não	sim/não	sim/não		
SPCE - sistemas de prevenção e controlo de explosões		Outros Sistemas	Equipa Intervenção	
X Directiva Atex		sim/não	Sim (Quantos?)/não	
Sistema de Drenagem e recolha das águas de combate a incêndio		Sistema de drenagem e recolha de derrame		
sim/não		X		
Modo de comunicação com o exterior		Plano de comunicação de risco à população		
Telefone/fax/telemóvel/email/rádio externo e interno?		sim/não		
Classe	n.º ONU	Substâncias Perigosas	Quantidade armazenada	Tipo de reservatório
3	1202	Exemplo: GASÓLEO	XXX m3	Tanque

Substância Perigosa	Modo Recepção	Fretes	n.º F	Quantidade
Exemplo: Gasóleo	Via Marítima/rodoviário/ferroviária	Mensal	2	XXXX m3

Substância Perigosa	Modo Expedição	Fretes	n.º F	Quantidade

LER	Resíduos perigosos	Quantidade armazenada
130507	Água com óleo proveniente dos separadores óleo/água	XXX m3