

**Construção de um *workflow* em ambiente ModelBuilder™, para
apoio na análise custo-benefício de evento de inundações**

Caso de estudo: cidade de Lisboa

Inês Mariana Pereira Bento

Relatório de Estágio

de

Mestrado em Ordenamento do Território

e

Sistemas de Informação Geográfica

Abril, 2016

Relatório de Estágio apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica realizado sob a orientação científica do Prof. Rui Pedro Julião

*Às memórias do meu pai e do meu tio João.
Para a minha afilhada,
Para que nunca desista de nada!*

Construção de um *workflow* em ambiente ModelBuilder™, para apoio na análise custo-benefício de evento de inundações
Caso de estudo: cidade de Lisboa

Inês Mariana Pereira Bento

AGRADECIMENTOS

O terminar desta etapa é uma realização pessoal. Este trabalho é o resultado de todo um percurso que teve períodos muitos bons e outros menos bons, de muitas horas de trabalho e dedicação, mas também de muitas horas de convívio. Este trabalho não chegou ao fim sem o contributo de várias pessoas e instituições que, direta ou indiretamente, permitiram a realização deste estágio. Assim, de uma forma muito especial expresso os meus agradecimentos:

À Universidade Nova de Lisboa, que me recebeu ao longo da minha vida académica, tanto a Faculdade de Ciências e Tecnologias, como a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Ao Departamento de Ciências da Terra (FCT) e ao Departamento de Geografia (FCSH) e a todos os professores com que me cruzei, confrontei e com os quais aprendi e que contribuíram tanto para a minha formação pessoal, académica e profissional.

Ao Prof.^o Rui Pedro Julião, pela disponibilidade em contribuir para a realização desta etapa, pela confiança depositada em mim que seria capaz de alcançar este objetivo, e por ter conseguido arranjar esta oportunidade de estágio. Duvido que tivesse gostado mais de estar noutra lugar, obrigada!

À Dr.^a Maria João Telhado, na pessoa e em representação do Serviço Municipal de Proteção Civil, da Câmara Municipal de Lisboa, por me ter recebido nas instalações de modo que pudesse realizar o trabalho, disponibilidade, simpatia, amizade, pelo apoio em fases de decisão e pelas revisões críticas deste trabalho.

À Dr.^a Sofia Baltazar, pela orientação, disponibilidade, simpatia, amizade, compreensão e paciência, também pelas constantes correções e sugestões durante o estágio.

À Eng.^a Luísa Coelho, por toda a disponibilidade, compreensão e paciência, pela amizade e companhia, também pelas correções e sugestões durante o estágio.

Ao Marco Morais, que se mostrou sempre disponível, e cheio de paciência, para me ajudar a arranjar soluções no ArcGIS.

À restante equipa do Gabinete de Análise de Riscos, nas pessoas do geógrafo Américo Fernandes e do geólogo Paulo Henriques, e a todo o serviço que me recebeu da melhor maneira possível, proporcionando um local de trabalho onde tive um grande prazer de estar.

Ao meu pai, que sempre fez tudo para me proporcionar o melhor que podia, e também por ter sido um herói. Esta é para ti, obrigada!

Ao meu tio João, por ser a sua preferida e que sem saber me ensinou a nunca desistir.

À minha mãe, que muito sacrificou, que nunca me faltou e sempre me apoiou, por todo o carinho e compreensão. Obrigada por tudo o que passaste para me poderes proporcionar o melhor.

À minha irmã Catarina por ser uma chata, e por, apesar de tudo, ser a melhor.

Ao meu irmão Rui, por ser crítico e exigente, por estar sempre disponível para mim. À minha irmã Elsa, por ser irmã e por me ter dado três das melhores coisas que tenho na vida, o Gonçalo, o Tiago e o Francisco.

Ao João Mateus, pela ajuda com a parte de programação.

À Lúcia Botelho e à Carla Neto, que estenderam a amizade que tem com a minha irmã e tentaram ajudar-me.

À Filipa por rigorosamente tudo, e ao André. Obrigada!

À Clara por toda a paciência e boa disposição, à Catarina por tudo e mais ainda o Gonçálinho, à Diana por ser quem é e pelo apoio.

À Catarina Vicente, Rita Gomes, Laura Murtinha (e seus respetivos), Amorim e Gabriel, pelas inúmeras horas que passamos juntos, por todos os momentos, por todas as conversas e por todas as festas e momentos de convívio. Por todos os sorrisos quem me arrancaram, as gargalhadas que me proporcionam e também pelas lágrimas, que regra geral foram de tanto rir.

Ao André Costa, Ricardo Manuel, Bruno Silva e André Sanches, por toda a amizade, por todo o carinho e por toda a ajuda que sempre me deram.

Às meninas do Algarve, as Anas e a Lídia, e ainda a Daniela, pelas longas horas de estudos e pelos momentos de entreaajuda essenciais para que chegasse aqui hoje.

À Zikas, à Mia e ao Rodrigo, por estarem sempre lá, por todos os mimos.

E a todos os que não mencionei mas que também de alguma forma contribuíram para hoje estar aqui.

RESUMO

O estágio realizado é uma das opções da componente não letiva no âmbito do Mestrado em Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica.

Neste relatório apresenta-se o trabalho desenvolvido ao longo de 800h de permanência na entidade acolhedora. A experiência é relatada através da enumeração e descrição das atividades desenvolvidas e de uma reflexão crítica sobre as mesmas.

A possibilidade de realizar este estágio, revelou-se uma oportunidade única para obter formação tanto a nível profissional como a nível pessoal, e de aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da formação académica num caso concreto.

Este estágio teve como objetivos o estudo de três eventos de precipitação extrema na cidade de Lisboa e a construção de um *workflow*, em ambiente ModelBuilder™, do ArcGIS, que seja uma ferramenta de auxílio à execução de uma análise custo-benefício e que permita avaliar os custos e/ou perdas associadas a um evento de precipitação, com a obtenção de mapas representativos dos resultados obtidos como produto final.

A escolha do tema surge devido à problemática das inundações. A cidade de Lisboa tem sido afetada por inundações geradas em curtos períodos de precipitação intensa que são frequentemente agravados pela incapacidade do sistema de drenagem artificial escoar o caudal gerado, especialmente em momentos de coincidência com o pico da preia-mar. Estes eventos têm sido cada vez mais frequentes nos últimos anos, devido às alterações climáticas que apontam para um cenário de aquecimento global e de incremento de eventos climáticos extremos, que implicam perdas económicas, sociais e ambientais, aquando do acontecimento dos mesmos.

Palavras-Chave: Lisboa, inundações urbanas, análise custo-benefício

ABSTRACT

The internship is one of the master's degree options in Spatial Planning and Geographic Information Systems.

This report presents the work of the 800 hours of permanence in the hosting organization. The experience is accounted through the list and description of the activities developed and also through a critical reflection of the experience contributions.

The possibility to fulfill this internship revealed a unique opportunity to obtain training both professionally and personal level and also to apply the knowledge acquired during academic training.

These internship goals were the study of three extreme precipitation events in the city of Lisbon and making a *workflow*, in ModelBuilder™, from ArcGIS, which is an aid tool for implementing a cost-benefit analysis and to assess the costs and/or losses associated with precipitation events, to obtain representative maps of the results as a final product.

The choice of subject arises from the problem of flooding. The city of Lisbon has been affected by floods generated with short periods of very intense precipitation and due to lack of capacity of the artificial drainage system to drain the flow generated, especially in times of coincidence with the peak of the high tide of the sea. These events have been increasingly frequent in recent years, due to climate change related to the global warming scenarios and extreme weather events, involving economic and social losses, during the event of the same.

Key-words: Lisbon, Urban floods, Cost-benefit analysis

Abreviaturas

ACB	Análise custo-benefício
ANPC	Autoridade Nacional de Proteção Civil
AOB	<i>Annual operating budget</i>
ARSLVT	Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo
CAQV	Comissão de Ambiente e Qualidade de Vida
CDOS	Comando Distrital de Operações de Socorro
CIRAC	Cartas de Inundações e de Riscos em Cenários de Alterações Climáticas
CML	Câmara Municipal de Lisboa
CMPC	Comissão Municipal da Proteção Civil
CNAS	Crescer na Segurança
CNPC	Comissão Nacional de Proteção Civil
CP4	Código postal principal
CP3	Código postal secundário
CP7	Código postal completo
COM	Comando Operacional Municipal
CVL	Complexo Vulcânico de Lisboa
DL	Decreto-Lei
DOAP	Divisão de Operações e Apoio às Populações
DPSP	Divisão de Prevenção e Sensibilização Pública
FCSH	Faculdade de Ciências Sociais e Humanas
GAR	Gabinete de Análise de Risco
GOPI	Gestão de Ocorrência e Pedidos de Intervenção
GRI	Gestão de Risco de Inundação
INE	Instituto Nacional de Estatística
INEM	Instituto Nacional de Emergência Médica
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
OAC	Orçamento Anual da CML
PDM	Plano Diretor Municipal
PMEPC	Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil
RSB	Regimento de Sapadores Bombeiros
SALOC	Sala de Operações Conjunta
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SMPC	Serviço Municipal de Proteção Civil
UNL	Universidade Nova de Lisboa
<i>apud</i>	Em
<i>et al.</i>	e outros
<i>n.d.</i>	<i>no date</i> – sem data de publicação
<i>op.cit.</i>	<i>opere citatum</i> - obra citada

Índice

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
Abreviaturas.....	i
Índice	ii
Introdução	1
1. Apresentação da Entidade de Acolhimento	3
2. Metodologia.....	6
2.1. Abordagem teórica.....	6
2.1.1. Inundações em Lisboa	9
2.2. Análise da informação disponível.....	11
2.3. Análise da área de estudo e dos eventos selecionados	12
2.3.1. Enquadramento da área de estudo.....	12
2.3.2. Análise dos eventos selecionados	15
2.3.2.1. <i>Evento dos dias 29 e 30 de outubro de 2010</i>	17
2.3.2.2. <i>Evento dos dias 29 e 30 de abril de 2011</i>	19
2.3.2.3. <i>Evento dos dias 18, 19 e 20 de janeiro de 2013</i>	21
2.4. Levantamento da ocupação das frações térreas e da existência de frações subterrâneas da área de estudo inicial.....	23
2.5. Inquérito realizado à população.....	24
2.6. Definição dos indicadores a utilizar para a análise pretendida.....	24
2.7. Construção do <i>workflow</i> em ambiente ModelBuilder™, do ArcGIS.....	26
3. Apresentação de resultados	32
3.1. Inquéritos	32
3.2. <i>Workflow</i> em ambiente ModelBuilder™ do ArcGIS.....	32
4. Outras Tarefas Realizadas.....	39
4.1. Sessão no CNAS	39
4.2. Lisboa: cidade + resiliente	39
4.3. Participação no exercício AquaLx 2015	40
5. Contribuições para estudos futuros.....	42
5.1. Análise custo-benefício	42
Conclusão.....	43

Bibliografia	45
Índice de Figuras	49
Índice de Tabelas	50
Anexos	51
Anexo I – Localização da cidade de Lisboa	52
Anexo II - Números da Suscetibilidade na zona de estudo.....	53
Anexo III – Registos de ocorrências	60
Anexo IV - Registo de ocorrências de 29 e 30 de outubro de 2010	63
Anexo V – Registo de ocorrências de 29 e 30 de abril de 2011.....	64
Anexo VI - Registo de ocorrências de 18, 19 e 20 de janeiro de 2013	65
Anexo VII - Inquéritos	66
Anexo VIII – Listagem de Indicadores	68
Anexo IX – Ponderação de indicadores	69
Anexo X – <i>Workflow</i>	73
Anexo XI – Códigos de <i>Python</i>	74
Anexo XII– Condições para classes	78
Anexo XIII - Resultado dos Inquéritos.....	80
Anexo XIV – Outputs do workflow.....	85
Anexo XV – Terminologia associada à ACB e identificação de riscos	91

Introdução

No âmbito do Mestrado em Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica, a proposta para a componente não letiva é a realização de um estágio, com a apresentação do respetivo relatório.

O presente relatório reflete o trabalho desenvolvido no Estágio Curricular realizado no âmbito do protocolo realizado entre a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, da Universidade Nova de Lisboa (FCSH/UNL) e o Serviço Municipal de Proteção Civil, da Câmara Municipal de Lisboa (SMPC/CML). Este permitiu desempenhar funções de carácter profissional relevantes que envolvem a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos adquiridos na parte curricular do mestrado, num estágio com a duração de 800h de trabalho, realizado entre os meses de outubro de 2015 e fevereiro de 2016.

O estágio tem por objetivos o estudo de três eventos de precipitação extrema na cidade de Lisboa, a análise do impacto dos eventos na respetiva bacia de drenagem, a construção de um *workflow*, em ambiente ModelBuilderTM, do ArcGIS, que seja uma ferramenta de auxílio à execução de uma análise custo-benefício (ACB) e que permita avaliar os custos e/ou perdas associadas a um evento de precipitação, com a obtenção de mapas representativos dos resultados obtidos como produto final.

A escolha do tema surge pelo facto de Lisboa ter registado, ao longo dos últimos anos, diversos episódios de inundações urbanas que afetaram o normal funcionamento da cidade constituindo presentemente uma das principais situações de risco em Lisboa. Correspondem a inundações geradas em curtos períodos de precipitação intensa que são frequentemente agravadas pela incapacidade do sistema de drenagem artificial escoar o caudal gerado, especialmente em momentos de coincidência com o pico da preia-mar. Estes eventos têm sido cada vez mais frequentes nos últimos anos, devido às alterações climáticas que apontam para um cenário de aquecimento global e de incremento de eventos climáticos extremos, que implicam perdas económicas, sociais e ambientais, aquando do acontecimento dos mesmos.

Uma vez que a cidade de Lisboa apresenta diferentes graus de risco de inundação, optou-se por selecionar uma área representativa deste fenómeno. A área selecionada corresponde à zona de Sete-Rios, freguesias de Benfica e São Domingos de Benfica, a qual é atravessada por duas ribeiras, a ribeira de Alcântara e a ribeira do Lumiar, que convergem nesta mesma zona. A área encontra-se totalmente classificada como urbanizada, e sendo atravessada à superfície por troços da rede viária principal onde circulam diversas carreiras de transportes públicos. Inclui ainda predominantemente edifícios de uso habitacional, ocupados no piso térreo por comércio local. No subsolo é ainda atravessada pela linha azul do metropolitano e por numerosas caves e garagens conferindo a esta área uma elevada vulnerabilidade em termos de risco de inundação. No decorrer do estágio a área de estudo foi expandida a toda a cidade de Lisboa, devido a dificuldade de recolha de dados.

Este relatório começa por apresentar uma introdução ao trabalho realizado durante o estágio, com um enquadramento do tema e uma breve descrição das atividades realizadas. Após essa introdução, divide-se em cinco partes.

No primeiro capítulo é apresentado o SMPC/CML, local de realização do estágio, dando a conhecer o seu funcionamento interno, focando na sua organização, estrutura, ambiente e mecanismo de coordenação.

No segundo capítulo, numa primeira parte, é apresentada a metodologia que vai ser seguida no desenvolver do trabalho. Numa segunda parte é descrita toda a metodologia desenvolvida, passo-a-passo, explicados os constrangimentos que existiram e justificadas as opções e decisões tomadas.

No terceiro capítulo, são apresentados os resultados de alguns pontos da metodologia e algumas considerações sobre os mesmos.

No quarto capítulo é apresentada, de forma resumida, as tarefas realizadas ao longo do estágio, externas ao objetivo do estágio.

No quinto capítulo são apresentadas contribuições e sugestões para estudos futuros.

Por fim, são expostas as considerações finais em relação aos resultados, ao *workflow* e a todo o trabalho desenvolvido.

1. Apresentação da Entidade de Acolhimento

O estágio decorreu na Divisão de Prevenção e Sensibilização Pública (DPSP), do SMPC/CML, localizado na Rua Cardeal Saraiva, Lisboa.

Em Portugal, a Proteção Civil *“é a atividade desenvolvida pelo Estado, Regiões Autónomas e autarquias locais, pelos cidadãos e por todas as entidades públicas e privadas com a finalidade de prevenir riscos coletivos inerentes a situações de acidente grave ou catástrofe, de atenuar os seus efeitos e proteger e socorrer as pessoas e bens em perigo quando as situações ocorreram”* e a atividade da proteção civil *“tem carácter permanente, multidisciplinar e plurisectorial, cabendo a todos os órgãos e departamentos da Administração Pública promover as condições indispensáveis à sua execução, de forma descentralizada, sem prejuízo do apoio mútuo entre organismos e entidades do mesmo nível ou provenientes de níveis superiores.”* (in Lei nº27/2006, de 3 de Julho, Capítulo I, Artigo 1º, 2006).

De acordo com a Lei de Bases da Proteção Civil, Lei nº27/2006 (2006), a Proteção Civil tem objetivos que se baseiam na prevenção, atenuação e mitigação de riscos coletivos, no socorro e proteção de pessoas, bens e valores patrimoniais, e apoiar a reposição da normalidade em caso de acidente grave ou catástrofe.

As ações da Proteção Civil são desenvolvidas pelo Estado, Regiões Autónomas, autarquias locais, pelos cidadãos e todas as entidades públicas e privadas (Lei nº27/2006, 2006).

A nível municipal, de acordo com a Lei nº65/2007 (2007), a Proteção Civil é presidida pelo Presidente da Câmara, que é a Autoridade Municipal de Proteção Civil, com a possibilidade de delegação para o vereador designado pelo mesmo.

A sua apresentação é de extrema importância em virtude de ser a entidade responsável e com capacidade jurídica para dar uma primeira resposta numa situação de emergência. Esta é também responsável por assegurar o exercício da função de proteção e socorro de acordo com as necessidades que as situações tenham, podendo, se for justificável, pedir apoio a outros serviços.

A atividade do SMPC exerce-se nos seguintes domínios: prevenção e avaliação de risco; planeamento e gestão de emergências; análise de vulnerabilidades e estudos de segurança; informação e sensibilização da população (Lei nº65/2007, 2007).

São competências do SMPC assegurar o funcionamento de todos os organismos municipais de proteção civil; centralizar, tratar e divulgar toda a informação recebida relativa à proteção civil municipal; efetuar e acompanhar o planeamento de emergência a nível municipal (como no caso do plano municipal de emergência, planos especiais, inventariação de meios, entre outros); efetuar e colaborar em ações de prevenção e segurança. Tudo isto, através da realização de campanhas de sensibilização, exercícios e simulacros, e assegurar a difusão de informação pública relativa aos domínios da proteção civil (Lei nº65/2007, 2007).

O Serviço Municipal de Proteção Civil da Câmara Municipal de Lisboa subdivide-se na DPSP e Divisão de Operações e Apoio às Populações (DOAP). A Figura 1 apresenta um organograma da estrutura do Serviço Municipal de Proteção Civil.

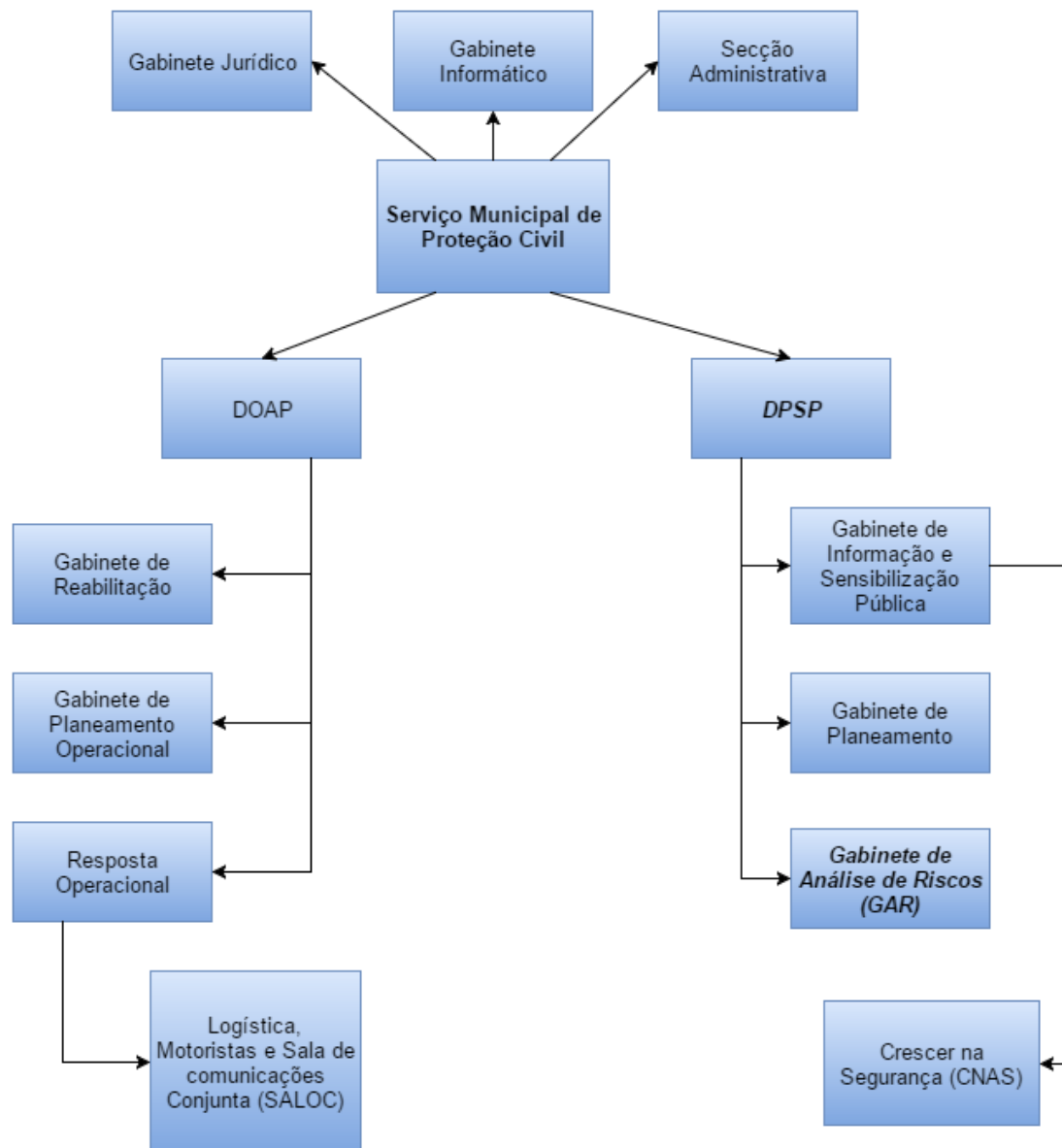


Figura 1 - Estrutura do Serviço Municipal de Proteção Civil (adaptado de Almeida, 2015)

À DPSP compete assegurar a constante identificação de eventuais situações de risco, para análise, diagnóstico, recenseamento e contribuição para a prevenção, redução e mitigação. Também é da sua competência atualizar de forma permanente o Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil (PMEPC), o Plano Especial de Emergência para o Risco Sísmico e restantes planos especiais, e criar mecanismos de articulação e colaboração com todas as entidades públicas e privadas com vista ao pleno funcionamento do sistema municipal da Proteção Civil (Aviso nº5552/2015, 2015).

A DPSP subdivide-se em três áreas de intervenção, o gabinete de informação e sensibilização, o gabinete de planeamento e o Gabinete de Análise de Risco (GAR).

O GAR efetua o levantamento, a previsão e a prevenção dos riscos coletivos do município de Lisboa, entre estes encontram-se as condições meteorológicas extremas e inundações decorrentes de precipitação intensa, conforme estipulado no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil e no Plano Diretor Municipal (PDM).

O presente trabalho foi desenvolvido e acompanhado no âmbito do GAR, onde tive oportunidade para obter formação tanto a nível profissional como pessoal. Além do trabalho realizado, tive oportunidade de conhecer os funcionários e o trabalho que desempenham, ao longo do tempo foi-me possível ouvir diferentes perspetivas de cada membro

Durante a realização do estágio, estive sempre acompanhada pela orientadora a Dr.^a Sofia Baltazar, e pela restante equipa do GAR, a Eng.^a Luísa Coelho, os geógrafos Américo Fernandes e Marco Morais e pelo geólogo Paulo Henriques, e ainda pela chefe de divisão Dra. M.^a João Telhado, que foram sempre dando o apoio necessário em situações de dúvidas ou de tomada de decisões.

2. Metodologia

Para a execução deste trabalho, foi necessário definir uma metodologia (apresentada na Figura 2), com todos os passos necessários para atingir os objetivos propostos.

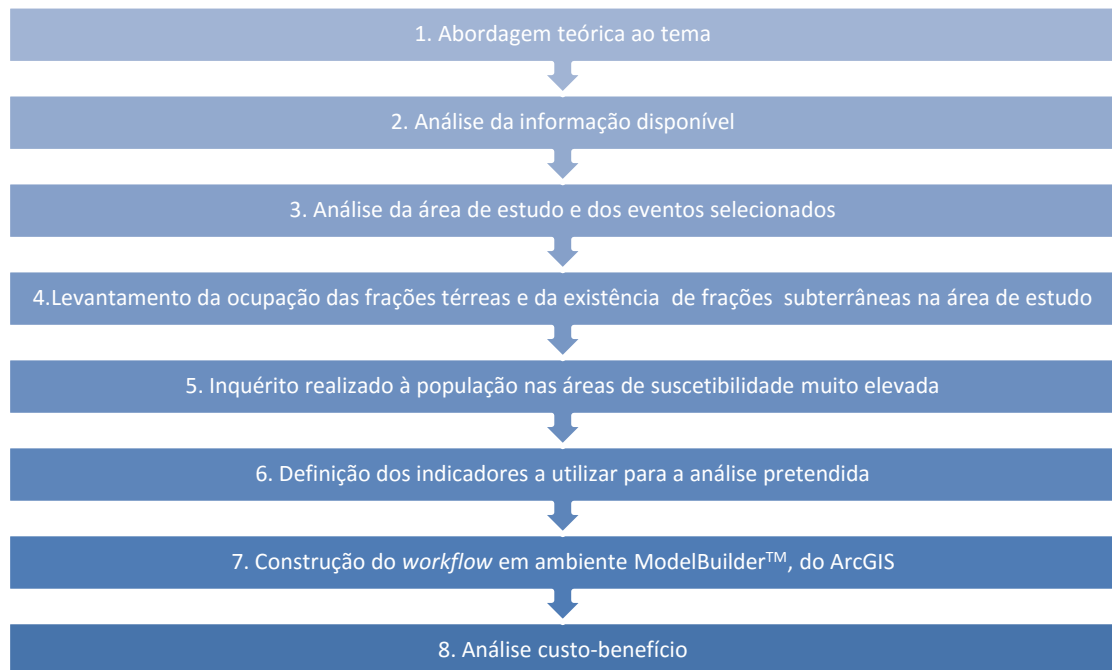


Figura 2 – Metodologia definida para o trabalho

No início do estágio, foi definida uma área de estudo reduzida, localizada no concelho de Lisboa, e que cobria uma pequena área da freguesia de Benfica e a quase totalidade da área da freguesia de São Domingos de Benfica, que posteriormente foi alargada a todo o concelho de Lisboa. Esta mudança deu-se devido à falta de dados e às adaptações que se tiveram de fazer para poder ultrapassar a falta de dados.

2.1. Abordagem teórica

De acordo com a Diretiva 2007/60/CE, relativa à avaliação e gestão de riscos de inundação, o termo “inundação” está definido como a cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água, o que inclui as cheias ocasionadas pelos rios, e as inundações ocasionadas pelo mar das zonas costeiras, e pode excluir as inundações com origem em redes de esgotos. As inundações são um fenómeno natural que não pode ser evitado. No entanto, determinadas atividades humanas (como o aumento das aglomerações humanas e dos bens económicos nas planícies aluviais e a redução da retenção natural de água devido à utilização do solo) e as alterações climáticas contribuem para um aumento da probabilidade de ocorrência de inundações e do respetivo impacto negativo (*op.cit.*).

De acordo com o DL nº115/2010 (2010), o risco de inundação é a combinação da probabilidade de inundações e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas, sendo as suas consequências avaliadas através da identificação do número e tipo de atividade afetada, podendo por vezes, ser apoiada numa análise quantitativa (*op.cit.*).

Segundo Costa (1986 *apud* Oliveira *et al.*, 2002) existem três tipos de inundações, as devidas às cheias dos grandes rios, que se formam ao fim de vários dias de chuvas prolongadas, as devidas às cheias dos pequenos cursos de água, que se formam em poucas horas de chuva intensa e ainda as inundações urbanas.

Estas últimas são eventos de inundação considerados rápidos, por se formarem e propagarem num curto espaço de tempo, em poucas horas ou mesmo minutos, uma vez que o solo urbano é em quase toda a sua totalidade impermeabilizado (Rebelo, 1997 *apud* Oliveira *et al.*, 2002) e também devido à falta de capacidade do sistema de drenagem artificial de escoar o caudal gerado, uma vez que o solo se encontra saturado devido ao excesso de água que circula à superfície (EEA, 2012 *apud* Oliveira *et al.*, 2013). Na cidade de Lisboa, depara-se exatamente com esta situação, a de inundações rápidas.

A avaliação do risco de inundação, segundo o CIRAC (*n.d.*), está definida da seguinte forma:

$$(1) \quad \text{"Risco de inundação} = \text{Consequência} \times \text{Probabilidade de Ocorrência} \text{"}$$

(adaptado de Schmidt-Tomé *et al.*, 2006 *apud* CIRAC, *n.d.*)

$$(2) \quad \text{Consequência} = \text{Valor} \times \text{Susceptibilidade} \times \text{Exposição}$$

$$= [\text{unidades monetárias ou nº de vidas humanas}] \times [\%] \times [0 \text{ ou } 1]$$

(adaptado de UNISDR, 2009 *apud* CIRAC, *n.d.*)

A probabilidade de ocorrência reflete-se no período de retorno, que consiste na probabilidade de repetição de uma inundação com uma determinada magnitude, correspondendo regra geral ao número médio de anos entre dois eventos seguidos com magnitude idêntica (Andrade *et al.*, 2006 *apud* CIRAC, *n.d.*).

De acordo com CIRAC (*n.d.*), para o processo de avaliação de risco são necessários três tipos diferentes de informação: i) caracterização dos elementos presentes nas áreas inundáveis; ii) definição de critérios que relacionem as características da inundação com o dano causado nos elementos expostos e iii) quantificação do risco desses elementos.

O detalhe desta informação relaciona-se com o âmbito da análise e os critérios podem incluir fatores do panorama social, ambiental, económico, etc, dependendo do que melhor se ajuste à realidade em estudo (Meyer *et al.*, 2009 *apud* CIRAC, *n.d.*).

A Figura 3 apresenta, como exemplo, o procedimento utilizado pelo CIRAC (*n.d.*), para a avaliação de risco. O exemplo apresentado procura avaliar o risco associado a cada edifício, e nesse sentido, são indicadores as características do edifício, onde consta informação do número de andares, a existência de caves e se o mesmo edifício é devoluto ou não, e sobre ao tipo de ocupação do rés-do-chão e cave dos mesmos (onde consta informação sobre a função das parcelas, se são de habitação, comércio, serviços, equipamentos/escritórios, armazém ou garagem).

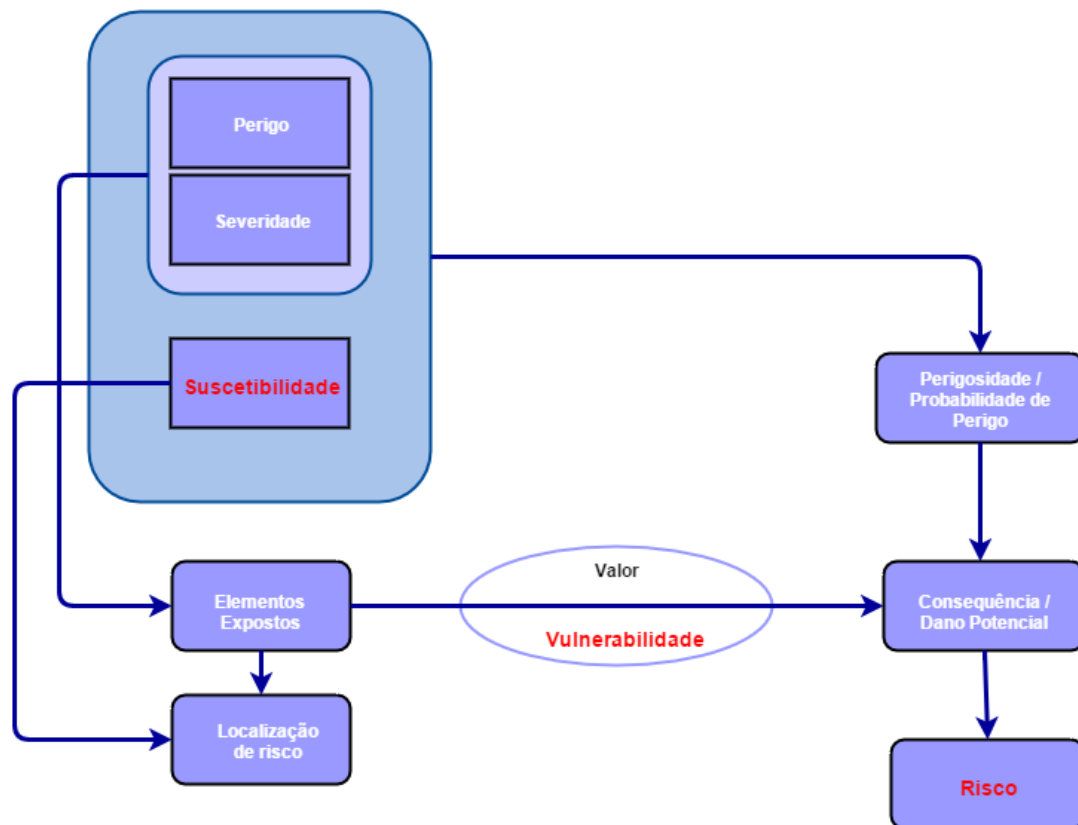


Figura 4 - Articulação dos conceitos base (adaptado de Julião *et al.*, 2009)

A análise da suscetibilidade de inundação deve ser feita tendo em conta a totalidade da bacia hidrográfica e as componentes que influenciam a suscetibilidade, sendo estas a área de acumulação potencial de escoamento, a permeabilidade e o declive. A precipitação é um parâmetro que se assume constante ao longo da bacia, mas caso hajam dados adequados, podem ser aplicados diferentes modelos. Em caso de inundações devido a sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana deve-se contemplar também a malha urbana e a capacidade de vazão dos mesmos sistemas (Julião, *et al.*, 2009).

2.1.1. Inundações em Lisboa

Telhado (1998) afirma que as áreas da cidade de Lisboa mais sensíveis ao evento de inundações são áreas que se encontram a cotas baixas e onde a influência das marés, assim como o assoreamento dos coletores provocam o funcionamento incorreto do sistema de drenagem artificial da cidade, as áreas que são atravessadas por linhas de água, as áreas onde a dimensão dos coletores está desajustado face às necessidades dos volumes escoados, as áreas não sujeitas a limpezas, desentupimentos e desassoreamento das valetas, sumidouros ou coletores e as áreas coincidentes com obras de arte subterrâneas ou fundações de obras de arte.

Oliveira *et al.* (2002) discutiu os fatores agravantes das inundações na cidade de Lisboa no século XX. Identificou os locais mais perigosos para a ocorrência de inundações, sendo eles localizados na Frente Ribeirinha, nos sectores terminais das antigas linhas de água, em praças ou ruas recetoras do escoamento, dispostas perpendicularmente às antigas linhas de água, e os locais em que existem barreiras artificiais ou micro-depressões resultantes da

artificialização topográfica, identificou também outros locais críticos, que se repetem por toda a cidade e que se devem a problemas de entupimento ou deficiência de vazão do sistema de drenagem artificial da cidade (*op.cit.*).

O mesmo autor identifica como fatores agravantes do evento de inundações, as unidades de relevo, onde, com base no relevo e na posição topográfica, identificou três áreas distintas na cidade: área planáltica, área acidentada e Frente Ribeirinha. Na área acidentada, foi onde se registou mais eventos de inundações, não só por ser uma área de maior extensão, mas também por ser onde se encontram os entalhes mais profundos (fator de convergência de águas). As bacias de vertente e antiga rede de drenagem da cidade e a malha urbana da cidade também foram considerados como fatores agravantes.

Guerreiro *et al.* (2013) afirmou que a frequência das inundações marginais de origem marítima no estuário do Tejo vai aumentar, devido à subida do nível médio do mar, que este problema vai ser exacerbado pelo aumento da amplificação da maré devido à ressonância e que estas inundações poderão trazer efeitos nefastos.

Pais *et al.* (2005) afirma que Lisboa é um espaço altamente urbanizado, em que o betão é, provavelmente, o elemento dominante. Lisboa apresenta também um elevado índice de ocupação, a que se associou não só a construção mas também a implementação de vias e de todo o tipo de equipamentos, necessário ao seu desenvolvimento, o que se veio a traduzir na impermeabilização dos solos e consequentes alterações nas suas características e no ciclo hidrológico, que se refletem na alteração dos processos de escoamento e infiltração, e que tendem a intensificar a ocorrência de inundações.

Segundo o mesmo autor, as consequências da intervenção humana na construção e desenvolvimento da cidade de Lisboa são diversas. Para além da alteração de determinadas características hidráulicas, tal como o aumento da velocidade de escoamento, também se encontra alterações de natureza social e ambiental. A agravar a situação em estudo, está o facto de Lisboa ter uma rede de coletores, que por vezes apresentam desajustes no seu dimensionamento para a realidade a que estão sujeitos. Além disso, existem mais fatores responsáveis pela ocorrência de inundações, que se prendem com a idade dos coletores, o mau estado de conservação, com problemas de obstrução e assoreamento dos mesmos.

Outros autores como Pedrosa *et al.* (2006) e Leal *et al.* (2013), corroboram a teoria que a modificação do uso do solo potencia as inundações, uma vez que aumenta a impermeabilização do mesmo.

A Comissão de Ambiente e Qualidade de Vida (CAQV) (2015) afirma que a ocorrência de inundações urbanas na cidade de Lisboa, são um reflexo da expansão urbana no território e consequente impermeabilização do solo, tendo sido a intensificação, nas últimas décadas, da expansão urbana a responsável pela redução das áreas mais favoráveis à infiltração e pelo aumento da área de solo impermeabilizado. Este tipo de inundações ocorre em curtos espaços de tempo e com períodos de precipitação muito intensa, e é agravado pelo aumento da circulação superficial de águas pluviais e também pelo mau funcionamento ou subdimensionamento dos sistemas de drenagem pluvial.

Almeida (2015) afirma que o relevo acentuado da cidade e as antigas linhas de água existentes, assim como a rede de saneamento em uso e que muitas vezes está disfuncional, são os principais fatores contributivos para a ocorrência das inundações.

Existe ainda um fator agravante para as inundações, que são as alterações climáticas, sendo que o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014a; 2014b; 2014c), o aquecimento climático é muito claro e muitos dos riscos associados às alterações climáticas encontram-se concentrados em zonas urbanizadas. O aumento de eventos extremos de precipitação intensa impõe riscos muito graves à população, à economia e ecossistemas em contexto urbano. E ainda de acordo com Murtinha (2014), o clima tem sofrido aquecimento, que se reflete na atmosfera e nos oceanos e, conseqüentemente, as quantidades de neve e gelo diminuíram, o nível do mar tem subido e as concentrações de gases de estufa têm aumentado. A subida da temperatura global potencia o incremento de taxa de evaporação e da capacidade de armazenamento da humidade na atmosfera, o que por sua vez altera o ciclo hidrológico e modifica os padrões de precipitação atmosférica.

2.2. Análise da informação disponível

No início do estágio foi disponibilizada, pelo SMPC/CML, informação existente relativa ao tema das inundações na cidade de Lisboa. Os dados disponibilizados encontram-se abaixo listados e descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Informação disponível

Nome	Créditos	Tipo	Descrição	Sistemas de georreferenciação
Limite do concelho de Lisboa	SMPC/CML	Shapefile, polígonos.	Limite do concelho de Lisboa, elaborado de acordo com o Limite Legal de Freguesias, Lei n.º 56/2012.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Limite das freguesias de Lisboa	SMPC/CML	Shapefile, polígonos.	Limite das freguesias de Lisboa, de acordo com a alteração da Lei nº85/2015.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Edifícios_lx	SMPC/CML	Shapefile, polígonos.	Informação sobre o nome, morada e freguesia dos edifícios e ainda sobre o perímetro e área do mesmo.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Quarteiros_lx	SMPC/CML	Shapefile, polígonos.	Informação relativa aos quarteiros de Lisboa.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Vias_Lx	SMPC/CML	Shapefile, linhas.	Informação referente aos eixos de via em estado ativo da rede viária da cidade de Lisboa, e ainda informação referente aos troços que constituem cada via.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Registo de ocorrências	SMPC/CML	Shapefile, pontos.	Registo de ocorrências no Regimento de Sapador Bombeiros (RSB) para as datas selecionadas. Informação de carácter reservado.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Estacoes_meteorologicas	SMPC/CML	Shapefile, pontos.	Localização geográfica das estações meteorológicas.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Edif2011	Instituto Nacional de Estatística (INE)	Shapefile, polígonos.	Informação sobre o tipo de edificado, o número de pisos, o ano de construção, sobre o tipo de estrutura utilizada na construção e ainda sobre o tipo	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC

			de alojamento do mesmo por subsecção estatística.	
Pop2011	INE	<i>Shapefile</i> , polígonos.	Informação relativa às famílias e a sua dimensão média, indivíduos com mais de 65 anos e com menos de 15 anos, desempregados, número de residentes, por sexo e por faixas etárias, situação profissional, densidade populacional da área (hab/km ²) e o índice de dependência total, por subsecção estatística.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Suscetibilidade _inundação	SMPC/CML	<i>Shapefile</i> , polígonos.	Carta de suscetibilidade ao risco de inundação de Lisboa. Cartografia homologada.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Concelhos limitrofes de Lisboa	SMPC/CML	<i>Shapefile</i> , polígonos.	Informação sobre os concelhos limitrofes da cidade de Lisboa.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Códigos Postais	SMPC/CML	<i>Shapefile</i> , linhas.	Informação sobre os códigos postais de Lisboa, contendo informação sobre a versão principal, secundária e completa, respectivamente, CP4, CP3 e CP7.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Códigos SIG	SMPC/CML	<i>Shapefile</i> , pontos.	Informação sobre os códigos SIG.	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
RegistoGOPI	SMPC/CML	<i>Shapefile</i> , pontos.	Informação sobre a Gestão de Ocorrência e Pedidos de Intervenção (GOPI).	Datum_73_Hayford_Gauss_IPCC
Registo Ocorrências Fidelidade	Fidelidade	Excel	Informação sobre as ocorrências registadas na companhia Fidelidade, relativas aos eventos estudados. ¹	

2.3. Análise da área de estudo e dos eventos selecionados

2.3.1. Enquadramento da área de estudo

A área de estudo é o concelho de Lisboa, correspondente a uma área que cobre 85,87 km²(²). Em anexo, encontra-se a representação da área em estudo, a cidade de Lisboa (Anexo I).

A área em estudo é extremamente urbanizada, e apresenta uma vasta rede de transportes públicos, rodoferroviários e metropolitanos. É atravessada por diversas vias rápidas e algumas autoestradas que fazem a ligação entre a periferia e o centro da cidade e são considerados pontos de acesso principais à cidade, a Estrada Nacional 6, as autoestradas A36 e A5, a IC17, o Eixo Norte-Sul, a Segunda Circular, constituída por três avenidas: Avenida Eusébio da Silva Ferreira, Avenida General Norton de Matos e a Avenida Marechal Craveiro Lopes. A área é extremamente habitada, tendo população de todas as faixas etárias e que se encaixam em todos os cenários socioeconómicos.

A Figura 5 apresenta as áreas suscetíveis de inundação. A área de estudo tem um total de 62148 edifícios³, sendo que 24721 edifícios estão em zonas suscetíveis de inundação e

¹ A companhia Fidelidade representa 30% dos seguros feitos no mercado nacional.

² Dados disponibilizados pelo Serviço Municipal de Proteção Civil, da Câmara Municipal de Lisboa.

ainda um total de 553264 habitantes⁴, dos quais 546584 vivem em áreas suscetíveis de inundação. As áreas de suscetibilidade elevada afetam 4394 edifícios e 110012 habitantes, as de suscetibilidade moderada afetam 16455 edifícios e 354411 habitantes e as de suscetibilidade muito elevada afetam 3872 edifícios e 82161 habitantes⁵.

Em anexo, encontram-se os números que traduzem a Figura 5 (Tabela 5) e ainda mapas representativos dos mesmos (Anexo II).

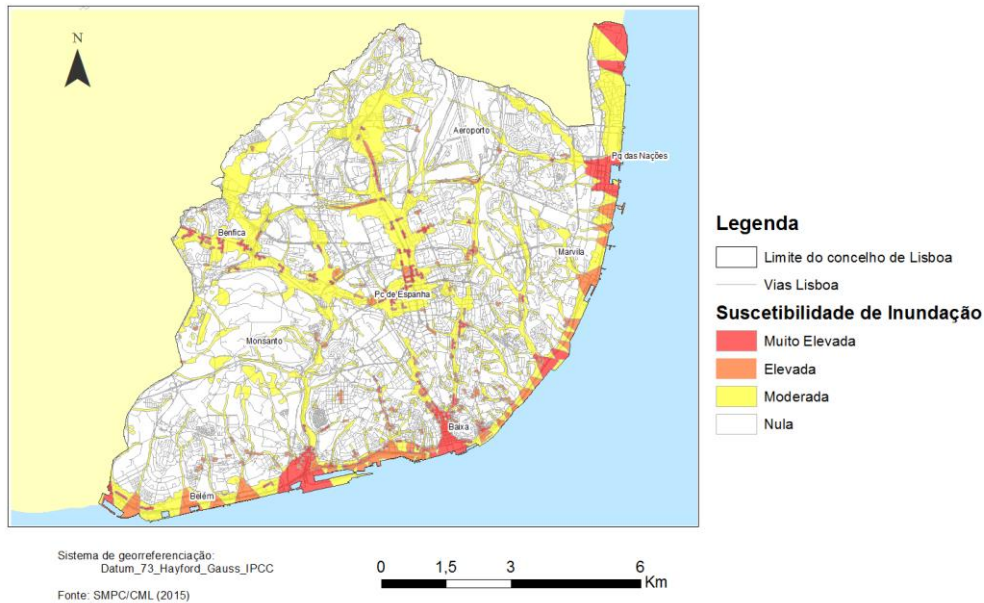


Figura 5 – Áreas suscetíveis de inundação

A geologia da cidade de Lisboa é caracterizada pelas diversas formações geológicas presentes (Figura 6). Na zona centro-norte existe uma dominância das areias, argilas e calcários do Miocénico. Na zona centro-sul, as unidades Miocénicas continuam a ter uma grande expressão do lado este, sendo que para oeste está presente o Complexo Vulcânico de Lisboa (β^1), caracterizado pela presença de rochas piroclásticas (β^1_p) e filões e chaminés de basalto (β) (Ribeiro *apud* Pais *et al.*, 2006), a formação de Caneças (C^2_{Cn}), composta por calcários, margas, arenitos e dolomitos, e a formação da Bica (C^2_{Bi}), composta por calcários com rudistas (Machado *apud* Pais *et al.*, 2006). Na zona oeste está presente a formação de Benfica (ϕ_{Bf}), composta por conglomerados, arenitos e argilitos. Superficialmente encontra-se a presença de aluviões e aterros, em algumas zonas (Pais *et al.*, 2006).

³ Dados disponibilizados pelo Serviço Municipal de Proteção Civil, da Câmara Municipal de Lisboa.

⁴ Dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE).

⁵ Estes números foram encontrados trabalhando a informação disponível nos *shapefiles* de informação disponibilizados.

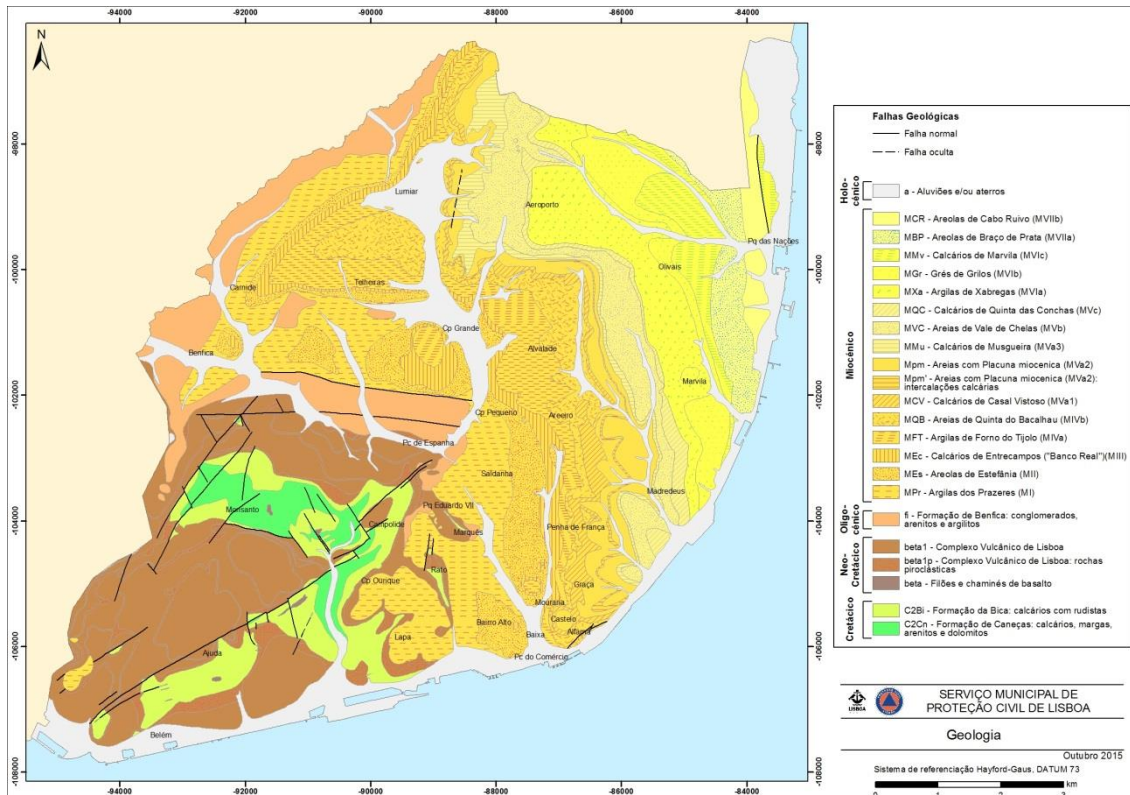


Figura 6 - Carta Geológica de Lisboa (cedido pelo SMPC, 2015). Cartografia homologada.

A nível hidrológico, a área em estudo inclui, entre outras, a ribeira de Alcântara e a ribeira do Lumiar, que convergem na zona de Sete Rios. Uma das grandes problemáticas cidade reside na falta de capacidade do caneiro da ribeira de Alcântara para o escoamento, agravado aquando da maré cheia, que faz com que o fluxo recue na ribeira, não permitindo o fluxo normal e provocando acumulações de água e sobrecarga dos sistemas de drenagem.

A complexa rede hidrográfica do concelho de Lisboa distribui-se pelas principais bacias hidrográficas que desaguam no Rio Tejo: Alcântara, com cerca de 4700 hectares, muitos dos quais em área impermeabilizada; Chelas; Beirolas; Algés; Terreiro do Paço; Frielas/Loures, localizada no topo norte do concelho e Alfragide/Algés (CML, 2010).

Na cidade de Lisboa, a morfologia é caracterizada por cotas desde nível do mar até à cota dos 230 metros, que se atinge na Serra de Monsanto, pelo que não existe uma grande diversidade altimétrica. A cidade é dominada por áreas com altitude inferior a 100 metros, sendo a grande exceção a Serra de Monsanto (CML, 2010).

As áreas correspondentes a toda a zona ribeirinha e aos vales interiores têm alturas maioritariamente inferiores aos 30 metros e as encostas rondam alturas aproximadas aos 70 metros. A zona central da Serra de Monsanto atinge cotas superiores a 150 metros, sendo as restantes áreas, maioritárias, na ordem dos 70 a 100 metros. Na zona norte do concelho, salienta-se a zona da Ameixoeira e Aeroporto, onde se atinge, tal como na Serra de Monsanto ainda que de forma pontual, a maior classe de altitudes, de 150 a 230 metros. Ainda na zona norte, merece algum destaque parte de Telheiras e Carnide, em que domina a classe de altitudes dos 100 aos 150 metros, só voltando a verificar-se estas alturas na zona de

Campolide. Por este motivo se depreende que as situações altimétricas verificadas estão associadas a circunstâncias específicas – os vales afluentes do Tejo, a margem ribeirinha do Tejo, a serra de Monsanto e a zona planáltica. As duas primeiras situações definem as cotas mais baixas, associadas à presença, circulação e acumulação de água (*op.cit.*) (CML, 2010).

A Figura 7 apresenta a carta de declives para a cidade de Lisboa.

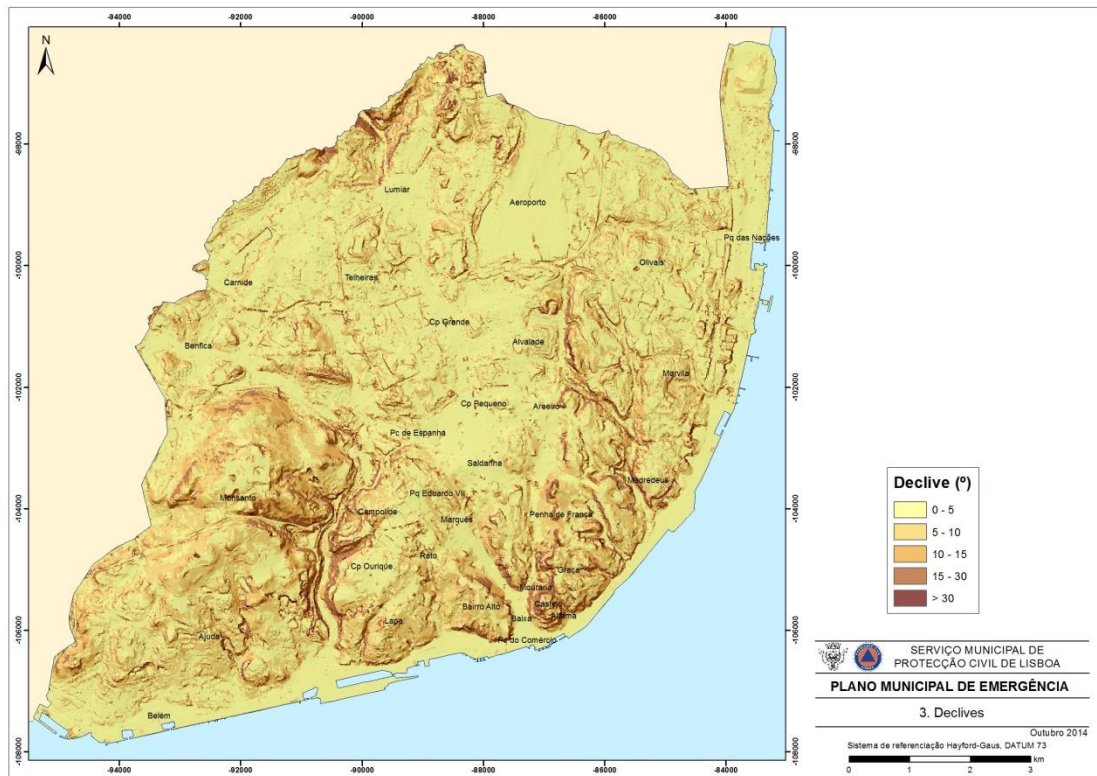


Figura 7 - Carta de declives (Cedido pelo SMPC, 2015). Cartografia homologada.

Segundo Morais et al. (*apud Pais et al., 2006*), o clima da área caracteriza-se como sub-húmido seco, 2º Mesotérmico, com défice de água moderado no Verão e pequena eficácia no Verão, utilizando o método *Thorntwaite*, considerando uma capacidade de água utilizável de 100 mm e usando os valores publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, em 1980. Os períodos de maior precipitação verificam-se entre outubro e maio, sendo que os meses de junho a setembro são os de menor precipitação. A temperatura média do ar anual é de 16°C, sendo que de dezembro a fevereiro, foram registadas temperaturas médias de 10°C a 12°C e de junho a agosto, e temperaturas médias de 20°C a 23°C (IPMA, *n.d.d.*).

2.3.2. Análise dos eventos selecionados

De acordo com a ANPC (2008), a caracterização de riscos deve ser quantitativa e qualitativa, de forma consistente com os dados disponíveis, e suficientemente vasta para incluir um intervalo de opções que permita a redução de riscos.

Desta forma, foram analisados os dados disponibilizados pelo SMPC do registo das ocorrências e as causas de pedido de socorro por inundação, registadas no RSB, com o objetivo de fazer uma listagem de consequências, que podem constituir indicadores a utilizar na análise de risco.

Os períodos intensos de precipitação levam a que o dia-a-dia da população seja afetado, em termos de usufruto do espaço público, pelos cortes de trânsito, que impedem a circulação, pelo encerramento das estações metropolitanas, ou pelos danos que a água provoca em propriedades privadas, tanto de comércio como de habitação, como em património público, ou ainda pelos cortes de energia e de comunicações que estes alagamentos podem provocar, podem até em casos mais extremos ter consequências humanas graves.

Não só existe a problemática dos danos diretos e indiretos causados pelas inundações, nos quais se incluem a imagem de Lisboa associada aos danos causados à cidade, cuja cobertura média, em notícias se propagam nacional e internacionalmente, o que pode afetar também a economia do país, por exemplo com a redução da afluência do turismo em certas alturas, mais propícias a inundações.

Historicamente, Rocha (*n.d.*) destacou os dos invernos de 1967 e de 1995/1996 e ainda os períodos de novembro e dezembro de 1983, como as inundações de maior relevância e particularmente perigosas. As últimas foram as de maior impacto social, devido ao elevado número de vítimas mortais que atingiu as centenas.

Nos últimos anos existiram vários eventos com alguma gravidade na cidade de Lisboa, que tiveram bastante impacto no funcionamento normal da cidade. Os três eventos foram selecionados de forma a analisar episódios com características diferentes. Dessa forma foram escolhidos um evento de precipitação intensa no dia 29 de outubro de 2010, um evento de precipitação intensa com queda de granizo no dia 29 de abril de 2011 e ainda um outro evento de precipitação intensa combinada com ventos fortes no dia 19 de janeiro de 2013.

As diferentes características dos eventos traduzem-se em diferenças na distribuição espacial das ocorrências. O evento com queda de granizo é um evento mais localizado, uma vez que o granizo se forma aquando da existência de uma célula de ar húmido com movimento ascendente que provoca a solidificação das partículas de humidade. O evento com ventos fortes é um evento que se encontra mais distribuído, uma vez que o vento afetou toda a cidade provocando ocorrências por toda a cidade. Por último, o de precipitação intensa, tem uma maior representação na zona ribeirinha, que é uma zona que devido às suas características topográficas é muito suscetível à ocorrência de inundações.

A Figura 8 representa as ocorrências registadas na cidade de Lisboa associadas aos três eventos selecionados, sendo a informação correspondente detalhada no Anexo III.

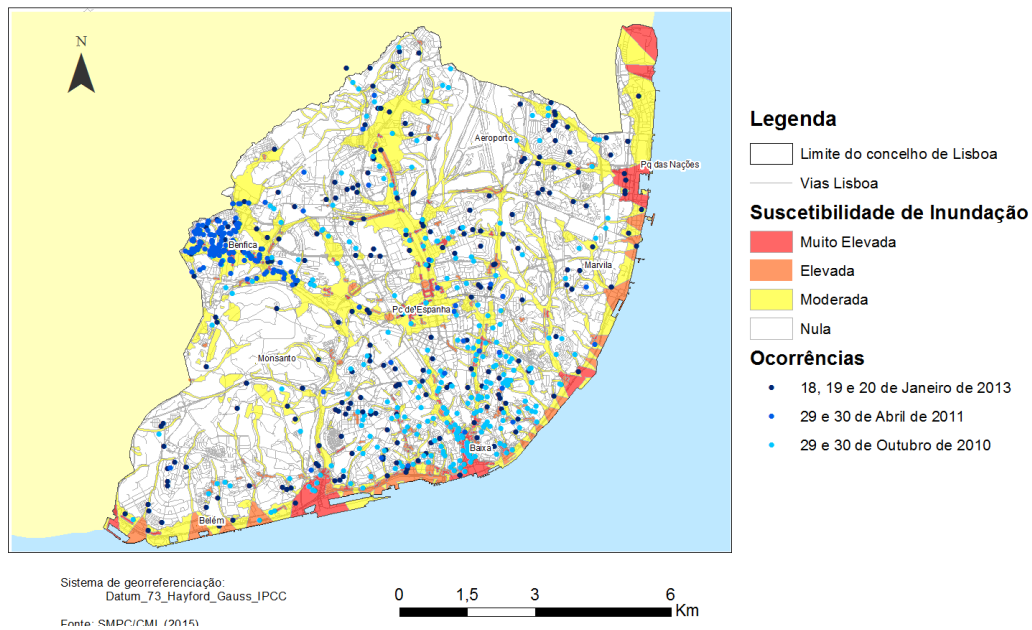


Figura 8- Ocorrências na área de estudo

2.3.2.1. Evento dos dias 29 e 30 de outubro de 2010

Este evento foi caracterizado pela precipitação intensa que se fez registar durante todo o dia em toda a cidade, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) registou, no dia 29 de outubro, valores de precipitação⁶ diária entre os 38 mm e os 57,2 mm, nas variadas estações que tem disponíveis. No Instituto Geofísico, foi onde se registou o valor máximo horário pelas 10 horas com 38,5 mm de precipitação. A Figura 9 mostra os valores horários de precipitação registada nas diferentes estações.

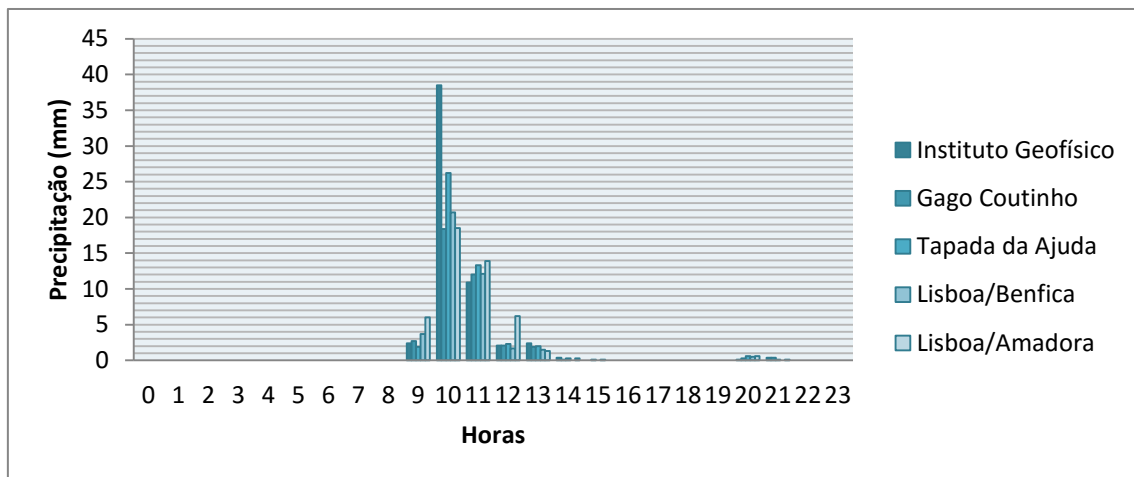


Figura 9 - Valores de precipitação registada, pelo IPMA, no dia 29 de outubro de 2010 (dados cedidos pelo IPMA)

⁶ Valores de precipitação horária cedidos pelo IPMA.

De acordo com o Boletim climatológico mensal de outubro de 2010, do IPMA (*n.d.a*) (antigo Instituto de Meteorologia), o mês de outubro foi bastante chuvoso e registou um valor mensal de 205,4 mm (estação Geofísico), bastante superior ao valor médio do período de 1971-2000, que é de 79,8 mm. O dia em que se registou o maior valor de precipitação foi o dia 30 e registou 79,4 mm em 24 horas (estação Geofísico).

O evento foi responsável por 290 ocorrências registadas na Sala de Operações Conjunta (SALOC) dos Regimento Sapadores de Bombeiros, Proteção Civil, Polícia Municipal e Florestal. Foram emitidos para este evento avisos amarelos para agitação marítima e ventos e ainda avisos amarelos e laranja para a precipitação. Este evento teve um período de retorno de 10 anos.

Os registos deste evento começaram no início do dia e atingiram as 187 ocorrências, e prolongou-se para o dia seguinte onde se registaram 103 ocorrências na SALOC.

Em anexo encontra-se a o registo de ocorrências (Anexo IV).

Neste evento registaram-se:

- Problemas de infiltrações;
- Inundações, que atingiram o metro de altura;
- Algerozes, ralos, sarjetas e coletores entupidos;
- Problemas de impermeabilização;
- Problemas e quedas de coberturas;
- Danos em claraboias e em escadas;
- Entrada de água em edifícios e conseqüente inundaçãõ de caixas de elevador;
- Problemas relacionados com o mau estado de conservação, agravado pelo evento em questão;
- Ameaças de quedas de varandas, de estragos em janelas;
- Viaturas danificadas;
- Queda de árvores e de postes;
- Existência de buracos na estrada e cortes de trânsito;
- Queda de um muro e deslizamento de terras.

Foi necessário recorrer a eletrobombas em aproximadamente 15% das ocorrências, para se proceder à remoção de água em locais onde a altura atingida assim o permitiu.

A Figura 10 apresenta a representação das ocorrências registadas na data.

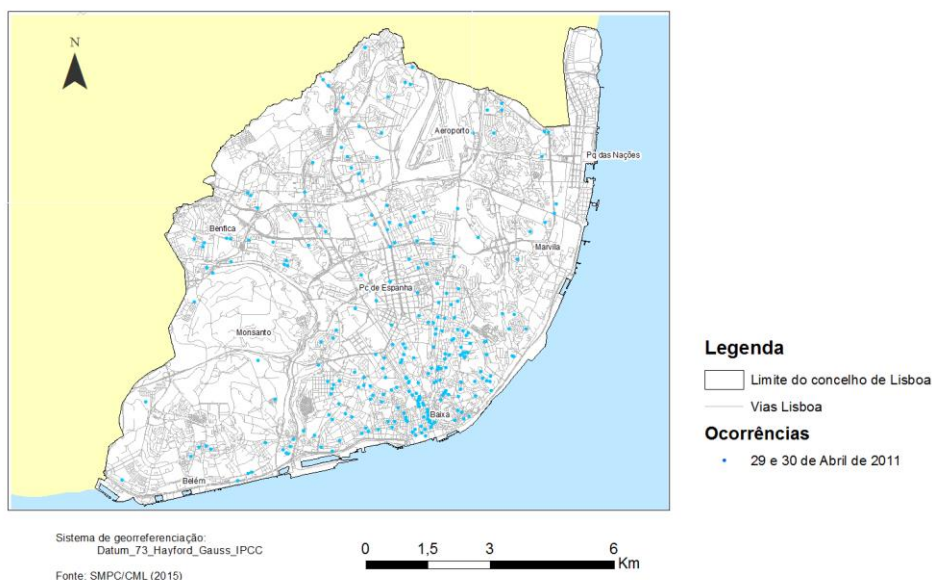


Figura 10 - Ocorrências registradas a 29 e 30 de outubro de 2010

2.3.2.2. Evento dos dias 29 e 30 de abril de 2011

Este evento teve a particularidade de ser localizado maioritariamente na área de estudo, e foi caracterizado pela queda intensa de grande quantidade de granizo. O IPMA, registou valores diários entre 8,1 mm e 63,1 mm de precipitação, nas diferentes estações. O valor máximo horário, foi registado na estação Lisboa/Amadora⁷, e foi de 26,7 mm pelas 15 horas. A Figura 11 mostra os valores horários de precipitação registada nas diferentes estações.

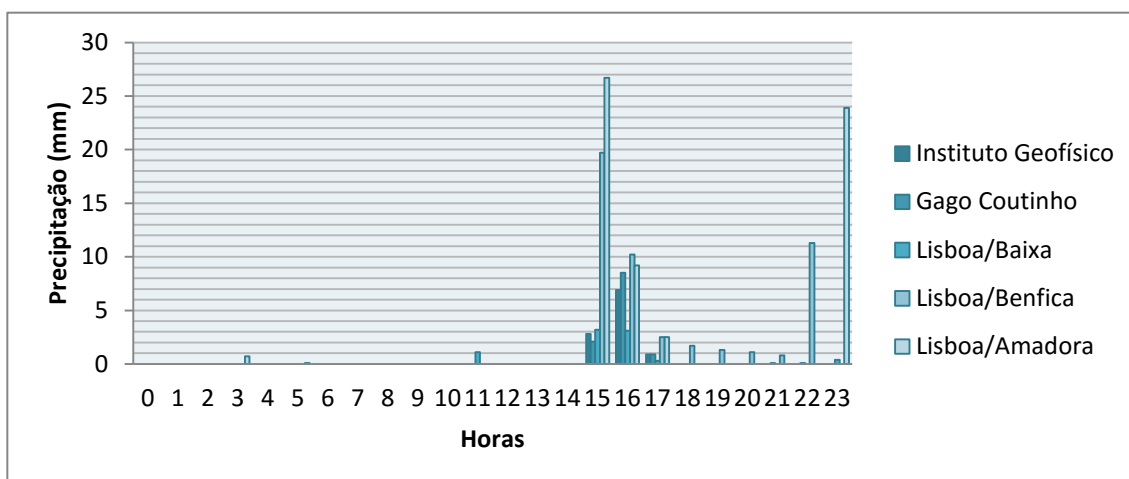


Figura 11 - Valores de precipitação registada, pelo IPMA, no dia 29 de abril de 2011 (dados cedidos pelo IPMA)

De acordo com o boletim climatológico mensal de abril de 2011, do IPMA (*n.d.b*), os registos mensais de precipitação foram superiores ao valor médio de precipitação de 1971-2000, que é de 64,7 mm, e o total do mês foi de 125,4 mm de precipitação (estação Geofísico).

⁷ Devido à localização da estação da Amadora ser fora dos limites administrativos, esta não vai ser considerada para a frente neste trabalho.

De acordo com o mesmo autor, entre o dia 18 e 30 de abril, predominou a influência de regiões depressionárias, com expressão aos vários níveis da troposfera, situação meteorológica que originou condições de instabilidade atmosférica com ocorrência de aguaceiros, por vezes, fortes e de granizo e acompanhados de trovoada. Esta instabilidade meteorológica provocou na tarde do dia 29 queda violenta de granizo e saraiva (pedras de granizo de grandes dimensões) na zona da grande Lisboa, tendo-se registado camadas de gelo acumulado no solo com altura de vários centímetros nas zonas de Benfica e Damaia. Esta situação foi acompanhada de descida brusca da temperatura, superior a 10 °C (*op.cit.*).

O evento originou um total de 173 ocorrências na SALOC. Foram emitidos avisos amarelos para a precipitação. Os registos deste evento começaram da parte da tarde, chegando no fim do dia às 127 ocorrências registadas, e estendeu-se até ao final da tarde do dia seguinte, onde foram registadas 46 ocorrências.

Em anexo encontra-se o registo de ocorrências (Anexo V).

Neste evento houve registo de:

- Sarjetas e de algerozes entupidos;
- Inundações de ruas, propriedades e de caixas da EDP, que provocaram curtos-circuitos;
- Acumulações de granizo que atingiram um metro de altura;
- Cortes de estradas;
- Danos em claraboias e coberturas;
- Queda de paredes;
- Coletores obstruídos;
- Viaturas danificadas.

Foi necessário recorrer às eletrobombas para remoção de água em aproximadamente 17% das ocorrências.

A Figura 12 apresenta a representação das ocorrências registadas na data.

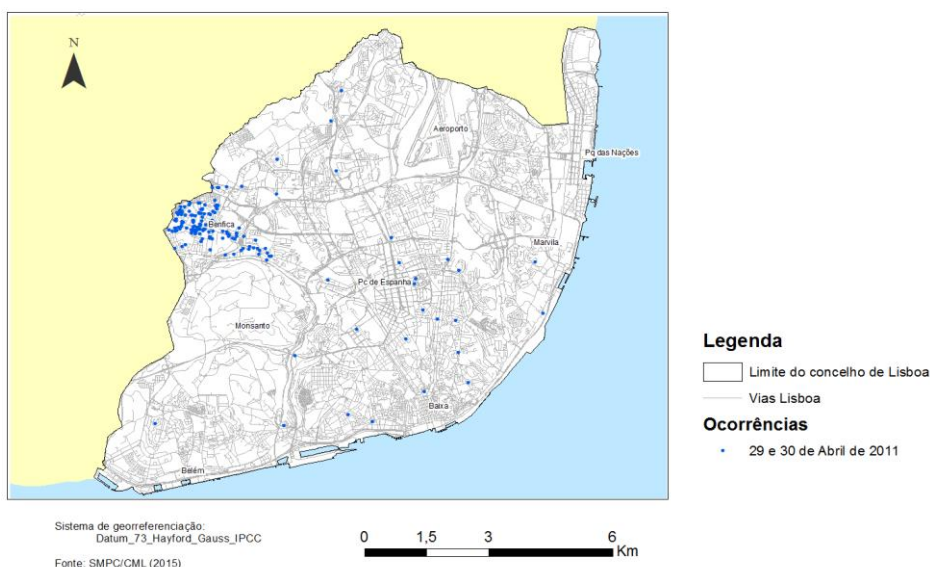


Figura 12 - Ocorrências registadas a 29 e 30 de abril de 2011

2.3.2.3. Evento dos dias 18, 19 e 20 de janeiro de 2013

Este evento foi caracterizado pela precipitação intensa com ventos muito fortes, com valores máximos de rajada superiores a 100 km/h. A Figura 13 mostra os valores registados para a rajada nas diferentes estações.

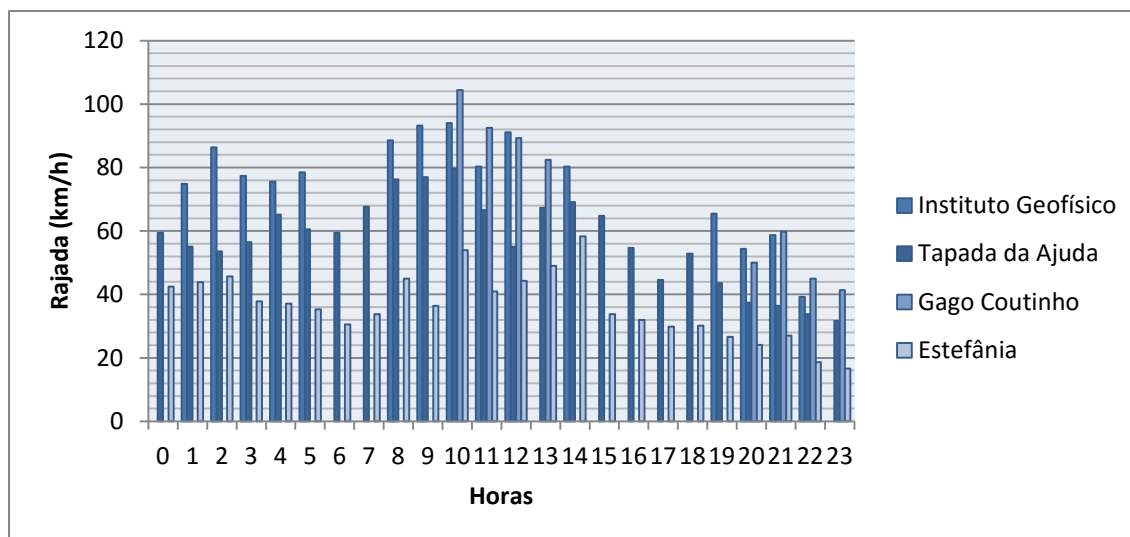


Figura 13 - Valores de rajadas registada, pelo IPMA, no dia 19 de janeiro de 2013 (dados cedidos pelo IPMA)

O IPMA, registou valores diários entre 22,5 mm e 114,2 mm de precipitação, nas diferentes estações. O valor máximo horário, foi registado na estação da Tapada da Ajuda, e foi de 21,8 mm pelas 9 horas. A Figura 14 mostra os valores horários de precipitação registada nas diferentes estações.

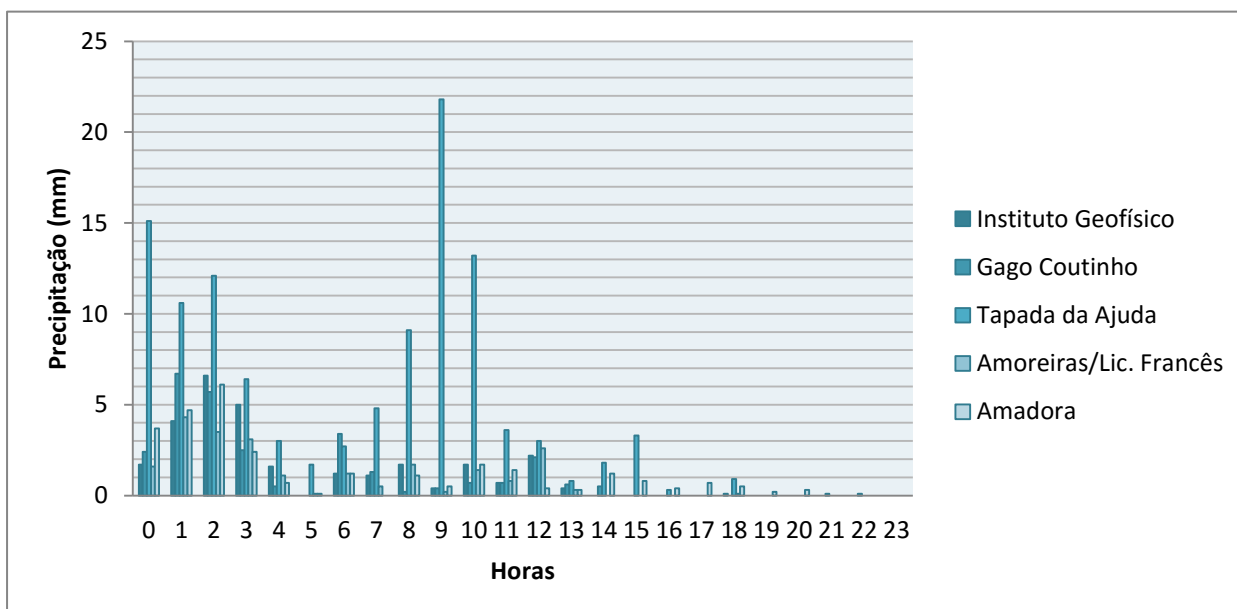


Figura 14 - Valores de precipitação registada, pelo IPMA, no dia 19 de janeiro de 2013 (dados cedidos pelo IPMA)

De acordo com o boletim climatológico mensal de janeiro de 2013, do IPMA (*n.d.c*), o valor médio mensal de precipitação foi de 146,7 mm, superior ao valor normal 1971-2000 para o mesmo período. O total do mês foi de 165,2 mm de precipitação. O valor máximo diário registado ocorreu no dia 19 e foi de 46,1 mm.

Registou-se um total de 256 ocorrências na SALOC. Ao nível dos avisos foram emitidos avisos amarelos para a precipitação, avisos amarelos e laranjas para a agitação marítima, e ainda avisos amarelos, laranjas e vermelhos para o vento. Este evento teve um período de retorno de 2 anos.

Este evento começou às 18h do dia 18 de janeiro, onde registou 7 ocorrências, no dia 19 de janeiro houve 198 ocorrências registadas, e ainda 51 ocorrências no dia seguinte.

Em anexo encontra-se os registos de ocorrências (Anexo VI).

Constam nos registos:

- Inundações de ruas e propriedades;
- Sarjetas e algerozes entupidos;
- Queda de árvores;
- Queda de coberturas de edifícios, de vidros, de antenas e chaminés;
- Queda de pórticos e painéis de publicidade;
- Danos em cabos elétricos, em muros e habitações;
- Viaturas danificadas;
- Feridos.

Foi ainda necessário em aproximadamente 17% das ocorrências recorrer a eletrobombas para remoção da água.

A Figura 15 apresenta a representação das ocorrências registadas na data.

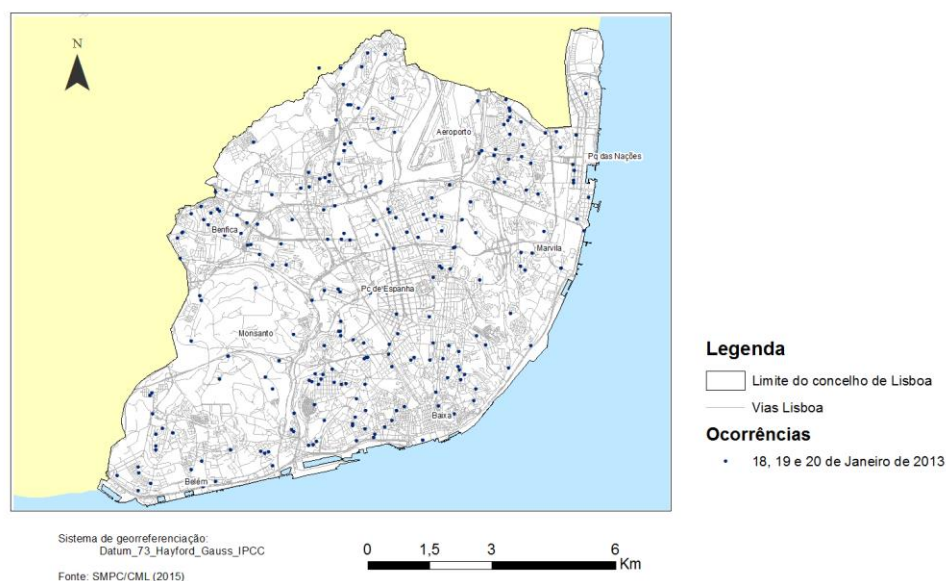


Figura 15 - Ocorrências registadas a 18, 19 e 20 de janeiro de 2013

Este evento foi também responsável por 148 pedidos de intervenção, no espaço de uma semana após o mesmo. Os pedidos foram obtidos pela plataforma GOPI, e apenas foram contabilizados os que se localizavam em zonas suscetíveis de inundação. A Figura 16 apresenta a representação dos GOPI das zonas apontadas e para o período referido.

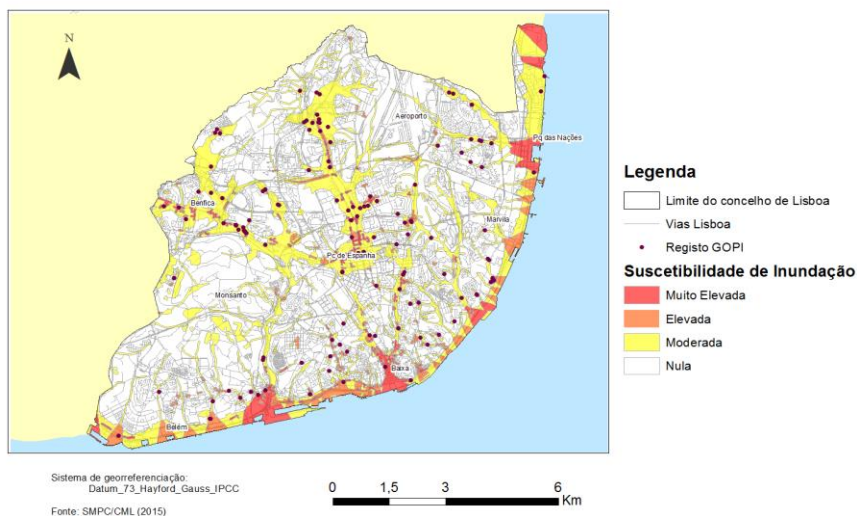


Figura 16 - Registo dos GOPI em zonas suscetíveis de inundação

2.4. Levantamento da ocupação das frações térreas e da existência de frações subterrâneas da área de estudo inicial

O levantamento da ocupação das frações térreas e da existência de frações subterrâneas na área de estudo, foi feito devido a não haver informação atualizada e a este tipo de frações ter uma vulnerabilidade diferente das outras.

Para este efeito, foi consultada a informação fornecida, pelo SMPC/CML, sobre o edificado na área de estudo, de forma a obter uma listagem de todos os edifícios e sua localização na área. Com a listagem, foi feita uma cobertura exaustiva da área, onde se efetuou o levantamento pedido e ainda se registaram observações, que foram consideradas pertinentes.

Após o levantamento da informação, foi atualizada a informação georreferenciada.

Para se proceder à atualização foi estabelecida uma classificação específica, que permitisse identificar se existem frações térreas e subterrâneas e quais as suas ocupações. Desta forma, a Tabela 2 apresenta a classificação criada.

Tabela 2 - Classificação de edifícios

Classificação	Descrição
1	Exclusivo de habitação
2	Habitação com comércio/serviços
3	Habitação com garagem
4	Habitação com garagem e comércio/serviços
5	Garagem
6	Exclusivo de comércio/serviços

Utilizando esta classificação foi criada uma tabela em Excel, com as moradas e respetiva classificação, e foi ainda acrescentado o código SIG para cada morada, de maneira a poder georreferenciar a mesma e possibilitar a análise em ArcGIS.

2.5. Inquérito realizado à população

A realização de um inquérito aos residentes na área de estudo, teve como objetivo reunir mais informação em relação aos danos provocados.

Para o estudo em questão, a maior dificuldade era a quantificação dos danos privados e dessa forma, o inquérito foi construído para recolher essa mesma informação de forma direta, caso a população inquirida estivesse informada e colaborasse, ou posteriormente, de forma indireta, recolhendo informação complementar relativa aos imóveis, que permitisse fazer uma estimativa dos danos.

Para a construção do inquérito, foi necessário perceber como se procedia à avaliação dos imóveis de forma a definir-se intervalos de valores reais, com esse propósito foram contactadas duas empresas do sector imobiliário e financeiro para obter essa informação. O inquérito encontra-se em anexo (Anexo VII).

Com o realizar dos inquéritos foram encontradas algumas dificuldades, uma vez que a maioria da população não se mostrava disponível para responder aos mesmos.

Assim sendo, foi pensada uma maneira de ultrapassar esta dificuldade. Procedeu-se à construção de um inquérito *online*, onde se perdeu a localização exata dos danos, o que se traduziu numa análise menos rigorosa, mas apostou-se numa recolha de informação com mais resultados e com uma maior cobertura.

A primeira alteração feita ao inquérito foi passar da morada da fração para o código postal onde a mesma pertencia, e para filtrar a informação recolhida, foi adicionado um campo para identificar que tipo de fração (fração térrea, subterrânea ou pisos superiores). A estrutura do inquérito *online* encontra-se em anexo (Anexo VII).

O inquérito foi feito usando a opção da Google, GoogleForms. Esta funcionalidade permite criar inquéritos, fazer sondagens ou recolha de informação. Permite também criar uma equipa de trabalho de forma a poder trabalhar em equipa, na construção e divulgação dos mesmos e posteriormente na análise de resultados obtidos.

O inquérito teve disponível durante dois meses, desde 20 de novembro de 2015 até dia 29 de janeiro de 2016, tendo sido partilhado durante esse período. A informação recolhida neste inquérito foi transferida para um *shapefile*, de forma a poder ser utilizada como *input* no *workflow* posteriormente criado para a análise de risco.

2.6. Definição dos indicadores a utilizar para a análise pretendida

O projeto PREPARED (2014) define critérios para a análise de risco, considerando como objeto de estudo a cidade de Lisboa. Os critérios definidos são divididos em cinco grupos, sendo eles: i) critérios de saúde e segurança, ii) critérios económicos, iii) critérios de continuidade de serviços, iv) critérios ambientais e v) critérios de responsabilidade, respeito, reputação e imagem.

Desta forma, foi feito um estudo intensivo da bibliografia e da informação disponível dos eventos selecionados, com o objetivo de definir indicadores que fossem relevantes para a realidade estudada. Estabeleceram-se assim seis grupos de indicadores, estando eles listados no Anexo VIII.

Para a definição dos indicadores além do estudo de informação e bibliografia, houve também períodos de discussão dos mesmos, e ajustamentos feitos tendo em conta a informação que poderia ser acessível ou não.

Desta forma foi atribuído ao nível de consequência (Insignificante, Baixa, Média, Alta e Muito Alta) uma classificação de 1 a 5 de acordo o nível de impacte, sendo que o "Insignificante" corresponde a "1" e o "Muito Alta" a "5".

A ponderação dos indicadores encontra-se, em anexo, na Tabela 13, constituinte do Anexo IX.

A ponderação apresentada na Tabela 13 (Anexo IX) para cada um dos indicadores foi definida após períodos de discussão sobre os mesmos, e onde foram definidos grupos de importância dos indicadores. Os grupos considerados foram: saúde e danos (públicos e privados) os de maior importância, económicos (privados e públicos) e continuidade de serviços os de importância média, e finalmente responsabilidade pública e imagem e reputação os de menor importância. Foi definido também que o sector público de qualquer indicador teria um maior peso que o sector privado e que, o indicador da saúde seria, imperativamente, o indicador com maior peso de todos.

Nos indicadores em que se definiram intervalos de valores absolutos para cada classe foi tida em conta a informação disponível, seja pelos registos obtidos, ou por experiência de profissionais das respetivas áreas que gentilmente partilharam informação. Dessa forma, os intervalos do indicador económico privado foi baseado no facto de que o valor médio segurado por uma assoalhada num imóvel de habitação será de 5000 €⁸.

No caso do indicador económico público, foi tido como base o exemplo do projeto PREPARED, onde eram definidas percentagens do orçamento anual para cada classe. Confrontando a realidade para qual o projeto PREPARED foi desenvolvido com a informação recolhida, foi decidido reduzir os intervalos para metade do seu valor original. Na ponderação deste indicador entraram os valores absolutos e estatísticos. Os valores absolutos foram determinados arredondando o valor do orçamento anual da CML (OAC) para 2015, do seu valor de 757 733 071 €, para 750 000 000 € e calculando as novas percentagens. A Tabela 3 apresenta os valores dos intervalos para cada classe do PREPARED e deste estudo.

Tabela 3 - Ponderações dos intervalos usadas (fonte: PREPARED, 2014)

Classe	PREPARED	Presente estudo
1	Total < 0,1 % <i>Annual operating budget</i> (AOB)	Total ≤ 0,05% OAC
2	0,1 % AOB ≤ Total < 1% AOB	0,05 % OAC < Total ≤ 0,5 % OAC
3	1 % AOB ≤ Total < 5% AOB	0,5 % OAC < Total ≤ 2,5 % OAC
4	5 % AOB ≤ Total < 30% AOB	2,5 % OAC < Total ≤ 15 % OAC

⁸ Valor indicado por uma empresa do sector.

5 Total ≥ 30% AOB

Total > 15% OAC

2.7. Construção do *workflow* em ambiente ModelBuilder™, do ArcGIS

Uma tarefa estabelecida aquando da definição dos objetivos do trabalho a realizar, foi a construção de um *workflow* em ambiente ModelBuilder™, que executasse a análise de risco de inundação numa determinada área, com o objetivo de obter mapas como produtos finais. Esta tarefa vem da necessidade de compatibilizar a carta de suscetibilidade disponível no PDM, com uma carta de risco, que já pondera a probabilidade de ocorrência e as consequências das inundações.

Tendo os indicadores definidos, foram pensadas as tabelas a serem criadas e de que forma as mesmas seriam construídas, ponderando a análise que se pretendia fazer. Desta forma foram criadas nove tabelas em Excel, abaixo indicadas e descritas (Tabela 4).

Tabela 4 - Descrição das tabelas criadas

Indicador	Conteúdo	Codificação/Regras	Tipo de campo
Saúde	Identificação da ocorrência (C_ID)	Valor numérico	Geral
	Número de feridos (Nferidos)	Valor numérico	Geral
	Número de hospitalizações (Nhospitalizacoes)	Valor Numérico	Geral
	Número de mortos (Nmortos)	Valor Numérico	Geral
	Código SIG (Cod_SIG)	Valor Numérico	Texto
	Custo de limpezas (CustoLimp)	Valor Numérico	Geral
	Custo das reparações dos danos (CustoRepar)	Valor Numérico	Geral
Económicos públicos	Custo dos recursos (CustoRec)	Valor Numérico	Geral
	Custo das deslocações (CustoDesloca)	Valor Numérico	Geral
	Total dos custos (Total)	Valor Numérico	Geral
	Valor do orçamento da Câmara (Orçamento)	Valor Numérico	Geral
	0,05% valor do orçamento (OCx0_0005)	Valor Numérico	Geral
	0,5% valor do orçamento (OCx0_005)	Valor Numérico	Geral
	0,25% valor do orçamento (OCx0_025)	Valor Numérico	Geral
	15% valor do orçamento (OCx0_15)	Valor Numérico	Geral
Económicos privados	Código postal principal (CP4)	Valor Numérico	Geral
	Código postal secundário (CP3)	Valor Numérico	Geral
	Código postal completo (CP7)	Valor Numérico	Geral
	Existência de Seguro (Seg)	SIM NÃO	Geral
	Valor Segurado (ValorSeg)	Valor Numérico	Geral
	Área do imóvel (Area)	Valor Numérico	Geral
	Área afetada (AreaAfect)	Valor Numérico	Geral
	Valor da área afetada (VaAfect)	Valor Numérico	Geral
	Custos dos danos (CustosDanos)	Valor Numérico	Geral
	Código postal completo (CP7)	Valor Numérico	Geral
Económicos Privados Seguros	Data da ocorrência (data)	Valor Numérico	Geral
	Custo dos danos (CustoSinistro)	Valor Numérico	Geral
	Código SIG (CodigoSIG)	Valor Numérico	Geral
Continuidade de serviços	Tipo de serviço (Tipo)	Nome do tipo do serviço	Geral
	Interrupção (Interrupcao)	1 – Sim	Geral

		0 – Não	
Responsabilidade pública	Duração do corte (Duração)	Valor numérico	Geral
	Identificação (FID)	Valor numérico	Geral
	Número da ocorrência (Oco_número)	Valor numérico	Geral
	Código SIG (Cod_SIG)	Valor numérico	Texto
	Fonte	Fontes nacionais: nome da fonte Internacional	Geral
Imagem e reputação	Primeira Página	CENTRO Faixa_quadrado NAO	Geral
	Número de páginas	Número por extenso sem acentos	Geral
	Data	Valor numérico	Geral
Danos públicos	Identificação da ocorrência (C_ID)	Valor numérico	Geral
	Código SIG (Cod_SIG)	Valor numérico	Texto
	Sarjetas (Sarjetas)	SIM NÃO	Geral
	Viaturas afectadas (Viaturas)	Baixo Medio Alto MtoAlto	Geral
	Número de viaturas afetadas (Nviaturas)	Valor numérico	Geral
	Infiltração (Infiltracao)	SIM	Geral
	Inundação (Inundacao)	SIM	Geral
	Existência de buracos na via (BuracosVia)	SIM ABATIMENTO	Geral
	Queda de muros (QuedaMuros)	TOTAL PARCIAL AMEAÇA	Geral
	Queda de árvores (QuedaArvores)	TOTAL PARCIAL AMEAÇA	Geral
	Queda de mobiliário urbano (QuedaMU)	TOTAL PARCIAL AMEAÇA	Geral
	Existência de problemas nos coletores (ProbColet)	SIM	Geral
	Identificação da ocorrência (C_ID)	Valor numérico	Geral
	Código SIG (Cod_SIG)	Valor numérico	Texto
	Inundação (Inundacao)	SIM	Geral
	Infiltração (Infiltracao)	SIM	Geral
	Queda de componentes estruturais dos edifícios (QuedaComp)	TOTAL PARCIAL AMEAÇA	Geral
	Queda de fachadas (QuedaFachada)	TOTAL PARCIAL AMEAÇA	Geral
	Queda de coberturas (QuedaCober)	TOTAL PARCIAL AMEAÇA	Geral
	Queda de estores (QuedaEstores)	TOTAL PARCIAL AMEAÇA	Geral
Existência de curtos-circuito (CurtoCircuito)	SIM	Geral	
Ocorrência de movimentos de fundações	SIM	Geral	

(MovFund)		
Existência de ralos e algerozes entupidos (Ralos)	SIM	Geral

Desta forma, as tabelas criadas para cada tipo de indicador, contêm a informação disponível e necessária para a análise e ainda informação, à qual não foi possível o acesso durante a realização do estágio, mas foi considerada importante e pertinente para a análise de risco de inundação. O preenchimento destas tabelas, foi feito considerando que o tipo de informação que entra na análise tem que ser todo do mesmo formato, uma vez que o *Python*, não analisa informação de tipologia diferente. Posteriormente, e já em ambiente ModelBuilder™, são criados campos para a ponderação de indicadores, que são preenchidos de acordo com as ponderações estabelecidas.

Estas tabelas criadas são *inputs* do *workflow*, juntamente com os registos de ocorrências do RSB e GOPI, e ainda os limites do concelho de Lisboa e os códigos postais e SIG.

O primeiro passo do *workflow* foi adicionar cada Excel criado ao ArcGIS, utilizando um *Excel to Table*, após esse passo e conforme o tipo de informação existente em cada tabela foram adicionados campos e calculados de acordo as ponderações definidas, e ainda a informação foi tratada de forma a uma fase final poder ser passada do formato vetorial para o formato *raster*. A Tabela 5 apresenta a explicitação da metodologia para cada uma das tabelas. Em anexo, encontra-se o *workflow* construído (Anexo X, Figura 34).

Para a georreferenciação da informação contida nas tabelas de Excel, foi feito um *Join* às *shapefiles* existentes do registo de ocorrências do RSB e GOPI, do concelho de Lisboa, dos códigos SIG e ainda dos códigos postais, conforme a informação disponível.

O campo *Buffer* foi criado para servir de referência ao tamanho do raio do mesmo. Para a decisão do tamanho dos raios dos *buffers* aplicados, foi pensado qual o indicador usado com maior expressão espacial. Quanto maior a classe, maior o nível de consequência e maior o raio do *buffer*. Dessa forma, foi considerado o número de viaturas danificadas e foram consideradas situações que fossem o mais reais possível na distribuição espacial das mesmas, apesar de todas as possibilidades de distribuição de um certo número de viaturas dentro de uma circunferência com um determinado raio. Foi considerado para as dimensões de uma viatura, 3 x 1,5 metros.

- Classe 5: Raio = 15 metros
- Classe 4: Raio = 10 metros
- Classe 3: Raio = 4 metros
- Classe 2: Raio = 2 metros
- Classe 1: Raio = 1 metro

Tabela 5 - Metodologia de construção do *workflow*

Indicador	Passos						
Saúde	<i>Add Field</i> Field Name: Buffer Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Ocorrências das datas selecionadas"	<i>Buffer</i> Distance: Field [Buffer]	<i>Union</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: Buff_Dist Cell Size: 5	<i>Reclassify</i>
Danos Públicos	<i>Add Field</i> Field Name: Buffer Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Ocorrências das datas selecionadas"	<i>Buffer</i> Distance: Field [Buffer]	<i>Union</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: Buff_Dist Cell Size: 5	<i>Reclassify</i>
Danos Privados	<i>Add Field</i> Field Name: Buffer Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Ocorrências das datas selecionadas"	<i>Buffer</i> Distance: Field [Buffer]	<i>Union</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: Buff_Dist Cell Size: 5	<i>Reclassify</i>
Responsabilidade Pública	<i>Add Join</i> "RegistoGOPI"	<i>Identity</i> "Suscetibilidade de Inundação"	<i>Add Field</i> Field Name: Buffer Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	<i>Buffer</i> Distance: Field [Buffer] Dissolve: List [Buffer]	<i>Union</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: Buffer Cell size: 5 <i>Reclassify</i>
Económicos Privados	<i>Add Field</i> Field Name: Buffer Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Códigos Postais"	<i>Buffer</i> Distance: Field [Buffer]	<i>Union</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: Buff_Dist Cell Size: 5	<i>Reclassify</i>
Económicos Privados Seguros	<i>Add Field</i> Field Name: Buffer Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Códigos Postais"	<i>Buffer</i> Distance: Field [Buffer]	<i>Union</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: Buff_Dist Cell Size: 5	<i>Reclassify</i>
Económicos Públicos	<i>Add Field</i> Field Name: Classe Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: Classe Cell size: 5	<i>Reclassify</i>		
Continuidade de serviços	<i>Add Field</i> Field Name: Classe Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁷ Expression Type: PYTHON	Summary Statistics Classe MAX	<i>Add Field</i> : Field Name: CodSlg Field Type: Text	<i>Calculate Field</i> : ="01" Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: MAX_Classe Cell size: 5
Imagem e Reputação	<i>Add Field</i> Field Name: Classe Field Type: Long	<i>Calculate Field</i> ⁹ Expression Type: PYTHON	Summary Statistics Classe MAX	<i>Add Field</i> : Field Name: CodSlg Field Type: Text	<i>Calculate Field</i> : ="01" Expression Type: PYTHON	<i>Add Join</i> "Limite do concelho de Lisboa"	<i>Polygon to raster</i> Value Field: MAX_Classe Cell size: 5

⁹ Os campos "Calculate Field" são feitos com recurso a pequenos códigos em *Python*, que se encontram no anexo XI.

Em todos os indicadores, com exceção dos indicadores Responsabilidade Pública e Económicos Privados Seguros, tiveram o raio do *buffer* calculado baseado nesta classificação. No caso do Económicos Privados Seguros, os *buffers* foram calculados considerando o tamanho da célula do formato *raster*. Dessa forma estabeleceu-se:

- Classe 1 = 5 metros
- Classe 2 = 10 metros
- Classe 3 = 15 metros
- Classe 4 = 20 metros
- Classe 5 = 25 metros

No caso da Responsabilidade Pública, os tamanhos dos raios dos *buffers*, foi decidido de forma a ponderar a localização das ocorrências, a densidade de ocorrências e ainda o tamanho da célula que no final se iria utilizar para o formato *raster*. Dessa forma estabeleceu-se:

- Muito Elevada = 15 metros
- Elevada = 10 metros
- Moderada = 5 metros
- Nula = 0 metros

Ao contrário dos outros *buffers* aplicados, este também foi o único caso em que se utiliza a opção *Dissolve*, com o intuito de reforçar os casos em que a densidade de ocorrências seja maior. Assim sendo, caso haja um conjunto de ocorrências num espaço muito pequeno, os contornos de cada *buffer* vão-se unir num único *buffer*.

Os campos criados foram calculados e preenchidos recorrendo a um pequeno código *Python* (Anexo XI) criado para cada uma das tabelas e que analisou os campos existentes, e cumprindo as condições de cada classe, preencheu o novo campo. As condições estabelecidas para atribuição das classes respectivas aos níveis de consequência estão de acordo com a Tabela 14, que se encontra no Anexo XII.

No indicador económico público, a informação que é pedida faz referência aos valores absolutos e relativos ao OAC. Na ponderação que é feita no *workflow* para o indicador, apenas se contempla o valor absoluto devido a limitações a nível de programação. O ideal seria que o código comparasse o valor total com os valores dos intervalos definidos. Futuramente, este aspecto poderá ser melhorado, de forma que a ponderação deste indicador, inclua também os valores relativos ao OAC.

O passo final do *workflow*, passa por uma soma ponderada (*Weighted Sum*) de todos os indicadores já em formato *raster*. Os pesos de cada indicador e encontram-se na Tabela 6 e já tinham sido definidos no subcapítulo anterior.

Tabela 6 - Ponderação dos indicadores

Indicador	Peso do indicador
Saúde	0,25
Económicos Privados	0,025
Económicos Privados Seguros	0,025
Económicos Públicos	0,15
Continuidade de Serviços	0,2
Responsabilidade Pública	0,05
Imagem e Reputação	0,05
Danos Públicos	0,15
Danos Privados	0,10

3. Apresentação de resultados

3.1. Inquéritos

O inquérito foi aplicado aos proprietários ou residentes das frações térreas e subterrâneas nas zonas de suscetibilidade muito elevada, da área de estudo, cobrindo desta forma um total de 232 edifícios¹⁰.

Com este inquérito apenas se conseguiu um total de 23 respostas, um valor bastante pequeno em relação ao número de edifícios pertencentes às zonas de suscetibilidade muito elevada, aproximadamente 9,9% do número de edifícios das zonas de suscetibilidade elevada. A pequena percentagem de respostas obtidas, demonstrou alguma resistência e ineficiência, uma vez que os inqueridos por um lado optavam por dizer que não tinham tido problemas com inundações, de forma a não terem de partilhar informação sobre os mesmos, e também se deu a situação de encontrar proprietários recentes, que ainda não passaram eventos problemáticos.

Ainda assim conseguiu-se alguns resultados, representados na Tabela 15, no Anexo XIII.

O inquérito *online* foi aplicado a toda as pessoas que quiseram contribuir para o estudo, sendo que o público-alvo era os residentes da cidade de Lisboa.

Com um total de 49 respostas, das quais apenas 8 eram fora de Lisboa, os resultados dos inquéritos restantes encontram-se tabela, no Anexo XIII, Tabela 16.

3.2. *Workflow* em ambiente ModelBuilder™ do ArcGIS

É de salientar que os resultados aqui apresentados, apenas contemplam a pouca informação disponível, pois durante a realização do estágio não foi possível ter acesso a toda a informação desejada. A escolha foi fazer um *workflow* que fosse o mais completo possível, embora os resultados depois fossem muito pobres, em detrimento de um *workflow* que só utilizasse a informação disponível. Com esta opção tomada, espera-se que no futuro o *workflow* possa ser utilizado, e também melhorado como referido no capítulo referente à construção do mesmo.

O *workflow* construído (Anexo XI) foi testado através de vários ensaios, alguns deles recorrendo a dados fictícios. Numa primeira tentativa (Teste 1) foi corrido com todos os dados disponíveis, e com dados fictícios nos casos em que era necessário devido à pouca informação disponível. Nesta tentativa utilizou-se um peso igual para todos os indicadores, ou seja de 0,111. Nas tentativas seguintes, a ponderação utilizada foi a definida no capítulo anterior, e presente no Anexo IX, e foram-se alterando os conteúdos, de forma a:

- Teste 1: peso de 0,111 e dados fictícios;
- Teste 2: ponderação definida e dados fictícios;
- Teste 3: ponderação definida sem dados fictícios;
- Teste 4: ponderação definida e dados do evento do ano 2013;
- Teste 5: ponderação definida e dados do evento do ano 2011;

¹⁰ Valor encontra-se na Tabela 7, presente no Anexo II.

- Teste 6: ponderação definida e dados do evento do ano 2010.

Os resultados dos testes corridos encontram-se em Anexo XIV.

Do teste 1 para o 2, e com a definição da ponderação de cada um dos indicadores nota-se uma perda de expressão dos dados. A Figura 17, apresenta essa diferença.

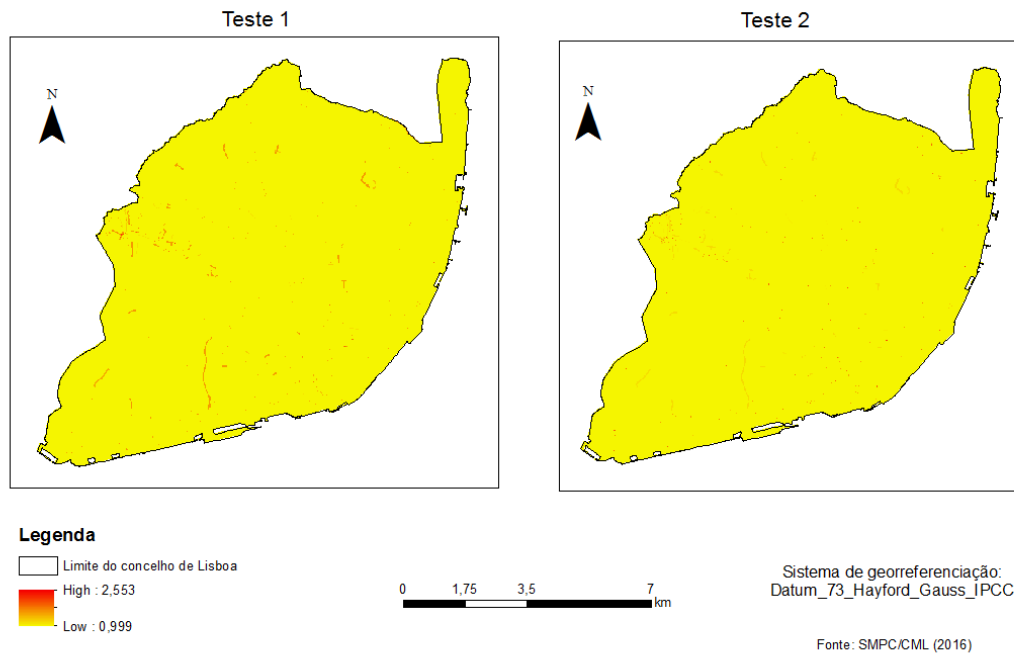


Figura 17 - Comparação do teste 1 com o teste 2

Outra diferença que se pode notar é no caso dos indicadores para os quais não foi possível obter informação e para os quais foram utilizados dados fictícios. Há o caso dos indicadores económicos públicos e continuidade de serviços, para os quais não foi possível ter acesso a qualquer tipo de informação sobre os mesmos. Por essa razão, nos testes 1 e 2 recorreu-se ao uso de dados fictícios e por isso obtêm-se resultados diferentes dos restantes testes, visto que estes são corridos sem informação nas tabelas. Pode observar-se na Figura 18, que as classificações dos indicadores económicos públicos e continuidade de serviço passam, respetivamente, de muito baixa (classe 1) e elevada (classe 4) para insignificante (valor 0).

Há também o caso da saúde e da responsabilidade pública, que só existia informação disponível referente a estes indicadores para apenas um único evento, sendo que nos restantes dois eventos estudados neste trabalho não existe informação. Por essa razão os testes 1, 2, 3 e 4 são corridos com a informação existente, referente ao evento do ano 2013 e os restantes testes, que são referentes aos eventos dos anos de 2010 e de 2011 são corridos sem informação uma vez que a mesma não existe (Figura 19).

Na saúde, apesar de os testes 1, 2, 3 e 4 aparentarem não ter qualquer tipo de informação, esse facto deve-se que apenas existiu uma ocorrência para o indicador da saúde, e

essa não foi muito grave, classe 2, com um *buffer* de raio igual a 2 metros, o que corresponde a uma expressão no formato *raster* de apenas uma célula de 5x5 metros.

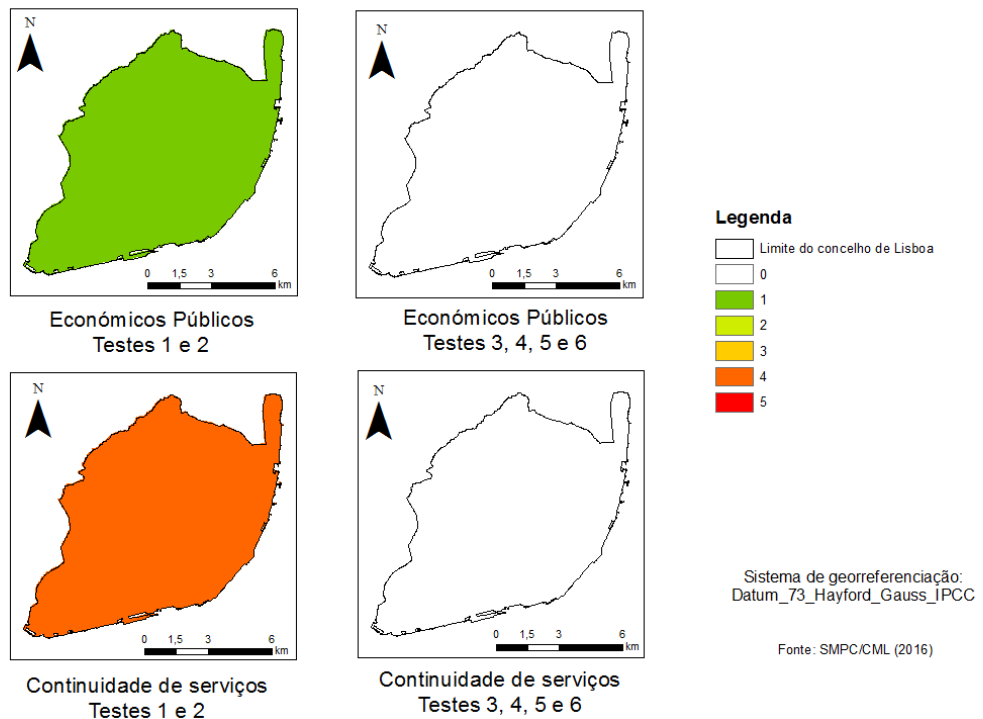


Figura 18 - Casos de dados fictícios

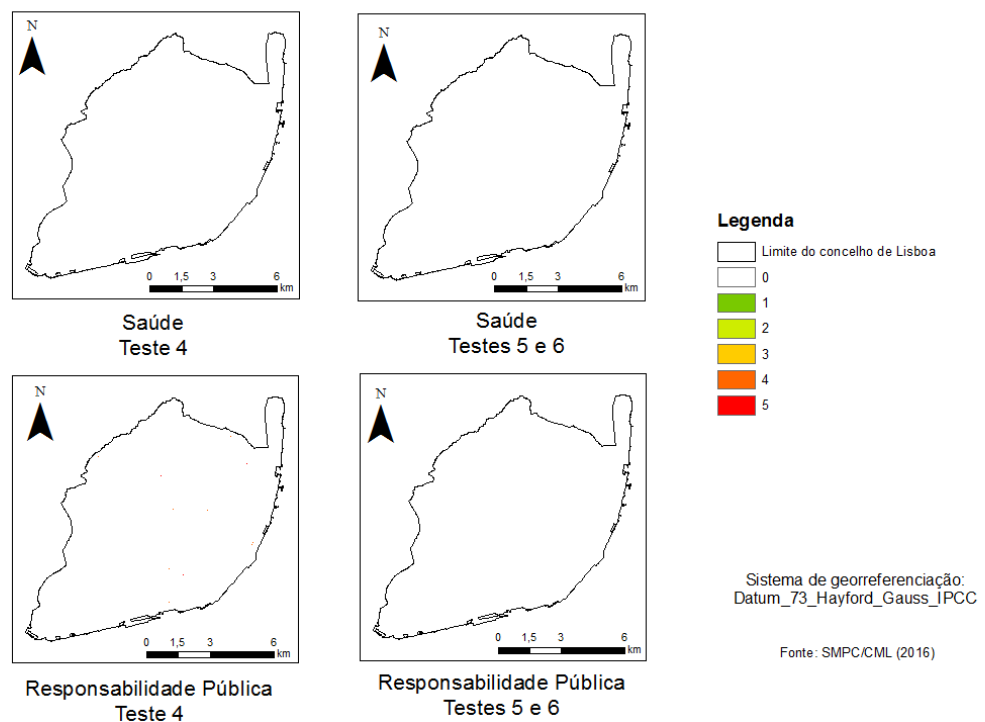


Figura 19 - Casos de dados para um só evento

Pode-se ainda comparar os resultados dos indicadores imagem e reputação, danos privados e danos públicos e económicos privados, que apresentam diferentes resultados, devido a terem diferentes conteúdos. No indicador de imagem e reputação, que apesar das diferentes informações, os testes 4 e 5 retornaram valores iguais, classe 4 (elevada) e o teste 6 retornou a classe 3 (moderada). As figuras 20, 21, 22 e 23, apresentam os resultados dos danos privados, danos públicos, económicos privados seguros e imagem e reputação respetivamente.

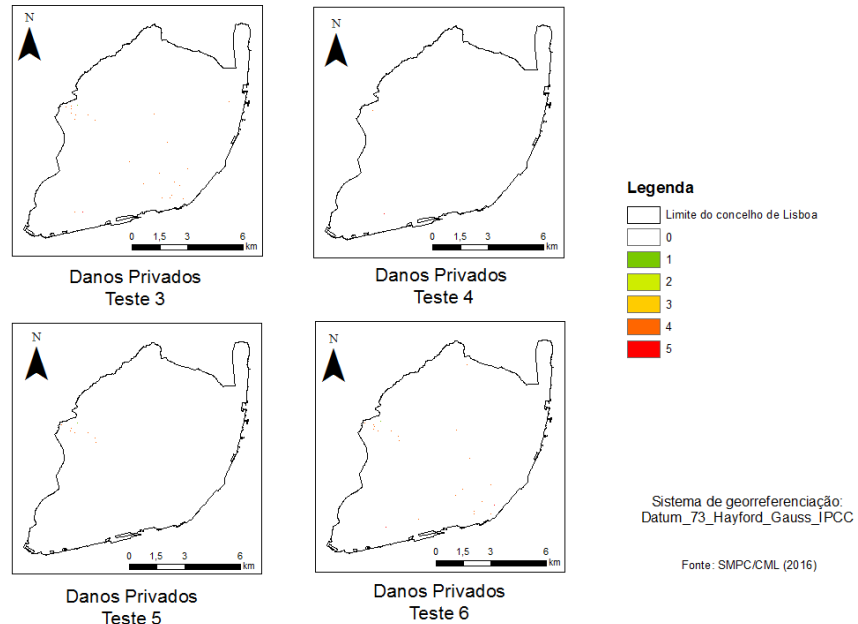


Figura 20 - Danos Privados - comparação

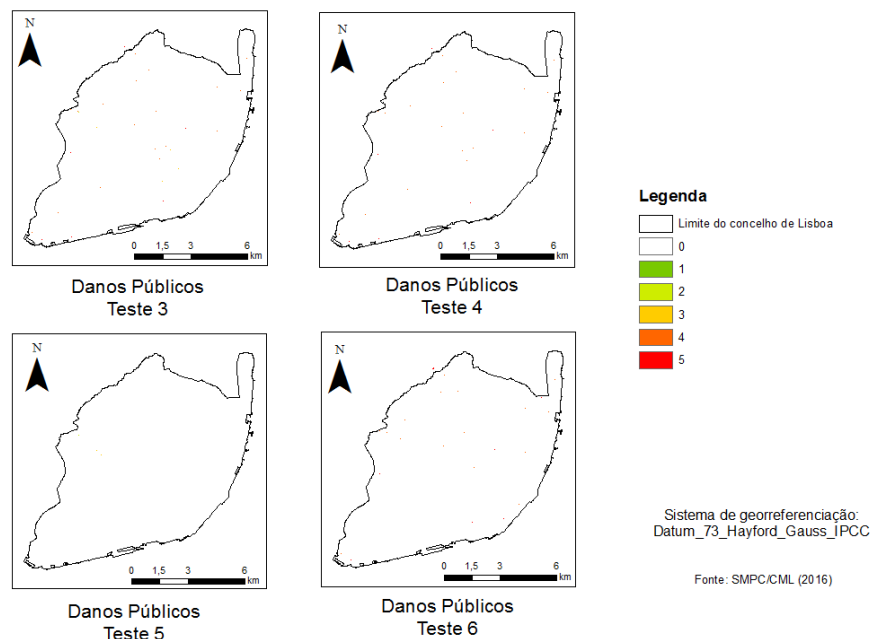


Figura 21 - Danos Públicos - comparação

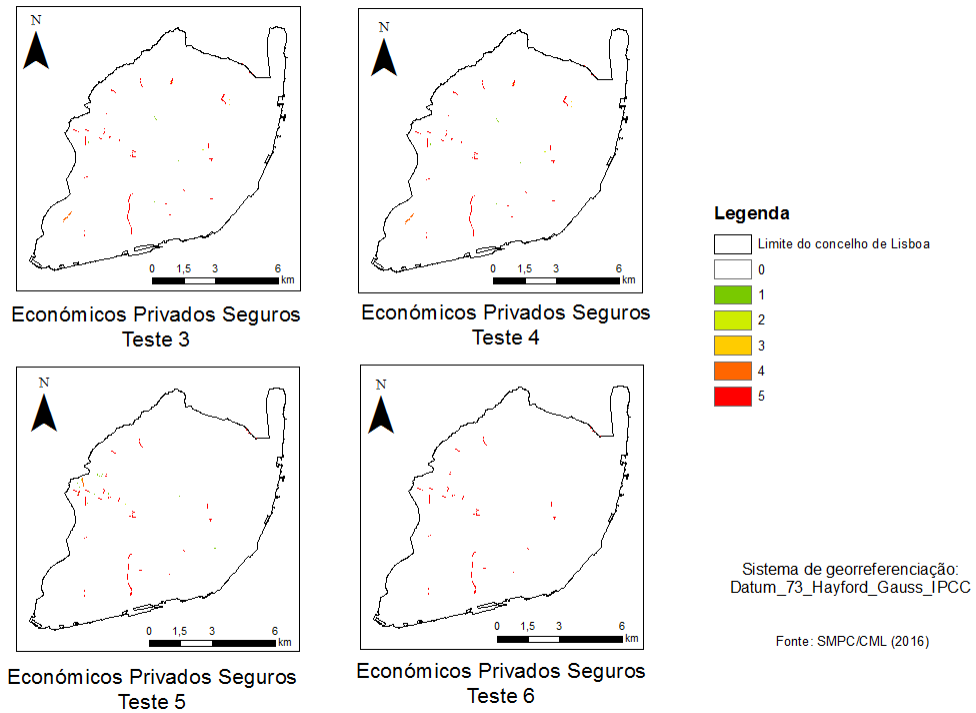


Figura 23 – Económicos privados seguros - comparação

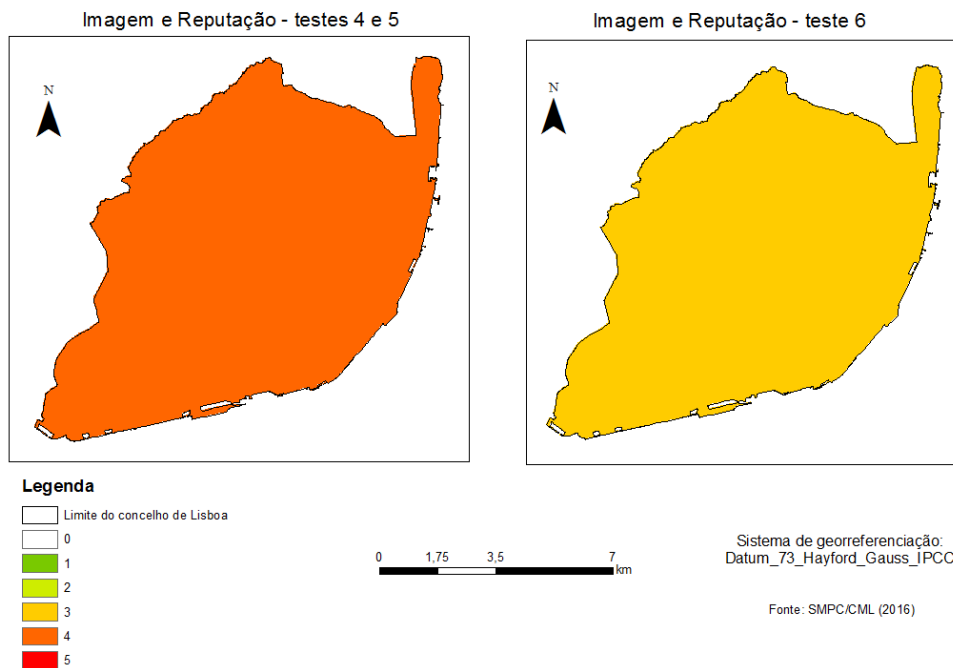


Figura 22 – Imagem e reputação - comparação

No caso dos indicadores económicos públicos e económicos privados seguros, uma vez que a análise efetuada, nos primeiros foi apenas quantitativa e nos segundos foi quantitativa e qualitativa, é possível associar um custo aos resultados uma vez que se conhece os intervalos.

No caso do indicador económico privado, onde se faz apenas a análise qualitativa da informação recolhida nos inquéritos, verifica-se que é igual para todos os testes, uma vez que não é selecionável por data. A Figura 24 representa o indicador económico.

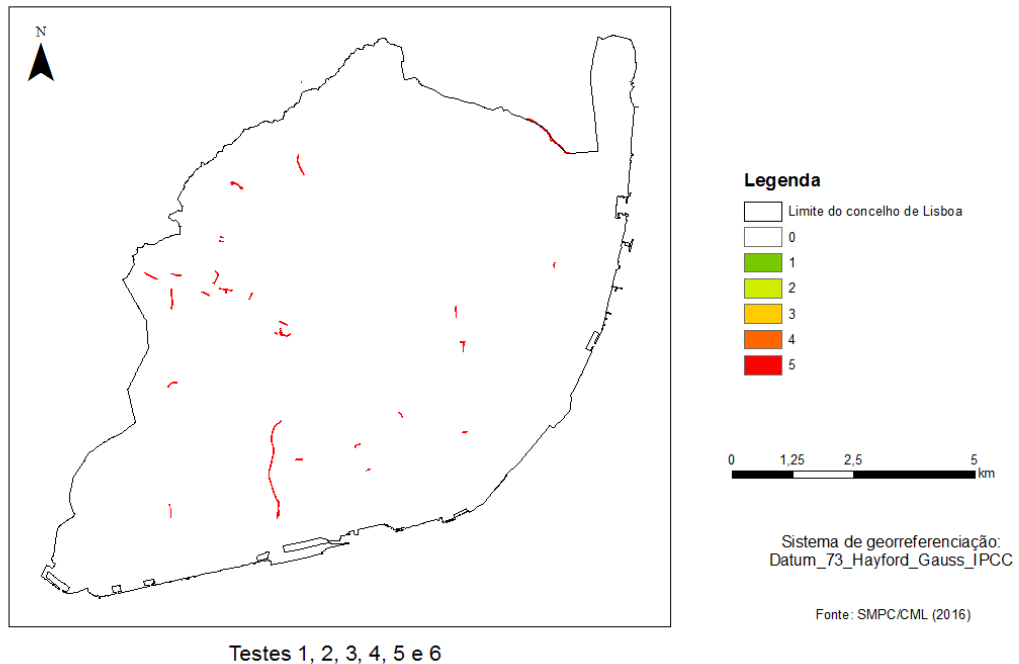


Figura 24 - Económico privado

Por fim, pode comparar-se os quatro últimos testes, que contemplam informação real (Figura 25). As diferenças que se encontram não são perceptíveis, mas devem-se a diferente informação que entra nos testes. O teste 3 é referente aos três eventos selecionados, logo é o que analisa a maior quantidade de informação. Os testes 4, 5 e 6 são referentes a cada evento isoladamente, logo contemplam uma menor quantidade de informação.

Os quatro testes devolveram valores das classes insignificantes, muito baixas e baixas, no entanto este facto é justificado pela pouca informação a que se teve acesso. Apesar de ser a única informação acessível, a informação disponível durante a realização deste trabalho não é de todo suficiente e não chega a ser relevante para a cidade de Lisboa.

Os seis testes realizados servem para comprovar que o *workflow* construído funciona, realiza a análise dos indicadores, e que o mesmo poderá, num futuro em que haja informação disponível, ser utilizado como ferramenta de auxílio a uma análise custo-benefício (ACB) para o evento das inundações.

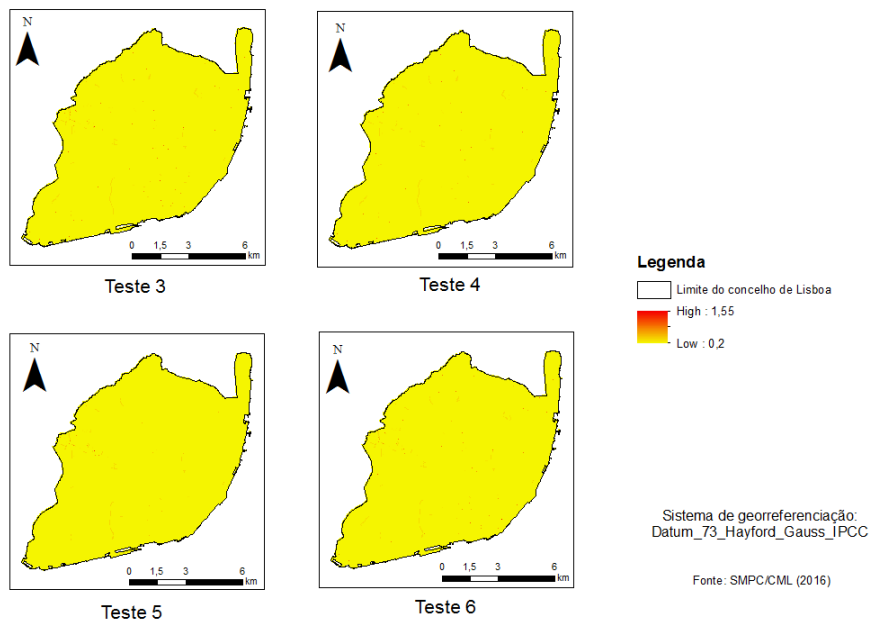


Figura 25 - Comparação dos testes 3, 4, 5 e 6

4. Outras Tarefas Realizadas

Durante a duração do estágio foram desenvolvidas algumas atividades, não só relevantes para a temática do estágio e para a estagiária, mas também com interesse para a entidade de acolhimento.

Durante os primeiros dias de estágio foi conhecido o serviço e as pessoas que nele trabalham, e as funções dos mesmos. Toda a informação transmitida pelas pessoas, constituiu uma oportunidade de perceber e conhecer as diferentes perspetivas de cada um.

A princípio foram definidas tarefas relacionadas com a temática abordada neste estágio e a apresentar pela estagiária.

Com o avançar do estágio, foram aparecendo mais tarefas a desempenhar pela estagiária, onde o papel a assumir foi sempre bem definido, permitindo assim o desenvolvimento de sentido de responsabilidade inculcado desde o início do estágio.

Neste ponto apresentam-se as tarefas realizada e/ou participadas, explicando as atividades e os objetivos.

4.1. Sessão no CNAS

Aquando da apresentação do serviço, foi apresentado o projeto Crescer na Segurança (CNAS), este projeto foi criado no âmbito do Gabinete de Informação e Sensibilização Pública, da DPSP. O CNAS é um projeto que se desenvolve desde 1992, e que se materializa no espaço a “Casa do Tinoni”.

A casa do Tinoni foi desenvolvida a pensar nas crianças dos 5 aos 10 anos de idade, e onde de uma forma adequada a estas são apresentados alguns temas de grande relevância, como “Segurança na rua e em espaços públicos”, “Segurança em casa”, “Sismos e comportamentos de autoproteção” e “Prevenção de incêndios e comportamentos de autoproteção”, pelas diferentes divisões da casa. Apostando assim na formação e sensibilização das faixas etárias mais baixas, e conseguindo que as crianças aprendam a identificar os riscos que correm no dia-a-dia e as regras mais ajustadas a cada situação.

Após a visita a cada uma das divisões da casa, e aprendizagem das temáticas apresentadas, é proposto às crianças jogos sobre as mesmas de forma a incentivar que apliquem e relembrem os novos conhecimentos, é também sugerido às mesmas que falem com os pais e familiares mais próximos sobre a visita que tiveram e que lhes apresentem as ferramentas que lhes foram fornecidas.

4.2. Lisboa: cidade + resiliente

A Câmara Municipal de Lisboa (CML), em parceria com diversas entidades públicas e privadas, para assinalar os 260 anos do terramoto de 1 de novembro de 1755, apresentou o programa “Lisboa cidade + resiliente + segura: 260 anos do terramoto de 1755”. No âmbito deste programa foram desenvolvidas algumas atividades em que foi dada a oportunidade de contribuir, participar e visitar.

A comemoração do 260º aniversário desta catástrofe natural foi pretexto para promover um maior conhecimento sobre as características associadas aos perigos e riscos dos fenómenos sísmicos e sobre as respostas na atualidade apresentar a exposição “Quando Lisboa Treme – de 1755 à cidade resiliente”.

Aquando da visita de um arquiteto da Câmara Municipal do Porto, que havia demonstrado interesse em conhecer o SMPC, foi-me dada a oportunidade de assistir à reunião. Na reunião foi apresentado o serviço e alguns dos trabalhos realizados, pela Eng.ª Luísa Coelho e Dr.ª Sofia Albuquerque e posteriormente apresentada a exposição.

Na exposição é apresentada parte da história da cidade de Lisboa. Expõe a realidade vivida em 1755, aquando do sismo provocou a destruição de parte significativa da capital, e as mudanças e evoluções que a cidade experienciou desde então, através de imagens elucidativas ao tema, maquetes da “Gaiola Pombalina” ou exemplares de bombas de água da época. Encontra-se também plataformas interativas, equipamentos de medição de sismos e ilustrações das atividades da proteção civil.

Outra oportunidade que tive, foi assistir à conferência internacional “O terramoto de 1755: Lisboa Resiliente”, também organizada pela CML. Esta conferência foi marcada pela assinatura do Acordo de cooperação entre a CML, na pessoa do Vereador das Relações Internacionais, segurança e Proteção Civil Carlos Manuel Castro e o *Hyogo Earthquake Memorial 21st Century Research Institute*, pelo presidente do mesmo, Prof.º Dr.º Makoto Iokibe.

Foram também apresentadas as diferentes maneiras de atuação de cada país participante em cenário de catástrofe e dados os contributos de experiência pessoais e profissionais dos profissionais envolvidos. Foram também apresentadas as temáticas “Segurança e resposta do edificado” e “Comunicação do risco sísmico em zonas sensíveis”.

Ainda no âmbito do tema “Lisboa: Cidade +resiliente”, a CML em parceria com outras instituições internacionais, apresentam o projeto POP-ALERT. No âmbito do projeto europeu POP-ALERT, houve em Lisboa, um exercício internacional que testou a resposta da população em situação de emergência. Este exercício envolveu cerca de 150 participantes e constitui uma etapa fundamental para aferir estratégias e mecanismos que visam melhorar a prevenção e aumentar o grau de preparação da população para fazer face a acidente graves ou catástrofes. Durante a preparação deste exercício foi-me pedido para contribuir na tradução dos conteúdos constituintes das ferramentas apresentadas aos participantes.

4.3. Participação no exercício AquaLx 2015

No âmbito da problemática que a cidade enfrenta, as inundações, o Comando Distrital de Operações de Socorro (CDOS) de Lisboa com o envolvimento dos serviços de Proteção Civil municipais, organizou um exercício designado “AquaLx 2015”, que recria os cenários de inundações experienciadas em 1967 e 1983.

O exercício visou testar o plano distrital e os planos das autarquias envolvidas num eventual cenário de cheias e treinar as trocas de comunicação e as rotinas necessárias. Com isto, foi pedido que colaborasse como participante, e desempenhasse o papel de vítima de um

evento de inundações. A todos os participantes foi dado um cartão que explicava a situação que era pedido para recriarem, de forma que os operacionais pudessem testar os procedimentos que devem por em prática quando enfrentam uma situação real.

5. Contribuições para estudos futuros

5.1. Análise custo-benefício

No decorrer do estágio e devido às dificuldades em obter informação necessária, foram feitas adaptações aos objetivos iniciais do trabalho, de forma a ajustar o *workflow* desenvolvido à informação existente, pois só assim foi possível o seu funcionamento. No entanto o *workflow* desenvolvido considera à partida as principais variáveis intervenientes no processo, o que comprova a sua eficácia. A sua futura utilização, com maior volume de dados reais poderá revelar a necessidade de alguns ajustes ao *workflow* apresentado.

No entanto, realizar uma ACB para o evento das inundações na cidade de Lisboa poderá ser uma mais-valia no apoio à tomada de decisões aquando da apresentação de propostas de soluções para a problemática. Neste estágio foi desenvolvido um *workflow* em ambiente ModelBuilderTM, ArcGIS, que auxilia o processo de execução da ACB.

A realização da ACB sobre o evento das inundações em Lisboa, pode também introduzir a possível justificação de necessidade de resposta do problema das inundações, na área de estudo, aferindo a direção futura provável dos danos causados por uma inundação e usando essa informação para prever quanto valerá a pena investir para aliviar ou mesmo prevenir a ocorrência desses danos futuramente, tendo como único critério a eficiência económica. O que permite assim aos utilizadores fazer uma comparação e poder identificar os planos de gestão de riscos que maximizam o retorno económico, ou seja, averiguar qual a opção mais vantajosa (Flood-CBA, 2014).

Existe também um projeto europeu, de nome *Flood-CBA*, financiado pela União Europeia, que pode ser utilizado como base desse estudo, uma vez que uma das metodologias propostas no projeto para a gestão do risco de inundação é a ACB (Silva *et al.*, *n.d.*). Este projeto disponibiliza um guia prático para a avaliação dos benefícios da gestão de riscos de inundação (GRI), onde se encontram as linhas orientadoras que deve seguir uma ACB de qualidade, e que caminhos a seguir face a determinados problemas, para que nunca se deixe de fazer uma ACB fiável.

O principal objetivo do projeto foi construir e manter uma plataforma de conhecimento sustentável, que pudesse ser utilizada para ACB, com as medidas de prevenção de risco de inundações utilizadas nos países envolvidos no projeto. O projeto tenta contribuir para a implementação da Diretiva Europeia 2007/60, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, transposta para Portugal através do Decreto-Lei nº115 de 22 de outubro de 2010, que estabelece prazos para a avaliação preliminar dos riscos de inundação (2011), a execução de cartas de zonas inundáveis e cartas de riscos de inundação (2013) e a elaboração de Planos de Gestão dos riscos de inundação (2015) (*op.cit.*) (Silva *et al.*, *n.d.*).

Este projeto envolveu seis países, Alemanha, Portugal, Espanha, Grécia, Reino Unido e Roménia, começou em 2013 e acabou em 2014.

Em anexo apresenta-se a terminologia associada à ACB e identificação de riscos (Anexo XV).

Conclusão

Durante este estágio efetuou-se um estudo sobre a problemática das inundações na cidade de Lisboa. Construiu-se um *workflow*, em ambiente ModelBuilder™ – ArcGIS. O *workflow* é uma ferramenta de auxílio à análise custo-benefício, que permite avaliar os custos e/ou perdas associadas a um evento de precipitação, com a obtenção de mapas representativos dos resultados obtidos como produto final.

Para construção desta ferramenta, estudaram-se três eventos de precipitação extrema na cidade de Lisboa e a informação disponível sobre os mesmos e foi ainda tida como base o projeto PREPARED, que define cinco grupos de critérios para a análise de risco, considerando como objeto de estudo a cidade de Lisboa, a saber critérios de saúde e segurança, critérios económicos, critérios de continuidade de serviços, critérios ambientais e critérios de responsabilidade, respeito, reputação e imagem (PREPARED, 2014).

O estudo da informação disponível sobre as ocorrências do Regimento de Sapadores Bombeiros e ocorrências da plataforma Gestão de Ocorrências e Pedidos de Informação, foi algo trabalhoso, uma vez que estas não foram estruturadas tendo em vista este objetivo. Tendo em conta a evolução da tecnologia e dos sistemas de informação geográfica, seria interessante atualizar, pelo menos, a forma como estas são registadas no futuro. A utilização dos produtos dessa evolução resultaria num registo de ocorrências, mais unificado, metódico, concreto, completo e prático.

A recolha de informação foi um processo bastante complicado. Não houve qualquer tipo de abertura de empresas e entidades (incluindo outros serviços internos da Câmara Municipal de Lisboa) para contribuir com informação para este estudo. Na realização do inquérito à população também se encontrou bastante resistência por parte da população inquirida em contribuir no estudo, e até no formato *online* do mesmo, que se esperava que chegasse a um maior público, o mesmo não se verificou, tendo apenas um número muito reduzido de inquéritos respondidos. Para a obtenção de mais resultados nos inquéritos, deveria ter sido feita a divulgação pelas entidades reconhecidas e responsáveis por este estágio.

Por essa razão, a informação disponível foi insuficiente para que os resultados obtidos fossem, de alguma forma, significativos, no entanto, a sua aplicação utilizando dados fictícios revelou-se eficaz. Seria interessante que, num futuro onde seja possível ter acesso a toda a informação necessária, se utilizasse a ferramenta aqui desenvolvida para a análise custo-benefício do evento das inundações.

Com a execução dos testes individuais para cada evento (teste 4, teste 5 e teste 6) não foi possível obter conclusões sobre qual teria mais impacto ou seria mais gravoso, apesar dos três eventos serem de naturezas diferentes. A falta de informação foi uma dificuldade que não se conseguiu ultrapassar e refletiu-se nos resultados.

Verificou-se com a execução dos testes, que o *workflow* corresponde ao esperado e constitui uma ferramenta de auxílio à análise custo-benefício, que apresenta os mapas representativos dos resultados obtidos. Sublinha-se a limitação informática, a nível de

programação *Python*, aquando da construção do modelo, que na análise do indicador económico público não contempla os valores relativos do orçamento, apesar destes fazerem parte das tabelas de ponderações de indicadores. O ideal seria que o código utilizado no campo *Calculate Field* comparasse o valor total com os valores absolutos e relativos do orçamento. Futuramente, este aspeto poderá ser melhorado, de forma que a ponderação deste indicador, inclua também os valores relativos do orçamento.

Futuramente, e com o acesso devido a informação, seria proveitoso e uma mais-valia efetuar a análise custo-benefício do evento das inundações na cidade de Lisboa. Uma vez que esta é uma problemática atual com que a cidade se depara, que precisa de solução e a análise custo-benefício é uma ferramenta essencial no processo de decisão sobre as soluções apresentadas.

É de salientar que neste estudo procurou-se estudar os três eventos selecionados, de forma a poder chegar a conclusões sobre os mesmos e também de forma a poder selecionar que informação poderia ser útil para a construção dos indicadores. Os três eventos são distintos e com naturezas diferentes, e a escolha dos mesmos foi propositada para que os indicadores fossem mais abrangentes.

Os testes realizados, foram apenas testes para comprovar que o *workflow* serve o seu propósito, auxiliar o processo de uma análise custo-benefício. Numa futura aplicação do *workflow*, numa análise custo-benefício, será necessário ter informação disponível das ocorrências sobre todo o período à qual a análise custo-benefício se reflete.

Bibliografia

- Almeida, E. (2015) *Modelação Hidrológica de Inundações Urbanas Baseada em Dados Geoespaciais de Alta Resolução*. Trabalho de Projecto para obtenção do Mestrado em Engenharia Geográfica. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Andrade, C. et al. (2006) *Zonas Costeiras*, in SANTOS, F.D. et al. *Alterações climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*, in CIRAC (n.d.) *Guia Metodológico Para a Produção de Cartografia de Risco de Inundações*. Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- ANPC (2008) *Manual de Apoio à Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil*. Cadernos Técnicos PROCIV #3.
- ANPC (2009) *Guia Para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil*. Cadernos Técnicos PROCIV #9.
- ARSLVT (2011) *Protecção Civil e Autoridade de Saúde: estrutura, articulação e atribuições*. Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, IP.
- Aviso nº5552/2015 (2015) *Orgânica dos Serviços Municipais*, Diário da República, 2ª série, nº98.
- CIRAC (n.d) *Guia Metodológico para a Produção de Cartografia de Risco de Inundações*. Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- CML (2010) *Relatório síntese de Caracterização Biofísica de Lisboa no âmbito da Revisão do Plano Director Municipal de Lisboa*. Câmara Municipal de Lisboa.
- Comissão de Ambiente e Qualidade de Vida (2015), *Relatório “Cheias em Lisboa: Causas das sistemáticas inundações que assolam Lisboa, nos meses Setembro e Outubro de 2014”*. Assembleia Municipal de Lisboa.
- Costa, P.C. (1986) *As Cheias Rápidas de 1967 e 1983 na Região de Lisboa*. In Oliveira, P.E., et al. (2002) *Inundações na Cidade de Lisboa Durante o Século XX e seus Factores Agravantes*. Finisterra, XXXVII, 74, pp. 33-54.
- Decreto-Lei nº 115/2010, de 22 de Outubro (2010) *Aprova o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objectivo de reduzir as suas consequências prejudiciais, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva nº 2007/60/CE*. Diário da República, 1ª série, nº206.
- Decreto-Lei nº134/2006, de 25 de Julho (2006) *Cria o Sistema Integrado de Operações de Protecção e Socorro (SIOPS)*. Diário da República, 1ª série, nº 142.
- Directiva nº 2007/60/CE (2007) *Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão de riscos de inundações*. Jornal Oficial da União Europeia.

EEA (2012a) *Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2012*. Denmark, European Environment Agency, 300pp. in Oliveira, D.F.R. (2013) *O Risco de Inundação Urbana nas Frentes de Águas de Deltas e Estuários em Cenários de Alterações Climáticas. A Frente Ribeirinha de Lisboa. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

EEA (2012b) *Urban Adaptation to Climate Change in Europe*. Copenhagen, European Environment Agency, 143pp. in Oliveira, D.F.R. (2013) *O Risco de Inundação Urbana nas Frentes de Águas de Deltas e Estuários em Cenários de Alterações Climáticas. A Frente Ribeirinha de Lisboa. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Flood-CBA (2014) *Quadro Comum das Características de uma Análise de Custo-Benefício da Gestão dos Riscos de Inundações. Ferramenta de Apoio nº1: Directriz para uma Análise de Custo-Benefício*. Middlesex University Flood Hazard Research Centre.

Guerreiro, M. et al. (2013) *Impacte da Subida do Nível Médio do Mar na Inundação Marginal no Estuário do Tejo*.

IPCC (2014a) *Summary for Policymakers - Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2014b) *Summary for Policymakers - Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2014c) *Summary for Policymakers - Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPMA (n.d.a) *Boletim Climatológico mensal de Outubro de 2010*, produzido por Instituto de Meteorologia, I.P.

IPMA (n.d.b) *Boletim Climatológico mensal de Abril de 2011*, produzido por Instituto de Meteorologia, I.P.

IPMA (n.d.c) *Boletim Climatológico mensal de Janeiro de 2013*, produzido por Instituto de Meteorologia, I.P.

IPMA (n.d.d) *Normais Climatológicas: 1971-2000* -

<http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/001/> - consultado a

11/03/2016 Julião, R.P., et al. (2009) *Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal*. Lisboa, Autoridade Nacional de Protecção Civil.

Leal, M.H.A. (2011) *As Cheias Rápidas em Bacias Hidrográficas da AML Norte: Factores Condicionantes e Desencadeantes*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Leal, M. et al. (2013) *Suscetibilidade às Cheias na Área Metropolitana de Lisboa Norte. Factores de Predisposição e Impactes das Mudanças do Uso do Solo*. Finisterra, XLVIII, 95, pp. 17-40.

Lei nº 27/2006, de 3 de Julho (2006) *Aprova a Lei de Bases da Protecção Civil*, Diário da República, 1ª série, nº126.

Lei nº 65/2007, de 12 de Novembro (2007) *Define o enquadramento institucional e operacional da protecção civil no âmbito municipal, estabelece a organização dos serviços municipais de protecção civil e determina as competências do comandante operacional municipal*. Diário da República, 1ª série, nº217.

Meyer et al. (2009) *A multicriteria approach for flood risk mapping exemplified at the Mulde river, Germany*. Natural Hazards, 48, pp. 17-39 in CIRAC (n.d) *Guia Metodológico para a Produção de Cartografia de Risco de Inundações*. Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Murtinha, L. (2014) *Avaliação Determinística Da Susceptibilidade a Movimentos De Terreno Na Vertente Sul De Odivelas - Influência das alterações climáticas*. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica (Geotecnia), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Oliveira, P.E., et al. (2002) *Inundações na Cidade de Lisboa Durante o Século XX e seus Factores Agravantes*. Finisterra, XXXVII, 74, pp. 33-54.

Oliveira, D.F.R. (2013) *O Risco de Inundação Urbana nas Frentes de Águas de Deltas e Estuários em Cenários de Alterações Climáticas. A Frente Ribeirinha de Lisboa*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Pais, J., et al. (2006) *Notícia Explicativa da Folha 34-D Lisboa*, Departamento de Geologia, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Ministério da Economia e da Inovação, Lisboa.

Pais, F., et al. (2005) *Avaliação Da Incidência ao Risco De Inundação - Aplicação a um caso particular no Concelho de Lisboa*.

Pedrosa, A.S., et al. (2006) *Diagnóstico dos Factores Condicionantes da Susceptibilidade Face ao Risco de Inundação Urbana no Concelho de Matosinhos*, Territorium, Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 13, pp. 35-51.

PREPARED (2011) *Risk Identification Database. Supporting Document for RIDB definition of contentes and data structure*.

PREPARED (2012) *Guidance on RIDB Hazard Selection and Use in the WCSP*.

PREPARED (2013) *Water Cycle Safety Plan Framework. Final*.

PREPARED (2014) *Demonstration of the water cycle safety planning in Lisbon*.

Rebelo, F. (1997) *Risco e Crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas*. Territorium, 4; pp. 29-47, in Oliveira, P.E., et al. (2002) *Inundações na Cidade de Lisboa Durante o Século XX e seus Factores Agravantes*. Finisterra, XXXVII, 74, pp. 33-54.

Rocha, J.S. (n.d.) *O risco de inundações e a sua gestão. Uma visão nacional e uma europeia*.

Schimdt-Thomé, P. et al. (2006) *Spatial effects and managements of natural and technological hazards in Europe*, in CIRAC (n.d.) *Guia Metodológico Para a Produção de Cartografia de Risco de Inundações*. Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Silva, C.P. et al. (n.d.) *O projecto Flood-CBA: Avaliação e Promoção da Análise Custo-Benefício para a Gestão do Risco de Inundação*. e-GEO, Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional, FCSH-Universidade Nova de Lisboa.

Telhado, M.J.M. (1998) *Aplicações de Sistemas de Informação Geográfica na Análise de Risco de Inundação no Concelho de Lisboa*. Universidade Superior Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico, Lisboa.

UNISDR (2009) *Terminology on Disaster Risk Reduction*, in NATIONS, U. Geneva, Switzerland: *United Nations International Strategy for Disaster Reduction*, in CIRAC (n.d.) *Guia Metodológico Para a Produção de Cartografia de Risco de Inundações*. Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Índice de Figuras

Figura 1 - Estrutura do Serviço Municipal de Proteção Civil (adaptado de Almeida, 2015)	4
Figura 2 – Metodologia definida para o trabalho	6
Figura 3 - Metodologia para avaliação de risco utilizada pelo CIRAC (retirado de CIRAC, n.d.) ...	8
Figura 4 - Articulação dos conceitos base (adaptado de Julião <i>et al.</i> , 2009)	9
Figura 5 – Áreas suscetíveis de inundação.....	13
Figura 6 - Carta Geológica de Lisboa (cedido pelo SMPC, 2015). Cartografia homologada.	14
Figura 7 - Carta de declives (Cedido pelo SMPC, 2015). Cartografia homologada.	15
Figura 8- Ocorrências na área de estudo	17
Figura 9 - Valores de precipitação registada, pelo IPMA, no dia 29 de outubro de 2010 (dados cedidos pelo IPMA)	17
Figura 10 - Ocorrências registadas a 29 e 30 de outubro de 2010	19
Figura 11 - Valores de precipitação registada, pelo IPMA, no dia 29 de abril de 2011 (dados cedidos pelo IPMA)	19
Figura 12 - Ocorrências registadas a 29 e 30 de abril de 2011	20
Figura 13 - Valores de rajadas registada, pelo IPMA, no dia 19 de janeiro de 2013 (dados cedidos pelo IPMA)	21
Figura 14 - Valores de precipitação registada, pelo IPMA, no dia 19 de janeiro de 2013 (dados cedidos pelo IPMA)	21
Figura 15 - Ocorrências registadas a 18, 19 e 20 de janeiro de 2013	22
Figura 16 - Registo dos GOPI em zonas suscetíveis de inundação.....	23
Figura 17 - Comparação do teste 1 com o teste 2	33
Figura 18 - Casos de dados fictícios.....	34
Figura 19 - Casos de dados para um só evento.....	34
Figura 20 - Danos Privados - comparação.....	35
Figura 21 - Danos Públicos - comparação	35
Figura 22 – Imagem e reputação - comparação.....	36
Figura 23 – Económicos privados seguros - comparação	36
Figura 24 - Económico privado.....	37
Figura 25 - Comparação dos testes 3, 4, 5 e 6	38
Figura 26 - Localização da área em estudo na cidade de Lisboa.....	52
Figura 27 - Número de edifícios na área de estudo	54
Figura 28 - Edifícios localizados em zonas suscetíveis à inundação.....	55
Figura 29 - Número de habitantes na área de estudo	56
Figura 30 - Número de habitantes nas áreas de suscetibilidade moderada.....	57
Figura 31 - Número de habitantes nas áreas de suscetibilidade elevada.....	58
Figura 32 - Número de habitantes nas áreas suscetibilidade muito elevada	59
Figura 33 - Registo de ocorrências nas datas selecionadas	61
Figura 34 - Danos registados nas ocorrências das datas selecionadas	62
Figura 35 - <i>Workflow</i>	73
Figura 36 - Resultados do teste 1	85
Figura 37 - Resultados do teste 2	86
Figura 38 - Resultados do teste 3	87
Figura 39 - Resultados do teste 4	88

Figura 40 - Resultados do teste 5	89
Figura 41 - Resultados do teste 6	90

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Informação disponível	11
Tabela 2 - Classificação de edifícios	23
Tabela 3 - Ponderações dos intervalos usadas (fonte: PREPARED, 2014)	25
Tabela 4 - Descrição das tabelas criadas	26
Tabela 5 - Metodologia de construção do <i>workflow</i>	29
Tabela 6 - Ponderação dos indicadores	31
Tabela 7 - Números da Suscetibilidade na zona de estudo	53
Tabela 8 - Registos de ocorrências	60
Tabela 9 - Registo de ocorrências de 29 e 30 de outubro de 2010	63
Tabela 10 - Registo de ocorrências de 29 e 30 de abril de 2011	64
Tabela 11 - Registo de ocorrências de 18, 19 e 20 de janeiro de 2013	65
Tabela 12 - Listagem de Indicadores	68
Tabela 13 - Ponderação de Indicadores	69
Tabela 14 - Condições para classes	78
Tabela 15 - Resultados do Inquérito	80
Tabela 16 - Resultados dos Inquéritos <i>Online</i>	82

Anexos

ANEXO I – LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE LISBOA

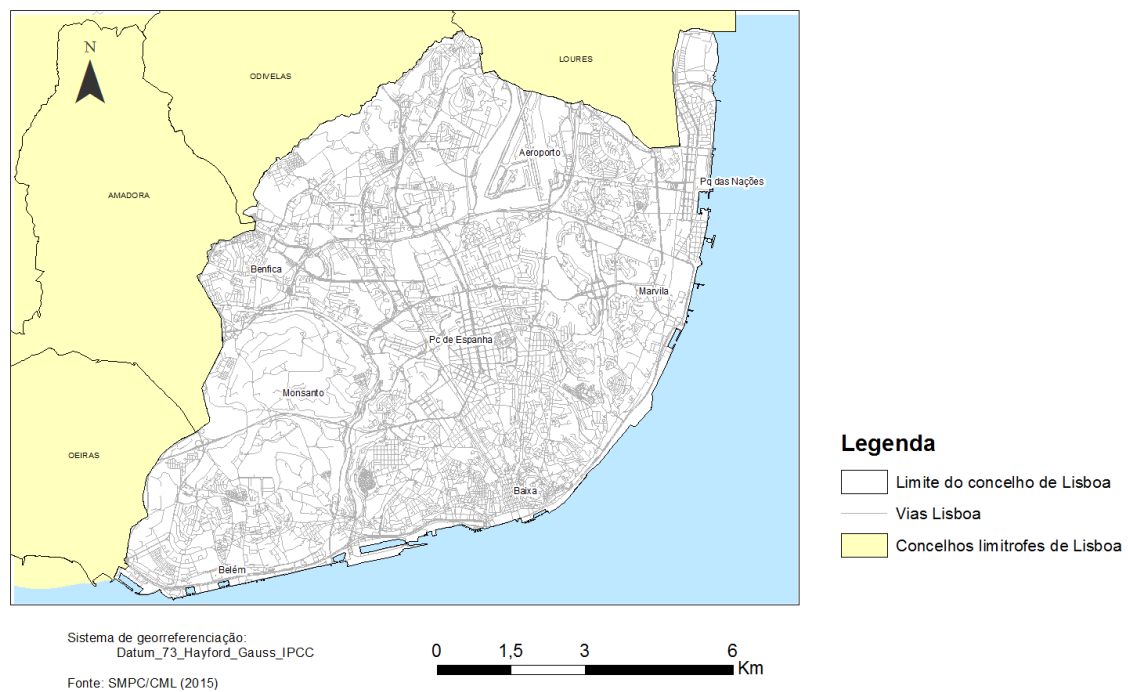


Figura 26 - Localização da área em estudo na cidade de Lisboa

ANEXO II - NÚMEROS DA SUSCETIBILIDADE NA ZONA DE ESTUDO

Tabela 7 - Números da Suscetibilidade na zona de estudo

		Percentagem
Área Total	85,87043058 km ²	
Área Suscetível Total:	26,00197534 km ²	31,38%
Área Suscetibilidade Elevada	30,3328634 km ²	3,53%
Área Suscetibilidade Moderada	19,57789641 km ²	22,80%
Área Suscetibilidade Muito Elevada	33,9079259 km ²	3,95%
Número total de edifícios ¹¹	62148	
Número de edifícios afetados	24721	39,78%
Número de edifícios nas zonas de suscetibilidade elevada	4394	7,07%
Número de edifícios nas zonas de suscetibilidade moderada	16455	26,48%
Número de edifícios nas zonas de suscetibilidade muito elevada	3872	6,23%
Número total de pessoas ¹²	553264	
Número total de pessoas afetadas	546584	98,8%
Número total de pessoas em zonas de suscetibilidade elevada	110012	19,88%
Número total de pessoas em zonas de suscetibilidade moderada	354411	64,06%
Número total de pessoas em zonas de suscetibilidade muito elevada	82161	18,85%

¹¹ Dados Fornecidos pelo Serviço Municipal de Proteção Civil, da Câmara Municipal de Lisboa.

¹² Dados Fornecidos pelo INE.

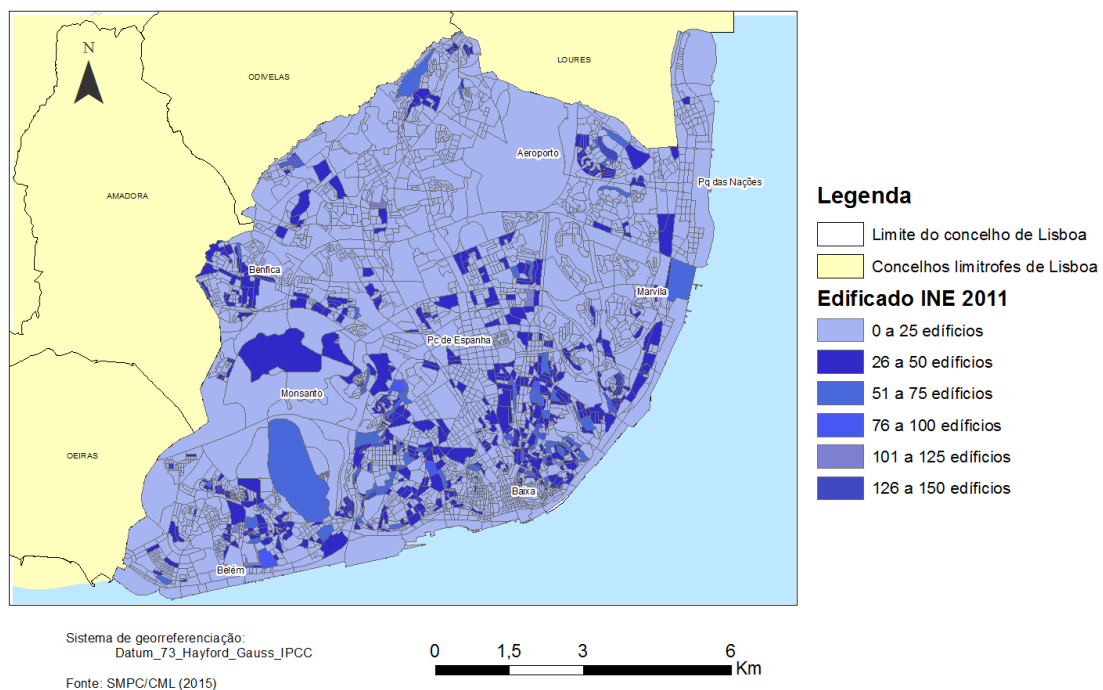


Figura 27 - Número de edifícios na área de estudo

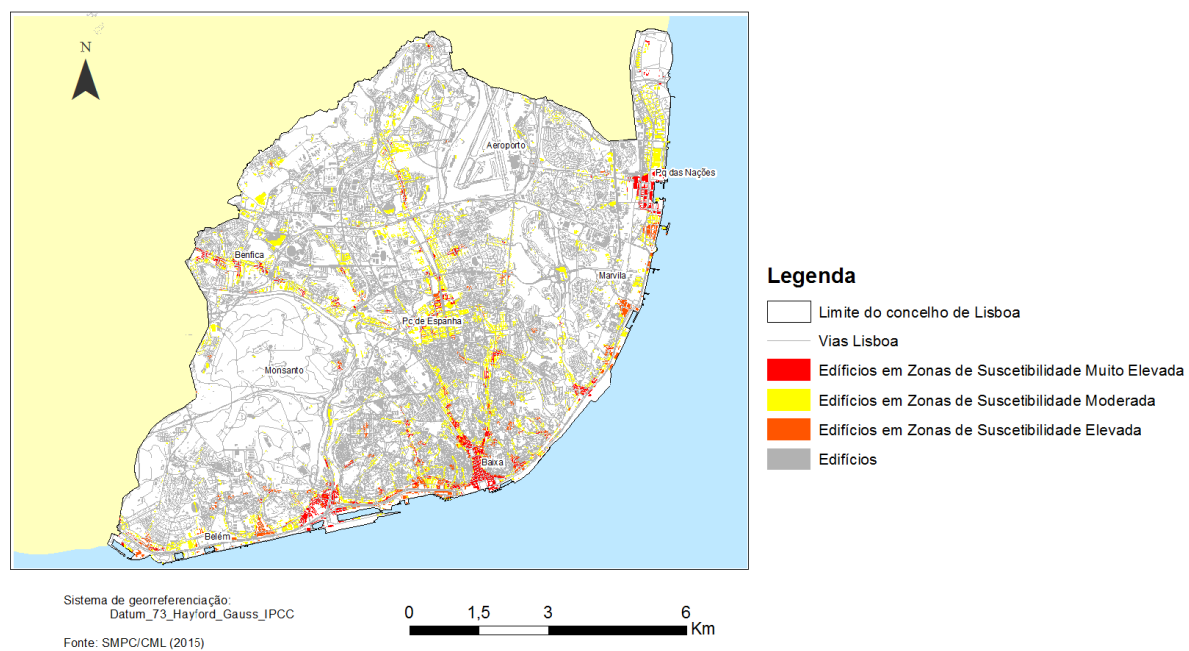


Figura 28 - Edifícios localizados em zonas suscetíveis à inundação

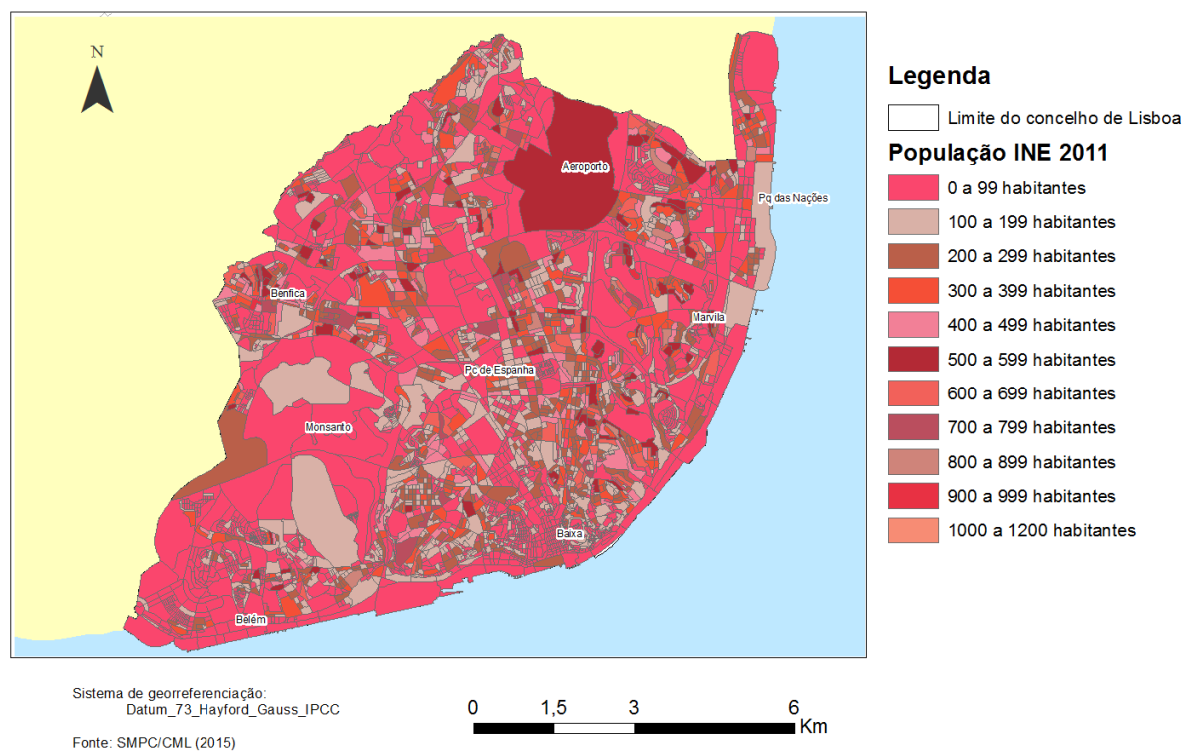


Figura 29 - Número de habitantes na área de estudo

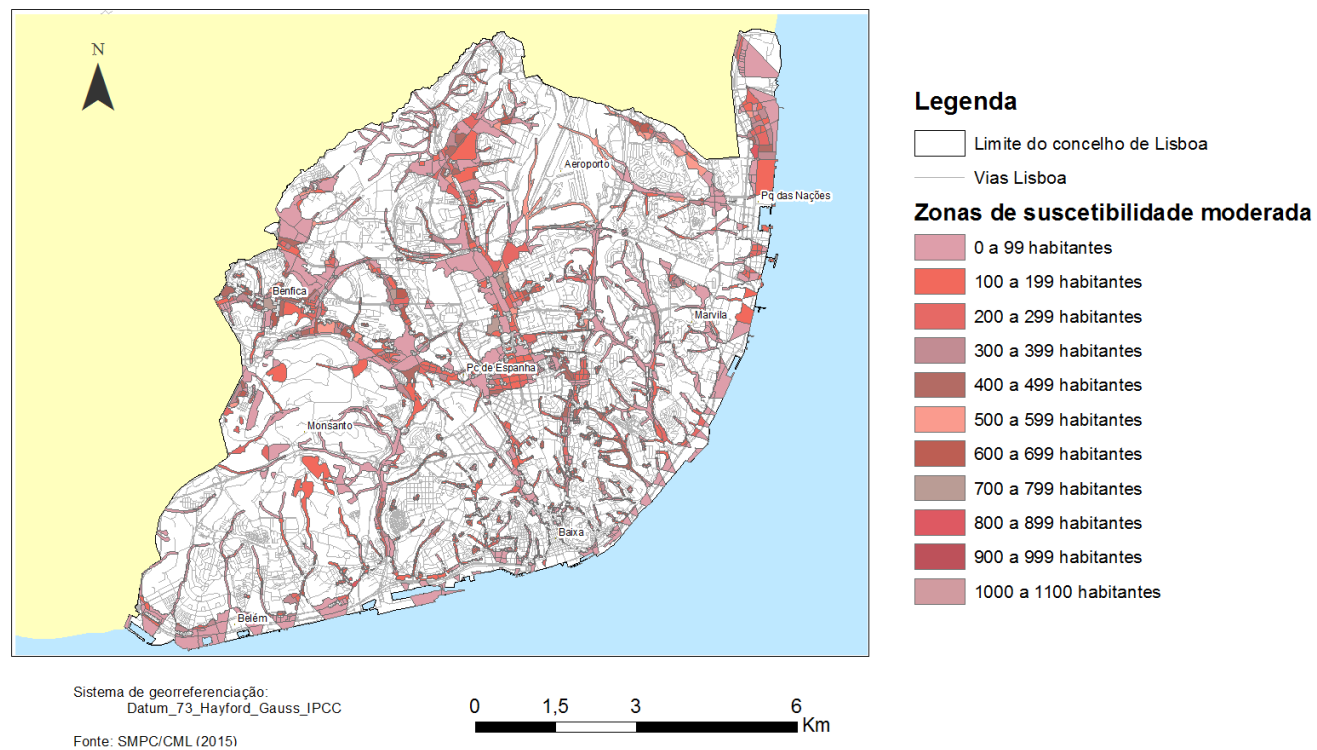


Figura 30 - Número de habitantes nas áreas de suscetibilidade moderada

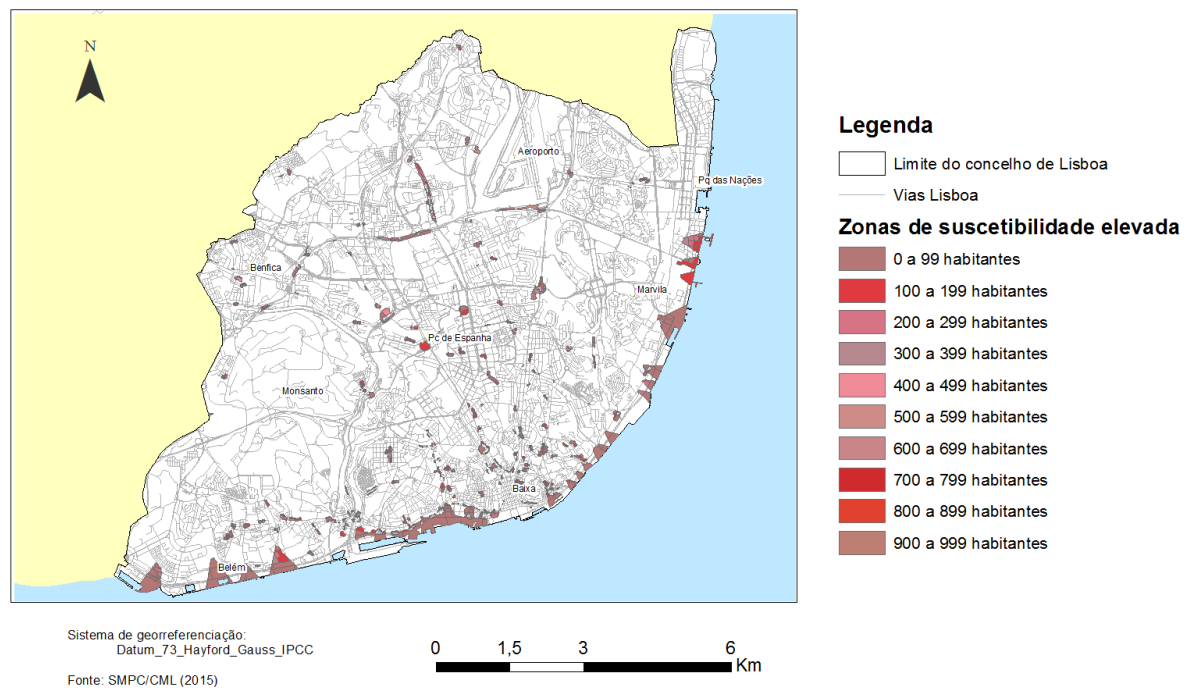


Figura 31 - Número de habitantes nas áreas de suscetibilidade elevada

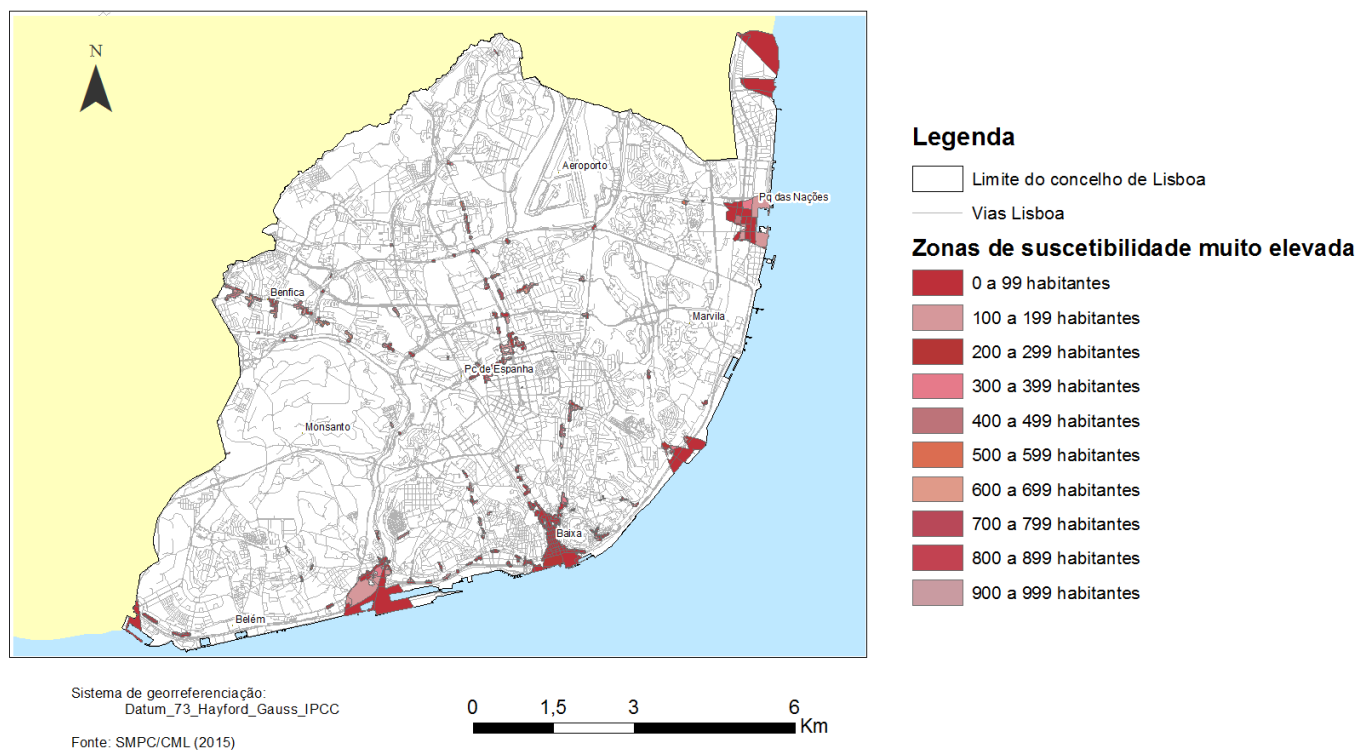


Figura 32 - Número de habitantes nas áreas suscetibilidade muito elevada

ANEXO III – REGISTOS DE OCORRÊNCIAS

Tabela 8 - Registos de ocorrências

Registos	29 de outubro de 2010	29 de abril de 2011	19 de fevereiro de 2013
Feridos			✓
Mortes			
Assistências médias			
Admissões hospitalares			
Existência de algerozes, ralos e fossas entupidas	✓	✓	✓
Existência de sarjetas entupidas	✓	✓	✓
Existência de infiltrações	✓		
Existência de inundações	✓	✓	✓
Danos de componentes estruturais do edificado	✓	✓	✓
Queda de componentes estruturais do edificado	✓		✓
Queda de árvores	✓		✓
Viaturas danificadas	✓	✓	✓
Cortes de vias	✓	✓	
Existência de buracos na via pública	✓		
Ocorrência de derrocadas	✓		
Queda de muros	✓	✓	
Queda de postes	✓		✓
Queda de vedação			✓
Ocorrência de curto circuitos	✓		
Recurso a eletrobombas	✓	✓	✓

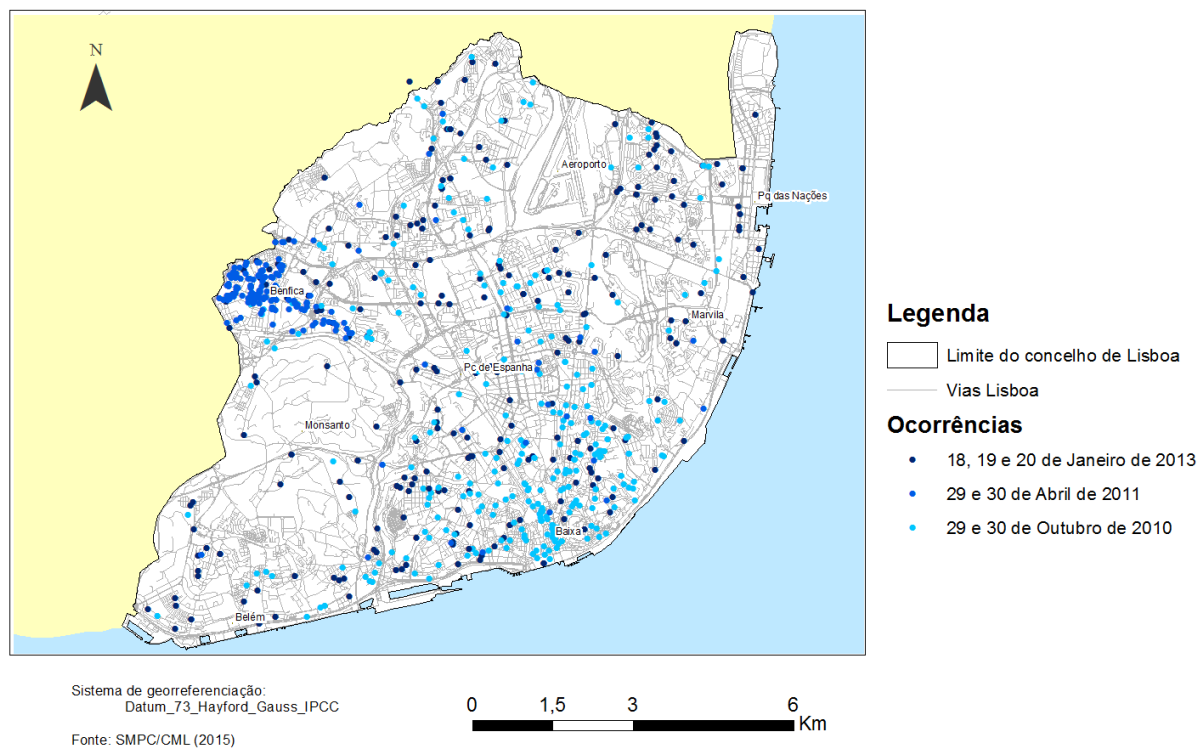


Figura 33 - Registo de ocorrências nas datas selecionadas

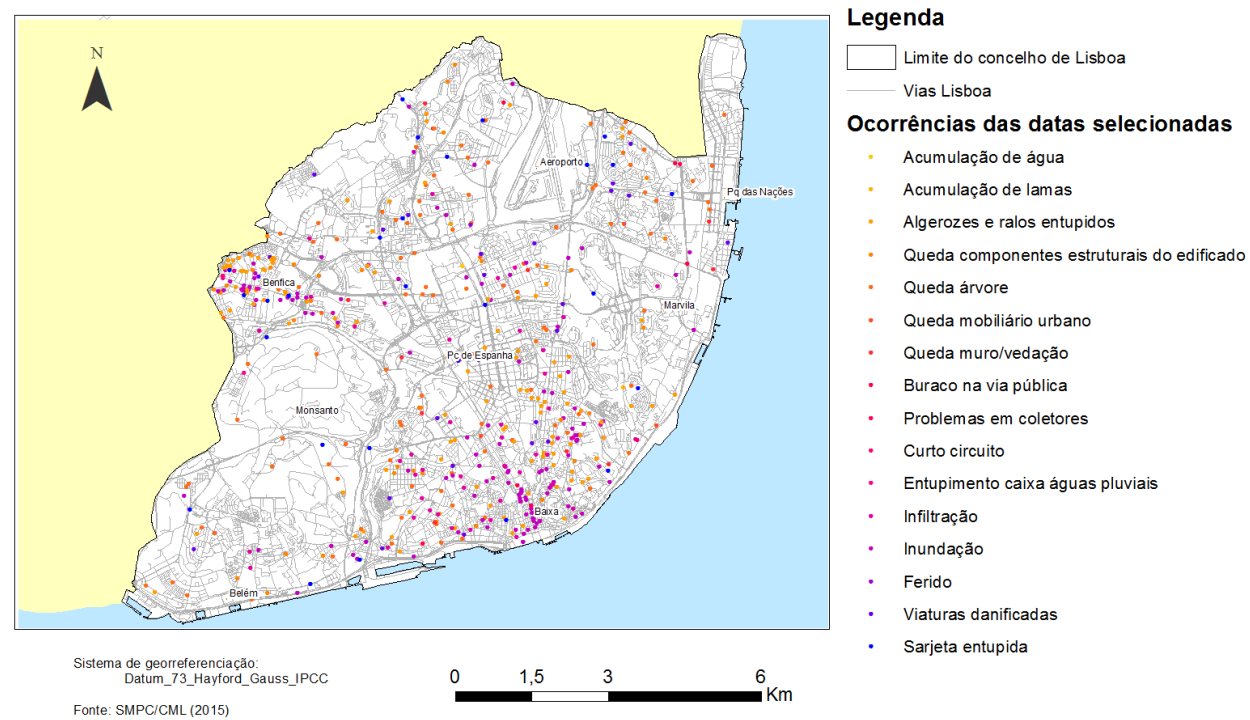


Figura 34 - Danos registados nas ocorrências das datas seleccionadas

ANEXO IV - REGISTO DE OCORRÊNCIAS DE 29 E 30 DE OUTUBRO
DE 2010

Tabela 9 - Registo de ocorrências de 29 e 30 de outubro de 2010

Registos	29 e 30 de outubro de 2010
Feridos	
Mortes	
Assistências médias	
Admissões hospitalares	
Algozes e ralos entupidos	2
Fossas entupidas	
Existência de sarjetas entupidas	2 (+) ¹³
Existência de infiltrações	4
Existência de inundações	3
Danos de componentes estruturais do edificado	2
Queda de componentes estruturais do edificado	
Queda de árvores	
Viaturas danificadas	
Cortes de vias	
Existência de buracos na via pública	
Ocorrência de derrocadas	
Queda de muros	
Queda de postes	
Queda de vedação	
Ocorrência de curto circuitos	
Recurso a eletrobombas	

¹³ (+) - um registo com indicação de várias sarjetas entupidas, sem quantificação da mesma.

ANEXO V – REGISTO DE OCORRÊNCIAS DE 29 E 30 DE ABRIL DE
2011

Tabela 10 - Registo de ocorrências de 29 e 30 de abril de 2011

Registos	29 e 30 de abril de 2011
Feridos	
Mortes	
Assistências médias	
Admissões hospitalares	
Algozes e ralos entupidos	4
Fossas entupidas	
Existência de sarjetas entupidas	4
Existência de infiltrações	2
Existência de inundações	21
Danos de componentes estruturais do edificado	
Queda de componentes estruturais do edificado	2
Queda de árvores	1
Viaturas danificadas	4
Cortes de vias	1
Existência de buracos na via pública	
Ocorrência de derrocadas	
Queda de muros	
Queda de postes	
Queda de vedação	
Ocorrência de curto circuitos	
Recurso a eletrobombas	

ANEXO VI - REGISTO DE OCORRÊNCIAS DE 18, 19 E 20 DE JANEIRO
DE 2013

Tabela 11 - Registo de ocorrências de 18, 19 e 20 de janeiro de 2013

Registos	18, 19 e 20 de Janeiro de 2013
Feridos	
Mortes	
Assistências médias	
Admissões hospitalares	
Algozes e ralos entupidos	1
Fossas entupidas	
Existência de sarjetas entupidas	
Existência de infiltrações	
Existência de inundações	
Danos de componentes estruturais do edificado	2
Queda de componentes estruturais do edificado	1
Queda de árvores	6
Viaturas danificadas	
Cortes de vias	
Existência de buracos na via pública	
Ocorrência de derrocadas	
Queda de muros	
Queda de postes	
Queda de vedação	1
Ocorrência de curto circuitos	
Recurso a eletrobombas	

ANEXO VII - INQUÉRITOS



Inquérito – Quantificação de danos das inundações

Morada do alojamento: _____

Tipo do alojamento: Habitação Comércio Serviços Estacionamento Tipologia do alojamento? T0 T1 T2 T3 T4 T5 Maior que T5

Área do alojamento? _____

Foi afectado por inundações, devido a chuvas intensas?

No ano 2014/15: Sim Não Nos últimos 5 anos: Sim Não Identifique o espaço afectado: Casa Caves Garagens Loja

Indique a altura que a água atingiu: Na rua _____ Interior do imóvel _____

Tipo de danos:

Rebentamento de coletores de esgotos Danos na instalação eléctrica Mobiliário e/ou electrodomésticos estragados Vidros partidos Veículos danificados Perda total de veículo Pavimento danificado

Os danos podem ser avaliados em que valores? Identifique com X a resposta adequada.

Até 1 000 euros Até 5 000 euros Até 10 000 euros Mais do que 10 000 euros

Tem os seus bens segurados? Identifique a ordem do valor que tem segurado com X

Até 5 000 euros Até 25 000 euros Até 50 000 euros Até 75 000 euros Até 100 000 euros Mais de 100 000 euros Foi accionado ? Sim Não

Conhece alguém que tenha sido afectado na rua? (extensão de danos, quando)

Responsável pelo preenchimento:

Data:



Inquérito *Online* – Quantificação de danos das inundações

Código postal da fracção:

Tipo de fracção: Térrea Subterrânea Pisos superiores

Tipo : Habitação Comércio Serviços Estacionamento/Cave

Tipologia: T0 T1 T2 T3 T4 T5 ou superior Loja

Garagem/parqueamento Garagem/cave

Área do alojamento?

Nos últimos 5 anos, foi afectado por inundações, devido a chuvas intensas?

Sim Não

Identifique o espaço afectado: Casa Caves Garagens Loja

Indique a altura que a água atingiu no alojamento:

Tipo de danos:

Rotura de esgotos Danos na instalação eléctrica

Mobiliário e/ou electrodomésticos estragados Vidros partidos

Veículos danificados Perda total de veículo Pavimento danificado

Outro:

Os danos podem ser avaliados em que valores?

Até 1 000 euros Até 5 000 euros

Até 10 000 euros Mais do que 10 000 euros

Sabe o valor do seu alojamento e dos seus bens?

Até 5 000 euros Até 25 000 euros Até 50 000 euros

Até 75 000 euros Até 100 000 euros Mais de 100 000 euros

Se tem seguro, foi accionado ? Sim Não

ANEXO VIII – LISTAGEM DE INDICADORES

Tabela 12 - Listagem de Indicadores

Dimensão	Indicadores	
Saúde	Número de feridos	
	Número de mortes	
	Número de assistências médias	
	Número de admissões hospitalares	
	Duração das admissões hospitalares	
Económicos	Valores Imóveis de Habitação Afetados	
	Valores de Imóveis de Comércio Afetados: Capital social; Valor do imóvel; Valor do recheio; Custos de reparação	
	Duração (média) das intervenções: Polícia; Bombeiros; INEM	
	Preço/hora de recursos humanos (número médio de pessoas necessárias): Polícia; Bombeiros; INEM	
	Preço de deslocação dos veículos: número médio de veículos necessários; média da distância percorrida; consumo	
	Custo de limpezas na via pública	
	Custo de reparações da via pública	
	Média da duração dos cortes de serviço	
	Número de falhas de serviço	
	Número de cortes de serviço	
Continuidade de serviços	Duração média das interrupções	
	Responsabilidade	Localização dos GOPI
		Número de notícias nos medias nacionais
Imagem e Reputação	Número de notícias nos medias internacionais	
	Número de notícias nos medias internacionais	
	Número de primeiras páginas a nível nacional	
	Número de primeiras páginas a nível internacional	
	Número de primeiras páginas a nível internacional	
Danos	Existência de algerozes, ralos e fossas entupidas	
	Existência de sarjetas entupidas	
	Entupimentos	
	Existência de infiltrações	
	Altura das inundações	
	Danos de componentes estruturais do edificado	
	Queda de componentes estruturais do edificado	
	Queda de árvores	
	Queda de muros	
	Viaturas danificadas	
	Queda de vedação	
	Existência de buracos na via pública	
	Ocorrência de derrocadas	
	Ocorrência de curto circuitos	
	Recurso a eletrobombas	

ANEXO IX – PONDERAÇÃO DE INDICADORES

Tabela 13 - Ponderação de Indicadores

Indicador	Sector/Tipo	Dimensão	Fonte	Nível de Consequência	Classe	Ponderação
Saúde	Público	Não há feridos. Não há hospitalizações. Não há mortos	Ocorrências RSB	Insignificante	1	0,25
		1 Feridos ligeiro. Não há hospitalizações. Não há mortos.		Baixa	2	
		Entre 2 a 5 feridos ligeiros. 1 Hospitalização. Não há mortos.		Média	3	
		Entre 6 a 10 feridos ligeiros. Entre 2 a 5 hospitalizações. 1 Morto.		Alta	4	
		Mais que 10 feridos ligeiros. Mais que 5 hospitalizações Mais que 1 morto.		Muito Alta	5	
Económicos	Privados	Sem custo dos danos / Custo dos danos ≤ 5000€	Inquéritos / Ocorrências Fidelidade	Insignificante	1	0,05
		Custo dos danos < 1000€ / Custo dos danos ≤ 10000€		Baixa	2	
		Custo dos danos < 5000€ / Custo dos danos ≤ 15000€		Média	3	
		Custo dos danos < 10000€ / Custo dos danos ≤ 20000€		Alta	4	
	Custo dos danos < 15000€ / Custo dos danos ≤ 25000€	Muito Alta	5			
	Públicos	Total ≤ 375 000	Ocorrências RSB	Insignificante	1	0,15
		Total > 375 000		Baixa	2	

		Total > 3 750 000		Média	3	
		Total >18 750 000		Alta	4	
		Total > 112 500 000		Muito Alta	5	
Continuidade de Serviços	Abastecimento de água, eletricidade, telecomunicações, distribuição de gás e rede de transportes	Sem falhas no abastecimento	Fornecedores e ocorrências do RSB.	Insignificante	1	0,2
		Pequenas falhas no abastecimento sem necessidade de corte do mesmo.		Baixa	2	
		Corte no abastecimento de 1 a 12h.		Média	3	
		Corte no abastecimento de 12h a 24h.		Alta	4	
		Corte no abastecimento superior a 24h.		Muito Alta	5	
		Interrupção do serviço superior a 24h.		Muito Alta	5	
Responsabilidade	Públicos	Localizada em zonas de suscetibilidade nula	GOPI	Muito Baixa	1	0,05
		Localizada em zonas de suscetibilidade baixa		Baixa	2	
		Localizada em zonas de suscetibilidade moderada		Média	3	
		Localizada em zonas de suscetibilidade elevada		Alta	4	
		Localizada em zonas de suscetibilidade muito elevada		Muito Alta	5	
Imagem e Reputação	-----	Sem referências negativas ou com referências positivas.	Registos dos jornais	Muito Baixa		0,05
		Referências nos media de pouca influência (não apareceu na primeira página).		Baixa		
		Referências a nível nacional ou primeira página.		Média		
		Grande cobertura media a nível nacional com diversas primeiras páginas.		Alta		
		Cobertura media nacional e internacional com diversas primeiras páginas.		Muito Alta	5	

Danos	Espaços públicos	Sarjetas entupidas.	Insignificante	1	Ocorrências RSB	0,15
		Alagamento ou infiltração de mobiliário urbano, postes de alta tensão, de transformação, caixas de distribuição ou de derivação.	Baixa	2		
		Tampas de caixa de visita deslocadas ou partidas.				
		Obstrução de coletores ou ribeiros temporários.				
		Levantamento das tampas de esgotos.				
1 a 3 viaturas danificadas.	Média	3				
		Abatimento do pavimento.	Alta	4		
		Degradação de muro de suporte de terras ou outro tipo de vedações.				
		Alagamento da via pública, túneis passagens inferiores e estações de metropolitano.				
		Ameaça de queda de sinalização vertical.				
		4 a 6 viaturas danificadas.	Muito Alta	5		
		Existências de buracos na via pública.	Insignificante	1		
		Derrube de muros de suporte de terras ou outro tipo de vedações.				
		Queda parcial de árvores.				
		7 a 15 viaturas danificadas.				
		Queda de andaimes, <i>outdoors</i> , antenas, toldos, postos elétricos, candeeiros, semáforos e postos de alta tensão.	Insignificante	1		
		Queda total de árvores.				
		Mais de 15 viaturas danificadas.				
		Movimentações nas fundações e aparecimento de fendas.				
		Necessidade de obras para limpeza para reposição da normalidade.	Insignificante	1		
	Privados	Ameaça de queda de estores.			0,10	

Infiltrações nas fachadas.	Baixa	2
Coberturas com ameaça de queda de placas/telhas/oleados.	Média	3
Queda de estores.		
Ocorrências de curtos circuitos devido a humidade.	Alta	4
Queda total de placas/telhas/oleados.		
Janelas partidas.		
Alagamento de caixa de elevadores.		
Entrada de água pelo vão da porta principal.	Muito Alta	5
Movimentações nas fundações e aparecimento de fendas.		
Derrocada de fachadas.		
Necessidade de obras para limpeza para reposição da normalidade.		

ANEXO X – WORKFLOW

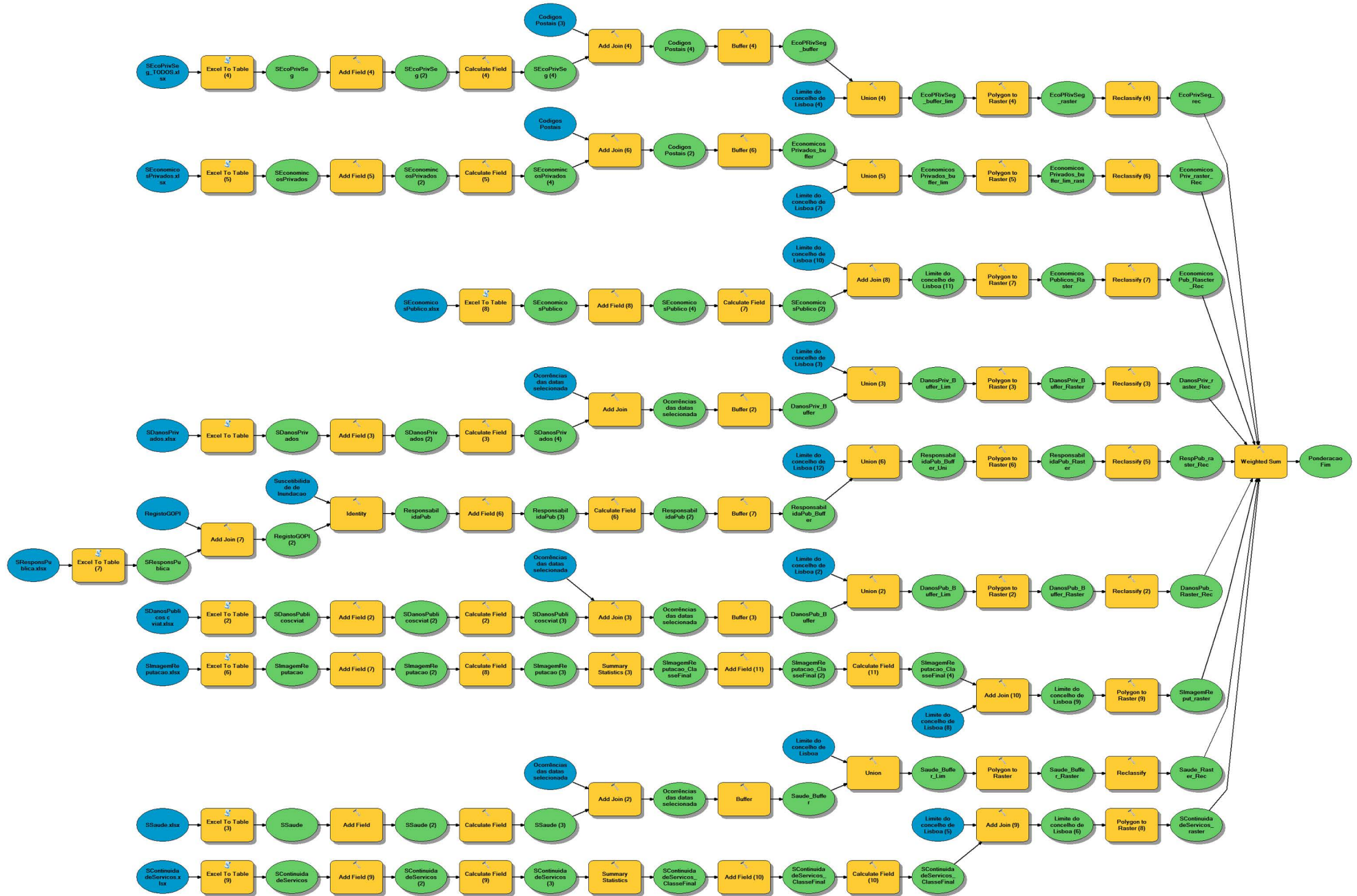


Figura 35 - Workflow

ANEXO XI – CÓDIGOS DE *PYTHON*

- Código para tabela da Saúde:

```
def Saude(NFeridos, NHospitalizacoes, NMortos):
    if (NFeridos > 10 or NHospitalizacoes > 5 or NMortos > 1):
        buffer = 15
        return buffer
    elif (NFeridos > 5 or NHospitalizacoes > 1 or NMortos == 1):
        buffer = 10
        return buffer
    elif (NFeridos > 1 or NHospitalizacoes == 1):
        buffer = 4
        return buffer
    elif (NFeridos == 1):
        buffer = 2
        return buffer
    elif (NFeridos == 0):
        buffer = 1
        return buffer
    else:
        buffer = 0
        return buffer
```

- Código para a tabela dos Económicos Privados

```
def EconomicosPrivados(VaAfect, CustosDanos):
    if (CustosDanos > 50000 or VaAfect > 15000):
        buffer = 15
        return buffer
    elif (CustosDanos > 20000 or VaAfect > 10000):
        buffer = 10
        return buffer
    elif (CustosDanos > 5000 or VaAfect > 5000):
        buffer = 4
        return buffer
    elif (CustosDanos > 0 or VaAfect > 0):
        buffer = 2
        return buffer
    elif (CustosDanos == 0 or VaAfect == 0):
        buffer = 1
        return buffer
    else:
        buffer = 0
        return buffer
```

- Código para a tabela dos Económicos Privados Seguros

```
def EcoPrivSeg(CP7, data, CustoSinistro):
    if (CustoSinistro > 25000):
        buffer = 25
        return buffer
    elif (CustoSinistro > 20000):
        buffer = 20
        return buffer
    elif (CustoSinistro > 15000):
        buffer = 15
        return buffer
    elif (CustoSinistro > 10000):
```

```

    buffer = 10
        return buffer
    elif (CustoSinistro > 5000):
    buffer = 5
        return buffer
    else:
    buffer = 0
        return buffer

```

- Código para a tabela dos Económicos Públicos

```
def EconomicosPublicos(Total):
```

```

    if (Total > 112500000):
        Classe = 5
        return Classe
    elif (Total > 187500000):
        Classe = 4
        return Classe
    elif (Total > 37500000):
        Classe = 3
        return Classe
    elif (Total > 375000):
        Classe = 2
        return Classe
    elif (Total == 0):
        Classe = 0
        return Classe
    else:
        Classe = 1
        return Classe

```

- Código para a tabela da Continuidade de serviços

```
def ContinuidadeServicos(CodigoSIG, Tipo, Interrupcao, Duracao):
```

```

    if (Duracao > 24):
        classe = 5
        return classe
    elif (Duracao > 12):
        classe = 4
        return classe
    elif (Duracao > 1):
        classe = 3
        return classe
    elif (Duracao > 0):
        classe = 4
        return classe
    elif (Interrupcao == 0):
        classe = 1
        return classe
    else:
        classe = 0
        return classe

```

- Código para a tabela da Responsabilidade Pública

```
def Responsabilidade(Classe_14):
```

```

    if (Classe_14 == "Muito Elevada"):
        buffer = 15
        return buffer

```



```

elif (Classe_14 == "Elevada"):
    buffer = 10
    return buffer
elif (Classe_14 == "Moderada"):
    buffer = 5
    return buffer
else:
    buffer = 0
    return buffer

```

- Código para a tabela da Imagem e reputação

```

def FiguraReputacao(Cod_SIG, Fonte, PrimeiraPagina, Npag, Data):
    if (Npag == "zero" or PrimeiraPagina == "NAO"):
        classe = 1
        return classe
    elif (Npag == "meia" or PrimeiraPagina == "NAO"):
        classe = 2
        return classe
    elif (Npag == "uma" or PrimeiraPagina == "Faixa_quadrado"):
        classe = 3
        return classe
    elif (Npag == "duas" or Npag == "tres" or PrimeiraPagina == "CENTRO"):
        classe = 4
        return classe
    elif (PrimeiraPagina == "INTEIRA" or Fonte == "Internacional"):
        classe = 5
        return classe
    else:
        classe = 0
        return classe

```

- Código para tabela dos Danos Públicos:

```

def DanosPub(Sarjetas, Viaturas, Infiltracao, Inundacao, BuracosVia, QuedaMuros, QuedaArvores, QuedaMU, ProbColet):
    if (Viaturas == "MtoAlto" or QuedaMU == "TOTAL"):
        buffer = 15
        return buffer
    elif (Viaturas == "Alto" or QuedaArvores == "TOTAL" or BuracosVia == "SIM" or QuedaMuros == "TOTAL"):
        buffer = 10
        return buffer
    elif (Viaturas == "Medio" or QuedaArvores == "PARCIAL" or QuedaMU == "AMEACA" or BuracosVia == "ABATIMENTO" or
Inundacao == "SIM"):
        buffer = 4
        return buffer
    elif (Viaturas == "Baixo" or Infiltracao == "SIM" or ProbColet == "SIM"):
        buffer = 2
        return buffer
    elif (Sarjetas == "SIM"):
        buffer = 1
        return buffer
    else:
        buffer = 0
        return buffer

```

- Código para tabela dos Danos Privados:

```
def DanosPriv(QuedaCober, QuedaFachada, QuedaComp, MovFund, QuedaEstores, Infiltracao, Inundacao, CurtoCircuito, Ralos):  
    if (QuedaCober == "TOTAL" or QuedaFachada == "SIM" or MovFund == "SIM"):  
        buffer = 15  
        return buffer  
    elif (Inundacao == "SIM" or QuedaComp == "TOTAL"):  
        buffer = 10  
        return buffer  
    elif (QuedaComp == "AMEACA" or CurtoCircuito == "SIM" or QuedaEstores == "TOTAL"):  
        buffer = 4  
        return buffer  
    elif (Infiltracao == "SIM"):  
        buffer = 2  
        return buffer  
    elif (QuedaEstores == "AMEACA" or Ralos == "SIM"):  
        buffer = 1  
        return buffer  
    else:  
        buffer = 0  
        return buffer
```

ANEXO XII- CONDIÇÕES PARA CLASSES

Tabela 14 - Condições para classes

Indicador	Classe	Condições de classes
Saúde	5	Nferidos > 10 OR Nhospitalizacoes > 5 OR Nmortos > 1
	4	Nferidos > 5 OR Nhospitalizacoes > 1
	3	Nferidos > 1 OR Nhospitalizacoes = 1
	2	Nferidos = 1 OR Nhospitalizacoes = 0
	1	Nferidos = 0
Económicos privados	5	CustosDanos > 50000 OR VaAfect > 15000
	4	CustosDanos > 20000 OR VaAfect > 10000
	3	CustosDanos > 5000 OR VaAfect > 5000
	2	CustosDanos > 0 OR VaAfect > 0
	1	CustosDanos = 0 OR VaAfect = 0
Económicos Privados Seguros	5	CustoSinitro ≤ 25000
	4	CustoSinitro ≤ 20000
	3	CustoSinitro ≤ 15000
	2	CustoSinitro ≤ 10000
	1	CustoSinitro ≤ 5000
Económicos públicos	5	Total > OCx0,15 OR Total > 112500000
	4	Total > OCx0,025 OR Total > 18750000
	3	Total > OCx0,005 OR Total > 3750000
	2	Total > OCx0,0005 OR Total > 375000
	1	Total ≤ OCx0,0005 OR 0 < Total ≤ 375000
Continuidade de serviços	5	Duracao > 24
	4	Duracao > 12
	3	Duracao > 1
	2	Duracao > 0
	1	Interrupcao = 0
Responsabilidade Económicos	5	GOPI em Classe Muito Elevada
	4	GOPI em Classe Elevada
	3	GOPI em Classe Moderada
	2	----
	1	----
Imagem e reputação	5	1Pagina = INTEIRA OR Fonte = Internacional
	4	Npag = duas OR Npag = tres OR PrimeiraPagina = CENTRO
	3	Npag = uma OR PrimeiraPagina = FAIXA/QUADRADO
	2	Npag = meia OR PrimeiraPagina = NAO
	1	Npag = zero OR PrimeiraPagina = NAO
Danos públicos	5	Viaturas = MtoAlto OR QuedaMU = TOTAL
	4	Viaturas = Alto OR QuedaArvores = TOTAL OR BuracosVia = SIM OR QuedaMuros = TOTAL
	3	Viaturas = Medio OR QuedaArvores = PARCIAL OR QuedaMU = AMEACA OR BuracosVia = ABATIMENTO OR Inundacao = SIM
	2	Viaturas = Baixo OR Infiltracao = SIM OR ProbColet = SIM
	1	Sarjetas = SIM
Danos privados	5	MovFund = SIM OR QuedaFachada = SIM OR QuedaCober = SIM
	4	Inundacao = SIM OR QuedaComp = TOTAL
	3	QuedaComp = AMEACA OR CurtoCircuito = SIM OR

	QuedaEstores = TOTAL
2	Infiltracao = SIM
1	QuedaEstores = AMEACA OR Ralos = SIM

ANEXO XIII - RESULTADO DOS INQUÉRITOS

Tabela 15 - Resultados do Inquérito

Morada	Tipo de alojamento	Tipologia do alojamento	Área do alojamento	Foi afetado por inundações no ano 2014/15?	Foi afetado por inundações nos últimos 5 anos?	Identifique o espaço afetado	Altura da água na rua	Altura da água no imóvel	Tipos de danos	Os danos podem ser avaliados em que valores?	Tem os seus bens segurados? Identifique o valor que tem segurado	Acionou o seguro?
Praça Professor Santos Andrea, Parque de Estacionamento	Estacionamento		1850	Não	Não						Mais de 100000 euros	Não
Rua do Montepio Geral, 36 A, 1500-465 Lisboa	Serviços	T0		Não	Não						Até 25000 euros	Não
Estrada de Benfica 401C	Comércio			Não	Não						Até 25000 euros	
Estrada de Benfica 403	Comércio		260		Sim	Loja	40cm	1cm	Mobiliário e/ou eletrodomésticos estragados	Até 1000 euros	Até 50000 euros	Não
Estrada de Benfica 405AA	Comércio		200	Não	Não							
Estrada de Benfica 405B	Comércio		140	Não	Não						Até 100000 euros	
Estrada de Benfica 407B	Comércio		80	Sim	Não	Loja			Pavimento danificado	Até 5000 euros	Até 25000 euros	Sim
Estrada de Benfica 409	Comércio		20	Não	Não						Até 100000 euros	
Rua do Montepio Geral 34 A	Comércio		20	Não	Não						Até 5000 euros	
Estrada de Benfica 460A	Comércio			Não	Não							
Estrada de Benfica 460 D	Serviços	Maior que T5	300	Sim	Sim	Loja	20cm	50cm	Rebentamento de coletores de esgotos, Mobiliário e/ou eletrodomésticos	Até 5000 euros	Até 100000 euros	Não

Estrada de Benfca 462A	Comércio	Maior que T5	Sim	Sim	Caves	50cm	estragados, Pavimento danificado	Rebentamento de coletores de esgotos, Danos na instalação elétrica, Mobiliário e/ou eletrodomésticos estragados, Pavimento danificado	Até 5000 euros	Sim
Estrada de Benfca 462C	Comércio		Sim		Loja	20cm	5cm			Não
Estrada de Benfca 462E	Comércio									
Praça Professor Santos Andrea, 2B	Comércio	45	Não	Não						
Rua Mestre Lima Freitas 9A	Comércio	60	Não							
Estrada de Benfca 460B	Comércio	50	Não	Não					Até 50000 euros	Não
Estrada de Benfca 480A	Comércio	100	Não						Mais de 100000 euros	
Estrada de Benfca 474A	Serviços								Até 25000 euros	
Estrada de Benfca 468A	Comércio	15	Sim	Sim	Loja	20cm		Mobiliário e/ou eletrodomésticos estragados	Até 5000 euros	Sim
Estrada de Benfca 523A	Comércio	200	Não	Não					Mais de 100000 euros	
Estrada de Benfca 521B	Comércio	T0	250	Não	Não				Até 25000 euros	Não
Praça Professor Santos Andrea 18A	Comércio		230	Não	Não				Até 25000 euros	Não

Tabela 16 - Resultados dos Inquéritos *Online*

Código postal	Tipo de fração	Tipo	Tipologia	Área do total (em metros quadrados)	Nos últimos 5 anos, foi afetado por chuvas intensas?	Espaço afetado	Altura que a água atingiu, dentro do alojamento	Tipo de danos	Os danos podem ser avaliados em que valores	Sabe o valor do seu alojamento e dos seus bens?	Se tem seguro, acionou-o?
1050	Pisos Superiores	Habitação	T3	250	Não						Não
1500	Pisos Superiores	Habitação	T2		Não						
1500	Fracção térrea	Comércio	T0		Sim	Loja		Mobiliário e/ou eletrodomésticos estragados, Pavimento Danificado			Não
1900	Pisos Superiores	Habitação	T4		Não						
1000-011	Pisos Superiores	Habitação	T3	114	Não						
1150-217	Pisos Superiores	Habitação	T3		Não						
1170-027	Pisos Superiores	Habitação	T3	80	Não						
1200-104	Pisos Superiores	Habitação	T1	60	Não						
1250-185	Pisos Superiores	Habitação	T2		Sim	Casa	3cm	Rotura de tubagens	Até 1000 €		Sim
1300-254	Pisos Superiores	Habitação	T2	40	Sim					Até 100000€	Sim
1300-011	Fracção térrea	Habitação	T1	60	Não	Casa		Rotura de esgotos, Mobiliário e/ou eletrodomésticos estragados, Pavimento Danificado	Até 1000 €	Até 5000 €	Sim
1300-254	Pisos Superiores	Habitação	T3		Não						Não
1350-010	Pisos Superiores	Habitação	T4		Não						
1500-000	Fracção térrea	Comércio	Loja		Não						
1500-040	Pisos Superiores	Habitação, Estacionamento/ Cave	T2	90	Não						

1500-072	Pisos Superiores	Habitação	T2		Sim	Casa	Vidros partidos			Não
1500-131	Pisos Superiores	Habitação	T2		Não	Casa		Até 50000€		Não
1500-239	Pisos Superiores	Habitação	T2	50	Não					Não
1500-248	Pisos Superiores	Habitação	T3, Garagem/Cave		Sim	Caves	Diversos	Até 1000 €	Mais de 100000€	Não
1500-260	Pisos Superiores	Habitação	T2	80	Não					
1500-273	Pisos Superiores	Habitação	T2		Não					
1500-389	Pisos Superiores	Habitação	T2	72	Não					Não
1500-431	Pisos Superiores	Habitação	T3	120	Não					
1500-442	Pisos Superiores	Habitação	T3		Não					
1500-442	Pisos Superiores	Habitação	T3	90					Mais de 100000€	
1500-518	Pisos Superiores	Habitação	T5 ou superior		Não			Até 100000€		Não
1500-899	Pisos Superiores	Habitação	T3		Não			Até 50000€		Não
1500-901	Pisos Superiores	Habitação	T4	120	Não					
1600-416	Pisos Superiores	Habitação	T3	100	Não				Mais de 100000€	Não
1600-416	Pisos Superiores	Habitação	T3	134	Não				Até 50000€	
1600-621	Pisos Superiores	Habitação	T2		Não					
1600-621	Pisos Superiores	Habitação	T2		Não			Até 25000€		Não
1600-621	Pisos Superiores	Habitação	T4	90	Não					
1600-844	Fração térrea	Habitação	T3		Não					
1675-180	Pisos Superiores	Habitação	T1	64	Não					
1675-284	Fração térrea	Habitação	T5 ou superior	250	Não					
1800-000	Pisos Superiores	Habitação	T2		Não					Não
1800-136	Pisos Superiores	Habitação	T2	75	Não					

1900-217	Pisos Superiores	Habitação	T4		Não						
1950-053	Pisos Superiores	Habitação	T3	82	Sim	Caves	50cm	Rotura de esgotos	Até 1000 €		Não
1900-266	Pisos Superiores	Habitação	T2	70	Não					Mais de 100000€	Não

ANEXO XIV – OUTPUTS DO WORKFLOW

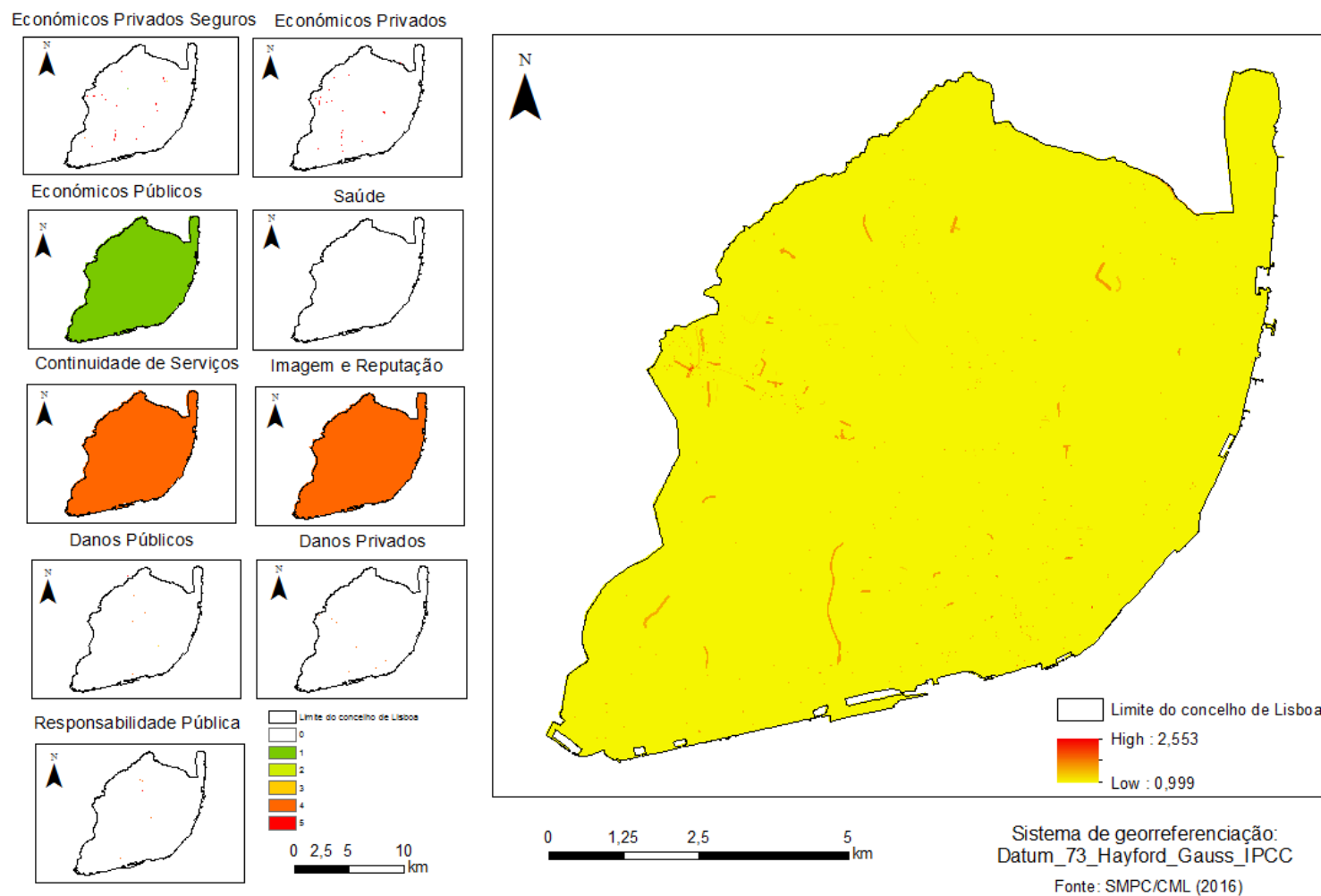


Figura 36 - Resultados do teste 1

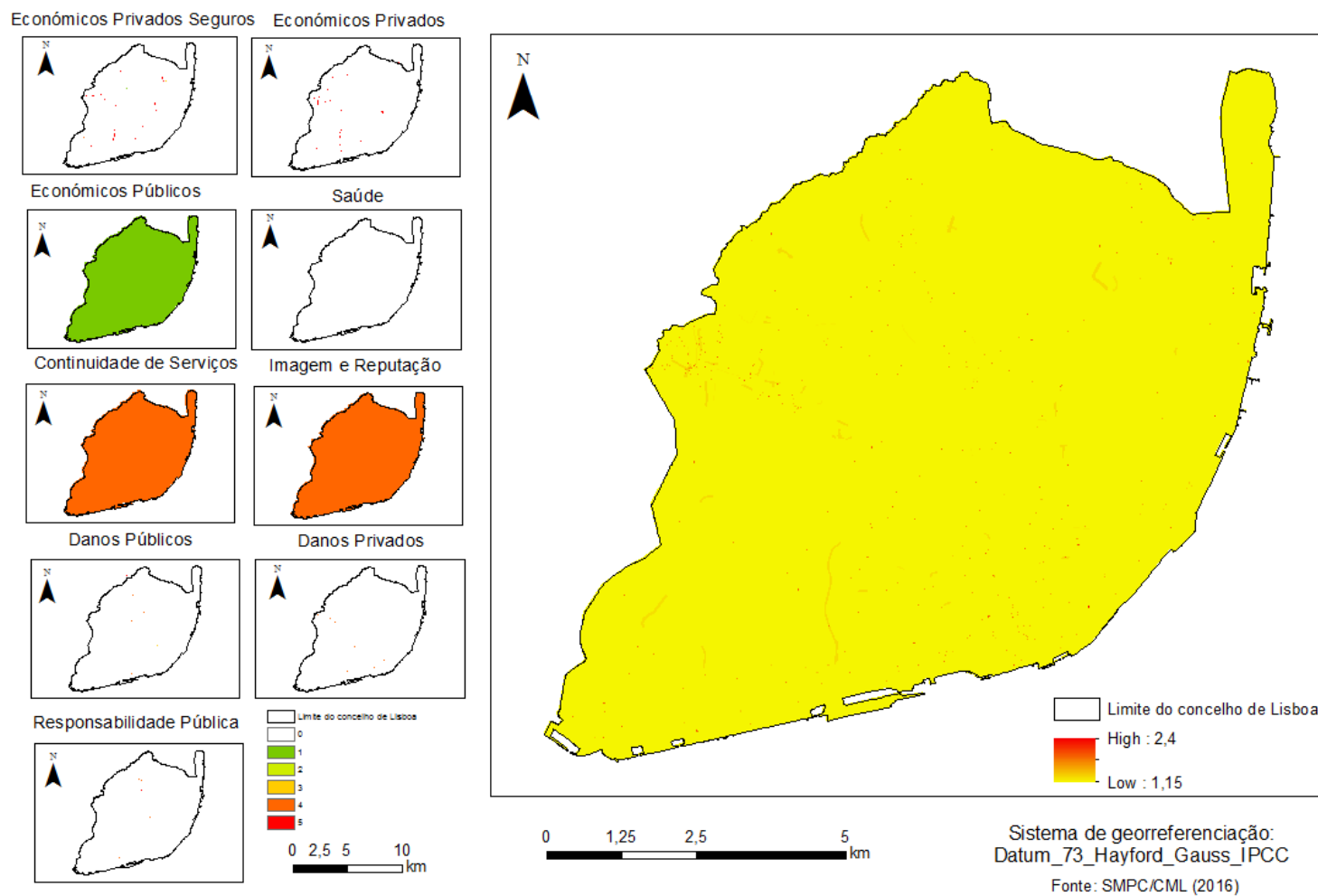


Figura 37 - Resultados do teste 2

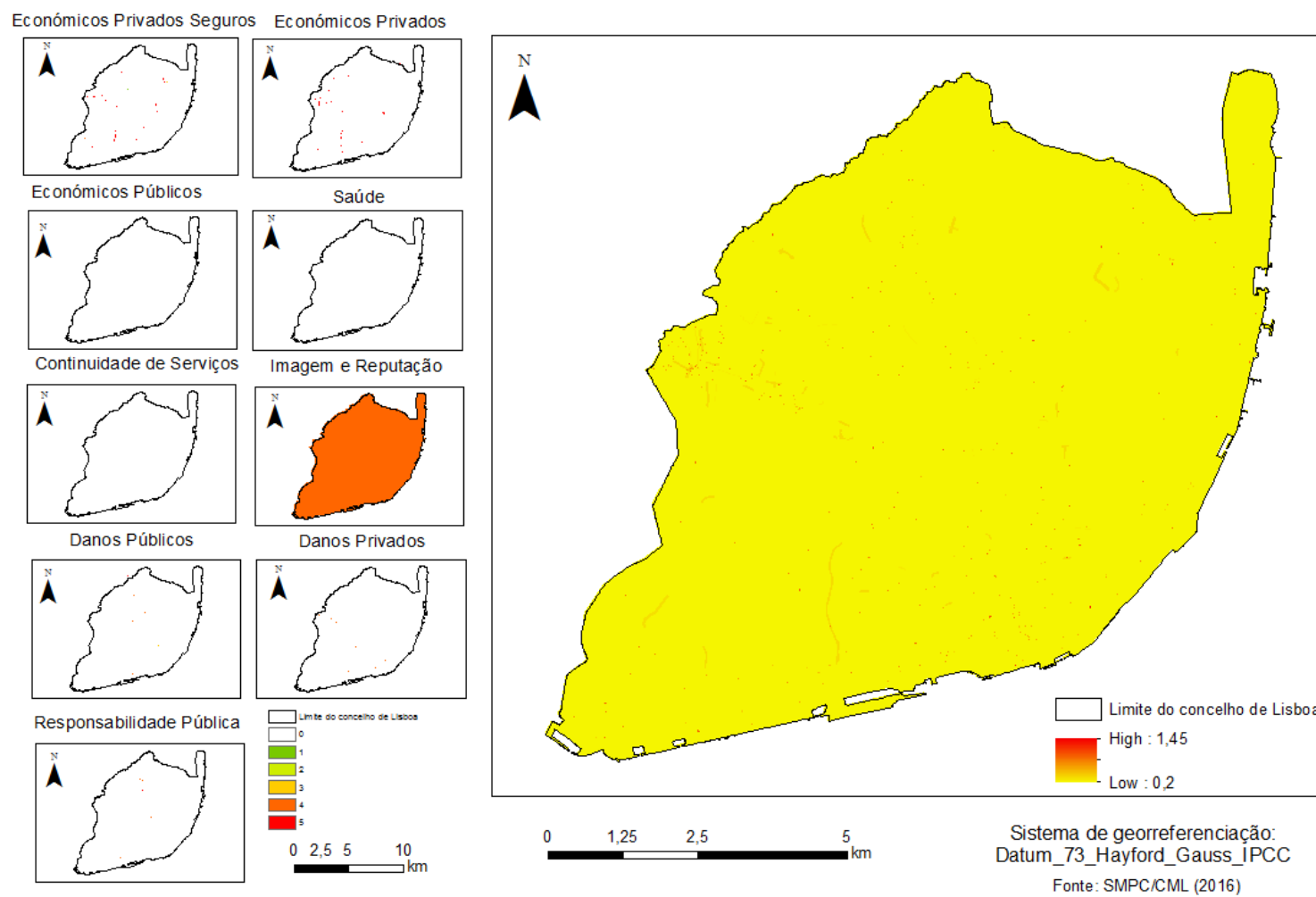


Figura 38 - Resultados do teste 3

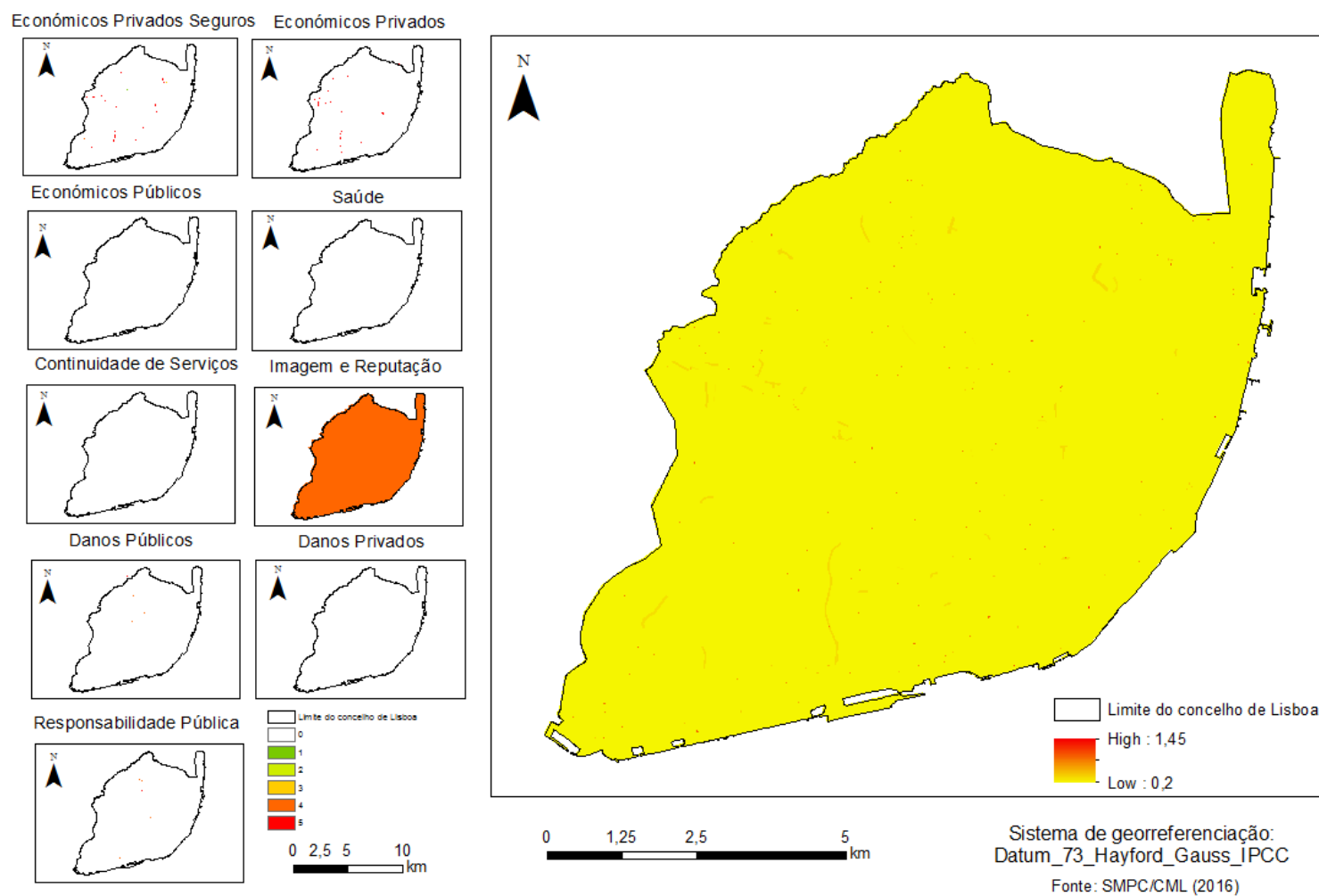


Figura 39 - Resultados do teste 4

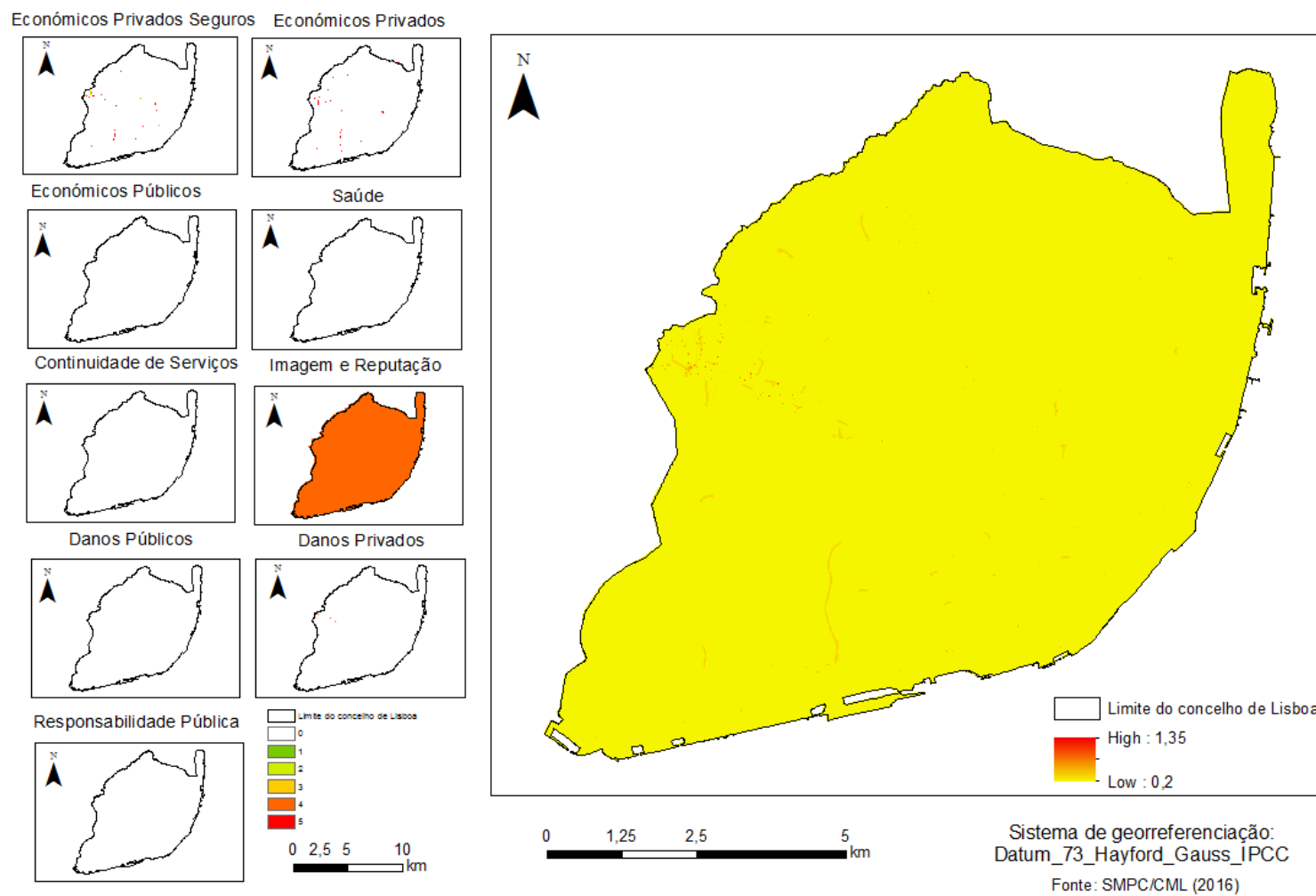


Figura 40 - Resultados do teste 5

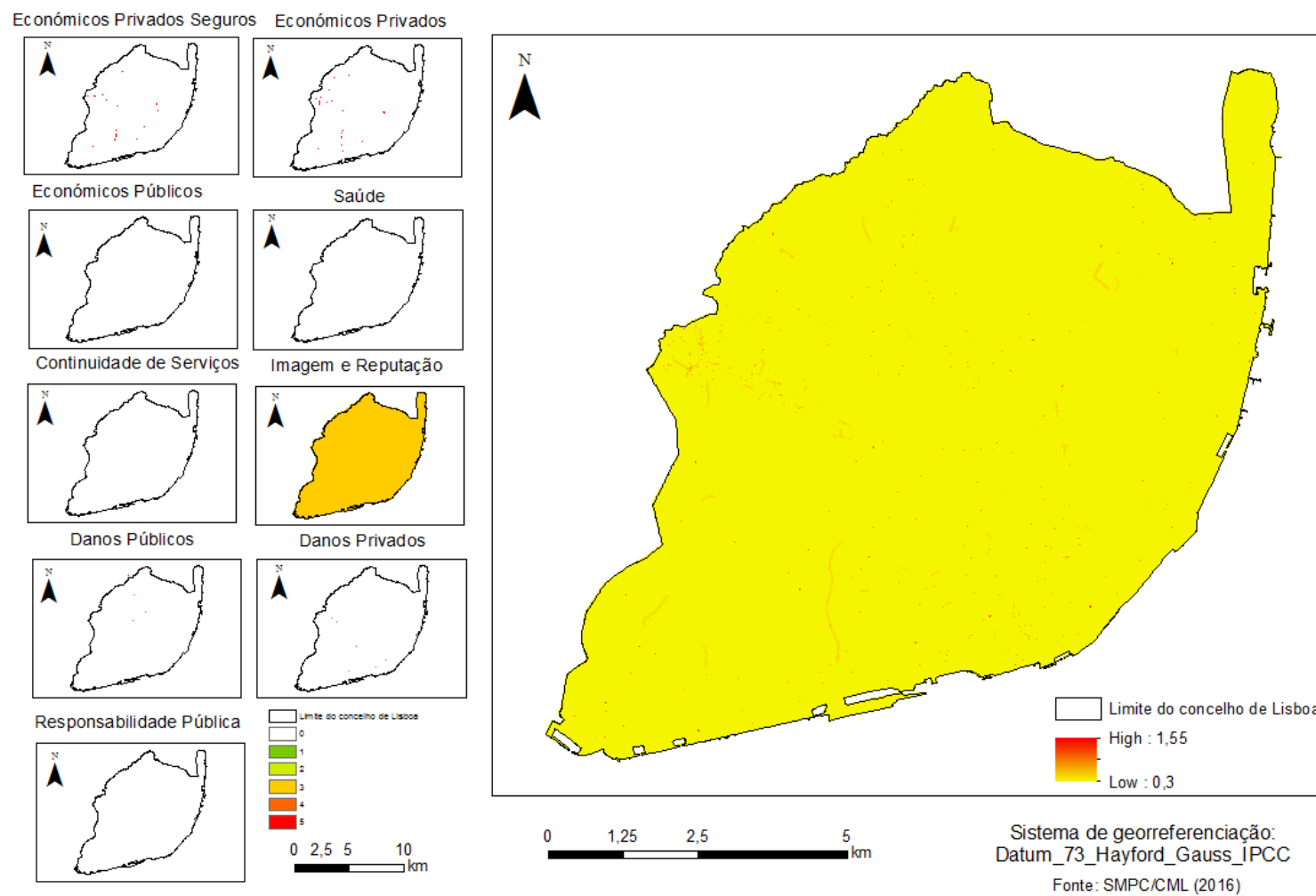


Figura 41 - Resultados do teste 6

ANEXO XV – TERMINOLOGIA ASSOCIADA À ACB E IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS

(Flood-CBA, 2014 e PREPARED, 2011, 2012, 2013)

Análise de risco – processo de compreender a natureza do risco e determinar o nível de risco. A análise de risco fornece as bases para a avaliação de risco e para as decisões sobre as medidas a tomar para mitigar ou resolver os mesmos.

Área de intervenção – área afetada pelo evento de inundação, tanto direta como indiretamente.

Consequência – é o resultado de um evento que afeta os objetivos, pode ter efeitos positivos ou negativos e ser expressa qualitativamente ou quantitativamente.

Danos Diretos – danos que resultam do contacto físico com as águas das cheias.

Danos Indiretos – danos que se podem estender além da planície aluvial, e que podem provocar perturbações nas redes de transportes, gás, água, eletricidade e telecomunicações.

Evento - ocorrência ou mudança particular de um conjunto de circunstâncias. Um evento pode ser mais que uma ocorrência, pode ter inúmeras causas e consistir em algo não acontecer. Pode ser referido também como “acidente” ou “incidente”, sendo que o último é um evento sem consequências.

Exposição – medida em que uma organização ou sujeito está submetido a um evento.

Fator de risco – algo que pode ter efeito nos níveis de risco, provocando alterações na probabilidade ou consequências de um evento. São frequentemente causas que podem ser trabalhadas como medidas de redução dos riscos. Tipicamente dividem-se em três grupos: fatores humanos, fatores ambientais e fatores estruturais (equipamentos e infraestruturas).

Fonte de risco - elemento que isolado ou combinado com outros tem um potencial intrínseco para causar risco. A fonte de risco pode ser tangível ou intangível e é onde os potenciais eventos perigosos começam.

Plano – termo utilizado não só para se referir ao plano de engenharia (que inclui engenharia estrutural para reduzir o risco de inundação ou erosão) mas também para se referir às alternativas não-estruturais (avisos de inundação; respostas de emergência; ordenamento de território; etc...) (*op.cit.*).

Perigo – fonte potencial de dano, pode ser uma fonte de risco.

Risco – efeito da incerteza nos objetivos, pode refletir-se numa mudança positiva ou negativa, em relação ao esperado. Os riscos são, frequentemente, caracterizados fazendo referência aos eventos e consequências, ou à combinação dos mesmos.

Risco residual – risco que se mantém após medidas de tratamento.

Risk assessment – processo de identificação, análise e avaliação de risco.

Risk evaluation – processo de comparação resultados da análise de riscos com os critérios de riscos para determinar quais os riscos e/ou se a sua magnitude é aceitável ou tolerável.