

**Classificação de resiliência para edifícios de uso coletivo
contra riscos naturais e antrópicos**

João Garcia Rodrigues

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientador: Professor Doutor Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Orientadora: Doutora Maria João Serpa da Lança Falcão da Silva

Júri

Presidente: Professor Doutor José Alexandre de Brito Aleixo Bogas

Orientador: Professor Doutor Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Vogal: Doutora Ana Filipa das Neves Rodrigues Marques Couto Salvado

Maio de 2022

Declaração

Declaro que o presente trabalho é um documento original da minha autoria e que cumpre todos os requisitos do Código de Conduta e Boas Práticas da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Gostaria de estender os meus agradecimentos por toda a paciência, disponibilidade e apoio fornecido durante esta etapa ao meu orientador Dr. Nuno Marques de Almeida, à minha coorientadora Dra. Maria João Falcão da Silva.

Agradecer ao LNEC o acolhimento sob a forma de estágio e as facilidades de acesso à biblioteca e instalações.

Ao Eng.º Seyed Rezvani (IST), Eng^a Cláudia Pinto (CML), Eng^a Susana Geraldes (CML), Eng.º Paulo Agostinho (CML), Dra. Mónica Amaral Ferreira (IST), Dr. Rui Carrilho Gomes (IST) e Eng.º Filipe Ribeiro (LNEC) pela ajuda prestada no desenvolvimento deste trabalho e artigo decorrente do mesmo, sob a forma de opiniões que auxiliaram a orientação do trabalho e disponibilização de informações que permitiram a criação da base de dados dos casos de estudo.

Igualmente agradeço à minha família e amigos pelo apoio incondicional desde o início da minha formação académica, e em especial à minha avó que infelizmente não pôde presenciar a sua conclusão.

Resumo

Ameaçadas pelo paradigma global das alterações climáticas, as infraestruturas tornam-se cada vez mais vulneráveis devido à frequência e intensidade dos fenómenos naturais. Até 2050, prevê-se que dois terços da população estarão estabelecidos em zonas urbanas, agravando a sua vulnerabilidade.

A resiliência dos ativos construídos tem atraído cada vez mais o interesse de vários interessados, incluindo profissionais de engenharia de diferentes áreas, cientistas, organismos de normalização, investidores e instituições financeiras, agências reguladoras, diferentes grupos de utilizadores, bem como serviços administrativos nacionais e regionais. Esta atenção crescente motivou o desenvolvimento de métodos para classificar a resiliência dos ativos construídos, para identificar vulnerabilidades e estabelecer prioridades de investimento, aumentando a sua resiliência face a eventos extremos ou outros tipos de riscos.

O presente trabalho baseia-se num sistema previamente desenvolvido, composto por dimensões, indicadores e parâmetros que englobam o edifício, bem como a sua exposição a catástrofes naturais e antropológicas, e a sua relação com a comunidade e os seus utilizadores. Os resultados deste desenvolvimento são a criação de mais de 20 novos parâmetros, 2 novos indicadores, e a reformulação dos critérios de avaliação preexistentes.

Os ativos analisados neste estudo são categorizados como de uso coletivo. A amostra é composta por 55 escolas localizadas e pertencentes à Câmara Municipal de Lisboa, dispersas por 24 das 25 freguesias. Os resultados da classificação são analisados utilizando software SPSS que recorre a correlações bivariadas de Pearson, agrupamento, e técnicas de regressão.

Assim, o sistema apresenta-se como uma relevante ferramenta para identificar vulnerabilidades, mas não para propor soluções.

Palavras-chave: Resiliência; resiliência urbana; ativos construídos; gestão de ativos; sustentabilidade; redução do risco de desastres.

Abstract

Threatened by the global paradigm of climate change, infrastructures are rendered increasingly vulnerable by the frequency and intensity of natural phenomena. By 2050, it is projected that two thirds of the population will be established in urban areas, exacerbating their vulnerability.

The resilience of built assets has increasingly attracted the interest of various stakeholders, including engineering professionals from different areas, scientists, standardisation bodies, investors and financial institutions, regulatory agencies, different user groups, as well as national and regional administrative services. This growing attention has motivated the development of methods for classifying the resilience of built assets, to identify vulnerabilities and establish investment priorities, to increase their resilience when facing extreme events or other risks.

The present work builds on a previously developed system composed of dimensions, indicators and parameters that encompass the building envelope, as well as the building's exposure to natural and anthropologic related disasters, and its relationship with the community and its users. The outcomes of this development are the creation of more than 20 new parameters, 2 new indicators, and reformulation of existing evaluation criteria.

The assets analysed in this study are categorised as collective use. The sample is composed of 55 schools located in and owned by the Lisbon Municipality, dispersed throughout 24 of the 25 parishes. The results of the classification are analysed using SPSS software recurring to Pearson bivariate correlations, clustering, and regression techniques.

As is, the system poses as a great tool to identify vulnerabilities of assets, but not to propose solutions.

Keywords: Resilience; urban resilience; built assets; asset management; sustainability; disaster risk reduction.

Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo	V
Abstract.....	VII
Índice de Figuras	XI
Índice de Tabelas	XII
Índice de Equações	XIII
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento e motivação.....	1
1.2. Âmbito e objetivos da dissertação.....	3
1.3. Metodologia e estrutura.....	4
2. Revisão de conhecimentos	6
2.1. Riscos naturais e antrópicos	6
2.1.1. Riscos de desastres.....	6
2.2. Resiliência de edifícios de uso coletivo.....	10
2.2.1. Edifícios de uso coletivo	10
2.2.2. Resiliência	11
2.2.3. Gestão de ativos	13
2.2.4. Enquadramento estratégico e normativo	17
3. Iniciativas sobre resiliência urbana	21
3.1. Iniciativas internacionais.....	21
3.1.1. Plano de resiliência do Vale Katmandu	21
3.1.2. Índice australiano de risco de desastre natural.....	23
3.1.3. Quadro de ação australiano para a redução de desastre.....	24
3.1.4. Nature-Based Solutions for Urban Resilience (NBS).....	26
3.2. Iniciativas nacionais	29
3.2.1. Plano de recuperação e resiliência	29
3.2.2. Projetos desenvolvidos pela Câmara Municipal de Lisboa.....	30
4. Classificação de resiliência	35
4.1. Estudos prévios.....	35
4.2. Proposta para sistema de Classificação de Resiliência Português (SCRP 1.0).....	37
4.3. Revisão e expansão da proposta para SCRP	39
4.3.1. Dimensão Ambiental	39
4.3.2. Dimensão Económico-financeira	41
4.3.3. Dimensão Organizacional	42
4.3.4. Dimensão Social.....	43
4.3.5. Dimensão Técnica.....	43
5. Implementação do sistema de classificação de resiliência	51
5.1. Caso de Estudo 1 – 4 Edifícios de uso coletivo (escritórios)	51
5.2. 55 Edifícios escolares de propriedade pública	54
5.3. Análise estatística dos resultados obtidos	63

5.3.1.	Correlação bivariada Pearson.....	63
5.3.2.	Análise de classificação por cluster	65
5.3.3.	Modelação linear automática.....	69
5.3.4.	Regressão linear	70
5.3.5.	Análise de sensibilidade	72
6.	Conclusões e desenvolvimentos futuros	77
6.1.	Conclusões	77
6.2.	Limitações do estudo	77
6.3.	Desenvolvimentos futuros	78
Referências	.....	80
Publicações escritas	.....	80
Documentos normativos.....	.....	87
Páginas web .....	.....	88
Anexos	.....	92
I – Carta de classificação dos solos tipo EC8 .....	.....	92
II – PDM riscos naturais e antrópicos I.....	.....	93
III – Proposta de expansão do SCRP .....	.....	94
IV – Edifícios escolares de propriedade pública.....	.....	99
V – Classificações por parâmetro dos edifícios escolares .....	.....	104
VI – Resultados obtidos por correlação bivariável Pearson.....	.....	107

Índice de Figuras

Figura 1 - Estrutura de organização da dissertação.	4
Figura 2 – Exemplos de NbS	28
Figura 3 – Metodologia resiliente	43
Figura 4 – Irregularidades num edifício que resultam na criação de soft storeys	45
Figura 5 – Mecanismo de colapso de um soft storey	45
Figura 6 – Comparação da classificação por dimensão dos EUC de teste	52
Figura 7 – Comparação da classificação por indicador dos EUC de teste	54
Figura 8 – Distribuição por freguesia dos estabelecimentos de ensino públicos objeto de estudo.	56
Figura 9 - Distribuição das épocas construtivas dos objetos de estudo.....	56
Figura 10 - Distribuição da tipologia dos sistemas estruturais dos objetos de estudo.....	57
Figura 11 - Distribuição da amostra por número de pisos elevados.	57
Figura 12 - Dispersão das classificações totais de resiliência dos objetos de estudo.....	59
Figura 13 – Classificação final da resiliência dos edifícios escolares, por dimensão.	59
Figura 14 - Classificação final da resiliência dos edifícios escolares, por indicadores.....	60
Figura 15 – Classificação final de D1 para os edifícios escolares, por parâmetro.	61
Figura 16 - Classificações final por dimensões: a) D2; b) D3; c) D4.....	62
Figura 17 – Classificação final do D5 para os edifícios escolares, por parâmetro.	62
Figura 18 - Correlação Pearson entre Indicadores.	63
Figura 19 - Representação gráfica dos P determinantes para a modelação.....	69
Figura 20 - Representação gráfica dos I determinantes para a modelação.	70
Figura 21 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores aos riscos relacionados com os sismos.	73
Figura 22 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores afetos ao risco de incêndio.....	74
Figura 23 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores afetos ao risco de inundação.	74
Figura 24 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores afetos ao risco de tsunamis e efeito de maré.	75
Figura 25 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores afetos à conservação e acessibilidade.....	76

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Descrição dos temas abrangidos pelo índice de risco de desastre natural australiano.....	24
Tabela 2 - Vetores base e respetivo enquadramento do projeto ReSist.....	32
Tabela 3 – Atributos da resiliência urbana	36
Tabela 4 – Princípios da resiliência urbana.....	37
Tabela 5 - Propostas de expansão afetas ao indicador I1 - Sismo.....	40
Tabela 6 - Propostas de expansão afetas ao indicador I5 – Deslizamento de terras.....	41
Tabela 7 - Propostas de expansão afetas ao indicador I7 – Implicações financeiras e estratégicas.....	41
Tabela 8 - Propostas de expansão afetas ao indicador I9 – Organização externa.....	42
Tabela 9 - Propostas de expansão afetas ao indicador I11 – Responsabilidade social.....	43
Tabela 10 - Propostas de expansão afetas aos indicadores I12 – Conservação, I13 – Acessibilidade e I14 – Segurança sísmica do edifício.....	45
Tabela 11 - Propostas de expansão afetas ao indicador I15 – segurança do edifício contra incêndios.....	46
Tabela 12 - Propostas de expansão afetas ao indicador I16 – Segurança do edifício contra inundações.....	47
Tabela 13 - Propostas de expansão afetas aos indicadores I17 – segurança do edifício contra tsunamis e I18 – segurança do edifício contra deslizamentos de terras.....	48
Tabela 14 - Classificação das dimensões por caso de estudo	52
Tabela 15 - Classificação dos indicadores por caso de estudo	53
Tabela 16 - Estabelecimentos de ensino de avaliados e respetivos agrupamentos em que estão inseridos e códigos de identificação no presente estudo.....	55
Tabela 17 - Classificação das Esc1 a 10.....	58
Tabela 18 - Distribuição pelos clusters dos edifícios (CL1).....	65
Tabela 19 - Tabela ANOVA correspondente ao CL1.....	66
Tabela 20 - Distâncias finais dos centros dos clusters (CL1).....	66
Tabela 21 - Distribuição pelos clusters dos edifícios (CL2).....	67
Tabela 22 - Tabela ANOVA correspondente ao CL2.....	67
Tabela 23 - Distâncias finais dos centros dos clusters (CL2).....	67
Tabela 24 - Distribuição pelos clusters dos edifícios (CL3).....	68
Tabela 25 - Tabela ANOVA correspondente ao CL3.....	68
Tabela 26 - Distâncias finais dos centros dos clusters (CL3).....	68
Tabela 27 - Resumo do modelo da regressão linear.....	71
Tabela 28 - Tabela ANOVA correspondente à regressão linear.	71

Tabela 29 - Tabela de coeficientes resultantes da regressão linear.....	71
---	----

Índice de Equações

Equação 1 - Formula de cálculo de T com base nos resultados obtidos por regressão linear.	71
--	----

Equação 2 - Cálculo de T com base nas classificações dos indicadores.	72
--	----

1. Introdução

1.1. Enquadramento e motivação

O ritmo indiscutível das alterações climáticas expressa-se num aumento substancial da frequência e intensidade de desastres naturais resultando no aumento da vulnerabilidade das zonas urbanas através da produção de alterações muito consideráveis a nível económico, físico e social, provocando grandes vagas de deslocação de população. Os movimentos em massa de população referidos, em especial, têm repercussões negativas não só nas infraestruturas, mas também no ambiente urbano, no mercado de trabalho e na coesão comunitária, quer sejam resultantes da rápida urbanização, dos desastres naturais ou de conflitos armados. Por forma de evitar o aparecimento de crises económicas prolongadas e a polarização social, o que resulta na criação de extensas áreas urbanas com organização deficiente torna-se cada vez mais importante alinhar o conceito de urbanização com o conceito de desenvolvimento sustentável (UN Habitat, 2017; Satterthwaite, 2018).

Tendo por base projeções que registam que em 2050 cerca de dois terços da população mundial estará estabelecida em áreas urbanas, as consequências exacerbadas da ocorrência de desastre nestas zonas requer medidas que permitam a sua mitigação. É neste contexto que a ideologia de promoção da resiliência urbana tem ganho cada vez mais atração nos últimos anos. Dados de 2020 afirmam que na década anterior os desastres resultantes da ocorrência de eventos climáticos extremos foram responsáveis pela perda de mais de 1 milhão de vidas, afetaram mais de 2.5 mil milhões de pessoas e causaram perdas económicas avaliadas de mais de \$1 bilião (ISO/TR 22370:2020).

Com origem na ecologia, o termo resiliência encontra-se hoje adaptado à literatura das mais diversas áreas, porém, na sua essência, o consenso é que representa a capacidade de um sistema resistir a um choque, mantendo-se operacional, ajustando-se de modo a absorver essa alteração inesperada (Davoudi *et al.*, 2012a; Davoudi *et al.*, 2012b). A incerteza vivida na atualidade, intensificada por fatores como: i) eventos naturais extremos, cuja frequência segue uma tendência crescente por via das alterações climáticas; ii) as ameaças terroristas; iii) as crises económicas; iv) a globalização e a crescente densidade populacional nos centros urbanos; traduzem-se em fatores de risco que evidenciam a importância acrescida do tema da resiliência (ISO/TR 22845:2020).

É, assim, cada vez mais importante reforçar os sistemas constituintes da sociedade (infraestruturas, sistemas de transporte, economia, serviços sociais, governança, sistemas de saúde, etc.) de modo a prepará-los para eventuais choques evitando possíveis impactos e mitigando efeitos nefastos, para que seja possível garantir um futuro melhor e cada vez mais sustentável. A promoção da resiliência apresenta-se como uma solução para os diferentes paradigmas apresentados no desenvolvimento urbano, possibilitando a redução de riscos incrementando as capacidades dos sistemas, endereçando vulnerabilidades, assim suportando respostas efetivas e cientes do futuro (ISO/TR 22370:2020; Sajjad *et al.*, 2021).

As zonas urbanas são responsáveis pela maior parte das emissões de gases de estufa e a projeção da sua escala futura amplifica a complexidade dos seus sistemas bem como a sua vulnerabilidade, pelo que se constituem como zonas críticas para a eficácia da resposta e gestão das alterações climáticas. Assim sendo, apresentam elevadas oportunidades de intervenção visadas pelas agendas de desenvolvimento global que procuram alinhar as ações climáticas com um desenvolvimento urbano sustentável (UN Habitat, 2018a).

Tendo em conta os objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas (SDGs – Sustainable Development Goals) e os compromissos globais relativos às alterações climáticas, tais como o acordo de Paris e o quadro de ação de Sendai, abordados em maior detalhe mais à frente, verifica-se que a promoção da resiliência é vista como um caminho da maior relevância para a criação de um futuro sustentável que permita endereçar os problemas presentes e preparar os problemas futuros, evitando um processo cíclico de procura de soluções para problemas que poderiam ter sido evitados com o planeamento adequado (Flood *et al.*, 2022).

Não obstante os obstáculos prevalentes na sociedade, torna-se impossível ignorar as repercussões que têm sobre a resiliência as catástrofes naturais ou as infligidas pelo Homem, como é o caso das crises pandémicas designadamente a, recentemente, causada pela Covid-19 e pelos *shutdowns* e sucessivos *lockdowns*, adotados como medidas de prevenção da disseminação da doença (Das *et al.*, 2022). Com a introdução das vacinas, o pico da crise de saúde pública já terá sido muito possivelmente ultrapassado todavia, a globalidade da sua escala e transversalidade pelos diferentes sistemas constituintes da sociedade afetados, implicam que os efeitos desta crise continuem a ser sentidos a longo prazo. A falta de precedentes da situação vivida constitui um obstáculo à previsão das suas consequências futuras (Majeed *et al.*, 2021; Vellore e Parman, 2021).

Deste modo, a incidência sobre crises históricas, tanto pandémicas como económicas, toma uma relevância elevada. A análise da evidência histórica permite estabelecer analogias com a presente crise e antecipar alguns dos seus potenciais efeitos a longo prazo (Vellore e Parman, 2021), de modo que seja possível solucioná-los ou mitigar os seus efeitos e, assim, tornar os sistemas mais resilientes.

Esta dissertação incide sobre o tema da resiliência do ambiente construído como filosofia de gestão de risco em situação de catástrofe, focando-se nos riscos acrescidos pelas alterações climáticas e a sua influência na intensidade e na frequência de eventos climáticos catastróficos, bem como em riscos antrópicos relacionados com o crescimento da população e dos centros urbanos. Neste sentido, procura identificar os riscos a que o ambiente construído se encontra exposto com o objetivo da sua mitigação, tendo presente que é impossível erradicá-los na sua totalidade (Renschler *et al.*, 2010).

1.2. Âmbito e objetivos da dissertação

A dissertação desenvolvida baseia-se no sistema de classificação de resiliência proposto e desenvolvido em investigação anterior (Duarte, 2021) e no relatório técnico internacional ISO/TR 22845 (2020) que se debruça sobre a resiliência de ativos construídos e obras de engenharia civil.

Em termos gerais, com a presente dissertação, pretende-se desenvolver uma expansão do sistema de classificação da resiliência previamente proposto por Duarte (2021) que forneça largas contribuições para a necessidade crítica de alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela ONU, dada a crescente importância adquirida da resiliência de ativos construídos face aos impactos dos mais diversos desastres naturais com origens naturais e antrópicas e validá-lo para diferentes ativos construídos, em fase de utilização, tendo em conta os riscos naturais mais relevantes em Portugal ou em outros países que apresentem características análogas. O sistema holístico desenvolvido pretende avaliar múltiplas dimensões do edifício com vista ao seu melhor funcionamento e desempenho.

Em termos de objetivos específicos pretende-se com a dissertação apresentada: i) Uma revisão crítica da primeira iteração do sistema com base na revisão dos documentos normativos consultados, integração de novas normas e revisão dos trabalhos desenvolvidos posteriormente à sua criação. A análise abrange as dimensões, indicadores e parâmetros idealizados e procura entender a sua relevância com base nos desenvolvimentos científicos; ii) uma expansão do sistema devidamente fundamentada que envolve proposta de novos indicadores e parâmetros, bem como reformulação de critérios de avaliação e denominações; iii) a validação e calibração do sistema pela análise de casos de estudo, através da aplicação do sistema expandido e melhorado e da validação por análise crítica e estatística dos resultados obtidos.

Pretende-se que o sistema de classificação de resiliência melhorado no âmbito da presente dissertação possa ser utilizado pelos diversos interessados: i) promotores; ii) companhias de seguros; iii) entidades reguladoras; iv) entidades envolvidas no projeto e construção; v) entidades públicas; vi) consumidor final. A utilização do sistema apresenta inúmeras vantagens, designadamente: i) aumento da competitividade; ii) aumento do valor; iii) redução do risco e de custos de operação; iv) incremento de informação fiável e útil sobre as vulnerabilidades do edificado; v) orientação estratégica para a elaboração de normas e legislação que contribuem para a melhoria da qualidade dos ativos construídos; vi) cumprimento de regulamentação; vii) prevenção de patologias; viii) melhoria da integração e da gestão de informação; ix) identificação da vulnerabilidade de grandes áreas de uma forma expedita e simples; x) sistematização da comparação de ativos construídos, garantia de segurança e de qualidade.

1.3. Metodologia e estrutura

A estruturação desta dissertação com o intuito de alcançar os objetivos propostos pode ser analisada na Figura 1.

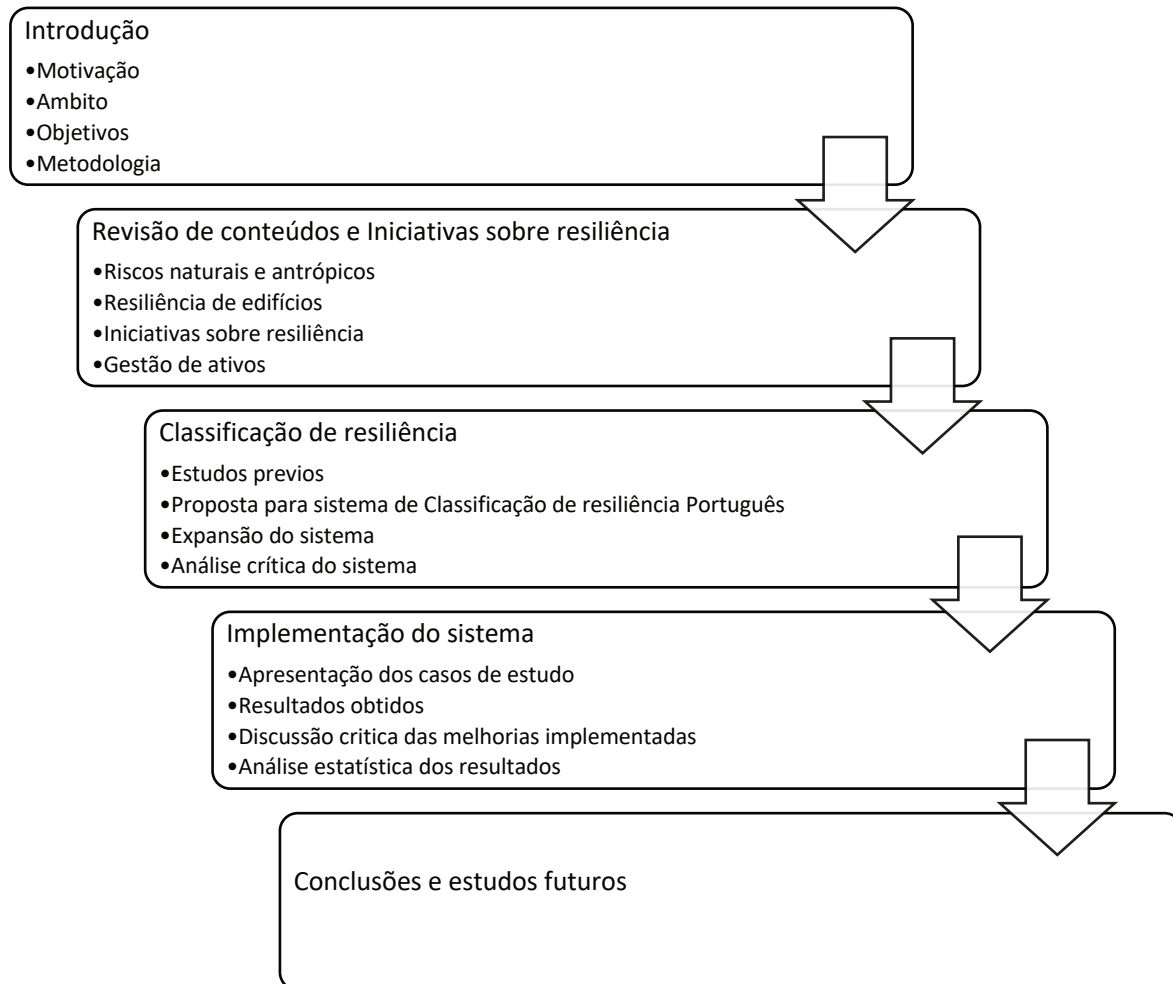


Figura 1 - Estrutura de organização da dissertação.

O **Capítulo 1** pretende introduzir o paradigma corrente em termos de riscos e vulnerabilidades como as bases de motivação e âmbito para o desenvolvimento deste trabalho. Além disso, são apresentados os objetivos propostos para a dissertação e a metodologia utilizada para alcançá-los.

Posteriormente, no **Capítulo 2** apresenta-se a revisão de conhecimentos da temática abrangida. Nesse sentido, é feita uma análise das naturezas dos riscos de desastre identificados (naturais e antrópicos), bem como um estudo sobre os conceitos de resiliência e gestão de ativos que permite entender a sua evolução até à sua forma atual.

O estudo dos conceitos culmina na análise de iniciativas desenvolvidas, presente no **Capítulo 3** nos últimos anos de acordo com estas ideologias que permitem fundamentar a sua relevância e, por conseguinte, a relevância desta dissertação.

No seguimento da revisão de conteúdos, surge o **Capítulo 4** com a apresentação do trabalho desenvolvido por Duarte (2021), uma revisão da documentação consultada na sua elaboração, bem como de novos documentos normativos, e a exposição e análise crítica das propostas idealizadas devidamente justificadas com base no trabalho de investigação desenvolvido.

Com a finalidade de validar o sistema expandido, serve o **Capítulo 5** para a apresentação dos casos de estudo, a sua aplicação e condicionantes e uma análise gráfica inicial dos resultados obtidos. A validação culmina numa análise estatística dos resultados de classificação, com recurso ao software SPSS, que permite dissecar as alterações e calibrar o sistema.

Por fim, no **Capítulo 6**, pretende-se analisar o trabalho desenvolvido, as suas falhas, omissões e limitações de forma a retirar conclusões e verificar o cumprimento dos objetivos estabelecidos, através da discussão dos resultados obtidos. São ainda abordados temas que possam ter relevância futura e permitam dar seguimento ao trabalho desenvolvido e aperfeiçoar o sistema.

2. Revisão de conhecimentos

No presente capítulo pretende-se uma análise aprofundada dos principais temas abordados no estudo, nomeadamente a resiliência e a gestão de ativos construídos com vista a melhor entender a relação existente entre os dois e de que forma é possível desenvolvê-la e potenciá-la.

Com base nesta premissa são referidos, numa primeira fase, os fatores que põem em causa a integridade dos ativos: os riscos naturais e antrópicos. Posteriormente são abordados os principais temas objeto da presente dissertação – resiliência e gestão de ativos – onde é apresentada a evolução histórica sobre o conceito de resiliência e uma visão global da mesma no contexto em que se aplica, bem como um enquadramento normativo. No seguimento são apresentados diversos exemplos de iniciativas criadas em prol da resiliência em contexto internacional e nacional.

2.1. Riscos naturais e antrópicos

2.1.1. Riscos de desastres

Segundo o Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction), o termo desastre pode ser definido como *“uma séria perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade causando perdas generalizadas humanas, materiais, económicas ou ambientais que excedem a capacidade de resposta dessa mesma sociedade ou comunidade pelos seus próprios meios”* (UNDRR, 2021a). A entidade acima referida descreve, de modo similar, perigo como *“um evento físico, fenómeno ou atividade humana potencialmente perigoso que tem a possibilidade de causar perda de vidas ou lesões, danos patrimoniais, perturbações sociais ou económicas ou degradação ambiental”* (UNDRR, 2021b). Desastre e perigo apresentam uma certa probabilidade de ocorrência num período específico e numa determinada área e apresentam uma dada intensidade.

O conceito de resiliência, aprofundado no seguimento deste ponto, adquire a maior relevância no capítulo da gestão de riscos de desastre e do perigo. Neste sentido, é muito importante criar mecanismos ou estratégias que preparem os sistemas, comunidades e sociedades para resistirem, adaptarem-se, absorverem, recuperarem dos choques agressivos infligidos pelos eventos que podem potenciar desastres (Alexander, 2013).

Os ativos construídos estão sujeitos a riscos que expõem as suas vulnerabilidades. De modo a reduzi-las, é crucial entender esses riscos. Os perigos naturais são, segundo Hishan *et al.* (2021), *“eventos geográficos que ocorrem regularmente a pequena escala pelo mundo. Se destes resultarem interrupções ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo perdas ou impactos generalizados a nível humano, económico, material ou ambiental que excedam a capacidade de resposta daquelas, passa a denominar-se desastre”*.

Quanto maior for o risco do perigo, maior é a vulnerabilidade em relação ao mesmo e, sendo assim, maiores são as chances da sua potencial ocorrência (El-Atrash *et al.*, 2008). Com a finalidade de avaliar o risco, o mesmo autor afirmou que a preparação humana é inversamente proporcional à vulnerabilidade humana para suportar tais eventos. A gestão dos riscos deve ser feita antecipadamente, de modo a prevenir desastres através da aplicação de medidas de mitigação e redução de riscos, e fazendo a gestão de riscos residuais de modo a diminuir as perdas causadas na eventualidade de um desastre. Consoante os riscos, existem várias abordagens estratégicas a implementar com o fim de reduzir os riscos de desastre (Satterthwaite, 2018;).

No seguimento do presente capítulo, serão abordadas algumas das soluções desenvolvidas e aplicadas em contexto nacional e internacional. Tendo em conta a extensão do ciclo de vida dos ativos construídos, que se traduzem em décadas ou até mesmo centenas de anos, é fundamental ter em consideração os riscos a que poderão estar sujeitos no futuro de forma a serem atingidos os objetivos de sustentabilidades definidos a uma escala global.

2.1.1.1. Riscos induzidos pelo clima

Desde o início do século XXI, que os riscos induzidos pelo clima têm adquirido uma relevância cada vez maior devido ao estudo do clima e à consciencialização do seu estado de alteração. A contínua degradação do clima tem um impacto muito significativo nos riscos naturais e, como tal, é possível observar um aumento da frequência dos fenómenos associados, assim como um agravamento da sua magnitude. Neste sentido, fenómenos como temperaturas extremas, secas, precipitação extrema, cheias e tempestades são, cada vez mais, fatores de risco de catástrofe a considerar na ótica da resiliência do ambiente construído (Seidler *et al.*, 2018).

Deste modo, a deterioração do ambiente pode ser apontada como o fator que mais contribui para o aumento da vulnerabilidade dos ativos construídos, sendo apenas possível travar esta tendência através da aplicação de medidas que permitam a adaptação e mitigação dos efeitos nocivos das variações do clima. Mais se adianta que é necessária uma perceção e conhecimento mais aprofundados dos desastres naturais e dos seus impactos, para que seja possível inverter o panorama negativo com vista a um desenvolvimento sustentável (Dalezios, 2017).

Presentemente, o objeto de estudo da comunidade científica que se dedica ao tema em questão neste capítulo, é a relação dos fenómenos meteorológicos extremos e do clima com as alterações climáticas, analisando os seus impactos com o intuito de delinear estratégias de gestão dos riscos associados. Nesta ótica, é necessário *“experimentar adotar uma abordagem holística e integrada com recurso a metodologias comuns como análise de risco, que envolve gestão e avaliação de riscos”* (Dalezios, 2017).

A abordagem referida permite uma gestão mais eficaz dos potenciais perigos não se focando apenas em evitá-los, mas também em entender que existem perigos em que tal não é opção. Identificam-se

diversos perigos naturais localizados como é o caso de: i) ciclones; ii) cheias; iii) sismos; iv) deslizamentos de terras; v) tsunamis (Dalezios, 2017). Apenas uma correta avaliação dos riscos permite elaborar os mecanismos e estratégias mais indicados a cada situação, com o objetivo de alcançar uma redução da vulnerabilidade. O quadro de ação da avaliação de riscos pode ser dividido em 3 componentes: i) identificação; ii) estimativa; iii) avaliação. Tal como referido por Boshier (2014), *"este processo deve ser executado a um nível multidisciplinar, por forma a adequar as potenciais medidas de redução de desastre em relação à sua compatibilidade com o contexto em que são aplicadas. Em particular, a importância de saber o que é útil, e o que é crítico, para apoiar a resiliência dos indivíduos, comunidades e instituições. Esta perspetiva destaca especificamente a importância das soluções locais geradas pelos intervenientes locais que lidam proactivamente com os problemas locais"*.

A nível global existem fenómenos como o El Niño que é capaz de causar danos a vários níveis, aliado a circunstâncias prevaletentes de foro ecológico, climático e de suscetibilidade. O El Niño ocorre quando a temperatura do Oceano Pacífico tropical sobe inesperadamente e afeta a circulação dos ventos, os padrões de precipitação globais, a temperatura do ar que por sua vez têm influência nas condições meteorológicas a nível global. Condições climáticas extremas causadas por este fenómeno já provocaram cheias no Centro e no Oeste da América, secas e incêndios em várias regiões de África e na América do Sul (Yeh *et al.*, 2009; Dalezios, 2017).

As causas dos desastres infligidos pelo clima estão geralmente associadas a processos lentos que têm uma vasta influência nas alterações climáticas como: i) a degradação de florestas; ii) acidificação de massas de água; iii) diminuição de biodiversidade; iv) subida do nível das águas; v) subida da temperatura global; vi) degradação da camada de ozono (Mach *et al.*, 2016; Landsberg, 1970). Os impactos causados por estes processos e fenómenos em ambiente urbano, são agravados por: industrializações temporárias, rápidas e informais, assentamentos com soluções estruturais insuficientes e planeamento deficiente, que contribuem para um aumento da suscetibilidade aos impactos das alterações climáticas conduzindo a ameaças hidrometeorológicas e geológicas (Iwama *et al.*, 2021; Satterthwaite, 2009; Satterthwaite, 2007).

Quando comparadas com os perigos naturais inerentes, podemos afirmar que as intervenções humanas relativas à sobre exploração de recursos, gestão deficiente dos solos e tecnologia insuficiente são as causas por detrás das crises nos setores da agricultura, saúde e água. Por vezes o risco de desastres tem vindo a ser agravado pela necessidade de responder a riscos sociais como a pobreza, pelo que, não sendo tido em conta o primeiro risco (desastres), o resultado é um consequente agravamento do segundo (riscos sociais) a longo prazo (Yodmani, 2001; Wisner, 2004).

Neste sentido, para realizar uma gestão de risco coesa torna-se necessário ter uma ampla noção e conhecimento das circunstâncias em risco. O maior desafio que este tipo de gestão apresenta é a

capacidade de antecipar riscos futuros de modo a reduzir a sua probabilidade, sendo assim possível associá-lo ao conceito de desenvolvimento sustentável (Hishan *et al.* 2021).

Paralelamente ao aumento da frequência já referido, as perdas económicas relacionadas com fenómenos meteorológicos globais têm seguido uma tendência crescente análoga. Estes paradigmas são contrários ao ideal de desenvolvimento sustentável económico e social e apresentam consequências prejudiciais à segurança das vidas humanas e das propriedades (Etinay *et al.* , 2018).

2.1.1.2. Riscos induzidos por sismos

Desde a década de 90 que existe uma maior preocupação com a redução de risco de desastres. Foi graças à iniciativa das Nações Unidas de declarar esse período como a década internacional para a redução de desastres naturais (IDNDR – *International Decade for Natural Disaster Reduction*) que foram criados múltiplos projetos que ainda possuem uma elevada relevância nos dias que correm. Um deles foi Global Seismic Hazard Assessment Program (Giardini, 1999), que se constituiu como o primeiro mapa relevante concebido com o intuito de equacionar o risco sísmico, e que combinou vários modelos nacionais e regionais para produzir o primeiro mapa de perigo global de aceleração de pico do solo por um período de retorno de 475 anos em rocha (Silva *et al.*, 2020).

Os sismos são os eventos naturais que possuem o maior grau de imprevisibilidade o que, aliado à sua capacidade de destruição, resulta num risco de desastre muito elevado. O crescimento desmedido da população mundial tem conduzido a um aumento das “megacidades”, muitas vezes localizadas em áreas propensas a desastres naturais, nomeadamente sismos, o que traduz um impacto negativo na sua vulnerabilidade (Silva, 2013).

O aumento das perdas humanas e destruição de ativos relacionados com fenómenos sísmicos revela um panorama crítico. A gravidade do problema é ampliada pela principal causa de morte ser a incapacidade de evacuação, o que reforça a imperatividade do desenvolvimento da tecnologia de construção e reforço sísmico, bem como a criação de patamares de satisfação (Zhou *et al.*, 2020).

Por vezes, a extensão dos danos provocados pelos eventos sísmicos nas estruturas, embora não resulte necessariamente em colapso, dificulta ou impossibilita a sua reparação, originando graves prejuízos a nível económico, bem como impactos muito significativos a nível social. Em 2011, o sismo ocorrido em Christchurch na Nova Zelândia não provocou qualquer colapso nos 51 edifícios de maiores dimensões da cidade, graças às normas vigentes de resistência sísmica do país . Todavia, a extensão dos danos causados e os potenciais custos elevados associados à reparação, obrigaram à sua subsequente demolição que resultou igualmente em vastos impactos a nível social e económico. Disto resulta uma necessidade de serem implementados novos métodos de resistência sísmica que permitam atingir os níveis desejáveis de resiliência estrutural permitindo, assim, mitigar efeitos de consequências negativas como o colapso ou a demolição (ISO 55000:2014).

Com o intuito de normalizar as valências sísmicas das estruturas foi desenvolvido o Eurocódigo 8 (EC8) pelo comité técnico CEN/TC 250 que visa os Eurocódigos estruturais. Esta norma europeia serve de diretriz para a quantificação da ação sísmica e criação de normas nacionais que fomentem a segurança sísmica dos ativos construídos, garantindo que as estruturas cumprem requisitos mínimos de segurança. Desde o seu surgimento em 2004, o EC8 foi alvo de contínuos desenvolvimentos, por forma reforçar os limiares de segurança sísmica das estruturas (Carvalho, 2008; Romãozinho, 2008).

2.1.1.3. Riscos induzidos pelo homem

Além dos riscos que têm origens naturais, devem ainda ser considerados os riscos causados pelo Homem. Nas duas últimas décadas tem-se vindo a assistir, a nível global, a um incremento de cerca de 10 vezes de: i) ataques terroristas; ii) incidentes envolvendo sequestros e assassinios; iii) ataques a instalações ou infraestruturas. Reconhecendo a gravidade deste paradigma, alguns países estão a desenvolver estudos que pretendem incorporar engenharia contraterrorista na fase de projeto de infraestruturas com o intuito de reduzir os impactos inerentes a este tipo de incidentes, através de planeamento (ISO 22370:2020).

A urbanização constitui também um desafio à capacidade de resiliência das zonas urbanas e do edificado. Em 2007 verificou-se que 50% da população mundial residia em zonas urbanas e as projeções de crescimento da densidade populacional apontam para que em 2050, a população mundial estará próxima dos 10 mil milhões e cerca de 70% residirá em zonas urbanas (Field *et al.*, 2017).

Além disso, é projetado pelo painel intergovernamental para as ações climáticas que entre 2000 e 2030 ocorra um incremento de 1.2 milhões de quilómetros quadrados na área ocupada por zonas urbanas. Esta expansão implica uma perda de infraestrutura verde muito significativa para a adaptação às alterações climáticas. A escala projetada das zonas urbanas constitui assim um desafio à vulnerabilidade, sendo estas a principal frente no combate das alterações climáticas (UN Habitat, 2018b; ISO 22370:2020).

2.2. Resiliência de edifícios de uso coletivo

2.2.1. Edifícios de uso coletivo

Os ativos que expressam maior relevância para o presente estudo, são os edifícios de uso coletivo (EUC) pelo que todos os casos de estudo analisados no **Capítulo 5** se podem inserir nesta categoria. Por EUC, entende-se um edifício ou conjunto de edifícios e os espaços não edificados a eles afetos (e.g., espaços verdes), que possuem fins comerciais, de prestação de serviços, hoteleiros, educativos, sociais, desportivos, culturais, de saúde ou outros, e que se destinam a utilização coletiva de pessoas.

Segundo CARE (2014), os ativos constituem uma parte essencial na resposta a desastres, pelo que a capacidade de adaptação é distinguida pelo seu cariz reativo a título da sobrevivência e a adaptação

requer uma visão a longo termo que envolve planeamento (Archer *et al.*, 2020). Os ativos que se identificam com esta tipologia possuem uma elevada importância na sociedade pelo que a sua finalidade é servir a comunidade nas mais diversas áreas. A dimensão comunitária destes ativos afere-lhes um papel que pode ser crucial em situação de desastre e consciencialização dos riscos. A última pode ser conseguida através da incorporação de estratégias de disseminação de informação sobre riscos de desastre, facilitando o acesso a estas a uma vasta percentagem da população. Ademais, dimensão de alguns destes ativos construídos afere-lhes a capacidade de oferecer suporte em situação de desastre, quer seja por via de alojamento ou prestação de serviços de emergência.

Assim, podemos entender que uma gestão dos EUC ciente dos riscos de desastre permite diminuir as vulnerabilidades, resultando num incremento da resiliência, mitigando possíveis consequências nefastas. Paralelamente, a capacidade resiliente destes edifícios toma uma importância muito elevada, pelo que podem ser considerados como ativos vitais para o funcionamento e sustentabilidade da sociedade, em especial numa situação de desastre (Magis, 2010).

2.2.2. Resiliência

O conceito de resiliência não é recente, tendo já sido estudado e aplicado a diversas áreas, como a psicologia humana, a ecologia e na gestão de riscos de desastre. No seio da comunidade científica, o termo Resiliência tem a sua primeira utilização na primeira metade do século XVII, porém a sua origem está relacionada com o termo em latim “*Resilio*” – cujo significado corresponde a “saltar” ou “saltar de volta”, derivado de “*Re-*” que se traduz em “de novo” e “*Salire*” que corresponde a “saltar” em português corrente. Uma das primeiras iterações do termo surgiu no campo da física dos materiais. Relacionava-se com a teoria da elasticidade por forma a representar a quantidade de energia acumulada num corpo deformado elasticamente. Em 1856, o famoso físico William J. M. Rankine, aplicou o conceito para descrever o comportamento de rigidez e ductilidade das vigas de aço (Alexander, 2013).

Posteriormente, o conceito passou a ser adotado por outras áreas do conhecimento científico, como a psicologia. Um dos pioneiros do seu estudo neste campo foi Garmezy que publicou, em 1973, um dos primeiros estudos epidemiológicos relacionados com resiliência. O seu trabalho foi baseado nos seus estudos anteriores em competência, esquizofrenia, e psicopatologia de crianças em condições de desgaste. Movido pelo interesse de estudar estados de doença decidiu investigar a razão pela qual certos indivíduos conseguiam superar situações traumáticas e outros não. Num estudo publicado em 1959, concluiu que o fator diferenciador entre os indivíduos era a sua origem. Esta atribuía-lhes capacidades psicossociais que poderiam contribuir para contrariar a influencia negativa de uma adversidade com a esquizofrenia, promovendo adaptação comportamental positiva. Embora nunca mencionando o termo resiliência, foi uma das primeiras publicações a endereçar o conceito. Nos anos 60, Garmezy dedicou-se a investigar a competência de crianças em risco para psicopatologia. Uma década mais tarde, o seu trabalho serviu de base para o “*Project Competence Longitudinal Study*”. Este projeto decorreu por mais de duas décadas e teve como objetivos estudar a resiliência e determinar

processos de proteção, medir fatores chave de competência e exposição a riscos que pudessem explicar como as crianças são capazes de superar adversidades. Identificou, além disso, a influência de fatores externos e internos no desenvolvimento de resiliência. A investigação de Werner e Smith (1992) teve um profundo impacto no conceito. Estudando indivíduos que foram expostos a distúrbios durante a sua fase de crescimento, descobriram que tinham elevada resistência e potencial para superar eventos traumáticos, revelando um elevado grau de resiliência (Garcia-Dia et al, 2013).

O estudo publicado por CS Holling (1973) intitulado “*Resilience and stability of ecological systems*”, representa um dos maiores avanços da noção de resiliência no campo da ecologia (Gay e Sinha, 2013). Apesar da sua importância, o autor supramencionado não terá sido o primeiro a estudar o conceito neste campo. Todavia, o artigo dedica-se ao estudo dos termos de estabilidade e resiliência aplicados aos ecossistemas, distinguindo-os e validando os conceitos através de modelos ecológicos e regionais. A estabilidade de um ecossistema é então definida como a capacidade de um sistema manter a sua integridade estrutural à face de perturbações temporárias, i.e., absorver essas perturbações e voltar a um estado de equilíbrio de forma célere e com o mínimo de flutuações possível; O sistema é tanto mais estável quanto mais rapidamente for capaz de restabelecer o equilíbrio e com menores flutuações possíveis (Holling, 1973).

Por outro lado, a resiliência é entendida como a capacidade de persistência do sistema, estando dependente da dimensão do seu domínio de estabilidade e da natureza das forças de amortecimento nas margens desse domínio. Ou seja, quanto maior for a capacidade de o sistema absorver perturbações de variáveis, mais resiliente é – considerando grandes flutuações como fatores positivos e determinantes para tal, ao contrário da noção previamente descrita. Assim sendo, os dois conceitos possuem uma relação de proporcionalidade inversa: só é possível quanto mais estável for um sistema menos capacidade de absorção possuirá e, então, menor será a sua resiliência. Este estudo permitiu entender que os sistemas naturais sofreram perturbações ao longo da sua existência e os que sobreviveram foram aqueles que possuíam maior resiliência retirando importância à estabilidade. Deste modo, até àquele momento, agiu-se sem o conhecimento desta capacidade de absorção dos sistemas sendo as consequências desta ignorância suportadas pela mesma o que provocou uma contração da resiliência. Assim, foi necessário alterar as abordagens tradicionais de planeamento com o intuito de evitar consequências inesperadas que fossem mais frequentes, profundas e globais. O conceito de resiliência apresentou-se como uma ferramenta muito importante para o desenvolvimento de um planeamento que permitisse reconhecer o nível de conhecimento que ainda não era possível alcançar, ao invés de reconhecer apenas aquilo que já pertencia ao domínio do conhecimento. (Holling, 1973).

Com o desenvolvimento do conceito de resiliência ao longo dos anos, houve naturalmente uma expansão do seu campo de aplicação. A sua empregabilidade ao edificado representa uma elevada relevância. De modo a alcançar um ambiente construído resiliente, este deve ser idealizado, localizado, construído, operado e gerido de forma a maximizar a capacidade dos ativos construídos, estruturas de suporte associadas (físicas e institucionais), e daqueles que o frequentam ou habitam, de suportar, recuperar e de mitigar os impactos de perigos extremos de natureza humana ou natural (Bosher, 2008).

Sendo assim, é necessário que a análise realizada vá além das competências técnicas do edificado em si, tendo em conta uma panóplia de dimensões que o influenciam de forma tão abrangente quanto o conceito (Hynes *et al.*, 2013).

Tendo presente o crescimento das áreas urbanas, verifica-se um incremento das vulnerabilidades aos riscos de desastre de todos os elementos envolvidos nas referidas áreas. Neste contexto, resiliência é entendida pelo UNDRR (2021c), como “a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposta a perigos de absorver, acomodar, adaptar-se, transformar-se e recuperar dos efeitos dos perigos de forma pronta e efetiva, inclusivamente através da preservação e restituição das suas estruturas e funções essenciais por via da gestão de riscos”. A resiliência urbana corresponde à capacidade dos indivíduos, comunidades, instituições, negócios, e sistemas constituintes da cidade de sobreviver, adaptar e crescer independente das tensões crónicas e choques agudos que possam sofrer (The Rockefeller Foundation, 2015). Neste sentido, é da maior relevância ter presente o conceito no planeamento urbano, de modo a fazer face a este novo paradigma, promovendo uma gestão que permita diminuir dos riscos de desastre.

O conceito da resiliência encontra-se definido em várias instâncias em documentos da Organização Internacional para Normalização (ISO) como a capacidade de sistemas sociais, económicos e ambientais de fazer face a eventos, tendências ou perturbações perigosas, dando resposta ou reorganizando-se de forma a manter a sua função essencial, identidade e estrutura, mantendo, simultaneamente, a capacidade de adaptação, aprendizagem e transformação (ISO 14080:2018). Alternativamente, resiliência é descrita como a capacidade adaptativa de uma organização num ambiente complexo e em constante mudança (ISO 37123:2019). Bem como a aplicação do termo a diferentes contextos como é o caso da resiliência organizacional que é descrita como a habilidade de uma organização de absorver e adaptar-se num ambiente em mutação (ISO 22316:2017).

A importância da resiliência no panorama internacional tem vindo a ganhar um grande interesse e relevância nos últimos anos, como sendo um dos pilares centrais para o desenvolvimento urbano sustentável estando presente em várias agendas globais (UN Habitat, 2017), tal como se descreve no Capítulo 3. Neste sentido, a resiliência adquire, naturalmente, uma elevada relevância na temática da gestão de ativos.

2.2.3. Gestão de ativos

Segundo a definição presente na norma internacional ISO 55000, “um ativo ou bem é um item, coisa ou entidade que tem valor-potencial ou real para uma organização. O valor é variável entre organizações diferentes e os seus intervenientes, podendo ser ou não tangível, financeiro ou não.”

Os ativos possuem um ciclo de vida que compreende o período desde a sua criação até ao final, não tendo que coincidir necessariamente com o período em que uma organização detém responsabilidade sobre o mesmo. Tal como referido, o valor do ativo é dependente da organização a que pertence e pode, assim, deter valor-potencial ou real para mais do que uma organização ao longo do seu ciclo de vida, podendo igualmente variar o seu valor ao longo desse período. A gestão pode ser efetuada individualmente, bem como em grupo, conforme as necessidades da organização ou por forma a atingir benefícios adicionais; O agrupamento dos ativos, para uma gestão eficiente, pode ser feito com base nos tipos, sistemas ou portefólios de ativos (ISO 55000; Schuman *et al.* , 2005)

Existem diversos fatores que influenciam o tipo de ativos requeridos por uma organização de modo a alcançar os seus objetivos e a forma como os ativos são geridos, tal como: i) A natureza e o propósito da organização; ii) o contexto da operação; iii) os seus constrangimentos financeiros e requisitos regulamentares; iv) as necessidades e as expectativas da organização e das partes interessadas. Estes fatores são determinantes e devem estar sempre presentes durante os processos de definição, implementação, manutenção e aperfeiçoamento contínuo da gestão de ativos (ISO 55000:2014).

O conceito de gestão de ativos pode ser descrito como uma doutrina recente decorrente da evolução da gestão de propriedades, não se podendo considerar necessariamente como um conceito recente, muito embora se verifique estar em constante evolução (Phelps, 2009).

A primeira iteração holística do termo surgiu em 1970 sobre a forma de terotecnologia (White, 1975) que é um ramo da tecnologia e engenharia desenvolvido com o intuito de estimular a rentabilidade industrial com base nos princípios de fiabilidade e manutenção, preocupando-se com a medição de valores operacionais de ativos físicos, i.e., a efetividade dos sistemas de produção (Thackara, 1975). Nessa altura, já existiam aproximações daquilo que atualmente se designa por gestão de ativos, no entanto com enfoque apenas nos procedimentos ótimos para a manutenção corretiva, i.e., só havia recurso à manutenção quando eram detetadas falhas (Konstantakos *et al.*. 2019).

Na década de 1980, com o avanço do conhecimento tecnológico nas áreas da informação e da comunicação, começaram a ser desenvolvidos sistemas de *software* de simulação que permitiram implementar o conceito de manutenção preditiva (Konstantakos *et al.*. 2019). No final desta década, uma das primeiras adoções abrangentes do termo gestão de ativos ocorreu durante a privatização de serviços água no Reino Unido (Too & Tay, 2008). Estas empresas privatizadas de serviços de água desenvolveram ainda mais a gestão de ativos em resposta às pressões regulamentares para minimizar os aumentos das taxas, melhorando simultaneamente o nível de serviço prestado aos clientes e abordando o problema do envelhecimento das infraestruturas (Jones *et al.*, 2014).

Um famoso desastre ocorrido nos finais da década de 80 numa plataforma de extração de petróleo no mar do Norte, ao largo da Escócia, denominada *Piper Alpha*, devido a problemas de manutenção de uma bomba e de uma válvula de segurança, matou 167 trabalhadores (Jones *et al.*, 2014). Este

desastre contribuiu fortemente para a consciencialização da sociedade para a importância da implementação de estratégias de prevenção de riscos. (Konstantakos *et al.*, 2019; Paté-Cornell, 1993).

A gestão de ativos surge, no campo das obras públicas, na Austrália na década de 90 com a elaboração do Australian Accounting Standard 27 - AAS27 por parte do instituto de obras públicas do referido país. Esta norma exigia que as agências governamentais capitalizassem e depreciassem os activos em vez de os desvalorizar em relação aos ganhos (Too & Tay, 2008; Jones *et al.*, 2014). Conforme Too (2008) *“o Australian State Treasuries Australian National Audit Office foi a primeira organização a formalizar os conceitos e princípios de gestão de ativos na Austrália, na qual definiram a gestão de ativos como “uma gestão sistemática, estruturada e processo que cobre toda a vida útil de um bem”. Esta iniciativa incentivou outros organismos governamentais e sectores industriais a desenvolver, aperfeiçoar e aplicar o conceito de gestão de ativos na gestão dos respetivos ativos construídos. Por conseguinte, pode argumentar-se que o conceito de gestão de ativos construídos surgiu como um campo de gestão distinto e reconhecido durante o final dos anos 90”*.

Na década de 2000 a gestão dos ativos passou a ter mais enfoque na totalidade do ciclo de vida dos ativos, na gestão dos riscos. Aliado a esta linha de pensamento, o desenvolvimento tecnológico permitiu facilitar os processos de aquisição de dados e assim simplificar os processos de gestão, tornando os métodos mais eficientes e permitindo às organizações extrair o maior valor-possível dos ativos. Constatamos assim que a disciplina evoluiu de um mal necessário, ao qual se recorreria apenas em último caso, para um processo essencial ao funcionamento de uma organização capaz de fornecer vastos benefícios (Konstantakos *et al.*, 2019).

O principal objetivo da gestão de ativos é assegurar a segurança dos seus utilizadores recorrendo a medidas preventivas e reativas, consoante a situação. Para tal, é necessário que os ativos (ou os seus componentes) sejam monitorizados e sejam definidos patamares e critérios que garantam os níveis de desempenho desejados, de modo que, quando estes não sejam satisfatórios, sejam desencadeadas as respostas de recuperação apropriadas (ISO 55000:2014; ISO 55001:2014).

Segundo Izaddost *et al.* (2021), as respostas de recuperação englobam i) *manutenção e reparação*, incluindo ações de rotina contínuas ou pequenas medidas a curto prazo para restaurar o ativo ao melhor estado possível; ii) *reabilitação/renovação*, abrangendo medidas que tenham como finalidade melhorar o desempenho do ativo pela a necessidade de estender a vida deste; iii) *reequipamento* como medida proactiva que corresponde à substituição de elementos ou componentes de um ativo existente, melhorando obrigatoriamente o desempenho ou o tipo tecnológico do ativo e modificando as especificações técnicas do ativo além do planeado aquando da sua conceção; iv) *substituição/reconstrução* como ação que tem como objetivo satisfazer requerimentos novos ou que não eram satisfeitos anteriormente através de reconstrução completa ou parcial, quando é impossível restaurar as suas funções por reequipamento ou reabilitação.

Os patamares de desempenho anteriormente referidos têm que ser estabelecidos com base em *trade-offs* entre a preservação da saúde pública, restrições económicas, preservação histórica, planeamento urbano, direitos de propriedade privada, desenvolvimento económico, e considerações éticas e legais. Cabe aos gestores seguir as normas e monitorizar a performance dos ativos, mantendo-os dentro dos limites definidos como aceitáveis, tomando as medidas necessárias de recuperação se o desempenho estiver aquém do devido (Izaddoost et al, 2021). A implementação de atividades de controlo e monitorização compete aos altos cargos de gestão, aos empregados e aos intervenientes de uma organização de forma a estimular a redução de riscos a um nível aceitável e exploração de oportunidades. (ISO 5500:2014)

A gestão de ativos envolve processos de equilíbrio de custos, oportunidades e riscos contra o desempenho desejado dos ativos, que devem ser monitorizados constantemente e alterados consoante os paradigmas enfrentados, com vista a alcançar os objetivos organizacionais, equilíbrios estes (ISO 55000:2014; Love & Mathews, 2019).

Através de uma boa gestão de ativos uma organização é capaz de avaliar o desempenho e a necessidade dos ativos e dos sistemas de ativos a vários níveis. Possibilita, além disso, a aplicação de abordagens analíticas para a gestão do ativo ao longo das diferentes fases do seu ciclo de vida (ISO 55000:2014).

Conforme o documento normativo ISO 55000 (2014), a gestão de ativos rege-se por 4 princípios fundamentais: i) Valor. A gestão de ativos não se foca no ativo em si, mas sim no valor que este pode proporcionar à organização; ii) alinhamento. A gestão de ativos transpõe os objetivos organizacionais para decisões técnicas e financeiras, planos e atividades, garantindo o alinhamento; iii) Liderança. A cultura do local de trabalho e a liderança são fatores determinantes para a realização de valor. O êxito do estabelecimento, operação e melhoramento da gestão de ativos numa organização está diretamente dependente da liderança e do empenho de todos os níveis de gestão; iv) garantia. A gestão de ativos garante que os ativos vão cumprir o seu propósito.

Um sistema de gestão de ativos proporciona grandes vantagens para uma organização através da abordagem estruturada que apresenta que preconiza o desenvolvimento, coordenação e controlo das atividades empreendidas pela organização nos ativos ao longo do seu ciclo de vida, mas também a conformidade destas atividades com os objetivos organizacionais (ISO 55000:2014; Almeida *et al.*, 2019).

A incorporação da resiliência na gestão de ativos é conseguida através da elaboração de planos e ações que asseguram o desempenho ótimo do ativo sob condições variáveis, de modo a garantir que sistema tenha a capacidade de se adaptar a estas. O processo de desenvolvimento e implementação de um sistema de gestão de ativos é extremamente dispendioso, quer do ponto de vista do tempo, quer do empenho, mas também do ponto de vista financeiro. De qualquer forma, a empresa não está

dependente da sua finalização para poder começar a colher frutos do trabalho desenvolvido. O processo de implementação em si é possibilita ganhos como a redução de riscos, melhoramento de processos e identificação de oportunidades. Este tipo de sistemas permite a obtenção de dados que habilitam os órgãos de gestão a ter uma percepção mais alargada sobre os ativos que detém. Informações relacionadas com a performance, riscos associados e investimentos necessários representam largas vantagens que tornam as tomadas de decisão mais conscientes. Sendo assim possível extrair o maior valor-possível dos ativos (Mizusawa, 2009; ISO 55000:2014; Vanier, 2009; Maletič, 2022).

Como tal, e por forma a adotar a estratégia de gestão que melhor se enquadra à incorporação da resiliência, é da maior importância entender o contexto da organização que engloba fatores externos como a envolvente em que se insere, mas também fatores internos que incluem a estrutura da própria organização, a sua cultura, a sua visão, os seus valores e a sua missão.

2.2.4. Enquadramento estratégico e normativo

2.2.4.1. Enquadramento estratégico

A preocupação com os efeitos causados pelas catástrofes naturais teve início antes do final do século XX e a primeira manifestação à escala global foi em 1989, quando a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou um plano global com a intuição de reduzir as perdas causadas por desastres naturais. Além disso, declarou a década de 1990 como a Década Internacional para a Redução dos Desastres Naturais, lançando um reto aos especialistas deste ramo para que se focassem no assunto e adotassem uma perspetiva mais alargada de modo a projetar mudanças a nível global que fomentassem a sustentabilidade e segurança do clima (Etinay *et al.*, 2018).

Desde então, foram realizadas três conferências a nível global pela ONU com este tema em destaque; A primeira das quais se realizou no ano de 1994, onde foi adotado a Estratégia e Plano de Ação de Yokohama para um Mundo mais Seguro (Nações Unidas, 1994) que estabeleceu diretrizes para a prevenção, preparação e o plano de ação de resposta a desastres naturais; Posteriormente, em 2005, na segunda conferência mundial foi adotado o Quadro de Ação de Hyogo (Nações Unidas, 2005) para o período de 2005 a 2015 que teve como objetivo criar resiliência nas comunidades e nações face a desastres. Mais recentemente, em 2015, ficou delineado o plano de ação para o período de 2015 a 2030, denominado Quadro de Ação de Sendai (Nações Unidas, 2015a). Este exige uma percepção de risco mais extensa em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, exposição e perigosidade. Representa um desenvolvimento do Quadro de Hyogo e visa temas como a redução de riscos de desastres e a adaptação às alterações climáticas de modo a traçar objetivos para um desenvolvimento sustentável. Reconhece a importância do papel da ciência e tecnologia para tais fins. Assim, tem como objetivo, reduzir o risco de desastres já existentes e prevenir o aparecimento de novos, reduzir a exposição e vulnerabilidade aos desastres e também melhorar os mecanismos de resposta e recuperação na eventualidade da sua ocorrência, promovendo, deste modo, um aumento da resiliência.

Procura atingir estes objetivos através da implementação de medidas de integração e inclusão em diversas dimensões como a económica, ambiental, tecnológica, educativa, estrutural, jurídica, social, cultural, política, saúde e institucional (Dalezios, 2017).

Em 2015, no mesmo ano em que foi promulgado o Quadro de Sendai (Nações Unidas, 2015a), foram também definidos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas a ser cumpridos até 2030 (Nações Unidas, 2015b). Estes compromissos nascem de trabalhos desenvolvidos ao longo de mais de duas décadas que tiveram como primeira iniciativa o ECO-92. Nesta conferência que teve lugar no Rio de Janeiro foi adotada a Agenda 21 que consiste na formação de uma parceria global com foco no desenvolvimento sustentável com o fim de proteger o planeta e melhorar as condições de vida da população, baseando-se, para tal, em 3 pilares: i) económico; ii) social; iii) ambiental (Nações Unidas, 1992)

2.2.4.2. Enquadramento normativo

O aparecimento da ISO 15298 em 2003 (elaborada pelo comité técnico ISO/TC 59/SC 15) permite uma caracterização da segurança estrutural de habitações. A sua atualização 2015 torna possível realizar uma descrição do desempenho de qualquer habitação, não especificando explicitamente um nível de desempenho nem substituindo os documentos normativos nacionais – o seu objetivo principal é oferecer diretrizes que auxiliem a criação de normas nacionais. Através do trabalho desenvolvido, em 2021 esta norma possui 7 partes, correspondendo a cada qual um atributo de desempenho: (i) segurança estrutural, (ii) utilização estrutural, (iii) durabilidade estrutural, (iv) segurança contra incêndio, (v) energia de operação; (vi) contribuições para o desenvolvimento sustentável; e (vii) Acessibilidade e utilidade.

A gestão de ativos é abordada pela ISO 55000 (2014) que fornece uma visão geral da gestão de ativos e dos sistemas de gestão de ativos. Gestão de ativos é definida neste documento como uma *“atividade coordenada de uma organização para realizar valor a partir de bens”* e a sistema de gestão de ativos corresponde um *“sistema de gestão de bens cuja função é estabelecer a política e objetivos de gestão de bens”*.

A norma ISO 19208 (2016), elaborada pelo mesmo comité, serve o mesmo propósito de descrição de desempenho da ISO 15928, porém é aplicada a edifícios. Este quadro permite, então, especificar o desempenho de um edifício como um todo ou de componentes, a fim de satisfazer as necessidades específicas dos utilizadores e as expectativas da sociedade. Cada atributo ou aspeto referente ao edifício pode ser avaliado em termos do cumprimento ou não do desempenho pretendido. Neste sentido identifica (i) Requisitos dos utilizadores e expectativas sociais; (ii) usos possíveis dos edifícios e dos seus espaços; (iii) subsistemas de construção dos quais o produto faça parte; e (iv) agentes, independentemente da sua natureza e origem, que sejam relevantes para o desempenho de um edifício e entidades envolvidas na utilização, e que afetem fatores.

O comité técnico ISO/TC 292 (2022) tem como objetivo a normalização no campo da segurança com o intuito de promover a resiliência. Estas diretrizes prendem-se com a promoção da resiliência urbana, questão com implicações diretas na resiliência do edifício e por isso de elevada relevância para a presente dissertação. A ISO 22316 (2017) elaborada pelo comité técnico 292 (ISO/TC – Segurança e resiliência), aborda o tema da resiliência organizacional, que é influenciada por uma interação singular e uma combinação de fatores estratégicos e operacionais, quer de natureza externa ou interna. A norma internacional estabelece os princípios da resiliência organizacional e identifica os atributos e atividades que permitem a uma organização melhorar a sua resiliência.

Com enfoque no desenvolvimento sustentável nas comunidades, a comissão técnica ISO/TC 268 elaborou o ISO/TR 37121 (2017) que se centra no entendimento de resiliência “como a capacidade de uma cidade, sistema, comunidade, governo local ou sociedade exposta a perigos para resistir, absorver, acomodar e recuperar dos efeitos de um perigo de forma atempada e eficiente, incluindo através da preservação e restauração das suas estruturas e funções básicas essenciais”. Reconhece elevado valor aos indicadores de resiliência se destinam “a avaliar até que ponto as cidades estão a ajudar os residentes, empresas, instituições e infraestruturas a resistir, absorver, acomodar e recuperar dos efeitos dos perigos de uma forma atempada e eficiente”. Assim, a norma em questão, fornece uma descrição detalhada das orientações e abordagens existentes sobre o desenvolvimento sustentável e a resiliência nas cidades.

No campo da gestão de risco, a adoção à norma portuguesa da ISO 31000 (NP ISO 31000 2018) estabelece diretrizes para a implementação de gestão de risco em organizações, podendo ser aplicada em todos os sectores e em qualquer atividade, incluindo tomada de decisões. O termo gestão de risco e definido neste documento como “atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que respeita ao risco”. Como complemento essencial ao entendimento da importância de cada um dos requisitos relacionados com o edificado, deve fazer-se referência à norma ISO 11863 (2011) que facilita ferramentas que permitem definir limiares de exigência mínima, essenciais aos processos de avaliação e comparação do desempenho funcional de edifícios.

O relatório técnico ISO/TR 22845 (2020) assume uma enorme relevância na medida em que se dedica ao tema da resiliência de ativos construídos e das obras de engenharia civil. Como tal, o documento em questão providencia um índice da informação típica existente sobre conceito, risco de catástrofe e contramedidas. Procura estabelecer o conceito de resiliência apresentando perspectivas de contextos distintos e definições anteriormente utilizadas noutras ISO, descrever as categorias de risco de desastre envolvidas nesta área (induzidas pelo clima, sismos e induzidas pelo homem), e como contramedidas, resumir a informação relevante das dimensões de estratégia e medição. Outro facto importante a referir é que esta norma se encontra alinhado com os objetivos de desenvolvimento sustentável acima referidos.

Desenvolvida pelo comitê técnico ISO/TC 292 em 2021, a norma ISO/TS 22393, com enfoque na resiliência comunitária, reconhece a necessidade de recuperação e renovação a curto prazo decorrente de eventos desastrosos. O documento procura estabelecer um quadro de ação para avaliar impactos de emergências grande escala, desastres e crises em comunidades, e ao mesmo tempo endereçá-los por via de planejamento de atividades de recuperação e elaboração de estratégias para a criação de iniciativas de renovação. Com a dimensão de renovação, o documento pretende endereçar as lacunas a longo prazo, contribuindo para a criação de resiliência.

Neste sentido surge a norma ISO 22370:2020 que descreve um quadro de ação e princípios em concordância com a agenda de desenvolvimento sustentável para 2030, incluindo a nova agenda urbana de 2016, os acordos de Paris e o Quadro de Ação de Sendai que podem ser aplicados com a finalidade de fomentar a resiliência urbana. Este documento apresenta-se como uma proposta de métricas e modelos orientadas primariamente para organizações com responsabilidades de governança urbana, porém é aplicável a qualquer tipo de interveniente com funções de gestão, planejamento e desenvolvimento urbano, permitindo a criação de comunidades mais resilientes.

3. Iniciativas sobre resiliência urbana

No presente capítulo são apresentadas iniciativas recentes que visam a promoção da resiliência a uma escala internacional e posteriormente no panorama nacional. O estudo destas iniciativas permite o entendimento sobre a relevância dada ao tema da resiliência e uma visão sobre aquilo que já foi desenvolvido com base na sua promoção. Com este conhecimento procura-se, assim, fundamentar a relevância da criação de um sistema nacional de classificação de resiliência com base em exemplos comprovados.

3.1. Iniciativas internacionais

3.1.1. Plano de resiliência do Vale Katmandu

Atendendo às suas características geomorfológicas, geomórficas e meteorológicas o Nepal é um país muito propenso a desastres naturais como sismos, deslizamentos de terras e cheias. Por esta razão, ao longo da sua história sofreu vários desastres de larga escala. O mais recente desses eventos catastróficos ocorreu em 2015, quando um sismo de magnitude 7.8 na escala de Richter abalou a região. Os danos foram devastadores em termos de vidas humanas perdidas, perdas sociais, económicos e culturais (JICA *et al.*, 2017).

O sismo de 2015 despertou a comunidade científica para a realização de um estudo sobre a região de modo a aplicar aquilo que se aprendeu com ele, bem como desenvolver uma estratégia que permitisse aumentar a resiliência. O estudo, focado no futuro e que tem como objetivo traçar medidas de desenvolvimento sustentáveis que permitem reduzir o risco de desastres presentes e futuros, teve como principal área de incidência e desenvolvimento a região da capital, o Vale Katmandu, que corresponde ao centro administrativo, cultural e económico do país, e que possui uma população na ordem dos 2.5 milhões de habitantes.

O plano de resiliência do vale Katmandu (KVRP) – elaborado pela agencia de cooperação internacional japonesa (JICA – Japanese International Cooperation Agency) em 2017 – cuja monitorização e atualização é da responsabilidade do governo local, estando previsto ser reconduzido a cada 5 anos, foi desenvolvido no sentido de: i) ser um conjunto de medidas de prevenção e mitigação de desastre e de preparação para desastres naturais de grande escala que poderão ocorrer a qualquer momento no futuro; ii) conduzir um estudo de vulnerabilidade a desastres naturais de larga escala, definindo prioridades e medidas adequadas, com o objetivo de criar resiliência na sociedade e no território face a este tipo de eventos; iii) preparar a implementação do conceito de “reconstruir melhor” (*Build-Back-Better*, BBB) com o intuito de evitar a necessidade de reconstrução e recuperação de ativos físicos apresentando enormes danos causados por desastres naturais de larga escala; iv) definir as diretrizes de desenvolvimento e promoção de medidas relacionadas com a resiliência para o Vale Katmandu; v)

ser um documento de suporte anexado ao *Strategic Development Master Plan* (SDMP) para o vale Katmandu 2015-2035.

No setor da construção e habitação, o plano pretende promover a edificação de infraestruturas antissísmicas, sendo para tal importante que os documentos de planeamento e construção sejam devidamente analisados pelas entidades competentes e pertencentes ao governo local. Nesta ótica, é visto como essencial melhorar as capacidades técnicas e de conhecimento de causa dos membros das tais entidades. Fruto deste desenvolvimento, no plano é prevista a promoção de sessões de treino e disponibilização de suporte técnico aos trabalhadores do ramo da construção. Sendo assim, a proteção contra os sismos não depende apenas de medidas estruturais, como a resistência sísmica das estruturas, mas também de medidas não-estruturais, como, por exemplo, a preparação da capacidade de os especialistas prestarem auxílio aos trabalhadores da construção.

As medidas prioritárias definidas pela JICA (2017), para além das já mencionadas são a definição das áreas de vulnerabilidade sociais, capacitação da gestão de desastre e a análise e revisão do código de construção nacional, garantindo a sua aplicação. Além do mencionado, estão previstas contramedidas nos mais variados sectores: i) planeamento urbano e ordenamento do território; ii) rede de transportes; iii) linhas de vida (abastecimento de água e saneamento); iv) turismo e património cultural.

Relativamente ao planeamento urbano e ordenamento do território, e reconhecendo o poder que estas ferramentas possuem para contribuir para a resiliência da cidade, o plano de resiliência do Vale de Katmandu visa, entre outros, a elaboração de um plano diretor da região, garantir a redundância das estradas de acesso, fomentar a capacidade de desenvolvimento de recursos humanos através da implementação de simulacros e formações e a criação de espaços abertos que facilitem a evacuação no caso de desastre.

Numa situação de ocorrência de desastres naturais extremos, uma boa rede de transportes desempenha um papel muito importante na rapidez e eficácia da resposta. Neste sentido, no Plano de Resiliência do Vale de Katmandu, são perspetivas medidas como: i) identificação das estruturas mais vulneráveis aos desastres, como é o caso das diversas pontes existentes na região; ii) definição de acessos de transporte de emergência, designadamente com identificação de vias com um perfil transversal tipo.

No rescaldo de um desastre, o abastecimento de água e o saneamento são duas condições essenciais à população afetada cuja suscetibilidade a infeções ou mesmo morte por doenças está diretamente ligada a esses recursos. O KVRP pretende assegurar estas condições através da criação de linhas de vida por meio de um armazenamento mínimo de água que permita proteger a população na eventualidade de um evento disruptivo, acrescido de um plano que permita recuperar o abastecimento o mais rápido possível, implementar soluções antissísmicas nas instalações de abastecimento de água,

reforçar a resistência a sismos da rede de saneamento e criar soluções de saneamento temporárias em campos de evacuação.

As contramedidas afetas ao turismo e património cultural visam, entre outras, o estabelecimento de uma rede de informação pelas organizações mais relevantes, criação de medidas de promoção de resistência contra sismos em hotéis, disseminação de informação de segurança visitantes, desenvolvimento de um guia operacional para reabilitação de edifícios históricos e culturais, aumentar a consciencialização dos programas de segurança para os trabalhadores da área de turismo, desenvolvimento de um plano de prevenção de desastres para zonas históricas de conservação, e estabelecimento de medidas de promoção de resistência contra sismos em hotéis.

3.1.2. Índice australiano de risco de desastre natural

Fatores como a deterioração climática e a extensa urbanização, amplificam as consequências dos riscos naturais como incêndios florestais, cheias, vagas de calor, tempestades, sismos e tsunamis, e requerem uma preocupação acrescida no que se refere à vulnerabilidade da sociedade e das comunidades. As consequências económicas provocadas pela ocorrência de desastres naturais no período que decorreu entre 2006 e 2016 encontram-se na ordem dos 18 milhares de milhões de dólares australianos por ano, estando previsto que este valor até à década de 2030 (Parsons *et al.*, 2020).

A tendência desfavorável prevista até 2030 obrigou ao desenvolvimento de uma análise refinada das soluções possíveis (Parsons *et al.*, 2020), tendo sido consideradas duas linhas prioritárias de pensamento, designadamente: i) a perspetiva da vulnerabilidade em que as desigualdades físicas, sociais, económicas e ambientais são considerados como fatores que influenciam a suscetibilidade dos indivíduos e a sua capacidade de resposta a desastres; ii) a perspetiva da resiliência na qual os indivíduos aprendem a viver com a imprevisibilidade e incerteza inerentes ao ambiente. Neste sentido, foi conduzido um trabalho de investigação que culminou na definição de um índice de risco de desastre natural do ponto de vista da resiliência que permitisse a identificação de situações precárias com vista à sua priorização de intervenção perspetivando o aumento da resiliência.

A estrutura hierárquica de classificação do índice de risco tem por base dois princípios fundamentais da resiliência: i) capacidade de adaptação; ii) capacidade de resposta. A partir destes princípios torna-se possível desenvolver e definir temas que são avaliados por indicadores. Conforme se pode verificar, a capacidade de resposta subdivide-se em carácter social, capital económico, serviços de emergência, planeamento e ambiente construído, capital comunitário e acesso a informação (Tabela 1); sendo avaliada consoante o envolvimento comunitário e social e a governança e liderança.

Tabela 1 - Descrição dos temas abrangidos pelo índice de risco de desastre natural australiano
 [Adaptado Parsons et al., 2016]

Capacidade de resposta	
Tema	Descrição
Carácter social	As características sociais da comunidade. Representam os factores sociais e demográficos que influenciam a capacidade de preparação e recuperação de um evento de perigo natural.
Capital económico	As características económicas da comunidade. Representam os factores económicos que influenciam a capacidade de preparação e recuperação de um evento de perigo natural.
Serviços de emergência	A presença, capacidade e recursos dos serviços de emergência. Representa o potencial de resposta a um evento de perigo natural.
Planeamento e ambiente construído	A presença de legislação, planos, estruturas ou códigos para proteger as comunidades e o seu ambiente construído; Representa a preparação para eventos de perigo natural, utilizando estratégias de mitigação, planeamento ou gestão de riscos.
Capital comunitário	A coesão e a ligação da comunidade; Representa as características de uma comunidade que facilitam a coordenação e a cooperação para benefício mútuo.
Acesso à informação	O potencial das comunidades para se envolverem com informações sobre riscos naturais; Representa a relação entre as comunidades e a informação sobre os perigos naturais e a assimilação dos conhecimentos necessários para a preparação e auto-suficiência.
Capacidade de adaptação	
Tema	Descrição
Envolvimento social e comunitário	A capacidade dentro das comunidades para aprender e transformar de forma adaptável face a mudanças complexas; Representa os recursos e o apoio disponíveis nas comunidades para o envolvimento e renovação para benefício mútuo.
Governança e liderança	A capacidade dentro das organizações para aprender, rever e ajustar políticas e procedimentos, ou para transformar práticas organizacionais; Representa a flexibilidade no seio das organizações para aprender com a experiência e ajustar-se em conformidade.

3.1.3. Quadro de ação australiano para a redução de desastre

A região australiana é fortemente fustigada por eventos devastadores causados por desastres naturais, tal como incêndios florestais, ciclones e cheias. Nesse sentido, existe já um desenvolvimento significativo nas áreas da resiliência a desastres naturais e redução de riscos. Porém, as condições impostas pelas alterações climáticas resultam num incremento da frequência e intensidade de tais eventos, traduzindo-se num agravamento da vulnerabilidade que, aliado ao crescimento da população e do número de ativos, conduz a aumento da exposição das pessoas e dos ativos ao risco. Do mesmo modo, este agravamento também se reproduz nos serviços essenciais dos quais a sociedade depende de forma muito considerável. Além do mais, os avanços do conhecimento científico permitem entender que os impactos dos desastres são duradouros, complexos e intangíveis. Como tal, as repercussões a nível económico são cada vez maiores, tendo repercussões por todos os sectores da sociedade. Face ao exposto, as entidades australianas responsáveis, consideraram urgente realizar uma revisão das medidas de mitigação e solução de modo a fazer face às adversidades futuras australianas (Australian Disaster Resilience Knowledge Hub, 2021).

O quadro de ação proposto encontra-se em alinhamento com aquele de Sendai (Nações Unidas, 2015a), os acordos de Paris (Comissão Europeia, 2015) e os objetivos de desenvolvimento sustentável definidos para 2030 (Nações Unidas, 2015b). Reconhece o risco de desastre como um produto do perigo (relativo ao evento repentino ou choque), da exposição (pessoas e ativos que pode ser colocados em perigo), da vulnerabilidade (potencial de impactos adversos sobre aqueles expostos ao perigo) e da capacidade que os indivíduos ou bens possuem de resistir, de absorver, de acomodar, de adaptar, de transformar e de recuperar dos impactos (Australian Disaster Resilience Knowledge Hub, 2021).

A redução de desastres, catástrofes e da sua magnitude é então vista como um ponto crítico no apoio à criação e manutenção de comunidades resilientes, que enfrente a perspectiva de ocorrência de eventos disruptivos extremos. Neste sentido, e tendo presente a escala multisectorial do problema em questão, a entidade (Australian Disaster Resilience Knowledge Hub – ADRKH) composta por membros da agencia governamental australiana para recuperação e resiliência e do instituto australiano para resiliência de desastre, convocou membros de todos os estados, governos locais e os representantes principais do sector privado para que, todos juntos, pudessem participar no desenvolvimento de um quadro de ação que permitisse abranger as mais diversas áreas com vista à criação de comunidades cada vez mais resilientes (Australian Disaster Resilience Knowledge Hub, 2021)

Conforme este quadro, a visão para a redução de riscos na Austrália assenta em três princípios fundamentais que devem ser aplicados em todos os sectores: i) tomada de decisões com consciência dos riscos de desastre; ii) sentido de responsabilidade para reduzir riscos que se encontram no seu domínio de controlo; iii) promoção de investimentos que permitam reduzir o risco de desastre e a o custo global dos desastres, e seus impactos colaterais, quando estes ocorreram.

Assim, foram estabelecidas quatro prioridades a ser atingidas nos 5 anos subsequentes, sendo consideradas na globalidade como medidas para redução do risco de desastre, designadamente: i) Compreensão do risco de desastre através da melhoria da sensibilização publica relativamente a riscos naturais, as suas causas e consequências, bem como identificar situações de risco através de análise de dados existentes e promover intervenções que permitam mitigá-los. Acresce ao referido que é da maior importância facilitar o acesso a informação coesa sobre riscos de desastre e melhorar os canais de comunicação; ii) Responsabilidade nas tomadas de decisão. Neste sentido algumas das medidas definidas são a consideração de potenciais perdas (tangíveis e intangíveis) e benefícios mais amplos associados em todas as decisões relevantes. Acresce a isso a identificação dos riscos de desastre prioritários e processos de mitigação, bem como a promoção da resiliência através da sua inclusão em documentos e códigos relevantes; iii) Reforço do investimento através do desenvolvimento de ferramentas que promovam a redução de risco de desastre e que forneçam diretrizes e orientações práticas para mecanismos de investimento, bem como identificar potenciais linhas de investimento futuras e correntes, com vista a encorajar comunidades, indivíduos e empresas de menores dimensões

a tomar decisões mais informadas e sustentáveis; iv) Governança, propriedade e responsabilidade que consiste na delimitação dos campos de ação dos intervenientes; e na criação de mecanismos que permitam identificar e reduzir os riscos decorrentes de interdependências intersectoriais.

3.1.4. Nature-Based Solutions for Urban Resilience (NbS)

Por todo o mundo, as cidades tem-se vindo a deparar com desafios cada vez maiores e cada vez mais relevantes no que se refere a questões relacionadas com a sua resiliência e a sua capacidade de recuperação na sequência de desastres extremos, que advém: i) da interação entre os riscos climáticos e a urbanização; ii) da diminuição da biodiversidade e serviços do ecossistema; iii) da pobreza e de crescentes desigualdades socioeconómicas (Banco Mundial, 2021).

O agravamento dos eventos climáticos estão a causar perdas cada vez maiores ao nível económico e da insegurança social, estando as condições de bem-estar cada vez a deteriorar-se mais. A tendência atual é para que os desafios de resiliência urbana continuem continuamente a aumentar, impulsionados, entre outros, por processos de urbanização, de uso excessivo dos solos e pelas alterações climáticas (Banco Mundial, 2021).

Tendo em conta que a percentagem da população que vive em cidades está em contínuo crescimento, perspetivando-se que deverá rondar os 70% em 2050, e que a deterioração do clima provoca uma alteração na intensidade e frequência de certos e determinados eventos climáticos extremos, pode ser antevisto um agravamento do risco de exposição das pessoas e bens que nelas vivem e permanecem.

As soluções baseadas na natureza (NbS) foram introduzidas inicialmente a meio dos anos 2000 promovidas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) e pela Comissão Europeia (CE), como uma combinação de medidas efetivas face aos riscos climáticos e de desastre. Estas soluções recorrem a processos naturais ou à própria natureza para responder aos desafios ambientais e de resiliência, proporcionando soluções integradas, serviços e infraestruturas. Atendendo à sua extensão, para além dos limites sectoriais, a realização destas intervenções depende da operacionalização de parcerias intersectoriais. Quando aplicadas de forma adequada, este tipo de intervenções é capaz de proporcionar vastos benefícios à zona de implementação, endereçando múltiplos desafios sociais, dos quais se destacam a redução de risco de desastre e o desenvolvimento da resiliência climática. Paralelamente, podem contribuir para restaurar a biodiversidade, melhorar a saúde pública, melhorar a segurança da água e dos alimentos e estimular a qualidade de vida e subsistência da comunidade (UNDRR, 2017).

O Banco Mundial possui um largo portefólio de investimentos e iniciativas de análise com o intuito de promover a resiliência urbana, assim como a redução de risco de desastre. No passado, os esforços promovidos com este mesmo fim traduziram-se, maioritariamente, em iniciativas que recorreram ao uso de *gray infrastructures*, ou infraestrutura cinzenta. Segundo o Banco Mundial (2021) e o Instituto

de Recursos Mundiais, entende-se como infraestrutura cinzenta “qualquer tipo de estrutura construída ou equipamento mecânico, tais como reservatórios, aterros, tubagens, bombas, estações de tratamento de água, e canais. Estas soluções de engenharia estão incorporadas em bacias hidrográficas ou ecossistemas costeiros cujos atributos hidrológicos e ambientais afetam profundamente o desempenho da infraestrutura cinzenta”. Estas soluções são entendidas como nem sempre adequadas dos pontos de vista da relação custo-eficácia, da resiliência e da sustentabilidade.

Neste sentido, os estudos do Banco Mundial (2021) estão direcionados para soluções baseadas na natureza (NbS) que permitem responder ao problema apresentado de uma forma mais sustentável e eficaz. Conforme definido por Cohen-Shacham (2016), NbS “é um termo geral que se refere a «ações para proteger, gerir de forma sustentável», e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordem os desafios da sociedade de forma eficaz e adaptável, proporcionando simultaneamente bem-estar humano e benefícios para a biodiversidade”. O desenvolvimento deste tipo de soluções é altamente promovido por diversos acordos e iniciativas internacionais tais como o quadro de ação de Sendai para a redução de riscos de desastre acima abordado, os objetivos de desenvolvimento sustentável (SDGs), e os acordos climáticos de Paris (UNDRR, 2021d; Nações Unidas, 2015a; Nações Unidas, 2015b; Comissão Europeia, 2015).

Os acordos supramencionados concordam que é imperativo que exista uma sintonia entre os objetivos ambientais e a gestão do risco para poder fazer face às crescentes necessidades de gestão de riscos climáticos, enfrentar a degradação ambiental, melhorar as capacidades adaptativas de comunidades com maior grau de vulnerabilidade, e para fomentar o investimento público e privado na prevenção e redução de riscos de desastres (Banco Mundial, 2021; Flood *et al.*, 2022; UNDRR, 2021d).

As NbS recorrem a uma panóplia de intervenções estruturais e não estruturais que permitem proteger, restaurar, ou criar características naturais ou com base na natureza. O campo de aplicação destas soluções é muito vasto podendo também ser aplicadas como complementos a infraestruturas cinzentas, como paredes de retenção ou aterros. Conforme referido anteriormente, as NbS podem contribuir para a redução dos impactos de desastres naturais nas cidades, como por exemplo cheias, erosão, deslizamentos de terra, seca e vagas de calor (Banco Mundial, 2021; UNDRR, 2021d).

A diversidade de NbS existentes contribuem para a amplitude do seu campo de aplicação. Aliado aos vastos benefícios que este tipo de soluções podem proporcionar, permitem que seja possível considerá-las como opções de grande viabilidade. Como tal, os investimentos em NbS têm visto um aumento muito significativo nos anos mais recentes tendo sido observado um aumento na ordem dos 35%, no período compreendido entre 2018 e 2020. Tendo em conta também a sua relação custo-eficácia e tendo presente o contexto de recuperação económica após o auge da crise pandémica do vírus COVID-19, é expectável que os investimentos em soluções NbS continuem a apresentar a tendência crescente verificada nos últimos anos (Banco Mundial, 2021; UNDRR, 2021d).

Conforme os documentos elaborados pelo Banco Mundial (2021) e UNDRR (2021d), a definição da solução e do espaço são decisões muito importante no processo das quais irá depender o sucesso do projeto. De modo a garantir que a escolha é a mais acertada, está delineado um quadro de ação com várias etapas que equaciona as diversas variáveis que permitem determinar a adequação da solução e do local de aplicação. Segundo o catálogo do Banco Mundial são definidos 5 princípios importantes que permitem guiar a identificação e realização de potenciais investimentos em NbS: (i) Avaliar as funções, benefícios, custos e considerações de idoneidade do NbS; (ii) Aplicar uma abordagem de sistemas integrados ao NbS para a resiliência em paisagens urbanas; (iii) considerar os princípios da conservação dos ecossistemas adotando uma hierarquia de abordagens baseadas nos ecossistemas; (iv) considerar a integração de NbS através de uma série de escalas espaciais; (v) adotar uma abordagem multi-interveniente e interdisciplinar.

No catálogo do Banco Mundial (2021) são apresentadas várias NbS (Figura 2) como por exemplo as florestas urbanas, soluções em edifícios, corredores verdes, e agricultura em área urbana. Cada uma delas apresenta características distintas, desempenha funções diferentes oferece benefícios diversificados, possuem considerações de adequação distintas e acarretam custos diferentes. Complementarmente, são ainda apresentados exemplos reais de aplicação de cada uma das NbS, que permitem mostrar detalhes sobre como financiar, como implementar, como gerir, e como manter este tipo de soluções, bem como as boas praticas e conhecimentos que tem vindo a ser adquiridos e desenvolvidos sobre as mesmas.



Figura 2 – Exemplos de NbS [adaptado de Banco Mundial, 2021]

3.2. Iniciativas nacionais

3.2.1. Plano de recuperação e resiliência

Para além das conhecidas repercussões no foro da saúde pública, a situação pandémica causada pelo vírus SARS-CoV-2, provocou também, de um modo geral, uma retração da atividade económica que se traduziu em consequências gravosas a nível económico e social à escala mundial, ao qual Portugal não é exceção (Ministério do Planeamento, 2021).

Com o intuito de conter a doença, foi necessário pôr em prática medidas que tiveram implicações diretas no consumo das famílias e nas atividades das empresas. Neste sentido, de modo a evitar a eliminação irreversível de postos de trabalho e de capacidade produtiva, bem como limitar a perda de rendimentos das famílias, foi urgente a adoção de medidas de mitigação dos efeitos referidos, tais como o apoio à liquidez económica e a manutenção de postos de trabalho das empresas.

Devido às constantes e sucessivas vagas da COVID, houve a necessidade de estender e aprofundar as medidas iniciais de mitigação. Foi então criado, na União Europeia, um instrumento comunitário estratégico de mitigação do impacto económico e social da crise. Este permitiu atenuar os graves impactos causados pela pandemia nas economias dos estados-membros e fomentar a convergência e resiliência das mesmas, tendo um papel importante no crescimento sustentável a longo prazo. Ademais, contribui para a resposta aos desafios inerentes à dupla transição para uma sociedade mais ecológica e digital. Com base nestas premissas, o Conselho Europeu criou um instrumento temporário de recuperação, o *Next Generation EU*, do qual se desenvolveu o Mecanismo de Recuperação e Resiliência em que se enquadra o Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) (Finanças Planeamento e Saúde, 2022; Ministério do planeamento, 2021).

O PRR traduz a estratégia delineada para a alocação dos fundos europeus no território português que permitirá a superação da crise e, posteriormente, um crescimento robusto e sustentável. Estes objetivos serão alcançados através de um conjunto de reformas e investimentos, com início em 2021 e com prazo de execução até ao ano de 2026. Para além dos compromissos económicos, o PRR assenta também no desenvolvimento sustentável, garantindo o cumprimento de todas as normas ambientais aplicáveis, bem como assegurando que todas as reformas e investimentos não terão um impacto negativo nos objetivos ambientais estabelecidos. Em termos de estrutura, o PRR é organizado em 20 componentes, agrupadas em 3 dimensões (Transição digital, transição climática e a resiliência) englobando 37 reformas e 83 investimentos (Ministério do Planeamento, 2021).

As repercussões da pandemia contribuíram para expor e/ou acentuar fragilidades existentes nos sistemas que suportam as nossas sociedades. Por esta razão, a dimensão da resiliência torna-se num dos focos centrais do PRR. O reforço da resiliência ao nível da economia e da sociedade portuguesas, são fundamentais para criar ou reforçar mecanismos de resposta face a desafios existentes e perspetivados no futuro, sendo natural que a resiliência seja a dimensão sobre a qual incide a maior

tranche dos fundos alocados para este plano de recuperação, correspondentes a cerca de 60% do montante global de subvenções. Esta situação permite preparar o país para novas crises, possibilitando a mitigação dos efeitos potencialmente negativos que poderiam eventualmente vir a condicionar a recuperação e crescimento perspetivados para o país. Neste sentido, e no âmbito da Resiliência, foram definidos três campos prioritários: i) Redução das vulnerabilidades sociais; ii) reforço do potencial produtivo nacional; iii) ambição de assegurar um território simultaneamente competitivo e coeso (Ministério do planeamento, 2022).

Em alinhamento com o Pilar Europeu dos Direitos Sociais, no que se refere à redução de vulnerabilidades sociais, foi estabelecido o campo de reposta social à crise gerada pela pandemia como prioritário. Este campo pretende direcionar a sua ação para as pessoas e para as suas competências com o recurso a investimentos e reformas nas áreas da: i) saúde; ii) habitação; iii) redes de apoio dirigidas a pessoas e cultura (considera-se exceção ao nível das reformas) (Ministério do planeamento, 2022).

Relativamente ao reforço do potencial produtivo nacional, o PRR foi conceptualizado com a intenção de ser uma ferramenta poderosa que catalise a recuperação num contexto pós-pandémico, sendo dado um enfoque particular ao nível da Investigação e Desenvolvimento (I&D), assim como na transformação da I&D e inovação em valor económico e social, e no fortalecimento dos capitais próprios das empresas e da capacidade de resposta do sistema de educativo e formativo português. Em suma, com a intenção de garantir condições de sustentabilidade e competitividade ao tecido empresarial, são previstos investimentos e reformas em duas componentes, envolvendo a primeira a capitalização e Inovação Empresarial e sendo segunda dedicada à aquisição de qualificações e competências (Ministério do planeamento, 2022).

Num contexto de adaptação às transições em curso – climática e digital – é pretendido um território que atenda às condições de base territoriais indispensáveis para promover a competitividade económica e coesão territorial. Ao mesmo tempo, é necessário fomentar condições de adaptação às mudanças causadas pelas alterações climáticas. Para tais efeitos, foram elaborados reformas e investimentos de modo a aumentar a resiliência das Florestas e da Gestão Hídrica, bem como investimentos na componente das Infraestruturas (Ministério do planeamento, 2022).

3.2.2. Projetos desenvolvidos pela Câmara Municipal de Lisboa

Reconhecendo os riscos de desastre identificados, inerentes à localização geográfica da cidade de Lisboa, e a severidade acrescida das suas consequências no panorama urbano a Câmara Municipal de Lisboa (CML) tem desenvolvido projetos com a finalidade de fomentar a Resiliência. É à luz deste ideal que surgem os projetos descritos no seguimento.

3.2.2.1. Projeto ReSist

O passado sísmico e a localização da cidade aliados ao fator de imprevisibilidade inerente a este tipo de eventos naturais capazes de imprimir destruição – produzindo perdas físicas, sociais, económicas, ambientais e culturais incomparáveis – representam por si uma elevada vulnerabilidade sísmica. Nos últimos anos, a população que reside e/ou transita por Lisboa tem seguido uma tendência globalmente crescente, não apresentando sinais de inversão. Complementarmente, encontram-se sediados na cidade uma panóplia de órgãos de soberania e outras entidades imprescindíveis para o funcionamento do estado que, na eventualidade da ocorrência de um evento disruptivo, poderão sofrer danos que deixarão enormes repercussões nas funções públicas e nos mais variados setores da sociedade, além de uma dimensão muito relevante no que se refere a perda de vidas humanas. Neste sentido, a exposição derivada da posição geográfica da cidade aos sismos, a sua crescente densidade populacional e a centralização de serviços importantes, tornam Lisboa muito vulnerável aos efeitos destes fenómenos naturais (CML, 2020).

O Programa municipal de promoção da resiliência sísmica do parque edificado, privado e municipal e infraestruturas urbanas municipais, denominado por ReSist, é uma proposta da Câmara Municipal de Lisboa aprovada no final do ano de 2020 e que tem vindo a ser implementado desde 2021. Trata-se de um projeto com enfoque na redução dos riscos de catástrofes sísmicas, tendo por base o contexto tectónico no qual se enquadra a cidade de Lisboa e que lhe confere uma vulnerabilidade sísmica acrescida (CML, 2020; CML 2022). O ReSist é constituído por 3 vetores base, que representam o enquadramento das ações a desenvolver, a diferentes escalas e a diferentes horizontes temporais, conforme a Tabela 2.

A cada um destes vetores estão associadas ações que poderão ser diferenciadas consoante cada uma das três áreas de intervenção: i) edificado privado, que inclui propriedades pertencentes ao Estado e a entidades públicas, ii) edificado municipal; e iii) infraestruturas municipais (CML, 2020). Neste sentido, o ReSist define um conjunto de 47 ações que visam a promoção da resiliência sísmica da Cidade de Lisboa, e que assenta nos seguintes objetivos estratégicos: i) elaboração de normas técnicas e metodologias de avaliação da vulnerabilidade sísmica da Cidade; ii) desenvolvimento de ações operacionais com vista a uma efetiva promoção da resiliência, concretizadas através de campanhas de inspeção, projetos e obras de reforço estrutural que incidam sobre o parque edificado e infraestruturas vulneráveis; iii) realização de campanhas de sensibilização e divulgação para envolvimento da sociedade, com o objetivo de capacitar a população em geral; iv) desenvolvimento de sistemas de gestão de informação que agilizem as tarefas de partilha de conhecimento e execução do programa entre as várias estruturas municipais; v) definição e implementação de critérios de alerta e priorização de intervenção que orientem a ação dos serviços municipais; vi) definição de parcerias estratégicas a estabelecer com entidades externas para otimização das ações (CML, 2022).

Tabela 2 - Vetores base e respetivo enquadramento do projeto ReSist [Adaptado de CML, 2020]

Vetor base	Enquadramento
Infraestrutura de conhecimento e modelação	Obtenção, compilação e tratamento de dados, produção de informação e produção de cartografia de vulnerabilidade e resistência sísmica da cidade.
	Definição de modelos e ações que permitam a adoção de medidas de mitigação, prevenção e adaptação.
Envolvimento da sociedade	Criação de programas de incentivos municipais vocacionados para o envolvimento dos proprietários particulares, visando o apoio técnico e/ou financeiro no que se refere à inspeção técnica e reforço da segurança estrutural do edificado particular.
	Ações de divulgação e estratégias de comunicação a adotar para envolvimento da sociedade, assim como a participação em projetos de investigação e desenvolvimento relevantes para a prossecução dos objetivos.
	Estabelecimento de parcerias entre universidades, centros de investigação, empresas privadas, associações e ordens profissionais, que visem orientar as ações a desenvolver no programa.
Regulamentação e fiscalização	Atualização dos regulamentos municipais e dos IGT no que se refere à avaliação e mitigação da resistência sísmica da cidade.
	Definição de guias metodológicos que forneçam informação e orientem a ação dos proprietários, promotores, projetistas e técnicos municipais no sentido da promoção da resiliência sísmica da cidade será igualmente desenvolvida neste vetor.
	Definição das normas que regularão a ação inspetiva municipal, no sentido da avaliação da conformidade dos projetos de construção com os regulamentos e demais legislação em vigor.

3.2.2.2. Projeto AGEO

Este projeto teve início em 2018 e tem como objetivo a criação de uma plataforma de gestão de risco para a zona atlântica, mais concretamente para sismos, inundações, deslizamentos e riscos geológicos em contexto urbano. O AGEO (CML, 2021a), liderado pelo Instituto Superior Técnico (IST) está a ser desenvolvido em consórcio com diversas instituições pertencentes a países como Espanha, França, Irlanda e Reino Unido, visando a integração da sociedade civil nesta temática e promovendo a comunicação com as entidades competentes e a comunidade científica.

As linhas estruturantes do projeto AGEO contemplam: i) incentivar a adoção e utilização a nível regional dos serviços e dados fornecidos por infraestruturas europeias como o programa *Copernicus* ou o EGDI; ii) promover a cooperação e o desenvolvimento de uma plataforma de recursos para a avaliação, preparação, mitigação e prevenção de risco geológico na área atlântica; iii) criar casos de estudo concretos que permitam confirmar a capacidade dos Observatórios de cidadãos na melhoria dos sistemas de gestão de risco geológico; iv) formular recomendações futuras para a resposta à mais ampla gama de perigos (naturais e induzidos pelo homem) na região Atlântica, com base na experiência adquirida durante a implementação dos casos piloto (CML, 2021a).

Com o intuito de promover esta iniciativa, quer do ponto de vista da inclusão da sociedade no mesmo, quer do ponto de vista do desenvolvimento dos trabalhos do projeto, a CML lidera o piloto Observatório Multiriscos de Lisboa, e realiza, através deste, campanhas de comunicação e disseminação e ações de sensibilização e formação. Ademais, o projeto visa o desenvolvimento de uma aplicação móvel que permite aos utilizadores reportar facilmente situações de risco com que se deparem, contribuindo para o acompanhamento e monitorização das situações por parte das autoridades municipais competentes.

3.2.2.3. Projeto GeoSIG

Com a intenção de gerir os dados geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos no concelho de Lisboa, foi criado o GeoSIG (CML, 2021b). Através da compilação de dados obtidos por meio de campanhas de prospeção pela cidade foi possível criar uma aplicação *webgis*. Através desta, é possível produzir cartografia relevante que permite a identificação das principais condicionantes de ordem geológica, geotécnica e hidrogeológica. Assim, esta informação constitui uma ferramenta fundamental de apoio à decisão para as entidades competentes, além disso permite uma redução de custos e otimização de novos projetos para os técnicos projetistas.

3.2.2.4. Projeto ModSub 3D

A motivação por detrás do projeto ModSub 3D, centra-se na necessidade de aquisição de dados que permitam avaliar o impacto das estruturas enterradas no regime hidrológico local. Assim, foi idealizada a criação de uma representação tridimensional de todos os constituintes do subsolo, permitindo localizar cada um dos elementos e as cotas a que se encontram. A iniciativa encontra-se em fase de desenvolvimento pelo que os resultados não estão disponíveis ao público (CML, 2021e).

3.2.2.5. Projeto LisbonSlides

O projeto LisbonSlides visa a avaliação de patologias no edificado, taludes naturais e muros de contenção sítos em áreas de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes. O objetivo da iniciativa prende-se com a caracterização de áreas de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes. A fase inicial do projeto partiu de uma análise do Plano Diretor Municipal (PDM) de 2012, no qual constam áreas identificadas como instáveis. Com base nesta informação foi contratada uma campanha de vistorias de modo a avaliar o parque edificado, muros e taludes naturais nas áreas assinaladas, com o intuito de elaborar uma avaliação das patologias compatíveis com problemas a nível estrutural (CML, 2021d).

Quando finalizado, o projeto fornecerá informação que irá permitir a identificação de situações de risco que requeiram intervenção ou monitorização. Este programa está interligado com os projetos ReSist e GeoSIG, pela relação intrínseca entre os eventos sísmicos e a informação geotécnica adquirida por estes e os movimentos em massa de vertentes. A dimensão da participação social da plataforma

AGEO, em que os cidadãos são incentivados a reportar anomalias, tal como descrito acima, representa igualmente uma interligação com este projeto.

3.2.2.6. Projeto GeoSustained

A iniciativa GeoSustained, realizada em consórcio liderado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e com trabalhos iniciados em janeiro de 2022, visa a avaliação da sustentabilidade de sistemas geotérmicos superficiais para Lisboa. O projeto compreende estudos de caracterização do comportamento térmico e termomecânico dos solos da cidade através da recolha de informação que permita realizar uma avaliação da sustentabilidade de diferentes soluções de sistemas geotérmicos superficiais sob determinadas as condições climáticas a que a cidade de Lisboa se encontra sujeita. Paralelamente serão conduzidos estudos laboratoriais com recurso a modulação matemática que visam entender a influência da temperatura no comportamento dos solos, com o intuito de otimizar a eficiência e segurança da utilização deste recurso (CML, 2021c).

4. Classificação de resiliência

No presente capítulo são analisados sistemas de classificação existentes, bem como documentos complementares, guias e normas relevantes. Em especial será dissecada a proposta de Sistema de Classificação de Resiliência Português (SCRP 1.0) desenvolvido no âmbito de trabalhos de investigação prévios que conduziram à apresentação de uma dissertação de mestrado (Duarte, 2021). O objetivo deste capítulo é a elaboração de linhas orientadoras que permitam contribuir para uma proposta de expansão do sistema previamente proposto

4.1. Estudos prévios

Entendendo a importância da componente política e legislativa na temática principal deste trabalho e os estudos desenvolvidos por académicos no campo das relações internacionais que associam determinadas correntes políticas a estratégias que permitem fomentar a resiliência foi analisada a criação de uma nova dimensão que englobasse os fatores relativos à governança (Badarin, 2020).

Paralelamente, o estudo de modelos de análise estratégica de decisão como o caso do PESTEL (Issa *et al.*, 2014) usados em contexto de gestão empresarial no qual, além das 5 dimensões já presentes no SCRP, surgem ainda a dimensão legal e política. Da mesma forma, o Relatório de Riscos Globais de 2022 realizado pelo World Economic Forum inclui uma dimensão alusiva ao tema da governança, que neste caso surge como dimensão geopolítica (World Economic Forum, 2022) . A impossibilidade de quantificação de muitas das questões estudadas apresentou-se como dificuldade da sua integração no sistema desenvolvido.

A abordagem holística do sistema requer que a sua aplicação possa ser feita a ativos em que os apoios e decisões de organizações estatais apresentem menor expressão, sem implicações nas suas capacidades resilientes. Ademais, o caráter local de alguns ativos torna-os independentes de relações internacionais e geopolíticas. Nesse sentido foram incluídos parâmetros alusivos à governança na dimensão Organizacional (D3), em detrimento da criação de uma nova dimensão mas reconhecendo a relevância do tema.

O ISO/CD 22371 (2022), desenvolvido pelo comité técnico ISO/TC 292, que trata de questões afetas à segurança e resiliência, dirige-se a qualquer organização que seja responsável por espaços públicos, pessoas e empresas. Nele são estabelecidas diretrizes e abordagens, aplicáveis nos mais diversos contextos, que têm como finalidade incrementar a resiliência em áreas urbanas e assim a proteger as comunidades, indivíduos e empresas que nelas se inserem e melhorar as vidas dos seus utilizadores. Deste modo, descreve: i) como criar capacidade para gerir melhor situações de mudança e eventos disruptivos, minimizando, ao mesmo tempo, o impacto que estes podem causar nos grupos mais desfavorecidos e vulneráveis; ii) atributos e princípios de resiliência urbana; iii) como preparar, avaliar, planear, implementar e melhorar continuamente medidas de resiliência urbana.

Este mesmo comitê técnico está a desenvolver outros documentos com relevância para presente estudo no campo da gestão de emergência. Destacam-se: a ISO/AWI 22322 visa a criação de diretrizes para o aviso da população em caso de emergência; a ISO/AWI 22324 que pretende padronizar um código de cores para alertas; a ISO/CD 22328-2 e ISO/CD 22328-3 têm a intenção de definir orientações para a implementação de sistemas comunitários de aviso prévio para riscos de deslizamentos de terra e tsunamis, respetivamente.

O documento ISO/CD 22371 (2022), que se encontra em fase de desenvolvimento, estabelece, igualmente atributos (Tabela 3) e princípios (Tabela 4) que procuram caracterizar o ideal de resiliência urbana. O quadro de ação definido no documento supramencionado, define cinco pontos determinantes que permitem fomentar a resiliência urbana: i) Organização e definição que visa as estruturas de governança e gestão, uma visão partilhada de objetivos e a coleção de dados; ii) avaliação e priorização de através da execução de análises baseadas em sistemas de resiliência urbana e priorizando áreas que se identifiquem como mais debilitadas; iii) estratégia e desenvolvimento por via da criação de metodologias que permitam a criação de resiliência urbana; iv) implementação que abrange o desenvolvimento, gestão e entrega de projetos; v) melhoramentos contínuos através de monitorização, medição, ajuste, aprendizagem e inovação.

Tabela 3 – Atributos da resiliência urbana [adaptado ISO/CD 22371]

Atributo	Descrição
Adaptativo	Cria adaptabilidade e flexibilidade; criando sistemas urbanos capazes de evoluir e adaptar-se rapidamente num panorama de alteração constante - evitando riscos e capitalizando em oportunidades.
Ciente	Recolhe informação, capta dados em tempo real e conduz processos de avaliação do futuro com o fim de melhorar a sensibilização, antecipar alterações e informar tomadas de decisão com base em evidência.
Justo	Distribui benefícios e impactos justa e equitativamente pelas redes urbanas; Reduz o stress social e os resultados desproporcionadamente pobres para as comunidades vulneráveis.
Inclusivo	Conduz consultas abrangentes e ações com as comunidades, incluindo aquelas que são mais vulneráveis - cria coesão comunitária, reforça contratos sociais e fomenta a participação dos indivíduos.
Integrado	Integra e alinha os sistemas urbanas de forma a reduzir divisões e juntar tomadores de decisão, setores, departamentos, orçamentos, atividades e agendas.
Refletivo	Avalia, constrói conhecimento organizacional, aprende e melhora constantemente para melhorar resultados futuros
Regenerativo	Avança após desastres; Transforma-se de modo que os sistemas ecológico, social e de saúde prosperem.
Egenhoso	Encontra soluções distintas rapidamente para atingir fins desejados ou satisfazer necessidades durante um choque ou quando sob stress, mobilizando recursos humanos , financeiros e técnicos fora de estruturas de resposta tradicionais, apresentando soluções inovadoras em situações adversas.
Responsivo	Providencia uma resposta célere de modo mitigar impactos adversos de eventos em sistemas sociais, ecológicos e de saúde e acelera o processo de recuperação.
Robusto	Aborda vulnerabilidades dos sistemas através de design robusto, redundância e medidas à prova de falhas, equacionando risco, performance e custo.

Tabela 4 – Princípios da resiliência urbana [adaptado ISO/CD 22371]

Princípio	Descrição
Foco no valor/resultado	Foco em estratégias de resiliência urbana orientadas para os resultados que procuram melhorar um maior leque de resultados possível (ou seja, sociais, económicos e ambiental) com consideração de quem beneficia. Medindo um amplo conjunto de resultados (mais do que puramente financeiros) ajuda a dar prioridade a iniciativas que tenham múltiplos benefícios em todo o sistema.
Governança eficaz	Apoiar métodos de governação eficaz que promovam responsabilidades claras, responsabilização, unidade de visão e transparência; proporcionar benefícios de resiliência duradouros que vão para além dos ciclos eleitorais e evitem a fragmentação, assegurando a existência de mecanismos de financiamento sustentáveis a longo prazo para fornecer apoio contínuo a iniciativas de resiliência.
Codesenvolvimento liderado pela comunidade	Implementar estratégias lideradas ou codesenvolvidas pela comunidade, assegurando que as perspetivas locais são integradas, a confiança é construída, e as comunidades assumem a responsabilidade local pela sua resiliência.
Abordagem baseada no sistema	Manter uma abordagem sistémica, olhando para todo o sistema em vez de se concentrar nas suas partes individuais para melhor compreender a complexidade e interdependências entre os múltiplos intervenientes com perspetivas divergentes, permitindo encontrar soluções que proporcionam múltiplos benefícios e previnem falhas em cascata e desproporcionadas em todo o sistema.
Demonstrar o valor da resiliência	Demonstrar o valor da resiliência através da comunicação dos benefícios e consequências de não investir em medidas de resiliência. Os casos de negócio para a resiliência devem articular a melhoria da segurança e os benefícios ambientais da resiliência, juntamente com os resultados positivos a longo prazo para as comunidades e a economia em geral.
Focado em evidências e baseado no risco	Desenvolver estratégias de resiliência urbana baseadas no risco e orientadas para a evidência. Utilizar a retrospção, o discernimento e a previsão para informar melhor a tomada de decisões e fornecer soluções mais robustas.
Sustentável	Procurar e comprometer-se com soluções sustentáveis, eficientes em termos de recursos e ecológicas para resiliência urbana a longo prazo, de todo o sistema, que não comprometem o bem-estar e a qualidade de vida das gerações futuras.
Benéfico para o clima	Conduzir esforços para que os sistemas urbanos sejam benéficos para o clima; ter como mínimo a neutralidade carbónica. Incluir medidas de adaptação climática para reduzir os riscos futuros e explorar oportunidades futuras.
Alinhamento com outras iniciativas locais e globais	Alinhar e integrar a resiliência com as iniciativas locais e internacionais existentes tais como os objetivos de Desenvolvimento Sustentável (SDGs).
Aproveitar tecnologia que melhora a resiliência	Alinhar a resiliência com a agenda urbana SMART sempre que viável (possível), adotar novas tecnologias que aumentem a resiliência mas estar consciente e reduzindo a exposição potencial a novas vulnerabilidades.

4.2. Proposta para sistema de Classificação de Resiliência Português (SCRP 1.0)

O trabalho desenvolvido por Duarte (Duarte, 2021), promoveu criação de uma primeira iteração de uma ferramenta que poderá adquirir uma importância muito significativa a nível nacional, o Sistema de Classificação de Resiliência Português (SCRP), permitindo uma normalização da classificação da

resiliência dos ativos construídos e contribuindo desta forma, através de patamares de satisfação para os diversos parâmetros avaliados, para incrementar a sua resiliência.

Com vista a caracterizar os ativos de forma completa, o modelo divide-se em cinco áreas estruturantes, ou dimensões, que estão subdivididas em subáreas ou subtemas, designados por indicadores. A cada um destes indicadores corresponde um número de parâmetros variável que são avaliados através de critérios de avaliação. A classificação resultante permite entender detalhadamente as situações que carecem de intervenção com vista a melhorar a sua resiliência, bem como aquelas em que o ativo possui melhor desempenho.

O SCRP encontra-se organizado em cinco dimensões principais que definem as preocupações referentes à resiliência de um edifício perante desastres naturais, designadamente: i) ambiental (D1); ii) económica (D2); iii) organizacional (D3); iv) social (D4); v) técnica (D5). Cada uma destas divisões resultou de uma pesquisa que teve por base: i) os pilares essenciais para o desenvolvimento sustentável definidos pela agenda XXI; ii) a revisão bibliográfica das dimensões definidas por Bruneau *et al.* (2003); iii) as dimensões presentes nas referências bibliográficas consultadas e analisadas.

A dimensão ambiental (D1) incide sobre a caracterização das condições ambientais a que os ativos construídos estão expostos, focando-se na vulnerabilidade da área em que se inserem face aos desastres naturais. Os desastres naturais visados são aqueles que se encontram nas classes média e alta, segundo ANEPC (2019), designadamente sismos, inundações (urbanas, de rio, de mar), incêndios e tsunamis. A caracterização que é possível realizar através dos indicadores afetos a esta dimensão procura estabelecer uma perceção mais detalhada sobre os perigos latentes e os seus impactos na resiliência dos ativos construídos. Deste modo, é possível melhorar a capacidade de preparação pré-desastre, bem como a identificação de medidas a tomar que permitam mitigar consequências.

A resiliência dos ativos construídos é igualmente afetada por fatores económicos. É neste contexto que se insere a dimensão económica (D2), que procura dar resposta aos desafios apresentados. A disponibilidade financeira e gestão económica do edifício têm uma influência muito significativa na capacidade de resposta a distúrbios causados por desastres naturais, o que afeta inevitavelmente a celeridade e a eficiência do processo de recuperação. Nesse sentido, os indicadores elaborados, visam a existência de seguros e procuram caracterizar o contexto económico do ativo construído face à ocorrência de um desastre natural de magnitude e impacto elevados.

A capacidade de gestão em situação de emergência é aquilo que define a capacidade organizacional do edifício e o seu papel na resiliência dos ativos construídos tem adquirido cada vez mais relevância e constituem-se, no âmbito de um sistema de classificação de resiliência, como a dimensão organizacional (D3). As medidas adotadas pelos gestores ou proprietários numa situação pré-desastre, contempladas pelo indicador Organização interna (I8) ajudam a fomentar ações de prevenção que

permitem mitigar ou mesmo eliminar impactos provocados por desastre. Através de ações rotineiras de preparação para um cenário de desastre, é possível minimizar eventuais danos ou consequências negativas na eventualidade da sua ocorrência. Paralelamente, a organização externa (I9) avalia a influência de leis ou certificações externas na capacidade de resposta da comunidade, e por sua vez nos ativos construídos. Como órgãos superiores, as entidades estatais, têm a responsabilidade de conduzir esforços que culminem numa análise continuada de vulnerabilidades e resiliência, com vista a salvaguardar a população face às consequências nefastas das situações de desastre, bem como garantir a adaptação sustentável às alterações climáticas. (Cerè, Rezgui e Zhao, 2019; Field et al., 2017)

A envolvente social dos ativos construídos, concretizada na dimensão social (D4) do SCRP, é um fator da maior importância e relevância que merece atenção e destaque em estudos de resiliência urbana. Estudos anteriores revelam uma correlação direta entre uma maior preocupação com os indivíduos e a existência de níveis de resiliência mais elevados. Embora a avaliação da influência de cada indivíduo, em particular, na resposta a um determinado evento disruptivo seja difícil de quantificar, esta não pode deixar de ser considerada. Uma população mais alerta, atenta e informada, aliada a uma estrutura de suporte de desastre competente contribuem de forma muito positiva para a gestão dos riscos de desastre e para a promoção da resiliência (Saja *et al.*, 2019; Maguire, B., & Hagan, P., 2007; Meerow *et al.*, 2016). A avaliação da resiliência social é contemplada pelos indicadores I10 *Responsabilidade social* e I11 *Infraestruturas de emergência*.

A dimensão técnica (D5) visa a avaliação das características técnicas e físicas dos ativos construídos, bem como da sua envolvente. Esta caracterização permite melhorar a perceção da vulnerabilidade física das estruturas face aos desastres naturais, sendo que existe uma relação direta entre a grandeza dos impactos sofridos e a resistência oferecida pelas componentes técnicas. Esta dimensão assume um papel fundamental nas fases de pré, durante e pós desastre (Atrachali *et al.*, 2019). Neste sentido, procura-se a redundância e robustez por via de soluções incorporadas no edifício para lá daquelas presentes no código da construção, tais como a instalação de sistemas de proteção contra desastres naturais ou criação de sistemas autossustentáveis que permitam a sua utilização em situações necessárias para manter a continuidade de serviços (Cerè, Rezgui e Zhao, 2019).

4.3. Revisão e expansão da proposta para SCRP

4.3.1. Dimensão Ambiental

O indicador I1 (sismo) avalia a vulnerabilidade sísmica da envolvente do edifício. Por forma a melhorar a caracterização da envolvente foram desenvolvidas alterações aos seus parâmetros. denominação do parâmetro “inclinação do terreno” para “declive do terreno” (P4) por se considerar uma designação tecnicamente mais adequada. Os critérios de avaliação afetos a este indicador, foram alterados e expandidos de forma a contemplar melhor as situações existentes, bem como a sua concordância com o PDM. Os critérios de avaliação do parâmetro P5 - Tipo de solo EC8 foram atualizados segundo a

nova carta de tipos de solo desenvolvida em 2019 por Oliveira (2019), cuja caracterização contempla o fator sísmico (Anexo I).

De acordo com Ferreira (2012) uma área com maior densidade populacional apresenta-se como de maior risco na eventualidade de um sismo, pelo que é proposta a consideração de um novo indicador, o P8 - Densidade populacional, que permite avaliar essa mesma condicionante (Tabela 5).

Tabela 5 - Propostas de expansão afetas ao indicador I1 - Sismo.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I1 – Sismo	P4 – Declive do terreno	>18°	1
		18° a 12°	3
		12° a 6°	5
		até 6°	9
	P5 - Tipo de solo EC8	D ou E	1
		C	3
		BC	5
		B	7
		AB	9
	P8 - Densidade Populacional	Até 27500 hab/km2	1
		Até 18500 hab/km2	3
		Até 12000 hab/km2	5
		Até 7500 hab/km2	7
Até 3000 hab/km2		9	

Com base em vários estudos (Field e Lindsay, 2016; Cerè, Rezgui & Zhao, 2017; CML, 2021a; Chen 2020) e na opinião de especialistas nacionais (nomeadamente do LNEC e IST) foi identificado que um dos riscos naturais avaliados na resiliência urbana é o deslizamento de terras, pelo que foi criado um indicador (I5) que permitisse contemplar este risco. Apoiada pelos estudos mencionados, a caracterização deste risco é realizada pelos parâmetros: i) declive do terreno; ii) precipitação; e iii) posição do nível freático. Por análise do PDM (Anexo II) é possível identificar parâmetros que permitem também auxiliar esta caracterização como a suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa de vertentes PDM e a permeabilidade do solo (Tabela 6).

O parâmetro referente à permeabilidade do solo (P32) introduzido no indicador deslizamento de terras (I5), poderia igualmente surgir no indicador afeto a vulnerabilidade a inundações (I3). Porém, foi decidido não realizar assim inclusão por forma a não complicar a aplicação do sistema.

Tabela 6 - Propostas de expansão afetas ao indicador I5 – Deslizamento de terras.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I5 – Deslizamento de terras	P28 – Declive do terreno	Muito inclinados >25	1
		Inclinados 5 - 25	5
		Planos < 5	9
	P29 - Precipitação	Elevada	1
		Moderada	5
		Baixa	9
	P30 - Posição do nível freático	0 - 5m	1
		5 - 20m	5
		> 20 m	9
	P31 – Suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa de vertentes PDM	Muito Elevada	1
		Elevada	3
		Moderada	5
		Não identificado	9
	P32 – Permeabilidade do solo	Baixa	1
		Baixa a Média	3
Média		5	
Média a alta		7	
Alta		9	

4.3.2. Dimensão Económico-financeira

Embora exista uma interligação inerente entre as disciplinas económica e financeira, é importante denotar a sua distinção. O enfoque da economia, como uma ciência social, recai sobre o panorama geral ou questões gerais sobre o comportamento humano em torno da alocação de recursos reais. Por sua vez, tudo aquilo que envolve técnicas e ferramentas de gestão de fundos constitui o campo de ação das finanças (Investopedia, 2022). Tendo em conta o cariz da temática abrangida na D3 não ser puramente focada no panorama geral, mas igualmente nas ferramentas de gestão dos fundos, foi proposta a alteração da sua designação para Económico-financeira, para melhor representar o seu campo e abrangência de aplicação (Tabela 7).

Tabela 7 - Propostas de expansão afetas ao indicador I7 – Implicações financeiras e estratégicas.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I7 – Implicações financeiras e estratégicas	P35 – Existência de fundos de desastre	Sim	1
		Não	9
	P36 – Acesso a crédito externo/interno	Sim	1
		Não	9
	P37 – Acesso a títulos (<i>bonds</i>)	Sim	1
		Não	9

O documento ISO/CD 22371, ainda em fase desenvolvimento por parte do comité técnico TC292, realça a importância das estratégias financeiras na resiliência de um edifício, pelo que suporta a criação dos parâmetros P34, P35 e P36 que avaliam a existência de fundos de desastre, o acesso a crédito externo/interno e o acesso a títulos (*bonds*), respetivamente.

4.3.3. Dimensão Organizacional

Tal como referido anteriormente, os temas relacionados com governança influenciam a capacidade resiliente de um ativo construído. Assim sendo, e validados pelas recomendações presentes no ISO/CD 22371, foram incluídos no indicador Organização externa (I9). A existência de uma entidade pública responsável pela fomentação da resiliência urbana, bem como a sua organização e definição de estratégias e objetivos, constitui uma elevada importância para a resiliência do edifício pelo seu papel ativo na identificação de lacunas e soluções que permitam colmatá-las (Field *et al.*, 2017). Com o intuito de avaliar esta questão, foram criados o P47 - Entidade responsável e o P48 - Relação entre a comunidade e os intervenientes. O P49 - Monitorização surge na mesma ótica dos anteriores e visa a avaliação da coleção de dados relacionados com a identificação de situações desfavoráveis, bem como o seu tratamento e o a possibilidade do envolvimento da comunidade neste processo (Tabela 8).

Tabela 8 - Propostas de expansão afetas ao indicador I9 – Organização externa.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I9 – Organização Externa	P49 – Entidade Responsável	Não está definida uma entidade responsável pela resiliência urbana	1
		Existe, mas não estão definidos objetivos nem medidas de melhoramento da resiliência urbana	3
		Existe e estão estabelecidos objetivos para melhorar a resiliência urbana	5
		Existe uma entidade para esse fim e estão definidos objetivos e medidas para melhorar a resiliência urbana	9
	P50 - Relação entre a comunidade e os intervenientes	Não existem iniciativas de integração	1
		Existência de estudos de avaliação de benefícios do incremento da resiliência urbana nas comunidades mais desfavorecidas	5
		Existência de iniciativas de integração de modo a definir o plano de ação	9
	P51 - Monitorização	Não existem programas de coleção de dados	1
		Existe coleção e tratamento de dados por parte dos intervenientes	5
		Existe uma ferramenta de coleção e tratamento de dados que os cidadãos/utilizadores podem utilizar e identificar possíveis problemas	9

Estes desenvolvimentos são também suportados pela idealização da resiliência urbana e sustentável apresentada no UN Habitat (2018a), que afirma que a resiliência urbana é um processo iterativo baseado no treino, coleção e análise de dados que suportam as tomadas de decisão (Figura 3).

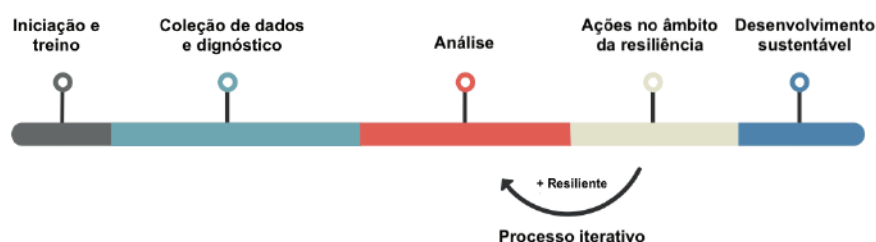


Figura 3 – Metodologia resiliente [adaptado de UN Habitat, 2018a].

4.3.4. Dimensão Social

Na dimensão social (D4), é luz da importância da criação de resiliência comunitária, foram criados parâmetros alusivos à responsabilidade social (I11) que permitem avaliar o envolvimento das entidades administrativas e da própria comunidade nesta temática (Tabela 9). O P57 existência de programas de ajuda mútua entre vizinhos procura avaliar procura avaliar o envolvimento da comunidade e a sua preocupação com cidadãos em situações mais desfavoráveis. As organizações de defesa social podem desempenhar um papel fundamental numa situação de desastre, fornecendo auxílio à população afetada em forma de abrigo (auxiliando as situações de desalojamento inevitáveis) e distribuição de bens essenciais (Sharifi et al., 2016).

Tabela 9 - Propostas de expansão afetas ao indicador I11 – Responsabilidade social.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I11 – Responsabilidade Social	P59 – Existência de programas de ajuda mútua com vizinhos	Não	1
		Sim	9
	P60 – Nº de organizações de defesa social	Nenhuma	1
		Entre 1 e 5	5
		Mais de 5	9

4.3.5. Dimensão Técnica

Os critérios de avaliação do P61_ *Ano de construção* foram alterados conforme a aqueles presentes no relatório do LNEC (2019) e pela consulta das datas das alterações dos códigos construtivos nacionais, pelo que existia um lapso que não previa a alteração ocorrida em 1967.

Por análise dos casos de estudo, mas também pela revisão da literatura foram reformulados os critérios de avaliação ao parâmetro P62 - Sistema estrutural, de modo que permitissem contemplar as situações reais. Assim, foi acrescentado um critério de avaliação que visa estruturas de madeira e reformulado o critério mais favorável para que incluísse estruturas de betão armado, metálicas e mistas.

No âmbito das ações de prevenção de desastre, foi elaborado o P64 - Histórico de manutenções, falhas e atualizações, que considera as ações de preservação do edifício afetas à manutenção e a subsequente catalogação destas intervenções, bem como das falhas ocorridas e as atualizações empreendidas. A implementação destas ações de prevenção permite incrementar a resiliência de um determinado ativo construído numa situação pré-desastre zelando pelo estado de conservação do edifício.

Com o intuito de aprofundar a caracterização da acessibilidade do edifício avaliada no indicador I13 (Acessibilidade) foram reformulados os critérios de avaliação do P65 - Densidade de edifícios, com vista a abranger mais cenários. Da mesma forma, a caracterização do P66 - Rotas alternativas, foi ampliada com a adição do cenário: via com 2 sentidos.

A existência de pisos vazados, que quando ocorrem sismos pode potenciar o deslocamento excessivo dos pilares dando origem do mecanismo de rotura por “*soft-storey*”, representa um tipo irregularidade muito comum, que implica uma perda de rigidez do edifício, tornando-se prejudicial para a resistência sísmica da infraestrutura, pode ser causada por diferentes razões (Figura 4 e Figura 5). Este comportamento dos pilares pode mesmo levar ao colapso da estrutura pelo que o reforço sísmico toma, assim, uma elevada importância nestas situações, porém trata-se de um processo bastante complexo devido aos fatores condicionantes.

Tabela 10 - Propostas de expansão afetas aos indicadores I12 – Conservação, I13 – Acessibilidade e I14 – Segurança sísmica do edifício.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I12 – Conservação	P61 – Ano de construção	<1958	1
		1958 -1966	3
		1967 -1982	5
		1983 - 2010	7
		>2010	9
	P62 - Sistema estrutural	Adobe ou pedra	1
		Alvenaria de tijolo	3
		Madeira	5
		Betão armado e/ou estrutura metálica	9
	P64 – Manutenções, falhas e atualizações	Nenhum registo	1
		Registo de manutenções	3
		Registo de atualizações e manutenções incluindo sarjetas	5
		Registo de manutenções e falhas	7
		Registo de todas as ocorrências	9
	I13 – Acessibilidade	P65 – Densidade de edifícios	>100 edifícios num raio de 0.5 km	1
75 a 100 edifícios num raio de 0.5km			3
50 a 75 edifícios num raio de 0.5km			5
25 a 50 edifícios num raio de 0.5 km			7
<25 edifícios num raio de 0.5 km			9
P66 – Rotas alternativas		Via única com 1 sentido	1
		Via com 2 sentidos	5
I14 – Segurança sísmica do edifício	P72 – Existência de pisos vazados	Múltiplas vias de acesso	9
		Sim	1
		Não	9

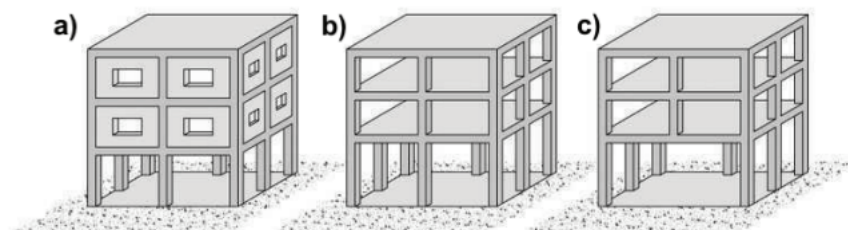


Figura 4 – Irregularidades num edifício que resultam na criação de soft storeys: a) pisos elevados resistentes e rígidos devido às paredes de alvenaria; b) colunas de maiores dimensões em relação àquelas situadas acima; c) colunas descontínuas [adaptado de Halde & Deshmukh, 2015].



Figura 5 – Mecanismo de colapso de um soft storey [adaptado de Halde & Deshmukh, 2015].

A definição da técnica e do tipo de intervenção mais adequada depende de questões socioeconómicas, o binómio custo-importância do edifício, a duração do trabalho/interrupção da utilização do edifício, a funcionalidade e compatibilidade estética e arquitetónica da intervenção com o projeto inicial (Thermou & Elnashai, 2006; Furtado *et al.*, 2014; Dolsek & Fajfar, 2001). As complicações afetas a estas características estruturais e a deficiência do comportamento sísmico que implica fundamentam a criação do P72 - Existência de pisos vazados.

Tabela 11 - Propostas de expansão afetas ao indicador I15 – segurança do edifício contra incêndios..

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I15 – Segurança do edifício contra Incêndios	P74 – Estado de conservação das instalações elétricas	Não remodeladas com danos severos	1
		Não remodeladas com danos ligeiros	3
		Parcialmente remodeladas	5
		Remodeladas ou novas	9
	P77 – Existência de compartimentação corta-fogo	Não	1
		Sim, apenas em parte do edifício	5
		Sim	9
	P78 – Detecção e alarme de incêndio	Não	1
		Sim, apenas em parte do edifício	5
		Sim	9
	P82 – Existência de sistemas de controlo e evacuação de fumo	Não	1
		Sim, apenas em parte do edifício	5
Sim		9	
P83 – Existência de meios de combate intrínsecos	Não	1	
	Sim, apenas em parte do edifício	5	
	Sim, de acordo com a legislação em vigor	9	
P84 – Existência de extintores	Inexistentes ou fora de validade	1	
	Insuficientes	5	
	Suficientes	9	

O P74 – Estado de conservação das instalações elétricas, à parte da alteração da sua denominação que permite clarificar o objeto da sua avaliação, sofreu uma alteração nos critérios de avaliação. Suportado pela análise realizada pelo LNEC (2019) às escolas básicas de 1º ciclo e jardins de infância pertencentes à CML em 2019, foi expandida a caracterização do parâmetro. Foram incluídos os critérios de avaliação para distinguir instalações elétricas não remodeladas e o estado de conservação das mesmas que lhes aferem riscos de incêndios distintos.

Foram propostas alterações aos critérios de avaliação dos parâmetros afetos aos extintores, hidrantes e meios intrínsecos de combate incêndio no âmbito de contemplar situações reais mais diversas. Porém dado o facto de todos estes serem considerados meios de combate a incêndio deveriam talvez ser agrupados de forma a simplificar o sistema, e evitar redundâncias.

Aos parâmetros P77 - Existência de compartimentação de fogo, P78 - Detecção e alarme de incêndio, P82 - Existência de sistemas de controlo e evacuação de fumo e P83 - Existência de meios de combate intrínseco foi adicionado o critério de avaliação “*sim, apenas em parte do edifício*” por forma a

contemplar situações intermédias dos sistemas de proteção contra incêndios avaliados mencionados, expandindo a caracterização do edifício. Além da alteração mencionada, a denominação destes parâmetros foi alterada com o intuito de clarificar aquilo que têm como objetivo avaliar. As mesmas alterações foram aplicadas aos P87 - Existência de sistemas de bombagem contra inundações pertencentes ao indicador I16 que visa a segurança do edifício contra inundações.

Ao P84 – Existência de extintores foi acrescentado um critério de avaliação que equipara estes meios de combate a incêndio numa situação em que estejam fora de validade a uma situação que verifique inexistência destes equipamentos no edifício. Foi ainda adicionado um critério que permitisse a acautelar situações que verifiquem insuficiência de extintores.

Tabela 12 - Propostas de expansão afetas ao indicador I16 – Segurança do edifício contra inundações.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação	
I16 – Segurança do edifício contra inundações	P87 – Existência de sistemas de bombagem contra inundações	Não	1	
		Sim, apenas em parte do edifício	5	
		Sim	9	
	P88 – Vulnerabilidade e exposição das fachadas	Fachadas totalmente expostas com aberturas	Fachadas totalmente expostas com aberturas	1
			Fachadas totalmente expostas sem aberturas	3
			Fachadas parcialmente expostas com aberturas	5
			Fachadas parcialmente expostas sem aberturas	7
			Fachadas não expostas	9
	P90 – Características da rua	Estreita	Estreita	1
			Moderadamente ampla	5
			Ampla	9
	P91 – Vulnerabilidade dos pisos enterrados	Elevada	Elevada	1
			Moderada	5
			Baixa ou inexistência de pisos enterrados	9
	P92 – Soluções de impermeabilização (caves)	Não possui impermeabilização	Não possui impermeabilização	1
			Solução é deficiente	5
			Sim ou não aplicável	9
	P93 - Estado de conservação dos sistemas de drenagem de águas residuais	Danos muito graves ou inexistência de sistemas de drenagem	Danos muito graves ou inexistência de sistemas de drenagem	1
Danos moderados			5	
Danos ligeiros ou sem danos			9	

O P88 *Vulnerabilidade e exposição das paredes* sofreu uma alteração na sua designação de modo a usar o termo técnico para o elemento visado mais adequado: *fachadas*.

Suportada pela opinião de especialistas e pelo estudo de Papilloud *et al.* (2021), foi identificada que a dimensão dos acessos ou vias se prende com o espaço existente na envolvente do edifício e tem influência na sua vulnerabilidade a inundações. Ademais, apresenta um desafio na gestão dos detritos numa situação pós desastre (Lee *et al.*, 2022). Se o edifício se localizar, por exemplo, numa zona muito congestionada como um centro histórico existe menos espaço que permita a circulação e drenagem da água, resultando num incremento da sua vulnerabilidade a inundações. Neste sentido, é proposto o P90 – Características da rua que permite uma caracterização da envolvente do edifício.

A segurança dos edifícios às inundações está igualmente relacionada com a presença e número de pisos enterrados (Arrighi *et al.*, 2020) e, subsequentemente, pela qualidade das soluções impermeabilização dos mesmos que permitem mitigar a vulnerabilidade. As questões levantadas motivaram a proposta dos critérios P91 Vulnerabilidade dos pisos enterrados e P92 Soluções de impermeabilização (caves).

O P95 – Orientação avalia a segurança do edifício contra tsunamis (I17) baseada na orientação da fachada de maior comprimento em relação à direção litoral. A proposta de expansão dos critérios de avaliação afetos a este parâmetro tenciona contemplar ativos construídos localizados em zonas que o edifício não poderia ser afetado por um tsunami, sem que haja detrimento da sua classificação com base na sua orientação (Tabela 13).

Tabela 13 - Propostas de expansão afetas aos indicadores I17 – segurança do edifício contra tsunamis e I18 – segurança do edifício contra deslizamentos de terras.

Indicador	Parâmetro	Critério de Avaliação	Pontuação
I17 – Segurança do edifício contra tsunamis	P95 – Orientação	Orientação do edifício (lado mais longo) paralela à direção litoral	1
		Ângulo menor que 30° entre lado mais longo do edifício e o litoral	3
		Ângulo de 30-60° entre lado mais longo do edifício e o litoral	5
		Ângulo maior que 60° entre lado mais longo do edifício e o litoral	7
		Orientação do edifício (lado mais longo) perpendicular à direção litoral (ou não aplicável)	9
	P96 – Hidrodinâmica do piso térreo	Piso térreo fechado	1
		Piso térreo semi fechado	5
		Piso térreo aberto ou sacrificial	9
I18 – Segurança do edifício contra deslizamento de terras	P97 – Estabilidade dos taludes	Instáveis	1
		Suficientemente estáveis	5
		Seguros ou inexistência de taludes	9

A expansão do parâmetro P96 – Hidrodinâmica do piso térreo advém da calibração ao sistema decorrente da sua aplicação. Foi verificado que muitos dos ativos construídos não seriam corretamente representados por nenhum dos dois cenários previstos. Assim, é proposto um novo critério de avaliação com intenção de contemplar uma situação intermedia na qual o piso térreo é semi fechado.

Analogamente à criação do indicador I5 (Deslizamento de terras), é da maior importância e relevância avaliar a segurança do edifício contra este tipo de desastres naturais; é nesta base que é proposto o I18 (Segurança do edifício contra deslizamento de terras). O parâmetro idealizado para verificar esta situação é a análise à estabilidade dos taludes (P97) que contempla situações de taludes: instáveis; suficientemente estáveis; e seguros ou inexistência de taludes (Chen, 2020).

O indicador I17 (segurança do edifício contra tsunami) poderia ser aplicado apenas a ativos construídos que apresentam vulnerabilidade a este tipo de riscos. Nesse sentido, a classificação do parâmetro afeto a orientação do edifício foi apenas considerado para aqueles que possuíssem essa vulnerabilidade.

Todavia, os restantes parâmetros foram avaliados consoante as suas classificações predefinidas. Esta situação apresenta-se como uma condicionante pois qualquer edifício fora de zona vulnerável a tsunami deveria obter classificação máxima de segurança contra o mesmo ou a sua classificação deveria ser suprimida, por não se considerar relevante.

O sistema expandido pode ser consultado na sua integridade no Anexo III.

5. Implementação do sistema de classificação de resiliência

A implementação do sistema de classificação de resiliência expandido foi realizada em 2 fases que permitiram a sua calibração. Numa primeira fase, o sistema foi aplicado a 4 edifícios de uso coletivo (EUC) do tipo escritórios que, muito embora não representassem uma amostra variada quer em termos de quantidade, quer em termos de distinção entre as características de cada um dos ativos construídos, permitiram a validação do sistema. Após esta validação foi então possível, numa fase subsequente, aplicar o sistema a edifícios escolares, incluindo jardins de infância e escolas do 1º ciclo do ensino básico, pertencentes ao município de Lisboa, todas sob a tutela da Camara Municipal de Lisboa (CML)

5.1. Caso de Estudo 1 – 4 Edifícios de uso coletivo (escritórios)

Os ativos construídos objetos de estudo na primeira fase da análise são todos edifícios de uso coletivo (EUC), localizados na freguesia de Alvalade e encontram-se sob a tutela da mesma organização e entidade gestora. Estes fatores não permitem que os resultados obtidos na classificação sejam significativos em termos de diversidade, porém constituem uma boa indicação para a validação dos resultados e das propostas de alteração efetuadas ao sistema de classificação de resiliência pré-existente. Por falta de autorização da entidade encarregue pela gestão não possível identificar os edifícios pelo seu nome publicamente.

O edifício E1 foi construído e inaugurado na década de 1950, respeitando a regulamentação em vigor à data. Tem estrutura de betão armado e paredes exteriores e interiores de simples preenchimento da malha estrutural de alvenaria de tijolo e fachadas revestidas exteriormente na sua maior parte com marmorite e integram elementos de cantaria de pedra calcária nos socos, soleiras e pedras de peito das janelas. O edifício sofreu obras de ampliação na década de 90 do século XX (em 2 fases), tendo sido alvo de obras de beneficiação, que consistiram na recuperação de fachada, intervenções de carácter preventivo e de manutenção e remodelação de diversas instalações sanitárias (Garcia *et al.*, 2022).

O edifício E2 compreende no seu conjunto três corpos interligados e foi construído e inaugurado no início da década de 1960, respeitando a regulamentação vigente à data. Na construção do edifício são postos em grande evidência: as estruturas de betão aparente, as paredes em alvenaria e o revestimento de paredes em tijolo vidrado em tom natural e creme (Garcia *et al.* 2022).

O edifício E3, foi construído e inaugurado no início da década de 1970 respeitando a regulamentação em vigor à data, tem estrutura de betão armado e paredes exteriores e interiores de simples preenchimento da malha estrutural de alvenaria de tijolo. Por relação com o edifício E2 foram escolhidos elementos cerâmicos para revestimento exterior das fachadas do edifício. O edifício sofreu obras de

ampliação e foi alvo de beneficiação, contemplando intervenções no interior, em especial, nas instalações sanitárias (Garcia *et al.* 2022).

O edifício E4 foi construído e inaugurado em meados da década de 1990 respeitando a regulamentação vigente à data. Tem estrutura de betão armado e paredes (interiores e exteriores) em alvenaria de tijolo, não tendo sofrido intervenções, dado que se trata de um edifício mais recente, encontrando-se em boas condições e perfeitamente atual (Garcia *et al.* 2022).

Em resumo obtiveram-se os seguintes resultados para os 4 EUC (Tabela 14):

Tabela 14 - Classificação das dimensões por caso de estudo

Casos de estudo	Dimensões										Total	
	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5		
Edifício 1	6,3	A	3,7	D	2,4	E	4,8	C	5,0	B	4,4	C
Edifício 2	6,5	A	3,7	D	2,4	E	4,8	C	5,5	B	4,6	C
Edifício 3	6,3	A	3,7	D	2,4	E	4,8	C	5,4	B	4,5	C
Edifício 4	6,5	A	3,7	D	2,4	E	4,8	C	5,2	B	4,5	C

Com base nas classificações obtidas foi possível elaborar as representações gráficas correspondentes dos resultados correspondentes. Na Figura 6 podemos observar uma representação da gráfica da classificação por dimensão dos 4 EUC alvo do estudo.

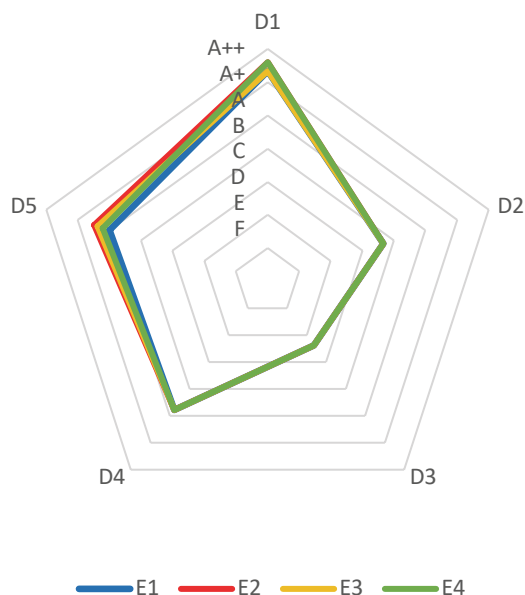


Figura 6 – Comparação da classificação por dimensão dos EUC de teste

Os resultados apresentam grandes semelhanças, particularmente no que se refere às dimensões económico-financeira (D2), organizacional (D3) e social (D4). As semelhanças identificadas devem-se ao facto de todos estes edifícios apresentarem a mesma localização geográfica, pertencerem à mesma

organização e apresentarem tipos de utilização semelhantes. A distinção observada, muito embora marginal pode ser confirmada pelos resultados das restantes dimensões, designadamente ambiental (D1) e técnica (D5).

De modo a entender as diferenças marginais entre a classificação dos EUCs, foi feita uma análise aos indicadores (Tabela 15) com posterior representação gráfica (Figura 7). Neste sentido, D1 compreende I1 a I5, D2 compreende I6 e I7, D3 compreende I8 e I9, D4 compreende os indicadores I10 e I11, e D5 compreende os restantes indicadores (I12 a I18).

Tabela 15 - Classificação dos indicadores por caso de estudo

Indicadores	Casos de estudo			
	E1	E2	E3	E4
I1	5,8	5,8	5,8	5,8
I2	7,5	7,5	7,5	7,5
I3	6,6	6,6	6,6	6,6
I4	5,0	6,3	5,0	6,3
I5	6,3	6,3	6,3	6,3
I6	3,0	3,0	3,0	3,0
I7	3,8	3,8	3,8	3,8
I8	2,8	2,8	2,8	2,8
I9	1,8	1,8	1,8	1,8
I10	6,0	6,0	6,0	6,0
I11	3,8	3,8	3,8	3,8
I12	5,5	7,0	6,0	6,5
I13	7,0	7,0	7,0	7,0
I14	9,0	9,0	9,0	9,0
I15	2,7	2,7	2,7	2,7
I16	4,0	4,5	4,5	4,5
I17	6,3	9,0	9,0	6,3
I18	7,0	7,0	7,0	7,0

A análise dos indicadores comprova as semelhanças verificadas na análise efetuada por dimensões, sendo observadas as maiores diferenças no I12 (Conservação) muito particularmente atendendo às diferentes épocas construtivas e correspondentes sistemas estruturais identificados nos diferentes EUC analisados, bem como no I17 (Segurança do edifício contra tsunamis) devendo-se à orientação dos edifícios em relação à direção litoral. Observam-se também diferenças marginais no indicador I16 (Segurança do edifício contra Inundações) provenientes da diferença observada ao nível do número de pisos e da vulnerabilidade dos pisos enterrados do E1 em relação aos restantes, e no I4 (Incêndios) devida à data de construção do E2 e E4 ser posterior a 1967, em que foi operada uma alteração muito relevante ao nível da regulamentação vigente e, por essa mesma razão, apresentarem classificação muito significativa ao nível do P26 (Edifícios adjacentes).

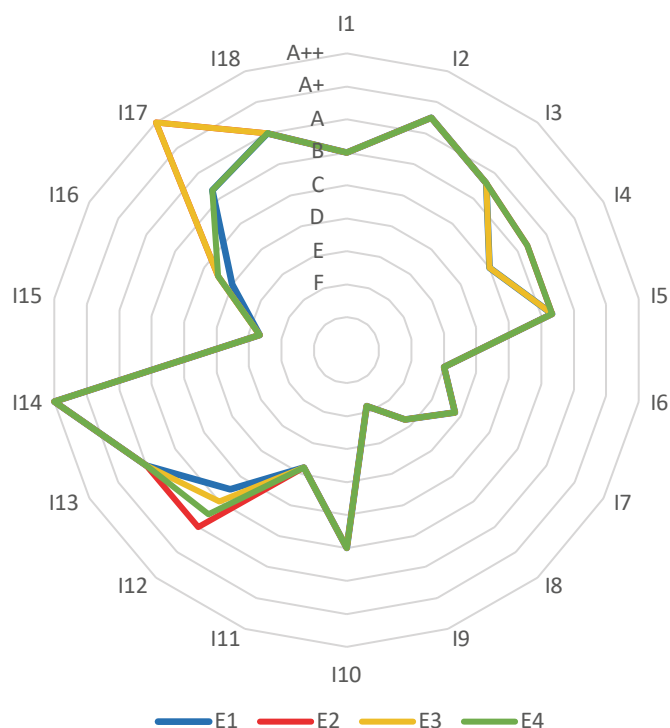


Figura 7 – Comparação da classificação por indicador dos EUC de teste

5.2. 55 Edifícios escolares de propriedade pública

Os objetos de estudo desta fase são edifícios escolares, incluindo jardins de infância e escolas do 1º ciclo do ensino básico, pertencentes ao município de Lisboa, todas sob a tutela da Camara Municipal de Lisboa (CML).

No total, a amostra é composta por 55 escolas (Tabela 16). À exceção da freguesia do Parque das Nações, é contemplado pelo menos um EUC por cada uma das restantes 24 freguesias constituintes do município, conforme é possível o verificar na Figura 8, o que se constitui como uma boa representatividade dentro do município. As figuras referentes a cada um dos ativos construídos podem ser consultados no Anexo IV.

Nos casos em que a escola era constituída por mais de 1 edifício foi considerado na análise apenas o edifício principal. O estudo é fundamentado pelo relatório de avaliação do estado de conservação de escolas do município de Lisboa publicado pelo LNEC (2019) mas também pela consulta de especialistas responsáveis pela sua gestão, pertencentes à CML.

Tabela 16 - Estabelecimentos de ensino de avaliados e respetivos agrupamentos em que estão inseridos e códigos de identificação no presente estudo.

Código	Nome do Estabelecimento	Agrupamentos de Escolas
Esc1	Escola Básica Dr. Nuno Cordeiro Ferreira	Alto do Lumiar
Esc2	Escola Básica Galinheiras	
Esc3	Escola Básica Maria da Luz de Deus Ramos	
Esc4	Escola Básica Padre José Manuel Rocha e Melo	
Esc5	Escola Básica São João de Brito	Alvalade
Esc6	Jardim de Infância do Bairro Padre Cruz	Bairro Padre Cruz
Esc7	Escola Básica Gaivotas	Passos Manuel
Esc8	Escola Básica Padre Abel Varzim	
Esc9	Escola Básica São José	
Esc10	Jardim de Infância Benfica N.o 1	Benfica
Esc11	Escola Básica João dos Santos	D. Dinis
Esc12	Escola Básica Lisboa N.o 195	
Esc13	Escola Básica dos Lóios	
Esc14	Escola Básica São João de Deus	D. Filipa de Lencastre
Esc15	Jardim de Infância António José de Almeida	Fernando Pessoa
Esc16	Escola Básica Adriano Correia de Oliveira	
Esc17	Escola Básica Alexandre Herculano	
Esc18	Escola Básica Homero Serpa	Francisco Arruda
Esc19	Escola Básica Raul Lino	Gil Vicente
Esc20	Escola Básica do Castelo	
Esc21	Escola Básica António Nobre	
Esc22	Escola Básica Laranjeiras	Laranjeiras
Esc23	Escola Básica Bairro Madre de Deus	Luís António Verney
Esc24	Escola Básica Beato	
Esc25	Escola Básica Condado	
Esc26	Escola Básica O Leão de Arroios	Luís de Camões
Esc27	Escola Básica Fernanda de Castro	Manuel da Maia
Esc28	Escola Básica Santo Condestável	
Esc29	Escola Básica Vale de Alcântara	
Esc30	Escola Básica Mestre Arnaldo Louro de Almeida	Marquesa de Alorna
Esc31	Escola Básica Mestre Querubim Lapa	
Esc32	Escola Básica de São Sebastião da Pedreira	
Esc33	Escola Básica Lisboa N.o 1	Nuno Gonçalves
Esc34	Escola Básica Natália Correia	Olaias
Esc35	Escola Básica Bairro do Armador	
Esc36	Escola Básica Engenheiro Ressano Garcia	
Esc37	Escola Básica de Lisboa N.o72	Padre Bartolomeu de Gusmão
Esc38	Escola Básica Rainha Santa Isabel	Patrício Prazeres
Esc39	Escola Básica Professor Oliveira Marques	
Esc40	Escola Básica Rosa Lobato Faria	
Esc41	Escola Básica Alta de Lisboa	Pintor Almada Negreiros
Esc42	Escola Básica Paulino Montez	Piscinas-Olivais
Esc43	Escola Básica da Quinta dos Frades	Prof. Lindley Cintra
Esc44	Jardim de Infância da Ameixoeira	
Esc45	Jardim de Infância Lumiar	
Esc46	Escola Básica Parque Silva Porto	Quinta de Marrocos
Esc47	Escola Básica Professor José Salvado Sampaio	Restelo
Esc48	Escola Básica Professor Manuel Sérgio	
Esc49	Jardim de Infância de Belém	
Esc50	Escola Básica Manuel Teixeira Gomes	Santa Maria dos Olivais
Esc51	Escola Básica do Lumiar - Alto da Faia	Vergílio Ferreira
Esc52	Escola Básica Luz/Carnide	
Esc53	Escola Básica Prista Monteiro	
Esc54	Jardim de Infância Horta Nova	
Esc55	Jardim de Infância Telheiras	

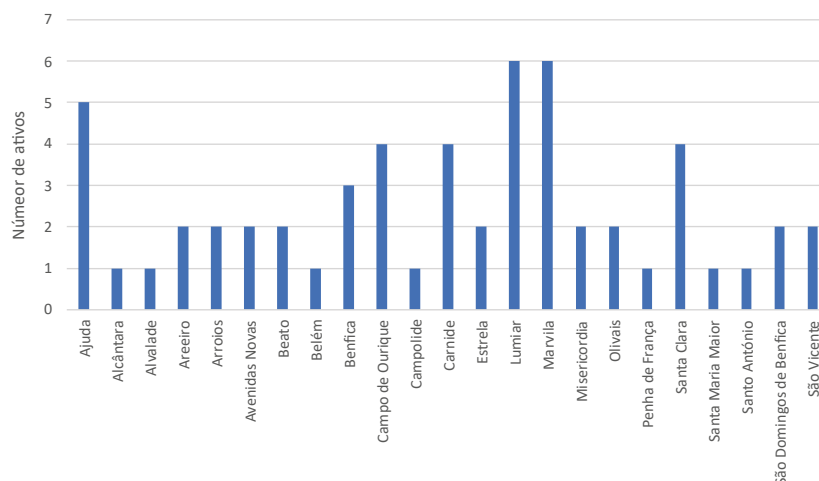


Figura 8 – Distribuição por freguesia dos estabelecimentos de ensino públicos objeto de estudo.

Uma análise à época de construção dos ativos construídos permite verificar que a grande maioria das estruturas são posteriores a 1951, sendo que apenas 22% foram construídos previamente a essa data (Figura 9).

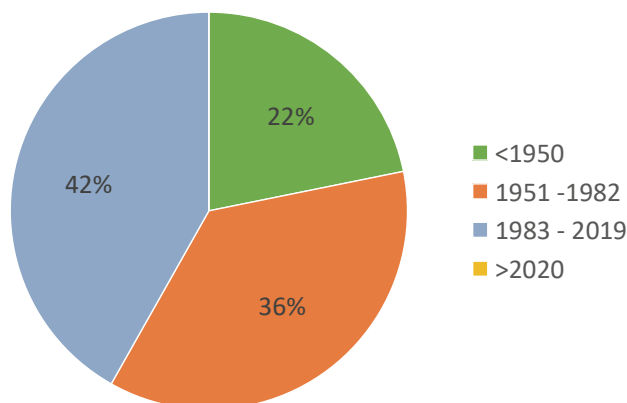


Figura 9 - Distribuição das épocas construtivas dos objetos de estudo.

Em relação ao sistema estrutural, destaca-se uma maior expressão das estruturas de betão armado (Figura 10).

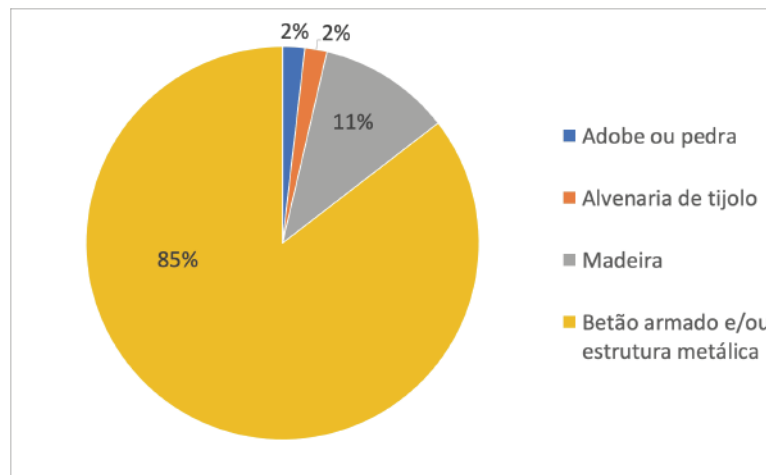


Figura 10 - Distribuição da tipologia dos sistemas estruturais dos objetos de estudo.

É possível também entender o panorama da dimensão em altura dos edifícios pela constatação do facto de mais de 80% da amostra, ou 48 entre 55 objetos de estudo, possuir apenas 1 ou 2 pisos acima do solo, tal como é possível verificar pela Figura 11.

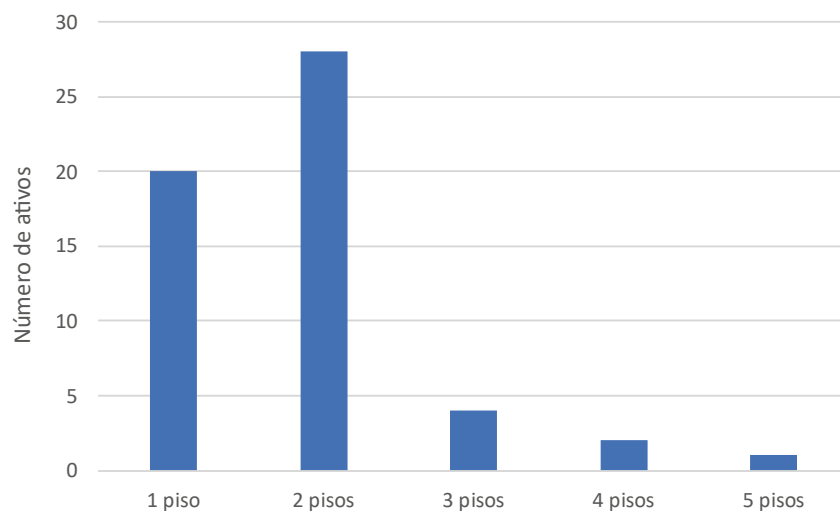


Figura 11 - Distribuição da amostra por número de pisos elevados.

Conforme o relatório do LNEC (2019) e as informações obtidas junto da CML, existem duas escolas que se encontram encerradas (Esc29 e Esc32) devido a assentamentos nas fundações. De qualquer modo não foram excluídas da análise e podemos observar graficamente, na Figura 17, a sua classificação mínima no P63 (Estado de conservação). No entanto, as restantes classificações afetas às dimensões D2 (Económico-financeira) e D3 (Organizacional) foram assumidas conforme a estratégia de gestão da CML para a todas as escolas que gere. De igual modo as competências técnicas (pertencentes à D5 - Técnica) dependentes da entidade de gestão também foram assumidas consoante os requerimentos da mesma. Constitui-se assim como uma limitação para o estudo, sendo que estas classificações não permitem expressar a realidade da situação em que se encontram.

Procedeu-se então à avaliação de cada uma das escolas por base na matriz expandida, por forma a criar uma base de dados que permitisse uma análise estatística aprofundada de modo a poder retirar conclusões estatisticamente fundamentadas sobre o estudo, e entender correlações entre as variáveis de análise.

A título de exemplo apresentam-se as classificações das 10 primeiras escolas da base de dados, na Tabela 17 (em que a variável T corresponde à classificação final para objeto estudado), porém os resultados podem ser consultados na íntegra no Anexo V. Após a classificação efetuada verifica-se que apenas uma escola analisada obteve nível A+ (Esc 22 – Escola Básica Laranjeiras), tendo as restantes atingido nível A. Neste sentido, e com base na semelhança entre as classificações de resiliência total obtidas para os diferentes ativos construídos em estudo, estabeleceu-se uma correspondência com os resultados representados na forma de intervalos de valores ao invés das respetivas classes (Figura 12).

Para as diferentes dimensões analisadas, os resultados das classificações obtidos para os edifícios escolares constituintes da amostra analisada refletem algumas diferenças, nomeadamente algumas assimetrias na D1 (Ambiental) e na D5 (técnica) (Figura 13). As classificações das restantes dimensões revelam uma homogeneidade que será abordada em maior detalhe no seguimento.

Tabela 17 - Classificação das Esc1 a 10.

	D1	D2	D3	D4	D5	T	
Esc1	7,1	6,0	6,8	7,7	6,4	6,8	A
Esc2	6,9	6,0	6,8	7,7	6,7	6,8	A
Esc3	6,9	6,0	6,8	7,7	6,4	6,8	A
Esc4	7,3	6,0	6,8	7,7	6,9	6,9	A
Esc5	7,4	6,0	6,8	7,7	6,4	6,9	A
Esc6	7,4	6,0	6,8	7,7	6,8	6,9	A
Esc7	6,3	6,0	6,8	7,7	6,2	6,6	A
Esc8	7,1	6,0	6,8	7,7	5,9	6,7	A
Esc9	7,1	6,0	6,8	7,7	6,0	6,7	A
Esc10	6,9	6,0	6,8	7,7	6,2	6,7	A

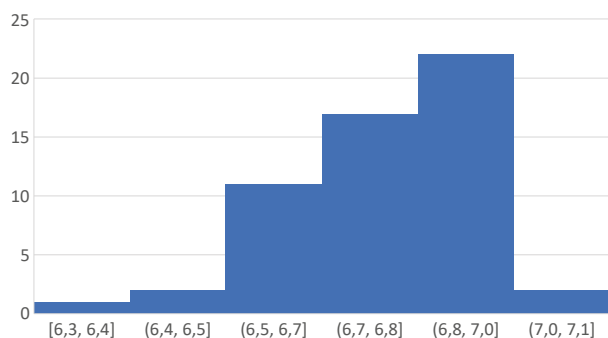


Figura 12 - Dispersão das classificações totais de resiliência dos objetos de estudo.

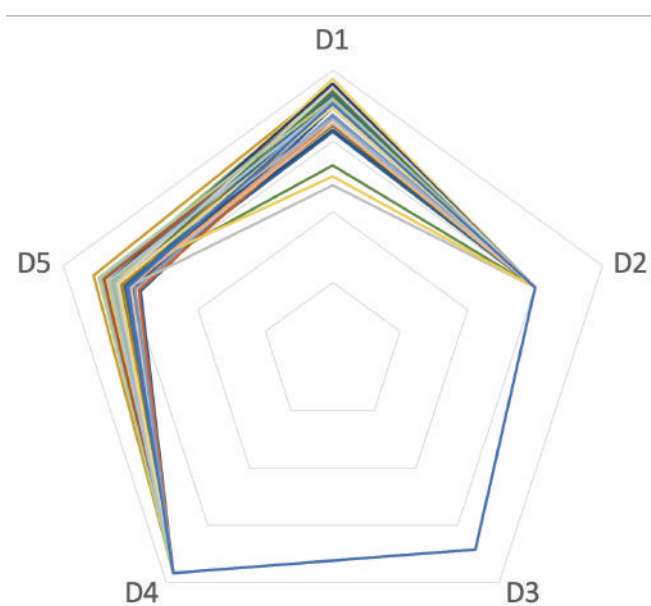


Figura 13 – Classificação final da resiliência dos edifícios escolares, por dimensão.

A análise da Figura 14 revela as assimetrias e as semelhanças observadas nos diversos indicadores do sistema de classificação da resiliência. Os indicadores I6 - Seguro, I7 - Implicações estratégicas e financeiras, afetas à D2 Económico-financeira); I8 - Organização interna e I9 – Organização externa, relativas à D3 Organizacional; I10 Infraestruturas de emergência e I11 Responsabilidade social pertencentes à D4;, bem como o último indicador I18 Segurança do edifício contra deslizamento de terras, apresentam classificações análogas. A distinção observada entre os edifícios, em termos de resiliência, expressa-se pelas classificações obtidas nos restantes indicadores.

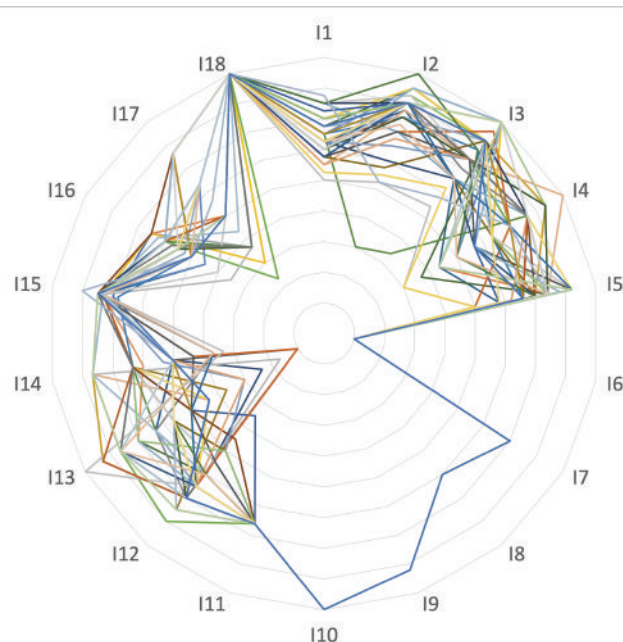


Figura 14 - Classificação final da resiliência dos edifícios escolares, por indicadores.

Na Figura 15, pode-se visualizar a dispersão da classificação obtida para os parâmetros afetos à dimensão ambiental (D1). Os parâmetros P1 - Zonamento sísmico tipo 1 (EC8) e P2 - Zonamento sísmico tipo 2 (EC8), não apresentam dispersão, na medida em que todos os objetos de estudo se localizam no município de Lisboa. A topografia da cidade não apresenta nenhuma falésia nas proximidades dos edifícios pelo que o P6 - Distância de falésias, pelo que não permite uma distinção. Do mesmo modo, o P7 - Distâncias as falhas geológicas não permite a identificação de nenhum objeto de estudo em situação de risco, visto que todos as escolas analisadas se encontram a mais de 200m de formações geológicas desta tipologia, pelo que os resultados não expressam distinções. Por último, os parâmetros P29 - Precipitação e P31 - Suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa de vertentes segundo o PDM não apresentam diferenças nas classificações pela localização geográfica dos objetos de estudo ser relativamente perto e não se inserirem em locais de risco de movimentos de massa de vertentes, respetivamente.

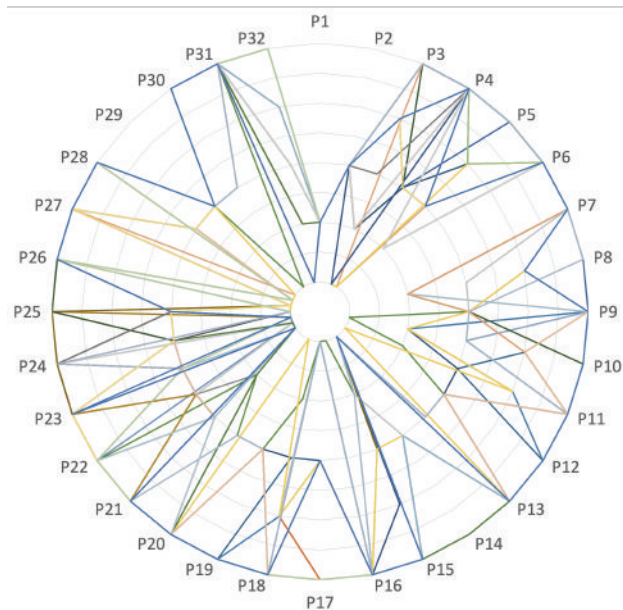


Figura 15 – Classificação final de D1 para os edifícios escolares, por parâmetro.

Em virtude da entidade encarregue pela gestão dos edifícios escolares analisados ser a mesma (CML), os resultados obtidos para a dimensão Económico-financeira (D2) e Organizacional (D3) não expressam quaisquer diferenças, conforme é possível verificar pela Figura 16. Dada a igual tipologia na qual se inserem todos os objetos de estudo, a CML realiza a gestão económico-financeira e organizacional de todos estes ativos de forma igual, podemos assim afirmar que é adotada uma estratégia de gestão de ativos por agrupamento.

As classificações obtidas na D2 e no indicador Organização interna (I8) pertencente à D3 são por isso indiferentes do objeto de estudo. O indicador Organização externa (I9), que completa a terceira dimensão, afeto à legislação e governança não apresenta então alterações relevantes pelo facto de todos os edifícios se localizarem na mesma cidade e por isso serem abrangidos pelo mesmo panorama legislativo. Apresentam-se assim como limitações ao estudo da expansão nestas dimensões, de qualquer modo permitem uma validação cuja classificação propicia à entidade gestora e às entidades governamentais orientações relacionadas com eventuais lacunas do ponto de vista da resiliência.

Do mesmo modo, a classificação da dimensão Social (D4) presente na Figura 16 não permite uma análise comparativa dada a simetria das classificações obtidas. Embora a localização dos ativos seja dispersa e a amostra significativa, os parâmetros avaliados não apresentam variações significativa. A análise aos resultados do primeiro dos dois indicadores constituintes da dimensão que procura avaliar a existência e proximidade infraestruturas de emergência (I10), não apresenta grandes alterações e/ou diferenças mostrando uma adequação da oferta destes serviços, porém não permite uma análise crítica extensa. O indicador I11 - Responsabilidade social prende-se com a envolvimento de iniciativas governamentais e institucionais, com a faixa etária que utiliza os ativos e com as preocupações das entidades de gestão para com as questões de responsabilidade social. Por contacto direto e análise de documentos públicos verificou-se uma panóplia de instituições de apoio social em cada uma das

juntas de freguesia, bem como projetos com envolvimento da comunidade, como o projeto RADAR presente em todas as freguesias do município de Lisboa. Assim sendo, é possível avaliar a capacidade de resiliência pela classificação, mas não pela discussão crítica de resultados díspares.



Figura 16 - Classificações final por dimensões: a) D2; b) D3; c) D4

Tal como é possível observar pela Figura 17, os parâmetros se prendem com as valências técnicas dependentes regulamentação por parte da entidade de gestão dos edifícios (P75 a P87) no campo da segurança do edifício contra incêndios (I15) e contra inundações (I16) não apresentam quaisquer variações pelas 55 escolas. Esta situação deve-se ao facto de a CML impor os mesmos requisitos técnicos para todos os edifícios e zelar pelo seu cumprimento. A mesma situação se verifica para o P64 (Manutenções, falhas e atualizações) pelo que estes procedimentos são de aplicação global pelo portefólio de escolas sob a tutela da CML. Também se verifica uma simetria no P97 (Estabilidade dos taludes) pelo que nenhuma escola se localiza na proximidade de um talude, pelo que não se apresenta como fator de perigo. Os restantes parâmetros apresentam uma dispersão que permite uma análise estatística aprofundada, realizada no seguimento.

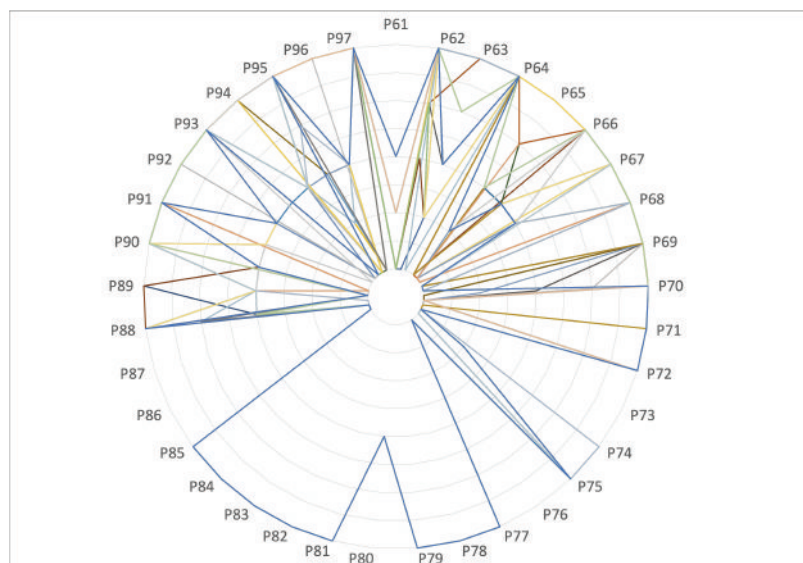


Figura 17 – Classificação final do D5 para os edifícios escolares, por parâmetro.

5.3. Análise estatística dos resultados obtidos

A análise estatística dos resultados obtidos foi efetuada com recurso ao software de análise SPSS. De modo a obter conclusões relevantes foram realizadas análises: i) de correlação bivariável; ii) classificações por clusters; iii) modelação linear automática; iv) regressões lineares.

5.3.1. Correlação bivariada Pearson

Esta análise permite-nos compreender a correlação entre as variáveis, tornando possível, com base nos dados obtidos, identificar variações positivas que indicam uma correlação crescente e variações negativas que expressam uma correlação decrescente. Esta análise foi realizada para os parâmetros e para os indicadores, cujos resultados podem ser consultados na íntegra no Anexo VI, e aqueles referentes aos indicadores apresentam-se na Figura 18.

	I1	I2	I3	I4	I5	I12	I13	I14	I15	I16	I17
I1	--										
I2	0,27	--									
I3	0,02	0,70	--								
I4	0,09	0,03	0,02	--							
I5	0,32	0,43	0,30	0,12	--						
I12	-0,14	0,14	0,13	0,08	0,15	--					
I13	0,09	0,05	-0,08	-0,28	0,18	0,12	--				
I14	0,19	0,21	0,24	0,13	0,25	0,28	0,21	--			
I15	0,19	-0,06	0,01	0,02	0,12	0,13	-0,05	-0,05	--		
I16	0,03	0,01	0,05	0,11	0,18	-0,06	0,32	0,04	-0,05	--	
I17	0,02	0,08	0,19	0,06	-0,05	-0,30	-0,21	-0,35	-0,01	-0,10	--

Figura 18 - Correlação Pearson entre Indicadores.

Analisando as correlações estatísticas entre os indicadores, pode-se verificar que a vulnerabilidade a inundações - I3 tem uma variação paralela à vulnerabilidade afeta a tsunamis e efeito de maré - I2 (0,70), resultante do facto de, nas zonas costeiras, o risco de inundações poder ser amplificado pela ocorrência de tsunamis e pelo próprio efeito de maré.

A acessibilidade - I13 mostra uma correlação positiva com a segurança contra inundações do edifício - I16 (0,32), que pode ser explicada pela capacidade de evacuação, de escoamento de água e pela facilidade de gestão de detritos de desastres.

O indicador que avalia a vulnerabilidade ao risco de incêndio (I4) mostra uma correlação negativa com a acessibilidade - I13 (-0,28), o que nos permite extrapolar que, de todos os ativos construídos analisados, aqueles com menor risco de incêndio estão localizados em áreas de acesso mais fácil. Analisando os parâmetros do I4 – *Incêndio*, percebe-se que os resultados são coerentes com o facto de os edifícios não estarem localizados em áreas com vegetação que possa potenciar este risco, pelo que estarão localizados em áreas com maior densidade de edifícios.

Por último em termos de indicadores, existe uma sobreposição entre a resiliência ambiental ao terramoto - I1 e aos deslizamentos de terras - I5 (0,32), sendo possível extrapolar que o primeiro pode amplificar a possibilidade de ocorrência do segundo.

A correlação negativa mais pronunciada registada surge entre os parâmetros P23 - *Densidade da vegetação* e P14 - *Objetos móveis* (-0,67), o que é coerente com a questão de que as áreas com maior densidade de vegetação serem zonas com menor grau de urbanização (menor densidade de infraestruturas, acessos e ação humana em geral em comparação com uma zona urbana como um centro de uma cidade), pelo que se verifica menor presença de objetos móveis, tais como carros, barcos ou detritos, avaliados por este parâmetro (P14).

Há também uma correlação negativa entre P17 - *Localização Relativa* e P3 - *Vulnerabilidade Sísmica do Solo segundo o PDM* (-0,46), que parece indicar que as escolas localizadas em pontos mais altos relativamente à sua envolvente, têm maior vulnerabilidade sísmica do solo.

A relação negativa entre P94 - *Número de pisos* e P71 - *Desnível entre lajes* (-0,45) manifesta que os edifícios com mais pisos têm mais probabilidades de ter assimetrias entre lajes pelo que existe mais. Finalmente, fruto da sua correlação negativa (-0,40), uma melhor classificação de P96 - *Hidrodinâmica do piso térreo*, o que significa um piso térreo sacrificial, é indicativo de uma pior classificação de P91 - *Vulnerabilidade de pisos enterrados*, ou seja, pisos enterrados mais vulneráveis a inundações.

Relativamente às interdependências positivas entre parâmetros, podemos identificar uma correlação direta ou perfeita (1,00) entre o número de pisos (P89) referente à segurança do edifício contra inundações e as características de acessibilidade da rua (P67). Assim, parece coerente afirmar que edifícios mais altos abrigam em teoria mais pessoas e, por esta razão, a densidade de habitantes ou utilizadores por unidade de área será maior, o que implica a necessidade de vias mais acessíveis, que proporciona paralelamente maior segurança contra inundações.

Existe também uma correlação positiva entre uma posição do nível freático (P30) mais afastada do edifício quanto maior for a sua distância da costa (P10) e do rio - P11 (0,91 e 0,73, respetivamente). O ano de construção (P61) apresenta uma dependência mútua (0,88) com a existência de desníveis entre pisos (P71), o que pode ser compreendido pela crescente preocupação e consciência do risco desenvolvida ao longo dos anos, expressa em alterações aos códigos de construção. Naturalmente, existe uma interligação (0,65) entre a distância ao rio (P11) e a suscetibilidade ao efeito da maré direto segundo PDM (P16), bem como uma correlação deste último com a quantidade de barreiras artificiais na envolvente avaliada pelo P20 (0,70).

A altitude do terreno (P9) influencia positivamente (0,71) a quantidade de barreiras naturais nos arredores (P12), assim como o número de filas edificadas entre a margem e o edifício - P15 (0,69). Uma classificação mais elevada do parâmetro relacionado com a distância à costa (P10) permite

determinar uma maior distância ao rio - P11 (0,69), um maior número de filas edificadas entre a costa e o edifício - P15 (0,61) e uma maior quantidade de barreiras naturais na envolvente - P19 (0,61). Iguamente, um maior número de filas edificadas entre o edifício e a costa - P15 é um indicador da quantidade de barreiras construídas pelo homem na envolvente - P13 (0,75) e da quantidade de barreiras naturais na envolvente - P12 (0,69). Tendo presente o contexto geográfico da cidade de Lisboa conseguimos entender estas relações visto que a cidade se iniciou na frente ribeirinha e expandiu para além desta, ao longo da linha costeira e para zonas interiores.

5.3.2. Análise de classificação por cluster

A análise gráfica, bem como as correlações Pearson efetuadas tomam elevada importância para a seleção dos parâmetros e indicadores relevantes para análise estatística, na medida em que permite a eliminação daqueles cuja variação é baixa ou pouco relevante.

Ultrapassando a fase de triagem, foi possível identificar parâmetros e indicadores que apresentassem uma boa correlação e permitissem a criação de clusters com amostras equilibradas, por realização de um processo iterativo de exclusão, com base no valor-p e nas distâncias dos centros dos clusters. A relevância do parâmetro ou indicador é medida pelo valor-p, foram excluídos, iterativamente valores acima de 5% por este ser considerado um valor limiar de boa significância estatística. Iguamente, a foi desejado que a distância aos centros dos clusters apresentasse uma boa dispersão que os valores não fossem muito aproximados, pelo que foram retiradas as variáveis que não correspondiam a este critério.

5.3.2.1. Análise CL1

Na Tabela 18, referente à análise CL1, contemplam-se as distribuições por cada um dos seus clusters, sendo o Cluster 1 composto por 33 edifícios e o Cluster 2 composto pelos restantes 22.

Tabela 18 - Distribuição pelos clusters dos edifícios (CL1).

Cluster	Escolas
1	Esc1; Esc2; Esc3; Esc4; Esc6; Esc11; Esc12; Esc13; Esc14; Esc16; Esc18; Esc21; Esc22; Esc24; Esc25; Esc29; Esc30; Esc32; Esc34; Esc39; Esc40; Esc41; Esc42; Esc43; Esc44; Esc45; Esc46; Esc48; Esc50; Esc51; Esc52; Esc53; Esc54; Esc5
2	Esc5; Esc7; Esc8; Esc9; Esc10; Esc15; Esc17; Esc19; Esc20; Esc23; Esc26; Esc27; Esc28; Esc31; Esc33; Esc35; Esc36; Esc37; Esc38; Esc47; Esc49; Esc55

A Tabela 1 apresenta o valor-p na coluna denominada por *Sig.*, bem como todos os dados necessários para o seu cálculo. A significância estatística de um parâmetro é tanto maior quanto menor for o seu valor-p. Em geral, o valor ideal para uma boa significância estatística é adotado o valor-p na ordem dos 0,05 (ou 5%). O P10 – *Distância à costa* foi admitido por não ser um valor demasiado afastado desse

limite que permitisse ser descartado, embora não seja uma situação totalmente ideal. Neste sentido, por análise da Tabela 19, é possível concluir que todos os parâmetros selecionados possuem elevada relevância para esta análise estatística.

Tabela 19 - Tabela ANOVA correspondente ao CL1.

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	dF	Mean Square	dF		
P27	111.709	1	9.221	53	12.114	.001
P66	251.345	1	4.556	53	55.171	<.001
P67	146.667	1	4.368	53	33.576	<.001
P10	14.012	1	4.698	53	2.983	.090
P63	18.436	1	3.132	53	5.886	.019

O agrupamento expressa, por análise à sua distância do centro (Tabela 20), que se verifica maior uma maior resiliência afeta aos P66, P67 e P10 (Rotas alternativas, Características da rua e Distância ao rio, respetivamente) nos edifícios pertencentes ao Cluster 1, e maior resiliência para P27 (Proximidade zona industrial) e P63 (Estado de conservação) para aqueles afetos ao Cluster 2. Estes resultados podem ser explicados pela organização urbana da cidade de Lisboa. As zonas mais próximas da costa não são geralmente zonas industriais e apresentam maior densidade de edifícios e menor espaço, resultando em menos alternatividade de rotas (P66) e ruas com características piores em relação à resiliência que dificultam a acessibilidade (I13). Pode-se também extrapolar que as áreas mais próximas de zonas industriais não são tão desejadas e por consequência apresentam menores preocupações com a gestão do estado de conservação dos ativos construídos.

Tabela 20 - Distâncias finais dos centros dos clusters (CL1).

	Cluster	
	1	2
P27	6.09	9.00
P66	7.55	3.18
P67	8.15	4.82
P10	8.03	7.00
P63	4.27	5.45

5.3.2.2. Análise CL2

A segunda análise por cluster de parâmetros identificado pelo processo iterativo anteriormente descrito (CL2), é composto por 24 edifícios no cluster 1 e 31 no cluster 2, conforme a Tabela 21. A significância estatística afeta a estes parâmetros está presente na Tabela 22 e verifica os valores desejáveis.

Tabela 21 - Distribuição pelos clusters dos edifícios (CL2).

Cluster	Escolas
1	Esc7; Esc8; Esc9; Esc10; Esc15; Esc17; Esc19; Esc20; Esc24; Esc25; Esc26; Esc27; Esc31; Esc32 ; Esc33 ; Esc35 ; Esc36; Esc37; Esc38; Esc39; Esc40; Esc47; Esc49; Esc55
2	Esc1; Esc2; Esc3; Esc4; Esc5; Esc6; Esc11; Esc12; Esc13; Esc14; Esc16; Esc18; Esc21; Esc22; Esc23; Esc28; Esc29; Esc30; Esc34; Esc41; Esc42; Esc43; Esc44; Esc45; Esc46; Esc48; Esc50; Esc51; Esc52; Esc53; Esc54

Tabela 22 - Tabela ANOVA correspondente ao CL2.

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	dF	Mean Square	dF		
P67	197.107	1	3.417	53	57.692	<.001
P61	13.673	1	2.217	53	6.166	.016
P62	6.710	1	1.638	53	4.096	.048
P17	70.958	1	5.215	53	13.607	<.001

As diferenças observadas para os pontos centrais dos clusters (Tabela 23), expressam uma melhor resiliência da amostra referente ao cluster 2 em todos os parâmetros avaliados. Os resultados podem ser explicados pela expansão da zona urbana de Lisboa. O centro histórico que é o mais antigo apresenta-se na frente ribeirinha que corresponde a uma área com menor altitude que aquela que a envolve, aferindo-lhe uma classificação da localização relativa (P17) mais baixa. Como tal, as construções mais recentes (P61 - Ano de construção) encontram-se em zonas mais elevadas, apresentam um sistema estrutural (P62) mais resiliente, e pelo desenvolvimento da preocupação com o planeamento urbano situam-se em zonas com melhor acessibilidade (P67).

Tabela 23 - Distâncias finais dos centros dos clusters (CL2).

	Cluster	
	1	2
P67	4.7	8.5
P61	2.8	3.8
P62	8.2	8.9
P17	4.0	6.3

5.3.2.3. Análise CL3

O processo iterativo de seleção descrito foi repetido para todos os indicadores do sistema de classificação de resiliência (CL3), apenas com a diferença ao nível do agrupamento ser realizado em 3 clusters, ao invés de 2 como nas análises anteriores (Tabela 24). Os valores P, presentes na Tabela

25, afetos aos indicadores selecionados expressam a elevada relevância estatística dos indicadores selecionados.

Tabela 24 - Distribuição pelos clusters dos edifícios (CL3).

Cluster	Escolas
1	Esc5; Esc7; Esc8; Esc9; Esc10; Esc15; Esc19; Esc20; Esc28; Esc33 Esc35; Esc37; Esc38; Esc46; Esc47; Esc55
2	Esc4; Esc6; Esc14; Esc16; Esc17; Esc18; Esc21; Esc22; Esc23; Esc24; Esc25; Esc26; Esc27; Esc29; Esc30; Esc31; Esc32; Esc34; Esc36; Esc41; Esc42; Esc43; Esc44; Esc45; Esc49; Esc51; Esc52
3	Esc2; Esc3; Esc11; Esc12; Esc13; Esc39; Esc40; Esc48; Esc50; Esc53; Esc54

Tabela 25 - Tabela ANOVA correspondente ao CL3.

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	dF	Mean Square	dF		
I4	32.553	2	0.658	52	49.443	<.001
I13	59.900	2	1.492	52	40.139	<.001
I14	5.021	2	1.229	52	4.085	.022
I16	1.194	2	0.366	52	3.259	.046

A análise das distâncias aos pontos centrais dos clusters (Tabela 26) permite confirmar sobre uma maior resiliência registada em todos os indicadores dos edifícios afetos ao Cluster 3, excetuando o indicador I13 (Conservação) que expressa maiores níveis de resiliência no Cluster 2.

Tabela 26 - Distâncias finais dos centros dos clusters (CL3).

	Cluster		
	1	2	3
I4	6.6	7.1	4.3
I13	3.4	6.4	7.1
I14	5.2	6.1	5.5
I16	5.3	5.8	5.5

Em geral os edifícios do Cluster 2 possuem melhor classificação de resiliência do que os restantes edifícios pertencentes aos restantes clusters. No I13 (acessibilidade) o terceiro Cluster apresenta melhor desempenho, enquanto no parâmetro relativo ao incêndio (I4) o Cluster 1 apresenta-se como mais resiliente. Em relação aos I14 (Segurança sísmica do edifício) e I16 (segurança do edifício contra a inundação), os edifícios do Cluster 3 apresentam melhor classificação a resiliência, muito embora a diferença para aqueles afetos ao primeiro cluster seja bastante reduzida.

Neste sentido, pode-se verificar que os edifícios afetos ao Cluster 1 e ao Cluster 3 beneficiariam de intervenções que permitissem melhorar a sua resiliência sísmica e contra inundações. Quanto ao parâmetro 13 (acessibilidade) verifica-se que os edifícios presentes no primeiro cluster beneficiariam de um melhor planeamento urbano da zona em que se inserem, que se apresenta como uma tarefa bastante complicada em ambiente urbano preexistente, não sendo uma hipótese demolir e/ou reconstruir em zonas que não possuem espaço para melhorar acessos ou construir novos. A vulnerabilidade de incêndio dos edifícios (I4) afetos ao cluster 3 apresenta uma classificação de resiliência diminuta requerendo uma intervenção na envolvente que permita diminuir as vulnerabilidades.

5.3.3. Modelação linear automática

Foi realizada uma modelação automática linear para os parâmetros e indicadores por forma a entender aqueles que, com base nas classificações obtidas, apresentam uma maior importância na classificação total da resiliência para o cada de estudo, T. Assim, foram introduzidos todos os parâmetros e indicadores nas respetivas modelações. De seguida, filtrando por um valor-p máximo de 0.05 que permite garantir a significância estatística, foi possível extrair aqueles que se revelavam com maior importância conforme podemos verificar na Figura 19 e Figura 20. Esta análise estatística tem como output automático a importância percentual de cada variável para a previsão de um valor, neste caso T (classificação total de resiliência de cada objeto de estudo). Do mesmo modo, o *software* efetua transformações (“transformed”) das variáveis de modo a ajustá-las entre si por forma a permitir a sua comparação direta.



Figura 19 - Representação gráfica dos P determinantes para a modelação.

Os resultados desta análise expressam que o P12 (Barreiras naturais na envolvente) se apresenta como o mais importante na previsão do valor total de P com uma importância até 51.6%, ao P66 (Rotas alternativas) corresponde uma importância de 17.7%, seguido do P27 (Proximidade zona industrial)

com uma importância de 10.9%, ao P67 (Rotas alternativas) corresponde uma percentagem de 6.5% de importância e, por último, P30 (Posição do nível freático) 6.3%.

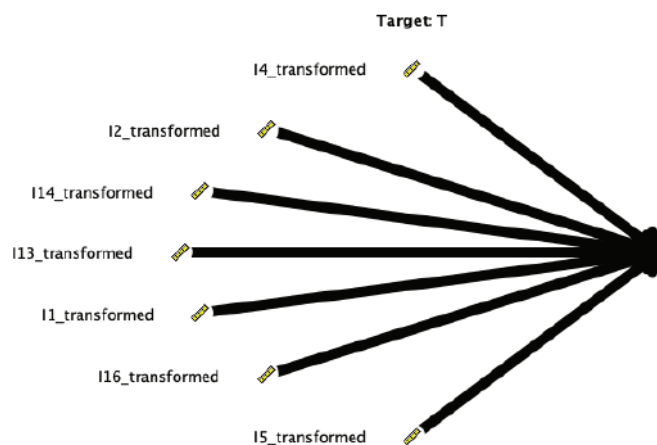


Figura 20 - Representação gráfica dos I determinantes para a modelação.

Decorrente da modelação automática feita aos indicadores determinamos que o indicador I4 (Incêndio) permite calcular o resultado total da classificação (T) com uma probabilidade de 24.7%, seguido do I2 (Tsunami e efeito de maré) com uma probabilidade de 15.1%, o I14 (Segurança sísmica do edifício) possui uma importância de 10.4%, a Acessibilidade (I13) tem uma importância de 9.5%, ao indicador I1 (Sismo) corresponde uma importância de 8.3%, por último a importância do I16 (Segurança do edifício contra Inundações) e I5 (Deslizamento de terras) é idêntica e traduz-se em 6.9%.

5.3.4. Regressão linear

Com base nos indicadores detetados na regressão automática, a regressão linear apresenta elevada relevância, conforme pode ser verificado na Tabela 27. Embora o coeficiente de determinação ajustado, *Adjusted R Square*, não atinja o valor de desejável de 0.95, considera-se uma boa aproximação. O erro-padrão da estimativa, *Std. Error of the Estimate*, atingido é menor do que 5% que significa uma boa relevância estatística. A importância estatística da regressão é comprovada pelo baixo valor-p apresentado na Tabela 27.

Tabela 27 - Resumo do modelo da regressão linear.

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Regressão	0.970	0.941	0.933	0.0388

Tabela 28 - Tabela ANOVA correspondente à regressão linear.

	Sum of Squares	dF	Mean Square	F	Sig.
Regressão	1.138	7	0.163	107.968	<.001
Residual	0.071	47	0.002		
Total	1.208	54			

A Tabela 29 expressa a elevada significância estatística, por via dos valores-p, dos indicadores na última coluna, serve assim como validação da regressão linear. Extraíndo os valores dos coeficientes desta tabela é possível prever o valor total de resiliência (T) do objeto de estudo, com recurso à Equação 1.

Tabela 29 - Tabela de coeficientes resultantes da regressão linear.

	B	Std. Error	Beta	t.	Sig.
(Const.)	4.971	.079		63.307	<.001
I4	.038	.004	.347	8.907	<.001
I2	.076	.006	.517	12.942	<.001
I13	.013	.003	.169	4.079	<.001
I1	.037	.009	.154	4.045	<.001
I16	.042	.009	.177	4.566	<.001
I5	.036	.008	.195	4.680	<.001
I14	.033	.005	.258	6.766	<.001

Com base nos valores presentes nas tabelas de coeficientes, B e Beta, e os valores afetos à classificação dos indicadores, I, conforme os inputs da modelação, é possível calcular o valor de T com recurso à Equação 1 decorrente da regressão linear.

$$T = B + \sum I_n \times \beta_n$$

Equação 1 - Formula de cálculo de T com base nos resultados obtidos por regressão linear.

Assim sendo, introduzindo os dados recolhidos na Equação 1, surge a Equação 2 que permite o cálculo da classificação de resiliência de qualquer edifício escolar propriedade da CML, com um grau de certeza até 93.3%, segundo o output do *software* utilizado.

$$T = 4.971 + I_1 \times 0.154 + I_2 \times 0.517 + I_4 \times 0.347 + I_5 \times 0.195 + I_{13} \times 0.169 + I_{14} \times 0.258 + I_{16} \times 0.177$$

Equação 2 - Cálculo de T com base nas classificações dos indicadores.

5.3.5. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foca-se na identificação de escolas em estado de risco pelo que serão comparadas as classificações de vulnerabilidade do ativo construído em relação a cada risco com a sua segurança em relação ao mesmo, permitindo uma perceção da capacitação técnica das escolas e identificando áreas de intervenção com fim de promover a sua resiliência. Assim sendo, será analisada a segurança sísmica (I14) do edifício por comparação com a sua vulnerabilidade sísmica (I1), a segurança contra incêndio (I4) contra a vulnerabilidade a este risco (I15), a resiliência ambiental em relação a inundações (I3) e a segurança do edifício contra os mesmos (I16), e a segurança do edifício contra tsunamis (I17) e a sua vulnerabilidade a tsunami e efeitos de maré (I2). Deste modo é possível identificar escolas em situação crítica e, assim, identificar áreas de intervenção.

As classificações máximas de resiliência relativas à segurança do edifício contra deslizamentos de terra (I18) tornam irrelevante a comparação com a sua vulnerabilidade a este risco (I5). Ademais, as classificações obtidas neste último (I5) não evidenciam nenhum objeto de estudo em situação preocupante. Embora as classificações sejam distintas para indicador, não é possível retirar qualquer informação relevante para a indicação de situações com adequação deficiente.

Por último, é realizada uma análise entre o estado de conservação (I12) e a acessibilidade (I13) que permite retirar conclusões sobre os restantes parâmetros técnicos afetos aos edifícios, nos quais podem ser promovidas iniciativas de melhoramento.

Os edifícios encontram-se codificados consoante o cluster a qual pertencem segundo a análise CL3 assim sendo, a verde estão representados os edifícios afetos ao primeiro cluster, a vermelho aqueles pertencentes ao segundo, e a azul as escolas que se inserem no terceiro cluster.

Na Figura 21 podemos observar as classificações afetas ao I1 (sismo) e ao I14 (segurança sísmica do edifício) em que podemos constatar que os ativos Esc39 (Escola Básica Professor Oliveira Marques), Esc19 (Escola Básica Raul Lino), Esc47 (Escola Básica Professor José Salvado Sampaio), Esc21 (Escola Básica António Nobre) e Esc50 (Escola Básica Manuel Teixeira Gomes) se encontram numa situação de precária segurança sísmica (ordenados consoante a precariedade da sua situação), embora não se encontrem em zonas de risco sísmico extremamente elevado. De qualquer modo, é desejável que sejam alocados fundos ao que permitam efetuar o reforço sísmico da Esc39, em especial.

Tendo por base o contexto sísmico da cidade de Lisboa, abordado anteriormente nesta dissertação, as classificações de vulnerabilidade sísmica deveriam expressar um panorama mais negativo pelo que o indicador I1 (sismo) talvez forneça uma visão demasiado otimista do panorama real. Esta situação torna pertinente a criação de uma escala de pesos que permita entender a importância real de cada parâmetro e indicador, ao invés da simplificação adotada em que se obtém a classificação com base na média aritmética.

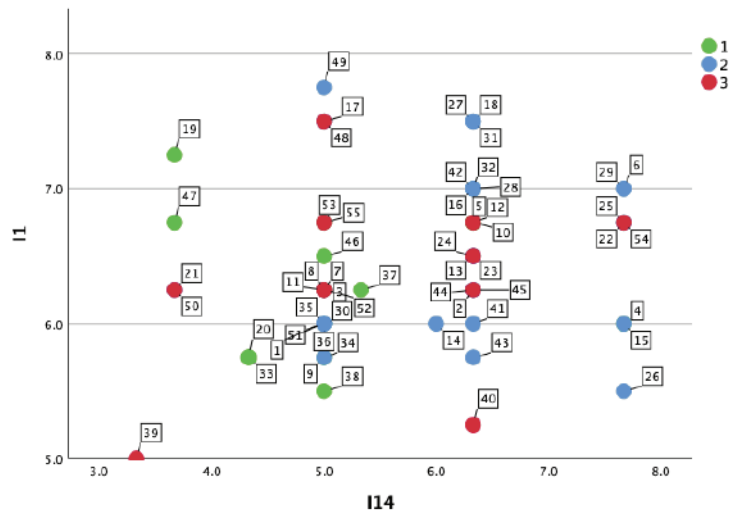


Figura 21 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores aos riscos relacionados com os sismos.

Com base na análise da Figura 22 é possível identificar ativos em situação de risco de incêndio (I4), porém também é possível verificar que nenhum destes ativos possui uma segurança contra incêndio (I15) desadequada pelo que existe uma boa adaptação dos ativos em relação à segurança contra os riscos de incêndio mesmo nas situações em que esse risco é mais elevada.

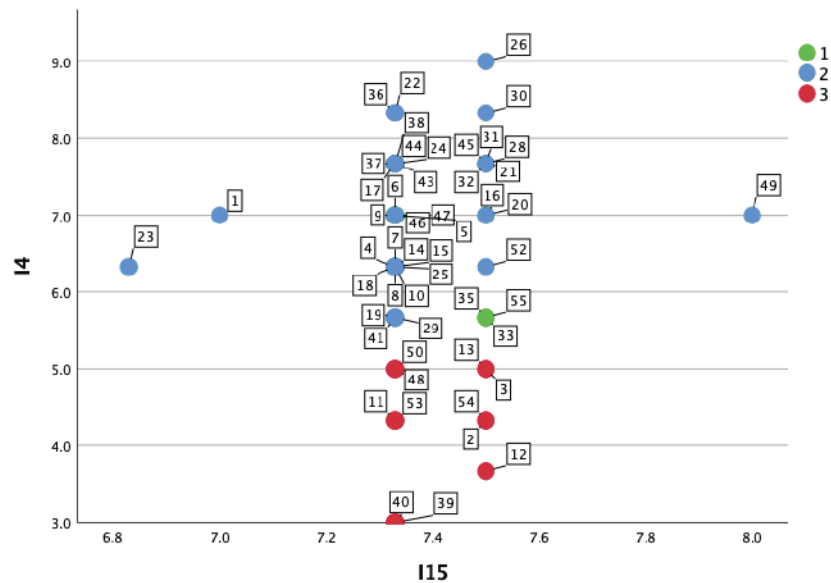


Figura 22 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetas aos indicadores afetas ao risco de incêndio.

Os resultados das classificações afetas ao indicador I3 (inundação) e ao indicador I16 (segurança do edifício contra inundações), presentes na Figura 23, permitem identificar edifícios em situação de risco que requerem intervenção. A Esc24 (Escola Básica Beato) localiza-se numa zona com elevado risco de inundação pelo que a classificação obtida na segurança contra inundação pode ser considerada desadequada, nesse sentido são recomendadas intervenções que permitam promover a resiliência deste ativo em relação ao risco descrito. Podem também ser indicados alguns ativos, nomeadamente a Esc11 (Escola Básica João dos Santos), Esc49 (Jardim de Infância de Belém) e Esc39 (Escola Básica Professor Oliveira Marques), ordenados segundo a gravidade da situação, que se situa numa situação intermédia de localização e segurança contra o risco que podem beneficiar de intervenções de reforço residência contra inundações.

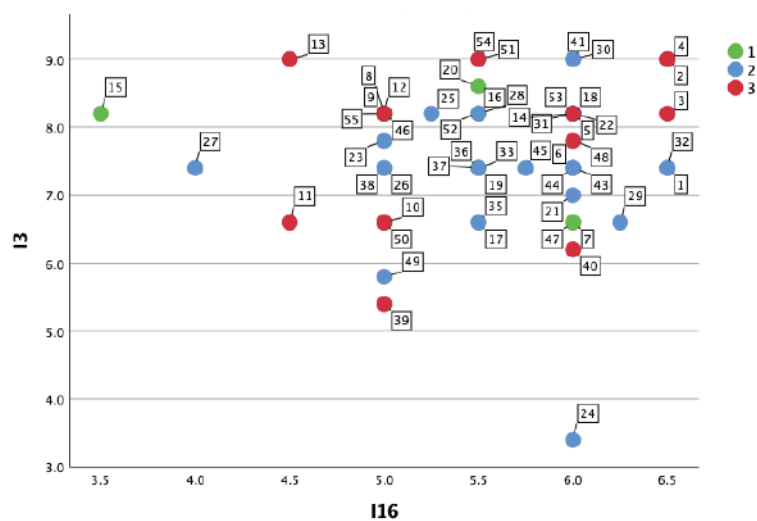


Figura 23 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetas aos indicadores afetas ao risco de inundação.

Os dados representados na Figura 24 avaliam a segurança do edifício com tsunamis (I17) com base na vulnerabilidade da sua localização geográfica em relação a tsunamis e efeito de maré (I2). Neste sentido é possível identificar que a Esc24 se situa numa localização de vulnerabilidade e que a sua segurança contra este tipo de riscos é precária. Assim sendo, devem ser alocados fundos que permitam a promoção de segurança contra tsunamis neste ativo. Podem ser ainda identificadas as Esc39, Esc40 e Esc49 que podem beneficiar de intervenções pelo que estão numa situação intermédia de classificação.

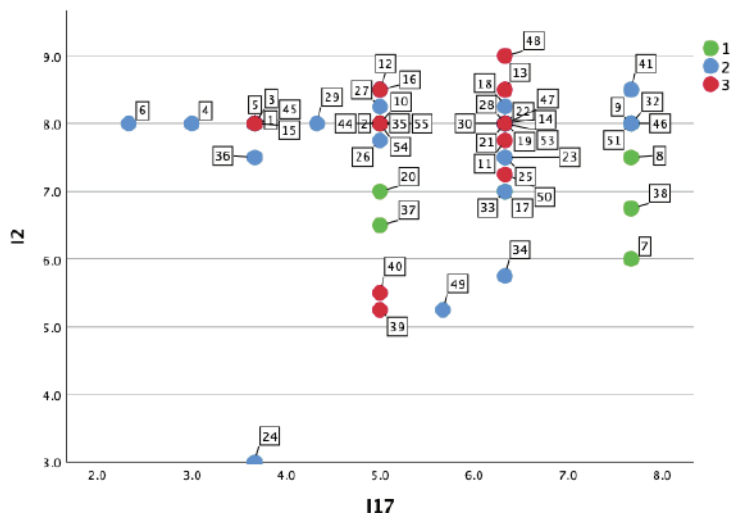


Figura 24 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores afetos ao risco de tsunamis e efeito de maré.

A Figura 25 representa a dispersão de classificações dos ativos objetos de estudo em relação ao seu estado de conservação (I12) e a acessibilidade (I13) afeta a cada um deles. Podemos concluir que de um modo geral o estado de conservação é satisfatório, porém a escola Esc19 (Escola Básica Raul Lino) encontra-se numa situação mais crítica e requer intervenções por forma a promover a sua conservação. Embora não se encontra no estado tão crítico também as escolas Esc32 (Escola Básica de São Sebastião da Pedreira), Esc42 (Escola Básica Paulino Montez), Esc34 (Escola Básica Natália Correia) e Esc37 (Escola Básica de Lisboa N.º72) beneficiariam de intervenções que promovam o seu estado de conservação. No que diz respeito à acessibilidade podemos verificar que algumas escolas se situam em zonas com acessibilidade dificultada, nomeadamente Esc20 (Escola Básica do Castelo), Esc8 (Escola Básica Padre Abel Varzim), Esc9 (Escola Básica São José), Esc15 (Jardim de Infância António José de Almeida), Esc17 (Escola Básica Alexandre Herculano), Esc38 (Escola Básica Rainha Santa Isabel), Esc37 (Escola Básica de Lisboa N.º72) e Esc10 (Jardim de Infância Benfica N.º 1), por ordem crescente de resiliência da acessibilidade. Nesse sentido, considera-se relevante que sejam alocados fundos que permitam a realização de estudos no âmbito do reforço da resiliência dos restantes sistemas, visto que o planeamento urbano é um campo mais complicado de gerir.

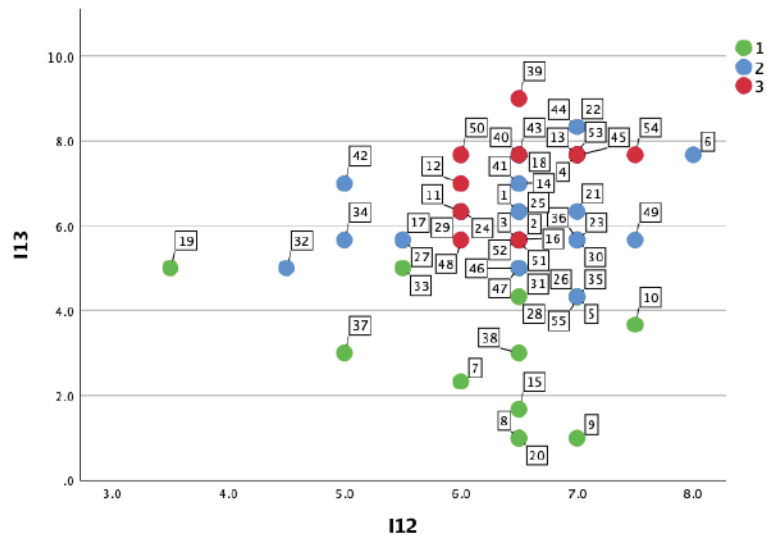


Figura 25 - Dispersão dos resultados de classificação de resiliência afetos aos indicadores afetos à conservação e acessibilidade.

A análise de sensibilidade conduzida permite uma compreensão abrangente de situações críticas, uma vez que a vulnerabilidade de cada edifício foi diretamente comparada com as capacidades resilientes do referido ativo contra esse perigo específico. Nesse sentido, 4 escolas destacaram-se como necessitando de ação imediata. A Esc39 (Escola Básica Professor Oliveira Marques) encontra-se em estado crítico no que diz respeito aos perigos de terremotos. Mostra também competências não satisfatórias contra inundações e tsunamis, pelo que se destaca como a escola que apresenta mais debilidades. Esc24 (Escola Básica Beato) beneficiaria muito da atribuição de fundos para aumentar a sua resiliência contra inundações e ameaças de tsunamis. Por último, as escolas Esc19 (Escola Básica Raul Lino) e Esc32 (Escola Básica de São Sebastião da Pedreira) apresentam um estado de conservação não satisfatório e, por conseguinte, exigiriam intervenções de reabilitação. Inversamente, mostrou que nenhum edifício apresentava uma vulnerabilidade significativa ao fogo.

6. Conclusões e desenvolvimentos futuros

6.1. Conclusões

Através do presente estudo foi possível desenvolver e validar o sistema de classificação existente e proposto para Portugal. Em complemento foi oportuno apresentar contributos a criação e o desenvolvimento de iniciativas que permitam promover a resiliência urbana e, conseqüentemente, dos ativos construídos face à ocorrência de desastres naturais. Assim, através da revisão literária e consulta com especialistas foi possível expandir o sistema existente, criando mais de 20 novos parâmetros, e 2 novos indicadores, sendo o sistema aqui proposto constituído por 5 dimensões, 18 indicadores e 97 parâmetros. Além disso, foram também propostas múltiplas alterações a critérios de avaliação e denominações.

A revisão literária permite expressar o panorama das alterações climáticas agravado pelas ações humanas apela à ação imediata e adoção de medidas e estratégias que impeçam o seu agravamento e suportem um desenvolvimento sustentável. Neste sentido entendem-se que, o crescimento dos centros urbanos causa uma exacerbação das vulnerabilidades dos ativos em contexto urbano, pelo que constituem a principal frente de combate no tema da redução de riscos de desastre. O estudo da evolução histórica da resiliência e da gestão de ativos e a sua relação com a gestão de riscos de desastre permite entender a evolução científica e estratégica que conduziu à sua relação intrínseca no presente.

Através da análise de iniciativas de promoção de resiliência, a nível internacional e nacional, foi possível contextualizar a relevância do tema da resiliência na sociedade corrente e a importância dada a este tema. Foi assim possível entender que a criação de resiliência se pode admitir como uma diretriz viável e fundamental para a sustentabilidade do futuro, cumprindo os objetivos estabelecidos (SDGs).

A principal incidência do estudo são os edifícios de uso coletivo, identificados como ativos da maior importância e relevância para resiliência urbana, pela população que servem e pelos múltiplos desafios reconhecidos no campo da sua gestão.

Pode-se afirmar que o sistema, na sua fase atual, se apresenta como uma ferramenta da maior relevância para a promoção da resiliência dos ativos construídos face a situações de desastre natural, permitindo a identificação de falhas nesses mesmos ativos.

6.2. Limitações do estudo

Na sua forma e desenvolvimento atuais, o sistema de classificação de resiliência agora proposto não permite ainda oferecer um sistema fechado para implementação de soluções globais pois ainda não foram investigadas as conseqüências resultantes das ações impostas pelo Homem. Deste modo,

apenas a continuação do desenvolvimento da investigação, com enfoque particular nas referidas ações humanas, é que permitira num futuro, que se espera não muito distante, a implementação generalizada a Portugal de um sistema de classificação de resiliência robusto.

A semelhança na localização (Município de Lisboa – Lisboa Cidade) e da entidade de gestão dos objetos de estudo (tanto uma mesma entidade para os ativos do Caso de Estudo 1 e uma outra entidade para os ativos do Caso de Estudo 2) apresenta-se como a maior limitação ao estudo do sistema de classificação de resiliência, não permitindo uma amplitude de resultados que possibilite contemplar uma o panorama geral dos ativos construídos na totalidade da área de estudo. Neste sentido não foi possível obter resultados distintos que permitissem uma validação por completo e comparação de resultados afetos à D2, D3 e D4 (económico-financeira, organizacional e social, respetivamente), bem como aos indicadores que as constituem (I6 a I11). A sobreposição da entidade de gestão significou também alguma redundância em alguns parâmetros padrão de natureza técnica (D5) que se aplicam a todos os objetos de estudo, dada a gestão dos ativos ser realizada por agrupamento mediante a tipologia dos ativos.

A impossibilidade da obtenção de dados relativos à posição do nível freático (P30) de cada ativo, levou à adoção de um valor calculado por ponderação entre as classificações dos parâmetros P10(Distância à costa) e P11(Distância ao rio) entendendo a sua relação com a existência de água no subsolo, porém é uma aproximação grosseira e deve ser tomada como um a limitação do estudo.

Dada a natureza dos ativos e a dimensão da amostra, não foi possível verificar todos os parâmetros patentes no sistema de classificação de resiliência *in situ*, pelo que foram adotadas de uma forma mais grosseira as classificações que tiveram por base informação obtida junto da CML, contribuindo para a reduzida assimetria verificada nos parâmetros, e subsequentemente os indicadores pertencentes à dimensão 5 (Técnica). Igualmente na dimensão referida, no parâmetro P71 *Juntas de dilatação* foi assumida a classificação mais baixa, por falta de informações em relação à data específica de construção de cada objeto de estudo, pelo que as existentes se encontram sob a forma de intervalo de época construtiva. Sendo que o regulamento que obriga a existência destes elementos data de 1967, e ao facto de não ter sido possível realizar uma análise a cada escola, não foi possível garantir a sua existência pelo que se optou pelo caso mais desfavorável por forma a proteger a segurança.

Desenvolvimentos futuros

Com base nas limitações descritas é de notar que este sistema requer desenvolvimento para que se possa tornar numa ferramenta padrão que permita trazer largos benefícios. Nesse sentido é da maior importância a aplicação a casos de estudo de diferentes tipologias e que possuam outra localização geográfica e entidades gestoras diferentes. Apenas deste modo será possível calibrar o sistema de forma a permitir a sua aplicabilidade a qualquer ativo construído.

O sistema não possui qualquer tipo de diferenciação na relevância e importância afeta a cada uma das dimensões, indicadores ou parâmetros, pelo que este desenvolvimento se constitui como da maior importância para uma correta avaliação da resiliência dos ativos construídos

Os parâmetros P83 (Existência de meios de combate intrínsecos), P84 (Existência de extintores) e P85 (Existência de hidrantes exteriores) referem-se a meios de combate de incêndio pelo que a sua fusão, em nome da simplificação e facilidade de aplicação do sistema, pode ser alvo de estudos futuros criando um parâmetro único que avalie os meios de combate disponíveis.

A introdução do tempo de recuperação pós desastre, bem como o estabelecimento de limiares de satisfação para o mesmo, como *output* da classificação obtida através do sistema merecem atenção, pelo que oferecem à entidade de gestão uma visão mais prática da capacidade de resiliência do ativo. Neste sentido podem ser estudados o tempo de: i) Restabelecimento de serviços mínimos; ii) recuperação de serviços essenciais; iii) recuperação total dos serviços.

O papel desempenhado pelos serviços de emergência numa situação de desastre é fundamental pelo que a sua capacidade de resposta poderá ser estudada em paralelo com o ponto anterior. Assim sendo, poderão ser alvo de análise: i) Quantidade de camas; ii) quantidade de meios de combate/resposta; iii) número de profissionais qualificados; iv) capacidade de mobilização de meios de emergência; v) capacidades financeiras.

De uma forma mais geral de estudo da estrutura de resposta dos ativos construídos, pode ser relevante conduzir esforços que permitam caracterizar a resiliência da própria estrutura de resposta a desastre, consoante vários níveis de desastre, procurando, assim, analisar a capacidade de resiliência e de se manterem funcionais, bem como o correspondente ponto de rutura.

Referências

Publicações escritas

Alexander, D. E. (2013) *Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey*, Natural Hazards and Earth System Sciences, 13, pp. 2707 – 2716. doi: 10.5194/nhess-13-2707-2013.

Almeida, N., Vieira, J., Silva, J. & Castro, C. (2019) “*The Impact of Asset Management Development Programs in Infrastructure Organizations: A Pilot-Case Study.*” Conference on Automation Innovation in Construction (CIAC-2019), 7–8 November, Leiria, Portugal, doi: 10.1007/978-3-030-35533-3_29

ANEPC (2018) *Plano municipal de emergência de proteção civil de Lisboa*

ANEPC (2019) *Peer review – Relatório Portugal 2019.*

Archer, D. et al. (2020) *The role of collective and individual assets in building urban community resilience*, International Journal of Urban Sustainable Development, 12:2, pp. 169-186, doi: 10.1080/19463138.2019.1671425

Arrighi, C. & Mazzanti, B. & Pistone, F. & Castelli, F. (2020) *Empirical flash flood vulnerability functions for residential buildings*. SN Applied Sciences. 2. doi: 10.1007/s42452-020-2696-1.

Atrachali, M. et al. (2019) *Toward quantification of seismic resilience in Iran: Developing an integrated indicator system*, International Journal of Disaster Risk Reduction, 39. doi: 10.1016/j.ijdrr.2019.101231.

Badarin, E. (2020). *Politics and Economy of Resilience: EU Resilience-building in Palestine and Jordan and its Disciplinary Governance*. European Security. 30. 1–20. 10.1080/09662839.2020.1828357.

Bosher, L. (2008), *Introduction: The need for built - in resilience*, Hazards and the Built Environment: Attaining Built-in Resilience. doi: 10.4324/9780203938720.

Bosher, L. (2014) *Built-in resilience through disaster risk reduction: operational issues*, Building Research & Information, 42:2, 240-254, doi: 10.1080/09613218.2014.858203

Cerè, G., Rezgui, Y. & Zhao, W. (2017) *Critical review of existing built environment resilience frameworks: Directions for future research*, International Journal of Disaster Risk Reduction, 25, pp. 175–189. doi: 10.1016/j.ijdrr.2017.09.018.

Cerè, G., Rezgui, Y. & Zhao, W. (2019), *Urban-scale framework for assessing the resilience of buildings informed by a Delphi expert consultation*, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 36, 2019, 101079, ISSN 2212-4209, doi: /10.1016/j.ijdr.2019.101079.

Chen, Q., Chen, L., Gui, L., Yin, K., Shrestha, D. P., Du, J., & Cao, X. (2020) *Assessment of the physical vulnerability of buildings affected by slow-moving landslides*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 20, 2547–2565, <https://doi.org/10.5194/nhess-20-2547-2020>, 2020.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (2016) *Nature-based Solutions to address global societal challenges*, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources xiii + 97pp. doi: 10.2305/IUCN.CH.2016.13.en.

Dalezios, N. (2017) *Environmental Hazards Methodologies for Risk Assessment and Management*, Water Intelligence Online. 16. 9781780407135. doi: 10.2166/9781780407135.

Das, K. et al. (2022) *Socio-Economic Impact Of COVID-19*. COVID-19 In The Environment, 153-190. doi:10.1016/b978-0-323-90272-4.00014-2.

Davoudi, S. et al. (2012a) *Climate risk and security: New meanings of 'the environment' in the English planning system*. European Planning Studies, 20(1): 49–69. doi: 10.1080/09654313.2011.638491

Davoudi, S. et al. (2012b) *Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? "Reframing" Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planning Practice? Resilience as a Useful Concept for Climate Change Adaptation?* , The Politics of Resilience for Planning: A Cautionary Note, Planning Theory & Practice, 13:2, 299-333, doi: 10.1080/14649357.2012.677124

Dolsek, M. & Fajfar, P. (2001) *Soft Storey Effects in Uniformly Infilled Reinforced Concrete Frames*, Journal of Earthquake Engineering, no. 5:1, pp. 1-12, 2001.

Duarte, M. (2021) *Sistema de classificação de resiliência para edifícios perante riscos naturais*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico

El-Atrash, A., Salem, H. & Isaac, J. (2008) *Disaster mitigation towards sustainable development in the occupied Palestinian territories* CP1020, 2008 Seismic Engineering Conference Commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake 1020.

Etinay, N., Egbu, C. & Murray, V. (2018) *Building Urban Resilience for Disaster Risk Management and Disaster Risk Reduction*, Procedia Engineering, Volume 212, 2018, Pages 575-582, ISSN 1877-7058, doi: 10.1016/j.proeng.2018.01.074.

Ferreira, M. (2012). *Risco sísmico em sistemas urbanos*. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Território. Instituto Superior Técnico

Flood, S., Jerez Columbié, Y., Le Tissier, M. & O'Dwyer, B. (2022). *Introduction: Can the Sendai Framework, the Paris Agreement, and Agenda 2030 Provide a Path Towards Societal Resilience?*. In: Flood, S., Jerez Columbié, Y., Le Tissier, M., O'Dwyer, B. (eds) *Creating Resilient Futures*. Palgrave Macmillan, Cham. doi: /10.1007/978-3-030-80791-7_1

Field, C. et al (2017). *A Comprehensive Approach to City and Building Resilience*. 745-757. 10.1061/9780784480502.062.

Field, C., Look, R. & Lindsay T. (2016) *12 Cities assessment resilience insight*

Furtado, A. & Rodrigues, H. & Varum, H. & Costa, A. (2014). *Estudo da eficiência de diferentes técnicas de reforço em edifícios de betão armado com r/c vazado*. REHABEND 2014.

Garcia et al. (2022) *Contributos para a avaliação multidimensional e melhoria da resiliência de edifícios de uso coletivo*. Artigo desenvolvido para o CongrEGA 2022. Coimbra, Portugal

Garcia-Dia, M.J. et al. (2013) *Concept Analysis: Resilience*, Archives of Psychiatric Nursing, 27, pp 264 – 270. doi: 10.1016/j.apnu.2013.07.003.

Gay, L. F. & Sinha, S. K. (2013) *Resilience of civil infrastructure systems: literature review for improved asset management*, Int. J. Critical Infrastructures, Vol. 9, No. 4, 2013, pp 330 – 350. doi: 10.1504/ijcis.2013.058172.

Giardini, D. (1999) *The global seismic hazard assessment program (GSHAP) 1992-1999: Summary volume*. Annali di Geofisica 42(6): 957–1230.

Halde, V. & Deshmukh, A. (2015), *Review on behavior of soft storey in building*, International Research Journal of Engineering and Technology, Volume 2, e-ISSN: 2395 -0056.

Holling, C. S. (1973) *Resilience and stability of ecological systems*, Annual Review of Ecology and Systematics 1973 4:1, 1-23

Hishan, S. et al. (2021) *Understanding disaster risk and development of resilience as one of the fundamental drivers of sustainable development in India with special reference to super cyclone Amphan*, *International Journal of Disaster Risk Reduction* Volume, 62. doi: 10.1016/j.ijdr.2021.102339.

Hynes, W., Coaffee, J., Murtonen, M., Davis, P. & Fiedrich, F. (2013). *The drive for holistic urban resilience*. Conference: Future Security 2013, Berlin

Issa, T. & Issa, T., 2014. Sustainable business strategies and PESTEL framework. *GSTF Journal on Computing (JoC)*, 1(1).

Iwama, I. et al. (2021), *Multiple knowledge systems and participatory actions in slow-onset effects of climate change: insights and perspectives in Latin America and the Caribbean*, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Volume 50, 2021, Pages 31-42, ISSN 1877-3435, doi: 10.1016/j.cosust.2021.01.010

Izaddoost, I. et al (2021) *Integrating resilience into asset management of infrastructure systems with a focus on building facilities*, *Journal of Building Engineering* Volume 44, December 2021, 103304. doi: 10.1016/j.job.2021.103304.

Jones, M., Williams, W. & Stillman, J. (2014), *The evolution of asset management in the water industry*. *Journal - American Water Works Association*, 106: 140-148. <https://doi.org/10.5942/jawwa.2014.106.0114>

JICA et al. (2017) *The Project on Rehabilitation and Recovery from Nepal Earthquake Kathmandu Valley Resilience Plan*.

Konstantakos, P.C., Chountalas, P. & Magoutas, A. (2019) *The contemporary landscape of asset management systems*, *Quality - Access to Success*, 20 (169), pp: 10-17.

Landsberg, H. (1970) *Man-Made Climatic Changes: Man's activities have altered the climate of urbanized areas and may affect global climate in the future*, *Journal Article: Science* Vol 170, Issue 3964, pp. 1265-1274, doi: 10.1126/science.170.3964.1265

Lee, Y., Kim, Y. & Lee, H. (2022) Framework for selection of temporary disaster waste management sites for post-flood recovery in Seoul, South Korea, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 71, 2022, 102832, ISSN 2212-4209, doi: /10.1016/j.ijdr.2022.102832.

LNEC (2019) *Avaliação do estado de conservação de Escolas do Município de Lisboa - Jardins de infância e escolas do 1.º Ciclo do Ensino Básico*. I&D EDIFÍCIOS. Relatório 259/2019 – DED/NRI

Love, P. & Matthews, J. (2019). *The 'how' of benefits management for digital technology: From engineering to asset management*, Automation in Construction, Volume 107, 2019, 102930, ISSN 0926-5805, doi:/10.1016/j.autcon.2019.102930.

Magis, K. (2010) Community Resilience: An Indicator of Social Sustainability, Society & Natural Resources, 23:5, 401-416, doi: 10.1080/08941920903305674

Maguire, B., & Hagan, P. (2007), *Disasters and Communities: Understanding Social Resilience*, The Australian Journal of Emergency Management, 22(2), 16–20, doi: /10.3316/informit.839750155412061

Majeed, A., Papaluca, M. and Molokhia, M. (2021) *Assessing the long-term safety and efficacy of COVID-19 vaccines*, Journal of the Royal Society of Medicine, 114(7), pp. 337–340. doi: 10.1177/01410768211013437.

Maletič, D. & Almeida, N. Gomišček, B. & Maletič, M. (2022) *Understanding motives for and barriers to implementing asset management system: an empirical study for engineered physical assets*, Production Planning & Control, doi: 10.1080/09537287.2022.2026672

Meerow, S. et al. (2016), *Defining urban resilience: A review*, Landscape and Urban Planning, Volume 147, pp. 38-49, ISSN 0169-2046, doi: /10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

Mizusawa, D. & McNeil, S. (2009). *Generic Methodology for Evaluating Net Benefit of Asset Management System Implementation*. Journal of Infrastructure Systems, Volume 15, Issue 3. doi: 10.1061/(ASCE)1076-0342(2009)15:3(232)

Oliveira, L. et al. (2019). *Microzonagem sísmica baseada em dados de sondagens geotécnicas: aplicação a Lisboa*.

Papilloud, T. & Keiler, M. (2021), *Vulnerability patterns of road network to extreme floods based on accessibility measures*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 100, 2021, 103045, ISSN 1361-9209, doi: org/10.1016/j.trd.2021.103045.

Parsons, M., Reeve, I., McGregor, J., Morley, P., Marshall, G., Stayner, R, McNeill, J., Glavac, S. & Hastings, P. (2020) *The Australian Natural Disaster Resilience Index*. Melbourne: Bushfire and Natural Hazards CRC.

Parsons, M., Glavac, S., Hastings, P., Marshall, G., McGregor, J., McNeill, J., Morley, P., Reeve, I. and Stayner, R., (2016). Top-down assessment of disaster resilience: *A conceptual framework using coping and adaptive capacities*. International Journal of Disaster Risk Reduction, 19, pp.1-11, doi: 10.1016/j.ijdr.2016.07.005

Paté-Cornell, M.E. (1993), Learning from the Piper Alpha Accident: A Postmortem Analysis of Technical and Organizational Factors. *Risk Analysis*, 13: 215-232. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1993.tb01071.x>

Phelps, A. J. (2009) *An Examination of the Relationship between Rationale, Practice and Outcomes in Municipal Property Asset Management - A Comparative Study of the UK and Russia*, Doctoral dissertation, University of Birmingham.

Renschler, C.S., Frazier, A.E., Arendt, L.A., Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M. & Bruneau, M. (2010), *Developing the 'PEOPLES' resilience framework for defining and measuring disaster resilience at the community scale*. In Proceedings of the 9th US national and 10th Canadian conference on earthquake engineering pp. 25-29.

Romãozinho, M. (2008) *Design of seismic action of the ec8: analysis of the en 1998-1 code as applied to reinforced concrete buildings and demonstrated through a practical example*, Extended abstract, Instituto Superior Técnico

Sajjad, M. & Chan, J.C.L. & Chopra, S.S. (2021) *Rethinking disaster resilience in high-density cities: Towards an urban resilience knowledge system*, Sustainable Cities and Society, Volume 69, 102850, ISSN 2210-6707, doi: 10.1016/j.scs.2021.102850.

Saja, A.M. et al. (2019) *A critical review of social resilience assessment frameworks in disaster management*, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 35, 2019, 101096, ISSN 2212-4209, doi: 10.1016/j.ijdrr.2019.101096.

Satterthwaite, D. (2007). Adapting to climate change in urban areas: the possibilities and constraints in low-and middle-income nations (Vol. 1). Iied.

Satterthwaite, D. (2009) 'The implications of population growth and urbanization for climate change', *Environment and Urbanization*, 21(2), pp. 545–567. doi: 10.1177/0956247809344361.

Satterthwaite, D., Archer, D., Colenbrander, S., Dodman, D., Hardoy, J. & Patel, S. (2018). *Responding to climate change in cities and in their informal settlements and economies*. Paper prepared for the IPCC for the International Scientific Conference on Cities and Climate Change in Edmonton, Edmonton, Canada, March 2018.

Schuman, C. & Brent, A. (2005). *Asset life cycle management: towards improving physical asset performance in the process industry*, Emerald Insight", International Journal of Operations & Production Management. ISSN: 0144-3577, pp. 566-579.

Seidler, R. et al. (2018), *Progress on integrating climate change adaptation and disaster risk reduction for sustainable development pathways in South Asia: Evidence from six research projects*, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 31, 2018, Pages 92-101, ISSN 2212-4209, doi: 10.1016/j.ijdrr.2018.04.023

Sharifi, A. & Yamagata, Y. (2016). Urban Resilience Assessment: Multiple Dimensions, Criteria, and Indicators. 10.1007/978-3-319-39812-9_13.

Silva, V. (2013) Desenvolvimento de modelos e ferramentas para a avaliação do risco sísmico: aplicação a Portugal. Dissertação de doutoramento, Aveiro: Universidade de Aveiro.

Silva, V. et al. (2020) 'Development of a global seismic risk model', Earthquake Spectra, 36(1_suppl), pp. 372–394. doi: 10.1177/8755293019899953.

Thackara, A.D. (1975) "Terotechnology – What it is all about", Chart Mechanics Engineering, 22, pp. 88-90.

Thermou, G. & Elnashai, A. (2006) *Seismic retrofit schemes for RC structures and local-global consequences*, Structural Engineering and Materials, vol. 8, no. 1, pp. 1-15, 2006.

Too, E. & Tay, L. (2008) *Infrastructure Asset Management (IAM): Evolution and Evaluation*. In Haigh, R & Amaratunga, D (Eds.) CIB International Conference on Building Education and Research: Building Resilience Conference Proceedings. University of Salford, School of Built Environment, United Kingdom, United Kingdom, pp. 950-958.

Vanier, D. J. (2009) *Why Industry Needs Asset Management Tools*. Journal of Computing in Civil Engineering, Volume 15, Issue 1. doi: 10.1061/(ASCE)0887-3801(2001)15:1(35)

Vellore, A. & Parman, J (2021). *Disease, Downturns, And Wellbeing: Economic History And The Long-Run Impacts Of COVID-19*, Explorations In Economic History 79: 101381. doi: 10.1016/j.eeh.2020.101381.

White, E.N. (1975) "Terotechnology (physical asset management)". *Mining Technology*, 57(5), pp. 44-58.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters* (2nd ed.). Routledge. doi: org/10.4324/9780203714775

Yeh, SW., Kug, JS., Dewitte, B. et al. (2009) *El Niño in a changing climate*. Nature 461, 511–514, doi: 10.1038/nature08316

Yodmani, S. (2001). *Disaster Risk Management and Vulnerability Reduction: Protecting the Poor* paper presented at the Asian and Pacific Forum on Poverty, organised by the Asian Development Bank

Zhou, J. et al. (2020) *Research on seismic vulnerability of buildings and seismic disaster risk: A case study in Yancheng, China*, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 45, 2020, 101477, ISSN 2212-4209, doi: /10.1016 /j.ijdr.2020.101477.

Documentos normativos

ISO 14080 (2018) *Greenhouse gas management and related activities: framework and principles for methodologies on climate change, 3.1.3.6.*

ISO 15928 (2015) *Houses – Description of performance*

ISO 19208 (2016) *Framework for specifying performance in buildings*

ISO 22316 (2017) *Security and resilience: Organizational resilience – Principles and attributes, 3.4.*

ISO 37123 (2019) *Sustainable cities and communities: Indicators for resilient cities, 3.6.*

ISO 55000 (2015) *Asset management: Overview, principles and terminology.*

ISO 55001 (2014) *Asset management: Management systems – Requirements*

ISO/CD 22371 *Security and resilience: Urban resilience - Framework, model and guidelines for strategy and implementation*

ISO/CD 22328-2 *Security and resilience: Emergency management – Part 2: Guidelines for the implementation of a community-based landslide early warning system*

ISO/AWI 22322 *Societal security: Emergency management – Guidelines for public warning*

ISO/AWI 22324 *Societal security: Emergency management – Guidelines for colour-coded alerts*

ISO/AWI 22360 *Security and resilience: Crisis management – Concept, principles and framework*

ISO/DIS 22328-3 *Security and resilience: Emergency management – Part 3: Guidelines for the implementation of a community-based tsunami early warning system*

ISO/TR 22370 (2020) *Security and resilience: Urban resilience — Framework and principles*

ISO/TR 22845 (2020) *Resilience of buildings and civil engineering works.*

ISO/TS 22393 (2021) *Security and resilience: Community resilience – Guidelines for planning recovery and renewal*

Páginas web

Australian Disaster Resilience Knowledge Hub (2021) *National Disaster Risk Reduction Framework*
Disponível em: <https://knowledge.aidr.org.au/resources/national-disaster-risk-reduction-framework/>
(Acesso: 3 Dezembro 2021).

Banco Mundial (2021) *A Catalogue of Nature-Based Solutions for Urban Resilience*. World Bank, Washington, DC. License: CC BY 3.0 IGO. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36507> (Acesso: 28 Maio 2022)

CARE (2014) *Climate vulnerability and capacity analysis handbook*. Disponível em: https://careclimatechange.org/wp-content/uploads/2014/12/CVCA_EN.pdf (Acesso: 26 Maio 2022)

Carvalho, E. (2008) Disponível em: https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS_335/S1_EC8-Lisbon_E%20CARVALHO.pdf (Acedido: 26 Maio 2022)

Comissão Europeia (2015) Disponível em: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en (Acesso: 28 Maio 2022)

CML (2020) Projeto ReSist Disponível em: <https://informacoeseeservicos.lisboa.pt/prevencao/resiliencia-urbana/projetos/resist> (Acesso: 28 Maio 2022)

CML (2021a) Projeto AGEO Disponível em: <https://informacoeseeservicos.lisboa.pt/prevencao/resiliencia-urbana/projetos/ageo> (Acesso: 26 Dezembro 2021)

CML (2021b) Projeto GeoSIG Disponível em: <https://informacoeseeservicos.lisboa.pt/prevencao/resiliencia-urbana/projetos/geosig> (Acesso: 26 Dezembro 2021)

CML (2021c) Projeto *GeoSustained* Disponível em: <https://informacoeseeservicos.lisboa.pt/prevencao/resiliencia-urbana/projetos/geosustained> (Acesso: 26 Dezembro 2021)

CML (2021d) *Projeto LisbonSlides* Disponível em: <https://informacoeseeservicos.lisboa.pt/resiliencia-urbana/projetos/ageo> (Acesso: 26 Dezembro 2021)

CML (2021e) Projeto *ModSub 3D* Disponível em: <https://informacoeseeservicos.lisboa.pt/prevencao/resiliencia-urbana/projetos/modsub-3d> (Acesso: 26 Dezembro 2021)

CML (2022) *Programa municipal de promoção da resiliência sísmica do parque edificado, privado e municipal e infraestruturas urbanas municipais – ReSist* Disponível em: https://informacoeseeservicos.lisboa.pt/fileadmin/informacoes_servicos/dossiers/resiliencia_urbana/resist/ReSist_programa.pdf (Acesso: 28 Maio 2022)

Finanças Planeamento e Saúde (2022) *Portaria n.º 134-A/2022, de 30 de março* Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/134-a-2022-181364880> (Acesso: 29 Maio 2022)

FEMA (2021) *Initial Initiatives to Advance Climate Change Resilience*. Disponível em: <https://www.fema.gov/press-release/20211028/fema-announces-initial-initiatives-advance-climate-change-resilience> (Acesso: 3 Dezembro 2021)

Investopedia (2022) *Finance vs. Economics: What's the Difference?* Disponível em: <https://www.investopedia.com/articles/economics/11/difference-between-finance-and-economics.asp> (Acesso: 14 Maio 2022)

ISO/TC 292 (2022) *About ISO/TC 292*. Disponível em: <https://www.isotc292online.org/about-isotc-292/> (Acesso: 14 Maio 2022)

Ministério do Planeamento (2021) “PRR – Recuperar Portugal, Construindo o Futuro”. Disponível em: <https://recuperarportugal.gov.pt/wp-content/uploads/2021/10/PRR.pdf> (Acesso: 3 Dezembro 2021)

Nações Unidas (1992) *Agenda 21* Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (Acesso: 25 Novembro 2021)

Nações Unidas (2005) *Hyogo Framework for Action* Disponível em: <https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf> (Acesso: 25 Novembro 2021)

Nações Unidas (2015a) *Sendai framework for disaster risk reduction*. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf (Acesso: 25 Novembro 2021)

Nações Unidas (2015b) *The 17 goals for Sustainable Development*. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals> (Acesso 3 Dezembro 2021).

Nações Unidas (1994) Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/8241_doc6841contenido1.pdf (Acesso: 25 Novembro 2021)

OERN (2022) *Legislação - Segurança Contra Incêndios*. Disponível em: <http://www.oern.pt/legislacao/43/seguranca-contra-incendios> (Acesso 23 Abril 2022)

The Rockefeller Foundation (2015) *City Resilience Framework*. Disponível em: <https://www.rockefellerfoundation.org/wp-content/uploads/City-Resilience-Framework-2015.pdf> (Acesso: 1 Dezembro 2021)

UN Habitat (2017) *Trends in urban resilience*. Disponível em: <https://unhabitat.org/books/trends-in-urban-resilience-2017> (Acesso: 13 Maio 2022)

UN Habitat (2018a) *City Resilience Profiling Tool*. Disponível em: <http://urbanresiliencehub.org/wp-content/uploads/2018/07/CRPT-Guide-18.07-Pages.pdf> (Acesso: 13 Maio 2022)

UN Habitat (2018b) *Climate Action Enhancer*. Disponível em: <http://urbanresiliencehub.org/wp-content/uploads/2018/10/Climate-Change-enhancer-Small-Pages.pdf> (Acesso: 13 Maio 2022)

UNDRR (2021a) *Terminology: Disaster*. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/disaster> (Acesso 3 Dezembro 2021)

UNDRR (2021b) *Terminology: Hazard*. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/hazard> (Acesso: 3 Dezembro 2021).

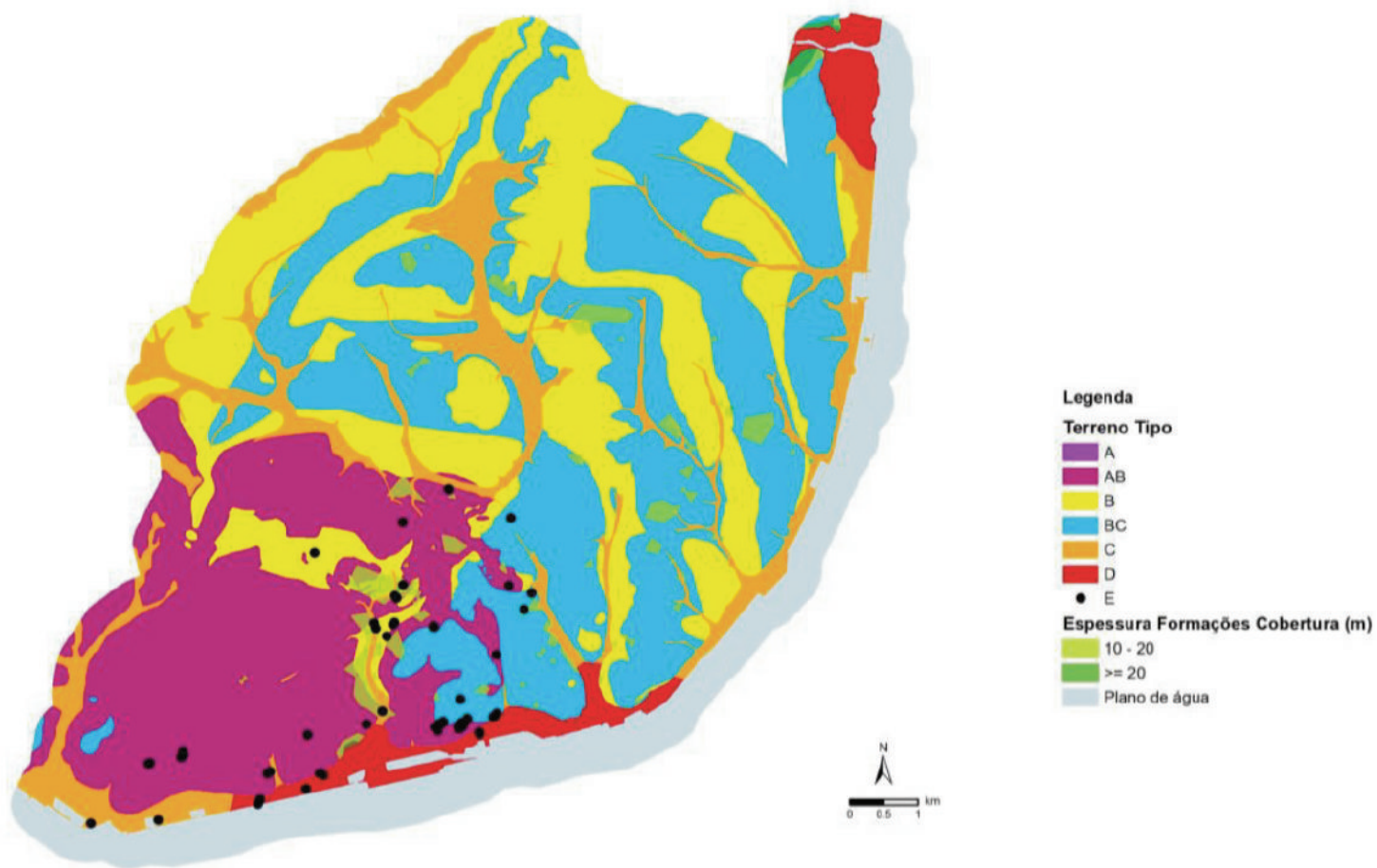
UNDRR (2021c) *Terminology: Resilience*. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/resilience> (Acesso: 3 Dezembro 2021).

UNDRR (2021d) *Nature-based solutions for disaster risk reduction*. In: Words into action – Engaging for resilience in support of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/words-action-nature-based-solutions-disaster-risk-reduction> (Acesso: 28 Maio 2022)

World Economic Forum (2022) *Global Risks Report 2022*. Disponível em:
https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf (Acesso: 14 Maio 2022)

Anexos

I – Carta de classificação dos solos tipo EC8 (Oliveira, 2019)



III – Proposta de expansão do SCRП

ID	Indicador	ID	Parâmetro	Crterios de avaliação	Pontuação
11	Sismo	P1	Zonamento sísmico - tipo 1 EC8	1,1	1
				1,2	2
				1,3	3
				1,4	5
				1,5	7
				1,6	9
		P2	Zonamento sísmico - tipo 2 EC8	2,1	1
				2,2	3
				2,3	5
				2,4	7
				2,5	9
		P3	Vulnerabilidade sísmica dos solos PDM	Muito Elevada	1
				Elevada	3
				Moderada	7
				Baixa	9
		P4	Declive do terreno	>18°	1
				18° a 12°	3
				12° a 6°	7
				até 6°	9
		P5	Tipo de solo EC8	D ou E	1
				C	3
				BC	5
				B	7
				AB	9
P6	Distância a falésias	> 45°	1		
		30-45°	5		
		<30°	9		
P7	Distância a falhas geológicas	> 200m	1		
		≤ 200m	9		
P8	Densidade Populacional	Até 27500 hab/km2	1		
		Até 18500 hab/km2	3		
		Até 12000 hab/km2	5		
		Até 7500 hab/km2	7		
		Até 3000 hab/km2	9		
12	Tsunami e efeito de maré	P9	Altitude do terreno	0-2m	1
				2-20m	5
				> 20m	9
		P10	Distância à costa	0-200m	1
				200-500m	3
				500-1000m	5
				1000-1500m	7
				>1500m	9
		P11	Distância ao rio	0-100m	1
				100-200m	3
				200-300m	5
				300-500m	7
				>500m	9
		P12	Barreiras naturais na envolvente	Sem proteção	1
				Proteção moderada	5
				Proteção elevada	9
		P13	Barreiras feitas pelo homem na envolvente	Sem proteção	1
				Proteção moderada	5
				Proteção elevada	9
		P14	Objetos movíveis	Elevado	1
				Moderado	5
				Reduzido	9
		P15	Filas edificadas entre a costa e o edifício	0 filas	1
				1-2 filas	3
3-5 filas	5				
6-9 filas	7				
>9 filas	9				
P16	Susceptibilidade ao efeito de maré direto PDM	Sim	1		
		Não	9		
13	Inundação	P17	Localização relativa	Ponto baixo	1
				Ponto médio	5
				Ponto alto	9
		P18	Distância ao rio	0-100m	1
				100-200m	3
				200-300m	5
				300-500m	7
				>500m	9
		P19	Barreiras naturais na envolvente	Sem proteção	1
				Proteção moderada	5
				Proteção elevada	9
		P20	Barreiras feitas pelo homem na envolvente	Sem proteção	1
				Proteção moderada	5
				Proteção elevada	9
		P21	Vulnerabilidade às inundações PDM	Muito elevado	1
				Elevado	3
				Moderado	5
				Não identificado	9

14	Incêndio	P22	Distância à vegetação	< 15m	1
				15-30m	5
				> 30m	9
		P23	Densidade da vegetação	Elevada	1
				Moderada	5
				Reduzida	9
		P24	Estado de manutenção da vegetação	Reduzida manutenção ou inexistente	1
				Manutenção moderada	5
				Manutenção elevada	9
		P25	Tipo de vegetação	Vegetação elevada inflamabilidade	1
				Vegetação média inflamabilidade	5
				Vegetação baixa inflamabilidade	9
		P26	Edifícios adjacentes	Construção feita antes de 1967	1
				Edifício isolado ou construção feita após 1967	9
P27	Proximidade zona industrial	<1Km	1		
		>1km	9		
15	Deslizamentos de terras	P28	Declive do terreno	>18°	1
				18° a 12°	3
				12° a 6°	5
				até 6°	9
		P29	Precipitação	Elevada	1
				Moderada	5
				Baixa	9
		P30	Posição do nível freático	0-5 m	1
				5-20 m	5
				>20 m	9
		P31	Suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa de vertentes PDM	Muito Elevada	1
				Elevada	3
				Moderada	7
				Não identificado	9
		P32	Permeabilidade do solo	Baixa	1
				Baixa a Média	3
				Média	5
Média a alta	7				
Alta	9				
ID	Indicador	ID	Parâmetro	Critérios de avaliação	Pontuação
16	Seguro	P33	Seguro contra desastres naturais	Sem Seguro	1
				Seguro com cobertura parcial para 1 tipo de desastre	3
				Seguro com cobertura parcial para +1 desastres	5
				Seguro com cobertura total para +2 desastres	7
				Seguro com cobertura total para todos os desastres	9
17	Implicações financeiras e estratégicas	P34	Plano financeiro	Sem plano financeiro ou sem fundos financeiros diretamente ou indiretamente alocados à resiliência	1
				Plano financeiro existente que permite que o proprietário atenda menos de 50% das necessidades de resiliência previsíveis, não está a ser executado como deveria devido a outras prioridades	3
				Plano financeiro existente que permite que o proprietário atenda 50% a 75% das necessidades de resiliência previsíveis, não está a ser executado como deveria devido a outras prioridades	5
				Plano financeiro existente que permite que o proprietário atenda a mais que 75% das necessidades de resiliência previsíveis, e está a ser executado	7
				Plano financeiro existente que permite que o proprietário atenda a todas as necessidades de resiliência previsíveis, e está a ser executado	9
		P35	Avaliação económica do tempo de inatividade	Consequências monetárias catastróficas se edifício encerrar durante 1 mês, negócio fecha	1
				Consequências monetárias graves se edifício encerrar durante 1 mês	3
				Consequência monetária moderada se edifício encerrar durante 1 mês, provável de necessitar de fundos ou empréstimos	5
				Consequência monetária reduzida se edifício encerrar durante 1 mês, fácil de gerir com recursos internos	7
				Consequência monetária insignificante se edifício encerrar durante 1 mês	9
		P36	Existência de fundos de desastres	Não	1
				Sim	9
		P37	Acesso a crédito Externo/Interno	Não	1
				Sim	9
		P38	Acesso a títulos (=bonds)	Não	1
				Sim	9

ID	Indicador	ID	Parâmetro	Critérios de avaliação	Pontuação	
18	Organização interna	P39	Plano continuidade de negócios	Não existe plano de continuidade de negócios	1	
				Plano rudimentar de continuidade de negócios	3	
				Plano de continuidade de negócios com algumas falhas na sua cobertura e atrasos em atualizações	5	
		P40	Análise gestão de riscos		Sem avaliação de riscos	1
					Avaliação rudimentar que não se adequa à resiliência do edifício	3
					Avaliação de riscos incompleta, com lacunas e sem compilar vários riscos	5
					Alguns riscos avaliados e compilados em cenários coerentes que tem em conta riscos presentes ou futuros	7
					Todos os riscos avaliados e compilados em cenários coerentes que tem em conta riscos presentes ou futuros	9
		P41	Plano de recuperação pós desastre		Sem plano de recuperação	1
					Não existe um plano integrado, apenas vários separados que formam grandes lacunas	3
					Plano detalhado existe pela experiência e opiniões de peritos, mas com ligeiras lacunas	5
					Plano detalhado, mas nunca testado, com mínimas lacunas	7
		P42	Rotina		Plano detalhado e testado com sucesso em desastres passados	9
					Inexistente - sem planos rotineiros para aumentar ou melhorar a resiliência do edifício perante desastres	1
		P43	Simulacros		Reduzida - planos rudimentares, demasiado vagos para ser implementados ou deixados ao encargo dos ocupantes que pode criar incompatibilidades	3
					Moderado - alguns planos rotineiros, mas com grandes omissões e falhas em atualizações	5
					Elevada - planos rotineiros atuais com ligeiras omissões	7
					Muito elevada - planos rotineiros que melhoram/mantêm a resiliência e aborde todos os perigos previsíveis	9
					Não existem simulacros nos últimos 2 anos	1
		P44	Aprendizagem e atualização		Existem simulacros rudimentares e improváveis de serem efetivos por si só	3
					Existem simulacros regulares, mas não incluem todos os cenários prováveis e não reportam a performance	5
					Existem simulacros regulares (pelo menos anualmente) que incluem todos os aspetos de resposta em emergência tal como testar a operabilidade das entidades relevantes. A performance pode não ser avaliada e reportada	7
		P45	Dados de eventos destrutivos		Existem simulacros efetuados pelo menos anualmente para praticar a recuperação pós desastre testando todos as respostas de planos de emergência, operabilidade das entidades relevantes. A performance é avaliada e reportada.	9
					Não existe processo de aprendizagem e atualizações	1
					Aprendizagem e atualizações com falhas significativas e omissões em mudanças necessárias	3
					Aprendizagem e atualizações existem, mas não são feitas anualmente e como resultado alterações necessárias podem não ser efetuadas	5
					Aprendizagem e atualizações são realizadas frequentemente, mas sem ser inserido num processo específico, melhorias podem ser feitas	7
P46	Responsável		Planos de recuperação e procedimentos são revistos e atualizados anualmente aprendendo pela experiência própria ou de outros desastres com atualizações registadas	9		
			Não colecionam dados nem alteram o seu processo por mais de 2 anos	1		
			Colecionar dados internos e externos sem os analisar	5		
P47	Conformidade com o cenário regulatório existente		Colecionar dados internos e externos, analisando-os rotineiramente	9		
			Sem entidade/indivíduo encarregue pela avaliação de riscos	1		
			Tentativa rudimentar de definir avaliações de riscos	3		
			Entidade/indivíduo encarregue pela avaliação de riscos, mas com mais que uma responsabilidade não definida ou omissões de mais que um risco	5		
			Entidade/indivíduo encarregue pela avaliação de riscos, mas com uma responsabilidade não definida ou omissão de um risco	7		
P48	Normas externas de construção resiliente		Entidade/indivíduo encarregue pela avaliação de riscos com responsabilidades bem definidas	9		
			Não	1		
			Sim	5		
P49	Entidade responsável		Sim, e alcançou o nível máximo de certificação	9		
			Não está definida uma entidade responsável pela resiliência urbana	1		
			Existem mas não estão definidos objetivos nem medidas de melhoramento da resiliência urbana	3		
P50	Relação entre a comunidade e os intervenientes		Existem e estão estabelecidos objetivos para melhorar a resiliência urbana	5		
			Existem e estão estabelecidos objetivos e medidas para melhorar a resiliência urbana	9		
			Não existem iniciativas de integração	1		
P51	Monitorização		Existência de estudos de avaliação de benefícios do incremento da resiliência urbana nas comunidades mais desfavorecidas	5		
			Existência de iniciativas de integração de modo a definir o plano de ação	9		
			Não existem programas de coleção de dados	1		
P52	Monitorização		Existem programas de coleção de dados	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P53	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P54	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P55	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P56	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P57	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P58	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P59	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P60	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P61	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P62	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P63	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P64	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P65	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P66	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P67	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P68	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P69	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P70	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P71	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P72	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P73	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P74	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P75	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P76	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P77	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P78	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P79	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P80	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P81	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P82	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P83	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P84	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P85	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P86	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P87	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P88	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P89	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P90	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P91	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P92	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P93	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P94	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P95	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P96	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P97	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P98	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P99	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		
P100	Monitorização		Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	5		
			Existem programas de coleção de dados por parte dos intervenientes	9		

ID	Indicador	ID	Parâmetro	Critérios de avaliação	Pontuação		
110	Infraestruturas de emergência	P52	Acesso a esquadras	Nenhuma instalação num raio de 10km	1		
				1 instalação num raio entre 5 a 10 km	3		
				Mais que uma instalação num raio entre 5 a 10 km	5		
				1 instalação num raio inferior a 5km	7		
				Mais que uma instalação num raio inferior a 5 km	9		
				Nenhuma instalação num raio de 10km	1		
		P53	Acesso a postos de bombeiros	1 instalação num raio entre 5 a 10 km	3		
				Mais que uma instalação num raio entre 5 a 10 km	5		
				1 instalação num raio inferior a 5km	7		
				Mais que uma instalação num raio inferior a 5 km	9		
				Nenhuma instalação num raio de 10km	1		
				1 instalação num raio entre 5 a 10 km	3		
		P54	Acesso a abrigos	1 instalação num raio entre 5 a 10 km	3		
				Mais que uma instalação num raio entre 5 a 10 km	5		
				1 instalação num raio inferior a 5km	7		
				Mais que uma instalação num raio inferior a 5 km	9		
				Nenhuma instalação num raio de 10km	1		
				1 instalação num raio entre 5 a 10 km	3		
P55	Acesso a hospitais e centros de saúde	Nenhuma instalação num raio de 10km	1				
		1 instalação num raio entre 5 a 10 km	3				
		Mais que uma instalação num raio entre 5 a 10 km	5				
		1 instalação num raio inferior a 5km	7				
		Mais que uma instalação num raio inferior a 5 km	9				
		Nenhuma instalação num raio de 10km	1				
111	Responsabilidade Social	P56	Ocupantes	Ocupantes do edifício não são sensibilizados pelo proprietário/gestor do edifício na assistência dos mais vulneráveis	1		
				Ocupantes do edifício são sensibilizados, mas com falhas de comunicação na resposta a desastres e identificação dos vulneráveis	3		
				Ocupantes do edifício são sensibilizados, mas sem conhecimentos necessários em como responder em situações de desastre	5		
				Ocupantes do edifício estão totalmente sensibilizados e envolvidos no processo de planos de desastre e o seu papel	9		
				P57	Divulgação	Não há comunicação ou discussão com os ocupantes do edifício sobre ações de preparação e recuperação	1
						Existe comunicação e discussão de alguns riscos com os ocupantes do edifício sobre ações de preparação e recuperação	3
		Existe comunicação, discussão e atualizações anuais de alguns riscos com os ocupantes do edifício sobre ações de preparação e recuperação	5				
		Programa integrado de comunicação, discussão e atualizações anuais de todos os riscos identificados que utiliza mais que uma plataforma para a transmissão da sua mensagem e procura melhorar	9				
		P58	Vulnerabilidade social			>50% de utilizadores séniores + crianças	1
						30-50% de utilizadores séniores + crianças	3
				10-30% de utilizadores séniores + crianças	5		
				0-10% de utilizadores séniores + crianças	7		
				0% de utilizadores séniores + crianças	9		
				Não	1		
		P59	Existência de programas de ajuda mútua com vizinhos	Não	1		
				Sim	9		
		P60	Nº organizações de defesa social na freguesia	Nenhuma organização	1		
				Entre 1 e 5	5		
Mais de 5	9						
112	Conservação	P61	Ano de construção	<1950	1		
				1951 -1982	3		
				1983 - 2019	5		
				>2020	9		
				P62	Sistema estrutural	Adobe ou pedra	1
		Alvenaria de tijolo	5				
		Madeira	7				
		Betão armado e/ou estrutura metálica	9				
		P63	Estado de conservação	Colapso	1		
				Danos muito graves	3		
				Danos severos	5		
				Danos moderados	7		
				Danos ligeiros ou sem danos	9		
		P64	Manutenções, falhas e atualizações	Nenhum registo	1		
				Registo de manutenções	3		
				Registo de atualizações e manutenções incluindo sarjetas	5		
				Registo de manutenções e falhas	7		
				Registo de todas as ocorrências	9		
		113	Acessibilidade	P65	Densidade de edifícios	>100 edifícios num raio de 0.5 km	1
						75 a 100 edifícios num raio de 0.5km	3
						50 a 75 edifícios num raio de 0.5km	5
						25 a 50 edifícios num raio de 0.5 km	7
						<25 edifícios num raio de 0.5 km	9
						P66	Rotas alternativas	Via única com 1 sentido	1
Via com 2 sentidos	5						
P67	Características da rua			Múltiplas vias de acesso	9		
				Largura<3.5 ou altura disponível <4	1		
				Largura da via >3.5 e altura disponível >4 e inclinação >15 para edifícios de altura<9 ou (6,5,10 para altura >9)	5		
				Largura da via >3.5 e altura disponível >4 e inclinação <15 para edifícios de altura<9 ou (6,5,10 para altura >9)	9		
114	Segurança sísmica do edifício			P68	Irregularidade em planta	Irregular	1
		Regular	9				
		P69	Irregularidade em altura	Irregular	1		
				Regular	9		
		P70	Interação com edifícios adjacentes	Edifício em gaveto ou na extremidade com adjacentes de altura inferior	1		
				No meio, mas adjacentes com alturas diferentes	5		
				No meio, mas adjacentes com menor altura	7		
				Isolado ou no meio de igual altura ou não aplicável	9		
		P71	Desnível lajes	Sim, dh≥0,5m	1		
				Não, dh<0,5m	9		
		P72	Existência de pisos vazados	Sim	1		
				Não	9		
P73	Junta de dilatação	Não	1				
		Sim	9				

115 Segurança do edifício contra incêndios	P74 Estado de conservação das instalações elétricas	Não remodeladas com danos severos	1
		Não remodeladas com danos ligeiros	3
		Parcialmente remodeladas	7
		Remodeladas ou novas	9
	P75 Instalações gás	Gás em garrafa num espaço não ventilado no interior	1
		Gás em garrafa num espaço ventilado no interior	3
		Gás em garrafas localizadas no exterior	5
		Gás em reservatório	7
		Inexistentes ou gás canalizado	9
	P76 Afastamento entre vãos sobrepostos	<1,1m	1
		>1,1m ou inexistentes	9
	P77 Existência de compartimentação corta-fogo	Não	1
		Sim, apenas em parte do edifício	5
	P78 Detecção e alarme de incêndio	Sim	9
		Não	1
		Sim, apenas em parte do edifício	5
	P79 Existência sinalização e iluminação de emergência	Sim	9
		Não	1
		Sinalização, mas sem iluminação	5
	P80 Existência equipa de segurança	Sim	9
		Não	1
		Sim, mas sem formação necessária	5
	P81 Caminhos de fuga	Sim	9
		Comprimento e proteção da rota de fuga não correspondem aos valores atuais regulamentares	1
	P82 Existência de sistemas de controlo e evacuação de fumo	Comprimento e proteção da rota de fuga correspondem aos valores atuais regulamentares	9
		Não	1
	P83 Existência de meios de combate intrínsecos	Sim, apenas em parte do edifício	5
Sim, de acordo com a legislação em vigor		9	
Não		1	
P84 Existência de extintores	Inexistentes ou fora de validade	1	
	Insuficientes	5	
	Suficientes	9	
P85 Existência de hidrantes exteriores	Distância >100m e edifício sem carretel	1	
	Distância >100m e edifício com carretel	5	
	Distância <100m	9	
116 Segurança do edifício contra Inundações	P86 Existência de barreiras	Não	1
		Sim	9
	P87 Existência de sistemas de bombagem contra inundações	Não	1
		Sim, apenas em parte do edifício	5
		Sim	9
	P88 Vulnerabilidade e exposição das fachadas	Fachadas totalmente expostas com aberturas	1
		Fachadas totalmente expostas sem aberturas	3
		Fachadas parcialmente expostas com aberturas	5
		Fachadas parcialmente expostas sem aberturas	7
		Fachadas não expostas	9
	P89 Número de pisos	1 piso	1
		2 a 3 pisos	5
		Superior a 4 pisos	9
	P90 Características da rua	Estreita	1
		Modeadamente ampla	5
		Ampla	9
P91 Vulnerabilidade dos pisos enterrados	Elevada	1	
	Moderada	5	
P92 Soluções de impermeabilização (caves)	Baixa ou inexistência de pisos enterrados	9	
	Não possui impermeabilização	1	
	Solução é deficiente	5	
P93 Estado de conservação dos sistemas de drenagem de águas residuais	Sim ou não aplicável	9	
	Danos muito graves ou inexistência de sistemas de drenagem	1	
	Danos moderados	5	
117 Segurança do edifício contra tsunamis	P94 Número de pisos	Danos ligeiros ou sem danos	9
		1 piso	1
		2 pisos	5
	P95 Orientação	3 pisos ou superior	9
		Orientação do edifício (lado mais longo) paralela à direção litoral	1
		Ângulo menor que 30° entre lado mais longo do edifício e o litoral	3
		Ângulo de 30-60° entre lado mais longo do edifício e o litoral	5
		Ângulo maior que 60° entre lado mais longo do edifício e o litoral	7
	Orientação do edifício (lado mais longo) perpendicular à direção litoral (ou não aplicável)	9	
	P96 Hidrodinâmica do piso térreo	Piso térreo fechado	1
Piso térreo semi fechado		5	
Piso térreo aberto ou sacrificial		9	
118 Segurança do edifício contra deslizamentos de terras	P97 Estabilidade dos taludes	Instáveis	1
		Suficientemente estáveis	5
		Seguros ou inexistência de taludes	9

IV – Edifícios escolares de propriedade pública



Esc1 Escola Básica Dr. Nuno Cordeiro Ferreira



Esc2 Escola Básica Galinheiras



Esc 3 Escola Básica Maria da Luz de Deus Ramos



Esc4 Escola Básica Padre José Manuel Rocha e Melo



Esc5 Escola Básica São João de Brito



Esc6 Jardim de Infância do Bairro Padre Cruz



Esc7 Escola Básica Gaivotas



Esc 8 Escola Básica Padre Abel Varzim



Esc9 Escola Básica São José



Esc10 Jardim de Infância Benfica N.o 1



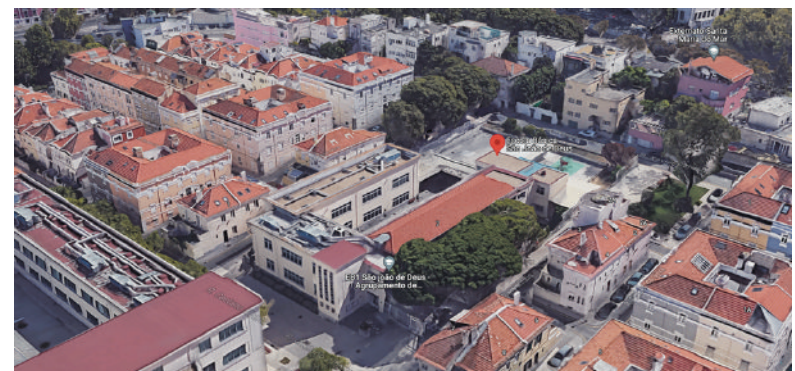
Esc11 Escola Básica João dos Santos



Esc 12 Escola Básica Lisboa N.o 195



Esc13 Escola Básica dos Lóios



Esc14 Escola Básica São João de Deus



Esc15 Jardim de Infância António José de Almeida



Esc16 Escola Básica Adriano Correia de Oliveira



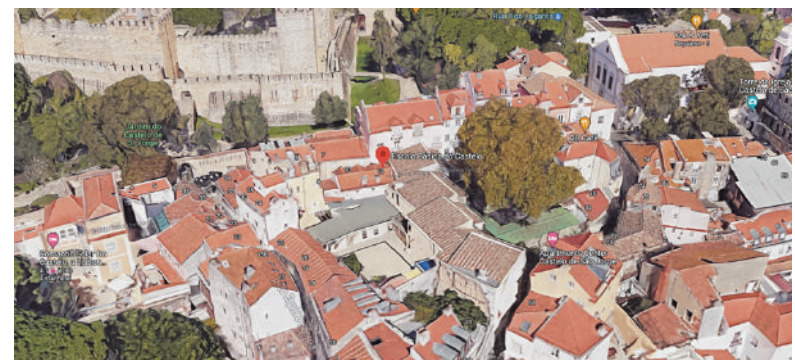
Esc17 Escola Básica Alexandre Herculano



Esc18 Escola Básica Homero Serpa



Esc19 Escola Básica Raul Lino



Esc20 Escola Básica do Castelo



Esc21 Escola Básica António Nobre



Esc22 Escola Básica Laranjeiras



Esc23 Escola Básica Bairro Madre de Deus



Esc24 Escola Básica Beato



Esc25 Escola Básica Condado



Esc26 Escola Básica O Leão de Arroios



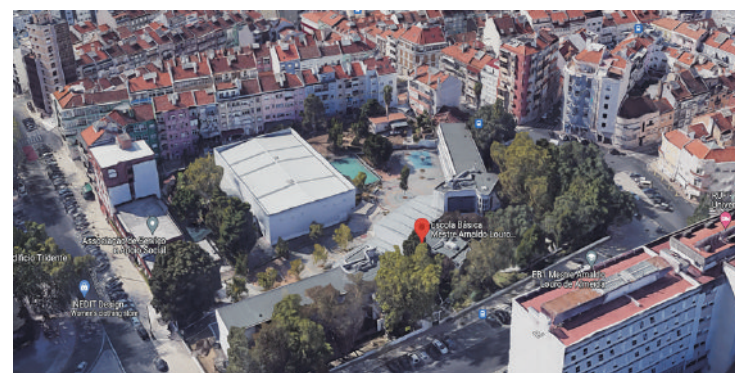
Esc27 Escola Básica Fernanda de Castro



Esc28 Escola Básica Santo Condestável



Esc29 Escola Básica Vale de Alcântara



Esc30 Escola Básica Mestre Arnaldo Louro de Almeida



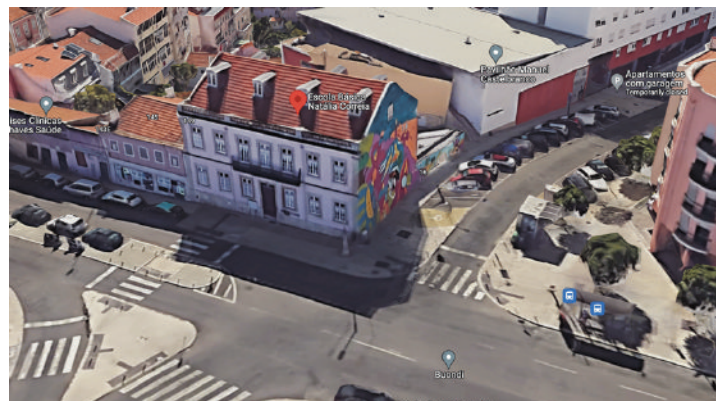
Esc31 Escola Básica Mestre Querubim Lapa



Esc32 Escola Básica de São Sebastião da Pedreira



Esc33 Escola Básica Lisboa N.o 1



Esc34 Escola Básica Natália Correia



Esc35 Escola Básica Bairro do Armador



Esc36 Escola Básica Engenheiro Ressano Garcia



Esc37 Escola Básica de Lisboa N.º72



Esc38 Escola Básica Rainha Santa Isabel



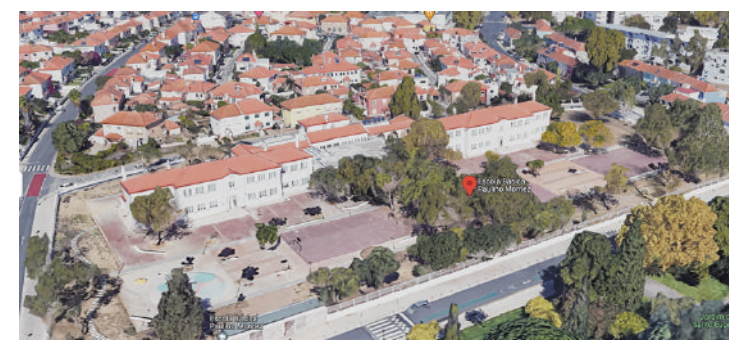
Esc39 Escola Básica Professor Oliveira Marques



Esc40 Escola Básica Rosa Lobato Faria



Esc41 Escola Básica Alta de Lisboa



Esc42 Escola Básica Paulino Montez



Esc43 Escola Básica da Quinta dos Frades



Esc44 Jardim de Infância da Ameixoeira



Esc45 Jardim de Infância Lumiar



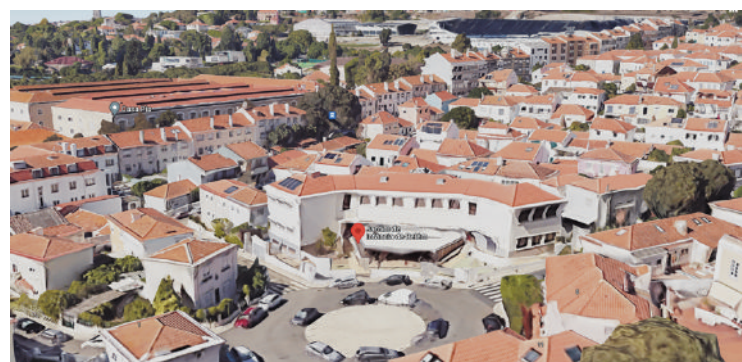
Esc46 Escola Básica Parque Silva Porto



Esc47 Escola Básica Professor José Salvado Sampaio



Esc48 Escola Básica Professor Manuel Sérgio



Esc49 Jardim de Infância de Belém



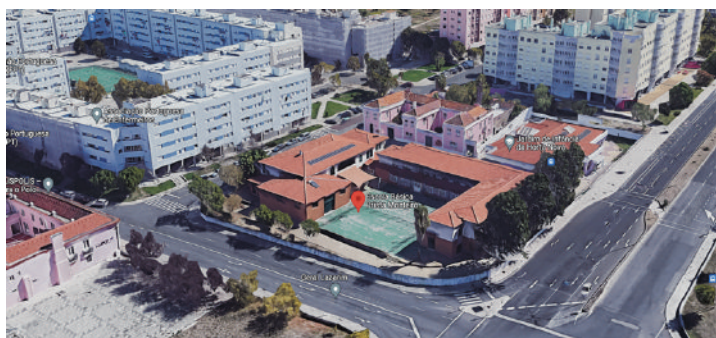
Esc50 Escola Básica Manuel Teixeira Gomes



Esc51 Escola Básica do Lumiar - Alto da Faia



Esc52 Escola Básica Luz/Carnide



Esc53 Escola Básica Prista Monteiro



Esc54 Jardim de Infância Horta Nova



Esc55 Jardim de Infância Telheiras

V – Classificações por parâmetro dos edifícios escolares

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32		
Esc1	3	5	1	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	5	5	9	5	5	9	9	9	9	5	9	9	5	
Esc2	3	5	1	9	7	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	5	5	1	5	9	1	9	5	9	9	5		
Esc3	3	5	1	9	7	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	5	9	5	1	5	9	1	9	5	9	9	5	
Esc4	3	5	1	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5	1	5	9	9	9	5	9	9	5	
Esc5	3	5	7	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	5	9	9	5	
Esc6	3	5	7	9	7	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	5	1	9	9	5	9	9	9	5	9	9	5
Esc7	3	5	3	9	5	9	9	7	9	3	5	5	9	1	7	9	5	5	5	9	9	9	9	9	1	1	9	9	5	5	9	9	5	
Esc8	3	5	3	9	5	9	9	7	9	9	9	9	5	9	1	9	9	9	9	9	5	9	9	9	9	1	1	9	9	5	9	9	5	
Esc9	3	5	3	5	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	5	5	5	5	9	9	5	5	9	9	5	
Esc10	3	5	7	9	5	9	9	7	9	5	9	9	9	5	9	9	1	9	9	9	5	5	5	5	1	9	9	9	9	5	9	9	5	
Esc11	3	5	7	5	5	9	9	7	9	7	5	9	9	5	9	9	5	5	9	9	5	5	5	5	1	5	9	1	5	5	5	9	5	
Esc12	3	5	7	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	5	9	9	5	9	9	9	9	9	5	1	1	5	9	1	9	5	9	9	5	
Esc13	3	5	3	9	7	9	9	7	9	9	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1	1	1	9	9	9	5	9	9	5	
Esc14	3	5	3	9	7	9	9	3	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	1	9	9	1	9	9	9	5	9	9	5	
Esc15	3	5	3	9	7	9	9	3	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	1	9	9	1	9	9	9	5	9	9	1	
Esc16	3	5	7	9	7	9	9	7	9	9	9	9	9	5	9	9	9	5	9	9	9	9	5	5	9	5	9	9	9	5	9	9	5	
Esc17	3	5	9	9	9	9	9	7	9	5	9	5	9	1	9	9	1	9	5	9	9	9	9	9	9	1	9	9	5	5	9	9	5	
Esc18	3	5	9	9	9	9	9	7	9	9	7	9	9	5	9	9	9	5	9	9	9	9	9	5	1	5	9	9	9	5	9	9	5	
Esc19	3	5	9	5	9	9	9	9	9	5	9	9	9	5	9	9	1	9	9	9	9	9	1	1	9	5	9	9	5	5	5	9	5	
Esc20	3	5	3	5	5	9	9	7	9	3	7	9	9	1	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	5	9	1	9	5	5	9	9	1	
Esc21	3	5	7	5	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	3	5	9	9	5	9	9	5	5	9	9	5	
Esc22	3	5	7	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	5	9	9	9	9	5	9	9	3	
Esc23	3	5	3	9	7	9	9	7	9	3	7	9	9	5	9	9	5	7	9	9	9	9	5	5	5	5	9	9	9	5	5	9	5	
Esc24	3	5	7	9	3	9	9	7	5	1	3	5	5	1	3	1	1	3	5	5	3	9	9	9	9	9	1	9	5	1	9	7		
Esc25	3	5	7	9	5	9	9	7	9	5	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	5	5	5	5	5	9	9	5	5	9	9	1	
Esc26	3	5	3	5	7	9	9	3	9	7	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	5	5	9	9	9	
Esc27	3	5	9	9	9	9	9	7	9	7	9	9	9	5	9	9	1	9	9	9	9	9	5	1	9	5	9	9	9	5	9	9	9	
Esc28	3	5	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	5	5	9	9	9	5	9	9	9	
Esc29	3	5	9	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	1	9	9	1	9	9	9	9	5	1	5	5	5	9	9	9	5	9	9	9	
Esc30	3	5	3	5	7	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	5	9	9	9	9	9	5	5	9	9	9	
Esc31	3	5	9	9	9	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	5	9	5	9	9	9	9	5	9	9	1	
Esc32	3	5	9	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	5	5	9	9	5	9	9	9	5	9	9	3	
Esc33	3	5	3	9	5	9	9	3	5	9	9	5	9	1	9	9	5	9	5	9	9	9	1	9	5	1	9	9	9	5	9	9	9	
Esc34	3	5	3	5	5	9	9	7	5	7	9	5	5	1	5	9	9	9	9	9	9	5	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	7	
Esc35	3	5	3	5	7	9	9	7	9	9	9	5	9	5	9	9	5	9	9	9	9	5	5	5	1	5	9	9	5	5	9	9	7	
Esc36	3	5	9	5	5	9	9	3	5	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	5	9	9	5	9	9	9	5	5	9	9	9	
Esc37	3	5	7	5	5	9	9	7	5	5	9	5	9	1	9	9	5	9	5	9	9	9	9	5	9	5	9	9	5	5	9	9	7	
Esc38	3	5	9	1	5	9	9	3	5	7	9	5	9	1	9	9	5	9	5	9	9	9	9	5	9	5	9	9	1	5	9	9	7	
Esc39	3	5	1	1	7	9	9	5	5	3	7	1	9	5	3	9	1	7	1	9	9	9	9	5	1	1	1	1	1	5	5	9	5	
Esc40	3	5	1	1	7	9	9	7	5	3	7	1	9	5	5	9	5	7	1	9	9	9	9	5	1	1	1	1	1	5	5	9	5	
Esc41	3	5	1	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5	1	1	9	9	5	9	9	7		
Esc42	3	5	7	9	7	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	5	9	5	9	1	9	5	9	9	5	
Esc43	3	5	1	9	3	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	5	9	5	9	5	9	9	9	5	9	9	5	
Esc44	3	5	3	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	5	9	5	9	5	9	9	9	5	9	9	1	
Esc45	3	5	5	9	3	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	5	9	5	9	5	9	9	9	5	9	9	5	
Esc46	3	5	7	9	3	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	5	5	5	5	9	9	9	5	9	9	1	
Esc47	3	5	9	9	3	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	1	9	9	9	9	9	5	9	5	5	5	9	9	5	9	9	9	
Esc48	3	5	9	9	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	1	1	5	5	9	9	9	5	9	9	3	
Esc49	3	5	9	9	9	9	9	9	5	5	9	5	5	1	3	9	1	9	5	5	9	9	5	9	1	9	9	9	9	5	5	9	9	
Esc50	3	5	7	5	5	9	9	7	9	7	9	5	9	1	9	9	5	9	5	9	9	5	5	5	5	5	5	9	1	5	5	9	9	
Esc51	3	5	3	9	3	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5	5	9	9	9	5	9	9	5	
Esc52	3	5	7	5	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	5	5	1	9	5	5	9	9	1	
Esc53	3	5	7	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	5	9	5	1	1	9	1	9	5	9	9	9	
Esc54	3	5	7	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5	1	1	9	1	9	5	9	9	9	
Esc55	3	5	7	9	5	9	9	7	9	9	9	9	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	1	9	1	5	9	9	9	5	9	9	1	

	P61	P62	P63	P64	P65	P66	P67	P68	P69	P70	P71	P72	P73	P74	P75	P76	P77	P78	P79	P80	P81	P82	P83	P84	P85	P86	P87	P88	P89	P90	P91	P92	P93	P94	P95	P96	P97				
Esc1	3	9	5	9	5	5	9	9	1	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	1	1	9	5	9	9	9	5	1	5	9					
Esc2	5	9	3	9	3	5	9	9	1	9	9	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	9	9	9	5	5	5	9				
Esc3	3	9	5	9	3	5	9	9	1	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	1	1	9	5	9	9	9	5	1	5	9					
Esc4	5	9	5	9	5	9	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	9	9	9	5	3	1	9				
Esc5	3	9	7	9	3	1	9	9	9	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	5	5	1	9					
Esc6	5	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	1	1	5	9				
Esc7	3	9	3	9	1	1	5	9	9	1	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	9	5	9	9	9	9	5	9				
Esc8	1	7	9	9	1	1	1	9	9	1	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	1	9	9	9	9	5	9				
Esc9	1	9	9	9	1	1	1	9	9	1	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	1	9	9	9	9	9	5	9			
Esc10	5	9	7	9	5	1	5	1	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	1	5	9	9	9	1	9	5	9			
Esc11	3	9	3	9	5	5	9	1	9	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	5	1	5	9	5	9			
Esc12	3	9	3	9	7	5	9	9	9	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	1	9	9	5	9	1	9	5	9			
Esc13	5	9	5	9	5	9	9	1	9	9	9	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	5	1	5	9	5	9			
Esc14	3	9	5	9	3	9	9	9	9	7	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	5	9	5	9	9			
Esc15	5	9	3	9	3	1	1	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	1	1	9	9	1	1	9	1	9			
Esc16	3	9	5	9	3	5	9	9	9	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	1	9	9	9	1	9	5	9				
Esc17	1	9	3	9	7	1	9	1	9	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	5	9	5	9	5	9		
Esc18	5	9	3	9	5	9	9	1	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	5	9	5	9	5	9		
Esc19	1	1	3	9	5	5	5	1	9	9	1	1	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	5	9	9	9	5	9	5	9	5	9	
Esc20	3	9	5	9	1	1	1	9	9	5	1	1	1	1	3	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	1	9	9	9	5	9	1	9	9		
Esc21	3	9	7	9	5	5	9	1	9	9	1	1	1	1	3	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	5	9	5	9	5	9		
Esc22	5	9	5	9	7	9	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	5	9	5	9	5	9		
Esc23	3	9	7	9	3	5	9	9	9	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	9	5	9	5	5	9	5	9	5	9	
Esc24	1	9	5	9	5	5	9	9	9	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	5	1	5	9	5	9		
Esc25	5	9	3	9	5	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	7	1	5	9	9	9	1	9	9	9			
Esc26	5	9	5	9	3	5	5	9	9	9	9	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	1	5	5	9	9	9	5	9	1	9			
Esc27	1	7	5	9	7	5	5	9	9	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	5	5	1	9	9	1	9	5	9		
Esc28	1	9	7	9	3	1	9	9	9	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	5	9	5	9	5	9			
Esc29	5	9	1	9	5	5	9	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	7	5	9	9	9	9	5	3	5	9			
Esc30	3	9	7	9	3	9	5	1	9	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	5	9	9	9	5	9	5	9	9		
Esc31	3	9	5	9	5	5	9	9	9	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	5	9	9	9	5	9	5	9	5	9	
Esc32	1	5	3	9	1	9	5	9	9	9	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	9	5	9	9	9	9	9	5	9	5	9	
Esc33	1	7	5	9	5	5	5	1	9	5	1	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	5	9	9	9	5	9	9	5	9	5	9
Esc34	1	7	3	9	3	5	9	9	9	1	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	9	9	9	5	5	9	9	
Esc35	5	9	5	9	3	5	5	1	1	9	9	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	5	9	9	9	1	9	5	9	5	9	
Esc36	5	9	5	9	7	5	5	1	1	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	5	9	9	9	9	9	1	1	9	9	
Esc37	1	7	3	9	3	1	5	9	9	3	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	5	9	9	9	5	5	5	9	5	9	
Esc38	3	9	5	9	7	1	1	9	9	9	1	1	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	1	9	9	9	9	9	5	9	5	9	
Esc39	3	9	5	9	9	9	9	1	9	7	1	1	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	5	9	5	9	5	1	9	9	9	
Esc40	3	9	5	9	9	9	5	9	9	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	5	9	9	9	9	1	5	9	9	9	
Esc41	5	9	3	9	7	9	5	1	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	5	9	9	9	5	9	9	5	9	9	9
Esc42	1	7	3	9	3	9	9	9	9	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	9	9	5	9	5	9	9	
Esc43	5	9	3	9	5	9	9	1	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	9	9	9	5	9	5	9	5	9	
Esc44	5	9	5	9	7	9	9	1	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	9	1	9	5	9	9	9	
Esc45	5	9	5	9	5	9	9	1	9	9	9	9	1	3	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	7	1	9	9	9	9	1	9	1	9	9	9	
Esc46	5	9	3	9	1	5	9	1	9	9	9	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	9	1	1	5	5	9	5	9	5	9	5	9	9	9	9
Esc47	3	9	5	9	5	5	5	1	1	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	5	9	9	9	9	5	9	5	9	5	9
Esc48	3	9	3	9	3	9	5	9	1	9	1	9	1	1	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	9	5	5	9	9	9	9	5	9	5	9	5	9
Esc49	3	9	9	9	3	9	5	9	1	9	1	9	1	9	9	1	9	9	9	5	9	9	9	9	9	9	1	1	1	5	5	9	9	9	9	5					

