



JOÃO DE SOUSA VINAGRE AMADO
Licenciado em Engenharia Geológica

VALIDAÇÃO DE MODELO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO EM OBRAS DE CONTENÇÃO COM BASE EM DADOS REAIS

MESTRADO EM ENGENHARIA GEOLÓGICA
Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2022

VALIDAÇÃO DE MODELO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO EM OBRAS DE CONTENÇÃO COM BASE EM DADOS REAIS

JOÃO DE SOUSA VINAGRE AMADO

Licenciado em Engenharia Geológica

Orientador: João Luís da Gama Amado,
Engenheiro Civil, Infraestruturas de Portugal, S.A.

Coorientadora: Paula F. da Silva,
Professora, DCT – FCT, Universidade NOVA de Lisboa

Validação de Modelo de Avaliação do Nível de Risco em Obras de Contenção com base em dados reais

Copyright © João de Sousa Vinagre Amado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Previamente à apresentação do trabalho final de Mestrado em Engenharia Geológica, cabe tecer alguns agradecimentos que acho indispensáveis, às pessoas e às instituições que desempenharam um importante papel e que tornaram este processo mais fácil.

Em primeiro lugar, quero agradecer aos orientadores desta dissertação, Eng.º João Luís da Gama Amado e Prof.ª Paula F. da Silva, que se demonstraram sempre disponíveis para esclarecer dúvidas, fazer sugestões e elucidar em momentos mais confusos, e que partilharam o seu conhecimento e experiência comigo.

Em segundo lugar, quero também agradecer à NOVA School of Science and Technology e à Universidade Nova de Lisboa, por me terem permitido chegar a esta meta, através da oportunidade de ingresso que me concederam e pelos excelentes professores que têm. Quero ainda agradecer à Infraestruturas de Portugal, S.A., por me ter aberto as portas para a realização do estágio profissional, onde desenvolvi esta dissertação, no seu Departamento de Asset Management, e utilizar os dados nesse estudo.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer aos meus pais e família mais próxima, por me terem dado ferramentas pessoais que me permitiram não desistir dos meus objetivos, aos meus irmãos que sempre me apoiaram incondicionalmente, e aos meus amigos que também sempre estiveram presentes.

RESUMO

A Infraestruturas de Portugal, S.A. (IP) é responsável pela gestão de mais de 14.000 km de rede rodoviária e mais de 2.000 km de rede ferroviária, que se estendem de norte a sul de Portugal continental. Ao longo de toda esta rede estima-se que existam 23 mil Obras de Contenção (OC), caracterizadas por serem um ativo que para além de apresentarem características muito importantes para um correto funcionamento da mobilidade, apresentam uma grande disseminação em todo o território. Por essas razões, a IP está a desenvolver um Sistema de Gestão de Obra de Contenção (SGOC) capaz de responder às necessidades deste tipo de ativos, otimizando as suas funções ao longo da sua vida útil.

A presente dissertação de mestrado analisa e avalia os primeiros dados que surgem após a implementação deste sistema de gestão, com o objetivo de validar o comportamento dos fatores e parâmetros de cálculo do Índice de Criticidade.

A dissertação está dividida em três partes: inicia-se com uma abordagem à gestão de ativos e uma breve apresentação do SGOC da IP; de seguida caracteriza a análise dos dados reais disponibilizados pela IP, incluindo como se comportam os algoritmos de cálculo dos índices que levam a uma projeção do nível de risco de uma OC; na parte final, sugerem-se e apresentam-se várias simulações que visam apurar a viabilidade de algumas alterações ao SGOC. Após o desenvolvimento, tecem-se as devidas considerações finais e as respetivas conclusões.

Todavia, cabe desde já esclarecer que o sistema de gestão desenvolvido pela IP é um sistema que, ainda que com dados preliminares, vai ao encontro das expectativas, uma vez que se confirma que os fatores e parâmetros de cálculo aos Índices de Condição e de Criticidade têm o comportamento esperado, assim como se verifica que após esses cálculos as OC se distribuem de uma forma coerente ao longo da matriz de risco.

Palavras-chave: Gestão de Ativos, Obras de Contenção, Sistema de Gestão de Obras de Contenção, Criticidade, Nível de Risco.

ABSTRACT

Infraestruturas de Portugal, S.A. (IP) is responsible for managing more than 14.000 km of roadway and more than 2.000 km of railway, which extend from north to south of Portugal. Throughout this entire network, it is estimated that there are 23,000 OC, characterized by being an asset that, in addition to presenting very important characteristics for the adequate functioning of mobility, are also highly representative. For these reasons, the IP is developing an Retainment Walls Management System (SGOC) capable of responding to the needs of this type of asset, optimizing its functions throughout their service lives.

This dissertation analyzes and evaluates the first data that emerge after the implementation of this management system to validate its behavior.

The dissertation is divided into three parts: it starts with an approach to asset management and a brief presentation of the SGOC; then presents an analysis of the real data provided by IP, realizing the behavior how the algorithms for calculating the indices that lead to a projection of the risk level of an OC behave; in the last part, several simulations are suggested and presented to evaluate the practicability of some changes to the SGOC. Lastly, the inherent final considerations and the conclusions are made.

It should be emphasized that the management system developed by IP works in a positive way because it is confirmed that the factors and calculation parameters for the Condition and Criticality Indexes have the expected behavior. It is also attested that retaining works are distributed coherently along the risk matrix.

Keywords: Asset Management, Retainment Walls, Retainment Walls Management System, Criticality, Risk Level.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Enquadramento geral	1
1.2	Metodologia.....	1
1.3	Organização e estrutura.....	2
2	GESTÃO DE ATIVOS	3
2.1	Ativos	3
2.2	Gestão de Ativos.....	4
2.3	Sistemas de Gestão de Ativos	5
3	SISTEMA DE GESTÃO DE OBRAS DE CONTENÇÃO.....	7
3.1	Obras de Contenção	7
3.2	Sistema de Gestão de Obras de Contenção	9
4	GESTÃO DE RISCO	19
4.1	Índice de Condição	20
4.2	Índice de Monitorização	22
4.3	Índice de Criticidade.....	24
4.4	Nível de Risco – Periodicidade e atuação	27
5	APRESENTAÇÃO DOS DADOS REAIS	31
5.1	Distribuição na matriz de risco.....	31
5.2	Análise ao comportamento de dados.....	33
5.3	Comparação das matrizes de risco.....	36

6	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	41
6.1	Simulações ao fator Geométrico	41
6.1.1	Simulação 1	42
6.1.2	Simulação 2.....	46
6.2	Simulação ao fator Segurança.....	50
6.3	Simulação ao fator Económico.....	52
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	63

ANEXOS

Anexo 1 - Tabela com definições detalhadas de soluções estruturais [6]	67
Anexo 2 – Tabela com dados de zonas sísmicas por concelho [13]	74
Anexo 3 – Tabela com precipitação média anual por distrito [14].....	82
Anexo 4 – Tabela com custos económicos para cada solução estrutural por m2 [dados cedidos pela IP]	83
Anexo 5 – Tabela de patologias indicadoras para avaliação dos componentes [9]	84
Anexo 6 - Versões antecedentes da atual matriz de risco [dados cedidos pela IP].....	87
Anexo 7 – Tabela associativa de ID de OC a um IC_O , IC_R e NR.....	89
Anexo 8 – Tabela com ID das 195 OC e respetivas características dos fatores analisados..	94
Anexo 9 – Tabela com OC com presença de monitorização, para comparação do IC_R para diferentes cotações.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Gestão de níveis de ativos [2].	5
Figura 3.1 - Fluxograma de atividade do modelo de gestão de obras de contenção [5].	10
Figura 3.2 - Esquema de interação entre Sistema de Gestão Obras de Arte e SGOC [6].	11
Figura 3.3 - Esquema de alçado de OC a inventariar em todo o seu desenvolvimento [6].	11
Figura 3.4 - Esquema ilustrativo de uma obra de contenção com uma via protegida e uma via contida [6].	12
Figura 3.5 - Esquema que ilustra o posicionamento da OC em aterro e em escavação [6].	13
Figura 3.6 - Mapa de Portugal Continental com distribuição das diferentes zonas sísmicas Tipo 1 e respetiva legenda de cores [13].	14
Figura 3.7 - Mapa de Portugal Continental com distribuição das diferentes zonas sísmicas Tipo 2 e respetiva legenda de cores [13].	14
Figura 3.8 - Esquema ilustrativo da medição da distância entre a via e a OC [6].	15
Figura 3.9 - Esquema de vista em corte e em planta da área de influência de uma OC [6].	16
Figura 4.1 - Esquema com os fatores e parâmetros que integram o cálculo dos IC_O e IC_R que por sua vez levam ao NR da OC.	20
Figura 4.2 - Matriz de risco [5].	28
Figura 5.1 - Distribuição das OC na matriz de risco.	32
Figura 5.2 - Distribuição do número de OC pelos diferentes NR.	32
Figura 5.3 - Diagrama de caixa com intervalos de valores de cotações do EC correspondentes a cada NR.	34
Figura 5.4 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR.	34

Figura 5.5 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR, sem as obras de cotação 1 no nível de Elevado.....	35
Figura 5.6 - Distribuição das OC na versão anterior da matriz de risco.	36
Figura 5.7 - Distribuição do número de OC pelos diferentes NR.....	37
Figura 5.8 - Diagrama de caixa com intervalos de valores de cotações do EC correspondentes a cada NR, para a $V_{Anterior}$	38
Figura 5.9 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR, para a $V_{Anterior}$	38
Figura 5.10 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR, sem as obras de cotação 1 no nível de Elevado, para a $V_{Anterior}$	39
Figura 6.1 - Gráfico de barras duplo com distribuição das 195 OC quanto à criticidade.	42
Figura 6.2 - Distribuição das OC com presença de monitorização, com cotação 2 (cotação base).	42
Figura 6.3 - Distribuição das OC com presença de monitorização, com aumento de cotação de 2 para 3.	43
Figura 6.4 - Distribuição das OC com presença de monitorização, com aumento de cotação de 3 para 4.	43
Figura 6.5 - Fotografia da OC com ID 31 – Muro de gabiões que suporta a via. Fotografia cedida pela IP.....	44
Figura 6.6 - Imagem de alvo topográfico instalado num bloco – representa pouca precisão aquando da sua leitura. Fotografia cedida pela IP.	45
Figura 6.7 - Gráfico de barras duplas com distribuição das 195 OC quanto à criticidade.	46
Figura 6.8 - Imagem da OC com ID 50213, um muro de alvenaria que protege a linha férrea e suporta uma rodovia. Fotografia cedida pela IP.....	48
Figura 6.9 - Imagem da OC com ID 51175, uma solução mista de muro de alvenaria e talude pregado/ancorado com redes metálicas de encaminhamento, que protegem a via. Fotografia cedida pela IP.....	49
Figura 6.10 - Gráfico de barras duplas com distribuição das 195 OC quanto à criticidade. Esta representação gráfica utiliza as cotações sugeridas pelo SGOC.	50

Figura 6.11 - Gráfico de barras duplas com distribuição das 195 OC quanto à criticidade. Esta representação gráfica utiliza as cotações agravadas, sugeridas pela simulação.....	51
Figura 6.12 - Diagrama de caixa com custos de reparação de cada OC.....	53
Figura 6.13 - Distribuição das 195 OC pelos diferentes níveis de criticidade.....	55
Figura 6.14 - Distribuição das 195 OC pelos diferentes níveis de criticidade, com base nas classes de custos de reparação propostas pela simulação 4.....	55
Figura 6.15 - Imagem da OC com ID 39, um muro de betão armado que protege a EN 115-5; a estrutura decresce muito em altura ao longo do seu desenvolvimento. Fotografia cedida pela IP.....	56
Figura 6.16 - Imagem da OC com ID 218, um muro de betão armado que suporta a via IC 17; a estrutura decresce muito em altura ao longo do seu desenvolvimento. Fotografia cedida pela IP.....	57
Figura 6.17 - Imagem da OC com ID 51334, um muro de betão armado que suporta a Linha da Beira Baixa. Fotografia cedida pela IP.	58
Figura 6.18 - Imagem da OC com ID 32, uma parede ancorada que protege a EN 115-5. Fotografia cedida pela IP.....	59
Figura 6.19 - Imagem da OC com ID 33, uma parede ancorada na proximidade da OC com ID 32, e com características estruturais iguais à OC com ID 32, mas altura muito superior. Fotografia cedida pela IP.....	60
Figura 6.20 - Imagem de OC com ID 13, um muro de alvenaria a suportar a via. Fotografia cedida pela IP.....	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Tabela de hierarquia das vias [6].	13
Tabela 3.2 - Estados de Conservação [9].	17
Tabela 4.1 - Fatores e parâmetros que constituem o IC_O de uma OC [5].	21
Tabela 4.2 - Escala quantitativa e qualitativa a utilizar para o cálculo do IM [5].	23
Tabela 4.3 - Classificação quantitativa e qualitativa da condição da OC [5].	24
Tabela 4.4 - Fatores e parâmetros que constituem o IC_R de uma OC [5].	24
Tabela 4.5 - Grupos de OC com base nas suas soluções estruturais [5].	25
Tabela 4.6 - Pesos a considerar para cada grupo de OC [5].	26
Tabela 4.7 - Classificação quantitativa e qualitativa da criticidade da OC [5].	27
Tabela 4.8 - Periodicidade das inspeções e prioridade das ações recomendadas [5].	29
Tabela 5.1 - Número de OC existentes em cada NR.	33
Tabela 5.2 - Número de OC existentes em cada NR.	37
Tabela 6.2 - Síntese de algumas características dos 13 muros de gabiões com presença de monitorização.	44
Tabela 6.3 - Cotações atribuídas para simulação 2.	46
Tabela 6.4 - Síntese de algumas características das quatro OC de alvenaria com IC_R Alto e da OC 50213(a laranja) que passa ser classificada também com um IC_R Alto.	48
Tabela 6.5 - Síntese de algumas características das 15 OC de solução mista compostas por muro de alvenaria e redes pregadas de encaminhamento.	49
Tabela 6.6 -- Relação entre procedimentos e valores do contrato de acordo com o artigo 19º do decreto-lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.	52
Tabela 6.7 - Intervalos de custos de reparação utilizados pelo SGOC.	53
Tabela 6.8 - Alterações induzidas no IC_R pela simulação 4.	56
Tabela 6.9 - Síntese de algumas características dos 18 muros de betão armado existentes na amostra.	58
Tabela 6.10 - Síntese de algumas características das cinco paredes ancoradas existentes na amostra.	60

SIGLAS

DPF	Domínio Público Ferroviário
DPR	Domínio Público Rodoviário
EC	Estado de Conservação
GA	Gestão de Ativos
IC _o	Índice de Condição
IC _R	Índice de Criticidade
IM	Índice de Monitorização
IP	Infraestruturas de Portugal, S.A.
NR	Nível de Risco
OC	Obras de Contenção
SGA	Sistema de Gestão de Ativos
SGOC	Sistema de Gestão de Obras de Contenção
V _{Anterior}	Versão anterior da matriz de risco
V _{Atual}	Versão atual da matriz de risco

1 INTRODUÇÃO

O ciclo de estudos do Mestrado em Engenharia Geológica da NOVA School of Science and Technology (FCT NOVA) requer a elaboração de uma dissertação e sua aprovação em provas públicas para obtenção do respetivo grau e o tema desta surgiu graças a uma colaboração com a Infraestruturas de Portugal S.A. (IP), que concederam ao autor a oportunidade de colaborar num estudo na área da Gestão de Ativos (GA).

1.1 Enquadramento geral

O tema desta dissertação, enquadra-se na área da Gestão de Ativos (GA), i.e., a área que trata de acompanhar e coordenar da melhor forma possível, na vertente económica, de risco e desempenho, o ciclo de vida dos ativos, mais concretamente no presente estudo, na gestão de obras de contenção (OC), em rodovias e ferrovias.

Este tema surge na sequência do projeto em curso por parte da IP, que consiste no desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Obras de Contenção (SGOC). A conceção deste sistema tem como objetivo primordial a existência de uma base de dados que abranja as estruturas de contenção existentes e que, de uma forma simples, estas sejam adequadamente acompanhadas ao longo do seu tempo de vida útil.

Com a implementação deste sistema, e depois de surgirem os primeiros dados de cadastro e de inspeções principais, é necessário interpretá-los e entender de que modo se comporta o modelo de avaliação do Nível de Risco (NR) das OC.

1.2 Metodologia

Para o desenvolvimento do tema proposto foram utilizados métodos teóricos e práticos.

No que concerne aos teóricos, utiliza-se diversa bibliografia e documentação, alguma disponibilizada pela IP, com o objetivo de efetuar uma introdução teórica da temática da GA, bem como uma descrição do funcionamento do SGOC.

Relativamente aos métodos práticos, utilizam-se dados reais, nomeadamente, relativos aos cadastros das OC existentes, assim como os recolhidos em inspeções principais, que são tratados e analisados com recurso à ferramenta Excel e à criação de vários gráficos de barras e diagramas de caixa. Efetua-se ainda uma análise de sensibilidade a simulações com o Índice de Criticidade (IC_R), como por exemplo por variação dos intervalos de custos de reparação.

1.3 Organização e estrutura

Neste primeiro capítulo é feita uma breve introdução ao tema, bem como uma descrição dos objetivos e metodologia utilizada.

No segundo capítulo, desenvolve-se uma abordagem conceptual, esclarecendo os conceitos de Ativo e Gestão de Ativos, bem como a importância da criação de um Sistema de Gestão de Ativos (SGA). Neste capítulo apresenta-se ainda o tema de base à dissertação.

No terceiro capítulo, a maioria da bibliografia utilizada foi disponibilizada pela IP, uma vez que a análise efetuada assenta em trabalhos desenvolvidos por esta entidade e no SGA, o que implicou o estudo de todos os manuais que o descrevem.

No capítulo quarto descreve-se os métodos de cálculo dos Índices de Condição e Criticidade, e apresenta-se as cotações a atribuir a cada um dos parâmetros de cálculo a estes índices.

No quinto capítulo são introduzidos os dados reais utilizados e a sua distribuição na matriz de risco. É também neste capítulo que se faz uma análise ao comportamento de alguns parâmetros, relacionando as cotações atribuídas e o NR com recurso a diagramas de caixa.

O capítulo seis incide nas simulações realizadas, com a finalidade de avaliar a viabilidade de alterações ao SGOC, mais precisamente ao IC_R.

Por último, o capítulo sete apresenta as considerações finais, onde se expõem os pontos mais importantes do trabalho desenvolvido e as conclusões retiradas do mesmo.

2 GESTÃO DE ATIVOS

Neste capítulo faz-se uma pequena abordagem à Gestão de Ativos (GA), de modo a enquadrar o fundamento do estudo desenvolvido. Para isso define-se, inicialmente, o que é um Ativo e o que é a Gestão de Ativos, e ainda, qual a necessidade da criação de um Sistema de Gestão de Ativos.

2.1 Ativos

Em primeira instância, é importante definir ativo e enquadrar essa definição no objeto de estudo desta dissertação.

Segundo a ISO 55.000 [1], genericamente, *“an asset is an item, thing or entity that has potential or actual value to an organization. The value will vary between different organizations and their stakeholders, and can be tangible or intangible, financial or non-financial”*. Ou seja, um ativo é algo que apresenta um determinado valor para uma dada entidade e que pode adquirir diferentes valores dependendo da organização e dos seus interesses. Mesmo para uma dada entidade, o valor de um ativo pode variar ao longo da sua vida útil, obedecendo de uma forma direta ao interesse ou necessidade que ele representa.

A norma supramencionada classifica os ativos como i) tangíveis ou intangíveis – ex.: edifícios e *softwares*, respetivamente; e ii) financeiros ou não financeiros – ex.: lucros e *know-how*, respetivamente.

Contrariamente à classificação da ISO 55.000 [1], a PAS 55 [2]¹ especifica e divide os ativos em cinco categorias:

1. Físicos – Ex.: Edifícios e obras de arte;
2. Humanos – Ex.: Conhecimento, experiência e motivação;
3. Financeiros – Ex.: Custos operacionais e lucros;
4. De informação – Ex.: Desempenho e condições dos ativos;
5. Intangíveis – Ex.: Reputação e impacte social.

¹ Apesar de a PAS 55 [2] não estar atualmente em vigor, esta norma integrava detalhes específicos para ativos físicos, continuando por isso a ser uma referência relevante para algumas organizações [20].

Para este estudo, mesmo considerando que muitas categorias de ativos estejam inevitavelmente ligadas – ativos complexos ou sistemas de ativos² – o foco encontra-se nos ativos físicos, que para a área da mobilidade e transporte são inúmeros os que dela fazem parte, desde o pavimento da via, os elementos informativos de uma via, os sistemas de drenagem, a catenária, as obras de arte, entre outros tantos subconjuntos de estruturas e bens que poderiam ser elencados. Mais concretamente, dentro dos ativos físicos, os ativos mais abordados neste estudo serão as Obras de Contenção (OC), que são caracterizadas no Capítulo 3.

2.2 Gestão de Ativos

A GA acompanha e coordena da melhor forma possível, na vertente económica, de risco e desempenho, o ciclo de vida dos ativos. Ou seja, esta área permite que uma empresa ou organização avalie a necessidade e o desempenho dos ativos, sempre com o foco de minimizar as falhas, reduzir as perdas e maximizar os ganhos [3].

São diversos os fatores que influenciam a tomada de decisões por parte da entidade, decisões que irão refletir os seus objetivos e planos. A ISO 55.000 [1] enumera alguns desses fatores, nomeadamente: a natureza, propósito e interesse da organização, as limitações financeiras e as questões regulamentares e legais a que está sujeita.

Ainda que a própria GA acarrete custos, a sua correta implementação permite a obtenção de inúmeras vantagens e benefícios para a entidade: melhor desempenho, através do melhoramento de procedimentos; redução de custos, por diminuição de perdas financeiras; redução de risco, e consequentemente a melhoria da segurança e a redução de custos com penalizações; maior e mais rápido retorno de investimentos feitos; crescimento da reputação da entidade; entre outros [1].

Embora existam diversas definições de GA, tanto nas normas já referidas como em muitos outros documentos, destaca-se a seguinte sucinta e clara definição: *“A gestão ótima do ciclo de vida dos ativos físicos, de modo a poder atingir os objetivos da organização”*, conforme definido pelo Conselho de Gestão de Ativos da Austrália, citado na dissertação de mestrado de Russell Coelho [4].

² Ativos complexos, segundo a PAS 55 [2], caracterizam-se por se interligarem e/ou dependerem do funcionamento de outros ativos da mesma entidade, contrapondo-se aos ativos simples, onde essa ligação não existe. Numa perspetiva mais atual, é utilizado o conceito de sistema de ativos, como é caracterizado pela ISO 55.000 [1].

2.3 Sistemas de Gestão de Ativos

Apresenta-se nesta secção de que forma se executa a GA – através de um Sistema de Gestão de Ativos – que consiste num conjunto de ferramentas criadas com a função de garantir que as tarefas de GA serão cumpridas, nomeadamente, através da adoção de políticas, da elaboração de planos, de processos de negócios e de sistemas de informação.

A criação de um SGA serve, fundamentalmente, para a entidade coordenar e controlar as tarefas de GA, garantindo assim um maior controlo do risco e garantir que os seus objetivos serão alcançados. Um SGA visa a redução de riscos, a identificação de oportunidades, e a melhoria de processos – o que se traduz num ganho de eficiência e eficácia para a entidade [1].

A existência de um SGA demonstra-se ainda mais essencial quando se trata de entidades que dependem do desempenho dos seus ativos físicos na prestação de serviços ou produtos, em que o seu sucesso é influenciado pela administração destes ativos, conforme referido na PAS 55 [2] e como é o caso da IP, em que a qualidade do serviço prestado depende diretamente de uma boa gestão das redes rodoviária e ferroviária.

Em síntese, a PAS 55 [2] ilustra o SGA conforme a figura 2.1:

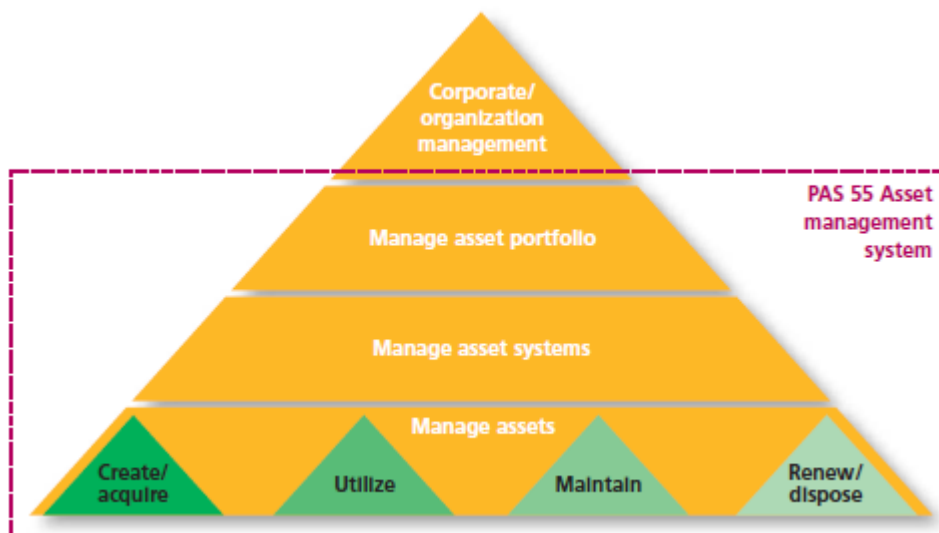


Figura 2.1 - Gestão de níveis de ativos [2].

3 SISTEMA DE GESTÃO DE OBRAS DE CONTENÇÃO

Este capítulo explica sucintamente o funcionamento do SGOC da IP que tem vindo a ser desenvolvido pela IP. Por essa razão é importante referir que foi utilizada essencialmente bibliografia interna desta entidade, incluindo as figuras e as tabelas aqui expostas. Destaca-se o Manual do Sistema de Gestão [5], o Manual de Cadastro de Obras de Contenção [6], Manual de Inspeção Expedita [7], Manual de Inspeção de Rotina a Obras de Contenção [8] e o Manual de Inspeções Principais [9]³.

3.1 Obras de Contenção

Como foi referido anteriormente, as OC ou estruturas de contenção são o ativo foco desta dissertação e por isso interessa perceber a sua definição e quais as OC que são tidas em conta no sistema SGOC.

Quanto à sua definição, e tendo por base a bibliografia [10], as OC são consideradas ativos parcialmente geotécnicos, que ao longo da sua vida útil protegem e/ou suportam, em condições de serviço adequadas, as vias rodo e ferroviárias. Estas estruturas têm a si associadas um custo de construção e manutenção e, por isso, justificam um sistema de gestão adequado. Os autores consideram ainda que existem ativos exclusivamente geotécnicos – os taludes e encostas naturais – e por fim, os ativos minimamente geotécnicos – onde se inserem os pavimentos rodoviários.

As estruturas de contenção têm como principal objetivo reter um dado terreno (solo ou rocha), de modo a promover e garantir a estabilidade de maciços terrosos ou rochosos, evitando o seu escorregamento ou rotura, que podem ter origem, não só por causa do seu próprio peso, mas também devido a carregamentos externos. Segundo o Eurocódigo 7 [11], um material considera-se retido quando é mantido com um talude mais inclinado do que aquele que ficaria se não existisse uma estrutura.

O Eurocódigo 7 [11] prevê ainda que as OC sejam divididas em três tipos:

1. **Muros de gravidade** – que funcionam essencialmente pelo seu próprio peso;

³ Salva-se que os documentos disponibilizados pela IP relativos ao Manual do Sistema de Gestão [5] e Manual de Inspeções Principais [9] são versões de trabalhos, não estando ainda formalmente concluídos.

2. **Paredes ou cortinas** – para as quais, ao contrário das primeiras, o seu peso é desprezível, sendo a sua principal característica de contenção a capacidade de flexão;
3. **Estruturas compósitas** – que, como o nome indica, incluem um misto das duas soluções anteriores.

Com base na normalização acima referida, as OC que são consideradas pelo SGOc estão divididas nos seguintes cinco tipos, que por sua vez são subdivididos nas soluções estruturais indicadas:

- **Muros:**
 - Muro de Alvenaria;
 - Muro de Cantaria;
 - Muro de Betão Ciclóptico;
 - Muro de Betão Armado;
 - Elementos Pré-fabricados;
 - Muro de Gabiões;
 - Muro Ancorado;
 - Muro Pregado.
- **Paredes ou cortinas:**
 - Parede Ancorada;
 - Parede Moldada;
 - Cortina de Estacas;
 - Parede do Tipo Berlim.
- **Aterros Reforçados:**
 - Elementos Modulares Rígidos;
 - Elementos Modulares Deformáveis;
 - Geossintéticos.
- **Taludes Pregados ou Ancorados:**
 - Sem Revestimento;
 - Betão Projetado Simples;
 - Betão Projetado Armado com Fibras ou “malhasol”;
 - Rede Metálica de Encaminhamento;
 - Painéis ou Sistemas de Redes de Elevada Resistência.
- **Barreiras:**
 - Barreira Dinâmica;
 - Barreira Estática.

No Anexo 1 transcreve-se a definição detalhada destas soluções estruturais conforme definido em [6].

3.2 Sistema de Gestão de Obras de Contenção

As OC são estruturas que, para além de terem uma grande importância para o adequado funcionamento de uma rede ferro ou rodoviária, têm também a si associadas um custo de construção e manutenção e, por isso, justificam um sistema de gestão adequado que seja capaz de acompanhar as suas necessidades. Por isso, a IP tem em curso um projeto de desenvolvimento de um SGOC. Este sistema tem como objetivo primordial criar uma base de dados que abranja as estruturas de contenção existentes e, de uma forma simples, definir metodologias de acompanhamento adequado ao longo do tempo.

Tal como defende Kim [12], o objetivo da gestão de ativos é identificar e reunir as informações mais úteis e usá-las para tomar decisões fundamentadas. Assim, a criação da referida base de dados envolve, primeiramente, a inventariação das OC - o que implica a recolha da informação pertinente.

A partir da informação de cadastro de cada OC torna-se possível uma recolha sistematizada e periódica da informação relativa à sua condição, nomeadamente, a partir da realização de inspeções. Por sua vez, o sistema desenvolvido pela IP preconiza o cálculo de um Índice de Condição (IC_O) e um Índice de Criticidade e, através da sua combinação, a obtenção de um Nível de Risco, a partir do qual serão programadas as inspeções subsequentes, bem como as intervenções necessárias.

Para ajudar a entender o funcionamento deste sistema é apresentado de seguida um fluxograma (figura 3.1), retirado do Manual do Sistema de Gestão de Obras de Contenção [5] da IP, que ilustra as atividades a considerar em cada uma das três grandes áreas do SGOC.

De seguida, explicam-se cada um dos processos que ocorrem na área superior deste fluxograma - "Aquisição de dados" - que inicia o ciclo de cada OC no contexto do SGOC.

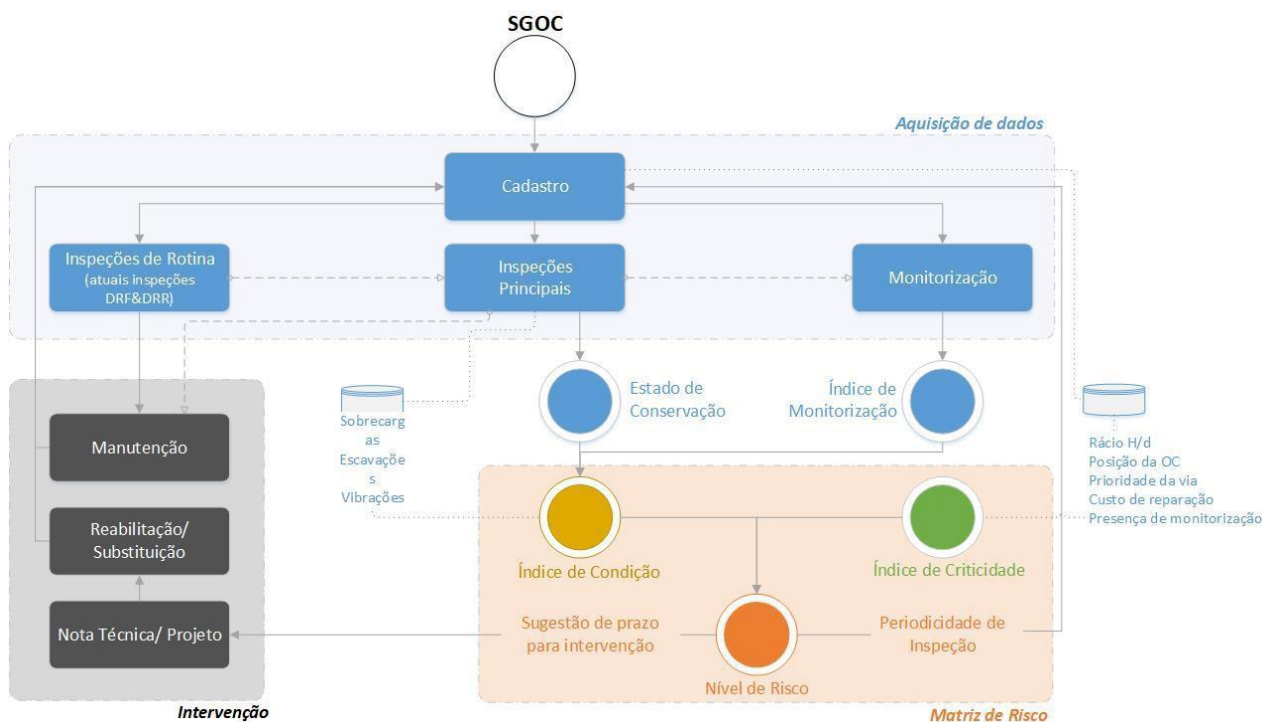


Figura 3.1 - Fluxograma de atividade do modelo de gestão de obras de contenção [5].

3.2.1 Cadastro

Esta é a primeira fase do sistema de gestão. É a fase onde, através de uma correta e detalhada recolha de dados, as OC são caracterizadas e passam a integrar a base de dados.

As equipas responsáveis pela inventariação destas estruturas seguem o Manual de Cadastro de Obras de Contenção [6] desenvolvido pela IP, que especifica quais os critérios a ter em conta para uma correta identificação, caracterização e inclusão das estruturas de contenção no SGOC. Os critérios adotados são funcionais e dimensionais: os primeiros caracterizados por ajudarem a definir a função estrutural da OC, a inclusão ou proximidade ao Domínio Público Ferroviário (DPF) e Domínio Público Rodoviário (DPR), e a interação com outras obras de arte; e os segundos, que comportam as dimensões da OC e a distância à via.

Segundo o manual mencionado, os critérios funcionais são aqueles que ajudam a diferenciar as OC de outras, pois descrevem a sua função estrutural e o local onde se inserem. Os critérios dimensionais descrevem as estruturas no que respeita a dimensões e medidas relacionadas com o seu posicionamento ou, caso existam, dimensões de elementos da sua solução estrutural.

De seguida, faz-se uma breve descrição de cada classe de critérios, tendo por base as definições apresentadas no referido manual [6].

Primeiramente, os critérios funcionais, que compreendem:

a) Função estrutural da OC: as OC que possuam uma função estrutural de suporte, contenção e/ou estabilização de materiais geológicos, excluindo-se os taludes, taludes naturais ou soluções de revestimento.

b) Inclusão ou proximidade aos DPF e DPR: devem ser tidas em conta não só todas aquelas que estão inseridas no DPF e no DPR sob gestão direta da IP, mas também aquelas que estejam localizadas junto aos canais ferroviários ou rodoviários e que possam ser um fator de risco na infraestrutura, mesmo que não estejam inseridas nestes domínios.

c) Interação com obras de arte: dada a frequente interação de OC com obras de arte, foi necessário criar um critério que permita distinguir estes dois tipos de estrutura. Assim, considera-se que muros de avenida com um comprimento superior a 50 m devem estar cadastrados no SGOC. O mesmo acontece para muros ala com um comprimento superior a 10 m. Esta interação está representada na Figura 3.2.

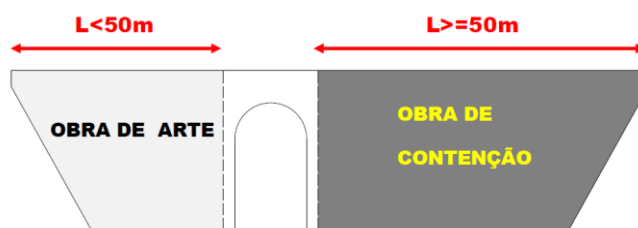


Figura 3.2 - Esquema de interação entre Sistema de Gestão Obras de Arte e SGOC [6].

Quanto aos critérios dimensionais, são considerados dois:

a) Dimensões da OC: são cadastradas todas as estruturas de contenção com uma altura livre igual ou superior a 2 m, em todo ou parte do seu desenvolvimento, como ilustra a Figura 3.3. As estruturas com altura até 2 m, mas que apresentem elementos de reforço (ancoragens, pregagens ou outros) devem ser igualmente identificadas.

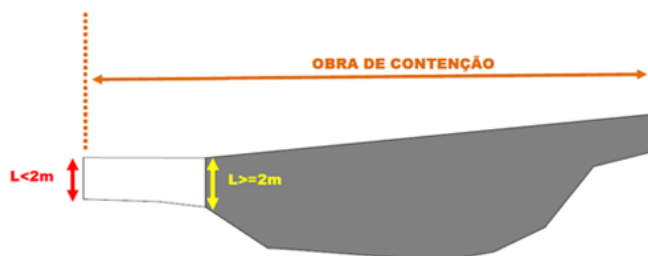


Figura 3.3 - Esquema de alçada de OC a inventariar em todo o seu desenvolvimento [6].

b) Distância à via: todas as estruturas que apresentem uma altura máxima inferior a 2 m, mas que apresentem uma distância à via inferior à sua altura máxima devem também ser identificadas e caracterizadas no SGOC.

Posteriormente, para as OC que cumpram os critérios definidos, deve ser feito um registo da sua informação de acordo com as várias categorias de dados: os dados administrativos, os dados técnicos e os dados de constituição da OC. De notar que, uma vez que os dados a registar para cada OC têm uma extensão muito grande, apenas será dado ênfase aos dados utilizados para o cálculo do NR.

Os dados administrativos constituem a identificação administrativa da OC, para dar suporte à gestão individualizada da estrutura. Para o cálculo do NR são utilizados seis tipos de dados administrativos, nomeadamente:

i) Identificação se a obra contém ou protege a via (retratado pela Figura 3.4).

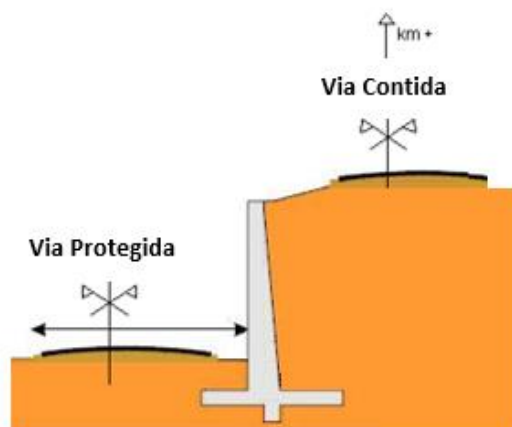


Figura 3.4 - Esquema ilustrativo de uma obra de contenção com uma via protegida e uma via contida [6].

Caso a obra proteja e contenha em simultâneo, é necessário definir a via principal segundo a convenção adotada para as designações rodoviárias e ferroviária, tal como mostra a Tabela 3.1. Caso se trate de duas vias de igual classe, a via principal será aquela que tem menor número.

Tabela 3.1 - Tabela de hierarquia das vias [6].

Nome / Código
Via-férrea
Autoestrada (AE)
Itinerário Principal (IP)
Itinerário Complementar (IC)
Estrada Nacional (EN)
Estrada Regional (ER)
Estrada Municipal (EM)

ii) Identificação do nível de serviço: Este campo corresponde ao "fator de mobilidade" do IC_R , o qual identifica a prioridade da via com base numa diferenciação de tráfego e níveis de operação, cujo modelo foi desenvolvido pela IP, onde as vias são classificadas em 5 níveis.

iii) Identificação de aterro ou escavação: este campo identifica se a OC está em aterro, caso contenha a via, ou em escavação, caso proteja a via.

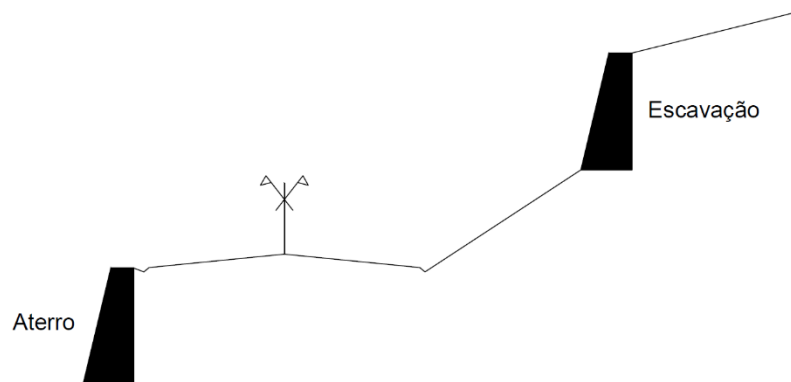


Figura 3.5 - Esquema que ilustra o posicionamento da OC em aterro e em escavação [6].

iv) Identificação da zona sísmica: tendo por base o concelho onde se localiza a OC e o "Anexo NA.1" do Eurocódigo 8 [13], (Anexo 2), são identificadas as zonas sísmicas Tipo 1 e Tipo 2.

A zona sísmica Tipo 1 corresponde ao sismo designado "afastado", ou seja, aqueles com epicentro na região Atlântica.

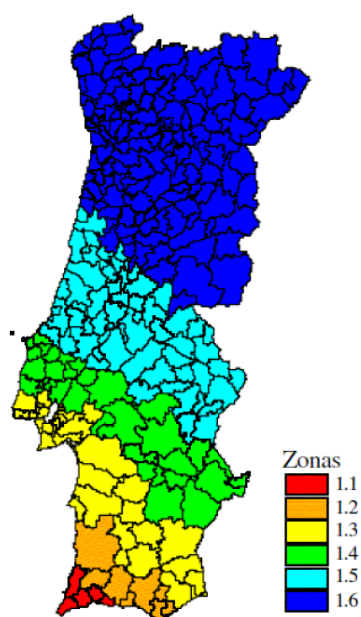


Figura 3.6 - Mapa de Portugal Continental com distribuição das diferentes zonas sísmicas Tipo 1 e respetiva legenda de cores [13].

A zona sísmica Tipo 2 refere-se ao sismo designado de "próximo", ou seja, aqueles com epicentro no território Continental ou no arquipélago dos Açores.

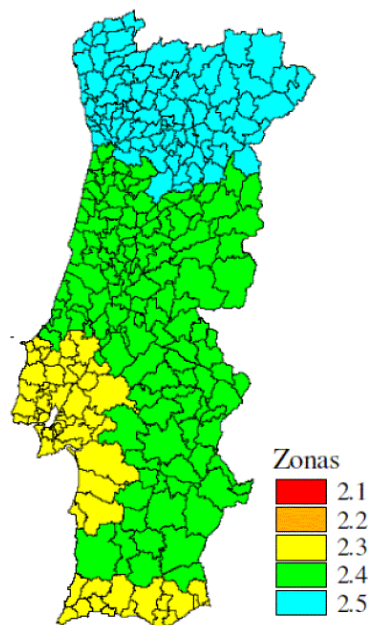


Figura 3.7 - Mapa de Portugal Continental com distribuição das diferentes zonas sísmicas Tipo 2 e respetiva legenda de cores [13].

v) Precipitação média anual: Com base em dados históricos do Instituto Português do Mar e da Atmosfera [14] é identificada a precipitação média anual (mm) para o distrito onde a OC se encontra. O Anexo 3 apresenta uma tabela com os valores referidos.

vi) Identificação de custos de construção: O custo de construção de uma OC deve ser registado – este campo ajuda a calcular o IC_R . No Anexo 4 é apresentada uma tabela com os custos de reparação unitários para cada tipo de solução estrutural.

Muitos outros são os dados administrativos que devem ser registados, tal como: o distrito, concelho, dono de obra, se existe associação a obra de arte, fotografias da OC, entre outros – num total de 36 campos.

Relativamente aos dados técnicos, estes dão um conhecimento estrutural e geométrico da OC. Para a caracterização estrutural é feito um registo do tipo de estrutura de contenção e a sua solução estrutural com base no que já foi referido na secção 3.1 e no Anexo 1.

Quanto à caracterização geométrica, para o cálculo do NR são considerados como campos de maior interesse as seguintes características:

a) Altura máxima e mínima: corresponde à altura máxima e mínima observada (visível) no desenvolvimento da OC.

b) Distância entre a via e a OC: deve ser medida entre o limite da OC e o extremo da plataforma rodoviária ou a guarda de segurança ou, no caso da ferrovia, é a mínima distância entre o limite da OC e a face exterior do carril mais próximo, como é ilustrado na Figura 3.8. Esta medição deve ser feita sempre na horizontal.

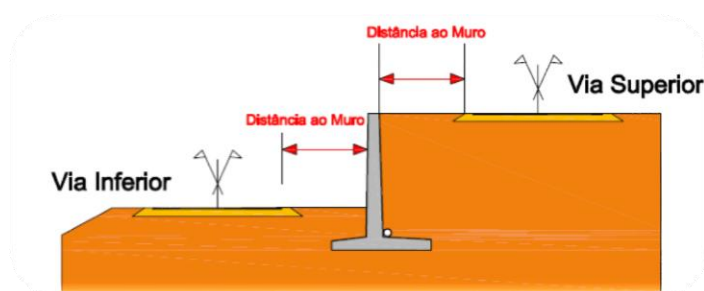


Figura 3.8 - Esquema ilustrativo da medição da distância entre a via e a OC [6].

c) Caracterização de instrumentos de monitorização: campo que permite identificar o tipo de instrumentação presente na estrutura de contenção, podendo ser alvos topográficos, inclinómetros, células de carga, extensómetros, marcas de nivelamento, fissurómetros, piezómetros, testemunhos de gesso, bases clinométricas ou sem instrumentação.

Existem, tal como nos dados administrativos, mais campos que devem ser registados, nomeadamente: o comprimento da OC, o número de instrumentos instalados e se estão acessíveis, a distância vertical e horizontal das malhas de pregagens/ancoragens caso existam, e ainda as características de drenagem presentes.

Por último, quanto aos dados de constituição, devem ser registadas características da OC, tais como as de revestimento, serviços e equipamentos instalados (rede de águas, de electricidade, esgotos, postes, passeios, entre outros). Devem também ser identificados, caso existam, os taludes frontais e/ou no tardo e, caso existam construções na área de influência⁴, como outras OC, edifícios, estradas, estações, etc., estas também devem ser identificadas.

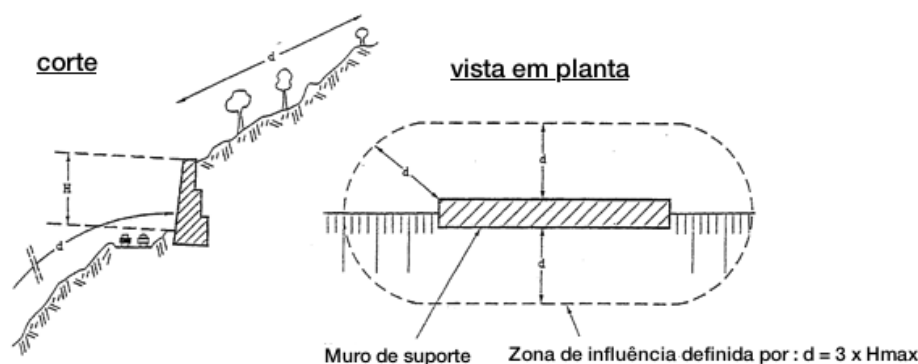


Figura 3.9 - Esquema de vista em corte e em planta da área de influência de uma OC [6].

3.2.2 Inspeção de rotina

As inspeções de rotina são ações de inspeções a estruturas de contenção com periodicidade máxima bienal, segundo o Manual de Rotina [8].

Estas inspeções devem ser efetuadas tendo por base uma lista de anomalias, onde o inspetor através de uma observação visual, deve identificá-las, avaliar e registar a necessidade de trabalhos e ações de manutenção, incluindo a estimativa de quantidades. O principal objetivo destas inspeções é que, através de um atempado registo de anomalias, se consiga uma constante manutenção, para que se tenha uma eficiente conservação das OC.

3.2.3 Monitorização

A monitorização é mais uma das atividades da área da aquisição de dados e é realizada através da observação visual e leitura de instrumentos instalados nas estruturas de contenção. Os dados que são recolhidos em campo e posteriormente tratados em gabinete, permitem

⁴ Área de influência – É considerada área de influência de uma OC toda a área entre a estrutura e uma distância de três vezes a altura máxima, com um valor mínimo de 10 metros [6].

avaliar o comportamento e analisar a estabilidade da OC com base em modelos matemáticos. Os resultados obtidos por esta atividade permitem, em caso de necessidade, propor a implementação de ações corretivas.

3.2.4 Inspeção principal

As inspeções principais devem ser realizadas por técnicos superiores especializados e com experiência na área das inspeções de ativos geotécnicos, tal como determina o SGOC. Estas inspeções são feitas através de uma inspeção visual que, com base nos procedimentos e metodologias apresentados no Manual de Inspeções Principais [9] elaborado pela IP, tem por objetivo a obtenção de um Estado de Conservação (EC).

Para cada obra inspecionada são identificadas patologias e efetuadas recomendações, que originam ações a realizar na OC ao longo do tempo.

A inspeção está dividida por três componentes: i) o paramento; ii) a drenagem; e iii) a área de influência. Estes, por sua vez, incorporam elementos que compõem uma OC e que são considerados relevantes.

Os elementos em que se subdividem cada um dos componentes e as patologias a serem identificadas encontram-se no Anexo 5.

3.2.5 Estado de Conservação

Como dito anteriormente, a inspeção principal através de uma cuidada avaliação da OC permite uma classificação quanto ao seu EC.

Este estado é traduzido numa escala que varia de 1 a 5 e que dá indicação da condição da estrutura. Tal como ilustra a Tabela 3.2, o dano é organizado de uma forma crescente.

Tabela 3.2 - Estados de Conservação [9].

EC	Descrição
1	Sem danos ou não aplicável
2	Danos de baixa gravidade
3	Danos de gravidade média em extensão reduzida a média
4	Danos de gravidade média em extensão média a alta
5	Danos graves

Como descreve o Manual de Inspeções Principais [9], o cálculo do EC é feito ao nível do indicador, ao nível do componente e ao nível da OC.

Ao nível do indicador, e conforme o Anexo 5 estão definidas um conjunto de patologias que formam os indicadores a partir dos quais se faz a avaliação dos três componentes. Estes indicadores são classificados no decorrer das inspeções principais com a escala da Tabela 3.2. De referir que, devido ao facto de as patologias apresentarem diferentes graus de relevância para o estado do componente, foi criado um conjunto de patologias chamadas críticas que, ao serem classificadas de uma forma gravosa, são consideradas representativas do EC do componente.

Ao nível do componente, é possível obter um EC para cada componente com as classificações atribuídas a cada indicador, através de um conjunto de regras previstas pelo referido manual, a saber:

(i) Se um indicador crítico tiver uma classificação de 4 ou 5, então o EC do componente será de 4 ou 5;

(ii) No caso de as classificações anteriores não existirem, a classificação do componente resultará da média das classificações dos indicadores classificados com 2 a 5;

(iii) Classificação de 1 caso todos os indicadores sejam classificados com esse valor.

Por último, ao nível da OC, através da classificação que é atribuída a cada componente é possível calcular o respetivo EC. Para o efeito, o Manual de Inspeções Principais [9] prevê duas regras. A primeira, se algum dos componentes apresentar um valor de EC igual ou superior a 4, a OC será classificada com esse valor até que os gestores de processo validem a classificação; a segunda, caso as classificações anteriores não sejam atribuídas, será feita uma média das classificações dos componentes.

4 GESTÃO DE RISCO

Esta área do SGOC surge a partir da necessidade de criar e desenvolver sistemas empíricos que, com base nos dados adquiridos, sejam capazes de diferenciar a atuação ao nível do conjunto de estruturas de contenção, durante a sua fase de exploração.

O risco que uma OC apresenta para a via e para os seus utilizadores é difícil de quantificar ou qualificar. Por essa razão, têm sido desenvolvidos vários estudos que ajudem neste sentido [15], [16].

A IP, com base em sistema já existente, [16], propõe dois novos índices: o de Condição – IC_O e o de Criticidade – IC_R . De forma sucinta, o primeiro tem por objetivo espelhar as constatações efetuadas relativas à condição de uma dada estrutura de contenção, sendo uma aproximação à sua probabilidade de rotura. Já o segundo, relaciona vários fatores, como por exemplo, a hierarquia da via e a altura da estrutura face ao seu afastamento à via, tendo como objetivo espelhar as eventuais consequências de uma rotura.

Com base no EC, que se adquire através das já descritas inspeções principais, e de outros parâmetros que serão de seguida descritos, obtém-se o Índice de Condição que, juntamente com o Índice de Criticidade, permite calcular um Nível de Risco (NR) para uma dada OC. Através da obtenção do NR é possível sugerir prazos para intervenção, por exemplo, da reabilitação ou substituição da obra, bem como definir e adequar uma determinada periodicidade de inspeção à estrutura.

A Figura 4.1 esquematiza os fatores e parâmetros que integram o cálculo de cada um dos referidos índices. A imagem ilustra ainda que da conjugação destes advém um NR das obras de contenção.



Figura 4.1 - Esquema com os fatores e parâmetros que integram o cálculo dos IC_o e IC_r , que por sua vez levam ao NR da OC.

4.1 Índice de Condição

Como anteriormente foi referido, o IC_o tem por objetivo avaliar a OC de uma forma qualitativa e quantitativa, espelhando as constatações efetuadas relativas à condição de uma dada estrutura de contenção, sendo uma aproximação à sua probabilidade de rotura. Este índice assume um valor entre 1 e 5, que indica se a OC apresenta uma Improvável (1), Remota (2), Ocasional (3), Provável (4) ou Muito Provável (5) probabilidade de rotura face às condições atuais em que se encontra.

A Tabela 4.1 resume os três fatores e respetivos parâmetros que são avaliados e que influenciam as estruturas de uma forma direta ou indireta.

O cálculo do IC_o é feito de uma forma simples. Primeiramente, cada parâmetro que vem das inspeções principais ou do cadastro adquire uma cotação de 1 a 5, este valor é multiplicado pelo peso que lhe corresponde. O segundo passo é fazer o somatório do conjunto de parâmetros correspondentes a cada fator e multiplicá-lo pelo respetivo peso. Por fim, efetua-se o somatório dos valores atribuídos aos três fatores.

Tabela 4.1 - Fatores e parâmetros que constituem o ICo de uma OC [5].

Fator	Peso	Parâmetro	Peso	Cotação				
				1	2	3	4	5
Inspeções Visuais	0,75	EC da OC	1	Muito bom	Bom	Razoável	Mau	Muito mau
				1	2	3	4	5
Imediações e proximidade	0,125	Escavações na área de proximidade	0,3	Não	-	-	Sim	-
		Sobrecarga na área de influência (3xH da OC)	0,4	Não existe	Tipo I ⁵	-	Tipo II ⁶	-
		Vibrações na área de influência	0,3	Não	-	-	Sim	-
Ambiental	0,125	Zona Sísmica- Tipo 1	0,2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5-1.6
		Zona Sísmica- Tipo 2		2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
		Precipitação média anual (mm/ano)	0,6	<500	500-1000	1000-1500	1500-2000	>2000

O seguinte esquema de equações ajuda a clarificar este cálculo (é dado o exemplo para o "fator das Inspeções Visuais").

▪ 1º Passo

$$\text{Equação 1: } V_P = W_i' * X_i'$$

Exemplo

$$\text{Equação 2: } EC \text{ da OC} = 1 * X_i'$$

Onde V_P é valor correspondente a cada parâmetro, W_i' é o peso correspondente a cada parâmetro e X_i' é o valor da cotação atribuída.

No exemplo, **EC da OC** é o Estado de Conservação da OC, e o W_i' é 1.

⁵ Sobrecarga do Tipo I refere-se à situação em que existe circulação ou depósito de cargas, mas estas não constituem sobrecargas importantes ou com influência na estrutura.

⁶ Sobrecarga do Tipo II refere-se à situação em que existe circulação ou depósito de cargas e estas constituem sobrecargas importantes ou com influência na estrutura.

- 2º Passo

Equação 3: $V_f = W_i * \sum V_p$

Exemplo

Equação 4: $V_f = 0,75 * EC da OC$

Neste passo V_f é o valor de cada fator e W_i é o peso que corresponde a cada fator.

No exemplo, e segundo a Tabela 4.1, o W_i toma o valor de 0,75.

- 3º Passo

Equação 5: $I_{condição} = \sum V_f$

4.2 Índice de Monitorização

No caso das OC que apresentem instrumentação, o IC_o terá de ser conjugado com um Índice de Monitorização (IM). Uma vez que a informação proveniente da monitorização em relação ao comportamento estrutural é demasiado importante e realista para que seja disfarçado em parâmetros de avaliação qualitativos, tal como é o IC_o , o Manual do SGOc [5] considera que os resultados da monitorização devem ser sempre analisados de forma independente a qualquer índice.

Posto isto, o IM com base no conhecimento geotécnico, deve ser sempre analisado de uma forma particular para cada OC. A Tabela 4.2 apresenta a escala que ajuda a definir este índice.

Tabela 4.2 - Escala quantitativa e qualitativa a utilizar para o cálculo do IM [5].

Escala	Descrição
1	Dados sem variações ou compatíveis com variações sazonais e/ou térmicas nas estruturas, sem expressão estrutural.
2	Dados com taxas de variação reduzidas, com registo de evolução de pequena intensidade.
3	Dados com taxas de variação médias, com registo de evolução, abaixo dos níveis de alerta e alarme.
4	Dados com taxas de variação expressivas e evolução significativa, acima dos limites de alerta, definidos para os equipamentos medidos. Necessidade de campanhas de observação com periodicidade mais apertada e realização de inspeções visuais, para identificação de anomalias e avaliação da necessidade de um plano de ação. O significado da passagem dos limites de alerta e alarme deve ser analisado caso a caso, face à importância e localização do(s) equipamento(s) medido(s).
5	Dados com taxas de variação muito expressivas e evolução muito significativas, acima dos limites de intervenção, que podem comprometer a segurança da estrutura. Necessidade de avaliação urgente por parte de especialistas para entender a origem das anomalias e definição de um plano de ação (reabilitação, reforço ou substituição) para a estrutura. O significado da passagem dos limites de intervenção deve ser analisado caso a caso, face à importância e localização do(s) equipamento(s) medido(s).

O Índice de Condição deve ser calculado com base em todos os fatores e parâmetros definidos anteriormente. Posteriormente e para aquelas que apresentem instrumentação, o IM deve ser incluído não diretamente, mas sim de forma a agravar essa condição. Para isso é definido que o IC_o é calculado pela seguinte expressão:

$$\text{Equação 6: } IC_{o(OC)} = \max(IC_o; IM)$$

De seguida, o valor obtido deve ser convertido para uma escala qualitativa, e não apenas quantitativa, para que se consiga obter não só uma compreensão mais intuitiva do EC da OC, mas também contruir a respetiva matriz de risco. Esta classificação inclui a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Classificação quantitativa e qualitativa da condição da OC [5].

Índice de Condição	Probabilidade de Rotura
[1; 1.4]	Improvável
[1.5; 2.4]	Remota
[2.5; 3.4]	Ocasional
[3.5; 4.2]	Provável
[4.3; 5]	Muito provável

4.3 Índice de Criticidade

Como referido no início deste capítulo, o IC_R tem como objetivo espelhar as eventuais consequências de uma rotura, relacionando quatro fatores - Tabela 4.4 - como por exemplo, a hierarquia da via e a altura da estrutura face ao seu afastamento à via.

Tal como acontece para o IC_O , a criticidade também é definida com uma escala que varia de 1 a 5, onde a OC pode apresentar uma consequência de Muito baixa a Muito alta. A maioria dos parâmetros que constituem o IC_R são informação recolhida em cadastro e pouco variável no tempo.

Tabela 4.4 - Fatores e parâmetros que constituem o IC_R de uma OC [5].

Fator	Parâmetro	Cotação				
		1	2	3	4	5
Geométrico	Altura da OC/ Distância à via	$\leq 1/3$	]1/3;2/3]	]2/3;2]	]2;5]	> 5
	Presença de Monitorização	Não	Sim	-	-	-
Mobilidade	Prioridade da via (Rodovia)	-	Segmento 3	Segmento 2.2	Segmento 2.1	Segmento 1
	Prioridade da via (Ferrovia)	-	Segmento 4	Segmento 3	Segmento 2	Segmento 1
Segurança	Posição da OC	Protege a via	Suporta a via	-	-	-
Económico	Custo de reparação <i>Custo unitário</i> <i>x área (€)</i>	Aceitáveis <10k	Baixos 10k-30k	Razoáveis 30k-70k	Elevados 70k-250k	Catastróficos >250k

O cálculo do IC_R é feito de uma forma muito semelhante ao que acontece com o IC_O . E descreve-se na seguinte expressão:

$$\text{Equação 7: } IC_R = W_g \times \sum_{i=1}^n X_{i_g} + W_m \times \sum_{i=1}^n X_{i_m} + W_s \times \sum_{i=1}^n X_{i_s} + W_e \times \sum_{i=1}^n X_{i_e}$$

Considerando:

W_i corresponde ao peso atribuído a cada um dos quatro fatores - Geométrico (g), Mobilidade (m), Segurança (s) e Económico (e).

X_i é a classificação final de cada um dos fatores após feita a ponderação dos parâmetros que os constituem, e é calculado parcialmente pela expressão abaixo:

$$\text{Equação 8: } X_i = \sum W_i' * X_i'$$

Nesta última expressão, W_i' corresponde ao peso atribuído a cada um dos parâmetros, e X_i' à cotação atribuída a cada um dos parâmetros.

Pelo facto de a criticidade da OC depender do tipo estrutural da mesma, foram definidos distintos pesos para cada tipologia de OC. A Tabela 4.5 mostra os grupos de OC definidos com base na sua solução estrutural, enquanto a Tabela 4.6 apresenta os pesos a considerar para cada grupo.

Tabela 4.5 - Grupos de OC com base nas suas soluções estruturais [5].

Grupo	Tipo de OC	Solução Estrutural
1a	Muro	Muro de alvenaria, Muro de Cantaria, Muro de Betão Ciclopico, Muro de Betão Armado, Elementos Pré-fabricados
1b	Muro	Muro Pregado, Muro Ancorado
2a	Muro	Muro de Gabiões
2b	Aterros reforçados	Elementos Modulares Deformáveis, Geossintéticos
3a	Paredes ou Cortinas (sem ancoragens)	Cortina de Estacas, Parede Moldada, Parede do Tipo Berlim
3b	Paredes ou Cortinas (com ancoragens)	Cortina de Estacas, Parede Moldada, Parede do Tipo Berlim, Parede Ancorada
4	Aterros reforçados	Elementos modulares rígidos
5	Taludes pregados ou ancorados	Sem revestimento, Betão Projetado Simples, Betão Projetado Armado com Fibras ou "malhasol", Rede Metálica de Encaminhamento, Painéis ou Sistemas de Redes de Elevada Resistência
6	Barreiras	Barreiras Dinâmicas, Barreiras Estáticas

Tabela 4.6 - Pesos a considerar para cada grupo de OC [5].

Fator	Parâmetro	OC Tipo 1a; 2a		OC Tipo 1b;3b		OC Tipo 3a		OC Tipo 2b; 4		OC Tipo 5		OC Tipo 6	
Geométrico	Altura da OC/ Distância à via	0,45	0,95	0,50	0,8	0,35	0,95	0,55	0,95	0,55	0,95	0,35	0,95
	Presença de monitorização		0,05		0,2		0,05		0,05		0,05		0,05
Mobilidade	Prioridade da via (Rodovia)	0,40		0,40		0,40		0,40		0,40		0,40	
	Prioridade da via (Ferrovia)												
Segurança	Posição da OC	0,05		0,05		0,1		0,1		0,05		0,1	
Económico	Custo de reparação <i>Custo unitário x área (€)</i>	0,10		0,20		0,15		0,1		0,15		0,15	

De notar que as estruturas de contenção que apresentem inclusões ocultas - pregagens ou ancoragens - são consideradas mais complexas e, por essa razão, assume-se que a sua criticidade deva ser penalizada. Assim, a Tabela 4.6 apresenta uma penalização de 15 % em relação ao valor do IC_R para as tipologias 1b, 3b, 2b, 4 e 5.

Por sua vez, e depois de calculado o IC_R , a Tabela 4.7 apresenta as classificações quantitativas e qualitativas.

Tabela 4.7 - Classificação quantitativa e qualitativa da criticidade da OC [5].

Índice de Criticidade	Consequência associada à OC
[1; 1.4]	Muito baixo
[1.5; 2.4]	Baixo
[2.5; 3.4]	Moderado
[3.5; 4.2]	Alto
[4.3; 5]	Muito alto

Para as soluções mistas, deverá ser assumido o maior índice das tipologias representadas.

4.4 Nível de Risco – Periodicidade e atuação

Segundo o Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade [17], o NR é a “*magnitude de um risco, expressa em termos da combinação das consequências e de suas probabilidades*”.

O SGOC avalia o risco da seguinte forma:

$$\textbf{Risco} = \textbf{Probabilidade de rotura} * \textbf{Consequência da rotura}$$

Ou seja, através da combinação do Índice de Condição (probabilidade de rotura) e do Índice de Criticidade (consequência da rotura), é possível atribuir um Nível de Risco para uma dada OC. Através da conjugação destes dois índices, é ainda possível chegar às ações a realizar nas estruturas, para mitigar ou eliminar este risco.

A Tabela 4.8 traduz a prioridade de intervenção e a periodicidade de inspeção a atribuir a uma OC com base no NR.

A matriz de risco utilizada pelo SGOC apresenta cinco Níveis de Risco: Baixo, Baixo a Moderado, Moderado, Elevado e Muito Elevado, obtidos através da multiplicação dos dois índices. No entanto, com base na experiência empírica do acompanhamento das estruturas, considerou-se necessário criar algumas exceções. Estes cenários de risco pouco realistas são definidos pelos seguintes critérios:

- a) Se a OC apresentar um IC_o igual ou superior à descrição qualitativa de Provável, então o NR é no mínimo Moderado;
- b) Se a OC apresentar um IC_o inferior à descrição qualitativa de Provável, então o NR é no máximo Elevado;

- c) Se a OC apresentar um IC_O igual à descrição qualitativa de Ocasional, então o NR é no mínimo Baixo a Moderado.
- d) Se a OC apresentar um IC_O inferior à descrição qualitativa de Remota, então o NR é no máximo Moderado;
- e) Se a OC apresentar um IC_O igual à descrição qualitativa de Improvável, então o NR é no máximo Baixo a Moderado;
- f) Se a OC apresentar um IC_O igual à descrição qualitativa de Improvável e um IC_R inferior à descrição qualitativa de Alto, então o NR é no máximo Baixo.

A referida matriz apresenta-se na Figura 4.2, com os limites empíricos que foram definidos nas alíneas anteriores representados por linhas horizontais e verticais.

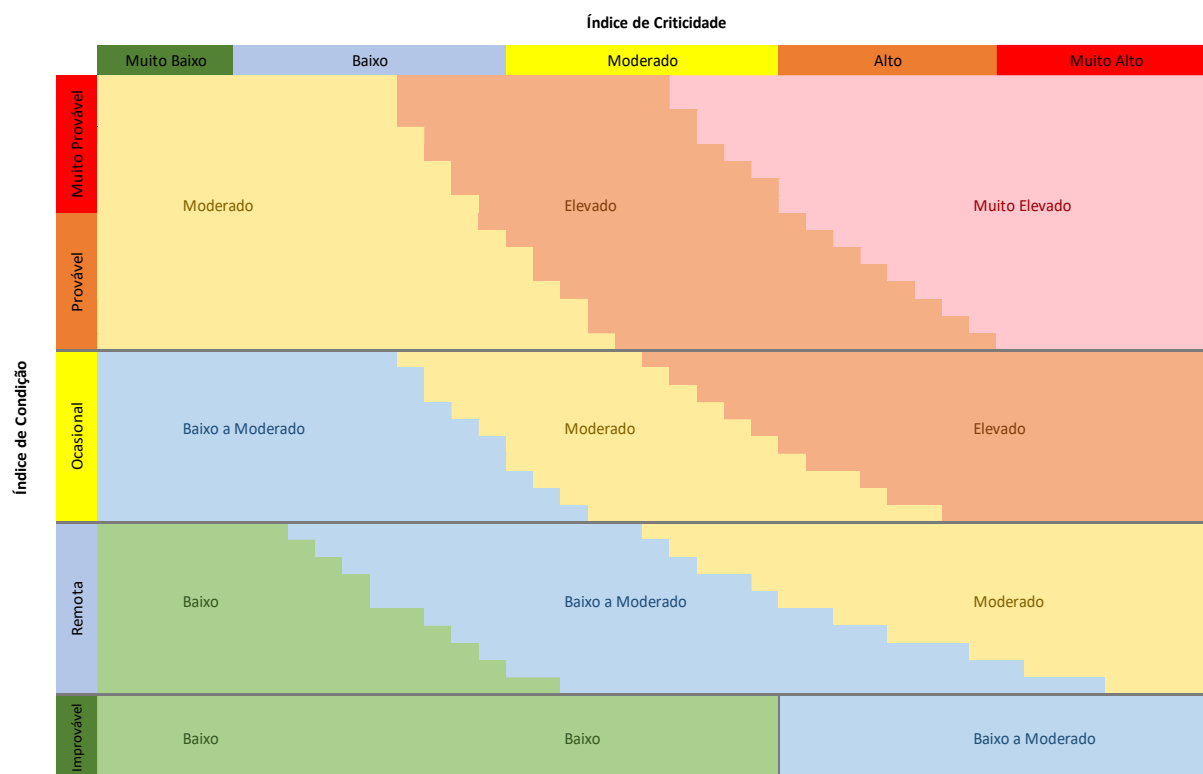


Figura 4.2 - Matriz de risco [5].

Importa ainda referir que a matriz de risco utilizada pelo SGOC foi alvo de diversos ajustes e, por isso, foi adquirindo várias versões até à sua versão atual. No Anexo 6 são apresentadas três versões que antecederam à versão descrita neste subcapítulo.

Tabela 4.8 - Periodicidade das inspeções e prioridade das ações recomendadas [5].

Níveis de Risco	Periodicidade das Inspeções	Ações recomendadas	Horizonte Temporal
Baixo	Inspeções de Rotina até 2 anos Inspeções Principais por indicação da Inspeção de Rotina	Não são necessárias outras ações para além da MANUTENÇÃO Preventiva Sistemática ou Manutenção Corrente.	Sem ações para além do anualmente planeado.
Baixo a moderado	Inspeções de Rotina até 2 a 4 anos Inspeções Principais até 6 anos	Podem ser necessárias ações de MANUTENÇÃO Preventiva Condicionada, Manutenção Corretiva ou Reparação Corrente.	Ações planeadas ao abrigo dos contratos de manutenção.
Moderado	Inspeções de Rotina até 2 a 4 anos Inspeções Principais até 4 anos	É necessária elaboração de Nota Técnica ou Projeto para intervenção de REABILITAÇÃO/SUBSTITUIÇÃO.	Intervenção a Médio Prazo.
Elevado	Inspeções de Rotina até 2 anos Inspeções Principais até 2 anos	Necessidade de REABILITAÇÃO/SUBSTITUIÇÃO. Devem ser recomendadas ações complementares de diagnóstico ou monitorização, para a aferição da evolução no curto prazo das anomalias detetadas. Eventual Implementação de medidas de mitigação para reduzir o risco.	Intervenção a Médio Prazo, com eventuais medidas mitigadoras a Curto Prazo.
Muito elevado	Inspeções Principais até 1 ano	Necessidade de medidas de ATUAÇÃO IMEDIATA. Implementação imediata de medidas de MONITORIZAÇÃO/diagnóstico adicional e CONDICIONAMENTOS à circulação.	Intervenção a Curto Prazo, Medidas Mitigadoras e Condicionamentos à circulação Imediatos.

5 APRESENTAÇÃO DOS DADOS REAIS

Para a validação do Sistema de Gestão de Obras de Contenção criado pela IP, que foi descrito nos capítulos anteriores, este estudo recebeu um conjunto de dados referentes a uma amostra de 195 obras de contenção.

Este universo de obras contém dados recolhidos em cadastro e em inspeções principais, e a ideia deste capítulo será mostrar de que forma se comportam alguns dos fatores e parâmetros na sua distribuição pelos variados NR.

5.1 Distribuição na matriz de risco

Com base nas descrições do Manual do SGOC [5], foram calculados o IC_O , o IC_R e, consequentemente, o NR para cada uma das 195 OC. Estes cálculos foram realizados em folhas de cálculo da ferramenta Excel, onde todos os dados disponíveis foram conjugados com os pesos e cotações dos fatores e parâmetros correspondentes.

O Anexo 7 mostra uma tabela que associa a cada ID de OC um IC_O , um IC_R e um NR, todos eles num formato quantitativo e qualitativo.

Através de uma matriz gráfica - matriz de risco - foi possível distribuir as OC consoante os seus índices. Esta distribuição está projetada na Figura 5.1 através de pontos, a Tabela 5.1 juntamente com a Figura 5.2 são um apoio à interpretação da distribuição dos dados.

Analisando a matriz, é fácil reconhecer que, de uma forma geral, existe uma dispersão significativa das OC pelos vários NR. Contudo, e em pormenor, identificam-se poucas ocorrências no que respeita a criticidade com valores entre 1 e 1,8. Já para a condição, identificam-se poucas ocorrências entre os valores 4,1 e 5.

Esta fraca ocorrência dentro das gamas de valores suprarreferidos, pode estar relacionada com a dimensão relativamente reduzida da amostra, bem como, pelo facto de algumas obras em questão serem próximas umas das outras e estarem inseridas nas mesmas vias, ou seja, provavelmente construídas em empreitadas idênticas, o que leva a que haja uma semelhança nas características de muitas destas estruturas e, por sua vez, a índices próximos.

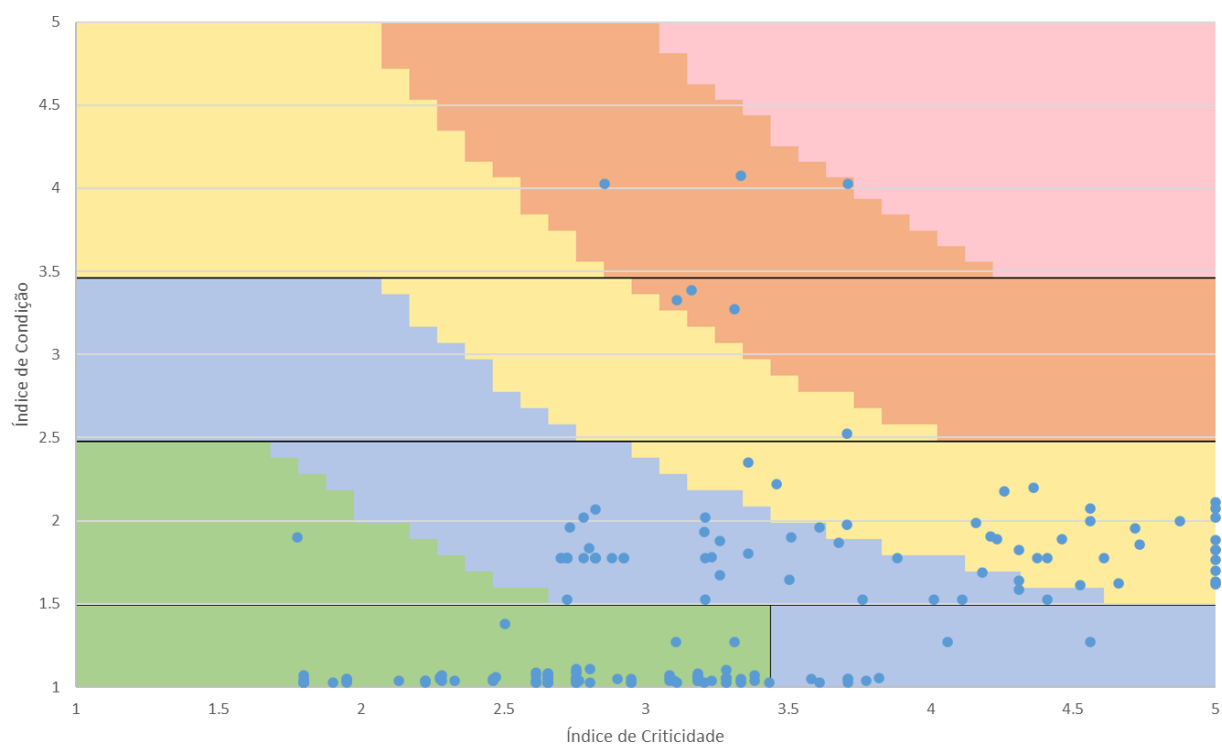


Figura 5.1 - Distribuição das OC na matriz de risco.

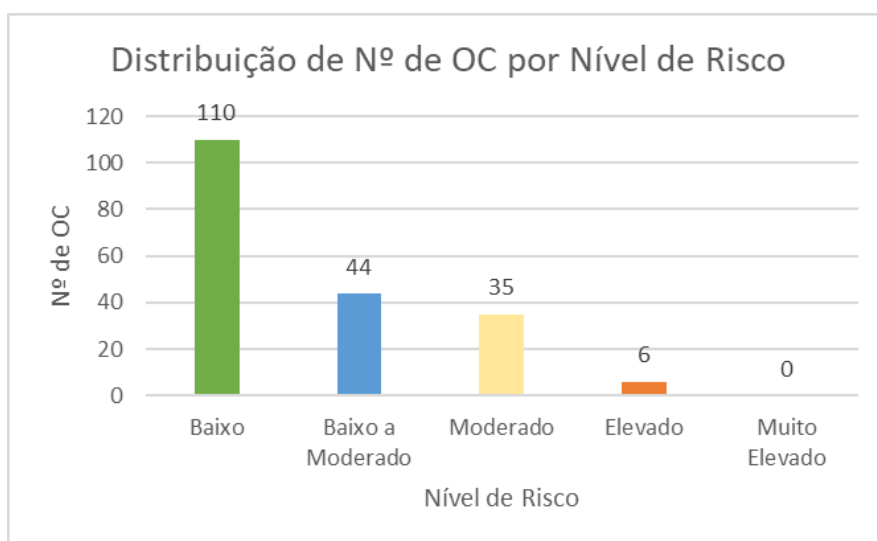


Figura 5.2 - Distribuição do número de OC pelos diferentes NR.

Tabela 5.1 - Número de OC existentes em cada NR.

Nível de Risco	Nº de OC
Baixo	110
Baixo a Moderado	44
Moderado	35
Elevado	6
Muito elevado	0
Total	195

5.2 Análise ao comportamento de dados

Nesta secção efetua-se uma pequena análise ao comportamento de dois parâmetros, nomeadamente, ao EC e aos custos da reparação.

O enfoque recai nestes dois parâmetros pelo facto de serem os que têm uma distribuição de cotações mais homogénea – tomam cotações de 1 a 5. Ao contrário de alguns parâmetros, tais como escavações na área de proximidade, vibrações na área de influência ou presença de monitorização, que são parâmetros que apenas podem adquirir duas cotações, através de uma classificação de “Sim” ou “Não”.

Para este ponto foram elaborados diagramas de caixa (Figura 5.3, Figura 5.4), ou gráficos *Box plot*, para relacionar as cotações atribuídas com o NR. De uma forma simplificada o que se pretende é perceber se as cotações mais baixas estão relacionadas também com NR mais baixos e, conseqüentemente, as cotações mais altas com NR mais altos. Isto para que se consiga verificar se os parâmetros têm o comportamento esperado.

Os gráficos referidos estão apresentados de seguida.

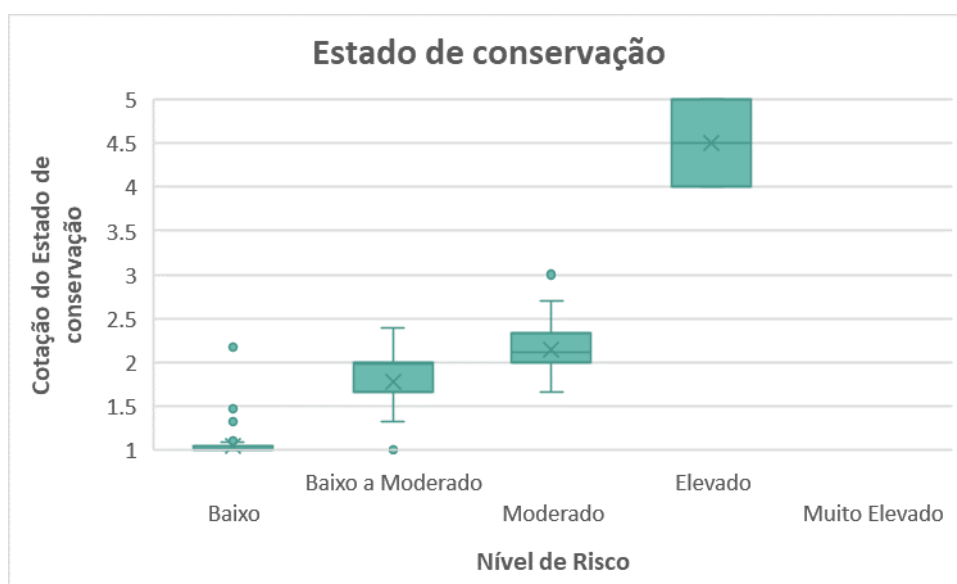


Figura 5.3 - Diagrama de caixa com intervalos de valores de cotações do EC correspondentes a cada NR.

O primeiro gráfico (Figura 5.3) é relativo ao EC e nele estão representados os intervalos de cotações do EC que correspondem a cada NR.

Tal como esperado, é bem visível a tendência de aumento de nível quanto maior for a cotação atribuída, ainda que se detete uma ausência de cotações do EC entre os valores 3 e 4.

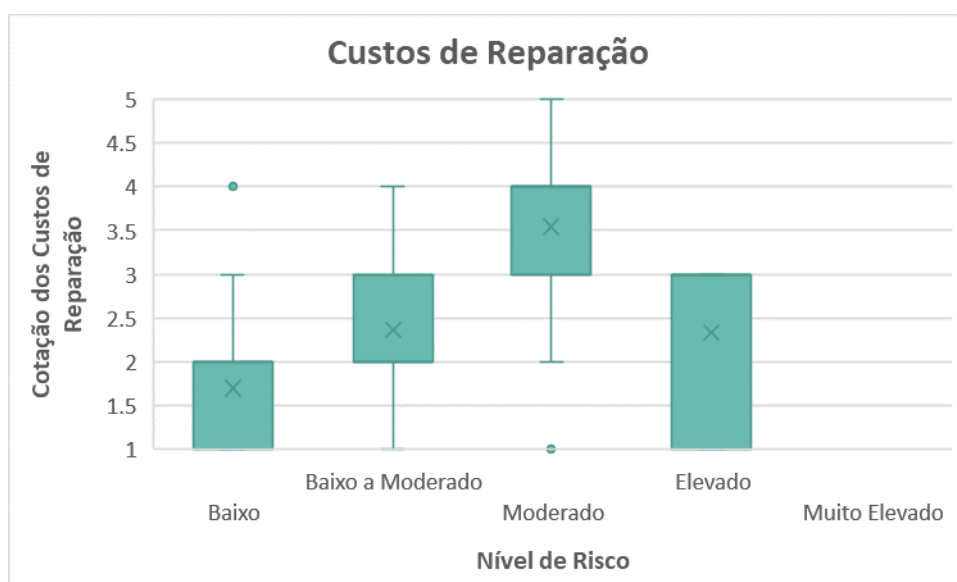


Figura 5.4 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR.

O segundo gráfico (Figura 5.4) retrata a mesma relação de intervalo de valores com o NR, mas desta vez para o parâmetro dos custos de reparação. Tal como no gráfico anterior, é visível a tendência crescente do NR com a subida das cotações dos custos de reparação, salvo a exceção do NR Elevado, onde a tendência não foi seguida.

Para justificar esta observação realça-se que só existem seis obras neste Nível de Risco (Elevado), e em duas delas foi atribuído ao parâmetro dos custos de reparação uma cotação de 1 (dado às suas características de pequenas dimensões, e às soluções estruturais que acarretam custos reduzidos). Ou seja, o facto de existir um número reduzido de OC (seis) e duas delas com uma cotação mínima, vai fazer com que a gama de valores se distribua de forma mais heterogénea.

Desenvolveu-se uma simulação sem as duas obras com cotação 1 (Figura 5.5) para se perceber que, de facto, sem estes valores extremos, ampliados pela amostra reduzida, a tendência já se aproxima do esperado, apesar de se fixar na cotação 3, uma vez que as restantes quatro OC têm todas uma cotação de 3.

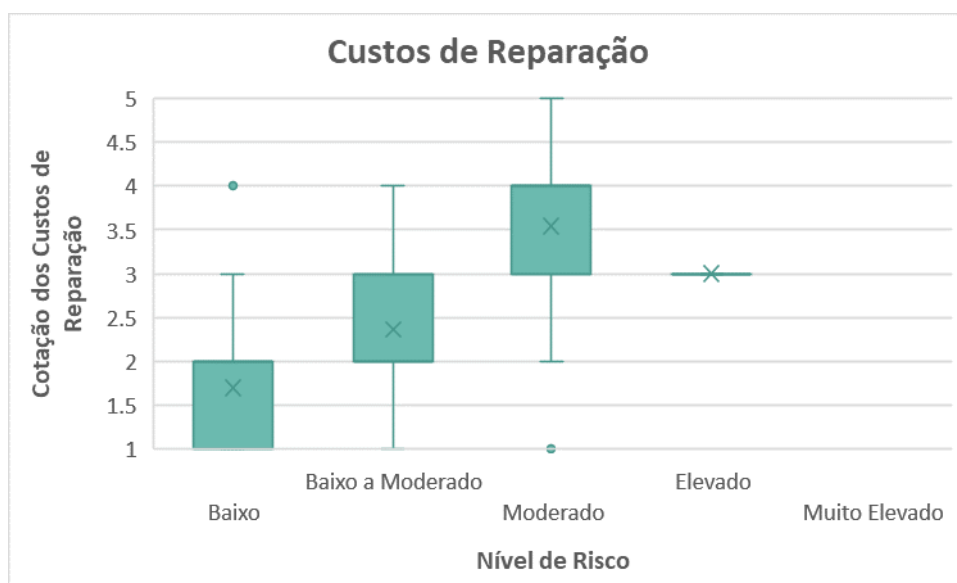


Figura 5.5 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR, sem as obras de cotação 1 no nível de Elevado.

5.3 Comparação das matrizes de risco

Como foi referido no Capítulo 4, a matriz de risco foi alvo de alguns estudos e, consequentemente, adquiriu várias versões. Quando se iniciaram os cálculos para este estudo, era utilizada uma versão anterior da matriz de risco (V_{Anterior}). Por esse motivo, apresentam-se as duas versões, de forma a comparar a evolução da matriz de risco. Seguindo a ordem das secções 5.1 e 5.2, primeiramente mostra-se a distribuição das OC na V_{Anterior} e, posteriormente, analisa-se o comportamento dos dados.

A versão atual da matriz de risco (V_{Atual}) sofreu apenas duas alterações, que em comparação com a V_{Anterior} , se traduz nos cenários definidos pelos critérios descritos nas alíneas b) e d) da secção 4.4.

A Figura 5.6 espelha como se distribuem as estruturas de contenção na V_{Anterior} . Em complemento, a Figura 5.7 e a Tabela 5.2 dão conta dos números de OC em cada NR.

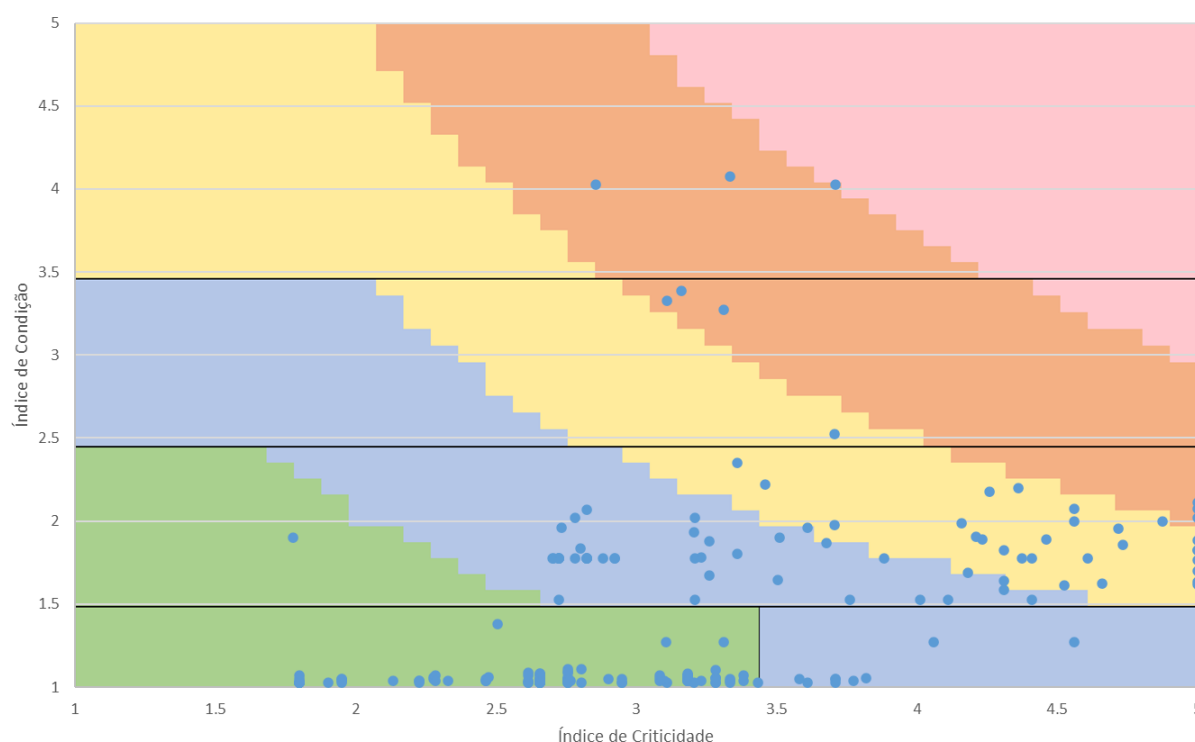


Figura 5.6 - Distribuição das OC na versão anterior da matriz de risco.

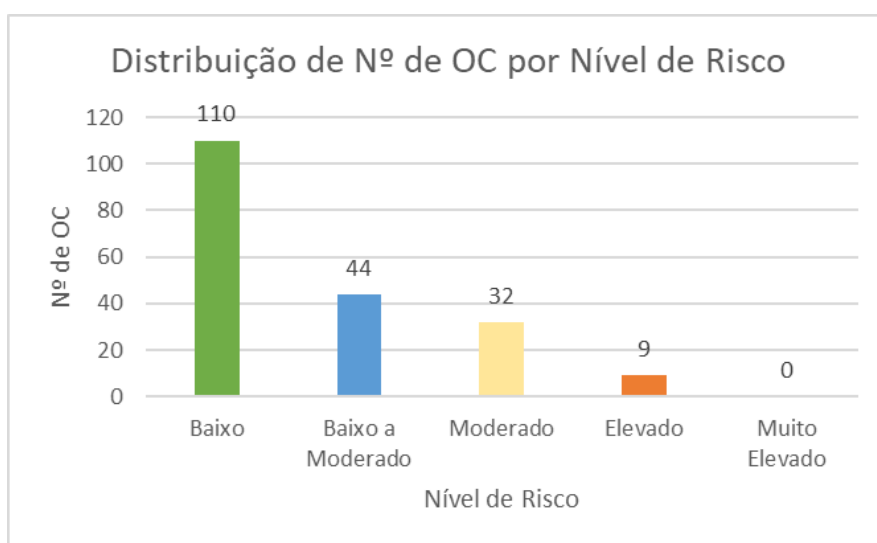


Figura 5.7 - Distribuição do número de OC pelos diferentes NR.

Tabela 5.2 - Número de OC existentes em cada NR.

Nível de Risco	Nº de OC
Baixo	110
Baixo a Moderado	44
Moderado	32
Elevado	9
Muito elevado	0
Total	195

Analisando os dados adquiridos com a $V_{Anterior}$, é perceptível que existem mais três OC no NR Elevado e menos três no NR Moderado.

Passando para a análise ao comportamento de dados, mais concretamente ao parâmetro do EC e ao parâmetro dos custos de reparação, incluem-se as Figuras 5.8 e 5.9.

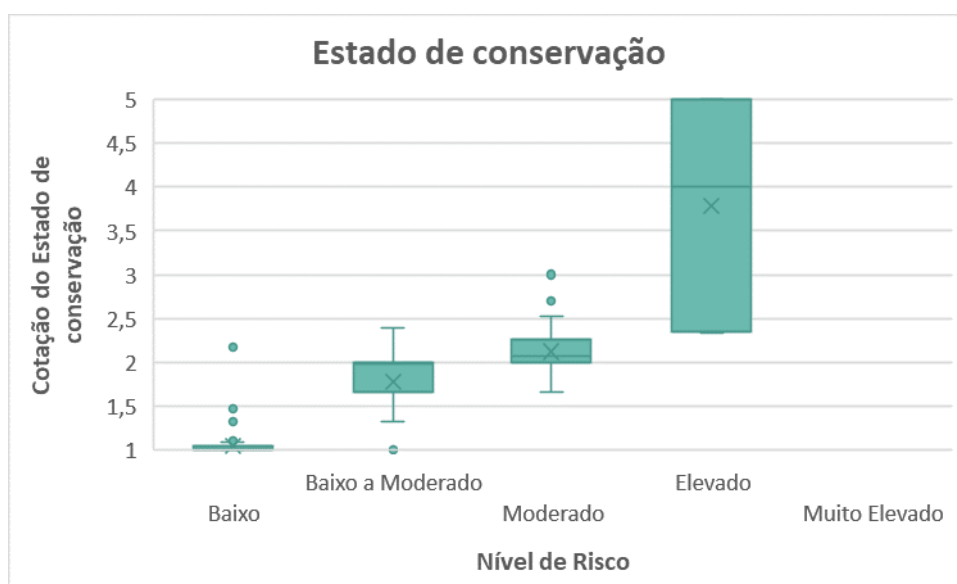


Figura 5.8 - Diagrama de caixa com intervalos de valores de cotações do EC correspondentes a cada NR, para a $V_{Anterior}$.

A Figura 5.8, relativa ao EC, representa os intervalos de cotações deste parâmetro que correspondem a cada nível de risco. Tal como para a V_{Atual} , neste gráfico é bem perceptível a tendência do acréscimo no nível de risco quanto maior for a cotação atribuída, contudo não se verifica uma ausência de cotações entre os valores 3 e 4.

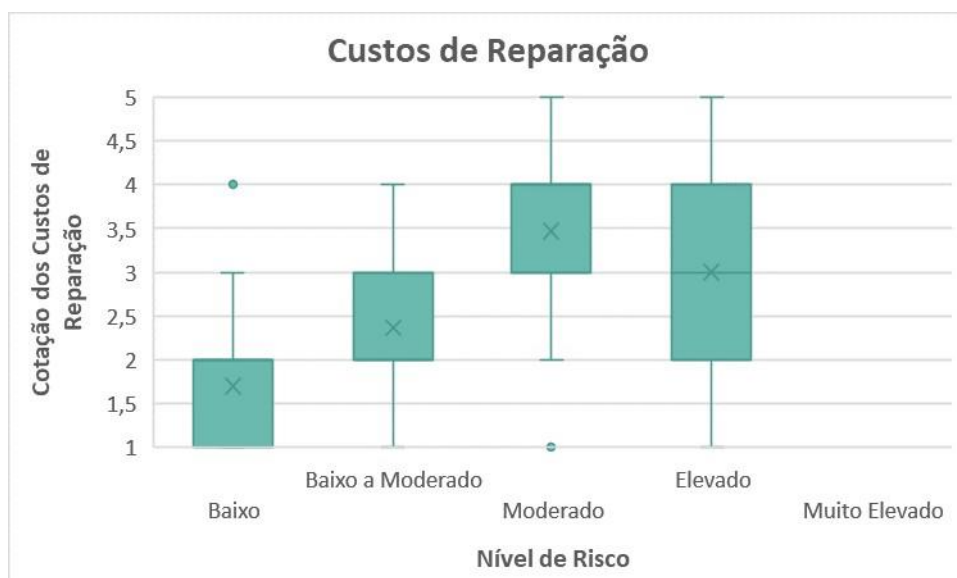


Figura 5.9 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR, para a $V_{Anterior}$.

A Figura 5.9 retrata a relação entre os intervalos de cotação do parâmetro dos custos da reparação com os diferentes NR. Tal como na V_{Atual} , verifica-se uma tendência crescente do NR com a subida das cotações dos custos da reparação, à exceção do NR Elevado. Contudo, esta versão apresenta uma maior heterogeneidade nos valores da cotação, devido ao facto de estarem abrangidas neste NR três OC com valores de cotações diversos.

Para esta versão, desenvolveu-se uma simulação sem as duas obras com cotação 1 para perceber se a tendência seria a esperada. A Figura 5.10 ilustra que o nível de risco Elevado está, de facto, relacionado com o intervalo de cotações mais elevado.

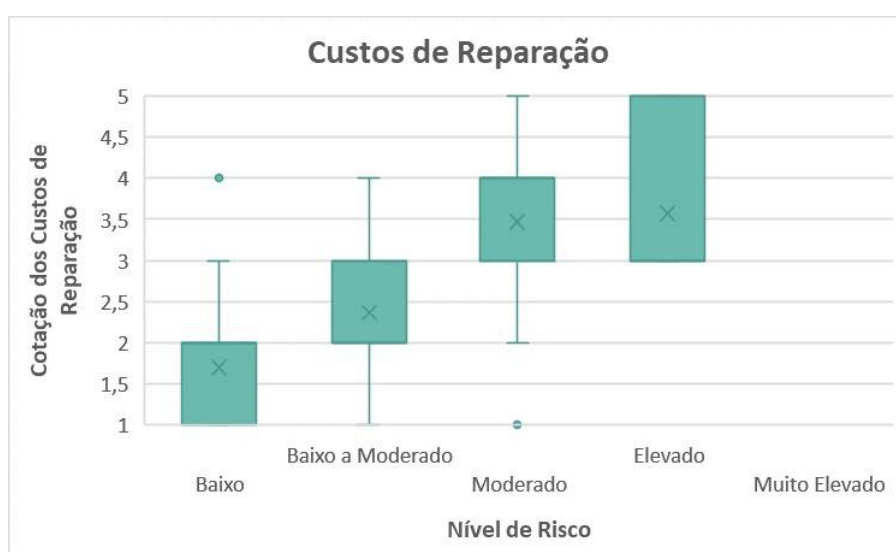


Figura 5.10 - Diagrama de caixa com intervalos de valores das cotações dos custos de reparação correspondentes a cada NR, sem as obras de cotação 1 no nível de Elevado, para a $V_{Anterior}$.

Para concluir, estas comparações entre as duas versões da matriz de risco possibilitam perceber que a tendência na V_{Atual} , devido ao reduzido número de obras de contenção analisadas, não é a esperada no que concerne ao NR Elevado - no que respeita aos custos de reparação, não se verificou uma tendência crescente tal como na $V_{Anterior}$.

6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Com base na Tabela de fatores e parâmetros de cálculo do IC_R (Tabela 4.4) desenvolve-se uma análise de sensibilidade para melhorar a viabilidade e adequabilidade de algumas alterações à metodologia de cálculo através da alteração de algumas das suas variáveis. Para essa análise, efetuam-se algumas simulações respeitantes às cotações atribuídas aos parâmetros, para compreender como varia o referido índice e como se comporta a amostra das 195 OC.

A análise mencionada recai sobre três fatores: o Geométrico (parâmetro de Presença de Monitorização), o de Segurança e o Económico. O Anexo 8 inclui a tabela com as características das 195 OC para cada um destes fatores.

Para cada uma das simulações, analisa-se a variação global face aos resultados obtidos, a partir da formulação base apresentada na Tabela 4.4. Depois de identificar quais as OC que sofrem alterações, detalha-se a respetiva análise, para se avaliar se estas alterações farão sentido face aos objetivos propostos pelo SGOC.

6.1 Simulações ao fator Geométrico

Começando pelo "fator Geométrico" e analisando a tabela do Índice de Criticidade, conclui-se que é atribuída uma cotação de 1 às OC que não apresentam monitorização, e uma cotação de 2 para as obras que a possuem.

Para este ponto propõe-se as seguintes simulações:

- 1 – Aumento da cotação 2 para 3 nas obras que apresentam monitorização, e posteriormente de 3 para 4;
- 2 – Troca de cotações 1 para as obras com presença de monitorização, e 2 para as obras sem presença de monitorização.

Antes de se proceder às simulações, é importante perceber qual é a distribuição das OC quanto ao seu IC_R tendo por base a tabela de cálculo utilizada pela IP, para que se possa ter um termo de comparação, sendo para isso apresentada a Figura 6.1.

O gráfico de barras duplo - Figura 6.1, mostra a distribuição das 195 OC em estudo pelas diferentes classes de IC_R , dividindo as obras que são monitorizadas (verde-água) e as que não apresentam qualquer tipo de instrumentação (verde mais intenso).

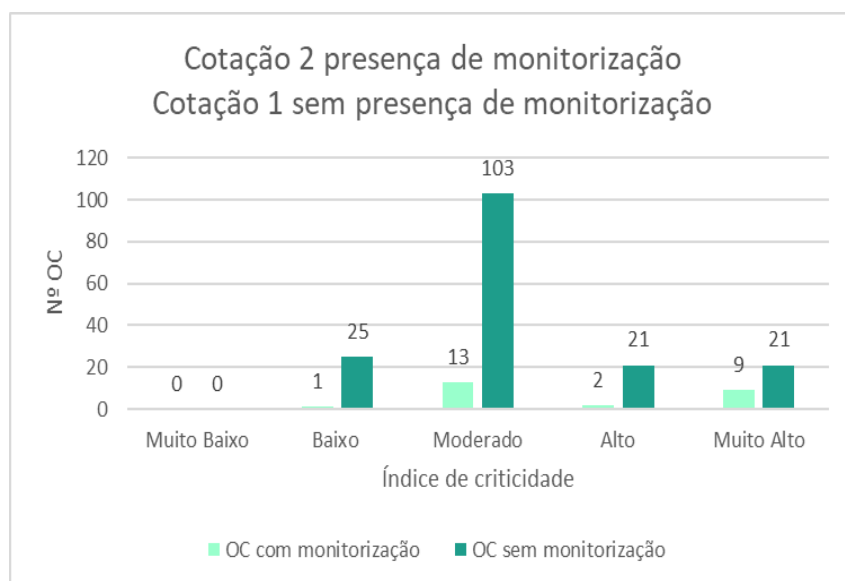


Figura 6.1 - Gráfico de barras duplo com distribuição das 195 OC quanto à criticidade.

6.1.1 Simulação 1

Seguindo a ordem referida, a simulação 1 passa por aumentar a cotação das obras instrumentadas de 2 para 3, e posteriormente de 3 para 4. Com esta alteração obtêm-se dois novos gráficos e a uma possível comparação com o gráfico preliminar.

A Figura 6.2 é uma versão simplificada da Figura 6.1, pois apenas mostra as obras que apresentam monitorização. As Figuras 6.3 e 6.4 são as que analisam a distribuição das cotações de 3 e 4, respetivamente, para o parâmetro em análise.

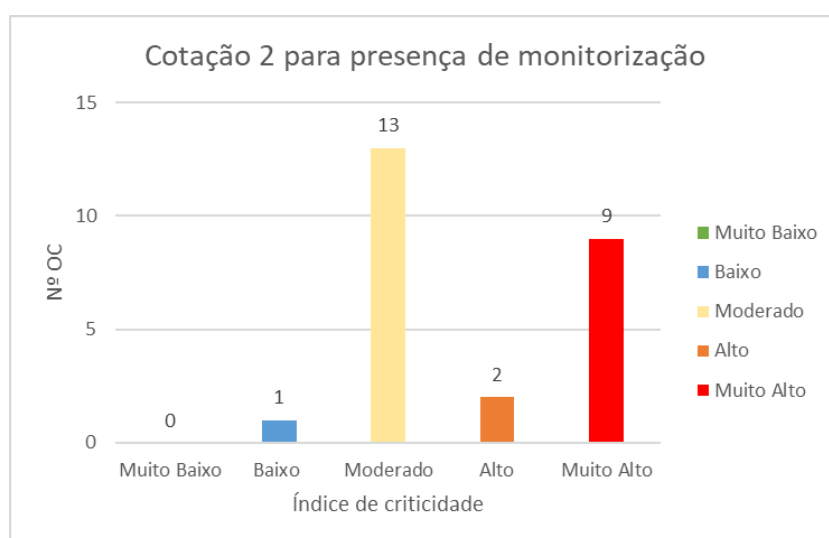


Figura 6.2 - Distribuição das OC com presença de monitorização, com cotação 2 (cotação base).

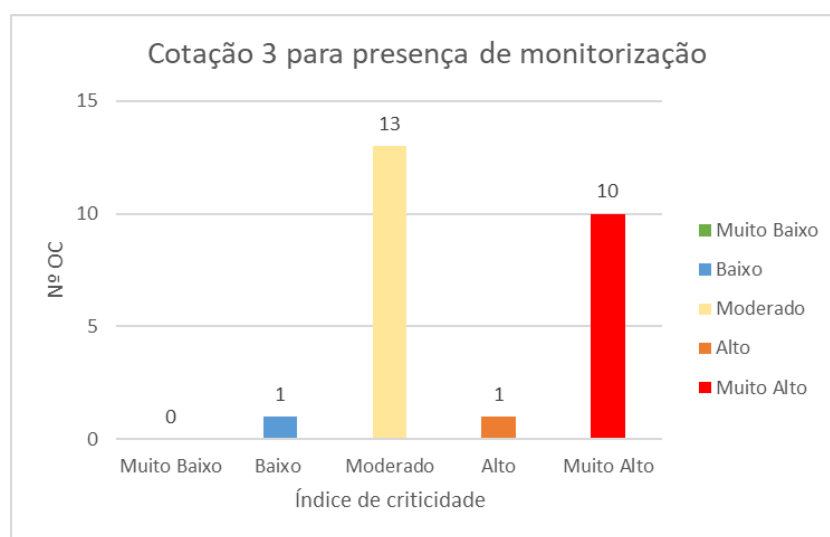


Figura 6.3 - Distribuição das OC com presença de monitorização, com aumento de cotação de 2 para 3.

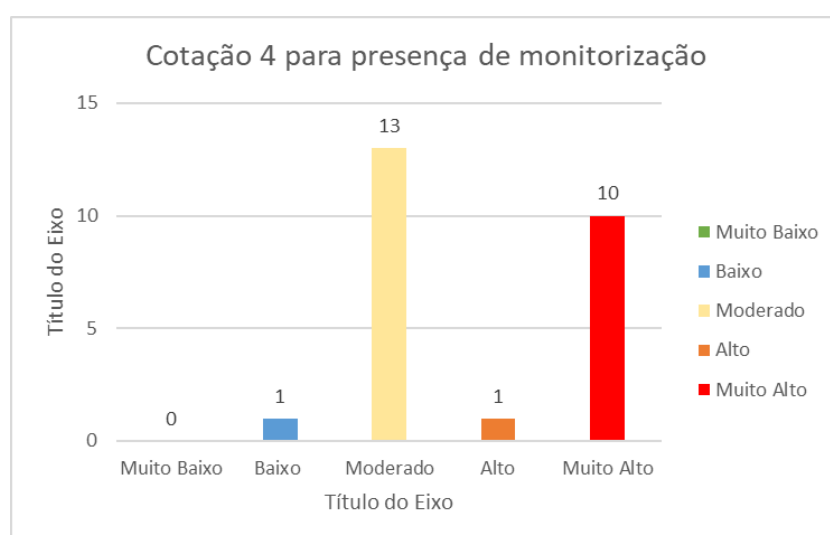


Figura 6.4 - Distribuição das OC com presença de monitorização, com aumento de cotação de 3 para 4.

Conforme resumido nas Figuras 6.2, 6.3 e 6.4, e em detalhe no Anexo 9, apenas uma OC aumentou a sua criticidade, de um índice Alto para Muito Alto, logo no primeiro aumento de cotações. Ou seja, é possível afirmar com isto que, se uma OC estiver na iminência de subir de nível e que se quisermos estar do lado da segurança, basta aumentar a cotação de 2 para 3 para termos resultados mais pessimistas.

Vendo que há de facto uma alteração, é necessário, como referido anteriormente, perceber se este aumento de criticidade faz sentido. A obra em questão é a OC com o ID 31, e de seguida discutem-se os dados existentes.

A OC em referência é um muro de gabiões (Figura 6.5) que suporta 61,84 m da EN 115-5, a partir do Pki 2,077. Esta estrutura tem uma altura máxima de 4,4 m e distancia-se 0,15 m da via. Tal como dito anteriormente, é a única OC que sofreu alterações no Índice de Criticidade, subindo de Alto para Muito Alto.



Figura 6.5 - Fotografia da OC com ID 31 – Muro de gabiões que suporta a via. Fotografia cedida pela IP.

Recorrendo à amostra de 195 OC, 36 delas correspondem a muros de gabiões e apenas 13 destas estão sob monitorização. Considerando estes 13 muros, com estas simulações verifica-se que 11 têm uma criticidade Moderada, um tem uma criticidade Muito Alta e o muro com ID 31 passa de uma criticidade Alta para Muito Alta. A Tabela 6.2 mostra algumas características destes 13 muros de gabiões sob monitorização; de notar que a linha correspondente à obra em apreço se encontra sombreada a cor-de-laranja.

Tabela 6.1 - Síntese de algumas características dos 13 muros de gabiões com presença de monitorização.

ID OC	Altura máx. (m)	Distância entre via e OC (m)	Presença de monitorização	IC _R inicial		IC _R c/ cotação 3 para presença de Monitorização		IC _R com cotação de 4 para presença de Monitorização	
31	4,4	0,15	Sim	4,1825	Alto	4,205	Muito alto	4,2275	Muito alto
148	9	0,01	Sim	4,7325	Muito alto	4,755	Muito alto	4,7775	Muito alto
152	3	10,56	Sim	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
154	3	32,5	Sim	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
157	3	21,88	Sim	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
159	4	12,85	Sim	2,9225	Moderado	2,945	Moderado	2,9675	Moderado
162	3	23,3	Sim	2,9225	Moderado	2,945	Moderado	2,9675	Moderado
163	4	33,4	Sim	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
259	3	38	Sim	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado

260	3	30	Sim	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
263	3	43	Sim	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
265	3	43	Sim	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
266	3	20	Sim	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado

Ou seja, é possível afirmar que esta simulação migrou uma obra (ID 31) para uma classe de criticidade que não é o comum das obras com este tipo de características – muro de gabiões com presença de monitorização – e, por sua vez, segundo os dados de cadastro desta obra, sabe-se que os instrumentos instalados são alvos topográficos. É importante perceber como estão instalados estes alvos, pois há casos em que estes tipos de instrumentos estão instalados nos blocos de rocha que integram este tipo de estruturas (Figura 6.6).



Figura 6.6 - Imagem de alvo topográfico instalado num bloco – representa pouca precisão aquando da sua leitura.
Fotografia cedida pela IP.

Os muros de gabiões apresentam grandes volumes de vazios entre o material pétreo [18], ou seja, é possível que existam movimentações destes blocos de uma forma isolada sem que estejam relacionadas com deformações do muro.

Posto isto, é possível dizer que os alvos topográficos instalados neste material pétreo podem não representar as reais deformações do muro.

Assim, esta simulação pode ajudar a alertar para a existência de obras de contenção que estejam no limiar de um nível de criticidade. Contudo, neste caso em concreto, não parece que as alterações nas cotações testadas sejam vantajosas face ao sistema de base existente.

6.1.2 Simulação 2

Na sua versão atual, o SGOC considera que uma obra que apresente monitorização é por isso mais crítica; por outro lado, o facto das obras não serem instrumentadas, e por isso menos acompanhadas, poderá também aumentar a sua criticidade. Por esse mesmo motivo, o que se propõe nesta nova simulação é diminuir a cotação das obras com monitorização e aumentar as que não têm monitorização, analisando-se a pertinência desta alteração nos casos de aumento do Índice de Criticidade.

Esta simulação é realizada sem esquecer que o facto de baixar a cotação das obras instrumentadas pode camuflar a sua criticidade.

Para começar é importante ver as alterações que surgem na Figura 6.7 face à Figura 6.1. A primeira Figura mencionada resulta de trocar as cotações tais como sugere a Tabela 6.3, onde as obras com instrumentação passam a ter uma cotação 1, e as sem instrumentação uma cotação 2.

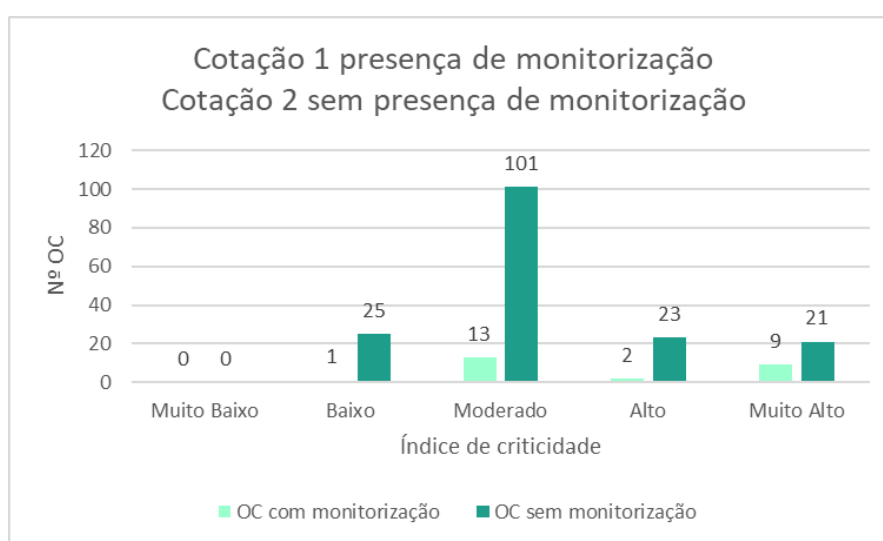


Figura 6.7 - Gráfico de barras duplas com distribuição das 195 OC quanto à criticidade.

Tabela 6.2 - Cotações atribuídas para simulação 2.

Fator	Parâmetro	Cotação				
		1	2	3	4	5
Geométrico	Presença de Monitorização	Sim	Não	-	-	-

Analisando os gráficos das Figuras 6.1 e 6.7, o que se observa é que não existe nenhuma mudança nas obras que têm presença de monitorização, ao contrário daquilo que se passa com as obras que não apresentam monitorização, onde se nota que houve um aumento de criticidade em duas delas, passando criticidade Moderada para Alta.

Uma vez que da amostra de 195 obras, 170 não apresentam monitorização, é possível dizer que esta simulação agrava a criticidade de 87 % delas, mas, apesar disso, não causa impacto, pois só duas OC alteram o intervalo qualitativo de criticidade.

Tal como efetuado anteriormente, também para esta simulação se discute as duas obras que sofreram alterações, para avaliar se a criticidade destas obras estaria camuflada pela atribuição de uma cotação inferior. As obras em questão são as OC com ID 50213 e ID 51175.

a) OC com ID 50213

Esta OC, representada na Figura 6.8, é um muro de alvenaria que protege 171,45 m da Linha de Beira Baixa (via principal), a partir do Pki 62,364, e suporta na mesma extensão a EM1373. Esta estrutura tem uma altura máxima de 6,05 m e distancia-se 1,90 m da via principal. Com a simulação 2, o Índice de Criticidade desta obra aumentou de Moderado para Alto.

Este tipo de solução estrutural é sem dúvida o mais encontrado na amostra de obras analisadas, onde das 195, 78 são muros de alvenaria e nenhum apresenta qualquer tipo de instrumentação. Ou seja, todas elas tiveram um aumento de criticidade com esta simulação, mas só uma - com este tipo de solução estrutural - aumentou o seu nível. Neste caso e analisando as características da obra, poderá fazer sentido o aumento da criticidade visto que, para além da obra ter uma altura máxima elevada, tem uma extensão significativa, ao longo da qual protege a via-férrea e contem a via-rodoviária. Ou seja, esta obra em particular pode apresentar uma consequência alta para as vias.

Comparando ainda com as obras de alvenaria que estão no nível de criticidade alto (num total de quatro), todas elas apresentam uma grande extensão, uma altura grande ou estão associadas a vias de prioridade média. Ou seja, características idênticas à da obra ID 50213. A Tabela 6.4 dá conta de algumas das características destas obras de alvenaria com criticidade alta, a obra em análise, com ID 50213, aparece evidenciada a cor-de-laranja.



Figura 6.8 - Imagem da OC com ID 50213, um muro de alvenaria que protege a linha férrea e suporta uma rodovia. Fotografia cedida pela IP.

Tabela 6.3 - Síntese de algumas características das quatro OC de alvenaria com IC_R Alto e da OC 50213(a laranja) que passa ser classificada também com um IC_R Alto.

ID OC	Altura máx. (m)	Comprimento (m)	Presença de monitorização	Prioridade da via	IC_R antes da simulação 2		IC_R após a simulação 2	
13	7,5	113,823	Não	Segmento 3	3,46	Alto	3,4825	Alto
49	2,2	235,41	Não	Segmento 2.2	3,71	Alto	3,7325	Alto
50	2	42,25	Não	Segmento 2.2	3,61	Alto	3,6325	Alto
50082	14,71	13,967	Não	Segmento 3	3,61	Alto	3,6325	Alto
50213	6,05	171,456	Não	Segmento 3	3,3825	Moderado	3,405	Alto

b) OC com ID 51175

Esta OC é uma solução mista, composta pelas soluções estruturais muro de alvenaria e talude pregado/ancorado com redes metálicas de encaminhamento. A estrutura também protege a Linha da Beira Baixa numa extensão de 48,70 m, a partir do Pki 55,25. Apresenta uma altura máxima de 7,88 m e uma distância à via de 2,15 m. Tal como já referido, esta OC subiu de um Índice de Criticidade Moderado para Alto.

Das soluções mistas presentes na amostra, num total de 33, existem 15 que conjugam estas soluções estruturais, encontrando-se todas no nível de criticidade moderado, à exceção de uma, que tem uma criticidade alta. Apenas uma tem presença de monitorização, o que mostra que apesar da maior parte das obras sofrer um agravamento de criticidade, apenas uma (ID 51175) subiu de nível, espelhando mais uma vez que esta simulação não tem um

grande impacto. A Tabela 6.5 espelha algumas características das 15 obras de contenção suprarreferidas, com a obra 51175 destacada a cor-de-laranja.

Comparativamente à amostra de OC da Tabela 6.5, a alteração de IC_R ocorrida na OC 51175 parece confirmar a pertinência da simulação 2, isto porque a estrutura analisada apresenta uma altura muito elevada quando comparada com a sua distância à via (Figura 6.9), o que revela que de facto apresenta uma consequência potencial alta para a via.



Figura 6.9 - Imagem da OC com ID 51175, uma solução mista de muro de alvenaria e talude pregado/ancorado com redes metálicas de encaminhamento, que protegem a via. Fotografia cedida pela IP.

Tabela 6.4 - Síntese de algumas características das 15 OC de solução mista compostas por muro de alvenaria e redes pregadas de encaminhamento.

ID OC	Altura máx. (m)	Distância entre via e OC (m)	Presença de monitorização	ICR antes da simulação 2		ICR após a simulação 2	
51147	5,54	1,94	Não	3,8175	Alto	3,8450	Alto
51148	4,76	1,98	Não	3,1825	Moderado	3,2050	Moderado
51149	3,2	1,97	Não	2,7550	Moderado	2,7775	Moderado
51150	1,87	1,85	Não	2,6550	Moderado	2,6775	Moderado
51151	4	1,36	Não	3,2825	Moderado	3,3050	Moderado
51152	1,59	1,97	Não	2,6550	Moderado	2,6775	Moderado
51153	1,66	1,69	Não	2,6550	Moderado	2,6775	Moderado
51154	2,2	1,44	Não	2,7550	Moderado	2,7775	Moderado
51155	1,46	3,26	Não	2,4725	Moderado	2,5000	Moderado
51165	1,8	1,8	Não	2,7550	Moderado	2,7775	Moderado
51171	1,41	2,1	Não	2,6550	Moderado	2,6775	Moderado
51172	6	1,89	Sim	3,2050	Moderado	3,1825	Moderado
51173	5,31	1,85	Não	3,2825	Moderado	3,3050	Moderado
51174	1,48	1,8	Não	2,6550	Moderado	2,6775	Moderado
51175	7,88	2,15	Não	3,3825	Moderado	3,4050	Alto

6.2 Simulação ao fator Segurança

Recorrendo novamente ao quadro de fatores e parâmetros de cálculo ao IC_R , mas nesta fase considerando para "fator Segurança", o que vemos é que neste caso o parâmetro a ser cotado é a posição da OC. Este parâmetro indica se a OC protege ou suporta a via, ou seja, se esta está situada numa zona em escavação ou em aterro, respetivamente.

Neste caso o SGOC atribui uma cotação de 2 para as obras que suportam a via, e uma cotação 1 para as que a protegem. O Manual do SGOC [5] considera ainda que a cotação 1 é para uma consequência muito baixa, ou seja, esta atribuição pode subestimar de certa forma a realidade. Assim, faz-se uma nova simulação – simulação 3 – onde se aumenta a cotação das obras que protegem a via e, mais uma vez, analisam-se eventuais variações.

Admitindo que uma obra que proteja a via tenha uma criticidade menor comparativamente com outra que a suporte, sugere-se que, à semelhança das duas simulações anteriores, se aumente a cotação de 1 para 2 nas estruturas que protegem e também se aumente a cotação de 2 para 3 nas OC que suportam a via.

Com base nas Figuras 6.10 e 6.11 verifica-se que, para as obras que suportam a via, duas delas passaram de um IC_R Moderado para Alto e duas de Alto para Muito Alto. Enquanto nas obras que protegem a via, verifica-se uma menor variação, apenas com duas obras a subir a sua criticidade de Moderado para Alto.

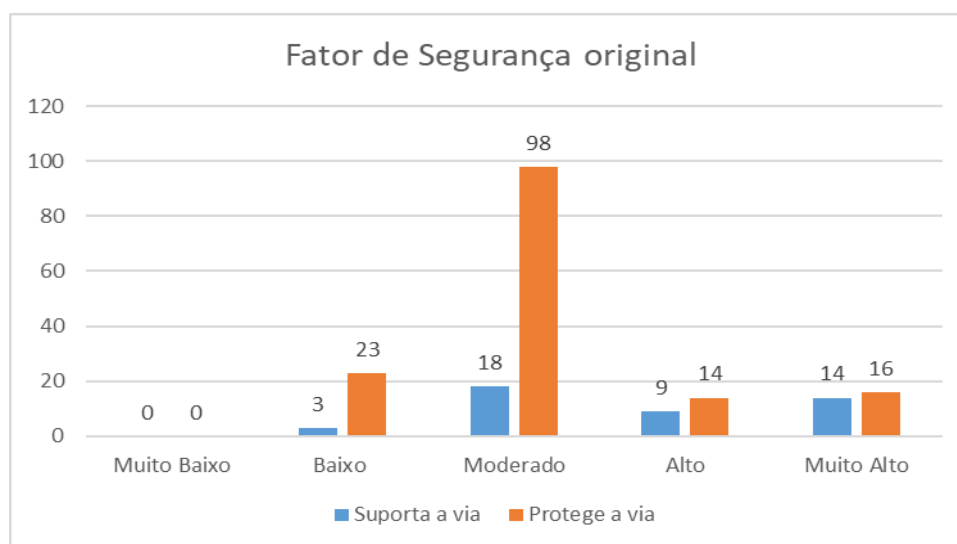


Figura 6.10 - Gráfico de barras duplas com distribuição das 195 OC quanto à criticidade. Esta representação gráfica utiliza as cotações sugeridas pelo SGOC.

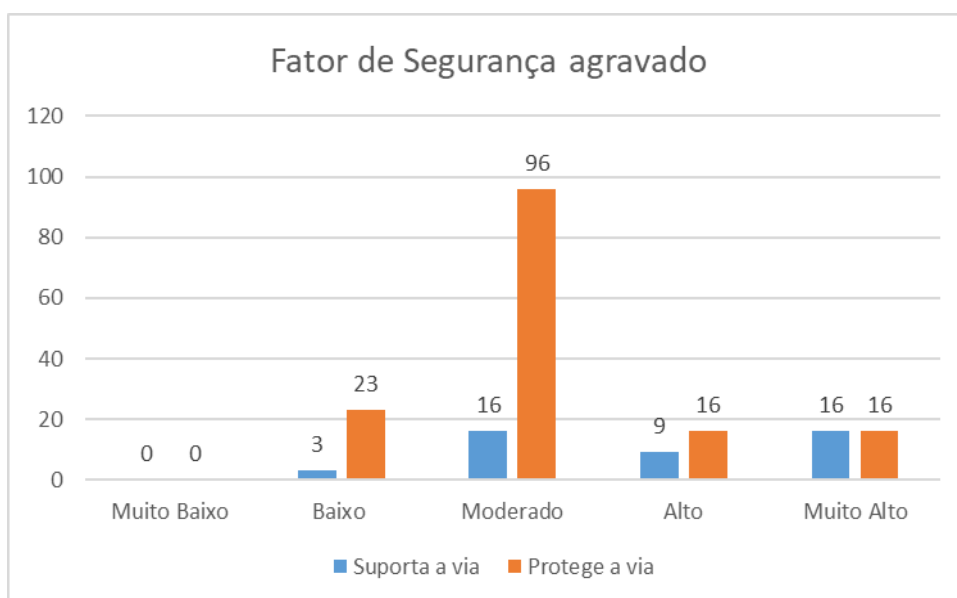


Figura 6.11 - Gráfico de barras duplas com distribuição das 195 OC quanto à criticidade. Esta representação gráfica utiliza as cotações agravadas, sugeridas pela simulação.

As alterações identificadas correspondem às OC com ID 208 e ID 209, que passam de um índice Moderado para um índice Alto, e as estruturas com ID 31 e ID 232 a passam de um índice Alto para Muito Alto; todas elas suportam a via. As OC que protegem a via e passam de um índice Moderado para um índice Alto, são as estruturas com ID 50213 e ID 51175.

De notar que três das obras que sofrem alterações nesta simulação – ID 31, ID 50213 e ID 51175, são as mesmas que sofreram alterações de criticidade nas simulações anteriores.

Analisando os resultados e tendo em conta que esta simulação tinha por objetivo perceber se existiam OC a proteger a via com uma criticidade camuflada pela cotação 1, constata-se que a hipótese avançada não é válida pelos resultados obtidos, uma vez que existe um maior número de OC que contêm a via a sofrer uma subida de criticidade.

Por outro lado, as OC a proteger a via que sofrem alterações são as obras analisadas na simulação 2, onde se percebe que estas estão próximas do limite do intervalo definido e que qualquer alteração provoca a mudança de criticidade.

Deste modo, não se considera de adotar esta modificação.

6.3 Simulação ao fator Económico

A última simulação estudada – simulação 4 – analisa uma potencial alteração às classes dos custos da reparação previstas pelo SGOC (Tabela 6.7). Estas alterações são feitas com base no previsto pelo Código dos Contratos Públicos - CCP [19], ou seja, com base na legislação e com o que o SGOC propõe. O que se sugere é definir novas classes de custos.

O artigo 19º do decreto-lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro [19], dá conta da escolha do procedimento de formação de contratos de empreitada de obras públicas, onde são estabelecidos os valores que definem a existência de ajuste direto, consulta prévia ou concurso público⁷. O artigo supracitado faz referência ao artigo 474º do mesmo decreto-lei, onde são estabelecidos os montantes dos limiares europeus. A Tabela 6.6 é uma tabela resumo daquilo que é definido no decreto-lei mencionado.

Tabela 6.5 -- Relação entre procedimentos e valores do contrato de acordo com o artigo 19º do decreto-lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

Valor do contrato	Procedimento
0 € – 30.000,00 €	Ajuste direto
30.000,00 € – 150.000,00 €	Consulta prévia com convite a pelo menos três entidades
150.000,00 € – 5.350.000,00 €	Concurso público ou Concurso limitado por prévia qualificação
≥ 5.350.000,00 €	Concurso público ou Concurso limitado por prévia qualificação Com publicação de anúncio no Jornal Oficial da União Europeia

⁷ Conforme o disposto no artigo 112º do Código dos Contratos Públicos [19], "ajuste direto é o procedimento em que a entidade adjudicante convida diretamente uma entidade à sua escolha a apresentar proposta", enquanto "consulta prévia é o procedimento em que a entidade adjudicante convida diretamente pelo menos três entidades à sua escolha a apresentar proposta, podendo com elas negociar os aspetos da execução do contrato a celebrar".

O Diário da República Eletrónico [21] define concurso público como "procedimento de contratação pública que é objeto de um anúncio num jornal oficial (Diário da República e/ou Jornal Oficial da União Europeia) no qual, qualquer entidade, que preencha os requisitos de participação, pode apresentar uma proposta".

As novas classes dos custos de reparação definidas, baseiam-se num diagrama de caixa (Figura 6.12) para se poder analisar os custos de reparação existentes de uma forma estatística.

Tabela 6.6 - Intervalos de custos de reparação utilizados pelo SGOC.

Fator	Parâmetro	Cotação				
		1	2	3	4	5
Económico	Custos de reparação <i>Custos unitários x área (€)</i>	Aceitáveis <10k	Baixos 10k-30k	Razoáveis 30k-70k	Elevados 70k-250k	Catastróficos >250k

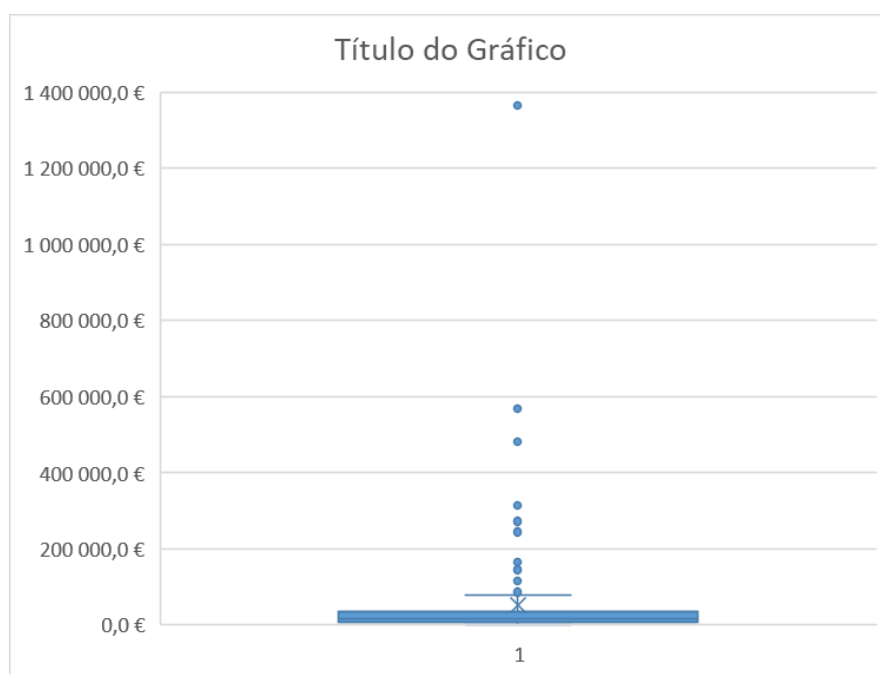


Figura 6.12 - Diagrama de caixa com custos de reparação de cada OC.

Os valores existentes vão desde um mínimo de 505,81 € até um valor extremo de 1.383.436,80 €. A média dos custos económicos encontra-se nos 52.438,33 €, ou seja, apesar de existir um leque de valores muito grande, 75 % situam-se abaixo dos 37.038,30 €, que representa o valor do terceiro quartil.

Assim, o que se propõe é o seguinte:

- **Cotação 1** – Custos Aceitáveis – Entre 0 € e 10.000,00 €

Com base na classificação feita pelo SGOC, este intervalo irá manter-se.

▪ **Cotação 2** – Custos Baixos – Entre 10.000,00 € e 30.000,00 €

Tal como o intervalo anterior, este também se irá manter inalterado, uma vez que o decreto-lei prevê que até ao valor de 30.000,00 € o procedimento adotado será o ajuste direto, é perfeitamente aceitável que todos os valores até aí tomem uma cotação de 1 ou 2, apresentado uma consequência muito baixa ou baixa.

▪ **Cotação 3** – Custos Razoáveis – Entre 30.000,00 € e 150.000,00 €

Para este intervalo foi tida em consideração não só o valor médio da amostra (52.438,33 €), mas também o procedimento a ser tomado neste intervalo de valores.

Quanto ao valor médio, este encontra-se neste intervalo de valores e, por isso, considerou-se que a sua cotação deveria ser também intermédia. Tendo em conta o decreto-lei nº 18/2008, de 29 de janeiro, este intervalo de valores é o que necessita de uma consulta prévia com convite a pelo menos 3 entidades, o que parece ser também o procedimento mais intermédio.

▪ **Cotação 4** – Custos Elevados – Entre 150.000,00 € e 500.000,00 €

O artigo 474º do referido decreto refere que acima dos 150.000,00 € e até aos 5.350.000,00 € é necessário concurso público ou concurso limitado por prévia qualificação, e que a partir desse valor já será necessário o mesmo procedimento com acréscimo da publicação de anúncio no Jornal Oficial da União Europeia.

Visto que na amostra de OC cedida não existe nenhuma que chegue perto deste valor, a tomada de decisão para o teto máximo deste intervalo teve em consideração o diagrama de caixa, onde é possível ver que até ao valor 500.000,00 € existem 98,5% das OC, ou seja, acima deste valor existe uma pequena percentagem de obras. Pequena percentagem essa que representa estruturas de grandes dimensões e complexidade e, por isso, se consideram de consequência muito alta, ou catastrófica e a incluir num novo intervalo.

▪ **Cotação 5** – Custos Catastróficos – > 500.000,00 €

As Figuras 6.13 e 6.14 mostram, respetivamente, a distribuição das OC pelos diferentes Índices de Criticidade, antes e depois das alterações sugeridas.

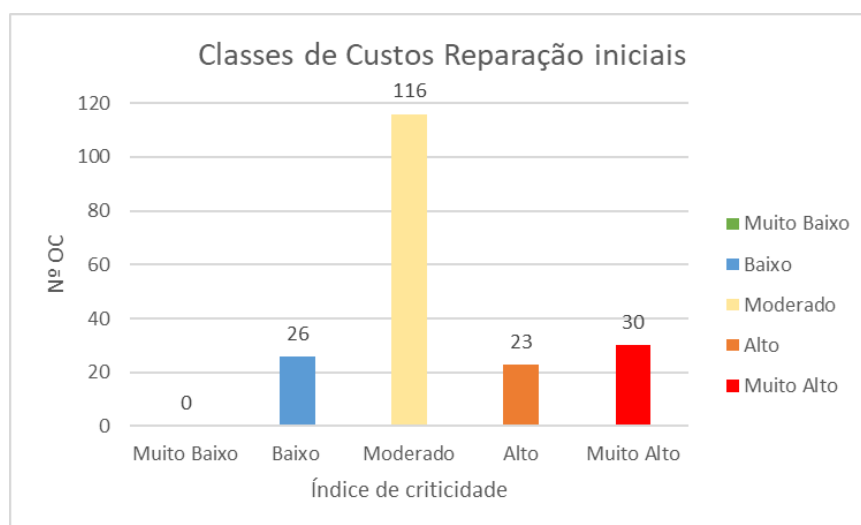


Figura 6.13 - Distribuição das 195 OC pelos diferentes níveis de criticidade.

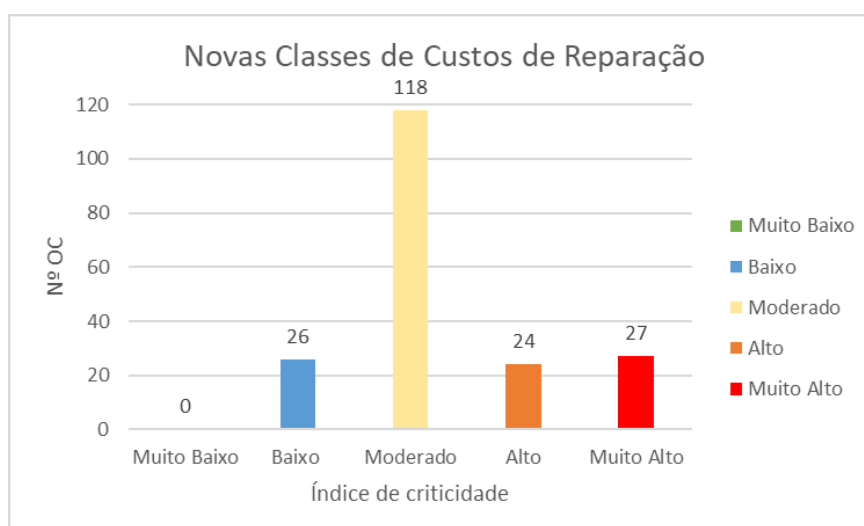


Figura 6.14 - Distribuição das 195 OC pelos diferentes níveis de criticidade, com base nas classes de custos de reparação propostas pela simulação 4.

É possível perceber que, neste caso, houve uma migração das obras para Índices de Criticidade mais baixos, mais concretamente para os níveis Moderado e Alto, o que corresponde ao esperado, uma vez que nesta simulação foram precisamente estas as classes que sofreram uma ampliação da gama de valores.

A Tabela 6.8 mostra quais as obras e quais as alterações que a simulação 4 despoletou. As obras com ID 39, 218 e 51334 são muros de betão armado, enquanto a obra com ID 13 é um muro de alvenaria e a obra com ID 32 é uma parede ancorada. A solução estrutural das quatro primeiras OC são soluções estruturais com os preços unitários reduzidos, tal como se percebe pelo Anexo 4.

Tabela 6.7 - Alterações induzidas no IC_R pela simulação 4.

ID de OC	IC _R inicial		IC _R com alteração nos custos de reparação	
13	3,46	Alto	3,36	Moderado
51334	3,4325	Alto	3,3325	Moderado
32	4,375	Muito Alto	4,175	Alto
39	4,21	Muito Alto	4,11	Alto
218	4,2325	Muito Alto	4,1325	Alto

De seguida, discute-se a situação de cada uma das OC que sofreram alterações.

a) OC com ID 39

Esta obra é um muro de betão armado que protege a EN 115-5 numa extensão de 139 m, com altura máxima de 7,70 m e altura mínima de 0,90 m. Como é ilustrado na Tabela 6.8, passou de uma criticidade Muito Alta para uma criticidade Alta.

Esta OC insere-se numa via de prioridade intermédia e, como é perceptível pela Figura 6.15, é uma estrutura que perde muita altura no seu desenvolvimento (diminuindo a consequência para a via), ou seja, apesar da sua proximidade à via (0,15 m) uma criticidade Muito Alta pode ser demasiado elevada.



Figura 6.15 - Imagem da OC com ID 39, um muro de betão armado que protege a EN 115-5; a estrutura decresce muito em altura ao longo do seu desenvolvimento. Fotografia cedida pela IP.

b) OC com ID 218

Esta OC (Figura 6.16) é também um muro de betão armado, mas suporta o IC 17 entre Pki 0,668 e Pkf 0,838. Tem uma altura máxima de 8,30 m e mínima de 0,60 m, e está a uma distância de 4 m da via. Como mostra a Tabela 6.8, a OC passou de uma criticidade Muito Alta para uma criticidade Alta.

Tal como na obra anterior, é possível dizer que a obra 218 perde muita altura no seu desenvolvimento, o que diminui a consequência para a via. Por essa razão, e tendo em conta o distanciamento à via, esta OC também parece ter uma criticidade (Muito Alta) bastante elevada para as suas características.



Figura 6.16 - Imagem da OC com ID 218, um muro de betão armado que suporta a via IC 17; a estrutura decresce muito em altura ao longo do seu desenvolvimento. Fotografia cedida pela IP.

c) OC com ID 51334

O muro de betão armado com o ID 51334 (Figura 6.17) suporta a Linha da Beira Baixa (ferrovia), numa extensão de 35 m e com alturas máxima e mínima de aproximadamente 12 m.

Neste caso a obra apresentava uma criticidade Alta e a simulação veio baixar a criticidade para Moderada, apesar do seu distanciamento à via (3,55 m) esta obra parece apresentar uma consequência maior para a Linha, dado tratar-se de uma estrutura muito alta.



Figura 6.17 - Imagem da OC com ID 51334, um muro de betão armado que suporta a Linha da Beira Baixa. Fotografia cedida pela IP.

A Tabela 6.9 apresenta algumas características dos 18 muros de betão armado presentes na amostra de 195 OC. As estruturas anteriormente analisadas estão destacadas a cor-de-laranja e são aquelas que, neste tipo de solução estrutural, apresentam alterações na criticidade.

Tabela 6.8 - Síntese de algumas características dos 18 muros de betão armado existentes na amostra.

ID OC	Altura máx. (m)	Distância entre via e OC (m)	Prioridade da via	Custo de reparação (€)	ICR antes da simulação 4		ICR após a simulação 4	
39	7,7	0,15	Segmento 2.1	105.803,56	4,21	Muito Alto	4,11	Alto
150	3	0,45	Segmento 1.1	19.993,84	4,41	Muito Alto	4,41	Muito Alto
155	4,08	3,52	Segmento 1.1	37.038,30	3,6775	Alto	3,6775	Alto
164	2,5	0,01	Segmento 2.1	12.546,63	4,01	Alto	4,01	Alto
176	4,25	0,4	Segmento 1.1	36.738,14	4,56	Muito Alto	4,56	Muito Alto
215	5	0,01	Segmento 1.1	36.402,85	4,56	Muito Alto	4,56	Muito Alto
217	4,5	6	Segmento 1.1	42.004,46	3,705	Alto	3,705	Alto
218	8,3	4	Segmento 1.1	134.617,06	4,2325	Muito Alto	4,1325	Alto
228	5	6,5	Segmento 1.1	30.927,99	3,705	Alto	3,705	Alto
229	2,6	0,01	Segmento 1.1	4.322,08	4,36	Muito Alto	4,36	Muito Alto
230	5,5	0,01	Segmento 1.1	54.537,64	4,56	Muito Alto	4,56	Muito Alto
232	2,2	0,01	Segmento 2.1	33.110,67	4,16	Alto	4,16	Alto
234	6	0,01	Segmento 2.1	165.700,50	4,26	Muito Alto	4,26	Muito Alto
235	2,7	0,01	Segmento 1.1	5.916,75	4,31	Muito Alto	4,31	Muito Alto
246	8,4	0,8	Segmento 1.1	91.581,26	4,66	Muito Alto	4,56	Muito Alto
262	4,5	33	Segmento 1.1	51.186,24	2,8225	Moderado	2,8225	Moderado
50077	2,31	2,28	Segmento 3	16.731,42	2,805	Moderado	2,805	Moderado
51334	11,8	3,55	Segmento 3	70.323,58	3,4325	Alto	3,3325	Moderado

d) OC com ID 32

Esta OC, ilustrada na Figura 6.18, corresponde a uma parede ancorada a proteger a EN 115-5, entre os Pki 5,55 e Pkf 5,61. Apresenta alturas máxima e mínima de 7,17 m e 1,19 m, respectivamente. A OC em análise, tal como ilustra a Tabela 6.8, passou de uma criticidade Muito Alta para uma criticidade Alta.

Esta estrutura parece ter atribuída uma criticidade - Muito Alta - elevada, uma vez que na área de envolvimento se encontram obras de contenção (ID 28 e 33) com as mesmas características estruturais, mas com alturas máximas muito superiores. Ou seja, apesar da complexidade da OC, quando comparada a outras com as mesmas características estruturais, mas com dimensões superiores, as alterações que esta simulação vem despoletar, parecem fazer sentido.

A Tabela 6.10 apresenta algumas das características das cinco obras de contenção cuja solução estrutural é parede ancorada, nomeadamente a obra em análise (ID 32 destacada a cor-de-laranja) e as obras utilizadas como comparação (ID 28 e 33).



Figura 6.18 - Imagem da OC com ID 32, uma parede ancorada que protege a EN 115-5. Fotografia cedida pela IP.



Figura 6.19 - Imagem da OC com ID 33, uma parede ancorada na proximidade da OC com ID 32, e com características estruturais iguais à OC com ID 32, mas altura muito superior. Fotografia cedida pela IP.

Tabela 6.9 - Síntese de algumas características das cinco paredes ancoradas existentes na amostra.

ID OC	Altura máx. (m)	Distância entre via e OC (m)	Prioridade da via	Custo de reparação (€)	ICR antes da simulação 4		ICR após a simulação 4	
28	22,3	0,5	Segmento 2.1	1.383.436,8	5,075	Muito Alto	5,075	Muito Alto
29	5,3	0,8	Segmento 2.1	75.688,2	4,875	Muito Alto	4,675	Muito Alto
32	7,17	2,3	Segmento 2.1	115.588,08	4,375	Muito Alto	4,175	Alto
33	25,1	0,5	Segmento 2.1	1.364.562,113	5,075	Muito Alto	5,075	Muito Alto
64	0,95	11	Segmento 3	24.197,9625	1,775	Baixo	1,775	Baixo

e) OC com ID 13

Por último, é analisado um muro de alvenaria que suporta a EN9-2, numa extensão de 113,80 m, com início no Pki 2,694. Este muro apresenta uma altura máxima de 7 m e mínima de 2,50 m, o que mostra que é um muro com alguma dimensão.

Esta OC apresenta uma criticidade Alta, e a simulação vem baixar esta criticidade para Moderada. Este caso, a par com a OC com ID 51334, parece ser uma redução demasiado grande dada a extensão e altura máxima da OC.



Figura 6.20 - Imagem de OC com ID 13, um muro de alvenaria a suportar a via.
Fotografia cedida pela IP.

De uma forma geral, a simulação 4 parece ajustar a criticidade das OC de uma forma positiva. Das cinco estruturas analisadas, apenas duas – ID 51334 e ID 13 – aparentam que a criticidade talvez tenha sido reduzida demasiado. Tendo em conta que o IC_R Moderado pode atingir valores de 3,4 numa escala de 1 a 5, a consequência atribuída a estas obras pode ser realmente adequada.

Quanto às restantes OC analisadas, é perceptível que a consequência que estava anteriormente associada a estas obras, era de facto muito elevada.

A adoção de intervalos em linha com a legislação é por si só uma alteração que favorece a robustez do sistema, na medida em que fundamenta os critérios numa evidência legal. Acresce ainda que este alinhamento pode ser vantajoso na gestão de eventuais necessidades futuras de contratação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Com a criação de um Sistema de Gestão de Obras de Contenção por parte da Infraestruturas de Portugal, S.A., e depois da sua implementação, começaram a surgir os primeiros dados de cadastro, de inspeções principais e por fim os primeiros Níveis de Risco em Obras de Contenção. Com isso, surgiu a necessidade de analisar estes dados e perceber como se comportava o sistema. A amostra disponibilizada para o efeito pela IP correspondeu a um lote de 195 estruturas de diversos tipos.

O objetivo deste estudo passou precisamente por isso: validar o modelo de avaliação do Nível de Risco em Obras de Contenção com base em dados reais. Foram também propostas algumas alterações ao sistema que está a ser desenvolvido, com objetivo de o fortalecer.

Analizando alguns pontos do desenvolvimento deste estudo, começando pelo Capítulo 5, conclui-se que, no geral, existe uma dispersão significativa das OC pelos vários NR representados na matriz de risco proposta pelo SGOC, o que demonstra um bom funcionamento do sistema. É também perceptível que os fatores analisados e que compõem os Índices de Criticidade e de Condição, têm um comportamento esperado. Cabe salientar que, apesar do comportamento dos dados estar mais em linha com o espetável na versão anterior da matriz de risco, nomeadamente no que respeita aos custos de reparação, a versão atual tem os critérios mais bem definidos e, por isso, com uma amostra de dados mais representativa poderíamos chegar a resultados mais sólidos. Por esta razão seria interessante desenvolver o estudo com uma amostra mais representativa.

Relativamente ao Capítulo 6, onde se desenvolveram e discutiram algumas simulações, analisa a viabilidade e adequabilidade de algumas alterações ao SGOC, fazendo pequenas alterações ao Índice de Criticidade. A partir dessas simulações, podemos concluir que algumas das alterações seriam adequadas. Concretizando para a simulação 1, é possível afirmar que, para a amostra ensaiada, estas alterações não parecem vantajosas face ao modelo existente. Mas, uma vez que é uma simulação que permite estar do lado da segurança e uma vez que as OC que se encontram na iminência de subida de nível de criticidade, passaram a ser classificadas num nível mais elevado, portanto do lado da segurança, sugere-se que se realize um estudo adicional com uma amostra de dados mais representativa.

A simulação 2 poderá ajudar na deteção das OC que poderão beneficiar da colocação de instrumentação dado que, com esta alteração foi possível perceber que as obras que sobem de nível apresentam dimensões, alturas e comprimentos consideráveis. De salientar que esta simulação, ao baixar a cotação das OC com instrumentação, pode camuflar as suas criticidades.

Assim, a adoção desta alteração deve ser precedida também de um estudo com uma amostra mais representativa que possibilite avaliar se existem obras instrumentadas cuja criticidade baixe para níveis indesejáveis.

A simulação 3, cujo objetivo era estudar se as obras que protegem a via estariam camufladas por uma cotação demasiado baixa (cotação 1), não parece trazer nenhum benefício ao SGOC, o que trouxe foi apenas uma maior alteração para as obras que suportam a via.

Relativamente à última simulação, é a que parece ter tido um comportamento mais adequado. Isto porque, com base em legislação e com base nos valores máximos, mínimos e médios da amostra, conseguiram-se resultados coerentes. Esta simulação favorece a robustez do sistema, na medida em que alinha o critério com o enquadramento legal.

Para concluir, verifica-se que o Sistema de Gestão de Obra de Contenção se encontra bem estruturado e que se comporta de uma maneira muito positiva, dado que, não só apresenta critérios de aquisição de dados bem definidos pelos seus manuais, como também, para o cálculo dos Índices de Condição e Criticidade, exhibe pesos e cotações bem distribuídos. Esta investigação indica que, principalmente a simulação 4, seria uma mais-valia na medida que alinha o SGOC com a legislação relativa à contratação pública.

Finalmente e considerando que, com base na análise da distribuição das OC na matriz de risco, foi possível observar que existe uma falta de obras com Índice de Criticidade com valores entre 1-1,8 e com Índice de Condição com valores entre 4,1 e 5, o que se propõe para estudos futuros será, numa primeira fase, observar se com uma amostra de dados maior estas lacunas ainda se verificam. Numa segunda fase e caso se verifiquem, dever-se-á proceder a um conjunto de análises e simulações para que se avalie como os dados preencherão estes intervalos na sua totalidade e, por exemplo, voltar a fazer simulações ao fator Geométrico, mas desta vez ao parâmetro relativo ao rácio altura/distância à via, ou até mesmo demarcar quais os fatores do Índice de Condição que seria oportuno ajustar.

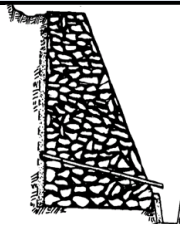
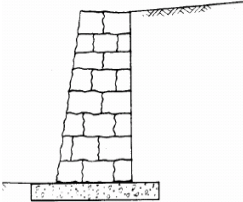
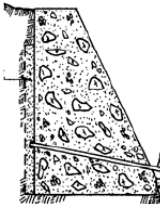
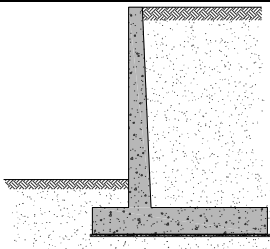
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

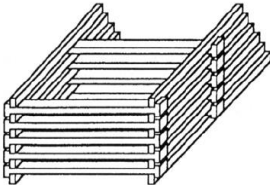
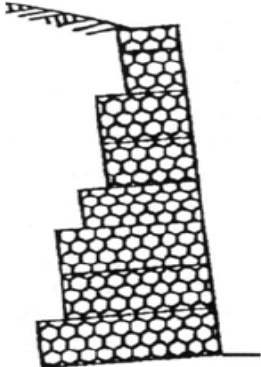
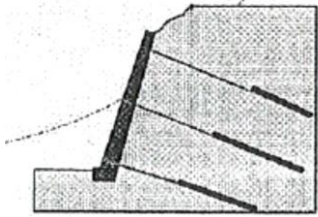
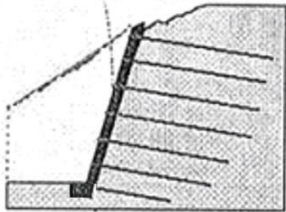
- [1] ISO, ISO 55.000 - Overview, Principles And Terminology," *Int. Organ. Stand.*, vol. 1, 2014, [Online]. Available: <http://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2014/03/ISO-55.000-2014.pdf>
- [2] Institute of Asset Management. and British Standards Institution., *PASS 55-1:2008*. 2008.
- [3] Valuekeep, "O que é a Gestão de Ativos?," 2022. <https://valuekeep.com/pt-pt/recursos/blog/o-que-e-a-gestao-de-ativos/> (accessed Apr. 16, 2022).
- [4] R. W. S. Coelho, "Aplicação do Conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas," 2015.
- [5] Infraestruturas de Portugal S.A., "MANUAL DO SISTEMA DE GESTÃO." 2020.
- [6] Infraestruturas de Portugal S.A., "IP.IT.060 CADASTRO DE OBRAS DE CONTENÇÃO." 2021.
- [7] Infraestruturas de Portugal S.A., "MANUAL DE INSPEÇÃO EXPEDITA." 2020.
- [8] Infraestruturas de Portugal S.A., "GR.IT.GEO.007 INSPEÇÕES DE ROTINA A OBRAS DE CONTENÇÃO," 2021.
- [9] Infraestruturas de Portugal S.A., "Manual de Inspeções Principais." 2020.
- [10] K. L. S. Bernhardt, J. E. Loehr, and D. Huaco, "Asset Management Framework for Geotechnical Infrastructure," *J. Infrastruct. Syst.*, vol. 9, no. 3, pp. 107–116, 2003.
- [11] Instituto Português da Qualidade, *Eurocódigo 7 – Projecto geotécnico*. 2010.
- [12] Y. R. Kim *et al.*, "Asset management inventory and data collection.," 2009, [Online]. Available: <https://rosap.nrl.bts.gov/view/dot/5731>

- [13] Instituto Português da Qualidade, *Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos*. 2009.
- [14] IPMA, "Portal do Instituto Português do Mar e da Atmosfera," 2022.
- [15] M. Pinheiro *et al.*, *SQL – A quality assessment index for rock slopes*. 2015.
- [16] W. Rasdorf, M. A. Gabr, C. J. Butler, D. J. Findley, S. A. Bert, and F. Street, "Retaining Wall Inventory and Assessment System," no. August, 2015.
- [17] QSP, "Portal do Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade," 2022. <https://www.qsp.org.br/> (accessed May 05, 2022).
- [18] J. Matos e Silva, J. Portugal, and H. Graça, "MONITORIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DUM MURO DE GABIÕES COM 13M DE ALTURA".
- [19] *CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS (Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro)*.
- [20] "ISO 55.000 is available, so what happens to PAS 55?" <https://www.assetmanagementstandards.com/pas-55/> (accessed Jun. 21, 2022).
- [21] Diário da República Eletrónico, "Concurso Público," *Lexionário*. <https://dre.pt/dre/lexionario/termo/concurso-publico>

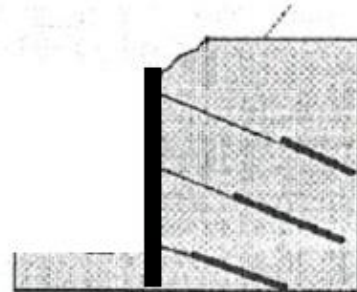
ANEXOS

Anexo 1 - Tabela com definições detalhadas de soluções estruturais [6]

MUROS Englobam as seguintes soluções: • Muros de Gravidade Correntes, geralmente concebidas para funcionar por simples ação do peso próprio; • Muros de Betão Armado em consola; • Muros pregados e ancorados, que associam ao seu comportamento gravítico a possibilidade de transferência de carga aos maciços no seu tardoz.	
Muro de Alvenaria: constituídos por elementos de pedra de dimensão irregular ou tijolo, com ou sem juntas argamassadas. Poderão incluir contrafortes também em alvenaria ou noutro material.	
Muro de Cantaria: constituídos por elementos de pedra aparelhada, com ou sem juntas argamassadas. Poderão incluir contrafortes também em alvenaria ou noutro material.	
Muro de Betão Ciclóptico: realizados incorporando na parede de betão simples blocos de pedra não aparelhada, aquando da betonagem. São assim, constituídos por betão e pedras de enrocamento, de grandes dimensões, sem armadura de reforço. Por oposição aos muros de betão armado apresentam maiores dimensões (espessura), que usualmente aumentam em profundidade. Poderão incluir contrafortes.	
Muros de Betão Armado: constituídos por betão com armadura de reforço em aço e com uma sapata normalmente não visível que permite mobilizar uma massa estabilizante de solo ou de rocha. Poderão existir contrafortes no tardoz.	

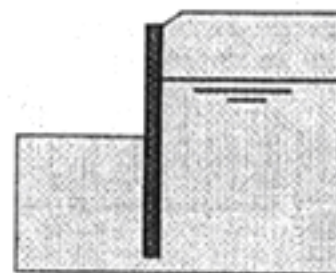
Elementos Pré-Fabricados: muros de gravidade constituídos por elementos pré-fabricados sobrepostos podem ser parcialmente preenchidos com solo vegetal ou agregados (p. ex. muros-floreira).	
Muro de Gabiões: constituído por gaiolas metálicas formadas por fios de aço galvanizado (para que resistam às intempéries sem oxidar, podendo também, ser utilizada uma camada de PVC para maior resistência à corrosão). Estas gaiolas são preenchidas por pedras (calhau britado) de dimensões regulares, usualmente um pouco superior (menos de 2 vezes maior) à da malha da rede que convenientemente dispostas permitem o respetivo imbricamento.	
Muro Ancorado: construído em betão armado e solidarizado através de uma malha de ancoragens aos terrenos (maciços) confinantes no seu tardoz.	
Muro Pregado: construído em betão armado e solidarizado através de uma malha de pregagens aos terrenos (maciços) confinantes no seu tardoz.	
PAREDES OU CORTINAS	
Referem-se a estruturas delgadas de aço, de betão armado ou madeira que se encontram suportadas por elementos de apoio: escoras, ancoragens, pregagens, e/ou por pressões de terras de tipo passivo, etc. Neste tipo de estruturas é desprezável a contribuição do seu peso, enquanto a sua capacidade resistente à flexão desempenha uma função significativa no suporte do material retido.	

Parede Ancorada: paredes construídas em betão armado, normalmente verticais, com ancoragens. As ancoragens caracterizam-se por serem pré-esforçadas antes de colocadas em serviço, pelo que é visível no paramento do muro uma “cabeça de ancoragem” que poderá estar protegida por uma cápsula metálica ou de betão. Esta opção deverá igualmente ser considerada quando se trate de uma viga ancorada. As paredes diferenciam-se dos muros pelo facto de terem uma “ficha” enterrada (troço de parede enterrada) que contribui para a sua estabilidade.



Parede Moldada (com ou sem ancoragens): estruturas de contenção verticais em betão simples ou armado ou através de uma mistura composta por cimento, bentonite e água. São estruturas que podem ser executadas in situ, pré-fabricadas, plásticas ou híbridas. Os painéis são executados ou inseridos no solo antes da escavação e têm com principais funções o suporte de terras, a sustentação de cargas axiais, porque podem ser incorporadas na estrutura do edifício a construir e têm uma boa resistência à flexão.

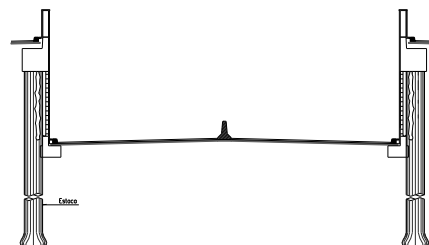
Para além da sua função estrutural de contenção de terras, estas estruturas podem ainda funcionar com elementos de fundação de elevada resistência vertical, por exemplo em caves de edifícios. A impermeabilização e estanquidade são também outras funções destas paredes uma vez que impedem, ou dificultam, a penetração da água para o interior da escavação em terrenos com o nível freático elevado.



(Com ou sem ancoragens)

Cortina de Estacas (com ou sem ancoragens): parede descontínua de estacas pouco distanciadas entre si. A execução de uma viga de encabeçamento das estacas permite que esta solução possa ser complementada com ancoragens (normalmente os apoios instalam-se na viga de coroamento, contudo não é excecional a sua localização entre as estacas).

Usualmente, esta técnica é realizada antes do início da escavação, por perfuração mecânica, com ou sem tubo



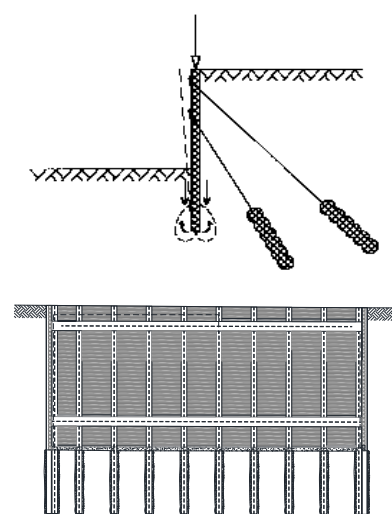
(Com ou sem ancoragens)

moldador ou com recurso à utilização de lamas bentônicas. Este método permite uma correta visualização do tipo de solo à medida que se vai escavando, permitindo assim corrigir se necessário o método construtivo caso o terreno se venha a mostrar diferente do pré-estabelecido.

As estacas podem ser executadas individualmente ou em cortinas de estacas afastadas entre si, justapostas (secantes) ou tangentes. A utilização destas diferentes soluções tem como objetivos controlar os problemas que possam advir da coesão do solo, da posição do nível freático e da estanquidade exigida para a obra a realizar, ou seja, controlar a permeabilidade aumentando, diminuindo ou anulando o espaçamento entre as estacas.

Parede do Tipo Berlim (com ou sem ancoragens): são compostas por perfis verticais metálicos ou elementos pré-fabricados de betão armado com armaduras de ligação, entre os quais é colocada entivação com pranchas de madeira, pranchas metálicas e/ou painéis de betão armado.

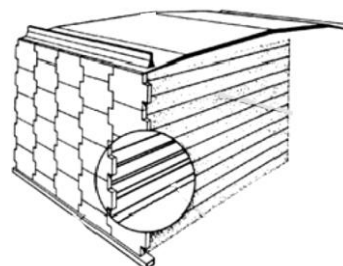
Os perfis metálicos exibem pouca rigidez perpendicularmente ao seu plano, sendo que a sua função é transmitir as cargas provenientes do peso próprio da parede e da componente vertical das forças dos elementos de apoio (ancoragens, etc.), quando existem, não sendo contabilizada a sua rigidez por flexão uma vez que esta já é conseguida pela parede de betão armado que possui uma rigidez superior à dos perfis.

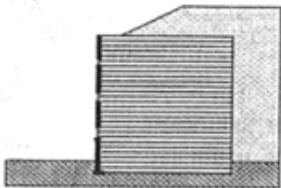


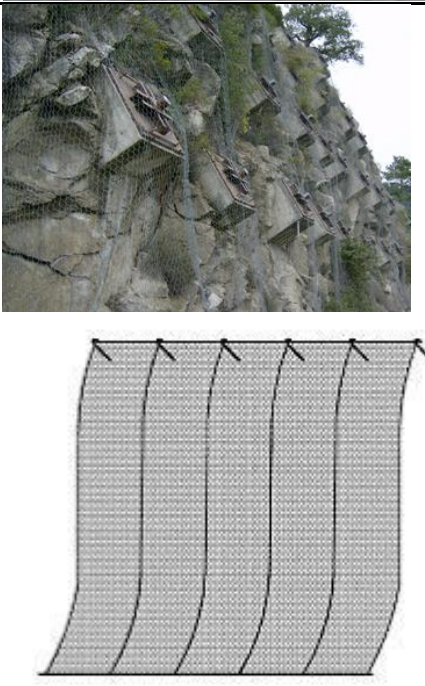
ATERROS REFORÇADOS

Estruturas de contenção flexíveis com paramento em:

Elementos modulares rígidos: estruturas de contenção flexíveis, em que as condições de estabilidade são assimiláveis às do muro do tipo gravidade, que associam aterro selecionado e compactado a elementos de reforço que serão submetidos à tração e a elementos modulares de revestimento,

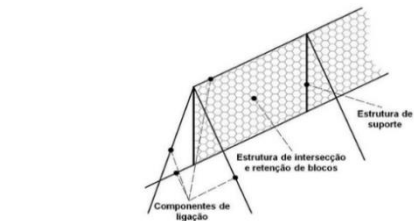


normalmente pré-fabricados em betão (p.ex. soluções tipo Terra Armada ou fragilidade dirigida). Trata-se, pois, de solução de material compósito, sendo exigível um bom coeficiente de atrito entre o terreno e as armaduras.	
Elementos modulares deformáveis: estruturas de contenção flexíveis, do tipo gravidade, que associam aterro selecionado e compactado a elementos de reforço que serão submetidos à tração. Esta solução apresenta um paramento frontal tipo gabiões caixa de um único pano (p.ex. soluções tipo Terramesh).	
Geossintéticos: estruturas de contenção flexíveis, do tipo gravidade que associam aterro selecionado e compactado a elementos de reforço extensíveis que podem ser compostos por fios de poliéster de alta aderência, embainhados em tiras de polietileno. Esta solução apresenta um paramento frontal tipo envelope (p.ex. soluções tipo geogrelha) com diversas possibilidades ao nível de revestimento final (sem revestimento, blocos, etc.).	 (Geossintéticos: geotêxteis, geogrelhas, geomalhas, geomembranas, geocompostos, geomantas, geocélulas, etc)
TALUDES PREGADOS OU ANCORADOS Taludes reforçados sem revestimento, com soluções de revestimento em betão projetado ou com redes metálicas:	
Sem revestimento: talude reforçado com pregagens ou ancoragens sem qualquer tipo de revestimento.	

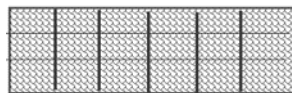
Betão Projetado Simples: talude reforçado com pregagens ou ancoragens com revestimento em betão projetado simples.	
Betão Projetado Armado com fibras ou "malhasol": talude reforçado com pregagens ou ancoragens com revestimento em betão projetado armado com fibras ou "malhasol".	
Rede metálica de encaminhamento: talude reforçado com pregagens ou ancoragens com revestimento em rede de encaminhamento.	
Painéis ou sistemas de redes de elevada resistência: talude reforçado com pregagens ou ancoragens com revestimento em painéis ou sistemas de redes de elevada resistência.	

BARREIRAS

Barreira Dinâmica: são constituídas por malhas de aço resistentes e maleáveis, capazes de suportarem grandes choques, fixadas por meio de cabos na encosta.



Barreira Estática: são constituídas por malhas de aço com menor capacidade de amortecimento e resistência quando comparadas com as barreiras dinâmicas. Têm por objetivo criar um obstáculo ao movimento de pequenos blocos.



Anexo 2 – Tabela com dados de zonas sísmicas por concelho [13]

Portugal Continental		Ação sísmica	
		Tipo 1	Tipo 2
Código do município	Nome município	Zona sísmica	Zona sísmica
1401	Abrantes	1.5	2.4
101	Águeda	1.6	2.4
901	Aguiar da Beira	1.6	2.5
701	Alandroal	1.5	2.4
102	Albergaria-a-Velha	1.6	2.4
801	Albufeira	1.2	2.3
1501	Alcácer do Sal	1.3	2.3
1402	Alcanena	1.5	2.4
1001	Alcobaça	1.5	2.4
1502	Alcochete	1.3	2.3
802	Alcoutim	1.3	2.4
1101	Alenquer	1.4	2.3
401	Alfândega da Fé	1.6	2.5
1701	Alijó	1.6	2.5
803	Aljezur	1.1	2.3
201	Aljustrel	1.3	2.4
1503	Almada	1.3	2.3
902	Almeida	1.6	2.4
1403	Almeirim	1.5	2.3
202	Almodôvar	1.3	2.4
1404	Alpiarça	1.5	2.4
1201	Alter do Chão	1.5	2.4
1002	Alvaiázere	1.5	2.4
203	Alvito	1.4	2.4
1115	Amadora	1.3	2.3
1301	Amarante	1.6	2.5
301	Amares	1.6	2.5
103	Anadia	1.6	2.4
1003	Ansião	1.5	2.4
1601	Arcos de Valdevez	1.6	2.5
601	Arganil	1.6	2.4

1801	Armamar	1.6	2.5
104	Arouca	1.6	2.5
702	Arraiolos	1.4	2.4
1202	Arronches	1.5	2.4
1102	Arruda dos Vinhos	1.4	2.3
105	Aveiro	1.6	2.4
1203	Avis	1.5	2.4
1103	Azambuja	1.4	2.3
1302	Baião	1.6	2.5
302	Barcelos	1.6	2.5
204	Barrancos	1.4	2.4
1504	Barreiro	1.3	2.3
1004	Batalha	1.5	2.4
205	Beja	1.4	2.4
501	Belmonte	1.6	2.4
1405	Benavente	1.4	2.3
1005	Bombarral	1.4	2.3
703	Borba	1.5	2.4
1702	Boticas	1.6	2.5
303	Braga	1.6	2.5
402	Bragança	1.6	2.5
304	Cabeceiras de Basto	1.6	2.5
1104	Cadaval	1.4	2.3
1006	Caldas da Rainha	1.5	2.4
1602	Caminha	1.6	2.5
1204	Campo Maior	1.5	2.4
602	Cantanhede	1.5	2.4
403	Carrazeda de Ansiães	1.6	2.5
1802	Carregal do Sal	1.6	2.4
1406	Cartaxo	1.4	2.3
1105	Cascais	1.3	2.3
1007	Castanheira de Pêra	1.6	2.4
502	Castelo Branco	1.6	2.4
106	Castelo de Paiva	1.6	2.5
1205	Castelo de Vide	1.5	2.4
1803	Castro Daire	1.6	2.5
804	Castro Marim	1.3	2.3
206	Castro Verde	1.3	2.4

903	Celorico da Beira	1.6	2.4
305	Celorico de Basto	1.6	2.5
1407	Chamusca	1.5	2.4
1703	Chaves	1.6	2.5
1804	Cinfães	1.6	2.5
603	Coimbra	1.6	2.4
604	Condeixa-a-Nova	1.5	2.4
1408	Constância	1.5	2.4
1409	Coruche	1.4	2.3
503	Covilhã	1.6	2.4
1206	Crato	1.5	2.4
207	Cuba	1.4	2.4
1207	Elvas	1.5	2.4
1410	Entroncamento	1.5	2.4
107	Espinho	1.6	2.5
306	Esposende	1.6	2.5
108	Estarreja	1.6	2.4
704	Estremoz	1.5	2.4
705	Évora	1.4	2.4
307	Fafe	1.6	2.5
805	Faro	1.2	2.3
1303	Felgueiras	1.6	2.5
208	Ferreira do Alentejo	1.3	2.4
1411	Ferreira do Zêzere	1.5	2.4
605	Figueira da Foz	1.5	2.4
904	Figueira de Castelo Rodrigo	1.6	2.5
1008	Figueiró dos Vinhos	1.5	2.4
905	Fornos de Algodres	1.6	2.4
404	Freixo de Espada à Cinta	1.6	2.5
1208	Fronteira	1.5	2.4
504	Fundão	1.6	2.4
1209	Gavião	1.5	2.4
606	Góis	1.6	2.4
1412	Golegã	1.5	2.4
1304	Gondomar	1.6	2.5
906	Gouveia	1.6	2.4
1505	Grândola	1.3	2.3
907	Guarda	1.6	2.4

308	Guimarães	1.6	2.5
505	Idanha-a-Nova	1.6	2.4
110	Ílhavo	1.6	2.4
806	Lagoa	1.1	2.3
807	Lagos	1.1	2.3
1805	Lamego	1.6	2.5
1009	Leiria	1.5	2.4
1106	Lisboa	1.3	2.3
808	Loulé	1.2	2.3
1107	Loures	1.3	2.3
1108	Lourinhã	1.4	2.3
607	Lousã	1.6	2.4
1305	Lousada	1.6	2.5
1413	Mação	1.5	2.4
405	Macedo de Cavaleiros	1.6	2.5
1109	Mafra	1.4	2.3
1306	Maia	1.6	2.5
1806	Mangualde	1.6	2.4
908	Manteigas	1.6	2.4
1307	Marco de Canaveses	1.6	2.5
1010	Marinha Grande	1.5	2.4
1210	Marvão	1.5	2.4
1308	Matosinhos	1.6	2.5
111	Mealhada	1.6	2.4
909	Meda	1.6	2.5
1603	Melgaço	1.6	2.5
209	Mértola	1.3	2.4
1704	Mesão Frio	1.6	2.5
608	Mira	1.5	2.4
609	Miranda do Corvo	1.5	2.4
406	Miranda do Douro	1.6	2.5
407	Mirandela	1.6	2.5
408	Mogadouro	1.6	2.5
1807	Moimenta da Beira	1.6	2.5
1506	Moita	1.3	2.3
1604	Monção	1.6	2.5
809	Monchique	1.2	2.3
1705	Mondim de Basto	1.6	2.5

1211	Monforte	1.5	2.4
1706	Montalegre	1.6	2.5
706	Montemor-o-Novo	1.4	2.4
610	Montemor-o-Velho	1.5	2.4
1507	Montijo	1.3	2.3
707	Mora	1.5	2.4
1808	Mortágua	1.6	2.4
210	Moura	1.4	2.4
708	Mourão	1.4	2.4
1707	Murça	1.6	2.5
112	Murtosa	1.6	2.4
1011	Nazaré	1.5	2.4
1809	Nelas	1.6	2.4
1212	Nisa	1.5	2.4
1012	Óbidos	1.5	2.3
211	Odemira	1.2	2.4
1116	Odivelas	1.3	2.3
1110	Oeiras	1.3	2.3
506	Oleiros	1.6	2.4
810	Olhão	1.2	2.3
113	Oliveira de Azeméis	1.6	2.4
1810	Oliveira de Frades	1.6	2.4
114	Oliveira do Bairro	1.6	2.4
611	Oliveira do Hospital	1.6	2.4
1421	Ourém	1.5	2.4
212	Ourique	1.3	2.4
115	Ovar	1.6	2.4
1309	Paços de Ferreira	1.6	2.5
1508	Palmela	1.3	2.3
612	Pampilhosa da Serra	1.6	2.4
1310	Paredes	1.6	2.5
1605	Paredes de Coura	1.6	2.5
1013	Pedrógão Grande	1.5	2.4
613	Penacova	1.6	2.4
1311	Penafiel	1.6	2.5
1811	Penalva do Castelo	1.6	2.5
507	Penamacor	1.6	2.4
1812	Penedono	1.6	2.5

614	Penela	1.5	2.4
1014	Peniche	1.4	2.3
1708	Peso da Régua	1.6	2.5
910	Pinhel	1.6	2.4
1015	Pombal	1.5	2.4
1606	Ponte da Barca	1.6	2.5
1607	Ponte de Lima	1.6	2.5
1213	Ponte de Sor	1.5	2.4
1214	Portalegre	1.5	2.4
709	Portel	1.4	2.4
811	Portimão	1.1	2.3
1312	Porto	1.6	2.5
1016	Porto de Mós	1.5	2.4
309	Póvoa de Lanhoso	1.6	2.5
1313	Póvoa de Varzim	1.6	2.5
508	Proença-a-Nova	1.5	2.4
710	Redondo	1.5	2.4
711	Reguengos de Monsaraz	1.4	2.4
1813	Resende	1.6	2.5
1709	Ribeira de Pena	1.6	2.5
1414	Rio Maior	1.5	2.3
1710	Sabrosa	1.6	2.5
911	Sabugal	1.6	2.4
1415	Salvaterra de Magos	1.4	2.3
1814	Santa Comba Dão	1.6	2.4
109	Santa Maria da Feira	1.6	2.4
1711	Santa Marta de Penaguião	1.6	2.5
1416	Santarém	1.5	2.3
1509	Santiago do Cacém	1.3	2.3
1314	Santo Tirso	1.6	2.5
812	São Brás de Alportel	1.2	2.3
116	São João da Madeira	1.6	2.4
1815	São João da Pesqueira	1.6	2.5
1816	São Pedro do Sul	1.6	2.4
1417	Sardoal	1.5	2.4
1817	Sátão	1.6	2.5
912	Seia	1.6	2.4
1510	Seixal	1.3	2.3

1818	Sernancelhe	1.6	2.5
213	Serpa	1.4	2.4
509	Sertã	1.5	2.4
1511	Sesimbra	1.3	2.3
1512	Setúbal	1.3	2.3
117	Sever do Vouga	1.6	2.4
813	Silves	1.2	2.3
1513	Sines	1.3	2.3
1111	Sintra	1.3	2.3
1112	Sobral de Monte Agraço	1.4	2.3
615	Soure	1.5	2.4
1215	Sousel	1.5	2.4
616	Tábua	1.6	2.4
1819	Tabuaço	1.6	2.5
1820	Tarouca	1.6	2.5
814	Tavira	1.3	2.3
310	Terras de Bouro	1.6	2.5
1418	Tomar	1.5	2.4
1821	Tondela	1.6	2.4
409	Torre de Moncorvo	1.6	2.5
1419	Torres Novas	1.5	2.4
1113	Torres Vedras	1.4	2.3
913	Trancoso	1.6	2.5
1318	Trofa	1.6	2.5
118	Vagos	1.6	2.4
119	Vale de Cambra	1.6	2.4
1608	Valença	1.6	2.5
1315	Valongo	1.6	2.5
1712	Valpaços	1.6	2.5
712	Vendas Novas	1.4	2.3
713	Viana do Alentejo	1.4	2.4
1609	Viana do Castelo	1.6	2.5
214	Vidigueira	1.4	2.4
311	Vieira do Minho	1.6	2.5
510	Vila de Rei	1.5	2.4
815	Vila do Bispo	1.1	2.3
1316	Vila do Conde	1.6	2.5
410	Vila Flor	1.6	2.5

1114	Vila Franca de Xira	1.4	2.3
1420	Vila Nova da Barquinha	1.5	2.4
1610	Vila Nova de Cerveira	1.6	2.5
312	Vila Nova de Famalicão	1.6	2.5
914	Vila Nova de Foz Côa	1.6	2.5
1317	Vila Nova de Gaia	1.6	2.5
1822	Vila Nova de Paiva	1.6	2.5
617	Vila Nova de Poiares	1.6	2.4
1713	Vila Pouca de Aguiar	1.6	2.5
1714	Vila Real	1.6	2.5
816	Vila Real de Santo António	1.3	2.3
511	Vila Velha de Ródão	1.6	2.4
313	Vila Verde	1.6	2.5
714	Vila Viçosa	1.5	2.4
411	Vimioso	1.6	2.5
412	Vinhais	1.6	2.5
1823	Viseu	1.6	2.5
314	Vizela	1.6	2.5
1824	Vouzela	1.6	2.4

Anexo 3 – Tabela com precipitação média anual por distrito [14]

Distrito	Precipitação média anual (2013-2021) (mm)
Viana do Castelo	108,3
Braga	111,7
Vila Real	75,8
Bragança	65,7
Porto	105,1
Aveiro	83,2
Viseu	104,7
Guarda	90,6
Coimbra	79,0
Castelo Branco	58,4
Leiria	71,0
Santarém	47,5
Portalegre	71,5
Lisboa	56,5
Setúbal	50,3
Évora	46,6
Beja	40,4
Faro	33,3

Anexo 4 – Tabela com custos económicos para cada solução estrutural por m^2 [dados cedidos pela IP]

Solução Estrutural	Tipo OC	Grupo	Custo/ m^2
Muro de Alvenaria	Muro	1a	125 €
Muro de Cantaria	Muro	1a	150 €
Muro de Betão Ciclóptico	Muro	1a	150 €
Muro de Betão Armado	Muro	1a	175 €
Elementos Pré-fabricados	Muro	1a	175 €
Muro Pregado	Muro	1b	250 €
Muro Ancorado	Muro	1b	450 €
Muro de Gabiões	Muro	2a	125 €
Elementos modulares deformáveis	Aterros reforçados	2b	450 €
Geossintéticos	Aterros reforçados	2b	450 €
Cortina de Estacas	Paredes ou cortinas (sem ancoragens)	3a	400 €
Parede Moldada	Paredes ou cortinas (sem ancoragens)	3a	425 €
Parede Tipo Berlim	Paredes ou cortinas (sem ancoragens)	3a	250 €
Cortinas de Estacas	Paredes ou cortinas (com ancoragens)	3b	450 €
Parede Moldada	Paredes ou cortinas (com ancoragens)	3b	450 €
Parede Tipo Berlim	Paredes ou cortinas (com ancoragens)	3b	450 €
Parede Ancorada	Paredes ou cortinas (com ancoragens)	3b	450 €
Elementos modulares rígidos	Aterros reforçados	4	450 €
Sem revestimento	Taludes pregados ou ancorados	5	250 €
Betão Projetado Simples	Taludes pregados ou ancorados	5	450 €
Betão Projetado Armado com fibras ou "malhasol"	Taludes pregados ou ancorados	5	450 €
Rede metálica de encaminhamento	Taludes pregados ou ancorados	5	450 €
Painéis ou sistemas de redes de elevada resistência	Taludes pregados ou ancorados	5	450 €
Barreira Dinâmica	Barreiras	6	150 €
Barreira Estática	Barreiras	6	100 €

Anexo 5 – Tabela de patologias indicadoras para avaliação dos componentes [9]

Componente	Elemento	Anomalias a identificar	Pormenorização da anomalia
Paramento	Revestimento	Desagregação	
		Empolamento	
		Destaque	
		Fendilhação de abertura milimétrica	
	Corpo	Rotura	
		Deformações	Embarigamento Flexão Assentamento Desorganização dos elementos do paramento Abertura anormal das juntas
		Deslocamentos	Translação Rotação para o Extradorso Rotação para o Intradorso
		Fendas	Fendas Horizontais Fendas Verticais Fendas Oblíquas
		Perda de material do tardo	
		Degradação Superficial	
		Danos no preenchimento das juntas	Fendilhação Degradação e perda de coesão Destaque Presença de vegetação arbus-tiva ou arbórea
		Corrosão e/ou seccionamento em elementos metálicos	
		Manchas, escorrências ou exurgências	
	Fundação	Exposição da fundação	
		Deformação do Solo	Empolamento Depressão
	Guarda-Corpos instalados no paramento	Inclinação anormal	
		Deformação	
		Deficiências de funcionamento	

Componente	Elemento	Anomalias a identificar	Pormenorização da anomalia
	Guarda de Segurança instaladas no paramento	Inclinação anormal	
		Deformação	
		Deficiências de funcionamento	
	Outros elementos ou serviços instalados no paramento	Inclinação anormal	
		Deformação	
		Deficiências de funcionamento	
Drenagem	Boeiros e Barbacãs, Gárgulas, Sumidouros e Caixas de ligação e receção	Obstruídos	
		Em Ruína	
	Caleiras no Tardoz	Obstruídas	
		Seccionadas ou em Ruína	
	Caleiras no Taldade Frontal	Obstruídas	
		Seccionadas ou em Ruína	
	Caleiras Laterais	Obstruídas	
		Seccionadas ou em Ruína	
Área de Influência	Taludes no Tardoz	Deformações	Assentamentos
			Empolamentos
			Inclinação anormal de árvores, postes ou vedações
		Deslocamentos	Quedas
			Deslizamentos
			Ravinamentos
		Fendas	Verticais
			Horizontais
			Oblíquas
		Vegetação	
		Presença de água no tardoz	
	Construções no Tardoz	Assentamento	
		Fendas	
		Evidências de ruína	
	Revestimento de via e passeio no Tardoz	Assentamentos	
		Empolamentos	
		Fendas	Transversais/Oblíquas
			Longitudinais

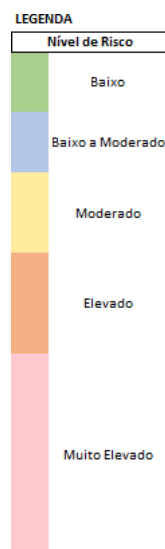
Componente	Elemento	Anomalias a identificar	Pormenorização da anomalia
	Taludes Frontais	Deformações	Assentamentos
			Empolamentos
			Inclinação anormal de árvores, postes ou vedações
		Deslocamentos	Quedas
			Deslizamentos
			Ravinamentos
		Fendas	Verticais
			Horizontais
			Oblíquas
		Vegetação	
	Construções nos Taludes Frontais	Assentamento	
		Fendas	
		Evidências de ruína	
	Revestimento de via e passeio nos Taludes Frontais	Assentamentos	
		Empolamentos	
		Fendas	Transversais/Oblíquas
			Longitudinais

Nota 1: Os indicadores a **vermelho** são considerados críticos, o que significa que se forem classificados com os estados máximos levam a que o Componente assuma, no mínimo, esse estado.

Nota 2: Os indicadores a **verde** que forem classificados com os estados máximos despoletam ações de manutenção obrigatórias.

Anexo 6 - Versões antecedentes da atual matriz de risco [dados cedidos pela IP]

Índice de Condição		Índice de Criticidade																																															
		Muito Baixo								Baixo								Moderado								Alto								Muito Alto															
		1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5							
Muito Provável	3	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22	22.5	23	23.5	24	24.5	25							
	4.9	4.9	5.39	5.88	6.37	6.86	7.35	7.84	8.33	8.82	9.31	9.8	10.3	10.8	11.3	11.8	12.3	12.7	13.2	13.7	14.2	15	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.6	18.1	18.6	19.1	20	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.5	23	23.5	24	25							
	4.7	4.7	5.17	5.64	6.11	6.58	7.05	7.52	7.99	8.46	8.93	9.4	9.87	10.3	10.8	11.3	11.8	12.2	12.7	13.2	13.6	14	14.6	15	15.5	16	16.5	16.9	17.4	17.9	18.3	19	19.3	19.7	20.2	20.7	21.2	21.6	22.1	22.6	23	24							
	4.6	4.6 <td>5.06</td> <td>5.52</td> <td>5.98</td> <td>6.44</td> <td>6.9</td> <td>7.36</td> <td>7.82</td> <td>8.28</td> <td>8.74</td> <td>9.2</td> <td>9.67</td> <td>10.1</td> <td>10.6</td> <td>11</td> <td>11.5</td> <td>12</td> <td>12.4</td> <td>12.9</td> <td>13.3</td> <td>14</td> <td>14.3</td> <td>14.7</td> <td>15.2</td> <td>15.6</td> <td>16.1</td> <td>16.6</td> <td>17</td> <td>17.5</td> <td>17.9</td> <td>18.3</td> <td>19.3</td> <td>19.8</td> <td>20.2</td> <td>20.7</td> <td>21.2</td> <td>21.6</td> <td>22.1</td> <td>22.5</td> <td>23</td> <td>24</td>	5.06	5.52	5.98	6.44	6.9	7.36	7.82	8.28	8.74	9.2	9.67	10.1	10.6	11	11.5	12	12.4	12.9	13.3	14	14.3	14.7	15.2	15.6	16.1	16.6	17	17.5	17.9	18.3	19.3	19.8	20.2	20.7	21.2	21.6	22.1	22.5	23	24							
	4.5	4.5	4.95	5.4	5.85	6.3	6.75	7.2	7.65	8.1	8.55	9	9.45	9.9	10.4	10.8	11.3	11.7	12.2	12.6	13.1	14	14	14.4	14.9	15.3	15.8	16.2	16.7	17.1	17.6	18	18.5	18.9	19.4	19.8	20.3	20.7	21.2	21.6	22.1	22.5	23						
Provável	4.4	4.4	4.84	5.28	5.72	6.16	6.6	7.04	7.48	7.92	8.36	8.8	9.24	9.68	10.1	10.6	11	11.4	11.9	12.3	12.8	13	13.6	14.1	14.5	15	15.4	15.8	16.3	16.7	17.2	18	18	18.5	18.9	19.4	19.8	20.2	20.7	21.1	21.6	22	23						
	4.3	4.3 <td>4.73</td> <td>5.16</td> <td>5.59</td> <td>6.02</td> <td>6.45</td> <td>6.88</td> <td>7.31</td> <td>7.74</td> <td>8.17</td> <td>8.6</td> <td>9.03</td> <td>9.46</td> <td>9.89</td> <td>10.3</td> <td>10.8</td> <td>11.2</td> <td>11.6</td> <td>12</td> <td>12.5</td> <td>13</td> <td>13.3</td> <td>13.8</td> <td>14.2</td> <td>14.6</td> <td>15.1</td> <td>15.5</td> <td>15.9</td> <td>16.3</td> <td>16.8</td> <td>17</td> <td>17.6</td> <td>18.1</td> <td>18.5</td> <td>18.9</td> <td>19.4</td> <td>19.8</td> <td>20.2</td> <td>20.6</td> <td>21.1</td> <td>21.5</td> <td>22</td>	4.73	5.16	5.59	6.02	6.45	6.88	7.31	7.74	8.17	8.6	9.03	9.46	9.89	10.3	10.8	11.2	11.6	12	12.5	13	13.3	13.8	14.2	14.6	15.1	15.5	15.9	16.3	16.8	17	17.6	18.1	18.5	18.9	19.4	19.8	20.2	20.6	21.1	21.5	22						
	4.2	4.2	4.62	5.04	5.46	5.88	6.3	6.72	7.14	7.56	7.98	8.4	8.82	9.24	9.66	10.1	10.5	10.9	11.3	11.8	12.2	13	13	13.4	13.9	14.3	14.7	15.1	15.5	16	16.4	17	17.2	17.6	18.1	18.5	18.9	19.3	19.7	20.2	20.6	21							
	4.1	4.1	4.51	4.92	5.33	5.74	6.15	6.56	6.97	7.38	7.79	8.2	8.61	9.02	9.43	9.84	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12	12.7	13.1	13.5	13.9	14.4	14.8	15.2	15.6	16	16	16.8	17.2	17.6	18	18.5	18.9	19.3	19.7	20.1	21							
	4	4	4.4	4.8	5.2	5.6	6	6.4	6.8	7.2	7.6	8	8.4	8.8	9.2	9.6	10	10.4	10.8	11.2	11.6	12	12.4	12.8	13.2	13.6	14	14.4	14.8	15.2	15.6	16	16.4	16.8	17.2	17.6	18	18.4	18.8	19.2	19.6	20							
Ocasional	3.9	3.9	3.49	3.98	4.47	4.96	5.45	5.94	6.43	6.92	7.41	7.89	8.38	8.87	9.36	9.85	10.34	10.83	11.32	11.81	12.3	12.7	13.2	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23						
	3.8	3.8 <td>3.48</td> <td>3.97</td> <td>4.46</td> <td>4.95</td> <td>5.44</td> <td>5.93</td> <td>6.42</td> <td>6.91</td> <td>7.4</td> <td>7.89</td> <td>8.38</td> <td>8.87</td> <td>9.36</td> <td>9.85</td> <td>10.34</td> <td>10.83</td> <td>11.32</td> <td>11.81</td> <td>12.3</td> <td>12.7</td> <td>13.2</td> <td>13.6</td> <td>14.1</td> <td>14.6</td> <td>15.1</td> <td>15.6</td> <td>16.1</td> <td>16.6</td> <td>17.1</td> <td>17.6</td> <td>18.1</td> <td>18.6</td> <td>19.1</td> <td>19.6</td> <td>20.1</td> <td>20.6</td> <td>21.1</td> <td>21.6</td> <td>22.1</td> <td>22.6</td> <td>23</td>	3.48	3.97	4.46	4.95	5.44	5.93	6.42	6.91	7.4	7.89	8.38	8.87	9.36	9.85	10.34	10.83	11.32	11.81	12.3	12.7	13.2	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23						
	3.7	3.7 <td>3.47</td> <td>3.96</td> <td>4.45</td> <td>4.94</td> <td>5.43</td> <td>5.92</td> <td>6.41</td> <td>6.9</td> <td>7.39</td> <td>7.88</td> <td>8.37</td> <td>8.86</td> <td>9.35</td> <td>9.84</td> <td>10.33</td> <td>10.82</td> <td>11.31</td> <td>11.8</td> <td>12.3</td> <td>12.7</td> <td>13.2</td> <td>13.6</td> <td>14.1</td> <td>14.6</td> <td>15.1</td> <td>15.6</td> <td>16.1</td> <td>16.6</td> <td>17.1</td> <td>17.6</td> <td>18.1</td> <td>18.6</td> <td>19.1</td> <td>19.6</td> <td>20.1</td> <td>20.6</td> <td>21.1</td> <td>21.6</td> <td>22.1</td> <td>22.6</td> <td>23</td>	3.47	3.96	4.45	4.94	5.43	5.92	6.41	6.9	7.39	7.88	8.37	8.86	9.35	9.84	10.33	10.82	11.31	11.8	12.3	12.7	13.2	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23						
	3.6	3.6 <td>3.39</td> <td>3.88</td> <td>4.37</td> <td>4.86</td> <td>5.35</td> <td>5.84</td> <td>6.33</td> <td>6.82</td> <td>7.31</td> <td>7.8</td> <td>8.29</td> <td>8.78</td> <td>9.27</td> <td>9.76</td> <td>10.25</td> <td>10.74</td> <td>11.23</td> <td>11.72</td> <td>12.21</td> <td>12.7</td> <td>13.2</td> <td>13.6</td> <td>14.1</td> <td>14.6</td> <td>15.1</td> <td>15.6</td> <td>16.1</td> <td>16.6</td> <td>17.1</td> <td>17.6</td> <td>18.1</td> <td>18.6</td> <td>19.1</td> <td>19.6</td> <td>20.1</td> <td>20.6</td> <td>21.1</td> <td>21.6</td> <td>22.1</td> <td>22.6</td> <td>23</td>	3.39	3.88	4.37	4.86	5.35	5.84	6.33	6.82	7.31	7.8	8.29	8.78	9.27	9.76	10.25	10.74	11.23	11.72	12.21	12.7	13.2	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23						
	3.5	3.5 <td>3.385</td> <td>3.875</td> <td>4.365</td> <td>4.855</td> <td>5.345</td> <td>5.835</td> <td>6.325</td> <td>6.815</td> <td>7.305</td> <td>7.795</td> <td>8.285</td> <td>8.775</td> <td>9.265</td> <td>9.755</td> <td>10.245</td> <td>10.735</td> <td>11.225</td> <td>11.715</td> <td>12.205</td> <td>12.695</td> <td>13.185</td> <td>13.675</td> <td>14.165</td> <td>14.655</td> <td>15.145</td> <td>15.635</td> <td>16.125</td> <td>16.615</td> <td>17.105</td> <td>17.595</td> <td>18.085</td> <td>18.575</td> <td>19.065</td> <td>19.555</td> <td>20.045</td> <td>20.535</td> <td>21.025</td> <td>21.515</td> <td>22</td>	3.385	3.875	4.365	4.855	5.345	5.835	6.325	6.815	7.305	7.795	8.285	8.775	9.265	9.755	10.245	10.735	11.225	11.715	12.205	12.695	13.185	13.675	14.165	14.655	15.145	15.635	16.125	16.615	17.105	17.595	18.085	18.575	19.065	19.555	20.045	20.535	21.025	21.515	22								
Remota	3.4	3.4 <td>3.374</td> <td>3.864</td> <td>4.354</td> <td>4.844</td> <td>5.334</td> <td>5.824</td> <td>6.314</td> <td>6.804</td> <td>7.294</td> <td>7.784</td> <td>8.274</td> <td>8.764</td> <td>9.254</td> <td>9.744</td> <td>10.234</td> <td>10.724</td> <td>11.214</td> <td>11.704</td> <td>12.194</td> <td>12.684</td> <td>13.174</td> <td>13.664</td> <td>14.154</td> <td>14.644</td> <td>15.134</td> <td>15.624</td> <td>16.114</td> <td>16.604</td> <td>17.094</td> <td>17.584</td> <td>18.074</td> <td>18.564</td> <td>19.054</td> <td>19.544</td> <td>20.034</td> <td>20.524</td> <td>21.014</td> <td>21.504</td> <td>22</td>	3.374	3.864	4.354	4.844	5.334	5.824	6.314	6.804	7.294	7.784	8.274	8.764	9.254	9.744	10.234	10.724	11.214	11.704	12.194	12.684	13.174	13.664	14.154	14.644	15.134	15.624	16.114	16.604	17.094	17.584	18.074	18.564	19.054	19.544	20.034	20.524	21.014	21.504	22								
	3.3	3.3 <td>3.363</td> <td>3.853</td> <td>4.343</td> <td>4.833</td> <td>5.323</td> <td>5.813</td> <td>6.303</td> <td>6.793</td> <td>7.283</td> <td>7.773</td> <td>8.263</td> <td>8.753</td> <td>9.243</td> <td>9.733</td> <td>10.223</td> <td>10.713</td> <td>11.203</td> <td>11.693</td> <td>12.183</td> <td>12.673</td> <td>13.163</td> <td>13.653</td> <td>14.143</td> <td>14.633</td> <td>15.123</td> <td>15.613</td> <td>16.103</td> <td>16.593</td> <td>17.083</td> <td>17.573</td> <td>18.063</td> <td>18.553</td> <td>19.043</td> <td>19.533</td> <td>20.023</td> <td>20.513</td> <td>21.003</td> <td>21.493</td> <td>22</td>	3.363	3.853	4.343	4.833	5.323	5.813	6.303	6.793	7.283	7.773	8.263	8.753	9.243	9.733	10.223	10.713	11.203	11.693	12.183	12.673	13.163	13.653	14.143	14.633	15.123	15.613	16.103	16.593	17.083	17.573	18.063	18.553	19.043	19.533	20.023	20.513	21.003	21.493	22								
	3.2	3.2 <td>3.352</td> <td>3.842</td> <td>4.332</td> <td>4.822</td> <td>5.312</td> <td>5.802</td> <td>6.292</td> <td>6.782</td> <td>7.272</td> <td>7.762</td> <td>8.252</td> <td>8.742</td> <td>9.232</td> <td>9.722</td> <td>10.212</td> <td>10.702</td> <td>11.192</td> <td>11.682</td> <td>12.172</td> <td>12.662</td> <td>13.152</td> <td>13.642</td> <td>14.132</td> <td>14.622</td> <td>15.112</td> <td>15.602</td> <td>16.092</td> <td>16.582</td> <td>17.072</td> <td>17.562</td> <td>18.052</td> <td>18.542</td> <td>19.032</td> <td>19.522</td> <td>20.012</td> <td>20.502</td> <td>21.492</td> <td>22</td>	3.352	3.842	4.332	4.822	5.312	5.802	6.292	6.782	7.272	7.762	8.252	8.742	9.232	9.722	10.212	10.702	11.192	11.682	12.172	12.662	13.152	13.642	14.132	14.622	15.112	15.602	16.092	16.582	17.072	17.562	18.052	18.542	19.032	19.522	20.012	20.502	21.492	22									
	3.1	3.1 <td>3.341</td> <td>3.831</td> <td>4.321</td> <td>4.811</td> <td>5.301</td> <td>5.791</td> <td>6.281</td> <td>6.771</td> <td>7.261</td> <td>7.751</td> <td>8.241</td> <td>8.731</td> <td>9.221</td> <td>9.711</td> <td>10.201</td> <td>10.691</td> <td>11.181</td> <td>11.671</td> <td>12.161</td> <td>12.651</td> <td>13.141</td> <td>13.631</td> <td>14.121</td> <td>14.611</td> <td>15.101</td> <td>15.591</td> <td>16.081</td> <td>16.571</td> <td>17.061</td> <td>17.551</td> <td>18.041</td> <td>18.531</td> <td>19.021</td> <td>19.511</td> <td>20.501</td> <td>21.491</td> <td>22</td>	3.341	3.831	4.321	4.811	5.301	5.791	6.281	6.771	7.261	7.751	8.241	8.731	9.221	9.711	10.201	10.691	11.181	11.671	12.161	12.651	13.141	13.631	14.121	14.611	15.101	15.591	16.081	16.571	17.061	17.551	18.041	18.531	19.021	19.511	20.501	21.491	22										
	3	3	3.33	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12	12.3	12.6	12.9	13.2	13.5	13.8	14.1	14.4	14.7	15							
Improvável	2.9	2.9 <td>3.19</td> <td>3.48</td> <td>3.77</td> <td>4.06</td> <td>4.35</td> <td>4.64</td> <td>4.93</td> <td>5.22</td> <td>5.51</td> <td>5.8</td> <td>6.09</td> <td>6.38</td> <td>6.67</td> <td>6.96</td> <td>7.25</td> <td>7.54</td> <td>7.83</td> <td>8.12</td> <td>8.41</td> <td>8.7</td> <td>8.99</td> <td>9.28</td> <td>9.57</td> <td>9.86</td> <td>10.2</td> <td>10.4</td> <td>10.7</td> <td>11</td> <td>11.3</td> <td>11.6</td> <td>11.9</td> <td>12.2</td> <td>12.5</td> <td>12.8</td> <td>13.1</td> <td>13.4</td> <td>13.7</td> <td>14</td> <td>14.3</td> <td>14.6</td> <td>14.9</td> <td>15.2</td> <td>15.5</td>	3.19	3.48	3.77	4.06	4.35	4.64	4.93	5.22	5.51	5.8	6.09	6.38	6.67	6.96	7.25	7.54	7.83	8.12	8.41	8.7	8.99	9.28	9.57	9.86	10.2	10.4	10.7	11	11.3	11.6	11.9	12.2	12.5	12.8	13.1	13.4	13.7	14	14.3	14.6	14.9	15.2	15.5				
	2.8	2.8 <td>3.08</td> <td>3.36</td> <td>3.64</td> <td>3.92</td> <td>4.2</td> <td>4.48</td> <td>4.76</td> <td>5.04</td> <td>5.32</td> <td>5.6</td> <td>5.88</td> <td>6.16</td> <td>6.44</td> <td>6.72</td> <td>7</td> <td>7.28</td> <td>7.56</td> <td>7.84</td> <td>8.12</td> <td>8.4</td> <td>8.68</td> <td>8.96</td> <td>9.24</td> <td>9.52</td> <td>9.8</td> <td>10.1</td> <td>10.4</td> <td>10.6</td> <td>10.9</td> <td>11.1</td> <td>11.5</td> <td>11.8</td> <td>12.2</td> <td>12.5</td> <td>12.8</td> <td>13.1</td> <td>13.4</td> <td>13.7</td> <td>14</td> <td>14.3</td> <td>14.6</td> <td>14.9</td> <td>15.2</td>	3.08	3.36	3.64	3.92	4.2	4.48	4.76	5.04	5.32	5.6	5.88	6.16	6.44	6.72	7	7.28	7.56	7.84	8.12	8.4	8.68	8.96	9.24	9.52	9.8	10.1	10.4	10.6	10.9	11.1	11.5	11.8	12.2	12.5	12.8	13.1	13.4	13.7	14	14.3	14.6	14.9	15.2				
	2.7	2.7	2.97	3.24	3.51	3.78	4.05	4.32	4.59	4.86	5.13	5.4	5.67	5.94	6.21	6.48	6.75	7.02	7.29	7.56	7.83	8.1	8.37	8.64	8.91	9.18	9.45	9.72	9.99	10.3	10.5	11	11.1	11.3	11.6	11.9	12.2	12.4	12.7	13	13.2	13.5	13.8	14.1					
	2.6	2.6 <td>2.86</td> <td>3.12</td> <td>3.38</td> <td>3.64</td> <td>3.9</td> <td>4.16</td> <td>4.42</td> <td>4.68</td> <td>4.94</td> <td>5.2</td> <td>5.46</td> <td>5.72</td> <td>5.98</td> <td>6.24</td> <td>6.5</td> <td>6.76</td> <td>7.02</td> <td>7.28</td> <td>7.54</td> <td>7.8</td> <td>8.06</td> <td>8.32</td> <td>8.58</td> <td>8.84</td> <td>9.1</td> <td>9.36</td> <td>9.62</td> <td>9.88</td> <td>10.1</td> <td>10.7</td> <td>10.9</td> <td>11.2</td> <td>11.4</td> <td>11.7</td> <td>12</td> <td>12.2</td> <td>12.5</td> <td>12.7</td> <td>13</td> <td>13.2</td> <td>13.5</td> <td>13.8</td>	2.86	3.12	3.38	3.64	3.9	4.16	4.42	4.68	4.94	5.2	5.46	5.72	5.98	6.24	6.5	6.76	7.02	7.28	7.54	7.8	8.06	8.32	8.58	8.84	9.1	9.36	9.62	9.88	10.1	10.7	10.9	11.2	11.4	11.7	12	12.2	12.5	12.7	13	13.2	13.5	13.8					
	2.5	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5	4.75	5	5.25	5.5	5.75	6	6.25	6.5	6.75	7	7.25	7.5	7.75	8	8.25	8.5	8.75	9	9.25	9.5	9.75	10	10.3	10.5	10.8	11	11.3	11.6	11.9	12	12.3	12.6	12.9	13.2					
	2.4	2.4	2.64	2.88	3.12	3.36	3.6	3.84	4.08	4.32	4.56	4.8	5.04	5.28	5.52	5.76	6	6.24	6.48	6.72	6.96	7.2	7.44	7.68	7.92	8.16	8.4	8.64	8.88	9.12	9.36	9.6	9.84	10.1	10.3	10.6	10.8	11	11.3	11.5	11.8	12	12.3	12.5	12.8				
	2.3	2.3	2.53	2.76	2.99	3.22	3.45	3.68	3.91	4.14	4.37	4.6	4.83	5.06	5.29	5.52	5.75	5.98	6.21	6.44	6.67	6.9	7.13	7.36	7.59	7.82	8.05	8.28	8.51	8.74	8.97	9.2	9.43	9.66	9.89	10.1	10.4	10.6	10.8	11	11.3	11.5	11.8						
	2.2	2.2	2.42	2.64	2.86	3.08	3.3	3.52	3.74	3.96	4.18	4.4	4.62	4.84	5.06	5.28	5.5	5.72	5.94	6.16	6.38	6.6	6.82	7.04	7.26	7.48	7.7	7.92	8.14	8.36	8.58	8.8	9.02	9.24	9.46	9.68	9.9	10.1	10.3	10.6	10.8	11	11.3	11.5					
	2.1	2.1	2.31	2.52	2.73	2.94	3.15	3.36	3.57	3.78	3.99	4.2	4.41	4.62	4.83	5.04	5.25	5.46	5.67	5.88	6.09	6.3	6.51	6.72	6.93	7.14	7.35	7.56	7.77	7.98	8.19	8.4	8.61	8.82	9.03	9.24	9.45	9.66	9.87	10.1	10.3	11	11.3						
	2	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4	3.6	3.8	4	4.2	4.4	4.6	4.8	5	5.2	5.4	5.6	5.8	6	6.2	6.4	6.6	6.8	7	7.2	7.4	7.6	7.8	8	8.2	8.4	8.6	8.8	9	9.2	9.4	9.6	9.8	10	10.2	10.4					
	1.9	1.9 <td>2.09</td> <td>2.28</td> <td>2.47</td> <td>2.66</td> <td>2.85</td> <td>3.04</td> <td>3.23</td> <td>3.42</td> <td>3.61</td> <td>3.8</td> <td>3.99</td> <td>4.18</td> <td>4.37</td> <td>4.56</td> <td>4.75</td> <td>4.94</td> <td>5.13</td> <td>5.32</td> <td>5.51</td> <td>5.7</td> <td>5.89</td> <td>6.08</td> <td>6.27</td> <td>6.46</td> <td>6.65</td> <td>6.84</td> <td>7.03</td> <td>7.22</td> <td>7.41</td> <td>7.6</td> <td>7.79</td> <td>7.98</td> <td>8.17</td> <td>8.36</td> <td>8.55</td> <td>8.74</td> <td>8.93</td> <td>9.12</td> <td>9.31</td> <td>9.5</td> <td>9.69</td> <td>9.88</td> <td>10.</td>	2.09	2.28	2.47	2.66	2.85	3.04	3.23	3.42	3.61	3.8	3.99	4.18	4.37	4.56	4.75	4.94	5.13	5.32	5.51	5.7	5.89	6.08	6.27	6.46	6.65	6.84	7.03	7.22	7.41	7.6	7.79	7.98	8.17	8.36	8.55	8.74	8.93	9.12	9.31	9.5	9.69	9.88	10.				



		Índice de Criticidade																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Muito Baixo										Baixo										Moderado										Alto										Muito Alto																																																																																																																																																																																																																																					
		1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5																																																																																																																																																																																																																																					
Índice de Condição	Muito Provável	4.9	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22	22.5	23	23.5	24	24.5	25																																																																																																																																																																																																																																				
		4.8	4.9	5.39	5.88	6.37	6.86	7.35	7.84	8.33	8.82	9.31	9.8	10.3	10.8	11.3	11.8	12.3	12.7	13.2	13.7	14.2	14.7	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.6	18.1	18.6	19.1	20	20.1	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23	23.5	24	25																																																																																																																																																																																																																																				
		4.7	4.7	5.17	5.64	6.11	6.58	7.05	7.52	7.99	8.46	8.93	9.4	9.87	10.3	10.8	11.3	11.8	12.2	12.7	13.2	13.6	14	14.6	15	15.5	16	16.5	16.9	17.4	17.9	18.3	19	19.7	20.2	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23	23.5	24	25																																																																																																																																																																																																																																			
		4.6	4.6	5.06	5.52	5.98	6.44	6.9	7.36	7.82	8.28	8.74	9.2	9.66	10.1	10.6	11	11.5	12	12.4	12.9	13.3	14	14.3	14.7	15.2	15.6	16.1	16.6	17	17.5	17.9	18.9	19.3	19.8	20.2	20.7	21.2	21.6	22.1	22.5	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																			
		4.5	4.5	4.95	5.4	5.85	6.3	6.75	7.2	7.65	8.1	8.55	9	9.45	9.9	10.4	10.8	11.3	11.7	12.2	12.6	13.1	14	14.4	14.9	15.3	15.8	16.2	16.7	17.1	17.6	18.5	18.9	19.4	19.8	20.3	20.7	21.2	21.6	22.1	22.5	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																			
	Provável	4.4	4.4	4.84	5.28	5.72	6.16	6.6	7.04	7.48	7.92	8.36	8.8	9.24	9.68	10.1	10.6	11	11.4	11.9	12.3	12.8	13	13.6	14.1	14.5	15	15.4	15.8	16.3	16.7	17.2	18	18	18.5	18.9	19.4	19.8	20.2	20.7	21.1	21.6	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																	
		4.3	4.3	4.73	5.16	5.59	6.02	6.45	6.88	7.31	7.74	8.17	8.6	9.03	9.46	9.89	10.3	10.8	11.2	11.6	12	12.5	13	13.3	13.8	14.2	14.6	15.1	15.5	15.9	16.3	16.8	17	17.6	18.1	18.5	18.9	19.4	19.8	20.2	20.6	21.1	21.6	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																
		4.2	4.2	4.62	5.04	5.46	5.88	6.3	6.72	7.14	7.56	7.98	8.4	8.82	9.24	9.66	10.1	10.5	10.9	11.3	11.8	12.2	13	13	13.4	13.9	14.3	14.7	15.1	15.5	16	16.4	17	17.2	17.6	18.1	18.5	18.9	19.3	19.7	20.2	20.6	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																
		4.1	4.1	4.51	4.92	5.33	5.74	6.15	6.56	6.97	7.38	7.79	8.2	8.61	9.02	9.43	9.84	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12	12.7	13.1	13.5	13.9	14.4	14.8	15.2	15.6	16	16.8	17.2	17.6	18	18.5	18.9	19.3	19.7	20.1	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																	
		4	4	4.4	4.8	5.2	5.6	6	6.4	6.8	7.2	7.6	8	8.4	8.8	9.2	9.6	10	10.4	10.8	11.2	11.6	12	12.4	12.8	13.2	13.6	14	14.4	14.8	15.2	15.6	16	16.4	16.8	17.2	17.6	18	18.4	18.8	19.2	19.6	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																															
	Ocasional	3.9	3.9	4.29	4.68	5.07	5.46	5.85	6.24	6.63	7.02	7.41	7.8	8.19	8.58	8.97	9.36	9.75	10.1	10.5	10.9	11.3	12	12.1	12.5	12.9	13.3	13.7	14	14.4	14.8	15.2	16	16	16.4	16.8	17.2	17.6	17.9	18.3	18.7	19.1	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																															
		3.8	3.8	4.18	4.56	4.94	5.32	5.7	6.08	6.46	6.84	7.22	7.6	7.98	8.36	8.74	9.12	9.5	9.88	10.3	10.6	11	11	11.8	12.2	12.5	12.9	13.3	13.7	14.1	14.4	14.8	15	15.6	16	16.3	16.7	17.1	17.5	17.9	18.2	18.6	19	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																														
		3.7	3.7	4.07	4.44	4.81	5.18	5.55	5.92	6.29	6.66	7.03	7.4	7.77	8.14	8.51	8.88	9.25	9.62	9.99	10.4	10.7	11	11.5	11.8	12.2	12.6	13	13.3	13.7	14.1	14.4	15	15.2	15.5	15.9	16.3	16.7	17	17.4	17.8	18.1	18.5	18.9	19.3	19.7	20.1	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																											
		3.6	3.6	3.96	4.32	4.68	5.04	5.4	5.76	6.12	6.48	6.84	7.2	7.56	7.92	8.28	8.64	9	9.36	9.72	10.1	10.4	11	11.2	11.5	11.9	12.2	12.6	13	13.3	13.7	14	14.8	15.1	15.5	15.8	16.2	16.6	16.9	17.3	17.6	18	18.3	18.7	19.1	19.5	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																											
		3.5	3.5	3.85	4.2	4.55	4.9	5.25	5.6	5.95	6.3	6.65	7	7.35	7.7	8.05	8.4	8.75	9.1	9.45	9.8	10.2	11	10.9	11.2	11.6	11.9	12.3	12.6	13	13.3	13.7	14	14.4	14.7	15.1	15.4	15.8	16.1	16.5	16.8	17.2	17.6	18	18.3	18.7	19.1	19.5	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																									
	Remota	3.4	3.4	3.74	4.08	4.42	4.76	5.1	5.44	5.78	6.12	6.46	6.8	7.14	7.48	7.82	8.16	8.5	8.84	9.18	9.52	9.86	10	10.5	10.9	11.2	11.6	11.9	12.2	12.6	12.9	13.4	13.9	14.3	14.6	15	15.3	15.6	16	16.3	16.7	17	17.3	17.7	18.1	18.5	18.9	19.3	19.7	20.1	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																								
		3.3	3.3	3.63	3.96	4.29	4.62	4.95	5.28	5.61	5.94	6.27	6.6	6.93	7.26	7.59	7.92	8.25	8.58	8.91	9.24	9.57	9.9	10.2	10.6	10.9	11.2	11.6	11.9	12.2	12.5	12.9	13	13.5	13.9	14.2	14.5	14.9	15.2	15.5	15.8	16.2	16.5	16.9	17.3	17.7	18.1	18.5	18.9	19.3	19.7	20.1	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																						
		3.2	3.2	3.52	3.84	4.16	4.48	4.8	5.12	5.44	5.76	6.08	6.4	6.72	7.04	7.36	7.68	8	8.32	8.64	8.96	9.28	9.6	9.92	10.2	10.6	10.9	11.2	11.5	11.8	12.2	12.5	13	13.1	13.4	13.8	14.1	14.4	14.7	15	15.4	15.7	16	16.3	16.7	17.1	17.5	17.9	18.3	18.7	19.1	19.5	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																					
		3.1	3.1	3.41	3.72	4.03	4.34	4.65	4.96	5.27	5.58	5.89	6.2	6.51	6.82	7.13	7.44	7.75	8.06	8.37	8.68	8.99	9.3	9.61	9.92	10.2	10.5	10.9	11.2	11.5	11.8	12.2	12.5	13	13.1	13.4	13.8	14.1	14.4	14.7	15	15.4	15.7	16	16.3	16.7	17.1	17.5	17.9	18.3	18.7	19.1	19.5	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																				
		3	3	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	12	12.3	12.6	12.9	13.2	13.5	13.8	14.1	14.4	14.7	15	15.3	15.6	16	16.3	16.7	17	17.3	17.7	18.1	18.5	18.9	19.3	19.7	20.1	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																	
	Improvisável	2.9	2.9	3.19	3.48	3.77	4.06	4.35	4.64	4.93	5.22	5.51	5.8	6.09	6.38	6.67	6.96	7.25	7.54	7.83	8.12	8.41	8.7	8.99	9.28	9.57	9.86	10.2	10.4	10.7	11	11.3	11.6	11.9	12.2	12.5	12.8	13.1	13.3	13.6	13.9	14.2	14.5	14.8	15.1	15.4	15.7	16	16.3	16.6	16.9	17.2	17.5	17.8	18.1	18.4	18.7	19	19.3	19.6	19.9	20.2	20.5	20.8	21.1	21.4	21.7	22	22.3	22.6	22.9	23.2	23.5	23.8	24.1	24.4	24.7	25	25.3	25.6	25.9	26.2	26.5	26.8	27.1	27.4	27.7	28	28.3	28.6	28.9	29.2	29.5	29.8	30.1	30.4	30.7	31	31.3	31.6	31.9	32.2	32.5	32.8	33.1	33.4	33.7	34	34.3	34.6	34.9	35.2	35.5	35.8	36.1	36.4	36.7	37	37.3	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8	39.1	39.4	39.7	40	40.3	40.6	40.9	41.2	41.5	41.8	42.1	42.4	42.7	43	43.3	43.6	43.9	44.2	44.5	44.8	45.1	45.4	45.7	46	46.3	46.6	46.9	47.2	47.5	47.8	48.1	48.4	48.7	49	49.3	49.6	49.9	50.2	50.5	50.8	51.1	51.4	51.7	52	52.3	52.6	52.9	53.2	53.5	53.8	54.1	54.4	54.7	55	55.3	55.6	55.9	56.2	56.5	56.8	57.1	57.4	57.7	58	58.3	58.6	58.9	59.2	59.5	59.8	60.1	60.4	60.7	61	61.3	61.6	61.9	62.2	62.5	62.8	63.1	63.4	63.7	64	64.3	64.6	64.9	65.2	65.5	65.8	66.1	66.4	66.7	67	67.3	67.6	67.9	68.2	68.5	68.8	69.1	69.4	69.7	70	70.3	70.6	70.9	71.2	71.5	71.8	72.1	72.4	72.7	73	73.3	73.6	73.9	74.2	74.5	74.8	75.1	75.4	75.7	76	76.3	76.6	76.9	77.2	77.5	77.8	78.1	78.4	78.7	79	79.3	79.6	79.9	80.2	80.5	80.8	81.1	81.4	81.7	82	82.3	82.6	82.9

Anexo 7 – Tabela associativa de ID de OC a um IC_O, IC_R e NR

ID de OC	Índice de Condição		Índice de Criticidade		Nível de Risco	
	Quantitativo	Qualitativo	Quantitativo	Qualitativo	Quantitativo	Qualitativo
2	1,775	Remota	2,7825	Moderado	4,9389375	Baixo a Moderado
4	1,5275	Remota	3,21	Moderado	4,903275	Baixo a Moderado
6	1,8775	Remota	3,26	Moderado	6,12065	Baixo a Moderado
10	1,775	Remota	3,21	Moderado	5,69775	Baixo a Moderado
12	1,675	Remota	3,26	Moderado	5,4605	Baixo a Moderado
13	2,2225	Remota	3,46	Alto	7,68985	Moderado
14	2,0225	Remota	2,7825	Moderado	5,62760625	Baixo a Moderado
17	1,775	Remota	2,8825	Moderado	5,1164375	Baixo a Moderado
28	1,6175	Remota	5	Muito alto	8,2088125	Moderado
29	2	Remota	4,875	Muito alto	9,75	Moderado
30	1,5275	Remota	4,11	Alto	6,278025	Baixo a Moderado
31	1,69	Remota	4,1825	Alto	7,068425	Moderado
32	1,775	Remota	4,375	Muito alto	7,765625	Moderado
33	1,6325	Remota	5	Muito alto	8,2849375	Moderado
34	1,2725	Improvável	4,06	Alto	5,16635	Baixo a Moderado
36	1,9325	Remota	3,205	Moderado	6,1936625	Baixo a Moderado
38	1,2725	Improvável	3,105	Moderado	3,9511125	Baixo
39	1,9075	Remota	4,21	Muito alto	8,030575	Moderado
49	4,025	Provável	3,71	Alto	14,93275	Elevado
50	1,9625	Remota	3,61	Alto	7,084625	Moderado
51	1,78	Remota	3,2325	Moderado	5,75385	Baixo a Moderado
52	1,615	Remota	4,525	Muito alto	7,307875	Moderado
54	1,5275	Remota	3,76	Alto	5,7434	Baixo a Moderado
64	1,9025	Remota	1,775	Baixo	3,3769375	Baixo
67	2,0225	Remota	3,21	Moderado	6,492225	Baixo a Moderado
99	1,9025	Remota	3,51	Alto	6,677775	Baixo a Moderado
100	1,025	Improvável	3,11	Moderado	3,18775	Baixo
107	1,2725	Improvável	3,31	Moderado	4,211975	Baixo
115	1,775	Remota	2,705	Moderado	4,801375	Baixo a Moderado
117	4,075	Provável	3,3325	Moderado	13,5799375	Elevado
141	3,275	Ocasional	3,31	Moderado	10,84025	Elevado
147	2,11	Remota	5	Muito alto	11,55225	Moderado
148	1,8575	Remota	4,7325	Muito alto	8,79061875	Moderado
149	1,775	Remota	4,61	Muito alto	8,36025	Moderado
150	1,775	Remota	4,41	Muito alto	7,82775	Moderado

152	1,775	Remota	2,8225	Moderado	5,0099375	Baixo a Moderado
154	1,775	Remota	2,7225	Moderado	4,8324375	Baixo a Moderado
155	1,87	Remota	3,6775	Alto	6,876925	Moderado
157	1,775	Remota	2,7225	Moderado	4,8324375	Baixo a Moderado
159	1,775	Remota	2,9225	Moderado	5,1874375	Baixo a Moderado
160	1,775	Remota	3,8825	Alto	6,8914375	Moderado
162	1,775	Remota	2,9225	Moderado	5,1874375	Baixo a Moderado
163	1,775	Remota	2,8225	Moderado	5,0099375	Baixo a Moderado
164	1,5275	Remota	4,01	Alto	6,125275	Baixo a Moderado
165	1,7	Remota	5	Muito alto	8,95475	Moderado
176	1,9975	Remota	4,56	Muito alto	9,1086	Moderado
177	1,825	Remota	5	Muito alto	9,7455	Moderado
182	1,5875	Remota	4,31	Muito alto	6,842125	Baixo a Moderado
188	1,9625	Remota	2,7325	Moderado	5,36253125	Baixo a Moderado
191	1,3775	Improvável	2,505	Moderado	3,4506375	Baixo
195	3,325	Ocasional	3,11	Moderado	10,34075	Elevado
206	3,3875	Ocasional	3,16	Moderado	10,7045	Elevado
208	1,8025	Remota	3,36	Moderado	6,0564	Baixo a Moderado
209	2,35	Remota	3,36	Moderado	7,896	Moderado
214	1,6475	Remota	3,505	Alto	5,7744875	Baixo a Moderado
215	1,2725	Improvável	4,56	Muito alto	5,8026	Baixo a Moderado
217	2,525	Ocasional	3,705	Alto	9,355125	Moderado
218	1,8875	Remota	4,2325	Muito alto	7,98884375	Moderado
228	1,9775	Remota	3,705	Alto	7,3266375	Moderado
229	2,2	Remota	4,36	Muito alto	9,592	Moderado
230	2,0725	Remota	4,56	Muito alto	9,4506	Moderado
231	1,8875	Remota	4,46	Muito alto	8,41825	Moderado
232	1,99	Remota	4,16	Alto	8,2784	Moderado
233	2,0725	Remota	5	Muito alto	10,65265	Moderado
234	2,1775	Remota	4,26	Muito alto	9,27615	Moderado
235	1,825	Remota	4,31	Muito alto	7,86575	Moderado
236	1,5275	Remota	4,41	Muito alto	6,736275	Baixo a Moderado
237	1,64	Remota	4,31	Muito alto	7,0684	Baixo a Moderado
246	1,625	Remota	4,66	Muito alto	7,5725	Moderado
250	1,9525	Remota	4,7175	Muito alto	9,21091875	Moderado
251	1,825	Remota	5	Muito alto	9,563	Moderado
252	2,0225	Remota	5	Muito alto	11,0731875	Moderado
257	1,7675	Remota	5	Muito alto	9,3235625	Moderado
259	1,775	Remota	2,7225	Moderado	4,8324375	Baixo a Moderado
260	1,775	Remota	2,8225	Moderado	5,0099375	Baixo a Moderado
261	1,835	Remota	2,8	Moderado	5,138	Baixo a Moderado

262	2,0675	Remota	2,8225	Moderado	5,83551875	Baixo a Moderado
263	1,5275	Remota	2,7225	Moderado	4,15861875	Baixo a Moderado
264	1,775	Remota	2,7	Moderado	4,7925	Baixo a Moderado
265	1,775	Remota	2,7225	Moderado	4,8324375	Baixo a Moderado
266	1,775	Remota	2,8225	Moderado	5,0099375	Baixo a Moderado
267	1,885	Remota	5	Muito alto	10,0659	Moderado
50000	1,048809524	Improvável	2,9	Moderado	3,041547619	Baixo
50001	1,036904762	Improvável	2,765	Moderado	2,867041667	Baixo
50002	1,036904762	Improvável	2,615	Moderado	2,711505952	Baixo
50003	1,025	Improvável	2,615	Moderado	2,680375	Baixo
50004	1,048809524	Improvável	1,95	Baixo	2,045178571	Baixo
50005	1,072619048	Improvável	1,8	Baixo	1,930714286	Baixo
50006	1,036904762	Improvável	2,465	Moderado	2,555970238	Baixo
50007	1,048809524	Improvável	2,465	Moderado	2,585315476	Baixo
50008	1,025	Improvável	2,615	Moderado	2,680375	Baixo
50016	1,036904762	Improvável	2,1325	Baixo	2,211199405	Baixo
50017	1,072619048	Improvável	2,2825	Baixo	2,448252976	Baixo
50019	1,072619048	Improvável	2,615	Moderado	2,80489881	Baixo
50021	1,048809524	Improvável	1,95	Baixo	2,045178571	Baixo
50022	1,036904762	Improvável	2,465	Moderado	2,555970238	Baixo
50023	1,025	Improvável	2,9475	Moderado	3,0211875	Baixo
50024	1,048809524	Improvável	3,58	Alto	3,754738095	Baixo a Moderado
50025	1,08452381	Improvável	2,615	Moderado	2,836029762	Baixo
50026	1,025	Improvável	2,9475	Moderado	3,0211875	Baixo
50027	1,048809524	Improvável	2,9475	Moderado	3,091366071	Baixo
50028	1,048809524	Improvável	3,71	Alto	3,891083333	Baixo a Moderado
50029	1,036904762	Improvável	2,655	Moderado	2,752982143	Baixo
50030	1,072619048	Improvável	3,0825	Moderado	3,306348214	Baixo
50031	1,080059524	Improvável	3,1825	Moderado	3,437289435	Baixo
50034	1,048809524	Improvável	2,655	Moderado	2,784589286	Baixo
50035	4,025	Provável	2,855	Moderado	11,491375	Elevado
50036	1,048809524	Improvável	3,71	Alto	3,891083333	Baixo a Moderado
50037	1,036904762	Improvável	2,655	Moderado	2,752982143	Baixo
50051	1,036904762	Improvável	3,775	Alto	3,914315476	Baixo a Moderado
50052	1,025	Improvável	3,2825	Moderado	3,3645625	Baixo
50053	1,036904762	Improvável	3,1	Moderado	3,214404762	Baixo
50054	1,036904762	Improvável	1,95	Baixo	2,021964286	Baixo
50056	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50058	1,036904762	Improvável	2,2275	Baixo	2,309705357	Baixo
50059	1,048809524	Improvável	3,3325	Moderado	3,495157738	Baixo
50061	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo

50065	1,048809524	Improvável	1,8	Baixo	1,887857143	Baixo
50066	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
50067	1,036904762	Improvável	3,1825	Moderado	3,299949405	Baixo
50071	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
50073	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
50077	1,108333333	Improvável	2,805	Moderado	3,108875	Baixo
50079	1,025	Improvável	1,95	Baixo	1,99875	Baixo
50080	1,048809524	Improvável	2,655	Moderado	2,784589286	Baixo
50082	1,025	Improvável	3,61	Alto	3,70025	Baixo a Moderado
50089	1,072619048	Improvável	3,1825	Moderado	3,413610119	Baixo
50095	1,048809524	Improvável	3,1825	Moderado	3,33783631	Baixo
50101	1,080059524	Improvável	2,655	Moderado	2,867558036	Baixo
50102	1,05625	Improvável	3,1825	Moderado	3,361515625	Baixo
50103	1,068154762	Improvável	2,655	Moderado	2,835950893	Baixo
50104	1,068154762	Improvável	3,1825	Moderado	3,39940253	Baixo
50116	1,060714286	Improvável	2,2775	Baixo	2,415776786	Baixo
50120	1,049404762	Improvável	2,2775	Baixo	2,390019345	Baixo
50141	1,025	Improvável	3,3325	Moderado	3,4158125	Baixo
50146	1,036904762	Improvável	3,1825	Moderado	3,299949405	Baixo
50153	1,025	Improvável	3,2825	Moderado	3,3645625	Baixo
50155	1,036904762	Improvável	2,3275	Baixo	2,413395833	Baixo
50156	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
50160	1,036904762	Improvável	2,655	Moderado	2,752982143	Baixo
50163	1,036904762	Improvável	2,755	Moderado	2,856672619	Baixo
50166	1,05625	Improvável	3,0825	Moderado	3,255890625	Baixo
50180	1,068154762	Improvável	3,1825	Moderado	3,39940253	Baixo
50182	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
50183	1,05625	Improvável	3,2825	Moderado	3,467140625	Baixo
50188	1,05625	Improvável	3,1825	Moderado	3,361515625	Baixo
50190	1,048809524	Improvável	2,755	Moderado	2,889470238	Baixo
50191	1,048809524	Improvável	2,755	Moderado	2,889470238	Baixo
50192	1,036904762	Improvável	3,0825	Moderado	3,196258929	Baixo
50193	1,05625	Improvável	3,2825	Moderado	3,467140625	Baixo
50195	1,048809524	Improvável	3,1825	Moderado	3,33783631	Baixo
50198	1,025	Improvável	2,755	Moderado	2,823875	Baixo
50203	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
50206	1,036904762	Improvável	2,2275	Baixo	2,309705357	Baixo
50208	1,036904762	Improvável	3,1825	Moderado	3,299949405	Baixo
50209	1,060714286	Improvável	2,755	Moderado	2,922267857	Baixo
50210	1,036904762	Improvável	2,2825	Baixo	2,366735119	Baixo
50211	1,048809524	Improvável	2,655	Moderado	2,784589286	Baixo

50213	1,036904762	Improvável	3,3825	Moderado	3,507330357	Baixo
50214	1,025	Improvável	2,2275	Baixo	2,2831875	Baixo
50215	1,025	Improvável	2,755	Moderado	2,823875	Baixo
50216	1,025	Improvável	2,805	Moderado	2,875125	Baixo
50217	1,08452381	Improvável	2,755	Moderado	2,987863095	Baixo
50218	1,025	Improvável	2,755	Moderado	2,823875	Baixo
50267	1,025	Improvável	1,9	Baixo	1,9475	Baixo
50268	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50269	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50271	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50272	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50273	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50274	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50282	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
50284	1,025	Improvável	1,8	Baixo	1,845	Baixo
51147	1,05625	Improvável	3,8175	Alto	4,032234375	Baixo a Moderado
51148	1,036904762	Improvável	3,1825	Moderado	3,299949405	Baixo
51149	1,091964286	Improvável	2,755	Moderado	3,008361607	Baixo
51150	1,080059524	Improvável	2,655	Moderado	2,867558036	Baixo
51151	1,103869048	Improvável	3,2825	Moderado	3,623450149	Baixo
51152	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
51153	1,068154762	Improvável	2,655	Moderado	2,835950893	Baixo
51154	1,111309524	Improvável	2,755	Moderado	3,061657738	Baixo
51155	1,060714286	Improvável	2,4725	Moderado	2,622616071	Baixo
51163	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
51164	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
51165	1,048809524	Improvável	2,755	Moderado	2,889470238	Baixo
51166	1,036904762	Improvável	2,655	Moderado	2,752982143	Baixo
51171	1,036904762	Improvável	2,655	Moderado	2,752982143	Baixo
51172	1,025	Improvável	3,205	Moderado	3,285125	Baixo
51173	1,05625	Improvável	3,2825	Moderado	3,467140625	Baixo
51174	1,025	Improvável	2,655	Moderado	2,721375	Baixo
51175	1,068154762	Improvável	3,3825	Moderado	3,613033482	Baixo
51333	1,036904762	Improvável	3,3325	Moderado	3,455485119	Baixo
51334	1,025	Improvável	3,4325	Alto	3,5183125	Baixo
51335	1,036904762	Improvável	3,2325	Moderado	3,351794643	Baixo
51338	1,025	Improvável	3,71	Alto	3,80275	Baixo a Moderado

Anexo 8 – Tabela com ID das 195 OC e respectivas características dos fatores analisados

ID OC	Solução Estrutural 1	Solução Estrutural 2	Comprimento (m)	Altura máx. (m)	Presença de monitorização	Posição da OC	Custo de reparação (€)
2	Muro de Gabiões		32,99	3,81	Não	Protege a via	15.586,64
4	Muro de Gabiões		43,90	2,42	Não	Protege a via	13.278,54
6	Muro de Alvenaria		54,82	4,70	Não	Suporta a via	17.474,19
10	Muro de Gabiões		46,46	4,25	Não	Protege a via	16.405,83
12	Muro de Alvenaria		74,71	4,00	Não	Suporta a via	25.680,19
13	Muro de Alvenaria		113,82	7,50	Não	Suporta a via	71.139,38
14	Muro de Alvenaria		41,56	4,30	Não	Protege a via	16.364,25
17	Muro de Gabiões		135,58	4,28	Não	Protege a via	46.605,63
28	Parede Ancorada		240,18	22,30	Sim	Protege a via	1.383.436,80
29	Parede Ancorada		60,07	5,30	Sim	Protege a via	75.688,20
30	Muro de Gabiões		154,85	2,89	Não	Protege a via	34.744,47
31	Muro de Gabiões		61,84	4,40	Sim	Suporta a via	31.306,50
32	Parede Ancorada		56,64	7,17	Não	Protege a via	115.588,08
33	Parede Ancorada		229,29	25,10	Sim	Protege a via	1.364.562,11
34	Muro de Gabiões		185,07	2,20	Não	Suporta a via	26.603,81
36	Elementos Pré-fabricados		56,92	2,00	Não	Suporta a via	19.922,00
38	Muro de Gabiões		43,39	2,60	Não	Suporta a via	7.864,44

39	Muro de Betão Armado		139,79	7,70	Não	Protege a via	105.803,56
49	Muro de Alvenaria		235,41	2,20	Não	Protege a via	51.495,94
50	Muro de Alvenaria		42,25	2,00	Não	Protege a via	10.562,50
51	Muro de Alvenaria		34,10	2,70	Não	Suporta a via	10.016,88
52	Muro Ancorado		72,95	6,50	Sim	Suporta a via	155.930,63
54	Muro de Gabiões		81,54	3,20	Não	Suporta a via	31.596,75
64	Parede Ancorada		74,17	0,95	Sim	Protege a via	24.197,96
67	Muro de Gabiões		54,93	2,40	Não	Protege a via	14.762,44
99	Muro de Gabiões		22,70	2,70	Não	Protege a via	4.894,69
100	Muro de Gabiões		20,07	4,80	Não	Protege a via	9.595,97
107	Muro de Gabiões		61,41	8,00	Não	Protege a via	34.543,13
115	Muro de Gabiões		9,25	3,00	Não	Suporta a via	3.468,75
117	Muro de Alvenaria		149,53	2,00	Não	Suporta a via	37.382,50
141	Muro de Alvenaria		119,27	2,50	Não	Protege a via	35.035,56
147	Muro Ancorado		185,45	10,42	Sim	Protege a via	482.772,71
148	Muro de Gabiões		342,93	9,00	Sim	Protege a via	257.197,50
149	Muro de Gabiões		356,84	4,35	Não	Protege a via	160.131,95
150	Muro de Betão Armado		49,14	3,00	Não	Protege a via	19.993,84
152	Muro de Gabiões		104,09	3,00	Sim	Protege a via	39.033,75
154	Muro de Gabiões		37,26	3,00	Sim	Protege a via	13.972,50
155	Muro de Betão Armado		85,17	4,08	Sim	Protege a via	37.038,30
157	Muro de Gabiões		69,25	3,00	Sim	Protege a via	25.968,75

159	Muro de Gabiões		299,86	4,00	Sim	Protege a via	93.706,25
160	Muro de Gabiões		15,68	1,82	Não	Protege a via	3.547,60
162	Muro de Gabiões		253,04	3,00	Sim	Protege a via	79.075,00
163	Muro de Gabiões		195,57	4,00	Sim	Protege a via	61.115,63
164	Muro de Betão Armado		55,15	2,50	Não	Protege a via	12.546,63
165	Elementos modulares rígidos		126,00	5,50	Sim	Suporta a via	178.605,00
176	Muro de Betão Armado		86,57	4,25	Não	Suporta a via	36.738,14
177	Elementos modulares rígidos		337,49	5,50	Não	Suporta a via	569.514,38
182	Muro de Gabiões		39,98	2,85	Não	Protege a via	9.995,00
188	Muro de Alvenaria		13,79	2,70	Não	Suporta a via	3.878,44
191	Muro de Alvenaria		200,55	3,00	Não	Suporta a via	56.405,25
195	Muro de Alvenaria		16,31	1,90	Não	Protege a via	2.548,59
206	Muro de Gabiões		34,58	2,00	Não	Suporta a via	6.484,31
208	Muro de Alvenaria		77,77	6,30	Não	Suporta a via	59.787,23
209	Muro de Alvenaria		91,72	6,50	Não	Suporta a via	41.273,55
214	Muro de Gabiões		20,27	3,50	Não	Suporta a via	6.335,63
215	Muro de Betão Armado		70,51	5,00	Não	Suporta a via	36.402,85
217	Muro de Betão Armado		106,68	4,50	Não	Suporta a via	42.004,46
218	Muro de Betão Armado		172,86	8,30	Não	Suporta a via	134.617,06
228	Muro de Betão Armado		62,01	5,00	Não	Suporta a via	30.927,99

229	Muro de Betão Armado		15,44	2,60	Não	Suporta a via	4.322,08
230	Muro de Betão Armado		84,80	5,50	Não	Suporta a via	54.537,64
231	Muro de Gabiões		57,47	3,00	Não	Suporta a via	12.930,30
232	Muro de Betão Armado		114,67	2,20	Não	Suporta a via	33.110,67
233	Elementos Modulares Rígidos		58,64	2,40	Não	Suporta a via	44.860,37
234	Muro de Betão Armado		252,50	6,00	Não	Suporta a via	165.700,50
235	Muro de Betão Armado		24,15	2,70	Não	Protege a via	5.916,75
236	Muro de Gabiões		46,01	5,75	Não	Protege a via	18.978,30
237	Muro de Gabiões		22,82	3,40	Não	Protege a via	5.562,86
246	Muro de Betão Armado		118,67	8,40	Não	Suporta a via	91.581,26
250	Elementos Modulares Rígidos		257,77	4,92	Não	Protege a via	314.350,52
251	Elementos Modulares Rígidos		122,98	5,06	Não	Suporta a via	145.824,72
252	Muro Ancorado		134,92	8,20	Sim	Protege a via	272.595,76
257	Muro Ancorado		103,96	9,85	Sim	Protege a via	244.891,99
259	Muro de Gabiões		68,67	3,00	Sim	Protege a via	25.752,00
260	Muro de Gabiões		117,23	3,00	Sim	Protege a via	43.960,13
261	Muro de Gabiões		71,18	4,00	Não	Protege a via	31.141,69
262	Muro de Betão Armado		91,40	4,50	Sim	Protege a via	51.186,24
263	Muro de Gabiões		28,66	3,00	Sim	Protege a via	10.746,75

264	Muro de Gabiões		40,39	3,00	Não	Protege a via	15.147,38
265	Muro de Gabiões		61,47	3,00	Sim	Protege a via	23.052,38
266	Muro de Gabiões		152,26	3,00	Sim	Protege a via	57.098,63
267	Elementos Modulares Rígidos		134,27	9,50	Não	Suporta a via	317.205,79
50000	Muro Pregado		3,61	4,87	Não	Protege a Via	3.241,79
50001	Barreira Dinâmica		68,10	3,51	Não	Protege a Via	31.102,39
50002	Barreira Dinâmica		96,36	3,42	Não	Protege a Via	24.716,34
50003	Barreira Dinâmica		46,47	3,68	Não	Protege a Via	18.087,67
50004	Barreira Dinâmica		32,14	3,73	Não	Protege a Via	12.027,65
50005	Barreira Estática		12,38	3,34	Não	Protege a Via	3.763,52
50006	Barreira Estática		21,74	3,15	Não	Protege a Via	4.434,96
50007	Barreira Estática		25,57	3,44	Não	Protege a Via	5.549,56
50008	Barreira Dinâmica		28,58	2,93	Não	Protege a Via	10.204,49
50016	Barreira Estática		59,66	3,09	Não	Protege a Via	9.218,09
50017	Barreira Estática		59,85	2,97	Não	Protege a Via	11.640,83
50019	Barreira Dinâmica		39,12	3,78	Não	Protege a Via	17.310,60
50021	Barreira Dinâmica		38,49	2,00	Não	Protege a Via	11.545,50
50022	Barreira Estática	Muro de Alvenaria	13,60	9,65	Não	Protege a Via	9.250,89
50023	Barreira Dinâmica	Muro de Alvenaria	61,31	4,79	Não	Protege a Via	28.831,97
50024	Barreira Estática	Muro de Alvenaria	117,06	11,50	Não	Protege a Via	86.788,32
50025	Barreira Estática	Muro de Betão Armado	33,41	2,98	Não	Protege a Via	12.702,82
50026	Barreira Dinâmica	Muro de Betão Armado	27,05	4,97	Não	Protege a Via	13.957,14
50027	Barreira Dinâmica	Muro de Betão Armado	23,16	6,56	Não	Protege a Via	22.471,98

50028	Muro de Alvenaria	Barreira Estática	67,20	10,24	Não	Protege a Via	61.384,46
50029	Muro de Betão Armado	Barreira Estática	9,47	3,50	Não	Protege a Via	4.557,92
50030	Muro de Alvenaria	Barreira Dinâmica	17,27	5,30	Não	Protege a Via	8.286,48
50031	Muro de Alvenaria	Barreira Estática	24,55	6,67	Não	Protege a Via	14.154,03
50034	Muro de Alvenaria	Barreira Dinâmica	19,55	4,29	Não	Protege a Via	8.897,24
50035	Muro de Alvenaria	Barreira Dinâmica	69,87	6,89	Não	Protege a Via	33.094,18
50036	Muro de Alvenaria	Barreira Dinâmica	23,17	10,76	Não	Protege a Via	33.398,13
50037	Muro de Alvenaria		26,30	3,03	Não	Protege a Via	8.811,17
50051	Parede Ancorada	Rede metálica de encaminhamento	34,87	2,78	Não	Protege a Via	30.515,59
50052	Muro de Alvenaria		33,08	17,83	Não	Protege a Via	43.040,15
50053	Parede Ancorada	Rede metálica de encaminhamento	46,70	1,51	Não	Protege a Via	21.434,84
50054	Parede Ancorada	Rede metálica de encaminhamento	10,08	1,00	Não	Protege a Via	3.945,54
50056	Muro de Alvenaria		10,86	1,84	Não	Protege a Via	1.900,68
50058	Muro de Alvenaria		5,26	2,42	Não	Protege a Via	1.420,47
50059	Muro de Alvenaria		61,31	9,78	Não	Suporta a Via	38.589,50
50061	Muro de Alvenaria		21,69	2,03	Não	Protege a Via	5.272,65
50065	Muro de Alvenaria		10,06	2,21	Não	Protege a Via	2.067,97
50066	Muro de Alvenaria		54,00	2,52	Não	Protege a Via	9.685,71
50067	Muro de Alvenaria		44,93	6,00	Não	Protege a Via	23.333,44
50071	Muro de Alvenaria		9,62	3,01	Não	Protege a Via	3.060,36
50073	Muro de Alvenaria		13,59	2,85	Não	Protege a Via	3.592,59

50077	Muro de Betão Armado		63,53	2,31	Não	Suporta a Via	16.731,42
50079	Muro de Alvenaria		87,22	2,69	Não	Suporta a Via	18.207,38
50080	Muro de Alvenaria		16,47	2,36	Não	Protege a Via	4.477,51
50082	Muro de Alvenaria		13,97	14,71	Não	Protege a Via	16.018,40
50089	Muro de Alvenaria		30,37	4,40	Não	Protege a Via	16.041,27
50095	Muro de Alvenaria		50,26	3,05	Não	Protege a Via	10.710,60
50101	Muro de Alvenaria		10,57	2,40	Não	Protege a Via	2.497,16
50102	Muro de Alvenaria		21,56	3,94	Não	Protege a Via	10.386,82
50103	Muro de Alvenaria		21,10	3,62	Não	Protege a Via	9.255,43
50104	Muro de Alvenaria		18,14	6,31	Não	Protege a Via	13.453,90
50116	Muro de Alvenaria		23,30	0,93	Não	Suporta a Via	1.689,32
50120	Muro de Alvenaria		18,77	1,31	Não	Suporta a Via	2.193,51
50141	Muro de Alvenaria		79,93	8,27	Não	Suporta a Via	43.460,31
50146	Muro de Alvenaria		106,78	3,11	Não	Protege a Via	22.624,22
50153	Muro de Alvenaria		68,01	7,22	Não	Protege a Via	32.004,85
50155	Muro de Alvenaria		41,78	2,09	Não	Protege a Via	10.679,50
50156	Muro de Alvenaria		6,44	2,10	Não	Protege a Via	1.687,52
50160	Muro de Alvenaria		31,98	2,17	Não	Protege a Via	8.194,36
50163	Muro de Alvenaria		59,84	3,54	Não	Protege a Via	15.110,36
50166	Muro de Alvenaria		19,54	2,70	Não	Protege a Via	4.836,89
50180	Muro de Alvenaria		34,29	6,64	Não	Protege a Via	23.232,83
50182	Muro de Alvenaria		16,36	3,17	Não	Protege a Via	4.428,51
50183	Muro de Alvenaria		44,09	7,32	Não	Protege a Via	30.117,62

50188	Muro de Alvenaria		48,79	6,63	Não	Protege a Via	25.188,35
50190	Muro de Alvenaria		35,50	2,79	Não	Protege a Via	11.360,96
50191	Muro de Alvenaria		41,28	3,09	Não	Protege a Via	14.988,35
50192	Muro de Alvenaria		20,53	3,46	Não	Protege a Via	8.699,16
50193	Muro de Alvenaria		82,10	3,79	Não	Protege a Via	36.687,10
50195	Muro de Alvenaria		22,40	5,81	Não	Protege a Via	11.370,03
50198	Muro de Alvenaria		62,72	1,99	Não	Protege a Via	11.917,18
50203	Muro de Alvenaria		6,64	1,85	Não	Protege a Via	1.506,22
50206	Muro de Alvenaria		34,86	1,15	Não	Protege a Via	3.594,83
50208	Muro de Alvenaria		71,12	4,98	Não	Protege a Via	28.892,50
50209	Muro de Alvenaria		67,26	3,78	Não	Protege a Via	21.986,92
50210	Parede Tipo Berlim		140,54	1,53	Não	Protege a Via	26.877,51
50211	Muro de Alvenaria		27,97	2,14	Não	Protege a Via	4.509,52
50213	Muro de Alvenaria		171,46	6,05	Não	Protege a Via	72.333,00
50214	Muro de Alvenaria		14,01	1,50	Não	Protege a Via	2.477,67
50215	Muro de Alvenaria		95,56	2,34	Não	Protege a Via	16.185,64
50216	Muro de Alvenaria		36,88	4,50	Não	Suporta a Via	11.385,47
50217	Muro de Alvenaria		131,01	2,57	Não	Protege a Via	28.167,58
50218	Muro de Alvenaria		44,62	3,57	Não	Protege a Via	10.735,73
50267	Muro de Alvenaria		89,14	2,76	Não	Protege a Via	23.955,30
50268	Muro de Alvenaria		23,88	1,27	Não	Protege a Via	3.224,34
50269	Muro de Alvenaria		14,05	0,73	Não	Protege a Via	825,14
50271	Muro de Alvenaria		6,92	1,26	Não	Protege a Via	934,47

50272	Muro de Alvenaria		11,15	1,38	Não	Protege a Via	1.261,34
50273	Muro de Alvenaria		12,14	1,30	Não	Protege a Via	1.252,25
50274	Muro de Alvenaria		23,12	0,72	Não	Protege a Via	1.474,16
50282	Muro de Alvenaria		7,27	0,73	Não	Protege a Via	577,14
50284	Muro de Alvenaria		4,28	1,19	Não	Protege a Via	505,81
51147	Rede metálica de encaminhamento	Muro de Alvenaria	26,75	5,54	Não	Protege a Via	37.874,91
51148	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	25,96	4,76	Não	Protege a Via	28.882,63
51149	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	37,44	3,20	Não	Protege a Via	19.749,30
51150	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	11,35	1,87	Não	Protege a Via	3.704,30
51151	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	64,51	4,00	Não	Protege a Via	40.709,21
51152	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	11,99	1,59	Não	Protege a Via	3.928,74
51153	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	21,94	1,66	Não	Protege a Via	9.303,08
51154	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	50,99	2,20	Não	Protege a Via	18.619,18
51155	Rede metálica de encaminhamento	Muro de Alvenaria	7,27	1,46	Não	Protege a Via	2.863,08
51163	Muro de Alvenaria		14,85	2,50	Não	Protege a Via	4.639,38
51164	Muro de Alvenaria		16,96	2,50	Não	Protege a Via	5.300,31
51165	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	46,42	1,80	Não	Protege a Via	18.683,25

51166	Muro de Betão Armado	Barreira Estática	14,74	3,30	Não	Protege a Via	4.661,84
51171	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	24,37	1,41	Não	Protege a Via	5.849,60
51172	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	21,59	6,00	Sim	Protege a Via	24.982,52
51173	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	30,91	5,31	Não	Protege a Via	44.166,53
51174	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	16,73	1,48	Não	Protege a Via	5.072,90
51175	Muro de Alvenaria	Rede metálica de encaminhamento	48,69	7,88	Não	Protege a Via	78.885,70
51333	Muro de Alvenaria		49,32	11,25	Não	Suporta a Via	34.678,13
51334	Muro de Betão Armado		34,06	11,80	Não	Suporta a Via	70.323,58
51335	Muro de Alvenaria		32,94	9,80	Não	Suporta a Via	20.173,91
51338	Muro de Alvenaria	Barreira Dinâmica	15,32	19,28	Não	Protege a Via	40.608,02

Anexo 9 – Tabela com OC com presença de monitorização, para comparação do IC_R para diferentes cotações

ID Obra	IC _R com cotação 2 p/ presença de monitorização		IC _R com cotação 3 p/ presença de monitorização		IC _R com cotação 4 p/ presença d monitorização	
28	5	Muito alto	5	Muito alto	5	Muito alto
29	4,875	Muito alto	4,9	Muito alto	4,925	Muito alto
31	4,1825	Alto	4,205	Muito alto	4,2275	Muito alto
33	5	Muito alto	5	Muito alto	5	Muito alto
52	4,525	Muito alto	4,55	Muito alto	4,575	Muito alto
64	1,775	Baixo	1,8	Baixo	1,825	Baixo
147	5	Muito alto	5	Muito alto	5	Muito alto
148	4,7325	Muito alto	4,755	Muito alto	4,7775	Muito alto
152	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
154	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
155	3,6775	Alto	3,7	Alto	3,7225	Alto
157	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
159	2,9225	Moderado	2,945	Moderado	2,9675	Moderado
162	2,9225	Moderado	2,945	Moderado	2,9675	Moderado
163	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
165	5	Muito alto	5	Muito alto	5	Muito alto
252	5	Muito alto	5	Muito alto	5	Muito alto
257	5	Muito alto	5	Muito alto	5	Muito alto
259	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
260	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
262	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
263	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
265	2,7225	Moderado	2,745	Moderado	2,7675	Moderado
266	2,8225	Moderado	2,845	Moderado	2,8675	Moderado
51172	3,205	Moderado	3,2275	Moderado	3,25	Moderado

A OC com ID 31 está destacada.



2022

JOÃO S. VINAGRE AMADO

VALIDAÇÃO DE MODELO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RISCO EM
OBRAS DE CONTENÇÃO C BASE EM DADOS REAIS