

Estrutura e variabilidade dos custos de atividades de operação, manutenção e reabilitação de coletores pluviais

Bernardo de Oliveira Viana Gonçalves

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

ENGENHARIA CIVIL

Orientador: Prof. Doutor Vitor Faria e Sousa

Orientador: Dra. Maria Júlia Dias Teixeira

Júri

Presidente: Prof. Doutor João Pedro Ramôa Ribeiro Correia

Orientador: Dra. Maria Júlia Dias Teixeira

Vogal: Prof. Doutor António Bento Franco

Vogal: Prof. Doutor Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Novembro de 2015

Resumo

As infraestruturas de drenagem são essenciais para a segurança e saúde pública das comunidades modernas. Estas infraestruturas apresentam a particularidade de se desenvolverem maioritariamente no subsolo e, na maioria dos casos, em zonas urbanas congestionadas. Como tal, as intervenções de reparação ou substituição, recorrendo à técnica tradicional com abertura de vala, necessárias para preservar a continuidade e qualidade do serviço que prestam, acarretam custos elevados, tanto em termos económicos como sociais. Atualmente, existe um conjunto de técnicas que permitem a intervenção em coletores de sistemas de drenagem sem necessidade de abertura de vala.

A presente dissertação apresenta uma análise comparativa técnico-económica de revestimentos contínuos (entubamento com tubagem curada no local) e localizados (reparação com remendo curado no local). Para o efeito foram utilizados os registos das obras efetuadas durante o ano de 2014, pela empresa Cascais Próxima, E.M., S.A., recorrendo a estas técnicas. Foi realizada, paralelamente, uma análise técnico-económica às restantes atividades associadas à reabilitação e manutenção de coletores pluviais pela Empresa e que são complementares às intervenções de reabilitação, nomeadamente a limpeza e a inspeção. Apresenta, ainda, os resultados obtidos acerca da produtividade dos equipamentos utilizados nas atividades de reabilitação de coletores.

Atualmente, a escolha da técnica de reparação a utilizar depende essencialmente do cariz das anomalias identificadas, do comprimento do coletor e da existência de ramais e derivações. Em particular, os revestimentos localizados aplicam-se a coletores com anomalias pontuais ou com ramais e os revestimentos contínuos a coletores sem ramais e com anomalias presentes ao longo do seu comprimento. No seguimento do presente estudo, conclui-se que o custo unitário da reparação com remendo curado no local é cinco vezes superior ao do entubamento com tubagem curada no local, o que também poderá ser tido em consideração na escolha da solução mais adequada em cada caso. Constata-se, ainda, que o custo destas soluções é inferior à alternativa com abertura de vala.

Em conclusão, as técnicas estudadas são, de facto, uma mais-valia quando comparadas com o método tradicional de abertura de vala. Além de dispensarem morosas e dispendiosas obras de escavação, a sua aplicação é feita com maior produtividade que os métodos tradicionais garantindo, assim, menores impactes sociais e impactes ambientais, bem como uma otimização dos recursos financeiros, libertando *cash flow's* para investir num maior número de intervenções tidas como necessárias na rede de drenagem pluvial.

Palavras-chave:

Reabilitação; Coletores; Drenagem; Revestimentos Contínuos; Revestimentos Localizado; Gestão de Ativos Físicos.

Abstract

Drainage infrastructures are essential for the safety and health of modern communities. These infrastructures develop mainly in the subsurface and, in most cases, in congested urban areas. Interventions of repair or replacement using the traditional technique with trench opening, necessary to preserve the continuity and quality of service they provide, carry high economic and social costs. Nowadays exists other techniques which allow intervention in drainage systems without trench opening.

This work presents a technical-economic comparative analysis of continuous coating (lining with cured-in-place pipe) and localized coating (repair with cured-in-place patch). For this purpose was used the records of work carried out during the year 2014, in the company Cascais Próxima, EM, SA, using these techniques. At the same time a technical-economic analysis was performed to the other activities associated with the rehabilitation and maintenance of rainwater collectors by the company: Cleaning and Inspection. It also presents the results obtained on the productivity of the equipment used in rehabilitation activities collectors.

In estimating the cost of each of the techniques were used the costs of composition method, under which the cost of each activity developed in work is derived from the sum of the costs of its components (labor, materials, equipment and subcontracting).

The choice of repair technique to be used depends essentially on the nature of the identified anomalies, collector length and the existence of extensions and derivations. Located coatings apply to collectors with specific anomalies or extensions. Continuous coatings are suitable for collectors without extensions and anomalies present along its length. It should be considered that the unit cost of located coatings is five times bigger than continuous coatings.

In conclusion, the studied techniques are, indeed, better than traditional methods of trench opening. In addition to waive costly excavation works, its application is made with better productivity than traditional methods, ensuring lower social impacts and financial resources consumption and investing free cash flow's in subsurface infrastructures.

Keywords:

Rehabilitation; Collectors; Drainage; Continuous coatings; Located coatings; Management of physical assets.

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professor Doutor Vítor Faria e Sousa e Dra. Júlia Teixeira, agradeço toda a disponibilidade, colaboração, empenho, exigência, críticas e opiniões ao longo da realização deste trabalho sem os quais não seria possível a sua realização.

À Administração da empresa Cascais Próxima, Gestão da Mobilidade, Espaços Urbanos e Energias, E.M., S.A. agradeço a disponibilidade dos dados necessários e a possibilidade que me proporcionou de acompanhar as obras necessárias à realização deste trabalho.

Agradeço também a todos os colaboradores da empresa, especialmente ao Bruno Lopes e ao Engenheiro Nuno Almeida cuja experiência, conhecimentos e apoio foram fundamentais no desenrolar do trabalho.

Agradeço a todos os amigos e colegas com quem tive oportunidade de trabalhar ao longo do percurso académico com os quais tive a oportunidade de partilhar dos melhores momentos da minha vida.

Aos meus pais um agradecimento especial pelo investimento feito em mim que me permitiu obter esta formação académica. Às minhas irmãs pela ajuda constante sempre que solicitada. À minha namorada um agradecimento especial por ser o meu maior apoio, ouvinte das minhas dúvidas, desânimos e sucessos, pelos votos de confiança constantes e pela coragem transmitida.

Simbologia

h – hora

rot/min – rotações por minuto

°C - Grau Celsius

mín – mínimo

máx – máximo

Q1 – Quartil 1

Q3 – Quartil 3

m.l. – metros lineares

m/h – metros por hora

MO – mão de obra

MT – materiais

EQ - equipamentos

Índice de texto

1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Gerais	1
1.2	Objetivos	1
1.3	Metodologia e Organização do Trabalho	1
2	Estado da Arte.....	3
2.1	Introdução.....	3
2.2	Gestão de Sistemas de Drenagem.....	5
2.3	Gestão de Ativos Físicos	5
2.4	Inspeção de Coletores	8
2.4.1	Visual Direta ou Indireta	9
2.4.2	Termografia Infravermelha	10
2.4.3	Sonar	10
2.4.4	Radar	11
2.4.5	Anel Laser	11
2.4.6	Outros Sistemas de Inspeção	11
2.5	Limpeza de Coletores	11
2.6	Técnicas de Reabilitação	12
2.6.1	Técnicas de Reparação	14
2.6.2	Técnicas de Renovação	17
2.6.3	Técnicas de Substituição	19
2.7	Estimativa do Custo de Operações de Construção	22
3	Caso de estudo.....	25
3.1	Aspetos gerais	25
3.2	Procedimentos	26
3.2.1	Limpeza	26
3.2.2	Inspeção	27
3.2.3	Reparação	28
3.3	Metodologia de recolha de informação.....	31
3.3.1	Custo da Mão-de-obra	31
3.3.2	Custo do Material.....	34
3.3.3	Custo do Equipamento.....	34
4	Apresentação e discussão de Resultados	37
4.1	Aspetos Gerais.....	37

4.2	Custo da Mão de Obra	38
4.2.1	Total por Metro	38
4.2.2	Custo de MO Direta por Metro	47
4.3	Custo do Material	58
4.3.1	Reparações Pontuais	58
4.3.2	Reparações Contínuas	66
4.4	Custo do Equipamento	75
4.4.1	Custo Horário por Viatura	75
4.4.2	Custo por quilómetro percorrido por Viatura	82
4.4.3	Quilómetros percorridos por obra	82
4.4.4	Custo por metro de limpeza	83
4.4.5	Custo por metro de inspeção	87
4.4.6	Custo por metro de reparação contínua	92
4.4.7	Análise do custo por metro	95
4.5	Produtividade	97
4.5.1	Inspeção	98
4.5.2	Inspeção com Limpeza	99
4.5.3	Limpeza	101
4.5.4	Reparação Pontual	103
4.5.5	Reparação Contínua	105
4.6	Obras Acompanhadas	107
4.6.1	Inspeção	107
4.6.2	Limpeza	108
4.6.3	Reparação Pontual	108
4.6.4	Reparação Contínua	109
5	Considerações Finais	111
5.1	Aspetos Relevantes e Conclusões	111
5.2	Recomendações e Desenvolvimentos Futuros	112
	Bibliografia	113
	Anexos	117

Índice de figuras

Figura 2.1 – Atividades associadas à reabilitação de coletores de drenagem pluvial (adaptado de ISST, 2015) ...	4
Figura 2.2 - Dimensões da gestão de ativos físicos (Sousa, 2012)	6
Figura 2.3 – Processo de decisão para a seleção da solução a utilizar (NP EN 752 2009)	13
Figura 2.4 - Composição do custo de uma operação de construção (Dias, 2012)	22
Figura 3.1 – Vista geral do veículo utilizado na limpeza de coletores (A) e pormenor da utilização da mangueira de aspiração (B).....	27
Figura 3.2 - Equipamento de vídeo (A) e de registo de vídeo (B) para coletores de diâmetro superior a 110 mm	27
Figura 3.3 - Equipamento de vídeo (A) e de registo de vídeo (B) para coletores de diâmetro inferior a 110 mm	28
Figura 3.4 - Equipamento utilizado em reparações pontuais: (A) misturadora, (B) balança, (C) compressor, (D) gerador, (E) manómetro, (F) mangueira e corda, (G) packer colocado no coletor, (H) packer envolto pela manta	29
Figura 3.5 – Equipamento utilizado em reparações contínuas: (A) gerador, (B) compressor, (C) misturadora e rolo, (D) caldeira e mesa de compressão, (E) balança, (F) mesa de calibração, (G) canhão de água, (H) canhão de injeção, (I) difusor de ar, (J) rebarbadora.....	30
Figura 4.1– Diagrama de extremos e quartis do índice relativo do custo total da MO com <i>outliers</i> (A) e sem <i>outliers</i> (B)	38
Figura 4.2 - Diagrama de extremos e quartis do índice absoluto do custo total da MO com <i>outliers</i> (A) e sem <i>outliers</i> (B).....	39
Figura 4.3 - Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	40
Figura 4.4 - Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	40
Figura 4.5 - Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	41
Figura 4.6- Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	41
Figura 4.7- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	42
Figura 4.8- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	42
Figura 4.9- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	43
Figura 4.10- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	43
Figura 4.11 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	44
Figura 4.12 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo	44

Figura 4.13 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	45
Figura 4.14 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	45
Figura 4.15 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo	46
Figura 4.16 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto	46
Figura 4.17 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo	47
Figura 4.18 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto	47
Figura 4.19 - Diagrama de Extremos e Quartis utilizando o índice relativo (A) com <i>outliers</i> e (B) sem <i>outliers</i> ...	48
Figura 4.20 -Diagrama de Extremos e Quartis utilizando o índice absoluto (C) com <i>outliers</i> e (D) sem <i>outliers</i> ..	48
Figura 4.21 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	49
Figura 4.22 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	49
Figura 4.23 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com <i>outliers</i> utilizando o índice absoluto	50
Figura 4.24 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem <i>outliers</i> utilizando o índice absoluto	50
Figura 4.25 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	51
Figura 4.26 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	51
Figura 4.27 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	52
Figura 4.28 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	52
Figura 4.29 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	53
Figura 4.30 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo	53
Figura 4.31 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	54
Figura 4.32 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	54
Figura 4.33 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	55

Figura 4.34 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	55
Figura 4.35 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	56
Figura 4.36 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	56
Figura 4.37 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua com outliers utilizando o índice relativo.....	57
Figura 4.38 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto	57
Figura 4.39 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto	57
Figura 4.40 – Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	58
Figura 4.41 – Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	59
Figura 4.42 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	59
Figura 4.43 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	59
Figura 4.44 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	60
Figura 4.45 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	60
Figura 4.46 - Histograma referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo	61
Figura 4.47 - Histograma referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto	62
Figura 4.48 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice relativo.....	62
Figura 4.49 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	62
Figura 4.50 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	63
Figura 4.51 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	63
Figura 4.52 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	64
Figura 4.53 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	64
Figura 4.54 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	65

Figura 4.55 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	65
Figura 4.56 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	66
Figura 4.57 - Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	67
Figura 4.58 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	67
Figura 4.59 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	67
Figura 4.60 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	68
Figura 4.61 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	68
Figura 4.62 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	69
Figura 4.63 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	69
Figura 4.64 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	70
Figura 4.65 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	70
Figura 4.66- Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	71
Figura 4.67 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	71
Figura 4.68 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	72
Figura 4.69 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	72
Figura 4.70 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	73
Figura 4.71 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	73
Figura 4.72 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	74
Figura 4.73 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	74
Figura 4.74 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	75
Figura 4.75 - Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	75
Figura 4.76 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	76

Figura 4.77 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	76
Figura 4.78 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	77
Figura 4.79 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	77
Figura 4.80 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	78
Figura 4.81 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	78
Figura 4.82 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	79
Figura 4.83 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	79
Figura 4.84 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	80
Figura 4.85 - Histograma referente ao custo com a viatura3 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	80
Figura 4.86 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	81
Figura 4.87 - Histograma referente ao custo com a viatura3 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	81
Figura 4.88 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	82
Figura 4.89 - Histograma referente aos quilómetros percorridos por obra com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	83
Figura 4.90 - Histograma referente aos quilómetros percorridos por obra sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	83
Figura 4.91 - Diagrama de Extremos e Quartis (A), utilizando o índice relativo com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto com (B) e sem (C) <i>outliers</i>	84
Figura 4.92 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice relativo	85
Figura 4.93 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto com <i>outliers</i>	85
Figura 4.94 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto sem <i>outliers</i>	85
Figura 4.95 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, utilizando o índice relativo	86
Figura 4.96 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto com <i>outliers</i>	87
Figura 4.97 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto sem <i>outliers</i>	87

Figura 4.98 – Diagrama de Extremos e Quartis, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , e o índice absoluto com (C) e sem (D) <i>outliers</i>	88
Figura 4.99 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	89
Figura 4.100 - Histograma referente ao custo com a viatura3 por metro de inspeção sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	89
Figura 4.101 – Diagramas de Extremos e Quartis, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , e o índice absoluto com (C) e sem (D) <i>outliers</i>	90
Figura 4.102 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	91
Figura 4.103 - Histograma referente ao custo com a viatura3 por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	91
Figura 4.104 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	92
Figura 4.105 - Histograma referente ao custo com a viatura3 por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	92
Figura 4.106 – Diagrama de Extremos e Quartis, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , e o índice absoluto com (C) e sem (D) <i>outliers</i>	93
Figura 4.107 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	94
Figura 4.108 - Histograma referente ao custo com a viatura3 por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	94
Figura 4.109 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	95
Figura 4.110 - Histograma referente ao custo com a viatura3 por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	95
Figura 4.111 – Diagramas de Extremos e Quartis utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) <i>outliers</i> e o índice absoluto com (C) e sem (D) <i>outliers</i>	97
Figura 4.112 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	98
Figura 4.113 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	98
Figura 4.114 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	99
Figura 4.115 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	99
Figura 4.116 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	100
Figura 4.117 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	100

Figura 4.118 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	101
Figura 4.119 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	101
Figura 4.120 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	102
Figura 4.121 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	102
Figura 4.122 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	103
Figura 4.123 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	103
Figura 4.124 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	104
Figura 4.125 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	104
Figura 4.126 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	105
Figura 4.127 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	105
Figura 4.128 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações contínuas com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	106
Figura 4.129 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações contínuas com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	106
Figura 4.130 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações contínuas sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	106
Figura A.1 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	1
Figura A.2 - Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	1
Figura A.3 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	2
Figura A.4 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	2
Figura A.5 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	3
Figura A.6 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	3
Figura A.7 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza, utilizando o índice relativo	4
Figura A.8 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza, utilizando o índice absoluto com <i>outliers</i>	4

Figura A.9 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza, utilizando o índice absoluto sem <i>outliers</i>	4
Figura A.10 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com <i>outlier</i> , utilizando o índice relativo	5
Figura A.11 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	5
Figura A.12 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	6
Figura A.13 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	6
Figura A.14 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice relativo	7
Figura A.15 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto com <i>outliers</i>	8
Figura A.16 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto sem <i>outliers</i>	8
Figura A.17 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	9
Figura A.18 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	9
Figura A.19 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	10
Figura A.20 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	10

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Técnicas de Inspeção com respetivas vantagens e desvantagens (Wirahadikusumah, 1998; Almeida e Cardoso, 2010)	9
Tabela 2.2 - Velocidade de propagação de ondas de som em diferentes tipos de rocha (adaptado de Martinho, 2014)	10
Tabela 2.3 - Técnicas de limpeza e respetivos campos de aplicação (Butler e Davies, 2004; Almeida e Cardoso, 2010)	12
Tabela 2.4 – Técnicas de revestimentos de pequenos comprimentos e respetivos diâmetros de aplicação (EPA, 2013)	15
Tabela 2.5 - Técnicas de renovação com as respetivas vantagens, desvantagens e diâmetros de aplicação (Camacho, 2007;Carvalho, 2011; EPA, 2013; Almeida e Cardoso, 2010).....	17
Tabela 2.6 - Técnicas de substituição e respetivas vantagens e desvantagens (EPA, 2013; Camacho, 2007; Pinto, 2009; Almeida e Cardoso, 2010)	19
Tabela 3.1 – Relação entre os tempos que as várias atividade s ocupam o RPF	33
Tabela 3.2– Valor do coeficiente c para cada atividade.....	34
Tabela 4.1 - Valores de venda por metro de cada atividade praticados pela Cascais Próxima, S.A.	37
Tabela 4.2 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspeccionado com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	40
Tabela 4.3 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspeccionado sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	40
Tabela 4.4 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO por metro inspeccionado, utilizando o índice relativo	40
Tabela 4.5 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspeccionado com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	41
Tabela 4.6 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspeccionado sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	41
Tabela 4.7 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO por metro inspeccionado, utilizando o índice absoluto	41
Tabela 4.8 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	42
Tabela 4.9 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	42
Tabela 4.10 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza, utilizando o índice relativo	42
Tabela 4.11 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	43
Tabela 4.12 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	43
Tabela 4.13 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza utilizando o índice absoluto	43

Tabela 4.14 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza com outliers, utilizando o índice relativo.....	44
Tabela 4.15 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo.....	44
Tabela 4.16 – Outliers da amostra referente ao custo da MO por metro de limpeza utilizando o índice relativo.....	44
Tabela 4.17 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza com outliers, utilizando o índice absoluto.....	45
Tabela 4.18 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza sem outliers, utilizando o índice absoluto.....	45
Tabela 4.19 – Outliers da amostra referente ao custo da MO por metro de limpeza utilizando o índice absoluto	45
Tabela 4.20 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo	46
Tabela 4.21 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto	46
Tabela 4.22 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo	47
Tabela 4.23 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto	47
Tabela 4.24 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com outliers, utilizando o índice relativo	49
Tabela 4.25 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem outliers, utilizando o índice relativo	49
Tabela 4.26 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção utilizando o índice relativo	49
Tabela 4.27 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com outliers, utilizando o índice absoluto	50
Tabela 4.28 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem outliers, utilizando o índice absoluto	50
Tabela 4.29 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção utilizando o índice absoluto	50
Tabela 4.30 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice relativo	51
Tabela 4.31 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo	51
Tabela 4.32 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza, utilizando o índice relativo.....	51
Tabela 4.33 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice absoluto	52
Tabela 4.34 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem outliers, utilizando o índice absoluto	52

Tabela 4.35 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza utilizando o índice absoluto.....	52
Tabela 4.36 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	53
Tabela 4.37 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	53
Tabela 4.38 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por metro de limpeza utilizando o índice relativo	53
Tabela 4.39 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com outliers, utilizando o índice absoluto.....	54
Tabela 4.40 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	54
Tabela 4.41 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por metro de limpeza utilizando o índice absoluto	54
Tabela 4.42 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	55
Tabela 4.43 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	55
Tabela 4.44 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo.....	55
Tabela 4.45 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	56
Tabela 4.46 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	56
Tabela 4.47 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto.....	56
Tabela 4.48 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo.....	57
Tabela 4.49 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto.....	58
Tabela 4.50 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto.....	58
Tabela 4.51 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	60
Tabela 4.52 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice relativo.....	60
Tabela 4.53 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo.....	60
Tabela 4.54 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	60

Tabela 4.55 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	60
Tabela 4.56 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto	61
Tabela 4.57 – Estatística descritiva referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo.....	61
Tabela 4.58 – Estatística descritiva referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto.....	62
Tabela 4.59 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	63
Tabela 4.60 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	63
Tabela 4.61 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo.....	63
Tabela 4.62 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	63
Tabela 4.63 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	63
Tabela 4.64 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto.....	64
Tabela 4.65 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	64
Tabela 4.66 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem <i>outlier</i> , utilizando o índice relativo	64
Tabela 4.67 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo	65
Tabela 4.68 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> e com os valores divididos pela média das médias	65
Tabela 4.69 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> e com os valores divididos pela média das médias	65
Tabela 4.70 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação pontual e com os valores divididos pela média das médias	66
Tabela 4.71 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	68
Tabela 4.72 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	68
Tabela 4.73 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo.....	68
Tabela 4.74 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	68

Tabela 4.75 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	68
Tabela 4.76 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto	69
Tabela 4.77 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	70
Tabela 4.78 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	70
Tabela 4.79 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com manga por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo.....	70
Tabela 4.80 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	70
Tabela 4.81 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	70
Tabela 4.82 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com manga por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto.....	71
Tabela 4.83 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	71
Tabela 4.84 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	71
Tabela 4.85 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo.....	72
Tabela 4.86 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	72
Tabela 4.87 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	72
Tabela 4.88 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto.....	73
Tabela 4.89 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	73
Tabela 4.90 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	73
Tabela 4.91 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo.....	74
Tabela 4.92 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	74
Tabela 4.93 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	74
Tabela 4.94 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto.....	74

Tabela 4.95 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	76
Tabela 4.96 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	76
Tabela 4.97 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização utilizando o índice relativo	76
Tabela 4.98 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	77
Tabela 4.99 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	77
Tabela 4.100 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização utilizando o índice absoluto	77
Tabela 4.101 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	78
Tabela 4.102 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	78
Tabela 4.103 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização utilizando o índice relativo	78
Tabela 4.104 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	79
Tabela 4.105 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	79
Tabela 4.106 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização utilizando o índice absoluto	79
Tabela 4.107 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	80
Tabela 4.108 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	80
Tabela 4.109 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização utilizando o índice relativo	80
Tabela 4.110 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	81
Tabela 4.111 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	81
Tabela 4.112 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização utilizando o índice absoluto	81
Tabela 4.113 – Comparação entre o custo por quilómetro por obra o custo por quilómetro anual	82
Tabela 4.114 – Estatística descritiva referente aos quilómetros percorridos por obra com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	83
Tabela 4.115 – Estatística descritiva referente aos quilómetros percorridos por obra sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	83

Tabela 4.116 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice relativo	85
Tabela 4.117 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 1,utilizando o índice absoluto com <i>outliers</i>	85
Tabela 4.118 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 1, utilizando o índice absoluto sem <i>outliers</i>	85
Tabela 4.119 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, com os valores divididos pela média da amostra	86
Tabela 4.120 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 2,utilizando o índice absoluto com <i>outliers</i>	87
Tabela 4.121 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 2, utilizando o índice absoluto sem <i>outliers</i>	87
Tabela 4.122 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	89
Tabela 4.123 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	89
Tabela 4.124 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção, utilizando o índice relativo	89
Tabela 4.125 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	91
Tabela 4.126 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	91
Tabela 4.127 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual, com recurso ao índice relativo.....	91
Tabela 4.128 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	92
Tabela 4.129 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	92
Tabela 4.130 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual, utilizando o índice absoluto.....	92
Tabela 4.131 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	94
Tabela 4.132 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	94
Tabela 4.133 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua, utilizando o índice relativo	94
Tabela 4.134 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	95
Tabela 4.135 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	95

Tabela 4.136 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua, utilizando o índice absoluto	95
Tabela 4.137 – Índices do custo por metro, com base em índices absolutos sem <i>outliers</i>	96
Tabela 4.138 – Índices absolutos do custo por metro da amostra reduzida	97
Tabela 4.139 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	98
Tabela 4.140 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	98
Tabela 4.141 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	99
Tabela 4.142 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	99
Tabela 4.143 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	100
Tabela 4.144 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	100
Tabela 4.145 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	101
Tabela 4.146 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	101
Tabela 4.147 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	102
Tabela 4.148 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	102
Tabela 4.149 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	103
Tabela 4.150 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	103
Tabela 4.151 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	104
Tabela 4.152 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	104
Tabela 4.153 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	105
Tabela 4.154 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	105
Tabela 4.155 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações contínuas com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	106
Tabela 4.156 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações contínuas com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	106

Tabela 4.157 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações contínuas sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	106
Tabela 4.158 – Estatística descritiva referente à produtividade do gerador em inspeções de coletores de drenagem pluvial	107
Tabela 4.159 - Estatística descritiva referente à produtividade do equipamento de vídeo em inspeções de coletores de drenagem pluvial.....	107
Tabela 4.160 – Estatística descritiva referente à taxa de utilização do gerador em inspeções de coletores de drenagem pluvial	108
Tabela 4.161 - Estatística descritiva referente à taxa de utilização do equipamento de vídeo em inspeções de coletores de drenagem pluvial.....	108
Tabela 4.162 – Dados recolhidos relativos à limpeza de coletores de drenagem pluvial.....	108
Tabela 4.163 – Dados recolhidos relativos à reparação pontual de coletores	108
Tabela 4.164 – Dados recolhidos relativos à reparação contínua de coletores.....	109
Tabela 5.1 – Análise comparativa dos índices absolutos	111
Tabela A.1 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	2
Tabela A.2 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	2
Tabela A.3 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por hora de inspeção, utilizando o índice relativo	2
Tabela A.4 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	3
Tabela A.5 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	3
Tabela A.6 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por hora de inspeção, utilizando o índice absoluto	3
Tabela A.7 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	4
Tabela A.8 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	4
Tabela A.9 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	4
Tabela A.10 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	5
Tabela A.11 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo.....	5
Tabela A.12 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por hora de limpeza utilizando o índice relativo	6
Tabela A.13 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto.....	6

Tabela A.14 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	6
Tabela A.15 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por hora de limpeza, utilizando o índice absoluto	7
Tabela A.16 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice relativo.....	7
Tabela A.17 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto com <i>outliers</i>	8
Tabela A.18 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto sem <i>outliers</i>	8
Tabela A.19 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	9
Tabela A.20 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice relativo	9
Tabela A.21 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua utilizando o índice relativo.....	9
Tabela A.22 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	10
Tabela A.23 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem <i>outliers</i> , utilizando o índice absoluto	10
Tabela A.24 – <i>Outliers</i> da amostra referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua, utilizando o índice absoluto	10

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os sistemas de drenagem de água pluvial são um dos tipos de infraestruturas predominantes no quotidiano das comunidades modernas, podendo ser constituídos por tubagens, túneis, canais ou valas, ETAR's, bacias de retenção, entre outros. Contudo, muitos desses sistemas encontram-se deteriorados devido à idade, uso abusivo, exposição a agentes agressivos, má gestão e negligência na gestão destes ativos (Wirahadikusumah et al., 1998; Sægrov et al., 1999; Abraham e Gillani, 1999).

Na generalidade dos troços da rede de drenagem construídos há mais tempo recorreu-se a práticas construtivas e a tecnologias já em desuso, o que se tem traduzido na necessidade constante de obras de intervenção corretiva com elevados custos e sem um planeamento integrado eficiente e eficaz. Uma estratégia recativa resulta, invariavelmente, em custos de reabilitação mais elevados quando comparados com uma estratégia de manutenção pró-ativa. As entidades gestoras desses ativos têm vindo a promover medidas de forma a manter ou melhorar a performance da rede existente, tanto nas antigas como nas mais recentes, através da utilização de técnicas de inspeção, manutenção e reabilitação. De salientar a necessidade de conhecer quais os fatores que influenciam o aparecimento de anomalias, bem como a existência de modelos de previsão das mesmas (Wirahadikusumah et al., 1998; Sægrov et al., 1999; Abraham e Gillani, 1999).

Atualmente, existem várias técnicas de reabilitação da rede de drenagem. Na seleção criteriosa da solução mais adequada a cada situação é importante ter em consideração não só os fatores imputados à própria obra (tipo de solo, existência de elementos construtivos nas proximidades, material, diâmetro e comprimento do coletor a reparar), bem como os custos sociais (implicação no tráfego rodoviário, o impacto no ambiente, comércio e indústria bem como na saúde e segurança da população residente) (Abraham e Gillani, 1999).

De forma a diminuir os custos sociais inerentes à reabilitação de coletores, foram desenvolvidas técnicas sem abertura de vala. Estas técnicas permitem não só o atravessamento de estruturas de aterro, cursos de água ou zonas de relevo acentuado, locais onde a abertura de vala teria custos financeiros elevados (Pinto, 2009) como uma redução significativa no tempo de intervenção no espaço público. Contudo, por serem técnicas relativamente recentes, pouco é sabido acerca da sua performance a longo prazo (Sægrov et al., 1999).

1.2 OBJETIVOS

Foi recentemente publicada a família de normas internacionais sobre a gestão de ativos físicos ISO 55000. O presente trabalho pretende contribuir para auxiliar a empresa Cascais Próxima, E.M., S.A., na implementação da ISO 55001:2014 ao suprimir algumas lacunas de informação necessária para lidar o requisito de análise técnico-económica no ciclo de vida do ativo. A tese de mestrado incide sobre técnicas de reabilitação sem abertura de vala da rede de drenagem pluvial do concelho de Cascais em que a rede é separativa, nomeadamente os revestimentos contínuos ou pontuais de coletores, e visa analisar a respetiva estrutura e variabilidade dos custos.

Para o efeito, foi prevista a recolha de dados relativos às obras realizadas pela empresa Cascais Próxima, E.M., S.A. em que se recorreu a revestimentos contínuos ou pontuais de coletores e criação de bases para a comparação técnico-económica das diferentes soluções de reabilitação de sistemas de drenagem utilizadas. A análise técnica é feita com base na produtividade. A análise económica é feita com base no custo por hora e no custo por metro reparado.

1.3 METODOLOGIA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em 5 capítulos distintos. O presente capítulo incide sobre o enquadramento geral do tema, apresentam-se os objetivos a atingir e explica-se a forma como está organizado.

No segundo capítulo, procedeu-se à pesquisa bibliográfica do tema, com o objetivo de adquirir as bases e conhecimentos fundamentais à compreensão e discussão do tema abordado. Essa pesquisa recaiu sobre os procedimentos utilizados na reabilitação de coletores. Numa primeira fase, é abordado o modo como é feita a inspeção de coletores. No subcapítulo seguinte, são apresentadas técnicas de limpeza de coletores. Por fim, são abordadas várias técnicas de reparação, renovação e substituição de coletores de drenagem pluvial.

No terceiro capítulo, é elaborada uma breve apresentação da empresa Cascais Próxima, E.M., S.A., contemplando a visão, missão valores e princípios da Empresa. Seguidamente, são descritos os procedimentos utilizados na realização de limpezas, inspeções e reparações de coletores. Posteriormente, é explicada a metodologia de recolha de informação e o modo como foi obtido o custo de mão de obra, de material e de equipamento.

No quarto capítulo, é abordada a apresentação e discussão dos resultados. Este estudo incidiu sobre o custo por metro e por hora dos recursos humanos, materiais e equipamentos nas atividades que constituem a reabilitação e manutenção de coletores. O capítulo progride com o estudo acerca da produtividade da mão de obra nas obras analisadas. Por fim, foram apresentados os dados relativos à produtividade e taxas de utilização dos equipamentos utilizados nas obras acompanhadas.

No quinto capítulo, apresentam-se as conclusões obtidas a partir das análises efetuadas, sugerindo-se também algumas propostas para investigações futuras.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 INTRODUÇÃO

O sector de serviços de águas tem à sua responsabilidade o desenvolvimento de um conjunto de atividades que visam, não só o abastecimento de água à população residente e correspondente manutenção, como também a elaboração e manutenção dos processos de drenagem e tratamento das águas residuais, nas quais estão incluídas as de origem doméstica, comercial, industrial e pluvial (ERSAR,2015).

Ao longo dos anos têm sido criadas normas comunitárias que têm obrigado a mudanças políticas da gestão de resíduos (ERSAR, 2015). A NP EN 752:2009 é a norma portuguesa que se aplica aos sistemas de drenagem de águas residuais “que funcionam principalmente com escoamento em superfície livre, desde o local em que as águas residuais deixam o edifício ou o sistema de drenagem da cobertura, ou uma superfície pavimentada, até ao local em que são descarregadas numa estação de tratamento ou num meio receptor” (NP EN 752:2009).

Segundo a NP EN 752:2009, os sistemas de drenagem de águas residuais são uma parte de todo o sistema de gestão de águas residuais, o qual fornece um serviço à comunidade que consiste em:

- remoção de águas residuais das habitações por razões de higiene e de saúde pública;
- prevenção de inundações nas zonas urbanizadas;
- proteção do meio ambiente.

Os sistemas de gestão de drenagem de águas residuais garantem a recolha e o transporte das águas residuais, seguindo o esquema de funções sucessivas de recolha, transporte, tratamento e descarga dessas águas (NP EN 752:2009).

Os sistemas de drenagem de água estão presentes no dia-a-dia da população sem que muitas vezes se aperceba deles. A sua presença é geralmente notada quando estes, por qualquer motivo, se encontram fora de serviço ou em condições deficitárias em que carecem de reabilitação. Para manter ou melhorar a performance dos sistemas de água existentes, devem ser utilizados sistemas e tecnologias que permitam a sua inspeção e controlo e, sempre que necessário, a sua prévia e atempada manutenção e reabilitação, mantendo-os funcionais.

Uma importante questão a ter em consideração seria conseguir prever a taxa de rotura expectável para a rede, neste caso do sistema de drenagem e, de acordo com o tipo de rotura, determinar qual a técnica de reabilitação mais adequada. Tipicamente, os sistemas de água pluvial são reabilitados a uma taxa anual que varia entre os 0,5 - 1 %, facto que sugere uma vida útil da rede mencionada a variar entre os 100 e os 200 anos (Sægrov et al., 1999).

As atividades e as principais técnicas associadas à reabilitação de coletores de drenagem pluvial estão apresentadas na Figura 2.1.

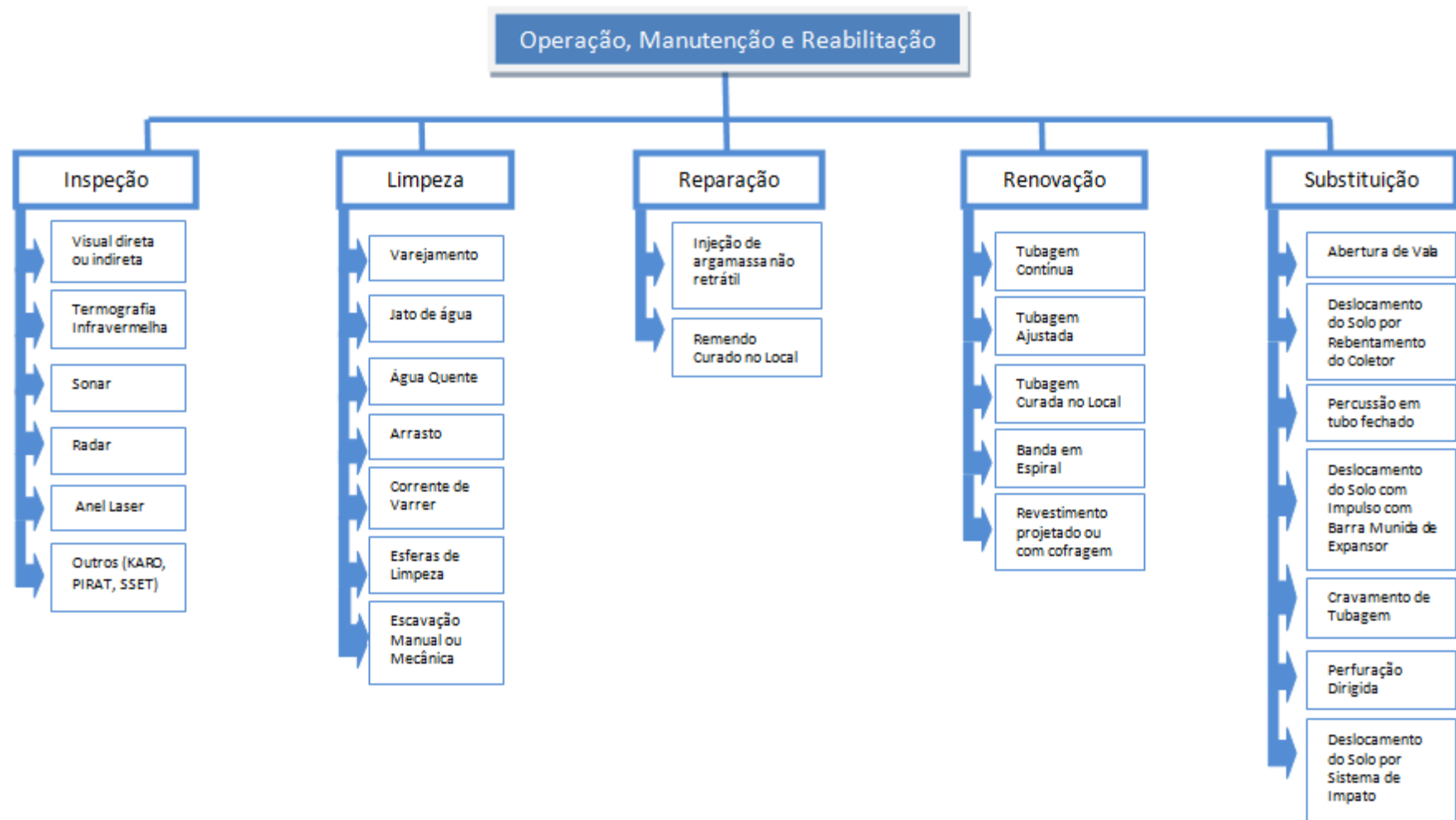


Figura 2.1 – Atividades associadas à reabilitação de coletores de drenagem pluvial (adaptado de ISST, 2015)

2.2 GESTÃO DE SISTEMAS DE DRENAGEM

Em qualquer atividade, a gestão procura coordenar e otimizar os recursos e procedimentos a diversos níveis, garantindo a qualidade do serviço prestado. No caso particular dos sistemas de drenagem urbana, a gestão constitui um problema de elevada complexidade devido aos diversos intervenientes envolvidos com objetivos divergentes e ao elevado número de fenómenos em causa e de dados a processar. Adicionalmente, estão geralmente associados constrangimentos económicos, temporais e legais (Nader, 1998).

Nesse sentido, as normas da família ISO 24510:2007 vieram providenciar orientações para a gestão do sector da água. Estas normas foram concebidas em consonância com outros referenciais normativos da *International Organization for Standardization* (ISO), nomeadamente as normas da família ISO 9000 e ISO 14000, e indicam como objetivo primordial a prossecução de um desenvolvimento sustentável. Isto porque a água é considerada um bem social e raro e, como tal, as atividades relacionadas com serviços da água suportam as três dimensões da sustentabilidade, a economia, a ética (ou social) e a ecologia (ou ambiental).

No caso específico dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais, a norma ISO 24511:2007 estabelece os seguintes objetivos principais para a gestão:

- proteger a saúde pública;
- satisfazer as necessidades e expectativas dos utilizadores;
- providenciar o serviço em situações correntes e excecionais;
- providenciar a continuidade da atividade desenvolvida;
- promover o desenvolvimento sustentável das comunidades;
- proteger o ambiente natural e construído.

Para que os sistemas de drenagem desempenhem o seu papel no desenvolvimento sustentável das comunidades de uma forma consistente e continuada, a ISO 24511:2007 identifica os seguintes componentes envolvidos na sua gestão:

- gestão de atividades e processos;
- gestão de recursos;
- gestão de ativos físicos;
- gestão de ativos físicos;
- gestão de clientes;
- gestão da informação;
- gestão ambiental;
- gestão do risco.

Cada organização tem vetores de atividade principais específicos que concentram a maior parcela dos esforços da gestão. No caso das entidades gestoras de infraestruturas em geral, e de infraestruturas de drenagem em particular, a gestão dos ativos físicos que compõe a infraestrutura e a gestão do risco destacam-se das restantes atividades, com as quais se relacionam e geralmente condicionam (e.g. ver DNRM, 2001).

2.3 GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS

A ISO 55000:2014 estabelece uma definição abrangente da gestão de ativos físicos como sendo a “atividade coordenada de uma organização para realizar valor dos ativos”. Aplicado a infraestruturas, a *American Public Works Association* (APWA) define a gestão de ativos físicos como uma metodologia para alocar os recursos de forma eficiente e equilibrada aos diferentes objetivos que competem entre si (ASCE/EPA, 2004). Constitui, assim, um processo sistemático e estruturado de atribuição de recursos ao longo de toda a vida útil da infraestrutura, pressupondo que esta existe para assegurar um serviço/função. A atribuição faz-se numa classe particular de infraestruturas e as suas necessidades são determinadas pelos gestores dos sistemas ou por sistemas de gestão complementares. O processo de gestão de ativos físicos das infraestruturas otimiza o investimento no sistema,

assenta numa metodologia de resultados por objetivos e numa melhoria contínua bem como no controlo diário dos custos operacionais, fundamentais no apoio à decisão para promover a sua ampliação, operação, manutenção, reabilitação e substituição eficaz e eficiente. Auxilia, ainda, o cumprimento de alterações/evoluções da normalização e da regulamentação que ocorram.

Esta metodologia de gestão conduz a um sistema eficiente e operado de forma otimizada (ANAO, 1996; ASCE/EPA, 2004; Cardoso, 2007). Alegre e Almeida (2007) descrevem a gestão de ativos físicos como a gestão do património que constitui as infraestruturas de modo a minimizar os custos, garantindo os níveis de serviço exigidos pelos clientes. Nesta definição fica evidente quem, em última análise, estabelece os objetivos de desempenho e a importância relativa desses objetivos no processo de tomada de decisão no âmbito da gestão de ativos físicos. Assim, a gestão de ativos físicos difere da prática habitual de minimizar os custos do sistema, ao focar na maximização do valor do sistema para os clientes (NESC, 2005), com uma maior exigência ao nível do planeamento estratégico.

Existem ainda outras definições na bibliografia (e.g., Brown e Humphrey, 2005; EPA, 2003; Graham et al., 2007; BSI, 2008) e há autores que distinguem entre gestão de ativos físicos e gestão de ativos físicos estratégica (Alegre, 2007, 2008) ou gestão de ativos físicos avançada (NAMS, 2011), em que as últimas envolvem conceitos como a gestão do risco. No presente estudo, assume-se a gestão de ativos físicos de uma perspetiva multidimensional de acordo com a Figura 2.2.

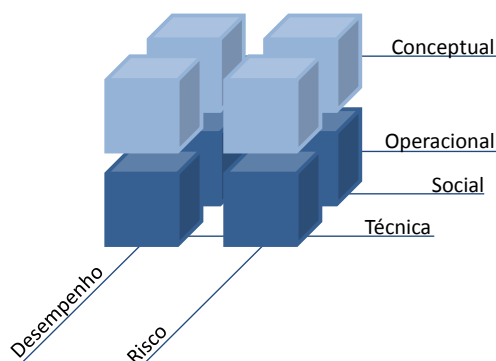


Figura 2.2 - Dimensões da gestão de ativos físicos (Sousa, 2012)

Para além da multidimensionalidade da gestão de ativos físicos, Brown e Spare (2004) identificaram três funções que têm de ser desempenhadas na sua implementação, designadamente:

- como proprietário do património;
- como gestor do património;
- como providenciador de um serviço.

No caso específico dos sistemas de drenagem de águas residuais, a EPA (2002) define a gestão de ativos físicos como um processo contínuo que guia a aquisição, exploração e disposição final dos componentes das infraestruturas para otimizar o desempenho e minimizar o risco ao longo da sua vida útil. Como tal, apesar do conceito de gestão de ativos físicos surgir frequentemente relacionado com a fase de exploração dos empreendimentos, da perspetiva de uma entidade gestora que fornece um serviço suportado numa infraestrutura, como é o caso dos sistemas de drenagem, a gestão de ativos físicos é transversal a todas as fases dos empreendimentos.

Em termos gerais, o objetivo primordial associada à gestão de ativos físicos é obter o melhor compromisso entre a infraestrutura e o serviço prestado, salvaguardando níveis mínimos exigidos legalmente ou regulamentarmente. Assim sendo, a implementação eficiente dos princípios de gestão de ativos físicos analisa o custo de prestar um dado serviço procurando (ANAO, 1996):

- minimizar a necessidade de adquirir/construir novas infraestruturas;
- maximizar o potencial das infraestruturas existentes;
- reduzir o custo global do ciclo de vida das infraestruturas;
- assegurar a definição de objetivos e avaliação de resultados.

Cardoso (2007) identifica como principais objetivos subjacentes à implementação da gestão de ativos físicos a sistemas de drenagem urbana a sua operação regular, garantindo o bom funcionamento dos elementos que o compõem e o desempenho global dentro dos padrões estabelecidos durante o período de tempo mais longo possível, num contexto em que a população considera como óbvia a prestação de serviços públicos essenciais, atribuindo-lhe um reduzido valor percebido. Numa perspetiva integrada, é um processo sistemático como a função de garantir a eficiência económica das atividades de (Mehle et al., 2001):

- planeamento e conceção;
- operação e manutenção;
- reabilitação e substituição;
- ampliação e adequação;
- o fim da vida útil.

A operação e manutenção dos sistemas incluem as atividades periódicas, nomeadamente operações de limpeza e inspeção, e os procedimentos operacionais em situações correntes e excecionais. A partir da altura em que o desempenho do componente não pode ser garantido de forma eficiente através de manutenção ou a sua exploração é complexa e onerosa, a reabilitação permite prolongar a vida útil das infraestruturas, garantindo a satisfação dos requisitos hidráulicos, ambientais, estruturais, funcionais e sociais através de intervenções de reparação, renovação ou substituição. Para acompanhar a evolução da sociedade (valores e exigências) e das comunidades (dimensão e uso da água), torna-se necessário aumentar ou adequar parcial ou totalmente os sistemas. A estas atividades estão associados encargos que a estratégia de gestão pretende rentabilizar, quer em termos monetários, quer em termos de qualidade de serviço (Mehle et al., 2001; Cardoso, 2007). Convém salientar que estas definições não são de modo algum consentâneas, existindo documentos/autores que apresentam visões distintas:

- segundo ASCE/EPA (1999), a manutenção de sistemas de drenagem pode ser definida de uma forma lata de modo a incluir qualquer atuação sobre o sistema, nomeadamente operações de limpeza, monitorização, inspeção e reabilitação;
- a norma europeia NP EN 752:2009 define reabilitação como o conjunto de todas as medidas de intervenção física num sistema de drenagem urbana existentes conducentes a uma melhoria do seu desempenho.

A importância da gestão integrada de ativos físicos em todas as intervenções e atividades diretamente relacionadas com os sistemas de drenagem urbanos também consta nos documentos legais mais recentes publicados ou em preparação pela Comissão Europeia de Normalização (CEN), nomeadamente os seguintes:

- NP EN 752:2009 - Sistemas públicas de drenagem de águas residuais;
- NP EN 14654-1:2009 - Gestão e controlo das operações de limpeza de ramais de ligação e de coletores. Parte 1: Limpeza de coletores;
- CEN/TC165/WG22 N 583 E - *Management and Control of Operational Activities in Drains and Sewers. Part 2 Rehabilitation.*

Pelo exposto, a gestão de ativos físicos pode ser aplicada às diferentes fases de um empreendimento. Contudo, no presente estudo, será considerada a gestão de ativos físicos admitindo-se a existência de uma infraestrutura em exploração que necessita de ser operada, mantida, reabilitada, substituída e, eventualmente, expandida. Este corresponde ao cenário mais usual em Portugal e nos países desenvolvidos, independentemente das eventuais necessidades de ampliação que possam existir. Nesta perspetiva, o esforço da gestão de ativos físicos deve ser concentrado na otimização do ciclo de reabilitação e substituição das infraestruturas de forma a permitir, no futuro, a obtenção da melhor relação custo-benefício. Tal, significa que não se deve reabilitar ou substituir antes do necessário, pois desperdiçam-se capacidades e recursos, nem após o necessário, pelo fato de se aumentarem custos devido a consequências indesejáveis. Em síntese, deve fazer-se a tarefa devida, nos componentes que o exijam, no momento certo e com as soluções técnicas adequadas (ASCE/EPA, 2004; Cardoso, 2007).

Assim, cada componente da infraestrutura deve ser planeada, projetada e especificada, por profissionais certificados, licenciados ou acreditados para desempenhar a tarefa exigida. Todo o sistema deverá ainda ser mantido por pessoal devidamente treinado e adequadamente equipado, para garantir o seu correto desempenho, o que

implica um investimento adequado ao tipo de intervenção e estratégia da gestão de ativos físicos. A partir do momento em que o desempenho de um componente não pode ser garantido de forma eficiente através de manutenção, deve ser reabilitado ou substituído, também por profissionais qualificados, pessoal treinado ou empreiteiros certificados (ASCE/EPA, 2004).

A gestão de ativos físicos de sistemas de drenagem envolve um compromisso entre a prática de engenharia e princípios empresariais, isto é, conjuga a gestão técnica com a componente económica e financeira. No meio empresarial, a análise financeira do património das infraestruturas tem-se socorrido, comumente, do método da depreciação. Este método consiste na distribuição do custo de um património físico ao longo do tempo, em detrimento de deduzir o custo no ano de aquisição. Para tal é necessário (Mehle et al., 2001):

- atribuir um valor a cada elemento do sistema;
- desvalorizar cada elemento da infraestrutura, numa base anual, ao longo da sua vida útil.

Contudo, este método não permite ter em linha de conta os custos de manutenção e reabilitação, nem os seus efeitos na vida útil do património, pelo que a *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) desenvolveu uma abordagem alternativa que implica dispor (Mehle et al., 2001):

- do cadastro atualizado do património da infraestrutura;
- da classificação da condição dos elementos da infraestrutura ou de uma amostra estatisticamente representativa desses elementos;
- da estimativa do custo anual de manter o nível mínimo exigido para a condição dos elementos que compõem a infraestrutura.

No entanto, implementar totalmente a gestão de ativos físicos em sistemas de drenagem envolve ainda a (WRC, 2001; Alegre, 2010):

- escolha dos critérios desempenho e definição de objetivos;
- diagnóstico do sistema, incluindo a avaliação do desempenho atual e a previsão da sua evolução futura;
- escolha da estratégia de intervenção e a definição das medidas a adotar.

Para tal, a operacionalização da gestão de ativos físicos exige os seguintes elementos (Mehle et al., 2001):

Inventariação da infraestrutura, envolvendo a obtenção:

- da caracterização atualizada dos componentes da infraestrutura,
- da classificação da condição dos componentes da infraestrutura ou de uma amostra estatisticamente representativa desses componentes;

Valoração da infraestrutura, o que requer:

- a previsão da condição futura dos componentes da infraestrutura,
- a atribuição de um valor monetário aos componentes da infraestrutura;

Avaliação da infraestrutura e das opções de intervenção, o que obriga a definir:

- um sistema de avaliação do desempenho para os componentes da infraestrutura,
- um modelo para alocar os recursos disponíveis à gestão dos componentes da infraestrutura.

Como em qualquer modelo de gestão, após a elaboração do plano de gestão de ativos físicos é preciso proceder à sua implementação prática e ao seu acompanhamento (monitorização, controlo, revisão, consulta e melhoria contínua).

2.4 INSPEÇÃO DE COLETORES

Os sistemas de drenagem de águas pluviais são construídos com diferentes tipos de materiais. No decorrer do tempo as suas condições estruturais vão-se deteriorando e a sua capacidade hidráulica diminuindo, pelo que a necessidade de inspecionar os coletores passa a ser uma prioridade estratégica. Esta avaliação permite manter e atualizar o

sistema de drenagem, possibilitando poupanças económicas significativas (Al-Barqawi e Zayed, 2006). A inspeção é feita de forma ativa (depois das anomalias causarem danos visíveis) ou preventiva (atuando em zonas que se sabe à partida serem sensíveis e passíveis de surgirem anomalias).

A inspeção pode ser feita de forma visual (visual/person-entry inspection), caso o diâmetro do coletor o permita. Ao percorrer os coletores o inspetor poderá detetar defeitos, identificar sinais de deterioração e deformação do coletor e recolher registos fotográficos e de vídeo (Zhao et al., 2001).

Caso a inspeção não possa ser feita visualmente de forma direta, há necessidade de recorrer a equipamentos de apoio auxiliares. Na Tabela 2.1 constam algumas das principais técnicas de inspeção e indicam-se as respetivas vantagens e desvantagens mais relevantes. Outras técnicas e exemplos de equipamentos comerciais podem ser consultados em EPA (2009).

Tabela 2.1 – Técnicas de Inspeção com respetivas vantagens e desvantagens (Wirahadikusumah, 1998; Almeida e Cardoso, 2010)

Técnicas	Vantagens	Obstáculos para a implementação
Visual Direta ou Indireta (CCTV)	Técnica conhecida e comumente utilizada Recentes desenvolvimentos desta técnica (CCTV) incluem a produção de imagens de elevada qualidade e sistemas portáteis de inspeção	Depende da qualidade e experiência do operador do equipamento. Depende da qualidade de imagem produzida Não fornece informação acerca das condições do terreno Ineficaz na deteção de todos os tipos de anomalias
Termografia Infravermelha	Aplicável a grandes áreas a inspecionar Permite inspeção durante a noite Deteta anomalias na parede do coletor e fornece informação acerca das condições do terreno	Não fornece informação acerca da profundidade das fissuras A interpretação dos resultados depende das condições climáticas e das condições à superfície
Sonar	Fornecer a secção transversal da tubagem Fornecer a flexão da parede do coletor, a corrosão e o volume de detritos	Grava apenas a secção do coletor acima ou abaixo do nível da água, não em simultâneo
Radar	Fornecer o perfil da secção transversal do coletor Identifica a profundidade das fissuras	A interpretação de dados requer experiência e formação
Anel Laser	Determina com exatidão a forma e deformação da secção transversal	Requer experiência do operador do equipamento
Outros sistemas de inspeção (KARO, PIRAT, SSET)	Sistema multissensorial (permite maior fiabilidade dos dados recolhidos) Fornecer o perfil da seção transversal do coletor melhor relação custo/benefício	Elevado custo inicial

2.4.1 Visual Direta ou Indireta

A inspeção visual, manual ou com recurso a CCTV (Closed Circuit Television) permite o levantamento da condição estrutural da rede, a identificação das ligações existentes a determinada câmara e a existência de infiltrações (Almeida e Cardoso, 2010).

O CCTV é um método comumente utilizado na inspeção de coletores. Consiste em introduzir uma câmara de vídeo movida por um robô no coletor que permita identificar a acumulação de sedimentos e detritos, fraturas, fendas e a existência de raízes (Zhao et al., 2001).

Esta técnica possui alguns inconvenientes, nomeadamente pelo facto de apenas fornecer uma visão do coletor acima da linha de água, não permitir obter informação acerca da integridade estrutural do coletor e por não facultar informação acerca do solo que envolve o coletor (EPA, 2009; Zhao et al., 2001; Allouche e Freure, 2002). O custo

desta técnica aumenta com a profundidade e comprimento do coletor, uma vez que é maior o comprimento do cabo ligado ao robô e a duração da inspeção (Zhao et al., 2001)

A qualidade das anomalias detetadas com esta técnica depende da qualidade do operador do equipamento de vídeo, da qualidade das imagens e vídeos recolhidos e da altura do nível de água do coletor a inspecionar (EPA, 2007, 2009).

Os testes de fumo, os testes com traçadores, os ensaios de estanquidade e os questionários a residentes, são outros métodos de inspeção visuais utilizados no reconhecimento do traçado da rede e na avaliação de ligações indevidas (Almeida e Cardoso, 2010).

2.4.2 Termografia Infravermelha

Esta técnica consiste na utilização de uma câmara de infravermelhos para medir as variações de temperatura de uma área específica. É um método que permite detetar variações de temperatura na superfície do coletor possibilitando a deteção de defeitos como fugas e vazios (EPA, 2009; Wirahadikusumah, 1998).

Esta técnica é suscetível às condições meteorológicas no local a inspecionar que tendem a distorcer a veracidade da temperatura medida a partir da câmara de infravermelhos (Allouche et al., 2002).

2.4.3 Sonar

A técnica do sonar consiste na emissão de uma onda de som no solo e cronometragem do tempo que a mesma demora a chegar ao recetor. Sabendo o tempo que a onda demorou a voltar ao recetor e a velocidade de propagação da onda nas diferentes camadas de solo percorrido é possível estimar a distância a que o coletor se encontra da superfície (Allouche et al., 2002; Wirahadikusumah, 1998; Martinho, 2014). Na Tabela 2.2 apresentam-se as velocidades de propagação de ondas sonoras nos diferentes tipos de rocha.

Tabela 2.2 - Velocidade de propagação de ondas de som em diferentes tipos de rocha (adaptado de Martinho, 2014)

Tipo de rocha	Vp (m/s)
Areia seca	300-1000
Areia saturada	1200-1900
Argila	1100-2500
Carvão	1400-1600
Arenitos	2000-4500
Ardósia	2400-5000
Calcários e dolomitos	3400-6000
Granito	5000-6200
Basalto	5500-6800
Gabro	6400-6800
Dunite	7500-8400

Este método permite identificar flexão nas paredes do coletor e corrosão na secção transversal. Pode, ainda fornecer informação relativa ao volume de sedimentos presente no coletor. Esta técnica pode ser utilizada em coletores de betão, tijolo e termoplásticos quer estejam vazios ou cheios (Allouche et al., 2002). Permite medir com boa exatidão, dependendo das condições locais, os objetos submersos (Almeida e Cardoso, 2010).

2.4.4 Radar

A técnica do radar consiste na emissão de uma onda eletromagnética no solo e cronometragem do tempo que a mesma demora a voltar ao recetor depois de serem refletidas. A reflexão das ondas fica a dever-se à mudança do tipo de solo percorrido. Sabendo o tempo que a onda demorou a voltar ao recetor e sabendo a velocidade com que a onda percorre cada tipo de solo (característico de cada solo) é possível estimar a profundidade do coletor (Allouche et al., 2002; Wirahadikusumah, 1998; Grangeia e Matias, 2004).

A informação obtida a partir do radar permite compreender as condições estruturais do coletor, as condições de interface entre solo e coletor e as condições do solo que envolve o coletor (Wirahadikusumah, 1998). Também permite a localização de fugas pois a presença de água reduz a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas emitidas (EPA, 2009) e avaliar a espessura do material de que é constituído o coletor e identificar a presença de cavidades (Almeida e Cardoso, 2010).

2.4.5 Anel Laser

Esta técnica consiste na projeção, na parede do coletor, de um anel luminoso com laser que regista a projeção na sua superfície. Depois de analisada a informação recolhida é possível determinar com exatidão a forma da secção transversal e a sua eventual deformação (Almeida e Cardoso, 2010).

2.4.6 Outros Sistemas de Inspeção

Paralelamente aos sistemas de inspeção descritos, existem outros que poderão ser utilizados nos casos em que a inspeção necessária for mais específica ou de maior dificuldade.

O KARO é um robô movido remotamente com alta manobrabilidade que transporta consigo multisensores inteligentes com vista à inspeção do coletor em questão. A partir da câmara de vídeo presente no robô é possível recolher informações acerca das deformações e dos obstáculos por ele encontrados. O robô possui um radar opcional que permite investigar o terreno em volta do coletor num raio de 2 metros (Wirahadikusumah, 1998).

O SSET (Sewer Scanner and Evaluation Technology) é um sistema de inspeção semelhante ao CCTV mas que surge da necessidade de o complementar. O SSET faz uma digitalização da área da secção do coletor à medida que o robô vai avançando, gerando uma imagem de alta resolução a 2D do interior do coletor. Este sistema permite, assim, detetar anomalias em todas as direções, mesmo que estejam submersas (Wirahadikusumah, 1998).

2.5 LIMPEZA DE COLETORES

Períodos de baixo fluxo de caudal em coletores conduzem a baixas velocidades de escoamento. Estas permitem a concentração de detritos e gorduras na base e nas paredes do mesmo (Fan et al., 2001). Com o passar do tempo estes detritos poderão solidificar formando assoreamentos nos coletores que mesmo a existência de caudais elevados, provenientes da drenagem pluvial, não consegue destruir. As raízes que se introduzem nos coletores atraídas pela presença de água são outro parâmetro a ter em consideração, pois possuem a capacidade de reter os detritos arrastados pelo escoamento contribuindo, assim, para uma mais rápida obstrução da secção do coletor. Coletores com grandes diâmetros e reduzidas inclinações são os mais propensos a este tipo de obstrução que raramente ocupam toda a secção do coletor mas que reduzem a sua capacidade de escoamento (Butler e Davies, 2004). Um baixo fluxo de caudal e descargas de efluentes industriais poderá promover o estabelecimento de condições anaeróbias que, consequentemente, originarão odores nos coletores. A temperatura é um fator importante neste domínio. Temperaturas mais baixas conduzirão a menores probabilidades de libertação de odores, com impactos nefastos na comunidade. (Antunes, 2006; Fan et al, 2001).

De forma a remover os detritos, além da tradicional limpeza manual, em coletores visitáveis (Butler e Davies, 2004), poderão recorrer-se a outras técnicas:

- Varejamento (Rodding). Consiste em empurrar um dispositivo ao longo do coletor que, a partir de um movimento de rotação destrói os depósitos e raízes existentes (Almeida e Cardoso, 2010).

- Jato de água (Jetting). Esta técnica de jateamento consiste em utilizar um jato que pode ser de água (Almeida e Cardoso, 2010), ar ou areia dentro do coletor de forma a “soltar” os detritos para que estes sigam com o escoamento (Butler e Davies, 2004). Esta técnica possui o inconveniente de promover o desgaste do coletor. No caso de se utilizar o jato de água a uma pressão de 27 MPa a taxa de erosão volumétrica será de $0.08 \text{ mm}^3\text{s}^{-1}$, $6.90 \text{ mm}^3\text{s}^{-1}$ e $0.04 \text{ mm}^3\text{s}^{-1}$ conforme o coletor seja feito de grés, betão ou termoplástico respetivamente. A taxa de perda de espessura da parede do coletor, caso seja de grés, betão ou termoplástico é de $3.56 \mu\text{ms}^{-1}$, $9.40 \mu\text{ms}^{-1}$ e $3.17 \mu\text{ms}^{-1}$ respetivamente. É necessária uma operação segura deste equipamento devido às altas pressões utilizadas neste processo (Campbell and FairField, 2006). A seleção do bocal deve ter em consideração o tipo de depósitos a remover de forma a minimizar o risco de danificação do coletor. Existe também a técnica de jato de água de alta pressão com sucção que consiste na combinação de jato de água de alta pressão com sucção e permite a remoção de depósitos de sedimentos e incrustados (Almeida e Cardoso, 2010).
- Água quente. A utilização de água quente é benéfica caso se pretenda remover gorduras existentes nos coletores (Butler e Davies, 2004).
- Arrasto (Winching). Técnica que envolve a utilização de um recipiente que será arrastado pelo coletor de forma a recolher os sedimentos acumulados. O recipiente está preso por um guincho que pode ser puxado mecanicamente ou manualmente (Butler e Davies, 2004). Esta técnica pode ser aplicada a coletores de grandes dimensões e possibilita a remoção de grandes quantidades de depósitos (Almeida e Cardoso, 2010).
- Corrente de varrer (Flushing). Consiste em introduzir “ondas” no coletor de modo a que os sedimentos fiquem em suspensão e sigam com o escoamento (Butler e Davies, 2004; Fan et al, 2001; Almeida e Cardoso, 2010; Sousa e Monteiro, 2015).
- Equipamento comandado à distância. Consiste na utilização de equipamentos controlados remotamente tais como corta raízes mecânicas, equipamento robotizado de corte por jato de água a alta pressão e manguais com correntes (Almeida e Cardoso, 2010).
- Esferas de limpeza ou placas de raspagem. Consiste na colocação de uma esfera de diâmetro ligeiramente inferior ao do coletor a limpar. O efeito do aumento de velocidade provocado pela passagem do escoamento na esfera liberta os sedimentos que são arrastados para jusante (Almeida e Cardoso, 2010).
- Escavação manual ou mecânica. Técnica utilizada em coletores de grande diâmetro e, geralmente, quando nenhuma das outras técnicas é aplicável.

A Tabela 2.3 apresenta o campo de aplicação de diferentes técnicas de limpeza.

Tabela 2.3 - Técnicas de limpeza e respetivos campos de aplicação (Butler e Davies, 2004; Almeida e Cardoso, 2010)

Tópico	Varejamento	Arrasto	Jato de Água	Corrente de Varrer
DN < 375 mm	Bom	Razoável	Bom	Bom
450 mm < DN < 900 mm	Mau	Bom	Razoável	Razoável
Max. Comprimento (m)	25	100	100	50
Risco de dano do coletor	Baixo	Médio	Alto	Baixo
Risco de inundação	Não	Não	Não	Sim

2.6 TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO

Por reabilitação a NP EN 752:2009 entende ser o “conjunto de medidas para restaurar ou melhorar o desempenho de um sistema de drenagem de águas residuais existente”.

A reabilitação pode ser classificada como reparação, renovação ou substituição (Camacho, 2007; Carvalho, 2011; EPA, 2013).

- reparação: retificação de defeitos localizados;
- renovação: restauração ou melhoria do desempenho atual;
- substituição: construção de um novo ramal ou coletor, no alinhamento ou não de um ramal existente, substituindo-o.

Na escolha do tipo de reabilitação a utilizar é necessário entender qual a melhor estratégia a adotar. A Figura 2.3 ilustra o processo de decisão para a seleção da solução a utilizar.

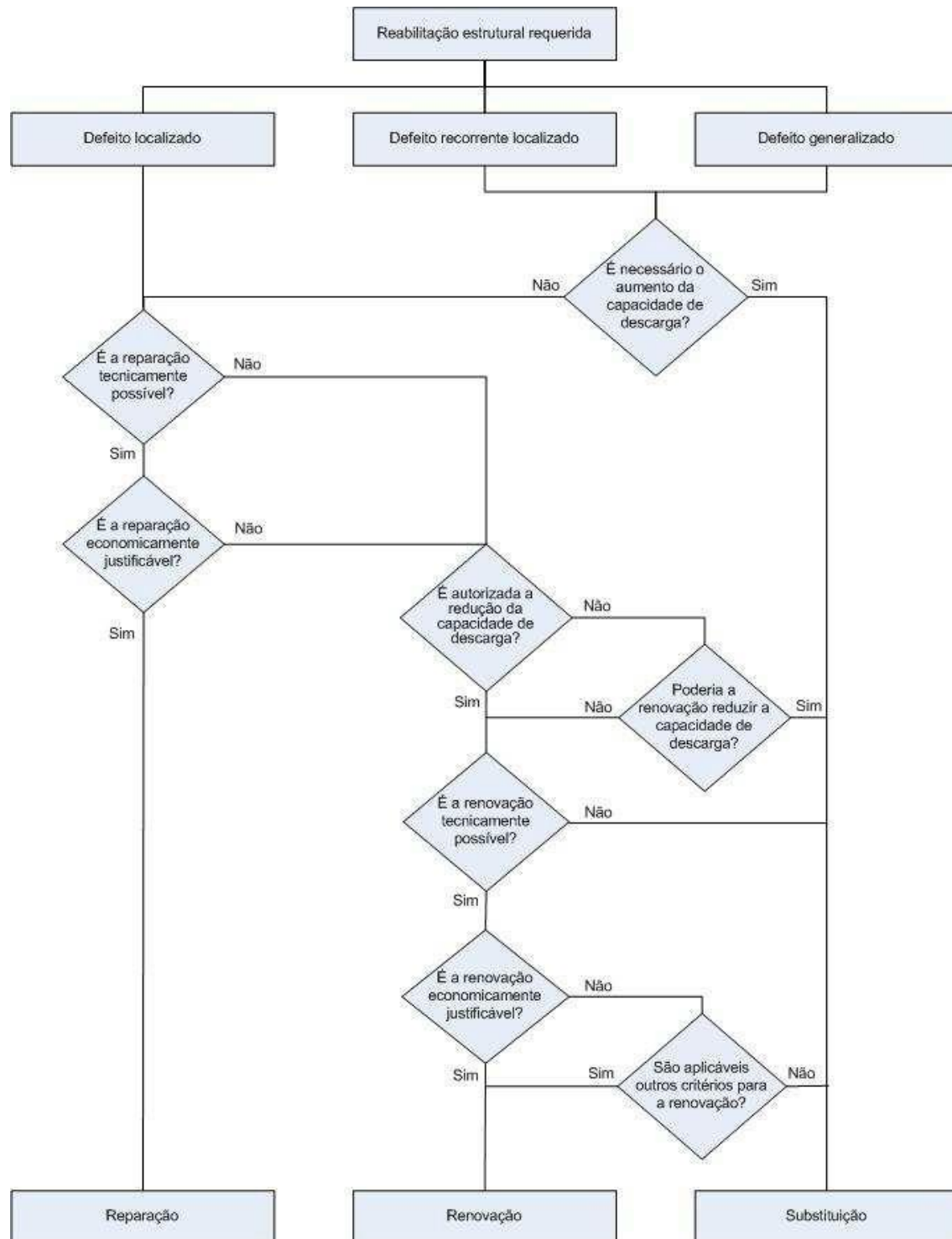


Figura 2.3 – Processo de decisão para a seleção da solução a utilizar (NP EN 752 2009)

Escolhido o tipo de reabilitação, deve decidir-se qual a técnica adequada a usar. Deverão ter-se em consideração alguns fatores (Abrahams e Gillani, 1999):

- análise custo-ciclo de vida do novo coletor;
- custos sociais: custos que não estão incluídos no projeto mas que afetam população residente no local da reabilitação;
- tráfego;
- ambientais;
- comércio e indústria;
- saúde e segurança.

2.6.1 Técnicas de Reparação

As técnicas de reparação são utilizadas em pequenos trechos de coletor para corrigir anomalias de cariz local (EPA, 2013).

2.6.1.1 Injeção de argamassa não retrátil

A injeção de argamassa não retrátil, ou estabilização (Camacho, 2007), consiste na utilização de um isolamento em fendas e juntas do coletor (Camacho, 2007; Almeida e Cardoso, 2010).

Essa aplicação poderá ser feita manualmente, caso o diâmetro da conduta o permita, ou através de um robô (Camacho, 2007; Almeida e Cardoso, 2010).

As utilizações associadas aos robôs são o corte de raízes, a injeção de argamassas ou resinas e a reposição da forma da secção transversal da tubagem. O uso dos robôs têm como vantagens permitir o acesso a coletores e condutas de diâmetro reduzido e a possibilidade de realizar o trabalho sem necessidade de interromper o escoamento, em menos tempo quando comparado com os métodos de escavação e com menores custos socioeconómicos. No entanto, a sua aplicação tem implicações ao nível dos custos relacionados com o atual elevado nível de desenvolvimento tecnológico e a técnicos especializados para o seu manuseamento (Camacho, 2007; Abraham and Gillani, 1999). Os robôs fresadores, para além do corte de raízes permitem remover depósitos sólidos. As limitações à sua utilização decorrem da impossibilidade de utilizá-lo em todos os tipos de materiais e da impossibilidade de corrigir fraturas (Camacho, 2007). Com o objetivo de corrigir a forma da secção é utilizado o *pointing robot*. Este robô possibilita a reparação de coletores ou caixas de visita construídos em tijolo, uma vez que é capaz de retirar argamassa antiga e aplicar uma nova (Camacho, 2007).

A estabilização pode ainda ser feita através da aplicação de resina epóxi no local da anomalia (estabilização química) (Camacho, 2007; EPA, 2013).

2.6.1.2 Remendo Curado no Local

A reparação com remendo curado no local (*short liners* ou *packers*) é utilizada na reparação de problemas derivados de corrosão localizada ou de danos estruturais (EPA, 2013). Os *short liners* são normalmente utilizados em reparações entre 0,5 m e os 5 m de comprimento (Trelleborg, 2013) e os diâmetros de aplicação oscilam entre os 100 mm e os 1200 mm (Camacho, 2007; Almeida e Cardoso, 2010), entre os 100 mm e os 800 mm (Carvalho, 2011) ou 35mm e os 1200 mm (Trelleborg, 2013).

É necessário ter em consideração a interrupção do serviço do coletor a reparar, a garantia de acesso à zona onde está situada a anomalia e a desinfecção do coletor antes de retomar o serviço. A interrupção do serviço do coletor deverá ser cuidadosamente planeada de modo a minorar os danos causados pela mesma (EPA, 2013).

Este tipo de reparação possui várias aplicações (Trelleborg, 2013):

- fissuras ou roturas pontuais no coletor;
- desgaste mecânico pontual;
- corrosão pontual.

As vantagens associadas à reparação com *packers* são (Trelleborg, 2013):

- reparação com comprimentos que variam entre os 0,5 e os 5 metros;

- reparação com diâmetros nominais que variam entre os 35 e os 1200 mm;
- permite a reparação de coletores com formas circulares e ovais;
- possível de aplicar em coletores de betão, fibrocimento, PVC, PP, PEAD, ferro fundido, ferro fundido dúctil, betão armado e grés;
- rápida aplicação.

As desvantagens associadas a este método são o peso dos materiais utilizados e a complexidade do trabalho que este implica caso se pretenda aplicar em juntas. Zonas de elevada turbulência são propensas ao desenvolvimento de fissuras (Abraham and Gillani, 1999).

Depois de efetuada a limpeza do coletor, é colocado um tubo puxado por um guincho e insuflado junto da anomalia. Caso seja utilizado um pequeno tubo este deverá ser assente com firmeza contra o coletor de forma a diminuir o volume existente entre os dois anéis. Se este volume for de dimensões consideráveis, torna-se necessário aplicar argamassa entre os anéis. No caso de se usar simplesmente a cabeça de reparação, as extremidades da zona deteriorada são seladas de modo a que seja possível injetar uma resina no troço defeituoso (Camacho, 2007).

Os revestimentos localizados podem ser de vários tipos, consoante a sua finalidade. A Tabela 2.4 apresenta os vários tipos de revestimentos pontuais apresentados nos subcapítulos seguintes com os respetivos diâmetros de aplicação.

Tabela 2.4 – Técnicas de revestimentos de pequenos comprimentos e respetivos diâmetros de aplicação (EPA, 2013)

Designação da técnica	Diâmetro (mm)
Fibra de vidro e carbono reforçado com resina epóxi	>900
Polímero reforçado com fibra de carbono	>600
Fibra de vidro, carbono e aramida	>900
Fibra de vidro com resina de uretano	>12
Fibra de carbono saturada com resina epóxi	1500-3000
Manga de aço saturado com resina	100-1350
Revestimentos Epóxi	>900
Revestimentos Epóxi	>200
Revestimentos de Poliuretano	>900

Fibra de vidro e carbono reforçado com resina epóxi

É um tecido de fibra de vidro e de carbono reforçado com resina epóxi. A aplicação pode ser feita manualmente ou através dos devidos equipamentos e tem como finalidade reforçar coletores deteriorados e estruturas. Desenvolvida na Universidade do Arizona, esta técnica tem sido utilizada em reparações de PCCP (prestressed concrete cylinder pipe) e no reforço de coletores de betão em anomalias localizadas e de grande secção (EPA, 2013).

Polímero reforçado com fibra de carbono

O CFRP (carbon fiber reinforced polymer) é um compósito que permite reforçar coletores de betão e metálicos a nível estrutural e ainda protegê-los contra a corrosão. Este compósito tem uma vida útil estimada em 50 anos. O CFRP possui a vantagem de garantir um *design* autónomo que permite o não preenchimento da totalidade do tubo original. O compósito pode ser pré-cortado nos comprimentos desejados de modo a satisfazer os diâmetros do coletor. Antes da instalação, a superfície deve estar limpa, seca e livre de cavidades e saliências. Jato de areia,

moagem, ou outras técnicas são necessárias para aumentar as capacidades de ligação entre o compósito e o substrato existente. O CFRP é aplicado manualmente ou pela utilização de equipamento adequado (EPA, 2013).

Fibra de vidro, carbono e aramida

É um compósito que contém fibra de vidro, de carbono e de aramida. A tira de tecido é flexível e é ligada à parede do coletor. Possui a vantagem de poder ser colocado na parte interna ou externa do coletor. Caso as dimensões do coletor o permitam, o operador coloca-o internamente. Caso não seja possível, é colocado na parte exterior da parede do coletor (EPA, 2013).

Fibra de vidro com resina de uretano

Esta técnica funciona não só como uma barreira contra a corrosão mas também como reforço estrutural contra agentes externos. O revestimento consiste numa mistura de resina de uretano impregnada numa manga de fibra de vidro. A mistura é ativada com recurso a água. Este revestimento é aplicado envolvendo um tecido de fibra de vidro, que já tem a si impregnado uma mistura de resina de uretano e água. A fibra ganha a configuração desejada ao fim de uma hora e o tempo de cura é de 24 horas (EPA, 2013).

Fibra de carbono saturada com resina epóxi

É um compósito que se aplica na parede interior do coletor. É composto por uma fibra de carbono saturada com uma resina epóxi que será posteriormente colada na superfície do coletor. Pode ser aplicado por um robô desenhado para o efeito. O robô opera com diâmetros que variam entre os 1500mm e os 3000 mm. A sua principal vantagem é a velocidade de aplicação, 4,9 metros por minuto. O compósito deverá ser colocado manualmente em locais como cotovelos, com alteração de inclinação e válvulas (EPA, 2013).

Manga de aço saturado com resina

É um método de reparação do interior de coletores desenhado para selar juntas e impedir o chumbo de contaminar água potável em coletores antigos. A aplicação deste método consiste em colocar uma manga no interior do coletor danificado. A colocação da manga é efetuada com um guincho auxiliado por um CCTV (Closed Circuit Television). A manga é feita de aço SST-316. A parede exterior da manga é saturada com resina, sendo pressionada por meios mecânicos, mecanicamente contra o coletor danificado. A resina é curada à temperatura ambiente. É aplicável em coletores com diâmetros que variam entre os 100mm e os 1350 mm (EPA, 2013).

Revestimentos Epóxi

Vários materiais de revestimento de epóxi podem ser utilizados para sistemas de drenagem de água. Os produtos de resina epóxi, 100% sólidos, sem solventes ou diluentes reativos podem ser os adequados para reparos localizados nos coletores. Existem dois tipos de revestimento. Um é utilizado como proteção de superfícies metálicas e de betão, por ser resistente a soluções aquosas e produtos quimicamente agressivos. Pode ser aplicado a coletores com diâmetro superior a 900 metros. O outro é uma resina epóxi líquida que proporciona ao coletor resistência à corrosão e à abrasão. Pode ser aplicado em *spray* ou manualmente, na parede interior ou exterior do coletor em tubos de diâmetro não inferior a 200 mm (EPA, 2013).

Revestimentos de Poliuretano

Os revestimentos de poliuretano são aplicados em *spray* sobre as paredes do coletor. Existem dois revestimentos distintos. Um é um revestimento que garante a reparação estrutural e a resistência química contra os elementos que existem nas estruturas subterrâneas. Entre 30 a 60 minutos após a aplicação o coletor já será capaz de acolher fluxo de fluido. A cura varia entre 4 e 6 horas. Tem uma vida útil de 50 anos. O outro é similar ao anterior tendo, contudo, menos derivados petroquímicos e não possui propriedades físicas estruturais. Apesar disso, 35% do conteúdo do *spray* é de base biológica garantindo, assim, uma maior proteção do ambiente (EPA, 2013).

2.6.2 Técnicas de Renovação

As técnicas de renovação são utilizadas em situações em que a tubagem existente é reaproveitada e reabilitada de forma a repor ou melhorar a *performance* do coletor. A Tabela 2.5 apresenta resumidamente as técnicas com as respetivas vantagens, desvantagens e os diâmetros a que se aplicam.

Tabela 2.5 - Técnicas de renovação com as respetivas vantagens, desvantagens e diâmetros de aplicação (Camacho, 2007; Carvalho, 2011; EPA, 2013; Almeida e Cardoso, 2010)

Designação da técnica	Vantagens	Desvantagens	Diâmetro (mm)
Entubamento com tubagem contínua	Melhoria do comportamento estrutural Podem ser utilizados vários materiais Baixo custo	Desconhecimento da vida útil da nova tubagem Redução da capacidade hidráulica	100 - 3650
Entubamento com tubagem ajustada	Rápida instalação Baixa redução da capacidade hidráulica	Não aplicável a coletores não circulares Não recomendável a coletores com deformações	80 - 600
Entubamento com tubagem curada no local	Melhoria do comportamento estrutural Aplicável a coletores não lineares	Desconhecimento da vida útil da nova tubagem	100 - 3650
Entubamento com banda em espiral	Rápida instalação Mínima ocorrência de distúrbios à superfície Melhoria do comportamento estrutural	Redução da capacidade hidráulica Não aplicável a coletores não circulares	80 - 3000
Revestimento projetado ou com cofragem (Betão)	25 a 50% do custo de substituição	Não estrutural Desconhecimento da vida útil da nova tubagem	>3000
Revestimento projetado ou com cofragem (Fibra acrílica)	Baixo tempo de cura Baixo tempo de cancelamento de serviço	Desconhecimento da vida útil da nova tubagem	>3000
Revestimento projetado ou com cofragem (Resina epóxi ou de poliuretano)	Custo competitivo com o <i>Spray</i> (Betão) em diâmetros reduzidos	Não estrutural Alto custo em tubagens com grandes diâmetros	225 - 1000

2.6.2.1 Entubamento com tubagem contínua ou segmentada

O entubamento com tubagem contínua (*Sliplining*) ou segmentada, passa pela colocação, no interior do coletor deteriorado, de um tubo de menor diâmetro. A colocação é efetuada recorrendo a um guincho (EPA, 2013; Matias, 2013; Pinto, 2009; Almeida e Cardoso, 2010). O tubo é contínuo caso se pretenda que preencha a totalidade do comprimento do coletor e é segmentado no caso de apenas ser necessário cobrir certas partes do coletor. Os diâmetros utilizados no revestimento contínuo variam entre 100mm e 1600 mm e os de revestimentos segmentados podem variar entre os 100 mm e os 3650 mm (Camacho, 2007).

É necessário proceder à limpeza do coletor antes da colocação da nova tubagem. A colocação de um cone no primeiro troço de tubagem facilita a introdução do mesmo no coletor. Os novos troços de tubagem podem ser ligados mecanicamente ou por meio de soldadura ao anterior. A soldadura poderá ser feita antes da inserção do

tudo de modo a reduzir o tempo da operação. O espaço anelar existente entre o coletor original e o novo tubo é, geralmente, preenchido com argamassa. Existe, naturalmente, perda de capacidade de transporte devido à redução da área da secção, mas esta é insignificante (Camacho, 2007). Matias (2013) defende que não haverá redução da capacidade de transporte de água já que o coletor antigo, embora com diâmetro superior, apresenta maior rugosidade e vazamentos.

O *Splilining* pode ser uma boa solução do ponto de vista custo/eficiência, especialmente se for necessária uma reabilitação total do coletor. É ainda necessário ter em conta os acessos para a inserção da tubagem contínua com vista a colocar o tubo no alinhamento proposto. O tubo deverá ser fixo no local estimado de forma a garantir a sua fixação e que a carga fique distribuída uniformemente (EPA, 2013).

O Polietileno (PE), o Polipropileno (PP) ou o plástico reforçado com fibra de vidro (GRP) são os materiais a considerar para o *Splilining* (Camacho, 2007).

2.6.2.2 Entubamento com tubagem ajustada

A aplicação deste método passa pela colocação de um tubo dentro do coletor que posteriormente será expandido para o seu diâmetro. Este novo tubo é de diâmetro reduzido e a expansão é efetuada sob pressão. Os diâmetros do coletor a que este método se aplica variam entre os 80mm e os 600 mm. Tal como no método anterior, é necessário proceder à limpeza do coletor antes da aplicação do novo tubo.

Este método possui a vantagem de ter uma perda de secção muito reduzida. No entanto, se a secção não for circular ou se existir em deformações no coletor a aplicação fica dificultada (Camacho, 2007).

2.6.2.3 Entubamento com tubagem curada no local

Consiste na colocação de um tubo banhado com resina no interior do coletor. A introdução do tubo no coletor é feita recorrendo a um inversor ou a um guincho. Posteriormente o tubo é expandido, utilizando pressão de água ou ar até ganhar a forma do coletor a reabilitar. A temperatura de cura da resina é a ambiente e, deste modo, o processo tem de ficar completo antes do seu endurecimento (EPA, 2013; Abraham, 1999; Carvalho, 2011; Pinto, 2009).

Antes da aplicação do tubo é necessário proceder à limpeza do coletor. É também necessário considerar que se deve cancelar o serviço dos coletores a reabilitar, de modo a que a resina do novo tubo não seja arrastada pela água do escoamento (EPA, 2013).

Este método é possível em coletores com diâmetros que variem entre os 100mm e os 3650 mm (Camacho, 2007) ou entre 150 mm e os 2400 mm (Insituform, 2015).

Possui a vantagem de poder ser aplicado em secções não circulares. A escavação necessária é pouca ou nenhuma. Como a nova tubagem fica com a forma do coletor original, a necessidade de argamassa para compensar vazios existentes é mínima e daí a perda de área de secção em relação à original ser também ela mínima. Pode ser aplicado em grandes extensões. Garante também uma melhoria do comportamento estrutural do coletor (Camacho, 2007; Abraham, 1999).

Este tipo de reparação possui várias aplicações (Insituform, 2015):

- coletores danificados pontualmente ao longo do seu comprimento;
- em curvaturas de coletores;
- em juntas.

As vantagens associadas à reparação com recurso a mangas são (Insituform, 2015):

- reparação de coletores de 0,150 m aos 25 m;
- permite a reparação de coletores com qualquer forma;
- possível de aplicar em coletores de betão, fibrocimento, PVC, PP, PEAD, ferro fundido, ferro fundido dúctil, betão armado e argila vitrificada;
- rápida aplicação.

Possui as desvantagens de ser necessário pessoal qualificado, de equipamento especial para a operação e da necessidade de corte manual ou remoto das ligações laterais. A instalação pode também ser dificultada caso o diâmetro do coletor for superior a 600 mm ou inferior a 100 mm (Camacho, 2007).

2.6.2.4 Entubamento com banda em espiral

O entubamento com banda em espiral consiste na inserção de um revestimento em espiral no coletor existente. O espaço anelar entre os dois é preenchido com argamassa. O diâmetro de aplicação varia entre 80mm e 3000 mm (Camacho, 2007) e entre 150 mm e 3600 mm (Pinto, 2009).

Caso o diâmetro não permita o acesso humano, utiliza-se o equipamento adequado a dar a forma ao revestimento em espiral do coletor existente. Caso contrário o processo é feito manualmente (Camacho, 2007; Pinto, 2009).

O revestimento é constituído por PVC (Camacho, 2007) ou polietileno (Pinto, 2009).

2.6.2.5 Revestimento projetado ou com cofragem

O revestimento projetado ou com cofragem consiste na aplicação de uma camada de revestimento no interior do coletor pulverizando-o com *sprays*. A aplicação desta técnica pressupõe a limpeza do coletor a reabilitar (Camacho, 2007; EPA, 2013;).

Os materiais utilizados variam conforme o diâmetro pretendido. Betão e fibras acrílicas permitem uma aplicação em diâmetros superiores a 3000 mm (Camacho, 2007) e 1200 mm (EPA, 2013). Resina epóxi e de poliuretano permitem diâmetros entre 225mm e 1000 mm (Camacho, 2007).

O revestimento com recurso a *sprays* é utilizado para garantir maior durabilidade da vida útil do coletor (EPA, 2013).

2.6.3 Técnicas de Substituição

A substituição é a opção mais comumente utilizada quando é necessário reabilitar o coletor. É frequentemente utilizada quando o coletor não tem capacidade estrutural suficiente e se torna propenso ao surgimento de fissuras e quando a estimativa de custos de reparação ou renovação após inspeção é elevada. A substituição do coletor a reabilitar é realizada com ou sem recurso a abertura de vala (EPA, 2013). A Tabela 2.6 apresenta as técnicas de substituição com as respetivas vantagens e desvantagens.

Tabela 2.6 - Técnicas de substituição e respetivas vantagens e desvantagens (EPA, 2013; Camacho, 2007; Pinto, 2009; Almeida e Cardoso, 2010)

Designação da técnica	Vantagens	Desvantagens
Abertura de vala	Não requer pessoal qualificado Aplicado a todos os tipos de materiais	Custos Socioeconómicos Risco de desabamento Equipamentos de grandes dimensões Custo elevado
Deslocamento do solo por rebentamento do coletor	Permite a colocação de coletores com diâmetros superiores aos originais Fácil de aplicar	Não aconselhável caso existam outros elementos construídos nas proximidades Desfavorável em solos expansivos Economicamente pouco viável em caso de existência de ramais ou derivações
Percussão em tubo fechado numa extremidade	Pouca intervenção humana durante o processo	Não aconselhável caso existam outros elementos construídos nas proximidades

	Permite a colocação de coletores com diâmetros superiores aos originais Fácil de aplicar	Desfavorável em solos expansivos Economicamente pouco viável em caso de existência de ramais ou derivações
Deslocamento do solo com impulso com barra munida de expensor	Viável caso existam ramais ou derivações	Processo demorado
Cravamento de tubagem	Comprimento máximo condicionado pelas condições do solo	Nova tubagem deverá ser de alta resistência (aço)
Perfuração Dirigida	MO especializada	Permite elevados comprimentos de perfuração
Deslocamento do solo por sistema de impacto	MO especializada Baixos níveis de ruído quando comparada com abertura de vala	Não apropriado para coletores gravíticos Custo elevado

2.6.3.1 Tecnologias de escavação

As técnicas de escavação são as utilizadas tradicionalmente, nas quais se recorre a abertura de vala para substituir o coletor existente (EPA, 2013).

Substituição com abertura de vala

A substituição com abertura de vala permite o acesso direto ao coletor a reabilitar. O processo consiste em remover o pavimento acima do coletor, abrindo uma vala com a largura suficiente para a realização dos trabalhos e proceder à substituição do coletor. Poderá ser necessária a utilização de escoras ou declives consoante a profundidade e o tipo de terreno (Camacho, 2007). Quanto menor a largura da vala, menor a quantidade de escavação, menor necessidade de restauração do pavimento e menor tempo necessário, reduzindo, assim os custos com a substituição (EPA, 2013). Substituído o coletor, a vala é preenchida, compactada camada a camada, e a superfície do pavimento é reposta (Camacho, 2007). De salientar que é possível realizar esta técnica a maiores profundidades utilizando a placas metálicas colocadas nas paredes da vala para que esta não ceda (Camacho, 2007).

2.6.3.2 Técnicas sem escavação

Tal como o nome sugere, as técnicas sem escavação (*trenchless*), são as que não requerem abertura de vala para proceder à substituição da tubagem existente. A substituição pode ser realizada *online*, caso a nova tubagem tenha o alinhamento da anterior, ou *offline*, caso se pretenda um novo alinhamento (EPA, 2013).

Técnica com deslocamento do solo: rebentamento do coletor

A técnica com deslocamento do solo com rebentamento do coletor (*Pipe Bursting*) consiste na utilização de equipamento de perfuração (instrumento de percussão (Pinto, 2009), equipamento fragmentador (Matias, 2013) ou cone de destruição (Camacho, 2007) para destruir o coletor existente, pressurizando-o contra o solo envolvente. Cria-se, assim, um túnel que permite a colocação de um novo coletor de diâmetro igual ou superior ao original. A nova tubagem deverá estar ligada ao equipamento de perfuração de modo a que, à medida que o equipamento destrói o coletor original, o novo seja colocado no local pretendido (Matias, 2013; EPA, 2013; Pinto, 2009; Camacho, 2007, Almeida e Cardoso, 2010).

Caso o coletor seja de um material não frágil como o aço, o PVC, o polietileno, o aço inoxidável ou o ferro fundido é aconselhável utilizar o *Pipe Splitting*. Neste caso, o equipamento de perfuração é equipado com uma lâmina de corte. A parede da tubagem é cortada ao longo da linha de soleira e premida contra o solo envolvente (Pinto, 2009; Camacho, 2007).

Técnica com deslocamento do solo por percussão em tubo fechado numa extremidade

Técnica semelhante ao *Pipe Bursting*. A cabeça do equipamento de perfuração é constituída por um martelo pneumático que se desloca ao longo da tubagem a destruir, impulsionado por ar comprimido. De modo a manter a cabeça do equipamento pressionada contra a parede da tubagem original é utilizado um guincho tracionado. É utilizado um compressor para fornecer a pressão de ar necessária à percussão da cabeça do equipamento (Pinto, 2009; EPA, 2013; Almeida e Cardoso, 2010).

Técnica com deslocamento do solo: impulso com barra munida de expansor

A técnica de deslocamento do solo com impulso com barra munida de expansor (*Static Pipe Bursting*) consiste em rebentar a tubagem existente com recurso à tração exercida pela cabeça de rebentamento do equipamento de perfuração. Um cabo de aço ou um conjunto de varas estão ligados à cabeça de rebentamento de forma a garantir a força de tração necessária. Esta deverá ser a suficiente que garanta a rebentação da tubagem existente e a criação de espaço para a instalação do novo tubo (Pinto, 2009).

No caso de ser utilizado um conjunto de varas como meio de transmissão de tração, a instalação é descontínua, tendo o processo que ser interrompido sempre que seja necessário desligar uma vara do conjunto. Este processo é mais demorado mas permite substituir tubagens com ramais ou derivações (Pinto, 2009).

Cravamento de tubagem

O cravamento de tubagem (*Pipe Jacking*) consiste em “empurrar” a nova tubagem na horizontal através do solo utilizando macacos hidráulicos controlados remotamente, durante a escavação do solo em frente do tubo, com uma cabeça de corte rotativa. A gama de diâmetros varia entre os 200 mm e os 3 m (EPA, 2013; Pinto, 2009).

Para comprimentos da perfuração elevados (até 100 m (Pinto, 2009) ou entre 61 m e 457 m (EPA, 2013)) a técnica passa a denominar-se Micro galeria (*Microtunnelling*) e a gama de diâmetros em que se aplica varia entre os 100mm e os 1000 mm (Pinto, 2009).

Perfuração Dirigida

A perfuração dirigida é a técnica utilizada para a instalação de coletores que atravessem estradas, linhas férreas, rios ou outros obstáculos. Os materiais utilizados são o polietileno de alta densidade, PVC e aço. O processo é constituído por três etapas (EPA, 2013; Pinto, 2009, Almeida e Cardoso, 2010):

- Criação de um furo piloto ao longo do traçado previsto. O caminho percorrido pela cabeça de perfuração é controlado eletronicamente utilizando uma sonda;
- Injeção de bentonite no furo piloto de forma a garantir a sua estabilidade;
- Alargamento do furo piloto, no sentido inverso, para as dimensões da nova tubagem (Pinto, 2009) ou para entre 30% a 50% mais do que a nova tubagem (EPA, 2013). A tubagem a instalar é ligada ao alargador e puxada à medida que o tubo é alargado (Pinto, 2009).

Os diâmetros a que esta técnica se aplica variam entre os 60 mm e os 1200 mm (Pinto, 2009) e (EPA, 2013). Os comprimentos de perfuração podem ser até 2000 m (Pinto, 2009) ou 1500 m (EPA, 2013).

Técnica com deslocamento do solo com sistema de impacto

Esta técnica (*impact moling*) consiste em utilizar ar comprimido para conduzir um martelo pneumático (ou de ativação hidráulica (Pinto, 2009) através do solo para realizar o furo, geralmente de forma cónica. O solo é comprimido e não removido. A direção do furo é conseguida através da orientação por uma mira instalada no local

de início do furo que visa o local de chegada. A tubagem é instalada em simultâneo com a perfuração (Pinto, 2009; Camacho, 2007; EPA, 2013).

A gama de diâmetros a que se aplica varia entre os 20 mm e os 200 mm (Pinto, 2009; EPA, 2013).

2.7 ESTIMATIVA DO CUSTO DE OPERAÇÕES DE CONSTRUÇÃO

A estimativa do custo de operações de construção é feita com base em métodos predefinidos. A escolha do método a seguir está relacionada com a finalidade pretendida.

Método Pericial: o custo é estimado com base na opinião de peritos. Limitado aos estudos de viabilidade (Baptista, 2014);

Métodos Estatísticos:

- Estimativa paramétrica: consiste em estimar o custo total ou de parte do projeto com base nos principais parâmetros que o constituem. São utilizados dados de obras anteriores relativos a custos unitários podendo, assim, estimar o custo de determinado empreendimento. Utilizado na fase de planeamento ou estudo prévio (Baptista, 2014);
- Custos unitários: o custo é obtido a partir da multiplicação dos custos unitários de cada unidade pelo número de vezes que essa unidade surge. Os custos unitários são estimados com base em valores registados em obras passadas e podem ser adaptados conforme a obra em questão (Baptista, 2014).

Método de Simulação/Método da Composição de Custos: o custo de cada atividade é estimado a partir da soma de todos os componentes que a constituem (mão de obra, materiais, equipamentos e subempreitadas). Ao custo estimado, é adicionada uma margem que terá em conta os lucros/imprevistos. A previsão da margem deverá considerar, além da margem de lucro pretendida, o grau de confiança dos valores orçamentados (maior ou menor rigor no cálculo dos custos) e o interesse da empresa na execução da obra. Este método é utilizado na estimativa do custo total de uma obra (Dias, 2012; Baptista, 2014).

O custo da operação de construção é, então, obtido tal como ilustrado na Figura 2.4.

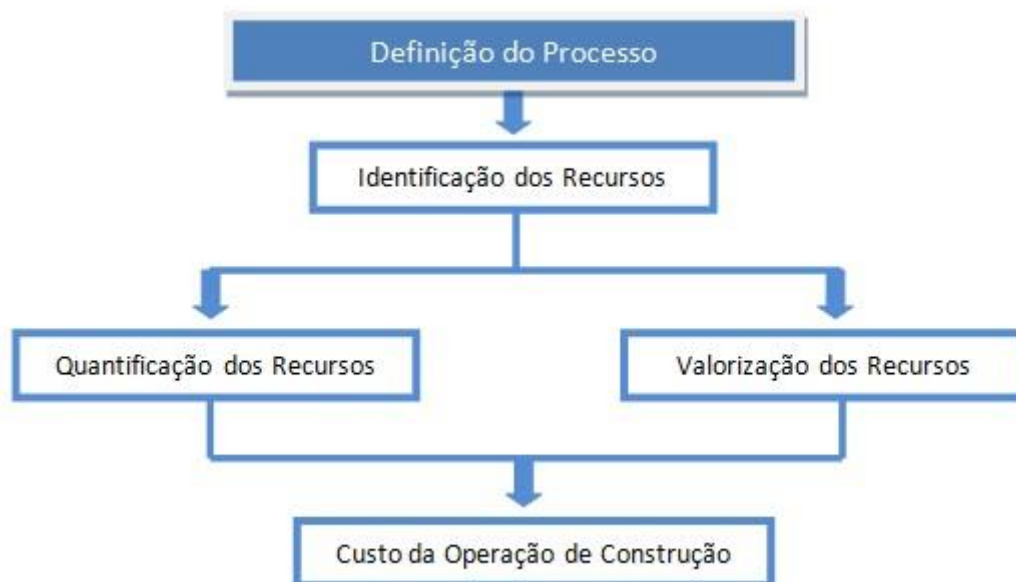


Figura 2.4 - Composição do custo de uma operação de construção (Dias, 2012)

3 CASO DE ESTUDO

3.1 ASPETOS GERAIS

A Cascais Próxima, E.M., S.A. está integrada no setor empresarial local. A Empresa tem por objetivo social, nos termos do artigo 3º dos respetivos estatutos, a promoção do desenvolvimento local e a prestação de serviços de interesse geral nas áreas da promoção, manutenção e conservação de infraestruturas urbanas, espaços exteriores e de equipamentos, da gestão de património edificado, da mobilidade e da prestação de serviços de educação na área da eficiência energética (Relatório de Gestão e Contas Conselho de Administração Exercício de 2014 - Cascais Próxima, E.M., S.A.). Serve uma população de 208 514 pessoas, distribuídas por 97,40 km² (INE, 2013). O sistema de drenagem de águas residuais no concelho de Cascais é separativo, assegurando uma taxa de cobertura da população na ordem dos 100% (Águas de Cascais, 2012).

A empresa tem por visão garantir um elevado sentido de responsabilidade de intervenção ao mesmo tempo contribuir para a melhoria das condições do espaço público e da mobilidade no mesmo. Traduz-se, ainda, na implementação de medidas de eficiência energética, tendo em vista a satisfação da população e dos visitantes do concelho (Relatório de Gestão e Contas - Cascais Próxima, E.M., S.A., 2013).

A missão da Cascais Próxima, E.M., S.A. é compatibilizar a sua atividade de intervenção urbana com os interesses estratégicos do Município de Cascais pugnando pela constante melhoria da dignidade e conforto na vida da população do concelho (Relatório de Gestão e Contas - Cascais Próxima, E.M., S.A., 2013).

Os valores e princípios pelos quais se rege a Cascais Próxima, E.M., S.A. são:

- Serviço Público – todos os colaboradores encontram-se ao serviço da comunidade e dos cidadãos, prevalecendo o interesse público sobre o privado;
- Legalidade, Cooperação, Transparência e Boa-fé – todos os colaboradores comprometem-se a atuar segundo os princípios constitucionais e de acordo com a lei, bem como a assumir responsabilidades que garantam uma cultura organizacional aberta, cooperativa, íntegra e honesta. Todos os colaboradores assumem a intolerância a qualquer forma de suborno ou corrupção;
- Justiça e Imparcialidade – todos os colaboradores deverão tratar de forma justa e imparcial todos os cidadãos, atuando nas suas atividades de forma neutra;
- Igualdade – nenhum colaborador pode beneficiar ou prejudicar qualquer cidadão de acordo com a sua ascendência, sexo, raça, língua, convicções políticas, ideológicas ou religiosas, situação económica ou condição social;
- Proporcionalidade – os colaboradores só podem exigir dos cidadãos, em caso de necessidade, o indispensável à realização da atividade administrativa;
- Informação e Qualidade – todos os colaboradores devem esclarecer os cidadãos de forma clara, simples e cortês;
- Lealdade, Conhecimento/Instrução – todos os colaboradores devem exercer as suas atividades de forma leal, solidária e cooperante. O conhecimento é fundamental para a realização pessoal e o desenvolvimento da carreira dos colaboradores, de modo a que todos contribuam com ideias e estejam empenhados no sucesso da empresa. Para tal é importante a aposta na formação profissional e a participação em programas académicos;
- Competência e Responsabilidade – todos os colaboradores deverão agir de forma responsável, competente, dedicada e crítica;
- Higiene e Segurança – a Cascais Próxima, E.M., S.A. compromete-se com o bem-estar físico dos colaboradores, garantindo um ambiente de trabalho seguro e saudável a todos. Os colaboradores, por seu lado, comprometem-se a cumprir as diretrizes e práticas de segurança;

- Consciência Ambiental – a Cascais Próxima, E.M., S.A. assume a consciência do impacto ambiental que a empresa provoca e a sua responsabilidade na gestão das questões ambientais (Relatório de Gestão e Contas - Cascais Próxima, E.M., S.A., 2013).

3.2 PROCEDIMENTOS

O processo associado à reparação e manutenção de coletores de drenagem de águas pluviais envolve vários intervenientes. O anexo B facilita a perceção da relação entre eles.

O munícipe deverá, em caso de deteção de anomalias na rede de drenagem pluvial, apresentar a respetiva reclamação na Câmara Municipal de Cascais (CMC), anexando os registos fotográficos, a localização e as consequências da anomalia. A CMC, depois de notificada, solicitará os serviços da Cascais Próxima, E.M., S.A.. A equipa de intervenção local da Empresa analisa o processo e decide acerca da sua validação. Se o processo não for objeto de validação, o mesmo será remetido à CMC. No caso de o processo ser validado, procede-se à chamada “abertura de obra” através de uma folha de obra com um número de requisição e de obra da intervenção em questão. De notar que as intervenções resultam não apenas das reclamações dos munícipes mas também se forem identificadas pela CMC ou pela Cascais Próxima, E.M., S.A.

Aberta a folha de obra, o responsável pela subunidade dos pluviais solicita a limpeza e inspeção dos coletores de água pluvial da zona objeto de intervenção. Após a análise dos registos de vídeo e fotográficos dos referidos coletores, decide da necessidade de reparação. Se não, solicita a unidade competente para o efeito que notifique a CMC da conclusão do trabalho. No caso de ser necessário proceder à reparação do coletor, o responsável em causa analisa as anomalias existentes e decide pela reparação pontual ou contínua ao longo do coletor. Após a reparação do coletor, o técnico responsável procede a nova inspeção de forma a decidir a intervenção de reparação. Por fim, o responsável pela subunidade dos pluviais da Empresa deverá solicitar à unidade competente que notifique a CMC da conclusão dos serviços solicitados, os quais serão objeto de faturação ao Município de Cascais.

3.2.1 Limpeza

A limpeza de coletores pluviais é o primeiro procedimento a ser solicitado aos colaboradores. No caso concreto A Cascais Próxima, E.M., S.A. implementou um procedimento de intervenção específica de limpeza de coletores pluviais, o qual poderá ser realizado de duas formas distintas conforme o tipo de obstrução detetado no coletor. Assim, se o coletor estiver obstruído com betão ou raízes, é utilizada uma fresadora própria para cada uma das situações. Quando o coletor se encontrar assoreado com areia, terra, ou outros detritos arrastados pela água, a Empresa recorre à limpeza com água sob pressão. Na limpeza de coletores são necessários dois colaboradores. Os equipamentos utilizados, nomeadamente, o veículo utilizado na limpeza de coletores pluviais e a mangueira de aspiração estão representados na Figura 3.1.



(A)



(B)

Figura 3.1 – Vista geral do veículo utilizado na limpeza de coletores (A) e pormenor da utilização da mangueira de aspiração (B)

3.2.2 Inspeção

Após a limpeza o técnico responsável pela intervenção nos coletores pluviais procede à inspeção dos coletores. Este procedimento pode ser executado de duas formas diferentes conforme o diâmetro do coletor: visualmente, para coletores de diâmetro superior a 1000 mm, ou com recurso a um robô, para coletores de diâmetro inferior a 1000 mm. Em ambos os casos são recolhidos registos de vídeo e fotográficos que serão fornecidos ao responsável pela subunidade dos pluviais que os avaliará e decidirá qual o procedimento mais adequado face ao diagnóstico da patologia detetada. Na inspeção de coletores são necessários dois colaboradores. O equipamento de vídeo (A) e de registo de vídeo (B) para coletores de diâmetro superior a 110 mm está representado na Figura 3.2. O equipamento de vídeo (A) e de registo de vídeo (B) para coletores de diâmetro inferior a 110 mm está representado na Figura 3.3.



(A)



(B)

Figura 3.2 - Equipamento de vídeo (A) e de registo de vídeo (B) para coletores de diâmetro superior a 110 mm

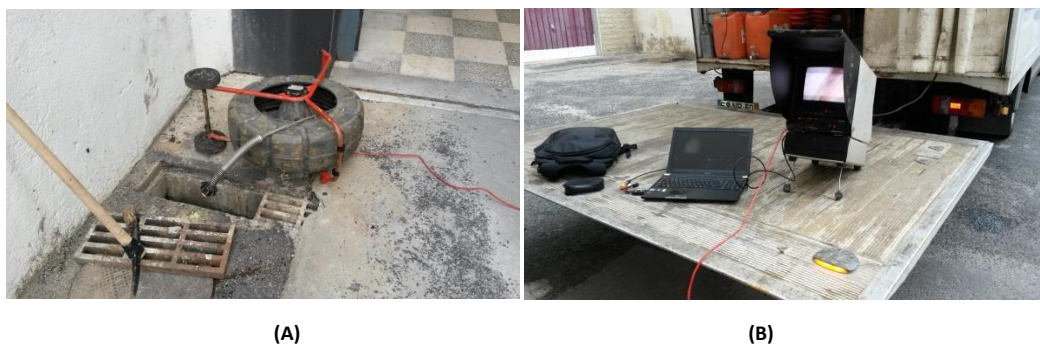


Figura 3.3 - Equipamento de vídeo (A) e de registo de vídeo (B) para coletores de diâmetro inferior a 110 mm

De notar que a inspeção também é realizada numa fase posterior à reparação dos coletores, de forma a verificar se a intervenção foi executada nas devidas condições técnicas e de segurança.

3.2.3 Reparação

Após a realização da inspeção ao coletor, o responsável pela subunidade dos pluviais avalia os registos de vídeo e fotográficos e decide se o coletor carece de reparação e que tipo de reparação a efetuar. A reparação de coletores é feita de duas formas distintas: pontual ou contínua.

3.2.3.1 Reparação Pontual

A reparação pontual de coletores, reparação com remendo curado no local é utilizada quando as anomalias detetadas são, tal como o nome sugere, pontuais ou quando, apesar de se verificarem anomalias ao longo de todo o coletor, existirem ramais ligados ao coletor a reparar.

Os materiais utilizados são (Trelleborg, 2013):

- resina silicatada (RS Max Patch Comp. B);
- endurecedor (RS Max Patch Summer Comp A);
- manta de fibra de vidro bidirecional (1086 g/m caso a largura da manta seja 0,70m; 1387 g/m caso a largura da manga seja 1,20m).

De salientar que a mistura de resina com o endurecedor é a formulação patenteada epros® ResinTypes W01 - W - S - L30E1 - L30E3 (Trelleborg, 2013).

Os equipamentos comumente utilizados, ilustrados na Figura 3.4, são:

- misturadora;
- balança;
- compressor;
- gerador;
- manómetro;
- mangueira;
- cordas;
- equipamento de vídeo;
- packer.

Na reparação pontual, o início da intervenção compreende o processo de misturar a resina e o endurecedor, com uma velocidade de rotação de 500 rot/min, sendo a relação entre os dois é de 2:1. A quantidade de cada um varia consoante o diâmetro e o comprimento do coletor a reparar.

Quando a mistura se encontrar homogénea procede-se ao espalhamento da mesma na manta. Todos os pontos da manta, de ambos os lados, deverão ser barrados com a mistura. De seguida, enrola-se a manta impregnada com a mistura no *packer* com firmeza, recorrendo a arame. Com o auxílio de cordas e de equipamento de vídeo,

coloca-se o *packer* no local onde se pretende proceder à reparação. Pressuriza-se o *packer* (1,5 bar) de modo a ganhar a forma do coletor a reparar, esperando-se o tempo necessário à cura da manta no local pretendido, em que a temperatura ambiente varia entre 1 e 3 horas. Depois da cura da resina retira-se o *packer* para posterior utilização.

A reparação com recurso a *packers* requer três colaboradores.

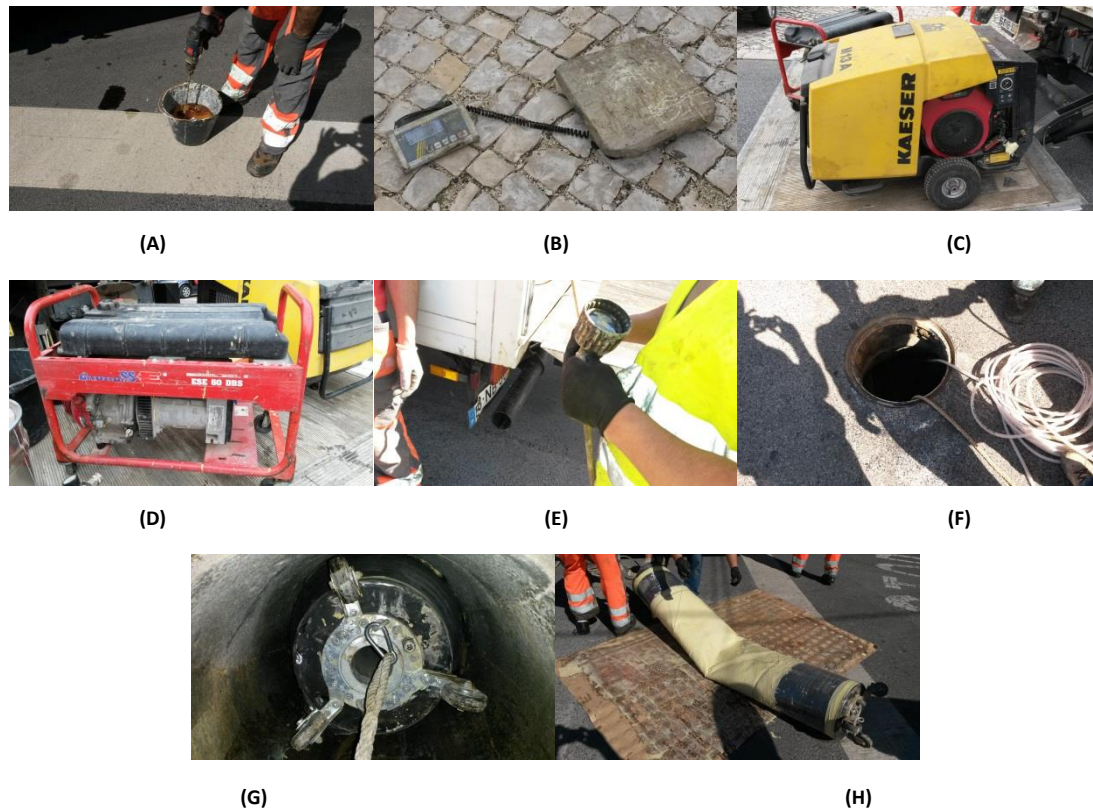


Figura 3.4 - Equipamento utilizado em reparações pontuais: (A) misturadora, (B) balança, (C) compressor, (D) gerador, (E) manómetro, (F) mangueira e corda, (G) packer colocado no coletor, (H) packer envolto pela manta

3.2.3.2 Reparação Contínua

As reparações contínuas, entubamento com tubagem curada no local são utilizadas quando o coletor apresenta anomalias ao longo do seu comprimento.

Os materiais utilizados são (RS Technik, 2013):

- resina Epoxídica (MaxPox 15 M);
- endurecedor (MaxPox 40 ou MaxPox 70 consoante se pretenda um tempo de cura de 40 ou 70 minutos);
- manga (têxtil de poliéster com uma lâmina de poliuretano – MaxLiner Flex S).

Os equipamentos utilizados, ilustrados na Figura 3.5, são:

- gerador;
- compressor;
- caldeira;
- misturadora;
- balança;
- mesa de calibração;

- rolo de calibração;
- mesa de pressão de ar;
- bomba de água;
- canhão de injeção;
- bomba de vácuo;
- difusor de ar;
- rebarbadora.

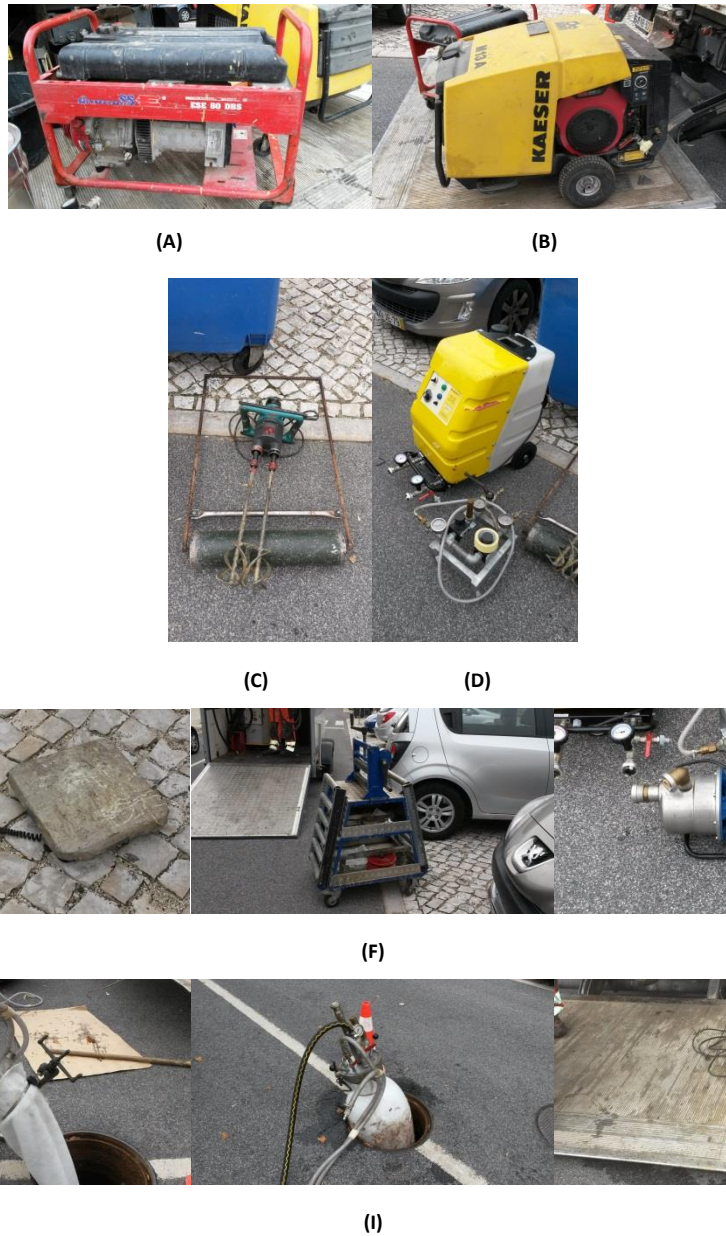


Figura 3.5 – Equipamento utilizado em reparações contínuas: (A) gerador, (B) compressor, (C) misturadora e rolo, (D) caldeira e mesa de compressão, (E) balança, (F) mesa de calibração, (G) canhão de água, (H) canhão de injeção, (I) difusor de ar, (J) rebarbadora

A presente técnica pressupõe, inicialmente, a mistura da resina com o endurecedor até se obter uma mistura homogênea, tendo como duração média 2 e 3 minutos. A rotação da misturadora é de 400 rot/min, sendo a relação entre os dois é de 5:1. A quantidade de cada um depende do diâmetro e do comprimento do coletor a reparar.

A mistura homogénea é colocada dentro da manga. Utiliza-se um rolo ou uma mesa de calibração e uma bomba de vácuo para que toda a manga fique impregnada com a referida mistura. De seguida utiliza-se o canhão de injeção que, ligado à mesa de compressão, auxilia na colocação da manga dentro do coletor a reparar. Colocada a manga no local pretendido, recorre-se ao difusor de ar para controlar a entrada de ar na manga. É utilizado o compressor (no máximo 2 bar) para garantir que a manga fica na posição certa e se adapta à forma do coletor. Ao mesmo tempo, a bomba de água e a caldeira são utilizadas para acelerar a cura da resina (a temperatura da água deverá situar-se entre os 60°C e os 70°C). O tempo de cura da manga varia conforme as condições meteorológicas e a quantidade de endurecedor utilizado mas, regra geral, situa-se em 60 minutos. Depois da resina curada, é utilizada a rebarbadora para acertar as pontas da manga instalada. A reparação contínua requer quatro colaboradores.

3.3 METODOLOGIA DE RECOLHA DE INFORMAÇÃO

A estimativa do custo de cada obra teve como base de cálculo o Método da Composição de Custos. Para o efeito foi elaborada uma tabela, na qual se inseriu os dados relativos às obras associadas às atividades de inspeção e limpeza de coletores de redes de drenagem de águas pluviais realizadas ao longo do ano de 2014. No cálculo dos custos de produção da atividade de reparação de coletores utilizou-se os dados relativos a 2013 e 2014, tendo sido necessário recorrer às folhas de obra disponibilizadas pela empresa Cascais Próxima, E.M., S.A.

De forma a individualizar as obras, cada folha de obra está identificada com um número de obra e um número de Gestão Documental da Câmara de Cascais (GDCC), o qual corresponde ao número de requisição. O local está identificado através da freguesia, a localidade e a rua. Está também registada a data de início e de fim da obra. Existe ainda, uma tabela por folha de obra onde estão descritas as atividades, os recursos humanos, os materiais e as viaturas utilizadas e as respetivas unidades e quantidades por obra. Um exemplo de folha de obra está no anexo C.

De forma a fazer face às dificuldades encontradas na recolha de dados das folhas de obra originais, que serão descritas nos capítulos seguintes, foi elaborada e proposta uma nova folha de obra que está representada no anexo D, a qual carece de ser testada *in loco*.

3.3.1 Custo da Mão-de-obra

No cálculo dos custos relativos à mão de obra (MO), considerou-se pertinente contemplar os custos diretos e os indiretos.

A partir das folhas de obra procedeu-se à recolha os dados relativos aos colaboradores afetou a cada obra e os respetivos tempos em horas na obra. Os diferentes vencimentos de cada colaborador estão associados às diferentes categorias em que os mesmos estão posicionados no quadro de pessoal da Empresa. O cálculo dos custos diretos foi efetuado a partir da Equação 1.

$$CDCO = CCH \times NHO \quad \text{Equação 1}$$

onde,

CDCO representa o custo direto por colaborador e por obra;

CCH representa o custo do colaborador por hora;

NHO representa o número de horas na obra.

O custo direto de cada obra resulta, portanto, da soma dos custos diretos da obra, de acordo com a Equação 2.

$$MOD = \sum CDCO_i \quad \text{Equação 2}$$

onde,

MOD representa o total de custos diretos associados a cada obra;

CDCO representa o custo direto por colaborador e por obra.

Na avaliação dos custos da MO considerou-se, ainda, um custo indireto associado a cada obra. Este custo está relacionado com o tempo e os recursos utilizados para coordenar e gerir obras. No decurso do presente trabalho e após as várias interações com o responsável pela atividade da reparação de coletores pluviais da Empresa, doravante designado RPF, conclui-se que dedicava, em média, 40% do seu tempo laboral às atividades associadas à coordenação e gestão da reparação e manutenção das redes de drenagem pluvial. Foram admitidas várias hipóteses no cálculo deste custo, as quais serão descritas no parágrafo seguinte.

Numa primeira fase, optou-se por definir um indicador de eficiência, o qual associa-se o custo horário do RPF com o número de horas consumidas em cada obra. No entanto, este indicador e respetiva quantificação não se encontrava disponível, pelo que se considerou que o número de horas despendidas em cada obra seria igual ao número de horas do colaborador que despendeu mais tempo de trabalho efetivo na respetiva obra. A fórmula seria a expressa na Equação 3.

$$MOI = 0,4 \times RPFH \times T$$

Equação 3

onde,

MOI representa o custo da MO indireta;

RPFH representa o custo do RPF por hora;

T representa o tempo que a obra demorou em horas.

Após análise dos resultados conclui-se que esta fórmula só seria viável se apenas existisse uma equipa responsável pela gestão das redes de drenagem pluvial. A existência de meses em que o somatório das horas contabilizadas no cálculo da MO indireta era superior às horas de trabalho do RPF durante um mês, alertou para a inviabilidade deste pressuposto. Assim, optou-se por calcular o número de horas de trabalho que o RPF por mês dedica à subunidade pluvial pelo recurso à Equação 4.

$$HM = \frac{SA \times NHTS}{NMA}$$

Equação 4

onde,

HM representa o número de horas de trabalho por mês;

SA representa o número de semanas num ano;

NHTS representa o número de horas de trabalho por semana;

NMA representa o número de meses do ano.

$$\frac{h}{\text{mês}} = \frac{52 \times 35}{12} = 151,67 \text{ h/mês}$$

Uma segunda solução passaria por relacionar o vencimento mensal do RPF com o número de obras relativas a drenagem pluvial por mês. A fórmula a aplicar seria a ilustrada na Equação 5.

$$MOI = \frac{0,4 \times RPFM}{NOM}$$

Equação 5

onde,

MOI representa o custo com a MO indireta;

RPFM representa o custo do RPF por mês;

NOM representa o número de obras por mês.

Após análise da referida hipótese concluiu-se que não seria, também, correta dado que as atividades iguais em meses diferentes apresentam custos de MO indireta diferentes.

Outra hipótese admitida basear-se-ia na divisão dos 40% do custo mensal do RPF pelas obras do mês conforme a duração das mesmas. O objetivo desta hipótese seria que os custos com a MOI fossem proporcionais à duração da obra, assumindo que o número de horas de cada obra seria igual ao número de horas que o colaborador que lá esteve mais tempo trabalhou. A fórmula a utilizar seria a ilustrada na Equação 6.

$$MOI = 0,4 \times RPFM \times \frac{T}{HTM} \quad \text{Equação 6}$$

onde,

MOI representa o custo com a MO indireta;

RPFM representa o custo do RPF por mês;

T representa o tempo que a obra demorou em horas;

HTM representa o número de horas de trabalho num mês.

Apesar de não terem sido obtidos resultados incoerentes pela aplicação da Equação 6, dever-se-á ter em consideração que o pressuposto de que o número de horas de cada obra é igual ao número de horas do colaborador que mais tempo trabalhou, induz a que a estimativa peca por defeito. Se assim fosse, estaríamos a assumir que o mesmo trabalhador esteve na obra desde do início ao fim. Facto que poder-se-á não se verificar.

A última hipótese admitida, e a utilizada, pressupõe associar a cada atividade um custo de MO indireta fixo. Assim, o custo da MO indireta será obtido a partir da relação entre o custo anual com o RPF e o número de atividades realizadas ao longo do ano, tal como ilustra a Equação 7.

$$MOI = c \times \frac{0,4 \times RPFA}{NAA} \quad \text{Equação 7}$$

onde,

MOI representa o custo com a MO indireta;

c representa um coeficiente que distingue as diferentes atividades associadas à reparação de coletores pluviais;

RPFA representa o custo anual com o RPF;

NAA representa o número de atividades realizadas durante o ano de 2014.

O coeficiente c utilizado na Equação 7 serve para diferenciar os diferentes tipos de atividade conforme o tempo que RPF dedica às diversas atividades. Após analisar o horário de trabalho do RPF verificou-se que a relação entre os tempos que as várias atividades o ocupavam eram as que se apresentam na Tabela 3.1. Usando o tempo dispendido com as limpezas como referência, constatou-se que o RPF dispende 3 vezes mais tempo com inspeções e mais 3,5 com reparações.

Tabela 3.1 – Relação entre os tempos que as várias atividades ocupam o RPF

Atividades	Rácio
Inspeções/ Limpezas	3,00
Reparações/ Limpezas	3,50

Os valores do parâmetro c para cada atividade foram calculados por um processo iterativo, de modo a que a soma dos custos com a MO indireta de todas as obras ao longo de ano fosse igual a 40% do custo anual do RPF.

Os resultados encontram-se na Tabela 3.2.

Tabela 3.2– Valor do coeficiente c para cada atividade

Atividade	c
Limpezas	0,41
Inspeções	1,23
Reparações	1,44

O custo relacionado com os recursos humanos será calculado através da Equação 8.

$$MO = \sum MODi + MOI \quad \text{Equação 8}$$

onde,

MO representa o custo com recursos humanos em cada obra;

$\sum MODi$ representa o somatório de custos com a MO direta;

MOI representa o custo com MO indireta em cada obra.

3.3.2 Custo do Material

O custo inerente aos materiais utilizados em obra é calculado através da multiplicação dos custos unitários de cada material pelas quantidades inseridas na folha de obra. O custo de cada material é calculado pelo recurso à Equação 9:

$$CM = CUM \times QUO \quad \text{Equação 9}$$

onde,

CM representa o custo de cada material em cada obra;

CUM representa o custo unitário de cada material;

QUO representa a quantidade desse material consumido em obra.

O custo com os materiais em obra resulta, então, da soma dos custos de cada material tal como está definido na Equação 10:

$$CM = \sum CMi \quad \text{Equação 10}$$

onde,

CM representa o custo com materiais de cada obra;

$\sum CMi$ representa o somatório dos custos de cada material em cada obra.

3.3.3 Custo do Equipamento

Através dos dados fornecidos por cada folha de obra consegue-se atribuir às viaturas utilizadas e os respetivos quilómetros realizados para a execução de uma obra específica.

No cálculo dos custos relativos às viaturas foi necessário procedeu-se à análise dos Mapas de Análises de Custos por viatura utilizada da empresa Cascais Próxima, E. M., S.A. Estes Mapas descriminamos custos mensais com as viaturas referentes ao combustível, à manutenção, à amortização, ao seguro, Imposto Único de Circulação (IUC), Via Verde e Outros.

A fórmula utilizada para cada custo (manutenção, combustível, amortização, seguro, IUC, via verde e outros) em cada obra e por cada viatura é a expressa na Equação 11.

$$CVOi = \frac{CAi \times QPO}{QPA} \quad \text{Equação 11}$$

onde,

CVOi representa o custo por viatura e por obra com manutenção, combustível, amortização, seguro, IUC, via verde e outros;

CAi representa o custo anual com manutenção, combustível, amortização, seguro, IUC, via verde e outros;

QPO representa os quilómetros percorridos por viatura e por obra;

QPA representa os quilómetros percorridos anualmente por viatura.

Na estimativa do custo do equipamento seria de provável que se utilizassem as horas de utilização do mesmo em cada intervenção. Como essa informação não se encontrava disponível optou-se por utilizar os quilómetros percorridos por cada viatura em cada obra.

Ana Equação 11 o custo obtido para cada obra é diretamente proporcional aos quilómetros percorridos por cada viatura em cada obra. O custo de cada parâmetro fica, assim, repartido proporcionalmente ao longo do ano. De referir, ainda, que a soma dos quilómetros percorridos por cada viatura nas atividades relacionadas com a manutenção e reparação das redes de drenagem pluvial não é igual à soma dos quilómetros totais das viatura, considerando que as viaturas são utilizadas noutras atividades não relacionadas comas de manutenção e reparação das redes de drenagem pluvial.

Inicialmente, esta fórmula começou por ser elaborada com os custos e os quilómetros mensais mas após a análise dos resulta dos conclui-se que apenas seria válida para o cálculo da amortização, considerando que é o único custo que é constante em todos os meses. O facto de existirem meses em que a despesa com a manutenção, combustível, amortização, seguro, IUC, via verde e outros era inexistente, traduzia-se, pela aplicação da Equação 12, num custo nulo com a viatura.

$$CVOi = \frac{CMi \times QPO}{QPM} \quad \text{Equação 12}$$

onde,

CVOi representa o custo por viatura e por obra com manutenção, combustível, amortização, seguro, IUC, via verde e outros;

CMi representa o custo mensal com manutenção, combustível, amortização, seguro, IUC, via verde e outros;

QPO representa os quilómetros percorridos por viatura e por obra;

QPM representa os quilómetros percorridos mensalmente por viatura.

O custo anual com a depreciação/amortização foi obtido através do método das quotas constantes, aplicando-se a taxa de depreciação específica de 25%, previstas no Decreto Regulamentar nº 25/2009, de 14 de setembro, ou seja, pela divisão do valor de aquisição da viatura por quatro anos (ativo não corrente equiparado a novo). Número de anos que se considera ser a vida útil da cada viatura.

De notar que os custos com as viaturas disponibilizados nos Mapas de Análises de Custos incluem os custos dos equipamentos que essas viaturas incorporam. Assim, os custos manutenção, combustível, amortização, seguro, IUC, via verde e outros de cada viatura apresentados nos Mapas de Análises de Custos são os custos associados à viatura específica e aos equipamentos que lhe estão associados.

O custo de cada viatura será, então, obtido a partir da Equação 13.

$$CVO = CC + CA + CM + CS + CI + CVV + CO \quad \text{Equação 13}$$

onde,

CVO representa o custo por viatura e por obra;

CC representa o custo com combustível por viatura e por obra;

CA representa o custo com amortização por viatura e por obra;

CM representa o custo com manutenção por viatura e por obra;

CS representa o custo com seguros por viatura e por obra;

CI representa o custo com o IUC por viatura e por obra;

CVV representa o custo com via verde por viatura e por obra;

CO representa o custo com outros custos por viatura e por obra.

O custo em cada obra com viaturas e equipamentos resulta da Equação 14.

$$CV = \sum CVi \quad \text{Equação 14}$$

onde,

CV representa o custo com viaturas em cada obra;

$\sum CVi$ representa o somatório dos custos de todas as viaturas utilizadas em cada obra.

O custo de fabrico será calculado, segundo o Método de Composição de Custos, cujo resultado é igual à soma dos custos, tal como ilustra a Equação 15:

$$CF = MO + CM + CV \quad \text{Equação 15}$$

onde,

CF representa o custo de fabrico;

MO representa o custo com mão-de-obra;

CM representa o custo com materiais de cada obra;

CV representa o custo com viaturas/ equipamentos de cada obra.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 ASPETOS GERAIS

Os dados recolhidos foram analisados estatisticamente, designadamente através de diagramas de extremos e quartis, histogramas e estatística descritiva. A presença de *outliers* foi tida em consideração, tendo sido definidos como outliers os valores inferiores ou superiores aos determinados pelas equações 16 e 17 (Critério de Tukey) respetivamente.

$$mín = máx\{\text{mínimo da amostra}; Q1 - 1,5 \times (Q3 - Q1)\} \quad \text{Equação 16}$$

$$máx = Q3 + 1,5 \times (Q3 - Q1) \quad \text{Equação 17}$$

onde,

Q1 representa o quartil 1;

Q3 representa o quartil 3.

Além do custo total de cada uma das atividades realizadas pela Cascais Próxima, E.M., S.A. ao nível da intervenção no sistema de drenagem pluvial, procedeu-se ainda à análise separada de cada uma das categorias que compõem o custo, nomeadamente a MO, o material e o equipamento. No caso da MO distinguiram-se também, os custos com a MO diretamente afeta a realização dos trabalhos.

Por motivos de confidencialidade da informação, todos os resultados são apresentados sob a forma de índices. Dada a diferença de magnitude dos custos das diferentes atividades analisadas e das categorias de custos recorreu-se a dois índices:

- o índice relativo;
- o índice absoluto.

O índice relativo foi determinado dividindo cada valor da amostra de cada categoria de “custo por atividade” pela respetiva média da amostra. Este índice é exclusivo para cada categoria de custo por atividade específica e permite comparar a variabilidade dos valores entre as várias categorias de custos por atividade. Contudo, não permite comparar a magnitude dos valores porque o referencial utilizado é distinto para cada categoria de custo por atividade.

O índice absoluto foi determinado dividindo cada valor pela média das médias das amostras de cada categoria de custo por atividade. Este índice é universal, permitindo assim comparar a magnitude relativa das várias categorias de custos por atividade.

As análises foram efetuadas considerando diferentes referenciais, nomeadamente para o custo admitiu-se o comprimento (índices de custos por metro) e o tempo (índices de custos por hora). Os resultados também são apresentados em índices para produtividade (índices de metros por hora) e para a utilização dos equipamentos móveis (índices de quilómetros por obra e do custo por quilómetro). As análises relativas aos índices de custos por hora de MO encontram-se em anexo por motivos de formatação do documento.

As conclusões acerca dos resultados obtidos estão apresentadas no capítulo seguinte.

De forma a contextualizar todos os valores apresentados ao longo do capítulo, na Tabela 4.1 estão apresentados os valores reais de venda por metro praticados pela empresa Cascais Próxima, E. M., S. A., em cada atividade.

Tabela 4.1 - Valores de venda por metro de cada atividade praticados pela Cascais Próxima, E.M.,S.A.

Atividade	Custo (€/m)
Inspeção	4

Limpeza (300 mm < D < 500 mm)	7,35
Reparação com remendo curado no local / Renovação com tubagem curada no local (D = 300mm)	150

4.2 CUSTO DA MÃO DE OBRA

Procedeu-se à análise separada dos custos totais da MO e dos custos diretos. Para cada uma, realizou-se a análise separada por atividade: inspeções, inspeções com limpeza, limpezas e reparações. Em cada uma destas análise foi efetuado o estudo relativo ao custo por metro e o custo por hora inspecionado, limpo ou reparado. Finalmente, foi realizado um estudo associado a cada atividade, separadamente, dos metros realizados por hora de trabalho.

4.2.1 Total por Metro

A Figura 4.1 representa o estudo relativo ao custo da MO por metro apresentada em diagramas de extremos e quartis. Os diagramas referentes a esta análise estão divididos em (A) e (B), com e sem *outliers* respetivamente. Para esta análise foi utilizado o índice relativo.

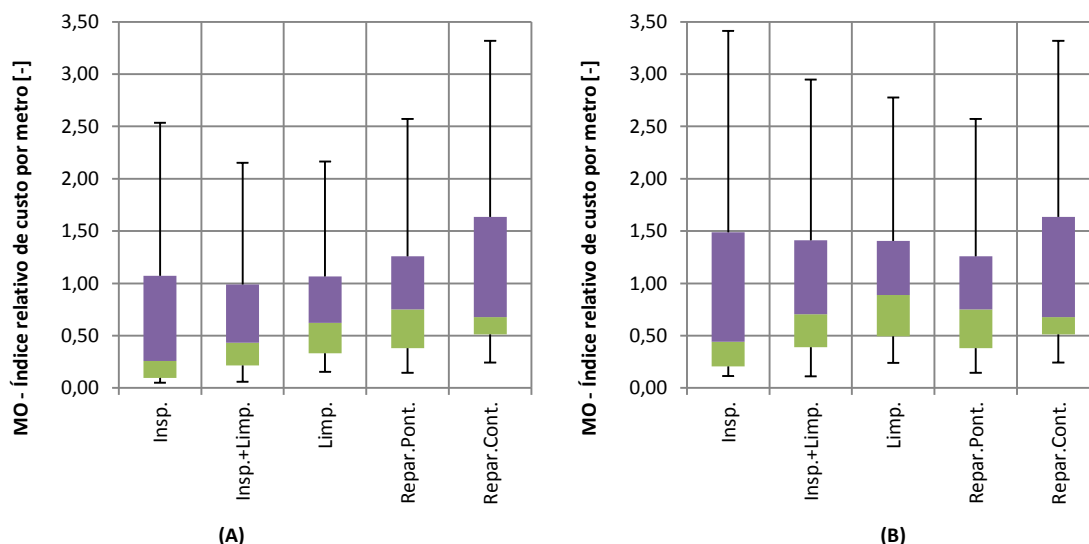


Figura 4.1– Diagrama de extremos e quartis do índice relativo do custo total da MO com *outliers* (A) e sem *outliers* (B)

A Figura 4.2 representa os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise com (A) e sem (B) *outliers* respetivamente, utilizando o índice absoluto.

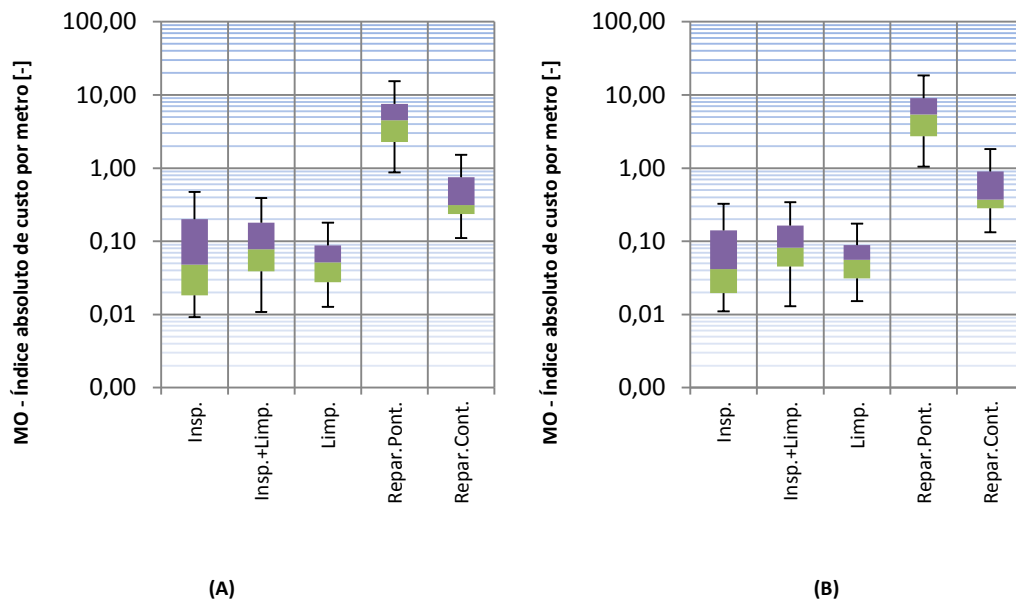


Figura 4.2 - Diagrama de extremos e quartis do índice absoluto do custo total da MO com *outliers* (A) e sem *outliers* (B)

A análise do custo da MO em todas as atividades efetuadas foi realizada recorrendo à Equação 18.

$$MO = CD + CI$$

Equação 18

onde,

MO representa o custo com MO;

CD representa o custo direto;

CI representa o custo indireto.

Da análise da Figura 4.1 conclui-se que as atividades de inspeção e reparação contínua são aquelas onde se verifica maior variabilidade nos resultados obtidos, o que poderá enviesar algumas conclusões.

Através da Figura 4.2 verifica-se que a atividade com maior custo por metro é a reparação pontual. Conclui-se, ainda, que realizar as atividades de inspeção e limpeza em conjunto apresenta um custo, em média, mais baixo quando realizadas separadamente.

4.2.1.1 Inspeção

Os resultados obtidos para o custo por metro com a MO em inspeções, com e sem *outliers* respetivamente, e são os apresentados nos seguintes quadros, utilizando o índice relativo.

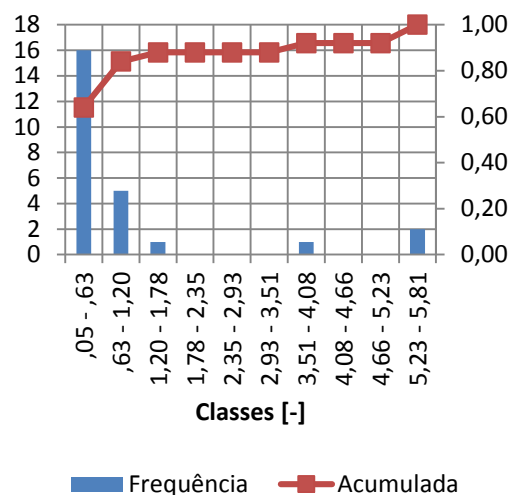


Figura 4.3 - Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado com *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.2 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspecionado com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,26
Desvio-padrão	1,63
Variância da amostra	2,66
Intervalo	5,76
Mínimo	0,05
Máximo	5,81
Soma	25,00
Contagem	25,00
Curtose	4,67
Assimetria	2,36

Tabela 4.4 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO por metro inspecionado, utilizando o índice relativo

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
21	<i>Outlier</i> >máx	3,97
82	<i>Outlier</i> >máx	5,81
84	<i>Outlier</i> >máx	5,81

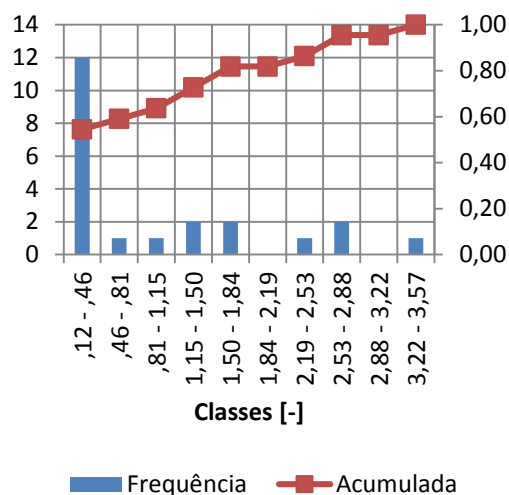


Figura 4.4 - Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.3 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspecionado sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,44
Desvio-padrão	1,01
Variância da amostra	1,02
Intervalo	3,45
Mínimo	0,12
Máximo	3,57
Soma	22,00
Contagem	22,00
Curtose	0,42
Assimetria	1,21

Os resultados obtidos para o custo com a MO em inspeções, com e sem *outliers* respectivamente, utilizando o índice absoluto, são os apresentados nos seguintes quadros.

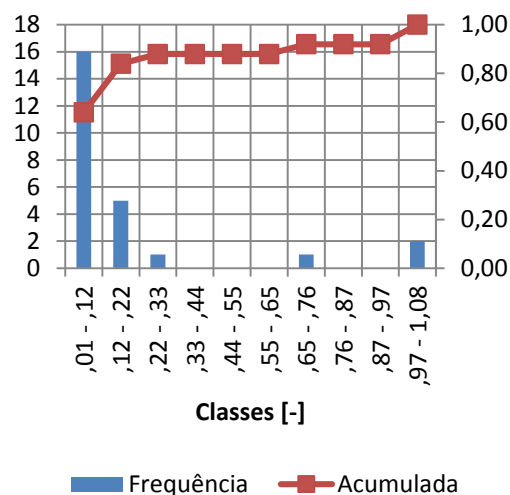


Figura 4.5 – Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado com outliers, utilizando o índice absoluto

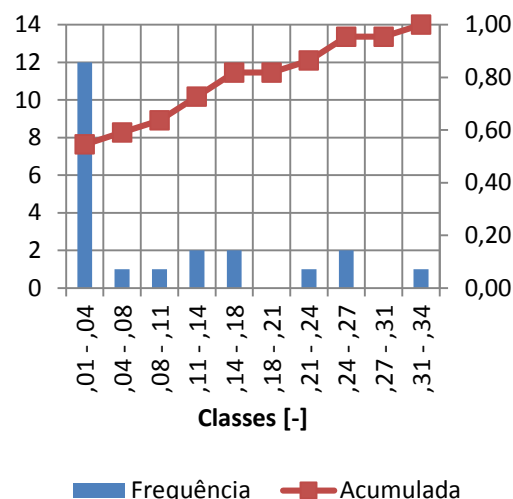


Figura 4.6 – Histograma referente ao custo da MO por metro inspecionado sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.5 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspecionado com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,19
Mediana	0,05
Desvio-padrão	0,30
Variância da amostra	0,09
Intervalo	1,07
Mínimo	0,01
Máximo	1,08
Soma	4,66
Contagem	25,00
Curtose	4,67
Assimetria	2,36

Tabela 4.6 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro inspecionado sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,10
Mediana	0,04
Desvio-padrão	0,10
Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,33
Mínimo	0,01
Máximo	0,34
Soma	2,09
Contagem	22,00
Curtose	0,42
Assimetria	1,21

Tabela 4.7 – Outliers da amostra referente ao custo da MO por metro inspecionado, utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
21	Outlier>máx	0,74
82	Outlier>máx	1,08
84	Outlier>máx	1,08

A partir dos dados apresentados conclui-se que os outliers apresentam um grau de importância na amostra em estudo. Da análise dos valores dos parâmetros de dispersão expostos verifica-se que, tal como esperado, os valores baixam quando os outliers são retirados da amostra. Os baixos valores dos parâmetros de dispersão da amostra sem outliers permitem uma boa estimativa do custo por metro da inspeção de coletores.

4.2.1.2 Inspeções com Limpeza

Os resultados obtidos para o custo com a MO em inspeções e limpeza, com e sem outliers respectivamente, utilizando o índice relativo, são os seguintes:

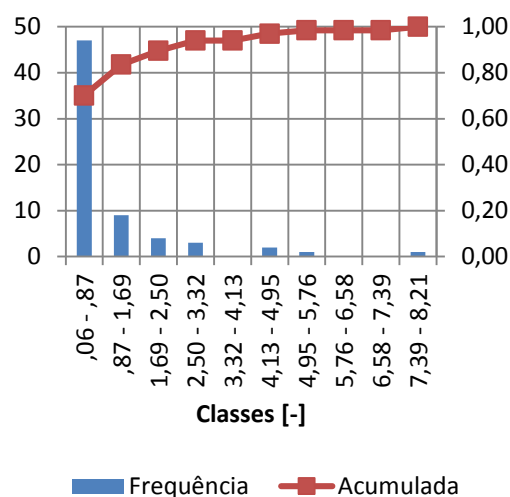


Figura 4.7- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

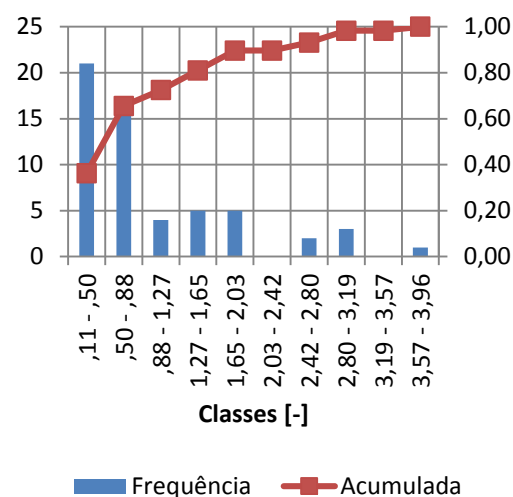


Figura 4.8- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.8 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,43
Desvio-padrão	1,42
Variância da amostra	2,03
Intervalo	8,15
Mínimo	0,06
Máximo	8,21
Soma	67,00
Contagem	67,00
Curtose	10,50
Assimetria	2,99

Tabela 4.9 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,70
Desvio-padrão	0,88
Variância da amostra	0,77
Intervalo	3,85
Mínimo	0,11
Máximo	3,96
Soma	58,00
Contagem	58,00
Curtose	1,98
Assimetria	1,57

Tabela 4.10 – Outliers da amostra referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza, utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
39	Outlier>máx	5,41
40	Outlier>máx	2,18
61	Outlier>máx	2,64
81	Outlier>máx	8,21
83	Outlier>máx	2,74
100	Outlier>máx	2,99
113	Outlier>máx	4,67
145	Outlier>máx	4,66
156	Outlier>máx	2,17

Os resultados obtidos para o custo com a MO em inspeções e limpeza, com e sem Outliers respectivamente, utilizando o índice absoluto são os apresentados nos seguintes quadros.

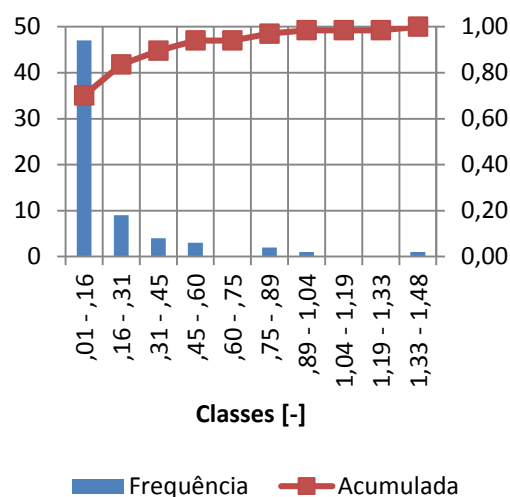


Figura 4.9- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

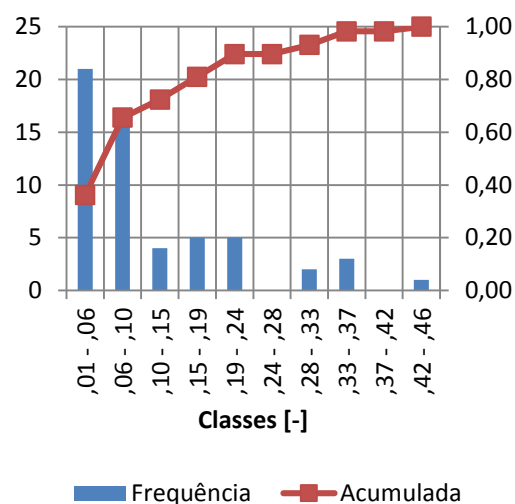


Figura 4.10- Histograma referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.11 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,18
Mediana	0,08
Desvio-padrão	0,26
Variância da amostra	0,07
Intervalo	1,47
Mínimo	0,01
Máximo	1,48
Soma	12,10
Contagem	67,00
Curtose	10,50
Assimetria	2,99

Tabela 4.12 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,12
Mediana	0,08
Desvio-padrão	0,10
Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,45
Mínimo	0,01
Máximo	0,46
Soma	6,76
Contagem	58,00
Curtose	1,98
Assimetria	1,57

Tabela 4.13 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO por metro de inspeção e limpeza utilizando o índice absoluto

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
39	<i>Outlier</i> >máx	0,98
40	<i>Outlier</i> >máx	0,39
61	<i>Outlier</i> >máx	0,48
81	<i>Outlier</i> >máx	1,48
83	<i>Outlier</i> >máx	0,49
100	<i>Outlier</i> >máx	0,54
113	<i>Outlier</i> >máx	0,84
145	<i>Outlier</i> >máx	0,84
156	<i>Outlier</i> >máx	0,39

A partir dos dados apresentados conclui-se que é necessário ser prudente nas conclusões. A existência de nove elementos da amostra que correspondem a *outliers* implica nas medidas de dispersão, considerando que estas assumam valores que apontam para a variabilidade elevada da amostra em causa. De salientar, também, a

existência de uma grande diferença nos intervalos de cada classe e do valor máximo da amostra para as situações com e sem *outliers*. Caso os *outliers* sejam retirados, as medidas de dispersão assumem valores que permitem estimar o custo das inspeções com limpeza por metro de coletor.

4.2.1.3 Limpeza

Os resultados obtidos para o custo com a MO em limpeza, com e sem *outliers* respectivamente, utilizando o índice relativo são os seguintes:

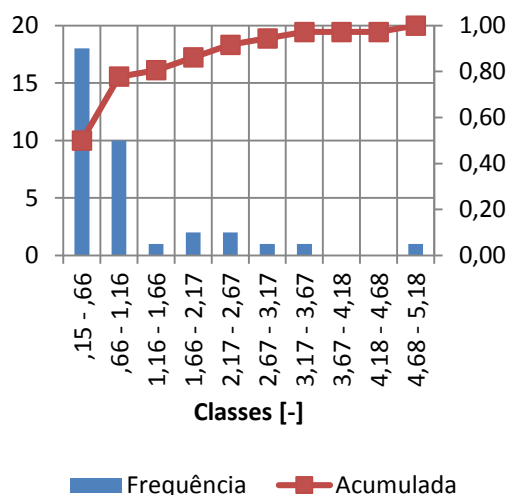


Figura 4.11 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza com *outliers*, utilizando o índice relativo

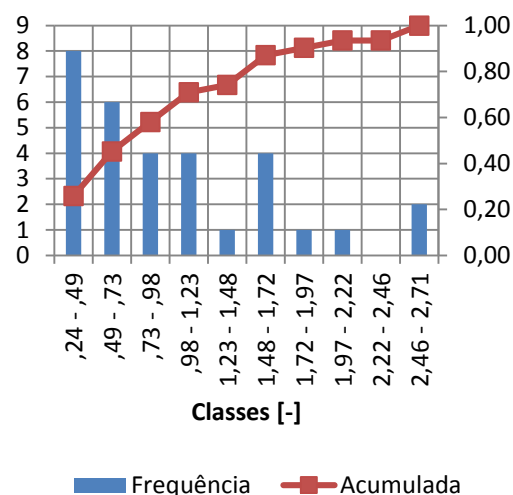


Figura 4.12 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.14 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,62
Desvio-padrão	1,06
Variância da amostra	1,12
Intervalo	5,03
Mínimo	0,15
Máximo	5,18
Soma	36,00
Contagem	36,00
Curtose	6,07
Assimetria	2,31

Tabela 4.15 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,89
Desvio-padrão	0,67
Variância da amostra	0,44
Intervalo	2,47
Mínimo	0,24
Máximo	2,71
Soma	31,00
Contagem	31,00
Curtose	0,71
Assimetria	1,08

Tabela 4.16 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO por metro de limpeza utilizando o índice relativo

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
7	<i>Outlier</i> >máx	2,74
17	<i>Outlier</i> >máx	3,52
22	<i>Outlier</i> >máx	5,18
110	<i>Outlier</i> >máx	2,33
127	<i>Outlier</i> >máx	2,47

Os resultados obtidos para o custo com a MO em limpeza, com e sem *outliers* respetivamente, utilizando o índice absoluto são os apresentados nos seguintes quadros.

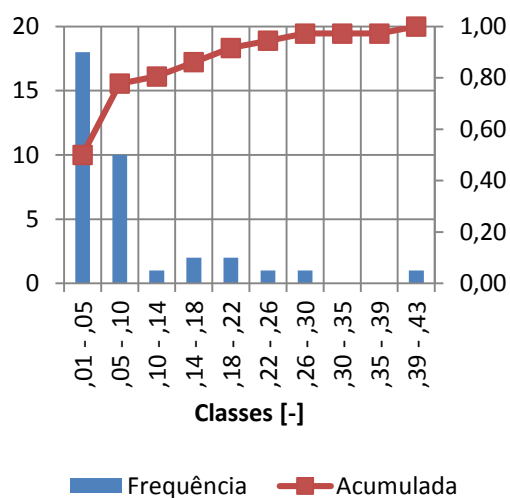


Figura 4.13 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.17 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,08
Mediana	0,05
Desvio-padrão	0,09
Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,42
Mínimo	0,01
Máximo	0,43
Soma	2,98
Contagem	36,00
Curtose	6,07
Assimetria	2,31

Tabela 4.19 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO por metro de limpeza utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
7	Outlier>máx	0,23
17	Outlier>máx	0,29
22	Outlier>máx	0,43
110	Outlier>máx	0,19
127	Outlier>máx	0,20

A existência de cinco *outliers* impossibilita a conclusão de estimativas para o custo por metro de limpeza com *outliers*. Quando retirados os referidos *outliers*, as medidas de dispersão tomam valores mais baixos sendo, assim, obter uma estimativa com um grau de confiança mais assertivo do custo por metro de limpeza.

4.2.1.4 Reparação Pontual

Os resultados obtidos para o custo com a MO em reparação pontual, utilizando o índice relativo são os seguintes:

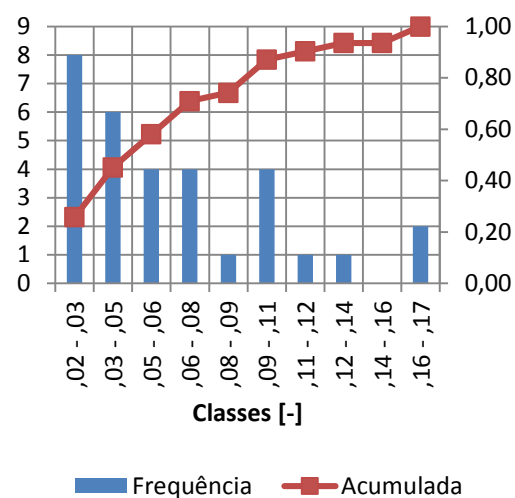
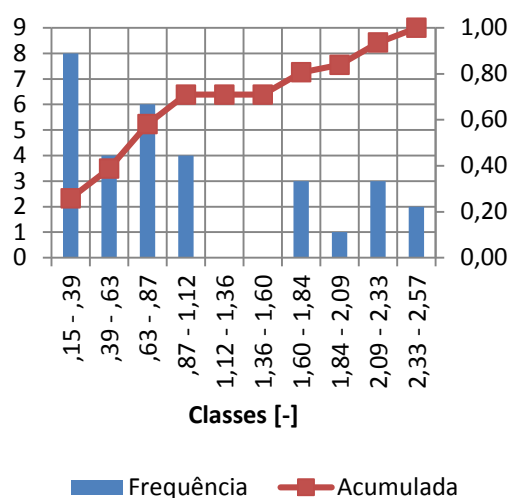


Figura 4.14 - Histograma referente ao custo da MO por metro de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.18 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,06
Mediana	0,06
Desvio-padrão	0,04
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,16
Mínimo	0,02
Máximo	0,17
Soma	1,95
Contagem	31,00
Curtose	0,71
Assimetria	1,08

Tabela 4.20 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

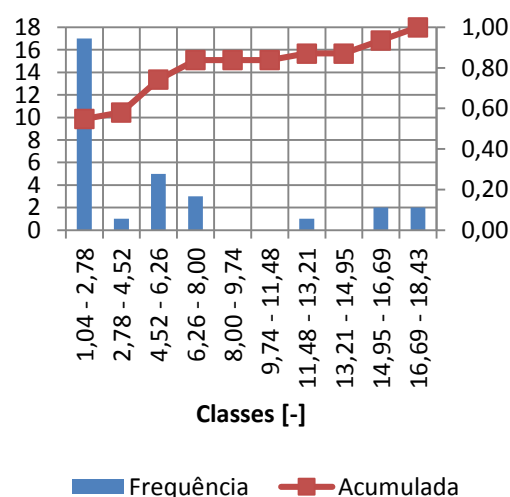


Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,75
Desvio-padrão	0,76
Variância da amostra	0,57
Intervalo	2,43
Mínimo	0,15
Máximo	2,57
Soma	20,00
Contagem	20,00
Curtose	-0,30
Assimetria	1,02

Figura 4.15 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo com a MO em reparação pontual, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

Tabela 4.21 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto



Estatística Descritiva	
Média	7,17
Mediana	5,39
Desvio-padrão	5,42
Variância da amostra	29,39
Intervalo	17,39
Mínimo	1,04
Máximo	18,43
Soma	143,30
Contagem	20,00
Curtose	-0,30
Assimetria	1,02

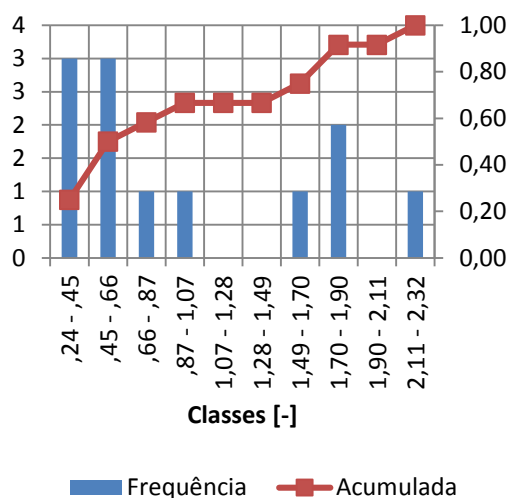
Figura 4.16 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto

A inexistência de *outliers* permite estimar o custo por metro de reparação pontual com um elevado grau de confiança. De notar que os custos de reparação pontual com a MO apresentados incluem o custo por metro com limpeza e inspeção do coletor.

4.2.1.5 Reparação Contínua

Os resultados obtidos para o custo com a MO em reparação pontual, utilizando o índice relativo são os seguintes:

Tabela 4.22 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo



Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,68
Desvio-padrão	0,66
Variância da amostra	0,44
Intervalo	2,08
Mínimo	0,24
Máximo	2,32
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	-0,82
Assimetria	0,78

Figura 4.17 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo com a MO em reparação pontual, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

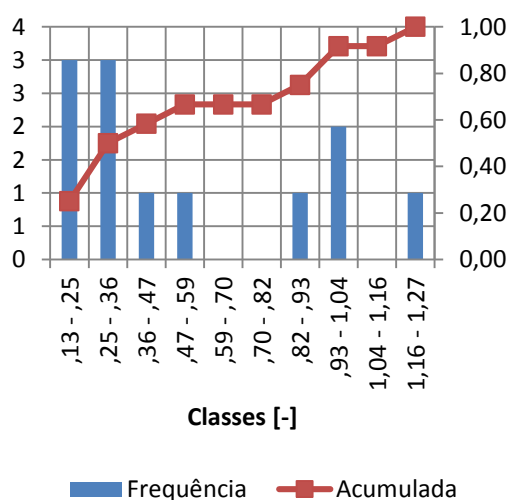


Tabela 4.23 – Estatística descritiva referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

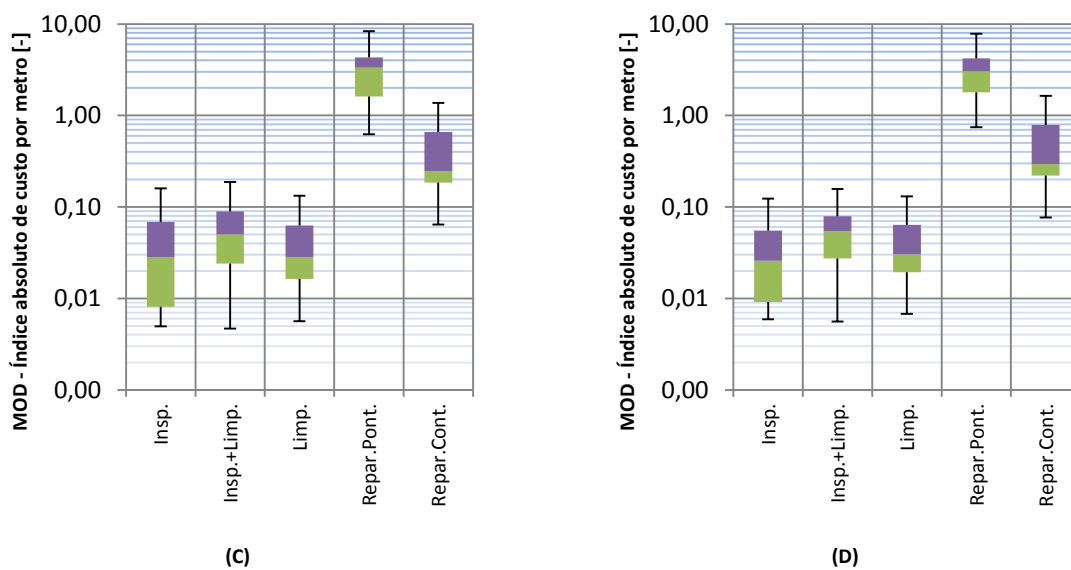
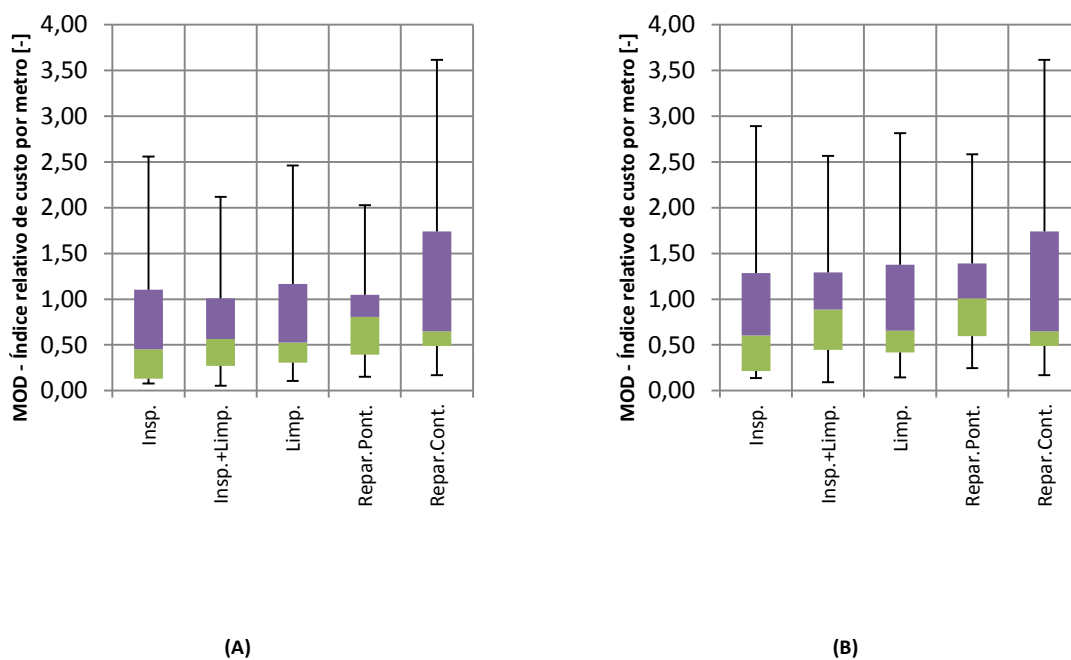
Estatística Descritiva	
Média	0,55
Mediana	0,37
Desvio-padrão	0,36
Variância da amostra	0,13
Intervalo	1,14
Mínimo	0,13
Máximo	1,27
Soma	6,58
Contagem	12,00
Curtose	-0,82
Assimetria	0,78

Figura 4.18 - Histograma referente ao custo da MO por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

A inexistência de *outliers* permite estimar o custo por metro de reparação contínua de forma segura. De notar que os custos de reparação pontual com a MO apresentados incluem o custo com limpeza e inspeção do coletor.

4.2.2 Custo de MO Direta por Metro

Para cada uma das atividades realizadas foi efetuado o estudo relativo ao custo da MO direta por metro reparado. (A), (B), (C) e (D) representam os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise, com os resultados divididos pela média de cada amostra e pela média das médias respetivamente.



As conclusões relativas ao custo por metro com os custos diretos da MO são semelhantes aos custos totais com a MO, considerando que o custo que varia entre as duas análises apresenta-se constante em cada atividade (MO indireta).

Da análise (A) e (B) conclui-se que as atividades com maior variabilidade nos resultados obtidos são a inspeção e a reparação contínua, pois são as que apresentam maior diferença entre valores máximo e mínimo de custos diretos por metro.

A partir de (C) e (D) verifica-se que as atividades de reparação contínua e reparação pontual são aquelas onde se verifica maior custo por metro quando comparadas com as restantes atividades.

4.2.2.1 Inspeção

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em inspeções, com e sem *outliers*, utilizando o índice relativo são os seguintes:

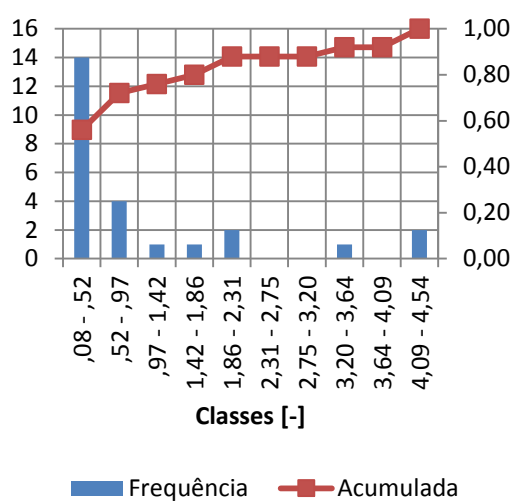


Figura 4.21 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com *outliers*, utilizando o índice relativo

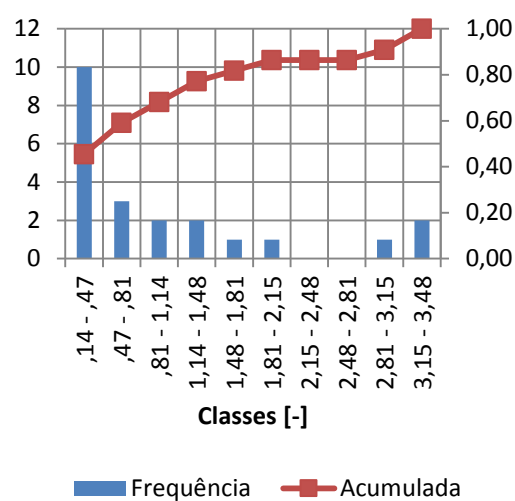


Figura 4.22 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.24 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,45
Desvio-padrão	1,30
Variância da amostra	1,68
Intervalo	4,46
Mínimo	0,08
Máximo	4,54
Soma	25,00
Contagem	25,00
Curtose	2,67
Assimetria	1,86

Tabela 4.25 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,60
Desvio-padrão	1,03
Variância da amostra	1,07
Intervalo	3,35
Mínimo	0,14
Máximo	3,48
Soma	22,00
Contagem	22,00
Curtose	1,04
Assimetria	1,43

Tabela 4.26 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
21	Outlier > máx	3,33
82	Outlier > máx	4,54
84	Outlier > máx	4,54

Os resultados obtidos para o custo por metro com a MO direta em inspeções, com e sem *outliers* respetivamente, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

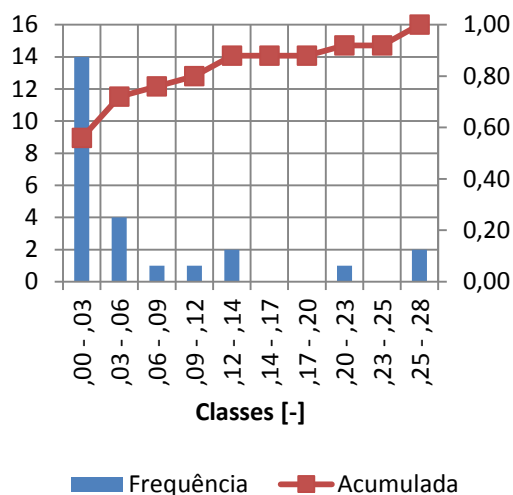


Figura 4.23 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com outliers utilizando o índice absoluto

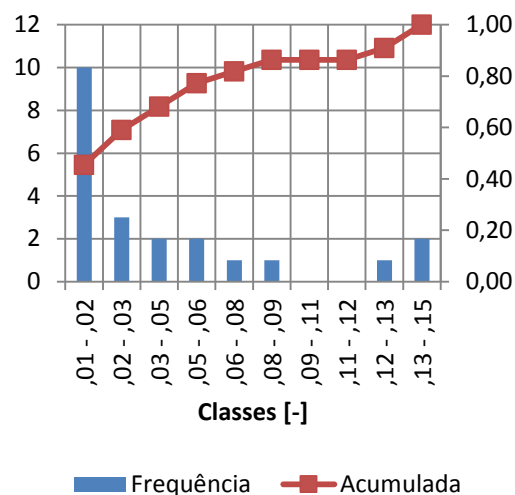


Figura 4.24 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem outliers utilizando o índice absoluto

Tabela 4.27 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,06
Mediana	0,03
Desvio-padrão	0,08
Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,28
Mínimo	0,00
Máximo	0,28
Soma	1,56
Contagem	25,00
Curtose	2,67
Assimetria	1,86

Tabela 4.28 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,04
Mediana	0,03
Desvio-padrão	0,04
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,14
Mínimo	0,01
Máximo	0,15
Soma	0,94
Contagem	22,00
Curtose	1,04
Assimetria	1,43

Tabela 4.29 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
21	Outlier>máx	0,21
82	Outlier>máx	0,28
84	Outlier>máx	0,28

Da análise dos resultados obtidos percebe-se que, apenas excluindo os outliers, é possível tirar conclusões acerca do custo com MO direta nas inspeções pois a sua presença afeta a variabilidade dos resultados alcançados.

Na comparação com o custo total de MO em inspeções, verifica-se que os custos diretos representam, em média, 40% do custo total.

4.2.2.2 Inspeção com Limpeza

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em inspeções com limpeza, com e sem outliers, utilizando o índice relativo são os seguintes:

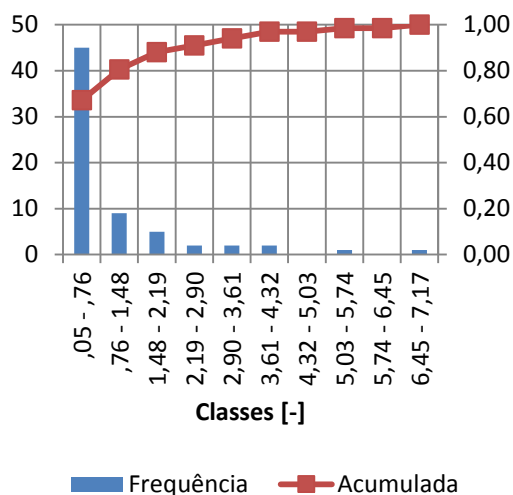


Figura 4.25 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.30 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,57
Desvio-padrão	1,33
Variância da amostra	1,76
Intervalo	7,11
Mínimo	0,05
Máximo	7,17
Soma	67,00
Contagem	67,00
Curtose	8,37
Assimetria	2,75

Tabela 4.32 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza, utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
39	Outlier>máx	7,17
40	Outlier>máx	2,64
47	Outlier>máx	2,55
61	Outlier>máx	4,29
81	Outlier>máx	3,19
100	Outlier>máx	3,39
113	Outlier>máx	5,66
145	Outlier>máx	4,09

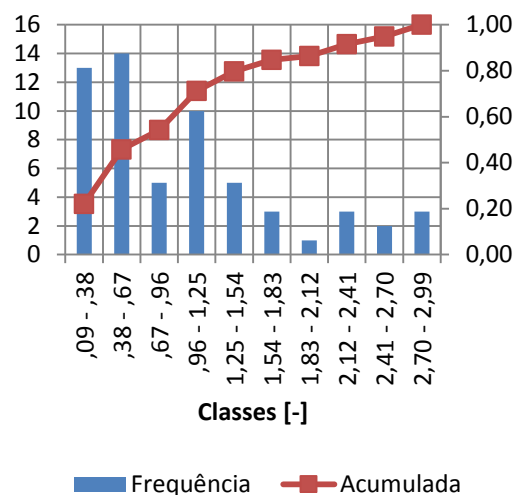


Figura 4.26 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.31 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,89
Desvio-padrão	0,76
Variância da amostra	0,58
Intervalo	2,90
Mínimo	0,09
Máximo	2,99
Soma	59,00
Contagem	59,00
Curtose	0,55
Assimetria	1,12

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em inspeções com limpeza, com e sem outliers, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

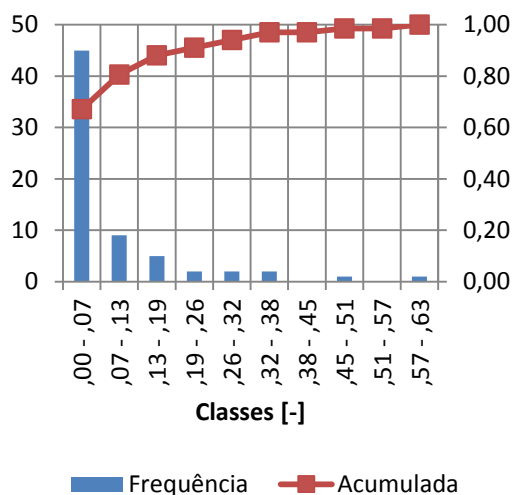


Figura 4.27 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.33 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,09
Mediana	0,05
Desvio-padrão	0,12
Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,63
Mínimo	0,00
Máximo	0,63
Soma	5,93
Contagem	67,00
Curtose	8,37
Assimetria	2,75

Tabela 4.35 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
39	Outlier>máx	0,63
40	Outlier>máx	0,23
47	Outlier>máx	0,23
61	Outlier>máx	0,38
81	Outlier>máx	0,28
100	Outlier>máx	0,30
113	Outlier>máx	0,50
145	Outlier>máx	0,36

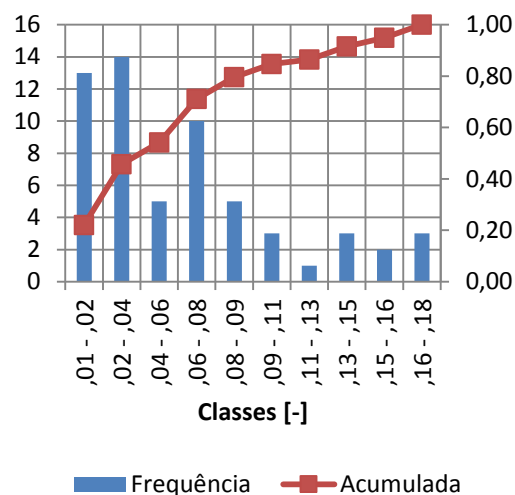


Figura 4.28 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.34 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de inspeção com limpeza sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,06
Mediana	0,05
Desvio-padrão	0,05
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,18
Mínimo	0,01
Máximo	0,18
Soma	3,60
Contagem	59,00
Curtose	0,55
Assimetria	1,12

Devido ao elevado número de outliers nesta amostra não é possível concluir acerca do custo por metro de inspeção com limpeza dos custos com MO direta. Se forem retirados os outliers a amostra torna-se mais

homogênea, reduzindo os valores das medidas de dispersão e, permitindo, assim, estimar o custo com MO direta por metro em inspeções com limpeza de coletores.

Quando comparado com o custo total de MO, verifica-se que o custo direto representa cerca de 50% do custo total em inspeção com limpeza.

4.2.2.3 Limpeza

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em limpeza, com e sem *outliers*, utilizando o índice relativo são seguintes:

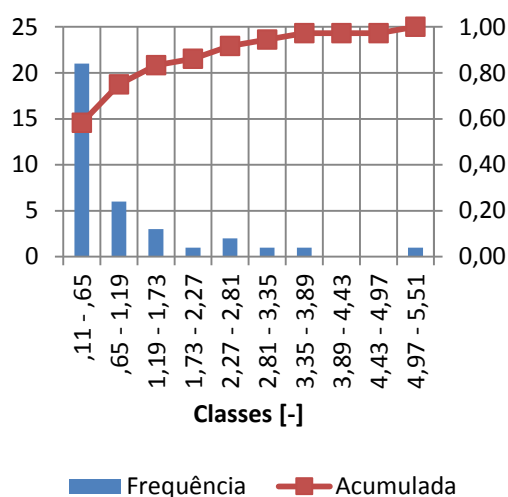


Figura 4.29 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.36 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,53
Desvio-padrão	1,13
Variância da amostra	1,27
Intervalo	5,40
Mínimo	0,11
Máximo	5,51
Soma	36,00
Contagem	36,00
Curtose	6,37
Assimetria	2,37

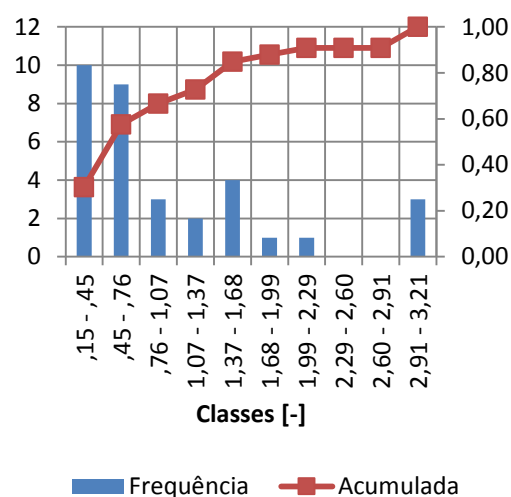


Figura 4.30 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.37 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,66
Desvio-padrão	0,83
Variância da amostra	0,69
Intervalo	3,07
Mínimo	0,15
Máximo	3,21
Soma	33,00
Contagem	33,00
Curtose	1,60
Assimetria	1,53

Tabela 4.38 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO direta por metro de limpeza utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
7	Outlier>máx	3,40
17	Outlier>máx	3,31
22	Outlier>máx	5,51

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em limpeza, com e sem *outliers*, utilizando o índice absoluto seguintes:

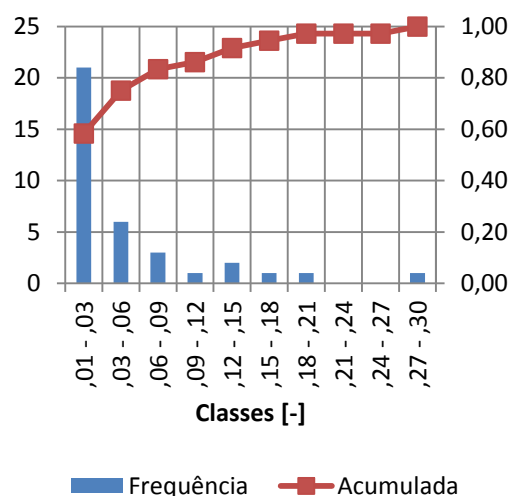


Figura 4.31 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.39 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,05
Mediana	0,03
Desvio-padrão	0,06
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,29
Mínimo	0,01
Máximo	0,30
Soma	1,93
Contagem	36,00
Curtose	6,37
Assimetria	2,37

Tabela 4.41 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO direta por metro de limpeza utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
7	Outlier>máx	0,18
17	Outlier>máx	0,18
22	Outlier>máx	0,30

Tal como na análise anterior, a existência de *outliers* não permite a conclusão do custo da MO direta em limpeza de coletores. Quando excluídos da amostra, as medidas de dispersão diminuem, possibilitando estimar o custo da MO direta em limpeza de coletores.

Quando comparado com o custo total de MO, conclui-se que o custo direto representa cerca de 83%.

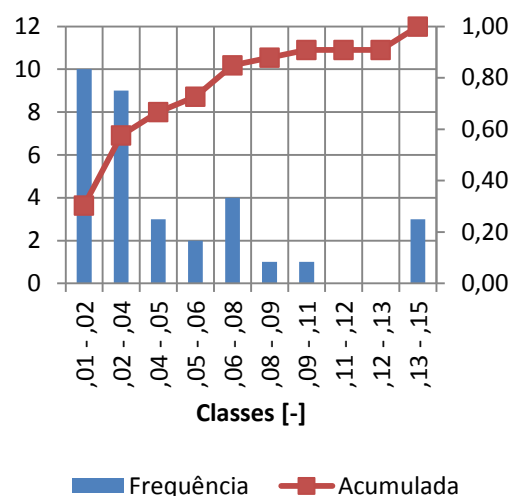


Figura 4.32 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.40 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de limpeza sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,05
Mediana	0,03
Desvio-padrão	0,04
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,14
Mínimo	0,01
Máximo	0,15
Soma	1,53
Contagem	33,00
Curtose	1,60
Assimetria	1,53

4.2.2.4 Reparação Pontual

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em reparações pontuais, com e sem *outliers*, utilizando o índice relativo são os seguintes:

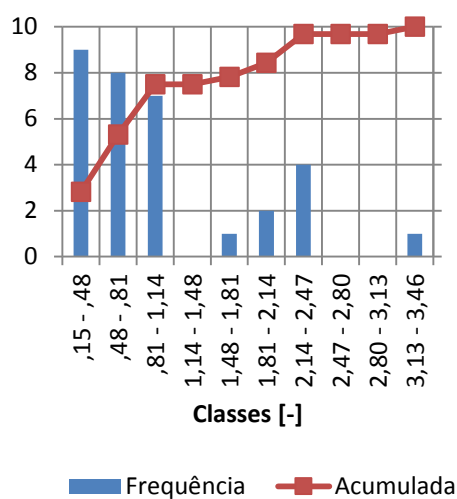


Figura 4.33 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.42 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,81
Desvio-padrão	0,85
Variância da amostra	0,73
Intervalo	3,31
Mínimo	0,15
Máximo	3,46
Soma	20,00
Contagem	20,00
Curtose	2,15
Assimetria	1,59

Tabela 4.44 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
8	Outlier>máx	3,46
19	Outlier>máx	2,30
41	Outlier>máx	2,27
159	Outlier>máx	2,16

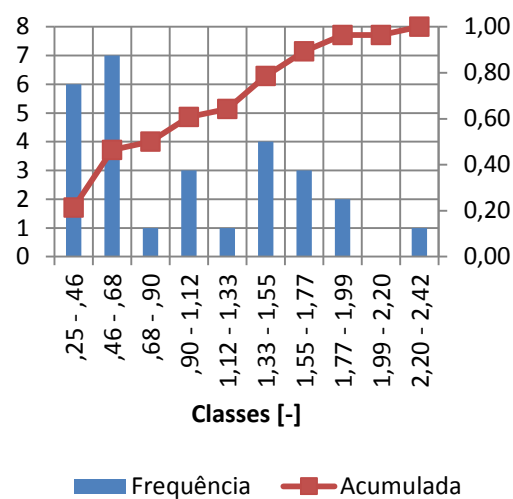


Figura 4.34 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.43 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	1,01
Desvio-padrão	0,49
Variância da amostra	0,24
Intervalo	1,48
Mínimo	0,25
Máximo	1,72
Soma	16,00
Contagem	16,00
Curtose	-1,38
Assimetria	-0,11

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em reparações pontuais, com e sem *outliers*, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

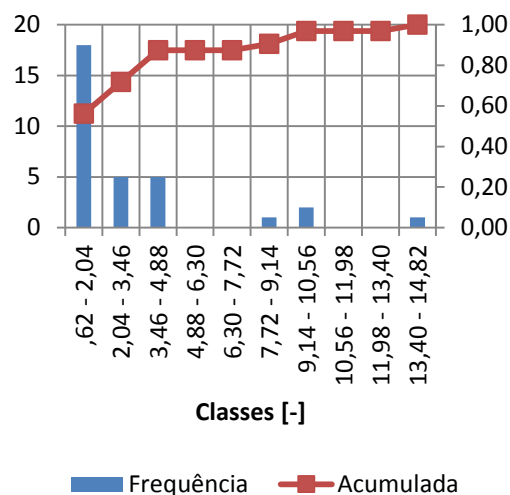


Figura 4.35 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.45 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	4,12
Mediana	3,32
Desvio-padrão	3,51
Variância da amostra	12,30
Intervalo	13,64
Mínimo	0,62
Máximo	14,26
Soma	82,33
Contagem	20,00
Curtose	2,15
Assimetria	1,59

Tabela 4.47 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
8	Outlier>máx	14,26
19	Outlier>máx	9,46
41	Outlier>máx	9,34
159	Outlier>máx	8,88

Os elevados valores das medidas de dispersão sugerem a exclusão dos outliers da amostra. Quando excluídos a amostra torna-se mais homogênea, permitindo a estimativa do custo por metro com MO direta em reparação pontual de coletores.

Quando comparado com o custo total de MO, conclui-se que o custo direto representa cerca de 50% do custo total.

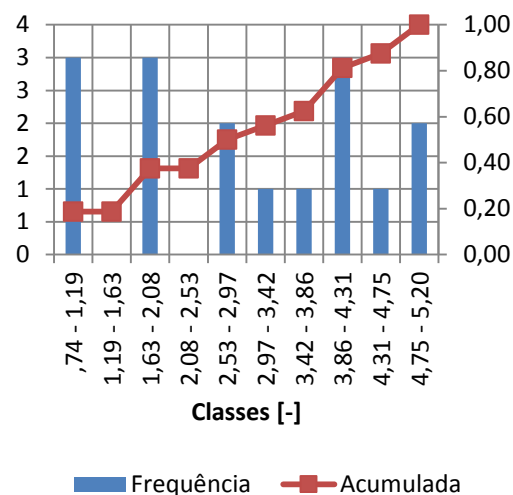


Figura 4.36 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.46 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	3,02
Mediana	3,04
Desvio-padrão	1,46
Variância da amostra	2,14
Intervalo	4,46
Mínimo	0,74
Máximo	5,20
Soma	48,25
Contagem	16,00
Curtose	-1,38
Assimetria	-0,11

4.2.2.5 Reparação Contínua

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em reparações contínuas, utilizando o índice relativo são os seguintes:

Tabela 4.48 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,65
Desvio-padrão	0,70
Variância da amostra	0,49
Intervalo	2,18
Mínimo	0,17
Máximo	2,35
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	-1,03
Assimetria	0,72

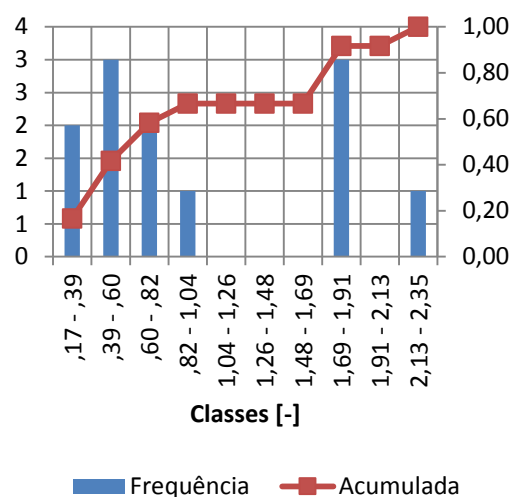


Figura 4.37 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua com outliers utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo por metro com os custos diretos da MO em reparações contínuas, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

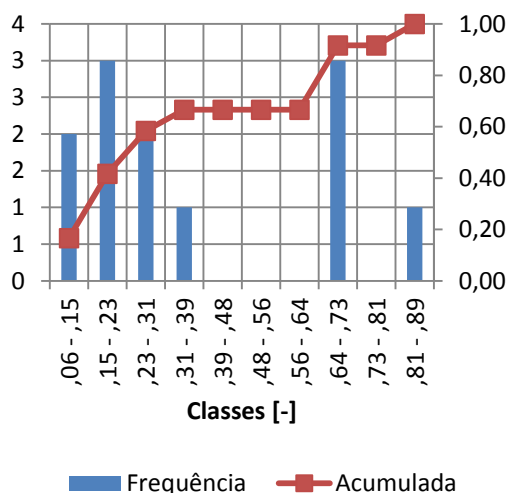


Figura 4.38 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

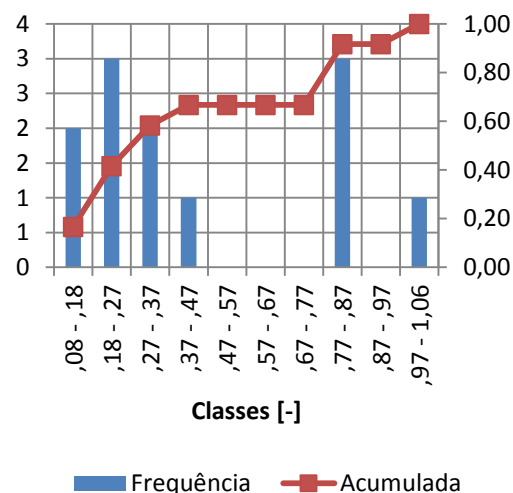


Figura 4.39 - Histograma referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

Tabela 4.49 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,38
Mediana	0,25
Desvio-padrão	0,27
Variância da amostra	0,07
Intervalo	0,83
Mínimo	0,06
Máximo	0,89
Soma	4,56
Contagem	12,00
Curtose	-1,03
Assimetria	0,72

Tabela 4.50 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,45
Mediana	0,29
Desvio-padrão	0,32
Variância da amostra	0,10
Intervalo	0,99
Mínimo	0,08
Máximo	1,06
Soma	5,44
Contagem	12,00
Curtose	-1,03
Assimetria	0,72

A inexistência de outliers significa que é possível fazer uma boa estimativa do custo com MO direta em reparações contínuas pois significa que os dados utilizados se encontram pouco dispersos.

Quando comparado com o custo total de MO, conclui-se que o custo direto representa cerca de 80% do custo total.

4.3 CUSTO DO MATERIAL

O estudo sobre os materiais (MT) utilizados foi efetuado através do custo por metro de cada um dos materiais aplicados na reparação de coletores de águas pluviais. Entendeu-se, ainda, ser pertinente fazer a distinção entre reparações pontuais ou contínuas, considerando que para além de as proporções de resina e endurecedor serem diferentes consoante o tipo de reparação a fazer, o custo de manga por metro reparado é diferente do custo da manta por metro reparado.

4.3.1 Reparações Pontuais

A Figura 4.40 e a Figura 4.41 representam os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise, utilizando o índice relativo e o índice absoluto respetivamente.

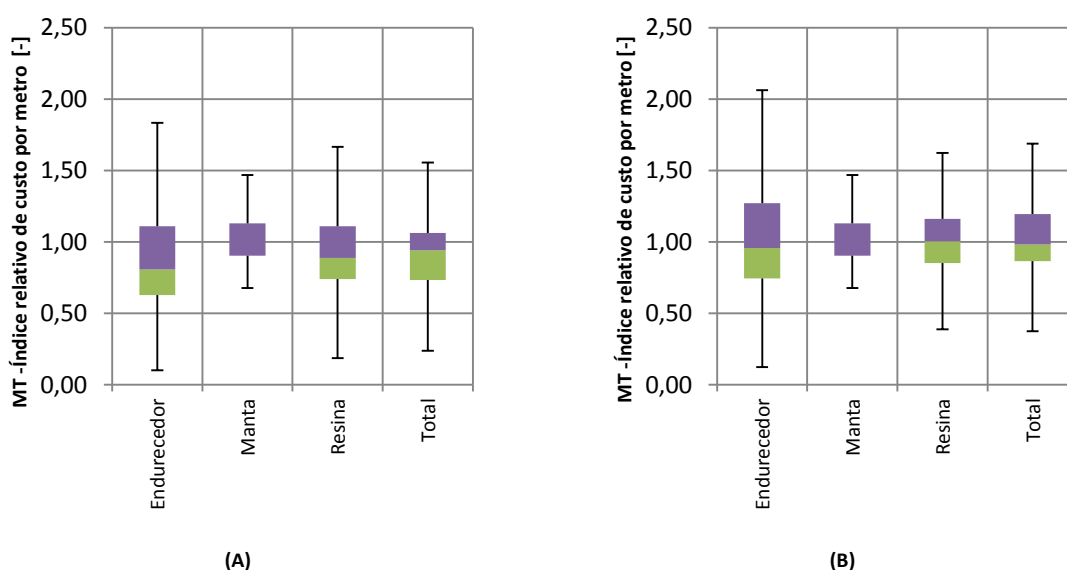
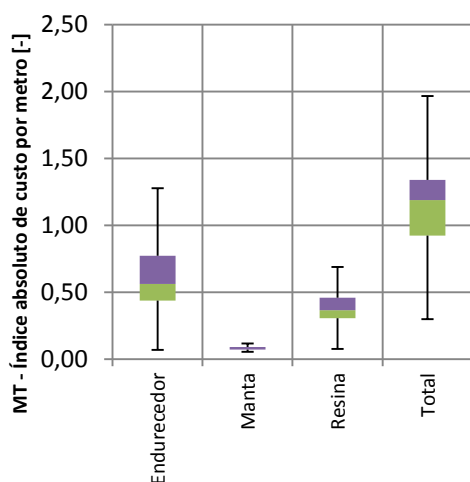
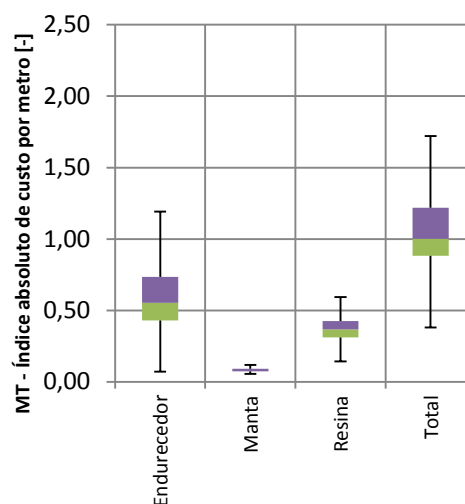


Figura 4.40 – Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) outliers, utilizando o índice relativo



(C)



(D)

Figura 4.41 – Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) outliers, utilizando o índice absoluto

Analisando a Figura 4.40 conclui-se que o endurecedor é o material utilizado com maior variabilidade de custo por metro.

A partir da Figura 4.41 percebe-se que o endurecedor é o material que apresenta, em média, maior custo por metro reparado.

4.3.1.1 Endurecedor

Os resultados obtidos para o custo por metro com endurecedor em reparações pontuais, com e sem outliers, utilizando o índice relativo são os seguintes:

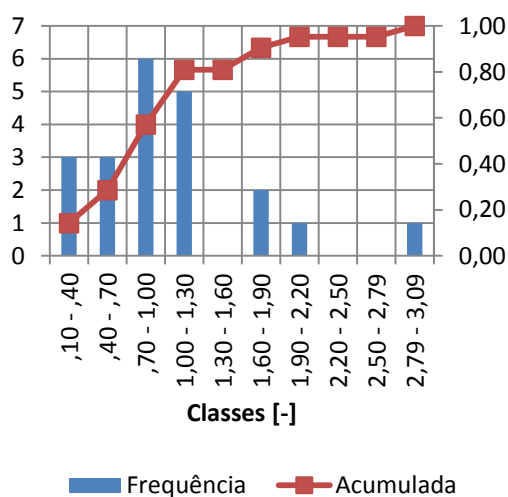


Figura 4.42 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice relativo

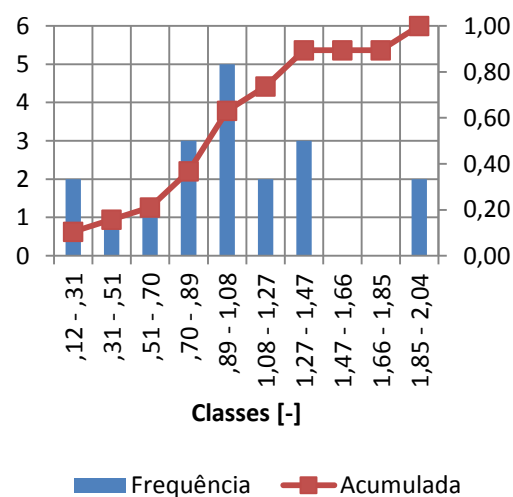


Figura 4.43 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.51 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,81
Desvio-padrão	0,67
Variância da amostra	0,45
Intervalo	2,99
Mínimo	0,10
Máximo	3,09
Soma	21,00
Contagem	21,00
Curtose	3,35
Assimetria	1,62

Tabela 4.53 – *Outliers* da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
95	Outlier>máx	3,09
149	Outlier>máx	2,16

Os resultados obtidos para o custo por metro com endurecedor em reparações pontuais, com e sem *outliers*, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

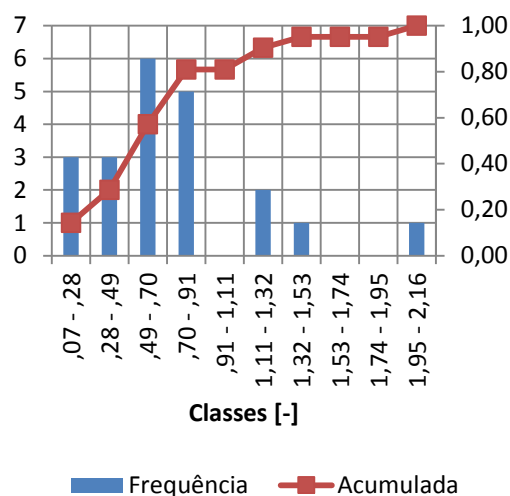


Figura 4.44 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.54 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,58
Mediana	0,47
Desvio-padrão	0,39

Tabela 4.52 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,96
Desvio-padrão	0,50
Variância da amostra	0,25
Intervalo	1,92
Mínimo	0,12
Máximo	2,04
Soma	19,00
Contagem	19,00
Curtose	0,43
Assimetria	0,46

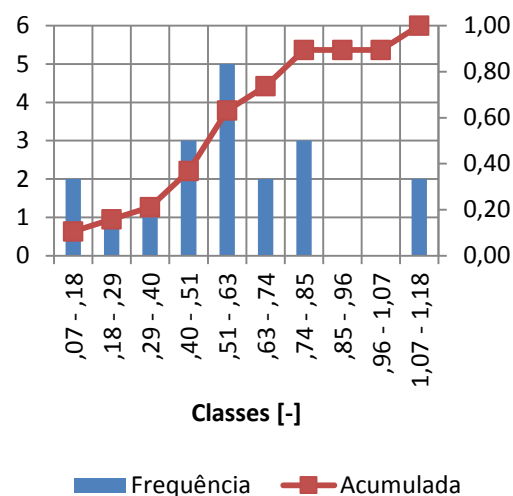


Figura 4.45 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.55 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,48
Mediana	0,46
Desvio-padrão	0,24

Variância da amostra	0,15
Intervalo	1,75
Mínimo	0,06
Máximo	1,81
Soma	12,26
Contagem	21,00
Curtose	3,35
Assimetria	1,62

Variância da amostra	0,06
Intervalo	0,93
Mínimo	0,06
Máximo	0,99
Soma	9,19
Contagem	19,00
Curtose	0,43
Assimetria	0,46

Tabela 4.56 – Outliers da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto

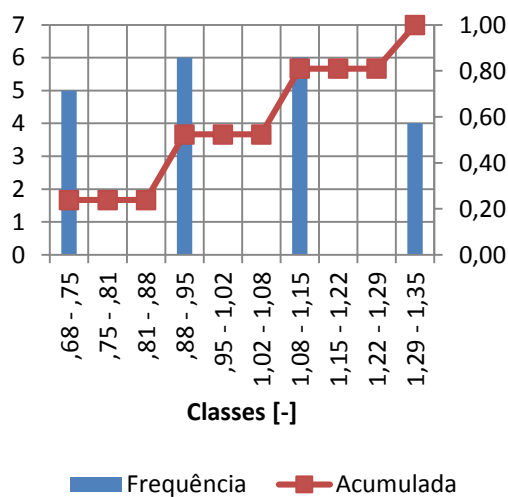
Nº Obra	Outlier	Índice
95	Outlier>máx	1,81
149	Outlier>máx	1,26

Apesar de existirem apenas dois outliers na amostra, a sua existência, depois de analisados os resultados obtidos, apresenta um impacto significativo. Após expurgar os referidos outliers a amostra torna-se mais homogênea, as medidas de dispersão tomam valores mais baixos e é, assim, possível fazer uma estimativa do custo por metro de endurecedor em reparações pontuais.

4.3.1.2 Manta

Os resultados obtidos para o custo por metro com a manta em reparações pontuais utilizando o índice relativo são os seguintes:

Tabela 4.57 – Estatística descritiva referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

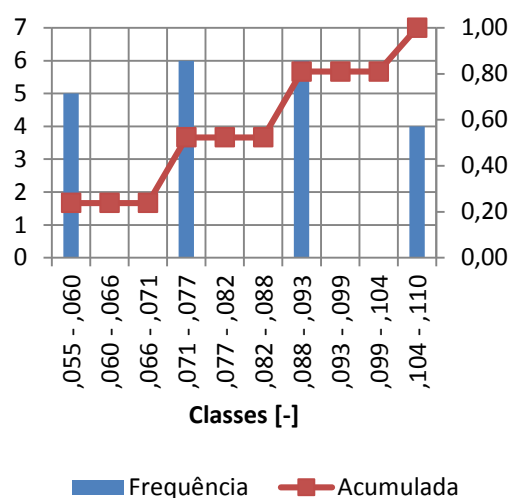


Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,90
Desvio-padrão	0,24
Variância da amostra	0,06
Intervalo	0,68
Mínimo	0,68
Máximo	1,35
Soma	21,00
Contagem	21,00
Curtose	-1,19
Assimetria	0,07

Figura 4.46 - Histograma referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo por metro com a manta em reparações pontuais utilizando o índice absoluto são os seguintes:

Tabela 4.58 – Estatística descritiva referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto



Estatística Descritiva	
Média	0,07
Mediana	0,06
Desvio-padrão	0,02
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,05
Mínimo	0,05
Máximo	0,09
Soma	1,43
Contagem	21,00
Curtose	-1,19
Assimetria	0,07

Figura 4.47 - Histograma referente ao custo com manta por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto

As medidas de dispersão são baixas, no caso concreto, pelo fato de não existirem outliers torna, possibilitando uma boa estimativa do custo por metro de manta em reparações pontuais.

De notar que, de forma a aumentar o número de obras na amostra, não foi tido em consideração a variação de diâmetros de coletores reparados na amostra.

4.3.1.3 Resina

Os resultados obtidos para o custo por metro com a resina em reparações pontuais utilizando o índice relativo são os seguintes:

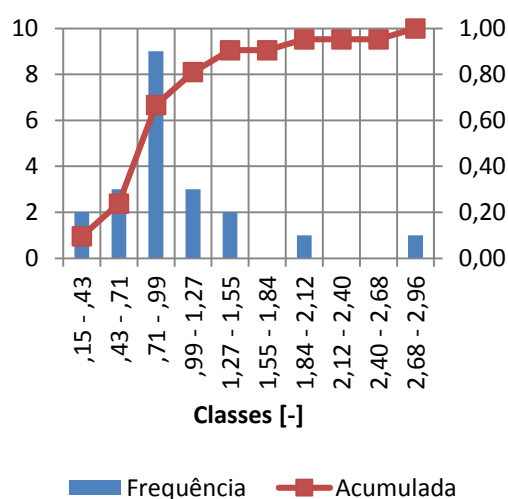


Figura 4.48 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice relativo

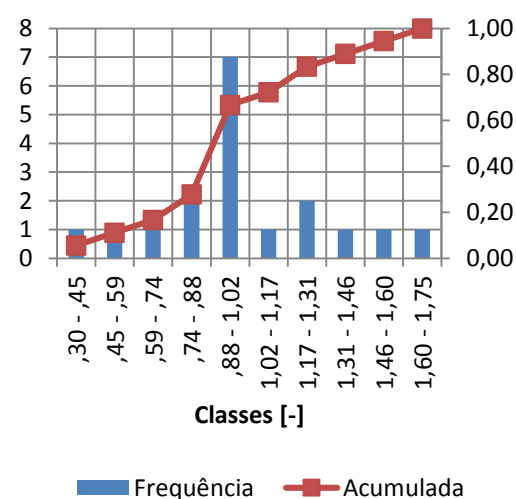


Figura 4.49 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.59 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,89
Desvio-padrão	0,59
Variância da amostra	0,35
Intervalo	2,81
Mínimo	0,15
Máximo	2,96
Soma	21,00
Contagem	21,00
Curtose	4,91
Assimetria	1,83

Tabela 4.60 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	1,01
Desvio-padrão	0,33
Variância da amostra	0,11
Intervalo	1,45
Mínimo	0,30
Máximo	1,75
Soma	18,00
Contagem	18,00
Curtose	0,78
Assimetria	0,15

Tabela 4.61 – *Outliers* da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
95	Outlier>máx	1,99
14	Outlier>máx	2,96
160	Outlier>máx	0,15

Os resultados obtidos para o custo por metro com a resina em reparações pontuais, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

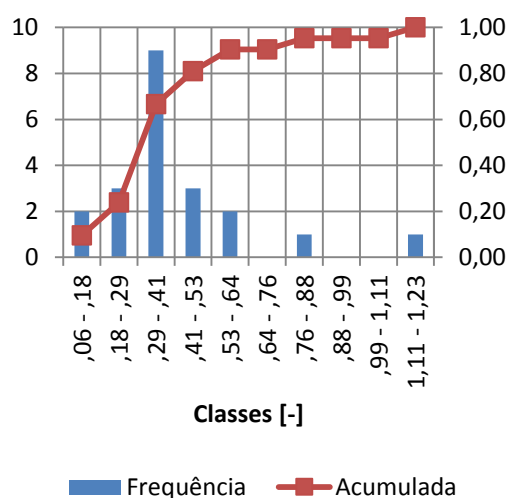


Figura 4.50 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice absoluto

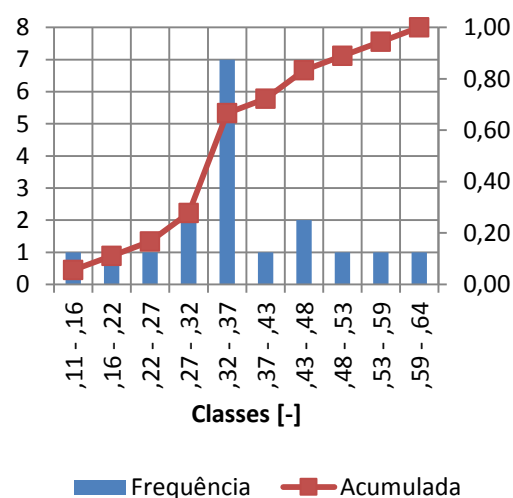


Figura 4.51 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.62 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,35
Mediana	0,31
Desvio-padrão	0,20

Tabela 4.63 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,31
Mediana	0,31
Desvio-padrão	0,10

Variância da amostra	0,04
Intervalo	0,98
Mínimo	0,05
Máximo	1,03
Soma	7,28
Contagem	21,00
Curtose	4,91
Assimetria	1,83

Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,44
Mínimo	0,09
Máximo	0,54
Soma	5,51
Contagem	18,00
Curtose	0,78
Assimetria	0,15

Tabela 4.64 – Outliers da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação pontual utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
95	Outlier>máx	0,69
14	Outlier>máx	1,03
160	Outlier>máx	0,05

Da análise dos resultados obtidos, com e sem outliers, conclui-se que a presença dos outliers apresente algum impacto significativo nas medidas de dispersão. Na análise sem outliers, é possível concluir acerca do custo por metro de resina utilizada em reparações pontuais.

De salientar que a quantidade de resina a utilizar varia conforme o diâmetro do coletor a reparar. No entanto, no presente estudo não foi tido em consideração, de forma a aumentar o número de obras na amostra.

4.3.1.4 Total

Os resultados obtidos para o custo por metro com MT em reparações pontuais, utilizando o índice relativo são os seguintes:

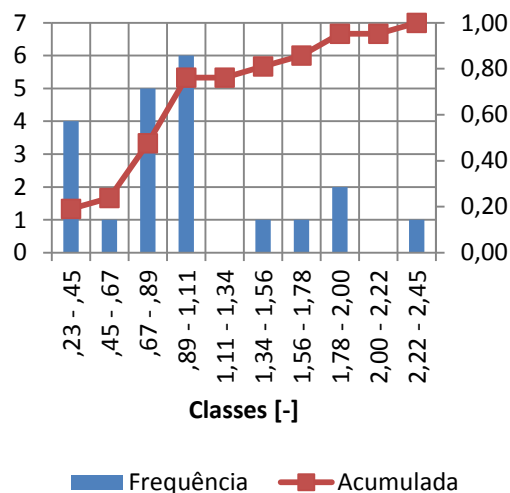


Figura 4.52 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.65 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,94
Desvio-padrão	0,56

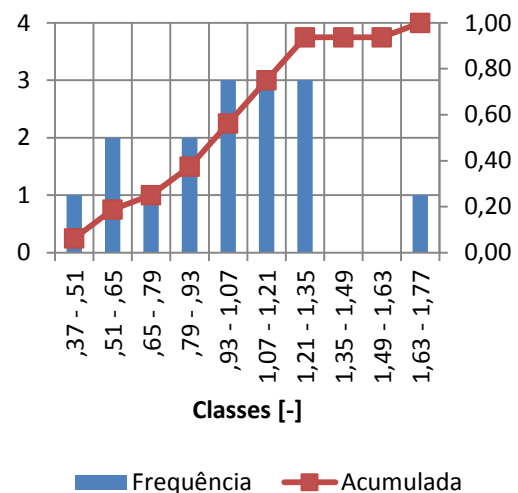


Figura 4.53 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.66 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem outlier, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,98
Desvio-padrão	0,34

Variância da amostra	0,31
Intervalo	2,22
Mínimo	0,23
Máximo	2,45
Soma	21,00
Contagem	21,00
Curtose	0,85
Assimetria	1,05

Variância da amostra	0,11
Intervalo	1,40
Mínimo	0,37
Máximo	1,77
Soma	16,00
Contagem	16,00
Curtose	0,53
Assimetria	0,09

Tabela 4.67 – *Outliers* da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação pontual utilizando o índice relativo

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
95	<i>Outlier</i> >máx	2,45
14	<i>Outlier</i> >máx	1,96
160	<i>Outlier</i> >máx	0,23
149	<i>Outlier</i> >máx	1,60
59	<i>Outlier</i> >máx	1,85

Os resultados obtidos para o custo por metro com MT em reparações pontuais, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

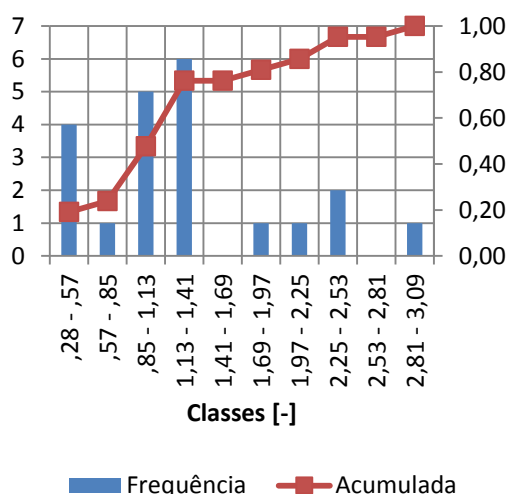


Figura 4.54 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice absoluto

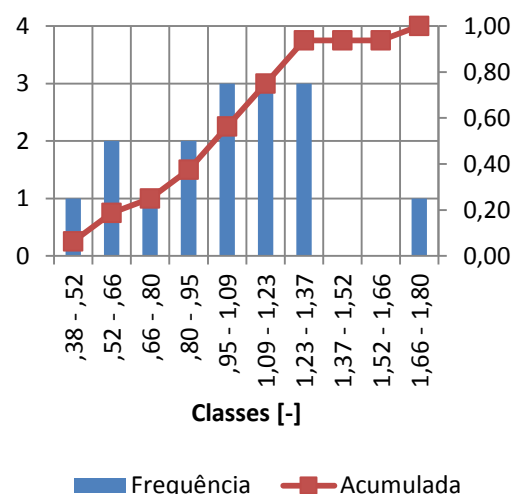


Figura 4.55 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.68 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual com *outliers* e com os valores divididos pela média das médias

Estatística Descritiva	
Média	1,06
Mediana	1,00
Desvio-padrão	0,59
Variância da amostra	0,35
Intervalo	2,35
Mínimo	0,24
Máximo	2,59
Soma	22,21

Tabela 4.69 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação pontual sem *outliers* e com os valores divididos pela média das médias

Estatística Descritiva	
Média	0,85
Mediana	0,84
Desvio-padrão	0,29
Variância da amostra	0,08
Intervalo	1,19
Mínimo	0,31
Máximo	1,51
Soma	13,66

Contagem	21,00
Curtose	0,85
Assimetria	1,05

Contagem	16,00
Curtose	0,53
Assimetria	0,09

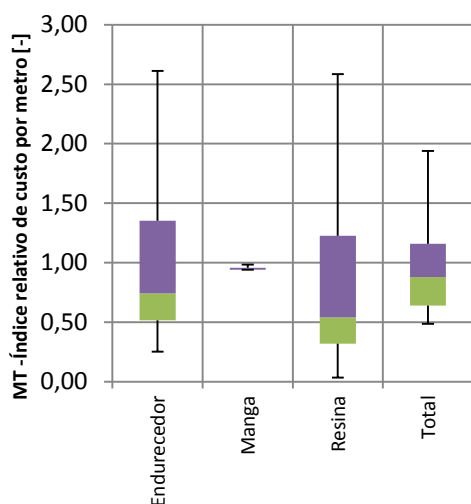
Tabela 4.70 – Outliers da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação pontual e com os valores divididos pela média das médias

Nº Obra	Outlier	Índice
95	Outlier>máx	2,59
14	Outlier>máx	2,08
160	Outlier>máx	0,24
149	Outlier>máx	1,69
59	Outlier>máx	1,96

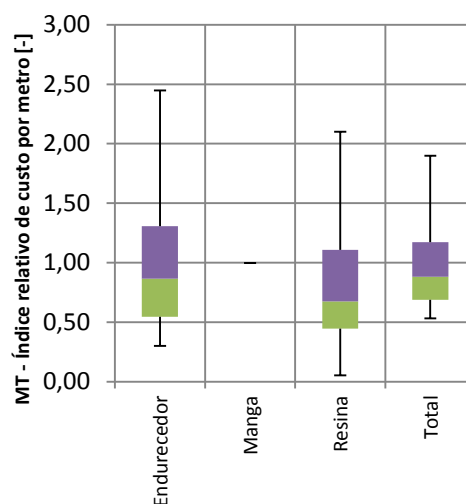
Apesar de existirem cinco outliers, a sua presença não provoca grande variação nas medidas de dispersão. Contudo, uma estimativa sem *outliers* do custo por metro conduzirá a uma melhor aproximação do custo total de reparações pontuais.

4.3.2 Reparações Contínuas

A Figura 4.56 e a Figura 4.57 representam os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise, utilizando o índice relativo e o índice absoluto respetivamente.

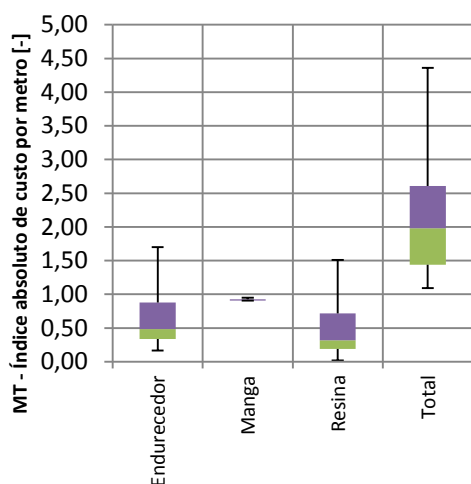


(A)

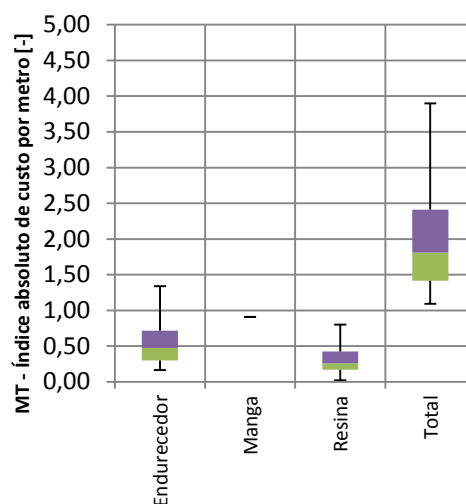


(B)

Figura 4.56 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) outliers, utilizando o índice relativo



(C)



(D)

Figura 4.57 - Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) *outliers*, utilizando o índice absoluto

Da análise da Figura 4.56, conclui-se que o endurecedor e a resina são os que apresentam maior variabilidade de custo por metro.

A partir da Figura 4.57 verifica-se que a resina é o material que tem, em média, menor custo por metro de reparação contínua.

4.3.2.1 Endurecedor

Os resultados obtidos para o custo por metro com endurecedor em reparações contínuas, utilizando o índice relativo são os seguintes:

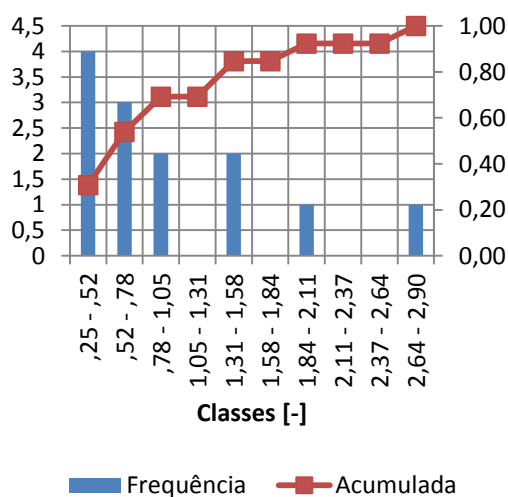


Figura 4.58 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

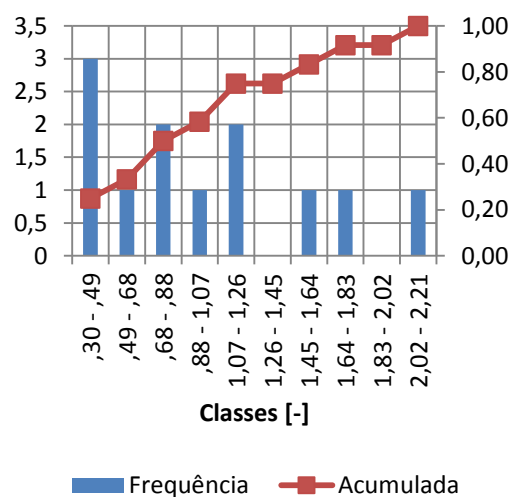


Figura 4.59 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.71 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,74
Desvio-padrão	0,72
Variância da amostra	0,52
Intervalo	2,65
Mínimo	0,25
Máximo	2,90
Soma	13,00
Contagem	13,00
Curtose	2,34
Assimetria	1,45

Tabela 4.72 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,87
Desvio-padrão	0,58
Variância da amostra	0,34
Intervalo	1,91
Mínimo	0,30
Máximo	2,21
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	-0,25
Assimetria	0,69

Tabela 4.73 – *Outliers* da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
50	Outlier>máx	2,90

Os resultados obtidos para o custo por metro com endurecedor em reparações contínuas, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

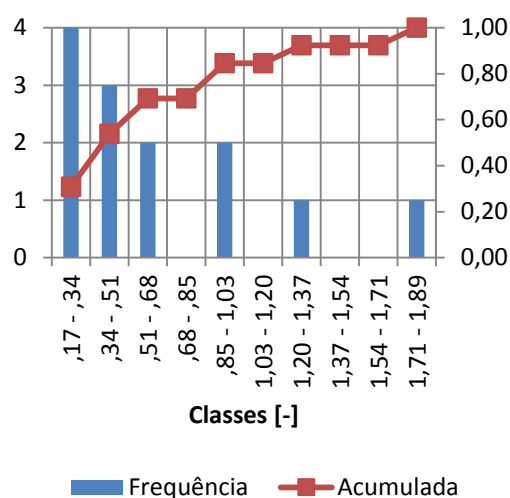


Figura 4.60 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.74 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,54
Mediana	0,40

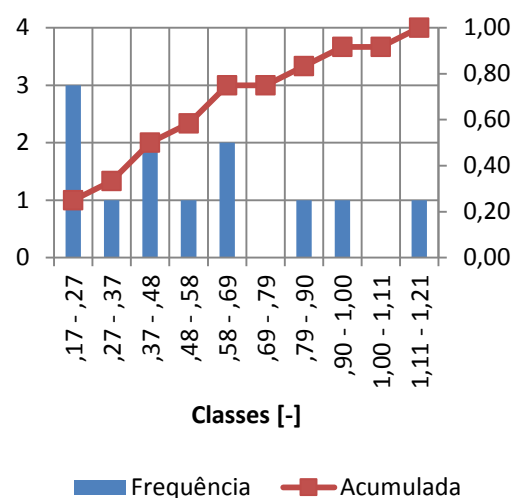


Figura 4.61 - Histograma referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.75 – Estatística descritiva referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,46
Mediana	0,40

Desvio-padrão	0,39
Variância da amostra	0,16
Intervalo	1,44
Mínimo	0,14
Máximo	1,58
Soma	7,08
Contagem	13,00
Curtose	2,34
Assimetria	1,45

Desvio-padrão	0,27
Variância da amostra	0,07
Intervalo	0,88
Mínimo	0,14
Máximo	1,01
Soma	5,50
Contagem	12,00
Curtose	-0,25
Assimetria	0,69

Tabela 4.76 – *Outliers* da amostra referente ao custo com endurecedor por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
50	Outlier>máx	1,58

O outlier existente nesta amostra distorce, consideravelmente, os resultados quando comparados com os resultados obtidos aquando da sua exclusão. Assim, excluído o outlier, é possível obter uma estimativa toda como representativa do custo por metro de endurecedor a utilizar em reparações pontuais.

De salientar que a quantidade de endurecedor a utilizar varia conforme o diâmetro do coletor a reparar. No presente estudo não se considerou a variação de diâmetro dos coletores reparados de forma a aumentar o número de obras na amostra.

4.3.2.2 Manga

Os resultados obtidos para o custo por metro com manga em reparações contínuas, utilizando o índice relativo são os seguintes:

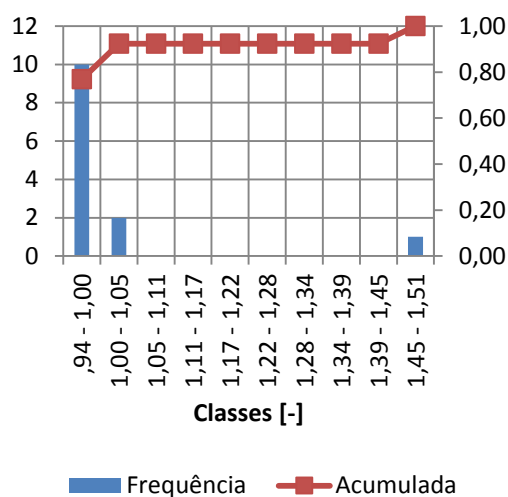


Figura 4.62 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

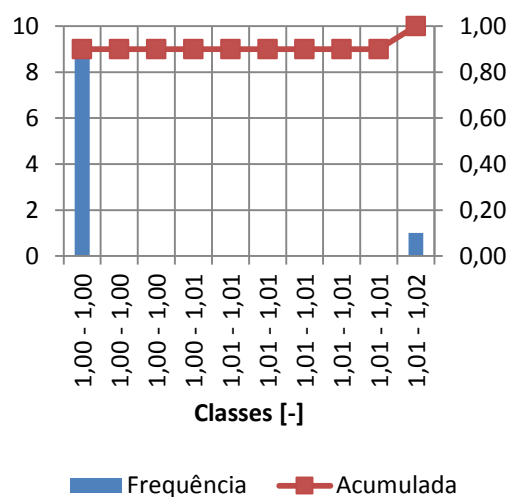


Figura 4.63 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.77 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,94
Desvio-padrão	0,15
Variância da amostra	0,02
Intervalo	0,56
Mínimo	0,94
Máximo	1,51
Soma	13,00
Contagem	13,00
Curtose	11,46
Assimetria	3,33

Tabela 4.78 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	1,00
Desvio-padrão	0,01
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,02
Mínimo	1,00
Máximo	1,02
Soma	10,00
Contagem	10,00
Curtose	10,00
Assimetria	3,16

Tabela 4.79 – *Outliers* da amostra referente ao custo com manga por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
98	Outlier>máx	1,05
96	Outlier>máx	1,51
50	Outlier>máx	1,01

Os resultados obtidos para o custo por metro com manga em reparações contínuas, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

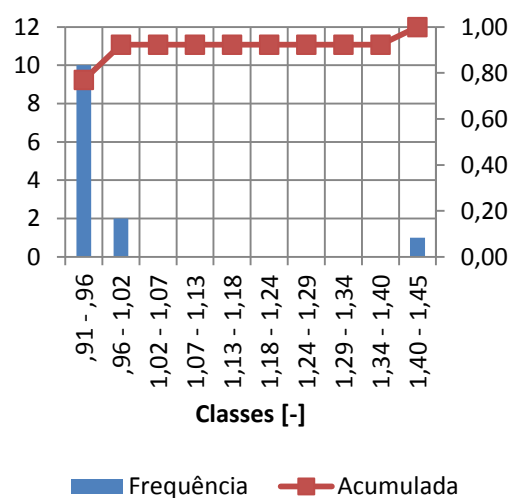


Figura 4.64 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

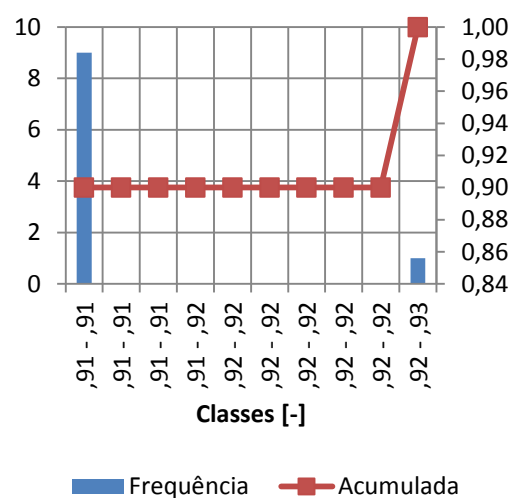


Figura 4.65 - Histograma referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.80 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,81
Mediana	0,76
Desvio-padrão	0,12

Tabela 4.81 – Estatística descritiva referente ao custo com manga por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,76
Mediana	0,76
Desvio-padrão	0,00

Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,46
Mínimo	0,76
Máximo	1,22
Soma	10,50
Contagem	13,00
Curtose	11,46
Assimetria	3,33

Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,01
Mínimo	0,76
Máximo	0,77
Soma	7,62
Contagem	10,00
Curtose	10,00
Assimetria	3,16

Tabela 4.82 – *Outliers* da amostra referente ao custo com manga por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
98	<i>Outlier</i> >máx	0,85
96	<i>Outlier</i> >máx	1,22
50	<i>Outlier</i> >máx	0,82

Após a análise dos resultados, conclui-se que só é possível prever com uma margem de segurança o custo por metro de manga caso os *outliers* sejam excluídos da amostra.

De notar que, de forma a aumentar o número de obras na amostra, não foi considerada a variação de diâmetros de coletores reparados na amostra.

4.3.2.3 Resina

Os resultados obtidos para o custo por metro com resina em reparações contínuas, utilizando o índice relativo são os seguintes:

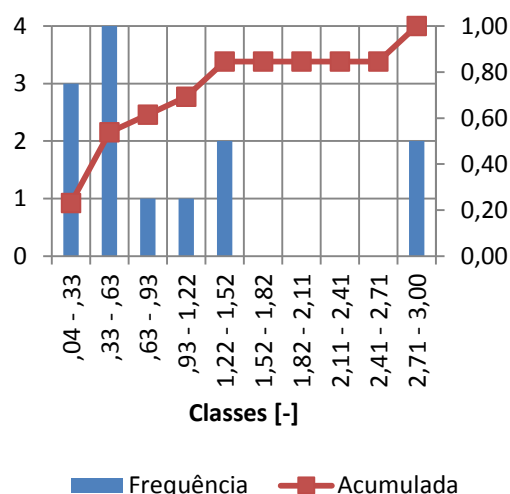


Figura 4.66- Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

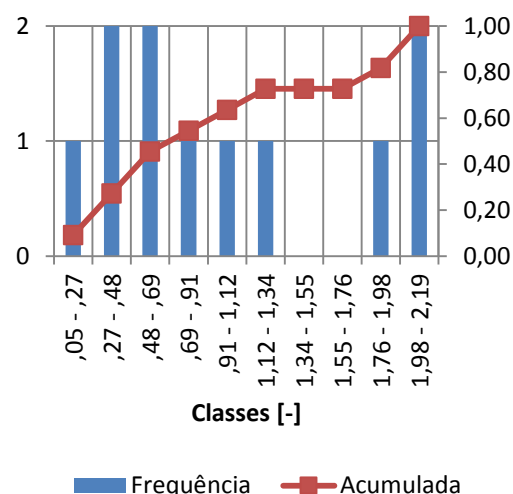


Figura 4.67 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.83 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,62
Desvio-padrão	0,92
Variância da amostra	0,84

Tabela 4.84 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,71
Desvio-padrão	0,70
Variância da amostra	0,49

Intervalo	2,97
Mínimo	0,04
Máximo	3,00
Soma	13,00
Contagem	13,00
Curtose	0,87
Assimetria	1,34

Intervalo	2,14
Mínimo	0,05
Máximo	2,19
Soma	11,00
Contagem	11,00
Curtose	-0,87
Assimetria	0,70

Tabela 4.85 – *Outliers* da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
96	<i>Outlier</i> >máx	2,82
50	<i>Outlier</i> >máx	3,00

Os resultados obtidos para o custo por metro com resina em reparações contínuas, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

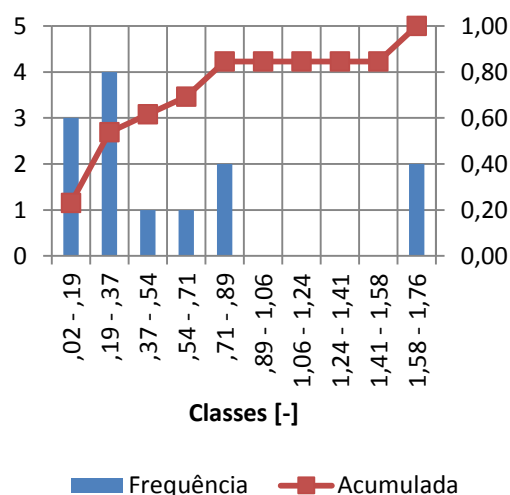


Figura 4.68 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

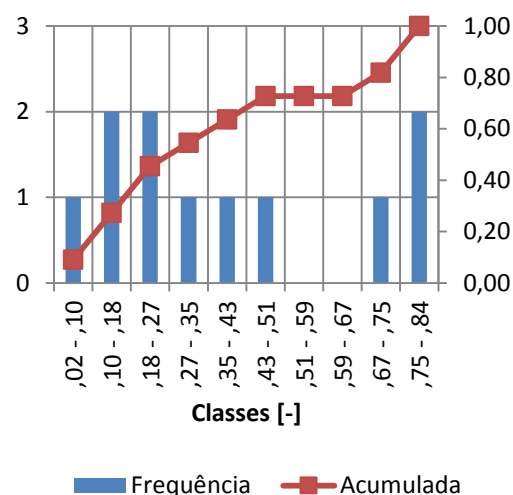


Figura 4.69 - Histograma referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.86 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,49
Mediana	0,30
Desvio-padrão	0,45
Variância da amostra	0,20
Intervalo	1,45
Mínimo	0,02
Máximo	1,47
Soma	6,37
Contagem	13,00
Curtose	0,87
Assimetria	1,34

Tabela 4.87 – Estatística descritiva referente ao custo com resina por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,32
Mediana	0,23
Desvio-padrão	0,22
Variância da amostra	0,05
Intervalo	0,68
Mínimo	0,02
Máximo	0,70
Soma	3,52
Contagem	11,00
Curtose	-0,87
Assimetria	0,70

Tabela 4.88 – *Outliers* da amostra referente ao custo com resina por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
96	<i>Outlier</i> >máx	1,38
50	<i>Outlier</i> >máx	1,47

Da análise dos resultados, conclui-se que a presença de *outliers* na amostra não os influencia significativamente. No entanto, uma estimativa do custo por metro com resina será melhor se realizada a partir da amostra sem *outliers*.

4.3.2.4 Total

Os resultados obtidos para o custo por metro com MT em reparações contínuas, utilizando o índice relativo são os seguintes:

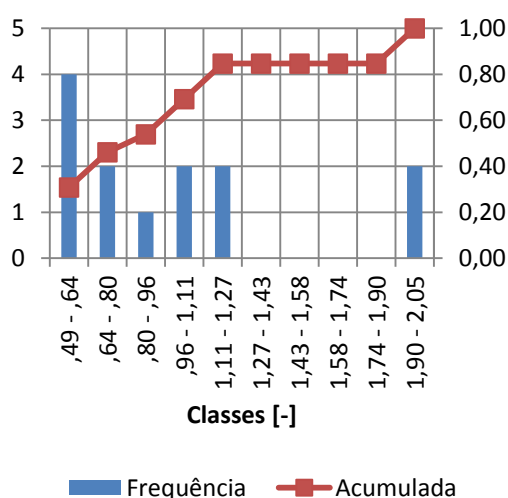


Figura 4.70 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

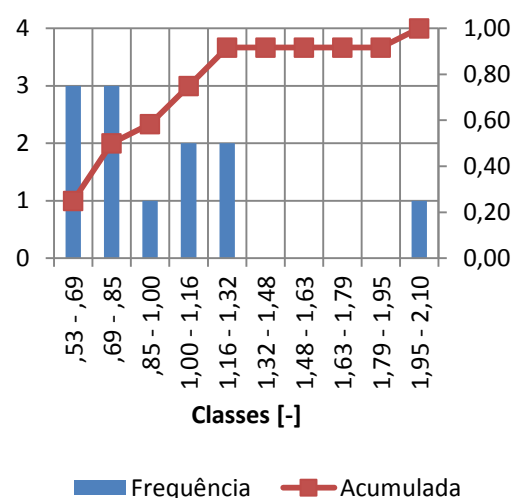


Figura 4.71 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.89 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,88
Desvio-padrão	0,47
Variância da amostra	0,23
Intervalo	1,57
Mínimo	0,49
Máximo	2,05
Soma	13,00
Contagem	13,00
Curtose	0,94
Assimetria	1,29

Tabela 4.90 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,88
Desvio-padrão	0,42
Variância da amostra	0,17
Intervalo	1,57
Mínimo	0,53
Máximo	2,10
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	3,01
Assimetria	1,54

Tabela 4.91 – *Outliers* da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação contínua utilizando o índice relativo

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
50	<i>Outlier</i> >máx	2,05

Os resultados obtidos para o custo por metro com MT em reparações contínuas, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

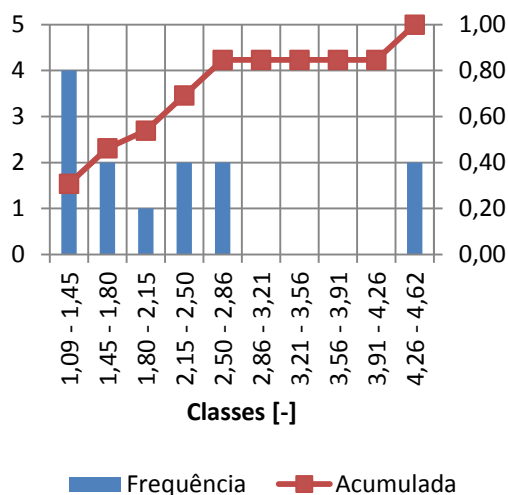


Figura 4.72 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

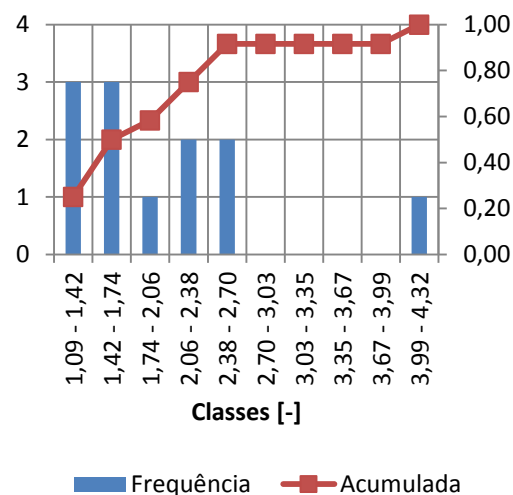


Figura 4.73 - Histograma referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.92 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	1,88
Mediana	1,66
Desvio-padrão	0,89
Variância da amostra	0,80
Intervalo	2,95
Mínimo	0,92
Máximo	3,86
Soma	24,48
Contagem	13,00
Curtose	0,94
Assimetria	1,29

Tabela 4.93 – Estatística descritiva referente ao custo com MT por metro de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	1,72
Mediana	1,52
Desvio-padrão	0,71
Variância da amostra	0,51
Intervalo	2,70
Mínimo	0,92
Máximo	3,61
Soma	20,61
Contagem	12,00
Curtose	3,01
Assimetria	1,54

Tabela 4.94 – *Outliers* da amostra referente ao custo com MT por metro de reparação contínua utilizando o índice absoluto

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
50	<i>Outlier</i> >máx	3,86

Da análise dos resultados obtidos conclui-se que, retirando o outlier encontrado, consegue-se uma melhor estimativa do custo total por metro de reparação contínua.

4.4 CUSTO DO EQUIPAMENTO

No apuramento dos custos dos equipamentos/viaturas (EQ), analisou-se o custo horário de cada viatura e os quilómetros percorridos por obra. Procedeu-se, ainda, à comparação do custo por quilómetro de cada viatura, utilizando os dados recolhidos nas folhas de obra com os custos obtidos, tendo-se efetuado uma análise anual dos custos. De mencionar, ainda, o estudo realizado relativo aos quilómetros percorridos por obra por cada viatura. Por fim, estimou-se qual o custo de cada viatura por metro de cada atividade realizada.

4.4.1 Custo Horário por Viatura

A Figura 4.74 e a Figura 4.75 representam os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise, utilizando o índice relativo e o índice absoluto respetivamente. A viatura 1 e a viatura 2 estão afetas à limpeza de coletores. A viatura 3 está afeta à inspeção e reparação de coletores.

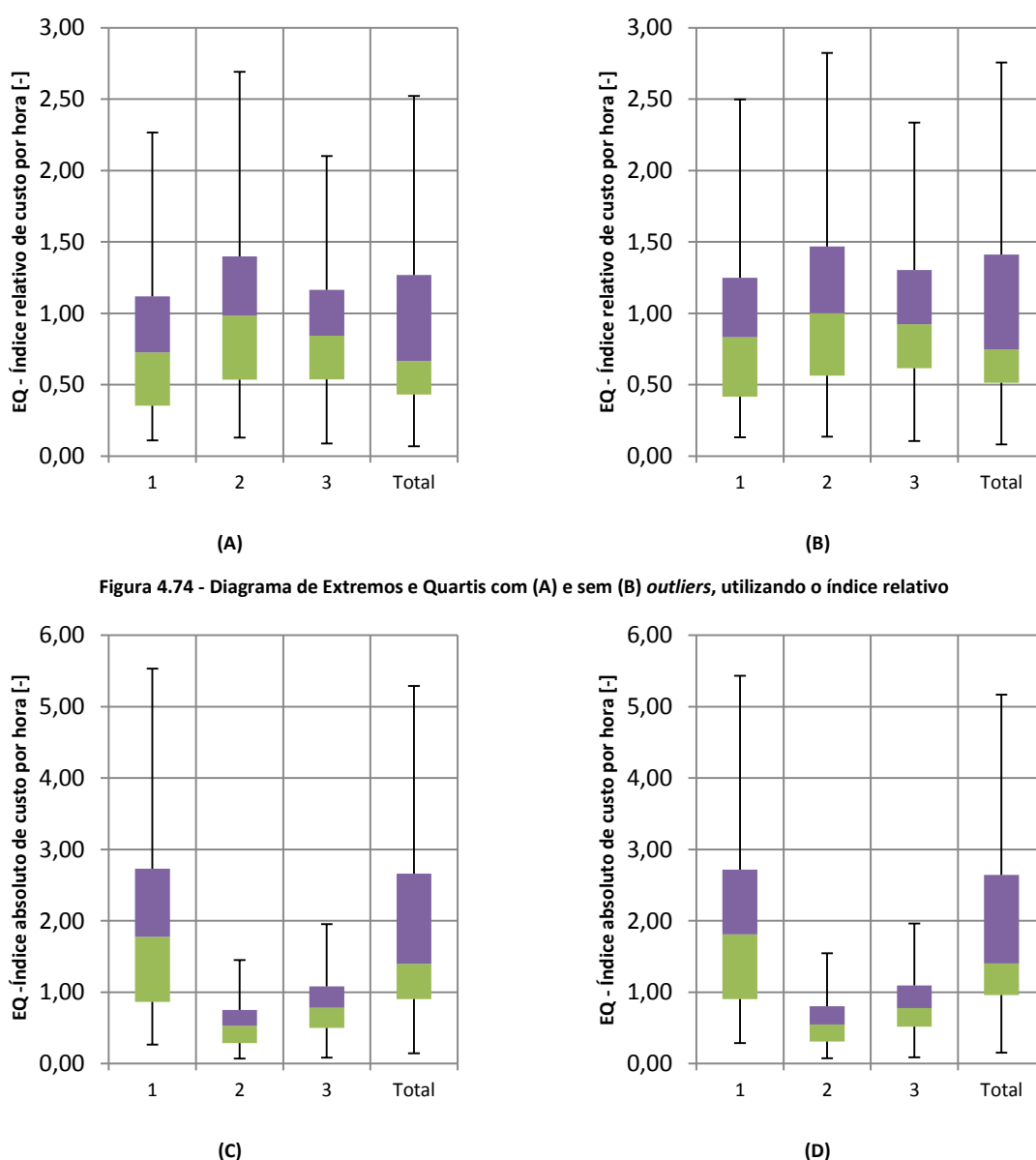


Figura 4.74 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) outliers, utilizando o índice relativo

Figura 4.75 - Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) outliers, utilizando o índice absoluto

A partir da Figura 4.74 conclui-se que a viatura 2 apresenta uma maior variabilidade do seu custo horário. Da análise da Figura 4.75 verifica-se que a viatura 1 regista o maior custo horário quando comparada com as restantes viaturas.

4.4.1.1 Viatura 1

Os resultados obtidos para o custo por hora com a viatura 1, utilizando o índice relativo são os seguintes:

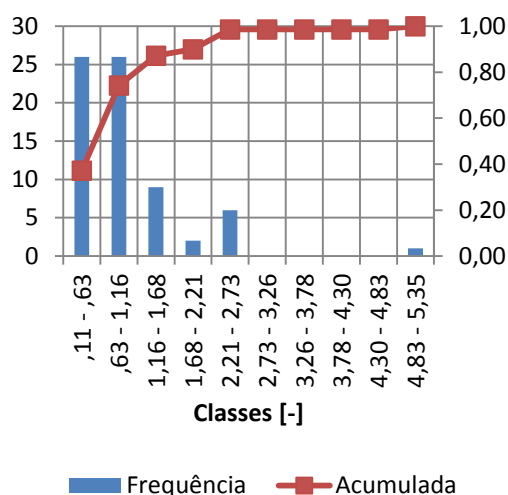


Figura 4.76 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice relativo

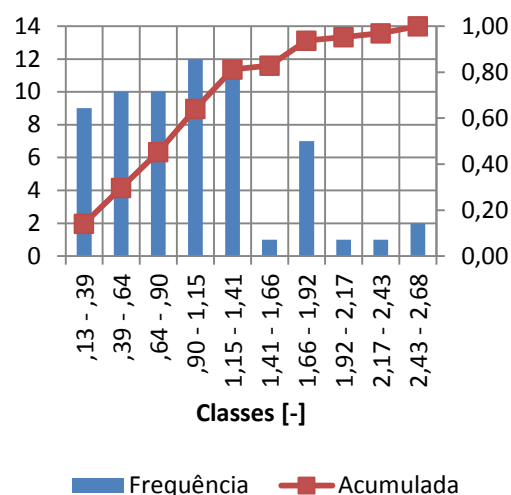


Figura 4.77 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.95 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,81
Desvio-padrão	0,80
Variância da amostra	0,64
Intervalo	5,24
Mínimo	0,11
Máximo	5,35
Soma	70,00
Contagem	70,00
Curtose	11,28
Assimetria	2,63

Tabela 4.96 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,93
Desvio-padrão	0,58
Variância da amostra	0,34
Intervalo	2,55
Mínimo	0,13
Máximo	2,68
Soma	64,00
Contagem	64,00
Curtose	0,25
Assimetria	0,79

Tabela 4.97 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
140	Outlier>máx	2,29
88	Outlier>máx	5,35
50	Outlier>máx	2,29
108	Outlier>máx	2,29
105	Outlier>máx	2,58
107	Outlier>máx	2,29

Os resultados obtidos para o custo por hora com a viatura 1, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

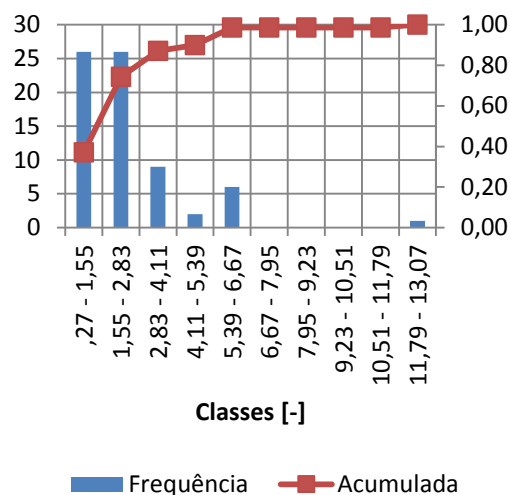


Figura 4.78 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.98 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	2,44
Mediana	1,98
Desvio-padrão	1,96
Variância da amostra	3,83
Intervalo	12,81
Mínimo	0,27
Máximo	13,07
Soma	170,98
Contagem	70,00
Curtose	11,28
Assimetria	2,63

Tabela 4.100 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
140	Outlier>máx	5,60
88	Outlier>máx	13,07
50	Outlier>máx	5,60
108	Outlier>máx	5,60
105	Outlier>máx	6,30
107	Outlier>máx	5,60

Após analisar as medidas de dispersão, conclui-se que só é possível fazer uma estimativa do custo horário da viatura 1 quando os outliers são retirados da amostra.

De notar que para a viatura 1, o custo associado à amortização corresponde a cerca de 50% do custo total. Como o custo da amortização está associado à vida útil da viatura (4 anos), se forem considerados maiores períodos de vida útil, os custos de amortização serão menores que os calculados.

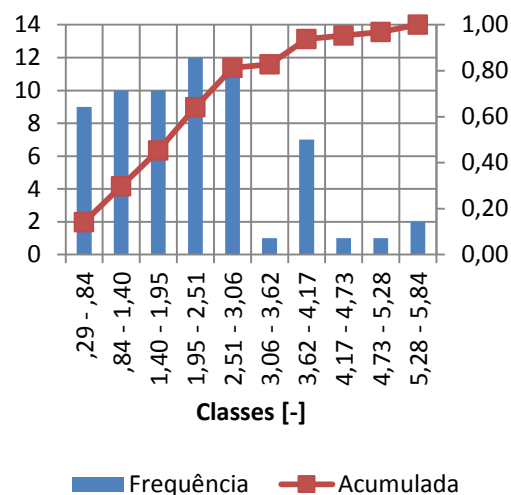


Figura 4.79 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.99 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	2,18
Mediana	2,01
Desvio-padrão	1,27
Variância da amostra	1,61
Intervalo	5,55
Mínimo	0,29
Máximo	5,84
Soma	139,24
Contagem	64,00
Curtose	0,25
Assimetria	0,79

4.4.1.2 Viatura 2

Os resultados obtidos para o custo por hora com a viatura 2, utilizando o índice relativo São os seguintes:

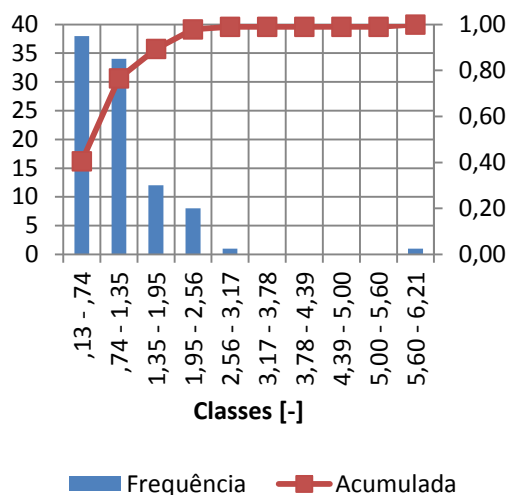


Figura 4.80 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.101 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,83
Desvio-padrão	0,78
Variância da amostra	0,61
Intervalo	6,08
Mínimo	0,13
Máximo	6,21
Soma	94,00
Contagem	94,00
Curtose	20,33
Assimetria	3,45

Tabela 4.103 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
13	Outlier>máx	6,21

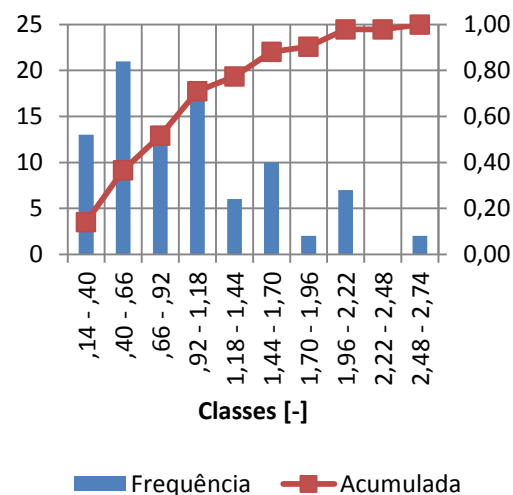


Figura 4.81 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.102 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,88
Desvio-padrão	0,60
Variância da amostra	0,36
Intervalo	2,61
Mínimo	0,14
Máximo	2,74
Soma	93,00
Contagem	93,00
Curtose	0,20
Assimetria	0,85

Os resultados obtidos para o custo por hora com a viatura 2, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

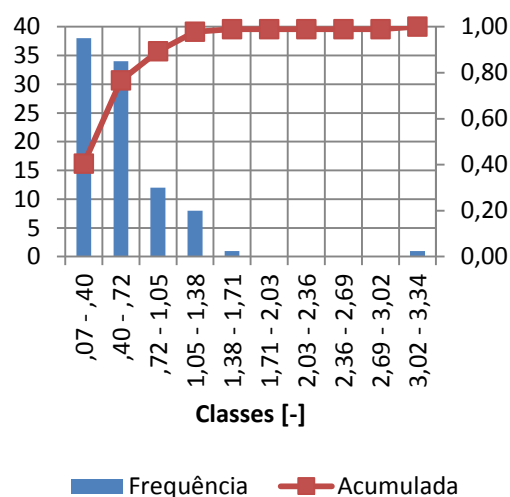


Figura 4.82 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice absoluto

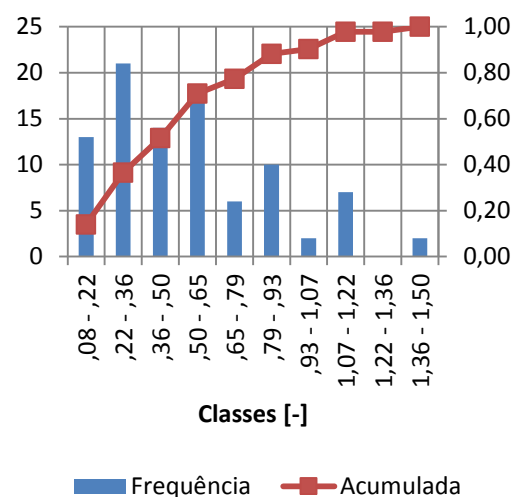


Figura 4.83 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.104 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,54
Mediana	0,45
Desvio-padrão	0,42
Variância da amostra	0,18
Intervalo	3,27
Mínimo	0,07
Máximo	3,34
Soma	50,59
Contagem	94,00
Curtose	20,33
Assimetria	3,45

Tabela 4.105 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,55
Mediana	0,48
Desvio-padrão	0,33
Variância da amostra	0,11
Intervalo	1,43
Mínimo	0,08
Máximo	1,50
Soma	50,92
Contagem	93,00
Curtose	0,20
Assimetria	0,85

Tabela 4.106 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 2 por hora de utilização utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
13	Outlier>máx	3,34

A existência de um outlier, que se destaca claramente dos restantes elementos da amostra, distorce qualquer estimativa que se queira realizar. Depois de retirado o outlier, as medidas de dispersão tomam valores aceitáveis, possibilitando obter uma boa estimativa do custo horário da viatura 2.

De notar que o custo por hora da viatura 1 é maior que o da viatura 2, estando ambas afetadas à limpeza de coletores. Tal facto encontra a sua justificação nos maiores custos de manutenção e amortização apresentados pela viatura 1 face à 2, ao longo do ano de 2014.

Salienta-se, ainda, que para a viatura 2, o custo associado à amortização corresponde a cerca de 80% do custo total. Como o custo da amortização está associado à vida útil da viatura (4 anos), se este parâmetro tomar períodos maiores, chegar-se-ão a custos de amortização menores que os calculados.

4.4.1.3 Viatura 3

Os resultados obtidos para o custo por hora com a viatura 3, utilizando o índice relativo são os seguintes:

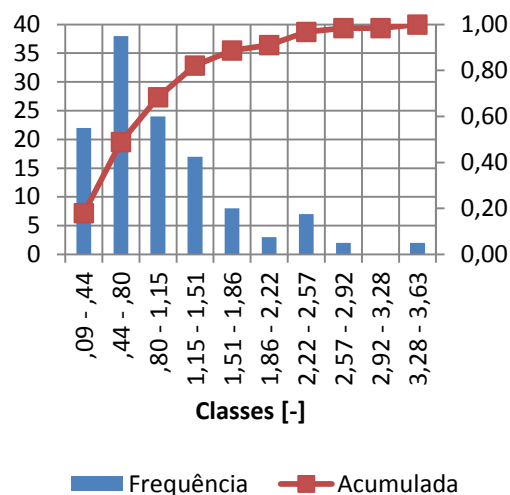


Figura 4.84 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.107 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,87
Desvio-padrão	0,68
Variância da amostra	0,46
Intervalo	3,55
Mínimo	0,09
Máximo	3,63
Soma	123,00
Contagem	123,00
Curtose	2,54
Assimetria	1,52

Tabela 4.109 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
102	Outlier>máx	3,49
140	Outlier>máx	2,33
154	Outlier>máx	2,33
7	Outlier>máx	2,91
21	Outlier>máx	2,33
75	Outlier>máx	2,33
65	Outlier>máx	3,63
148	Outlier>máx	2,66
108	Outlier>máx	2,33
107	Outlier>máx	2,33
135	Outlier>máx	2,33

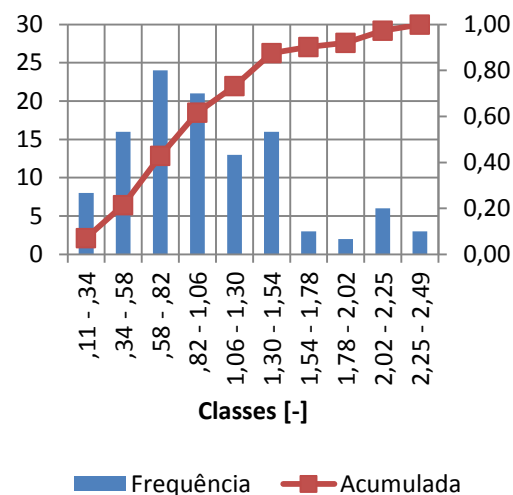


Figura 4.85 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.108 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,92
Desvio-padrão	0,53
Variância da amostra	0,28
Intervalo	2,39
Mínimo	0,11
Máximo	2,49
Soma	112,00
Contagem	112,00
Curtose	0,23
Assimetria	0,77

Os resultados obtidos para o custo por hora com a viatura 3, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

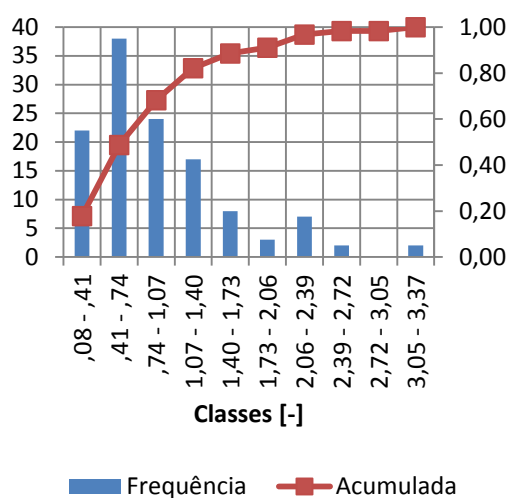


Figura 4.86 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.110 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,93
Mediana	0,81
Desvio-padrão	0,63
Variância da amostra	0,40
Intervalo	3,29
Mínimo	0,08
Máximo	3,37
Soma	114,22
Contagem	123,00
Curtose	2,54
Assimetria	1,52

Tabela 4.112 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
102	Outlier>máx	3,24
140	Outlier>máx	2,16
154	Outlier>máx	2,16
7	Outlier>máx	2,70
21	Outlier>máx	2,16
75	Outlier>máx	2,16
65	Outlier>máx	3,37
148	Outlier>máx	2,47
108	Outlier>máx	2,16
107	Outlier>máx	2,16
135	Outlier>máx	2,16

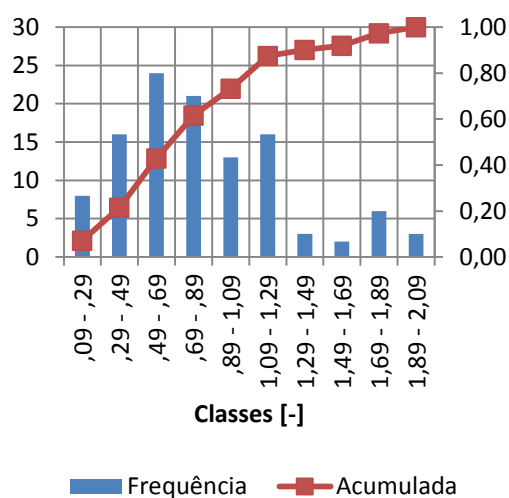


Figura 4.87 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.111 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por hora de utilização sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,84
Mediana	0,78
Desvio-padrão	0,44
Variância da amostra	0,20
Intervalo	2,01
Mínimo	0,09
Máximo	2,09
Soma	94,09
Contagem	112,00
Curtose	0,23
Assimetria	0,77

A existência de onze outliers não permite uma boa estimativa do custo horário da viatura 3. Quando retirados, as medidas de dispersão tomam valores que possibilitam essa estimativa.

De notar ainda que para a viatura 3, o custo associado à amortização corresponde a cerca de 90% do custo total. Como o custo da amortização associado à vida útil da viatura (4 anos), se este parâmetro tomar períodos maiores, chegar-se-ão a custos de amortização menores que os calculados.

4.4.2 Custo por quilómetro percorrido por Viatura

O custo por quilómetro percorrido é constante para cada viatura. Assim, entendeu-se ser interessante comparar a média do custo por quilómetro de cada viatura em cada obra com o quociente entre o custo total anual de cada viatura e os respetivos quilómetros percorridos anualmente. Os resultados estão apresentados, na base do índice relativo, estando, assim, adimensionais.

Tabela 4.113 – Comparação entre o custo por quilómetro por obra o custo por quilómetro anual

Viatura	1	2	3
Média por obra	1,82	0,39	0,79
Relação anual	1,86	0,39	0,78

Da análise dos dados da tabela conclui-se que a margem de erro é muito baixa. As diferenças encontradas ficarão a dever-se a incorreto/indevido preenchimento da folha de obra ou a erros na recolha dos dados.

4.4.3 Quilómetros percorridos por obra

A Figura 4.88 representa o diagrama de extremos e quartis referente a esta análise, utilizando o índice relativo.

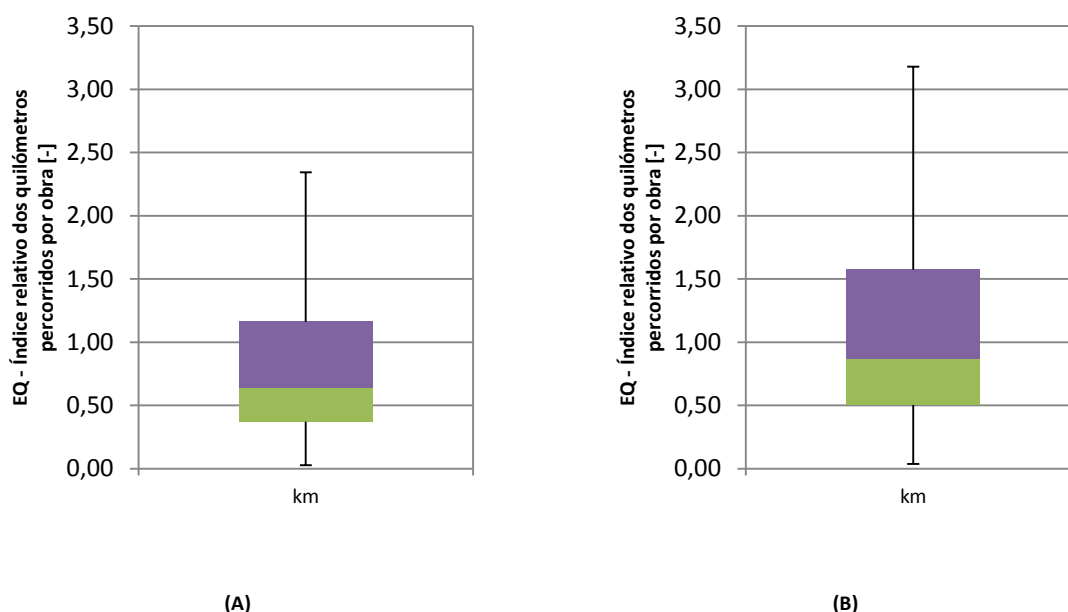


Figura 4.88 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) outliers, utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para os quilómetros percorridos em cada obra, utilizando o índice relativo, são os seguintes:

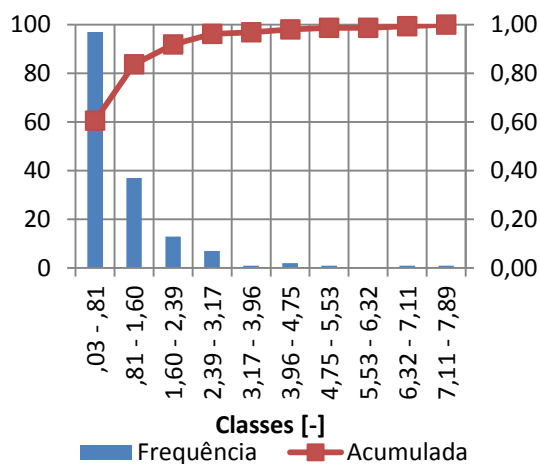


Figura 4.89 - Histograma referente aos quilômetros percorridos por obra com *outliers*, utilizando o índice relativo

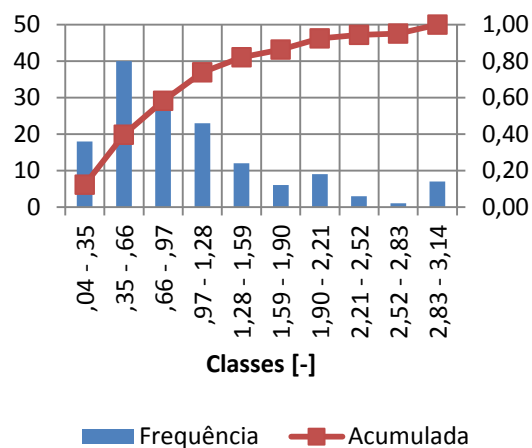


Figura 4.90 - Histograma referente aos quilômetros percorridos por obra sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.114 – Estatística descritiva referente aos quilômetros percorridos por obra com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,64
Desvio-padrão	1,10
Variância da amostra	1,21
Intervalo	7,87
Mínimo	0,03
Máximo	7,89
Soma	160,00
Contagem	160,00
Curtose	14,27
Assimetria	3,26

Tabela 4.115 – Estatística descritiva referente aos quilômetros percorridos por obra sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,76
Desvio-padrão	0,71
Variância da amostra	0,50
Intervalo	3,10
Mínimo	0,04
Máximo	3,14
Soma	146,00
Contagem	146,00
Curtose	1,13
Assimetria	1,27

Os elevados valores encontrados para as medidas de dispersão na amostra com *outliers* sugere que estes sejam retirados. Depois de remover os *outliers* estas medidas apresentam valores aceitáveis que possibilitam uma boa estimativa dos quilômetros percorridos por obra.

4.4.4 Custo por metro de limpeza

A Figura 4.91 representa os diagramas de extremos e quartis referentes ao custo por metro de limpeza, utilizando o índice relativo (A) e o índice absoluto com (B) e sem (C) *outliers*.

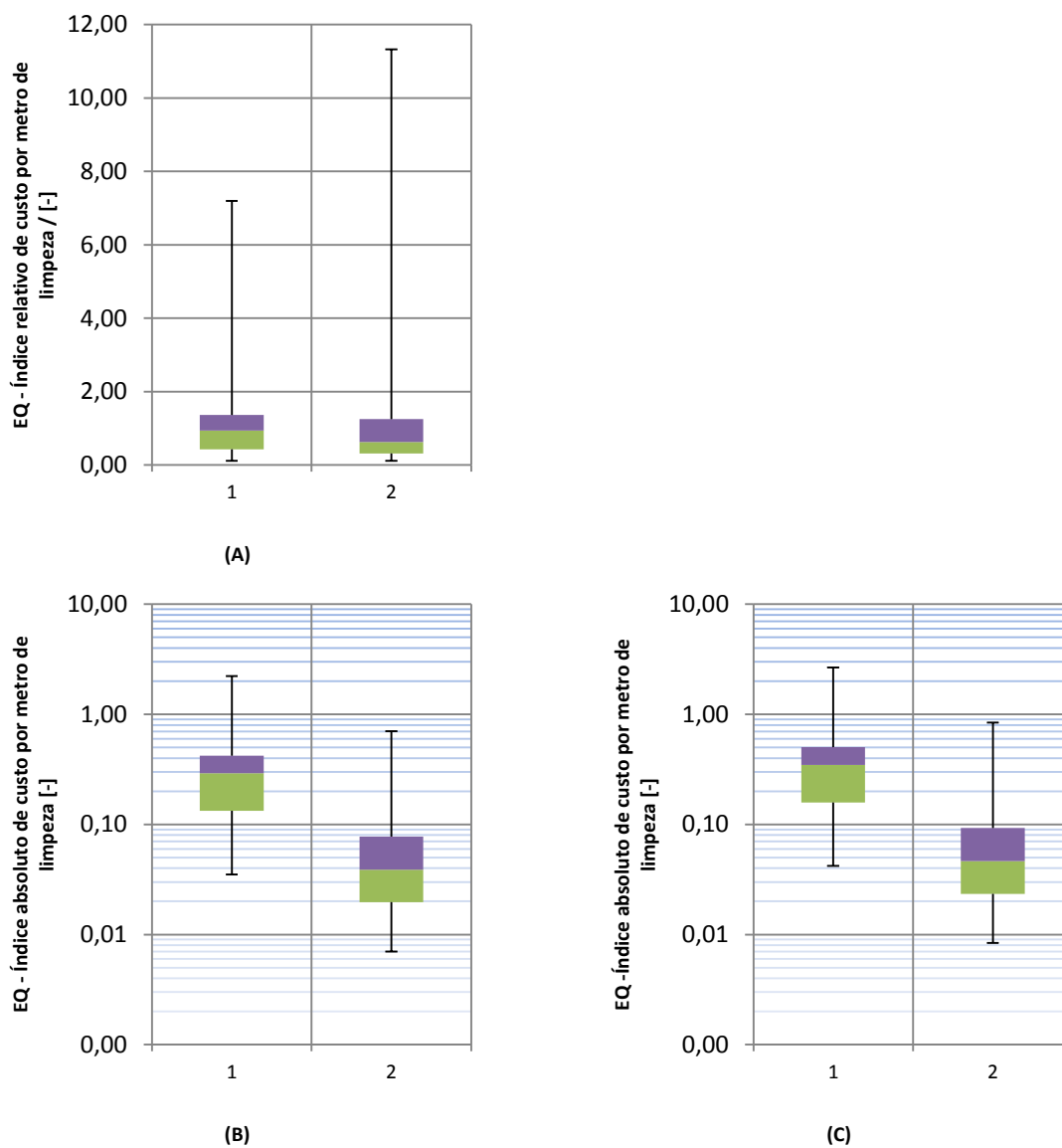


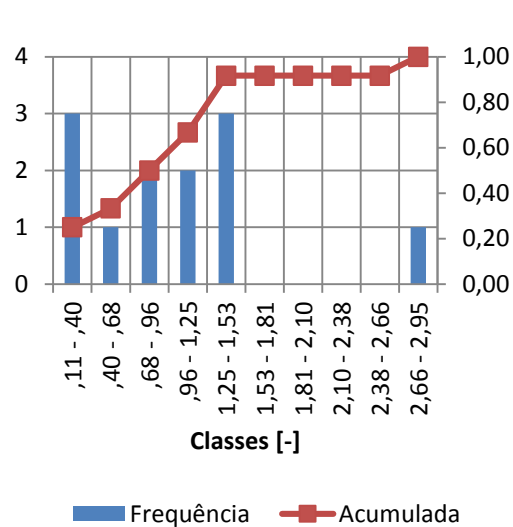
Figura 4.91 - Diagrama de Extremos e Quartis (A), utilizando o índice relativo com *outliers*, utilizando o índice absoluto com (B) e sem (C) *outliers*

Da análise da figura (A) conclui-se que a viatura 2 apresenta maior variabilidade no custo por metro de limpeza. De mencionar, ainda, que da leitura das figuras (B) e (C) verifica-se que a viatura 1 tem um custo por metro de limpeza maior que a viatura 2.

4.4.4.1 Viatura 1

Os resultados obtidos para o custo por metro com a viatura 1, utilizando o índice relativo são os apresentados nas seguintes tabelas e figuras.

Tabela 4.116 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice relativo



Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,94
Desvio-padrão	0,76
Variância da amostra	0,58
Intervalo	2,83
Mínimo	0,11
Máximo	2,95
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	2,30
Assimetria	1,24

Figura 4.92 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo por metro com a viatura 1, utilizando o índice absoluto, com e sem outliers, são os seguintes:

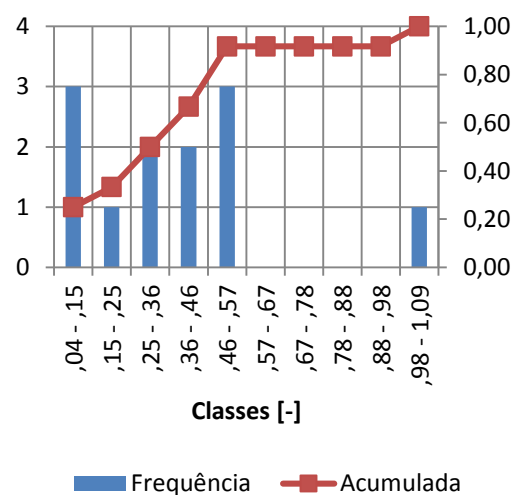
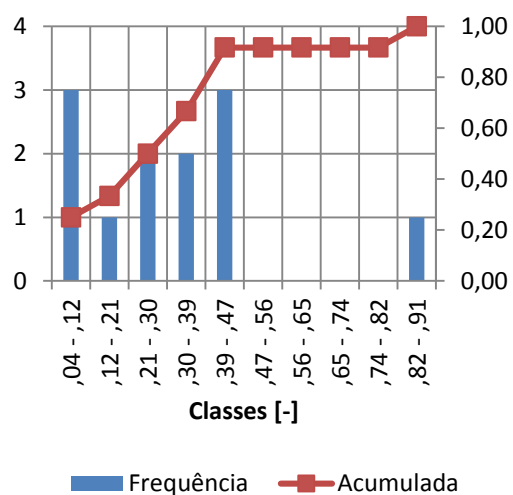


Figura 4.93 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto com outliers

Figura 4.94 - Histograma referente ao custo com a viatura 1 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto sem outliers

Tabela 4.117 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 1, utilizando o índice absoluto com outliers

Estatística Descritiva	
Média	0,31
Mediana	0,29

Tabela 4.118 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 1, utilizando o índice absoluto sem outliers

Estatística Descritiva	
Média	0,37
Mediana	0,35

Desvio-padrão	0,24
Variância da amostra	0,06
Intervalo	0,88
Mínimo	0,04
Máximo	0,91
Soma	3,71
Contagem	12,00
Curtose	2,30
Assimetria	1,24

Desvio-padrão	0,28
Variância da amostra	0,08
Intervalo	1,05
Mínimo	0,04
Máximo	1,09
Soma	4,43
Contagem	12,00
Curtose	2,30
Assimetria	1,24

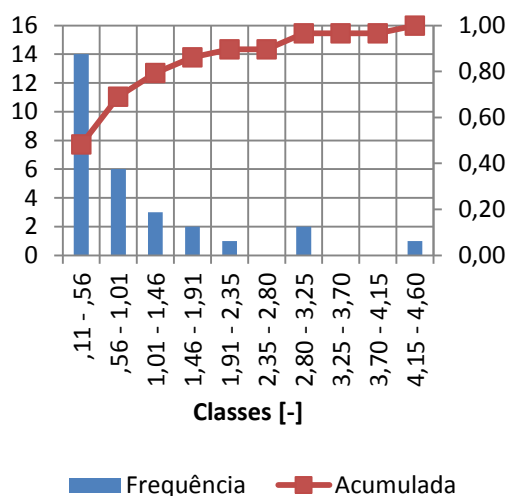
A inexistência de *outliers* sugere que a amostra é pouco variável e que é possível fazer uma boa estimativa do custo por metro de limpeza da viatura 1.

De notar que para a viatura 1, o custo associado à amortização corresponde a cerca de 50% do custo total. Estando o custo da amortização associado à vida útil da viatura (4 anos), se este parâmetro tomar períodos maiores, chegar-se-ão a custos de amortização menores que os calculados.

4.4.4.2 Viatura 2

Os resultados obtidos para o custo por metro com a viatura 2, utilizando o índice relativo são os expressos nas seguintes bases estatísticas.

Tabela 4.119 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, com os valores divididos pela média da amostra



Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,63
Desvio-padrão	1,02
Variância da amostra	1,05
Intervalo	4,48
Mínimo	0,11
Máximo	4,60
Soma	29,00
Contagem	29,00
Curtose	4,23
Assimetria	1,96

Figura 4.95 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo por metro com a viatura 2 utilizando o índice absoluto, com e sem outliers são os seguintes:

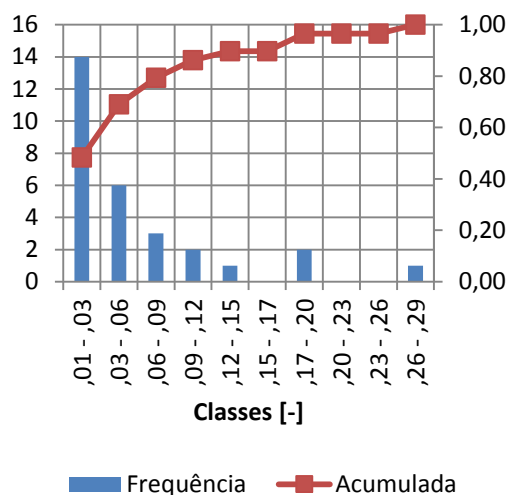


Figura 4.96 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto com outliers

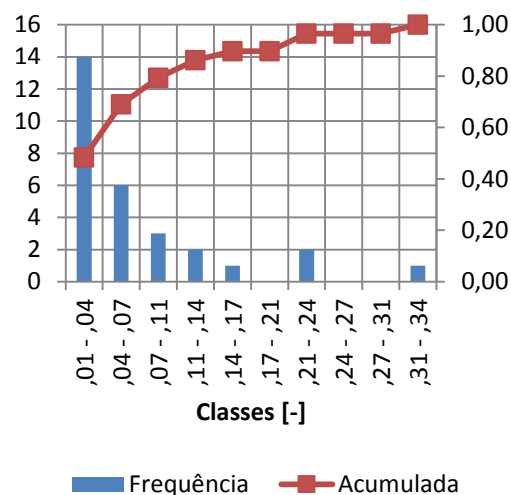


Figura 4.97 - Histograma referente ao custo com a viatura 2 por metro de limpeza, utilizando o índice absoluto sem outliers

Tabela 4.120 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 2,utilizando o índice absoluto com outliers

Estatística Descritiva	
Média	0,06
Mediana	0,04
Desvio-padrão	0,06
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,28
Mínimo	0,01
Máximo	0,29
Soma	1,80
Contagem	29,00
Curtose	4,23
Assimetria	1,96

Tabela 4.121 – Estatística descritiva referente ao custo por metro de limpeza da viatura 2, utilizando o índice absoluto sem outliers

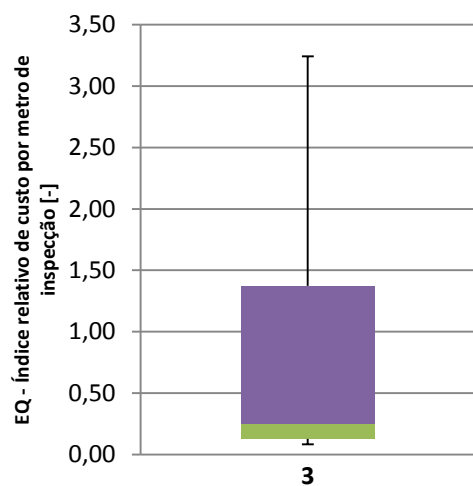
Estatística Descritiva	
Média	0,07
Mediana	0,05
Desvio-padrão	0,08
Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,33
Mínimo	0,01
Máximo	0,34
Soma	2,15
Contagem	29,00
Curtose	4,23
Assimetria	1,96

A inexistência de outliers sugere que a amostra é pouco variável e que é possível fazer uma boa estimativa do custo por metro de limpeza da viatura 2.

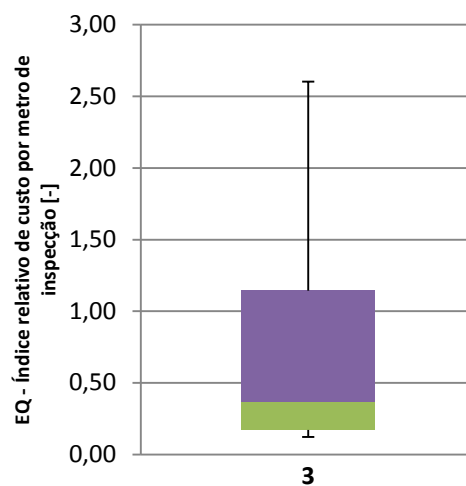
De notar que para a viatura 2, o custo associado à amortização corresponde a cerca de 80% do custo total. Estando o custo da amortização associado à vida útil da viatura (4 anos), se este parâmetro tomar períodos maiores, chegar-se-ão a custos de amortização menores que os calculados.

4.4.5 Custo por metro de inspeção

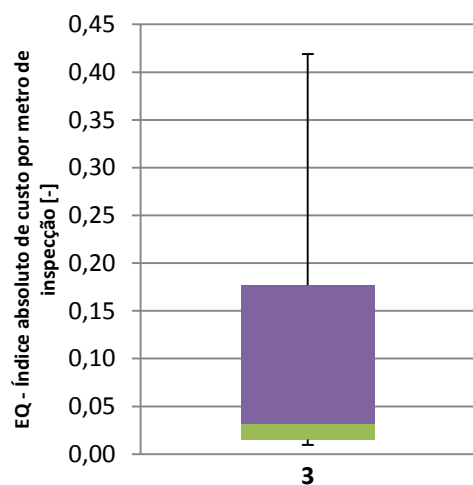
A Figura 4.98 representa os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise (viatura 3),baseados no índice relativo com (A) e sem (B) outliers, e no índice absoluto com (C) e sem (D) outliers.



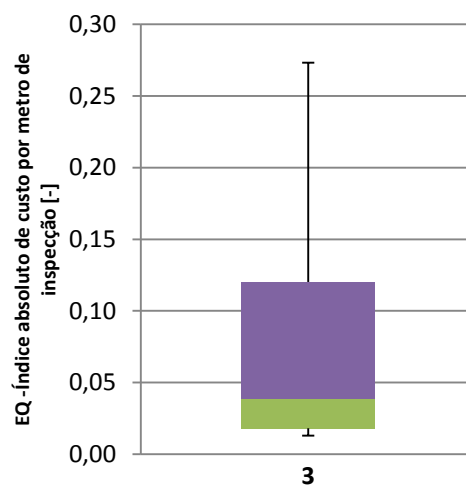
(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 4.98 – Diagrama de Extremos e Quartis, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) outliers, e o índice absoluto com (C) e sem (D) outliers

4.4.5.1 Viatura 3

Os resultados obtidos para o custo por metro de inspeção com a viatura 3, utilizando o índice relativo são os seguintes:

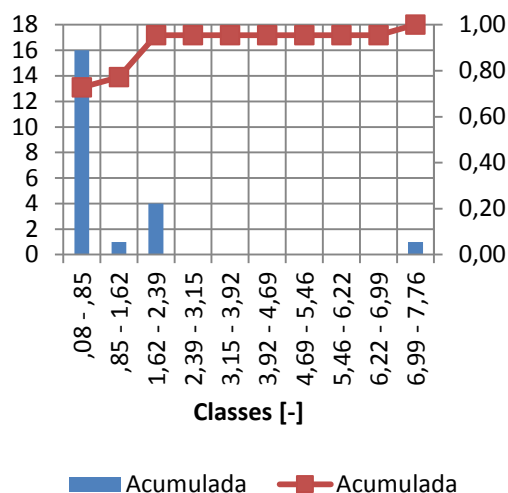


Figura 4.99 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.122 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,25
Desvio-padrão	1,66
Variância da amostra	2,74
Intervalo	7,68
Mínimo	0,08
Máximo	7,76
Soma	22,00
Contagem	22,00
Curtose	12,66
Assimetria	3,31

Tabela 4.124 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção, utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
21	Outlier>máx	7,76

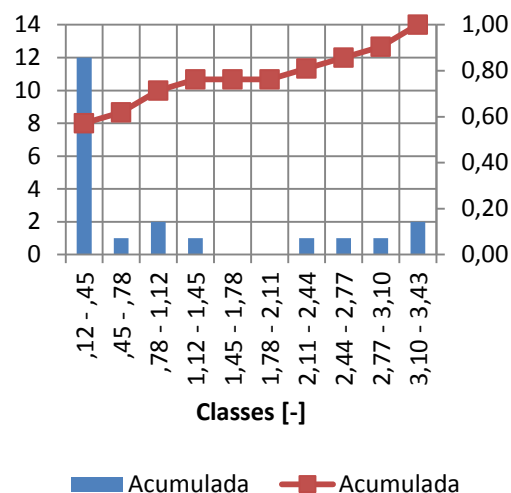


Figura 4.100 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.123 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de inspeção sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,37
Desvio-padrão	1,14
Variância da amostra	1,29
Intervalo	3,31
Mínimo	0,12
Máximo	3,43
Soma	21,00
Contagem	21,00
Curtose	0,07
Assimetria	1,27

Os resultados obtidos para o custo por metro de inspeção com a viatura 3, utilizando o índice absoluto são os apresentados de seguida.

O valor do outlier existente na amostra distorce os resultados obtidos. Depois de retirado, as medidas de dispersão tomam valores aceitáveis e que permitem uma boa estimativa do custo por metro de inspeção com a viatura 3. A sua existência fica a dever-se a um provável erro de medição ou de recolha de dados.

De notar que para a viatura 3, o custo associado à amortização corresponde a cerca de 90% do custo total. Estando o custo da amortização associado à vida útil da viatura (4 anos), se este parâmetro tomar períodos

maiores, chegar-se-ão a custos de amortização menores que os calculados. Custo por metro de reparação pontual

A Figura 4.101 representa os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) *outliers*, e o índice absoluto com (C) e sem (D) *outliers*.

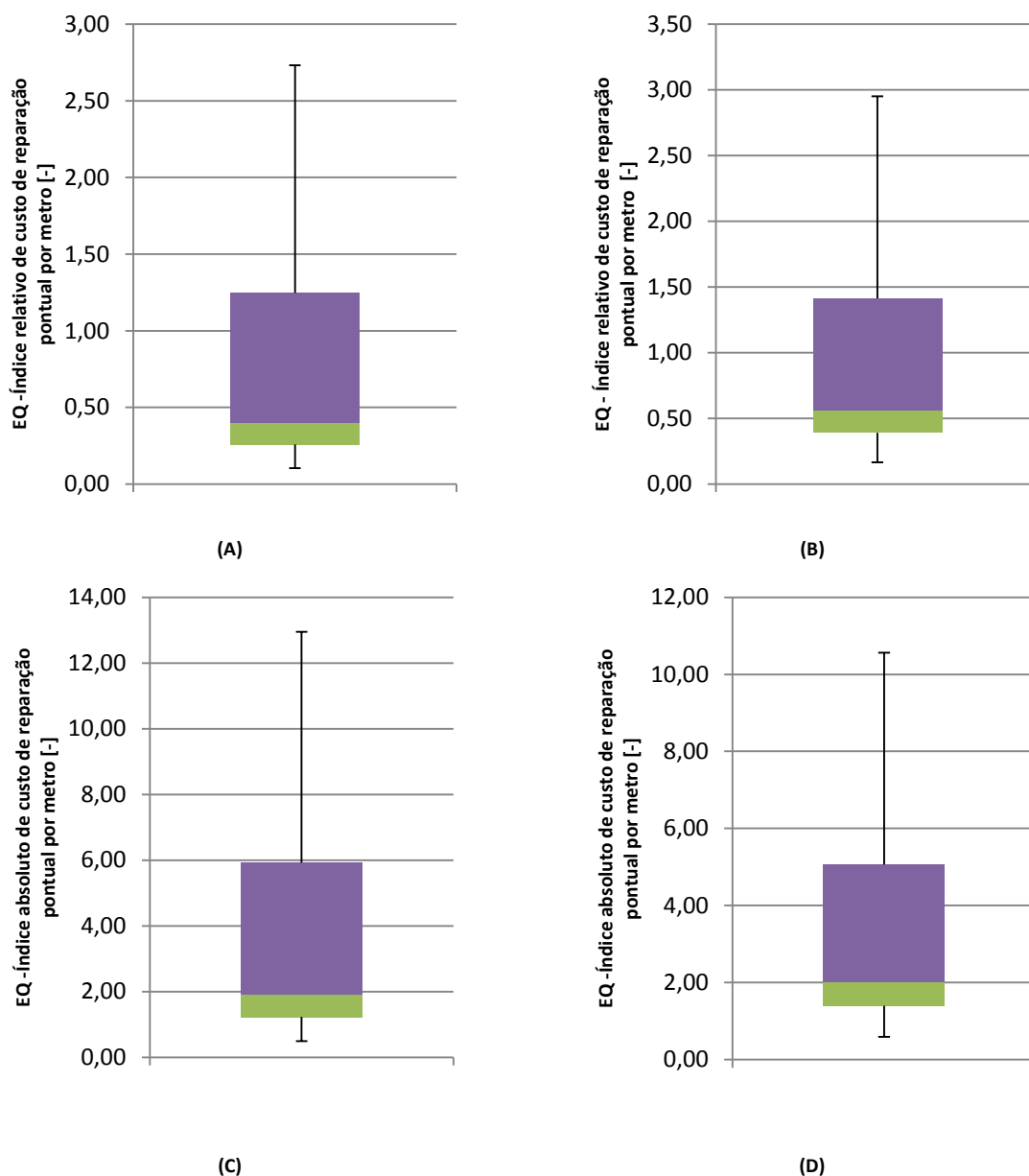


Figura 4.101 – Diagramas de Extremos e Quartis, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) *outliers*, e o índice absoluto com (C) e sem (D) *outliers*

4.4.5.2 Viatura 3

Os resultados obtidos para o custo por metro de reparação pontual com a viatura 3, utilizando o índice relativo são seguintes:

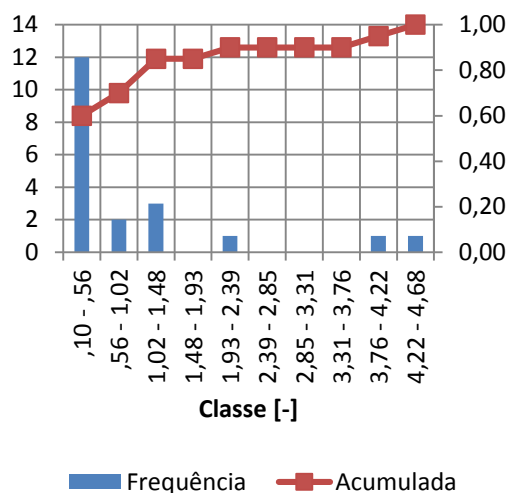


Figura 4.102 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.125 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,40
Desvio-padrão	1,24
Variância da amostra	1,53
Intervalo	4,58
Mínimo	0,10
Máximo	4,68
Soma	20,00
Contagem	20,00
Curtose	3,83
Assimetria	2,10

Tabela 4.127 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual, com recurso ao índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
19	Outlier>máx	3,95
41	Outlier>máx	4,68

Os resultados obtidos para o custo por metro de reparação pontual com a viatura 3, utilizando o índice absoluto são seguintes:

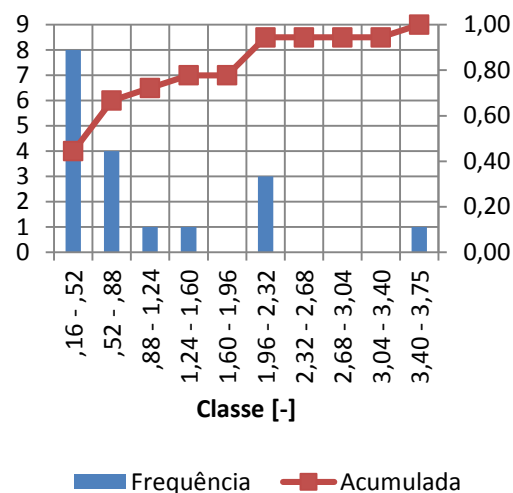


Figura 4.103 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.126 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,56
Desvio-padrão	0,91
Variância da amostra	0,83
Intervalo	3,59
Mínimo	0,16
Máximo	3,75
Soma	18,00
Contagem	18,00
Curtose	3,16
Assimetria	1,78

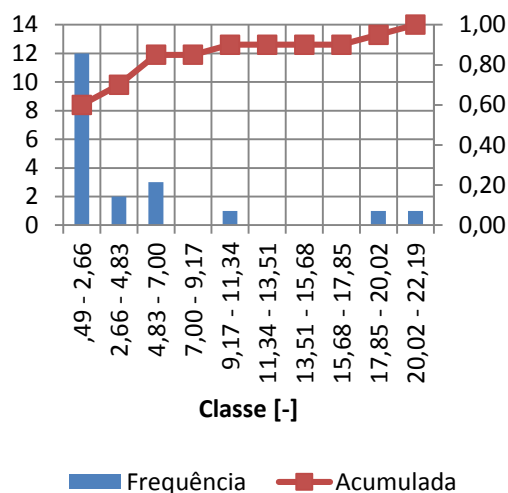


Figura 4.104 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.128 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	4,74
Mediana	1,90
Desvio-padrão	5,87
Variância da amostra	34,50
Intervalo	21,70
Mínimo	0,49
Máximo	22,19
Soma	94,83
Contagem	20,00
Curtose	3,83
Assimetria	2,10

Tabela 4.130 – *Outliers* da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual, utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
19	Outlier>máx	18,74
41	Outlier>máx	22,19

Após a análise dos resultados obtidos conclui-se que, mesmo excluindo os *outliers* existentes, as medidas de dispersão apresentam valores elevados, pelo que dever-se-á ser prudente nas conclusões relativas ao custo por metro de reparação pontual com a viatura 3.

4.4.6 Custo por metro de reparação contínua

A Figura 4.106 representa os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) *outliers*, e o índice absoluto com (C) e sem (D) *outliers*.

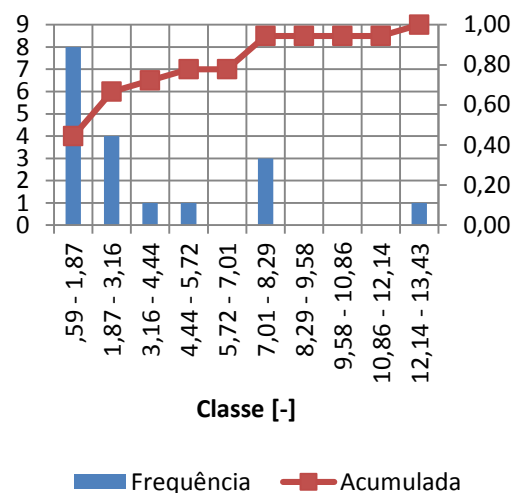
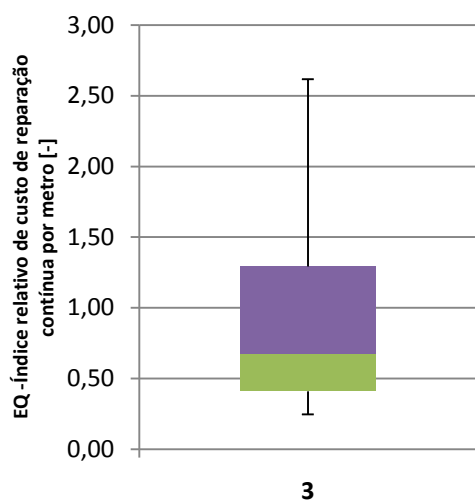


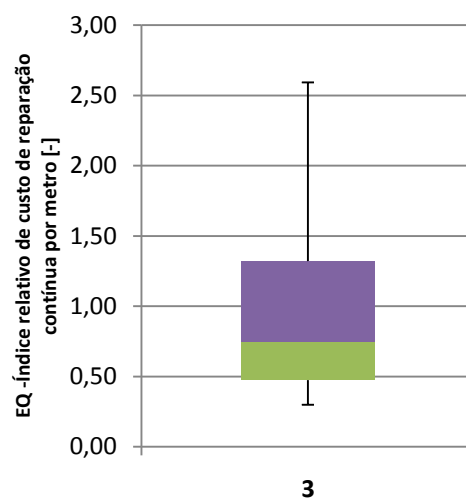
Figura 4.105 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.129 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação pontual sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

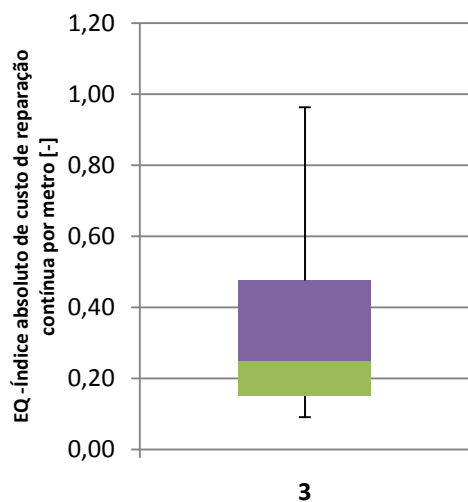
Estatística Descritiva	
Média	3,58
Mediana	2,01
Desvio-padrão	3,27
Variância da amostra	10,68
Intervalo	12,84
Mínimo	0,59
Máximo	13,43
Soma	64,39
Contagem	18,00
Curtose	3,16
Assimetria	1,78



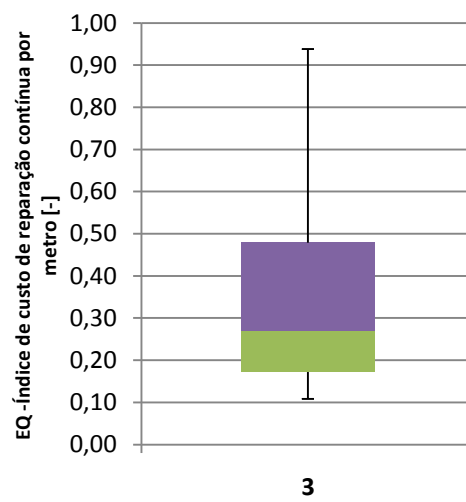
(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 4.106 – Diagrama de Extremos e Quartis, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) outliers, e o índice absoluto com (C) e sem (D) outliers

4.4.6.1 Viatura 3

Os resultados obtidos para o custo por metro de reparação pontual com a viatura 3, utilizando o índice relativo são os apresentados de forma estatística nas seguintes tabelas e figuras.

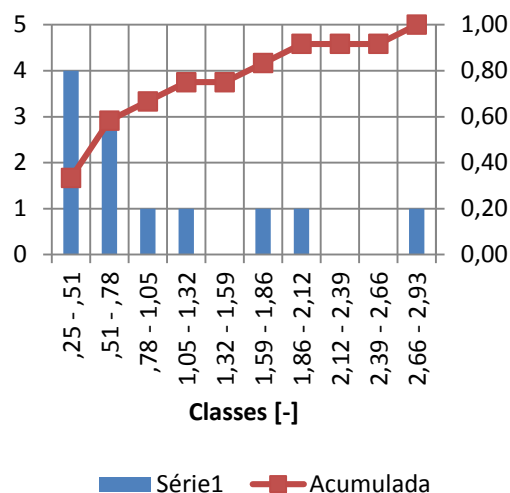


Figura 4.107 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.131 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,68
Desvio-padrão	0,79
Variância da amostra	0,62
Intervalo	2,68
Mínimo	0,25
Máximo	2,93
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	1,43
Assimetria	1,37

Tabela 4.133 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua, utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
65	Outlier>máx	2,93

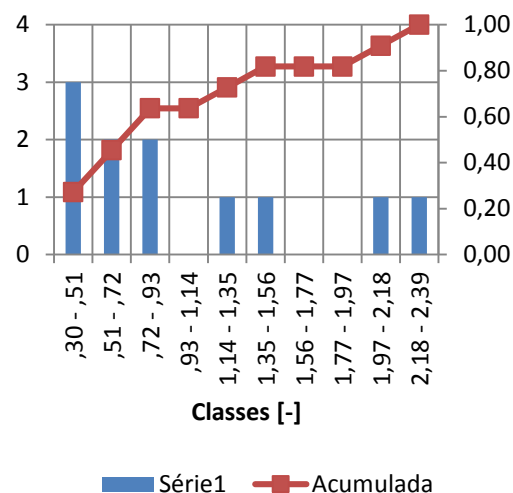


Figura 4.108 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.132 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,75
Desvio-padrão	0,67
Variância da amostra	0,45
Intervalo	2,10
Mínimo	0,30
Máximo	2,39
Soma	11,00
Contagem	11,00
Curtose	0,06
Assimetria	1,04

Os resultados obtidos para o custo por metro de reparação pontual com a viatura 3, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

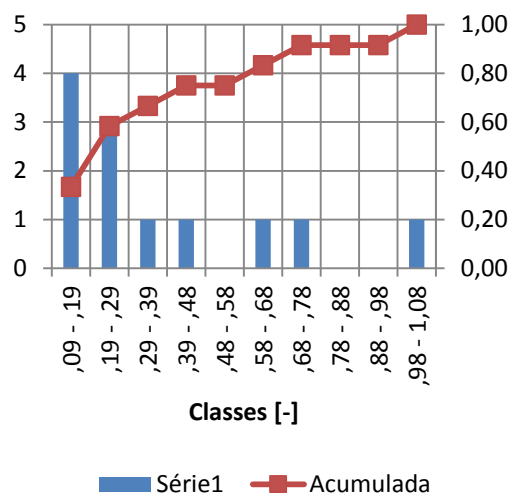


Figura 4.109 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.134 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,37
Mediana	0,25
Desvio-padrão	0,29
Variância da amostra	0,08
Intervalo	0,99
Mínimo	0,09
Máximo	1,08
Soma	4,41
Contagem	12,00
Curtose	1,43
Assimetria	1,37

Tabela 4.136 – Outliers da amostra referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua, utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
65	Outlier>máx	1,08

Retirando o outlier identificado, as medidas de dispersão apresentam valores aceitáveis e que possibilitam uma boa estimativa do custo por metro de reparação contínua com a viatura 3.

4.4.7 Análise do custo por metro

Após a apresentação sistematizada dos resultados obtidos para o custo por metro de todos os intervenientes em todas as atividades inerentes á manutenção ou reparação da rede de drenagem pluvial, procedeu-se, ainda, ao

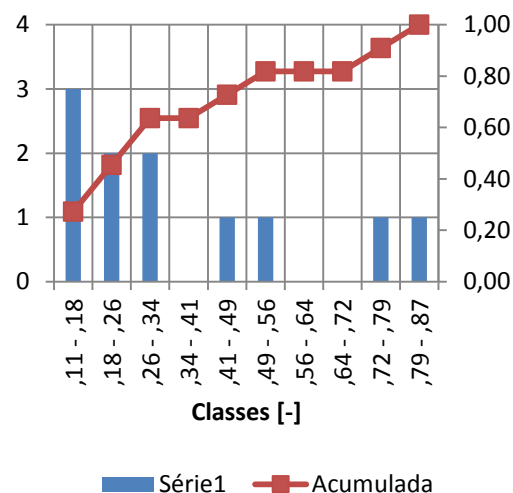


Figura 4.110 - Histograma referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.135 – Estatística descritiva referente ao custo com a viatura 3 por metro de reparação contínua sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,36
Mediana	0,27
Desvio-padrão	0,24
Variância da amostra	0,06
Intervalo	0,76
Mínimo	0,11
Máximo	0,87
Soma	3,98
Contagem	11,00
Curtose	0,06
Assimetria	1,04

estudo peso de cada um em cada atividade, considerando a sua pertinência/ importância na decisão. Os resultados apresentados foram calculados utilizando os índices absolutos sem *outliers*.

Tabela 4.137 – Índices do custo por metro, com base em índices absolutos sem *outliers*

Atividade	Índice de custo por metro			
	MO	MT	EQ	Total
Inspeção	0,10	-	0,10	0,20
Inspeção e limpeza	0,12	-	0,47	0,59
Limpeza	0,06	-	0,37	0,43
Reparação com remendo curado no local	7,01	1,03	3,47	11,51
Renovação com tubagem curada no local	0,39	1,84	0,26	2,49

De mencionar que se utilizaram, conservativamente, os dados relativos da viatura 1 para a estimativa do custo por metro, pelo facto do referido ativo ter um custo por metro maior que a viatura 2.

Nas atividades de reparação pontual e de reparação contínua foi subtraído ao custo com a MO o custo de inspeção e o de limpeza, considerando que são atividades precedentes da reparação.

Nas referidas atividades foi, também, subtraído ao custo com viaturas/equipamentos o custo de inspeção pelo facto de ser uma atividade realizada com a mesma viatura.

O custo com a amortização das viaturas é o componente com maior peso no custo global (50%, 80% e 90% para as viaturas 1, 2 e 3, respetivamente). Este peso poderá diminuir caso a vida útil aumente face aos 4 anos considerados.

Das diversas interações estatísticas, constata-se que se um coletor necessitar de ser reabilitado e tiver um comprimento total inferior a cerca de 5 vezes o comprimento das reparações, com remendo curado no local para se proceder à sua reabilitação, é, economicamente, mais rentável recorrer à técnica de renovação com tubagem curada no local. Por exemplo, se um coletor com 50 m tiver de ser reparado em mais de 10 m torna-se mais barato recorrer à renovação da totalidade do coletor pela técnica de tubagem curada no local, considerando a diferença do custo por metro das soluções de reabilitação analisadas. De salientar que esta solução mais económica apresenta níveis de satisfação consideráveis quanto comparável com outras técnicas para este tipo de intervenção de reabilitação de coletores.

Os resultados obtidos, no que concerne ao custo da MO no caso da reparação com remendo curado no local, levantaram algumas dúvidas quanto à identificação estatística dos *outliers*, ou seja, se os mesmos identificavam todas as situações díspares/anómalas. Numa análise individual das fichas de obra foi possível identificar um conjunto de intervenções de reparação com remendo curado no local que incluíam inspeções e limpeza de coletores, as quais não estavam associadas à intervenção da reparação. Assim, após análise das fichas de obra de todas as atividades e dos histogramas dos custos por metro respetivos, concluiu-se que esta situação foi recorrente em cinco (5) casos, os quais correspondem a cerca de 20% da amostra. Para permitir a comparação com os resultados da Tabela 4.137, apresentam-se na Tabela 4.138 os índices absolutos do custo por metro da amostra reduzida, com exclusão destes eventos, calculando o índice com o mesmo referencial da amostra sem *outliers*.

Conclui-se, pela comparação do custo por metro da reparação com remendo curado no local da Tabela 4.137 e da Tabela 4.138, que a identificação dos *outliers* deve ser feita de forma mais criteriosa. A opção de retirar os 5 casos em que o custo por metro é maior - intervenções onde estão incluídas inspeções e limpezas que não estão associadas à intervenção da reparação - diminui o valor da MO nesta atividade em cerca de 40%. Com esta nova amostra, o custo total da técnica de reparação com remendo curado no local reduz cerca de 25%, tornando-se cerca de 3,5 vezes superior ao custo por metro da técnica de renovação com tubagem curada no local.

Tabela 4.138 – Índices absolutos do custo por metro da amostra reduzida

Atividade	Índice de custo por metro			
	MO	MT	EQ	Total
Inspecção	0,10	-	0,10	0,20
Inspecção e limpeza	0,12	-	0,47	0,59
Limpeza	0,06	-	0,37	0,43
Reparação com remendo curado no local	4,09	1,03	3,47	8,60
Renovação com tubagem curada no local	0,39	1,84	0,26	2,49

4.5 PRODUTIVIDADE

No âmbito do presente estudo foi efetuada a análise da produtividade da MO para cada uma das atividades. A Figura 4.111 representa os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise, utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) *outliers* e o índice absoluto com (C) e sem (D) *outliers*.

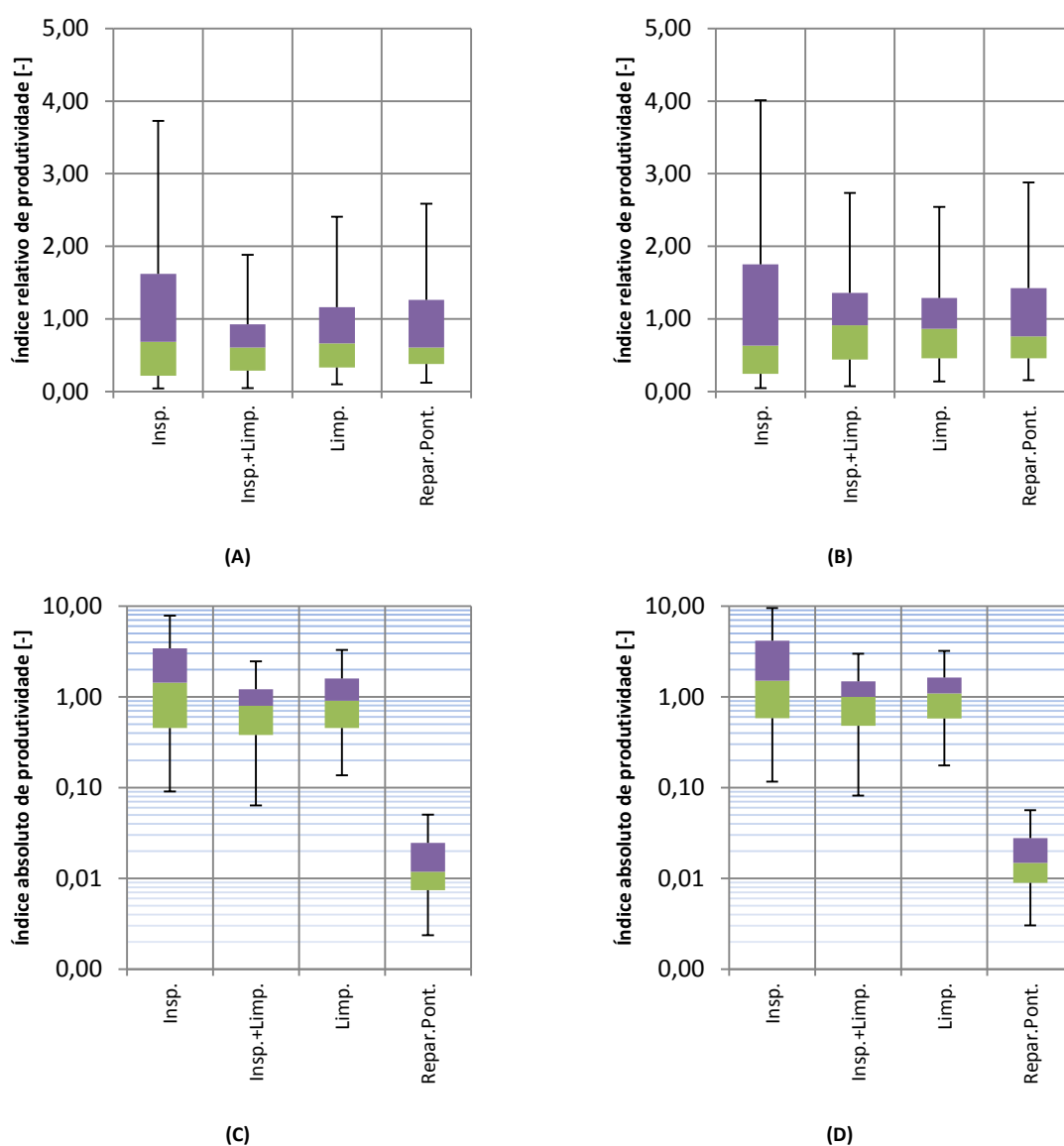


Figura 4.111 – Diagramas de Extremos e Quartis utilizando o índice relativo com (A) e sem (B) *outliers* e o índice absoluto com (C) e sem (D) *outliers*

Da análise de (A) e (B), conclui-se que a atividade de inspeção de coletores pluviais é a que apresenta maior variabilidade de produtividade.

Dos dados obtidos da análise de (C) e (D), verifica-se que a atividade de reparação pontual é a menos produtiva.

4.5.1 Inspeção

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em inspeções, com e sem *outliers*, utilizando o índice relativo são os apresentados nas seguintes figuras e tabelas.

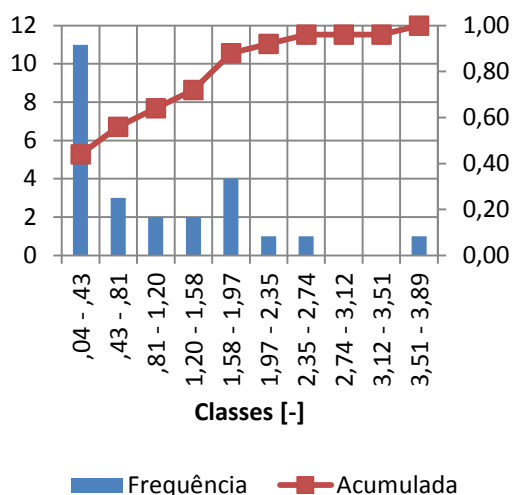


Figura 4.112 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com *outliers*, utilizando o índice relativo

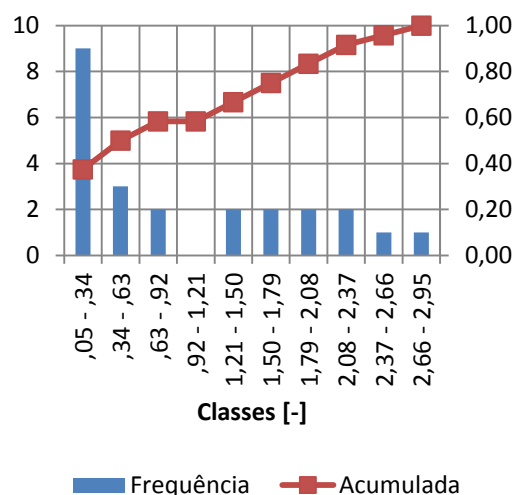


Figura 4.113 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.139 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,68
Desvio-padrão	0,97
Variância da amostra	0,94
Intervalo	3,85
Mínimo	0,04
Máximo	3,89
Soma	25,00
Contagem	25,00
Curtose	1,42
Assimetria	1,22

Tabela 4.140 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,63
Desvio-padrão	0,89
Variância da amostra	0,79
Intervalo	2,90
Mínimo	0,05
Máximo	2,95
Soma	24,00
Contagem	24,00
Curtose	-0,94
Assimetria	0,66

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em inspeções, com e sem *outliers*, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

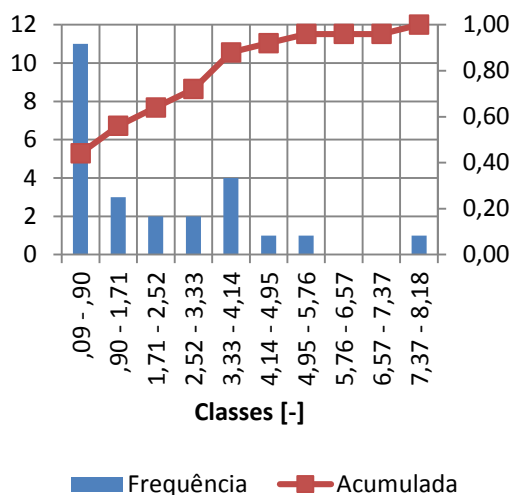


Figura 4.114 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com outliers, utilizando o índice absoluto

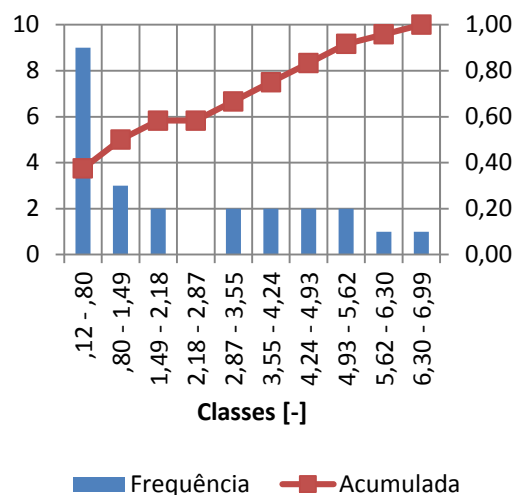


Figura 4.115 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.141 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	2,10
Mediana	1,44
Desvio-padrão	2,03
Variância da amostra	4,14
Intervalo	8,09
Mínimo	0,09
Máximo	8,18
Soma	52,58
Contagem	25,00
Curtose	1,42
Assimetria	1,22

Tabela 4.142 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	2,37
Mediana	1,50
Desvio-padrão	2,11
Variância da amostra	4,44
Intervalo	6,87
Mínimo	0,12
Máximo	6,99
Soma	56,89
Contagem	24,00
Curtose	-0,94
Assimetria	0,66

Da análise das medidas de dispersão obtidas, verifica-se que a análise o efeito dos outliers nas referidas medidas é desprezável. Os valores das medidas de dispersão são baixos, possibilitando uma boa estimativa da produtividade na inspeção de coletores.

4.5.2 Inspeção com Limpeza

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em inspeções com limpeza, com e sem outliers, utilizando o índice relativo são os seguintes:

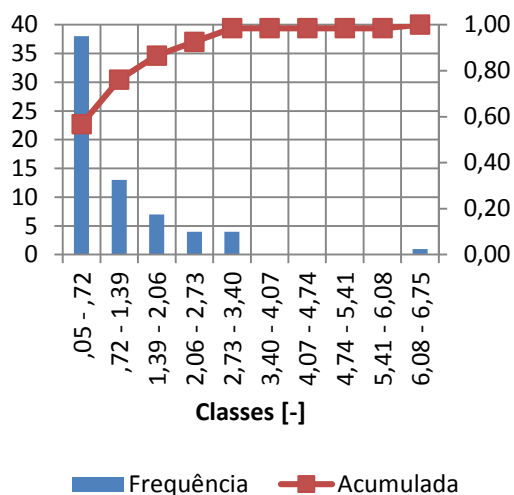


Figura 4.116 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

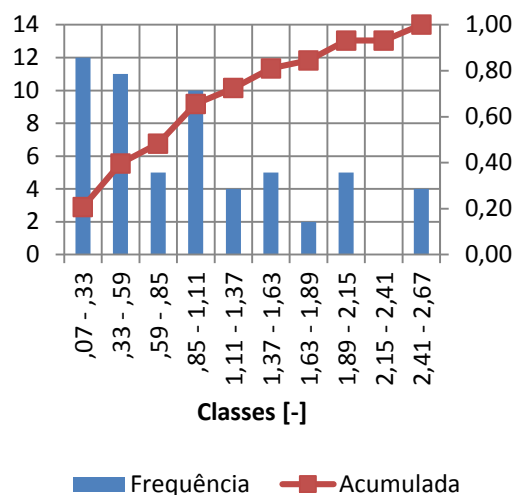


Figura 4.117 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.143 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,61
Desvio-padrão	1,10
Variância da amostra	1,21
Intervalo	6,70
Mínimo	0,05
Máximo	6,75
Soma	67,00
Contagem	67,00
Curtose	10,26
Assimetria	2,68

Tabela 4.144 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,89
Desvio-padrão	0,73
Variância da amostra	0,54
Intervalo	2,60
Mínimo	0,07
Máximo	2,67
Soma	58,00
Contagem	58,00
Curtose	-0,26
Assimetria	0,79

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em inspeções com limpeza, com e sem outliers, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

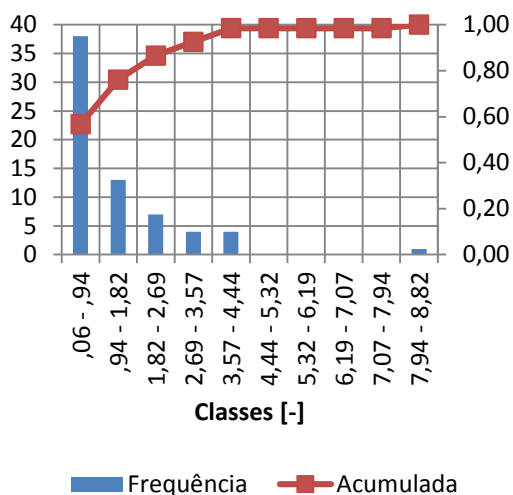


Figura 4.118 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

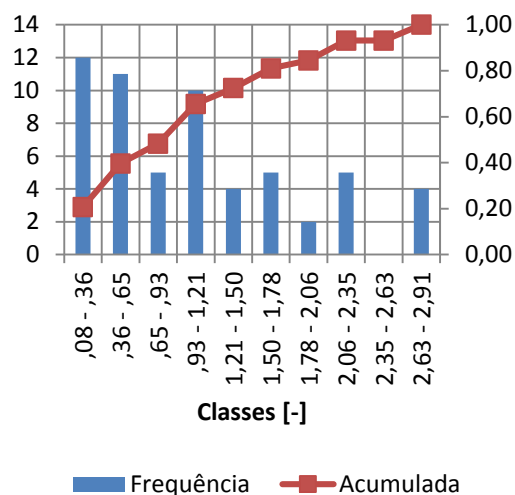


Figura 4.119 - Histograma referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.145 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	1,31
Mediana	0,80
Desvio-padrão	1,44
Variância da amostra	2,06
Intervalo	8,76
Mínimo	0,06
Máximo	8,82
Soma	87,59
Contagem	67,00
Curtose	10,26
Assimetria	2,68

Tabela 4.146 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em inspeções com limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	1,09
Mediana	0,97
Desvio-padrão	0,80
Variância da amostra	0,64
Intervalo	2,83
Mínimo	0,08
Máximo	2,91
Soma	63,19
Contagem	58,00
Curtose	-0,26
Assimetria	0,79

A existência de *outliers* e os elevados valores obtidos para as medidas de dispersão impossibilitam uma boa estimativa da produtividade de inspeções com limpeza de coletores pluviais. Se os *outliers* forem excluídos da amostra, esta torna-se mais homogênea permitindo uma melhor análise dos resultados.

4.5.3 Limpeza

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em limpeza, com e sem *outliers*, utilizando o índice relativo são os seguintes:

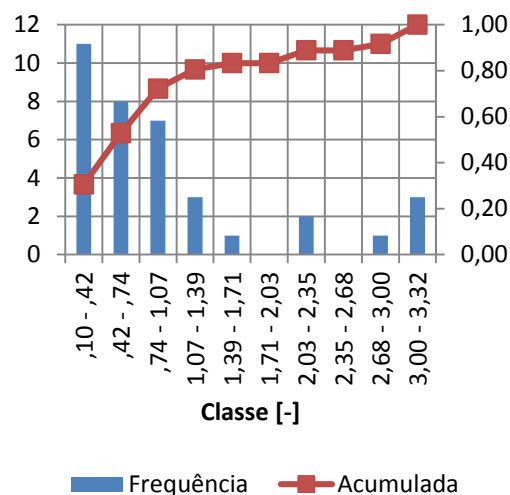


Figura 4.120 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza com *outliers*, utilizando o índice relativo

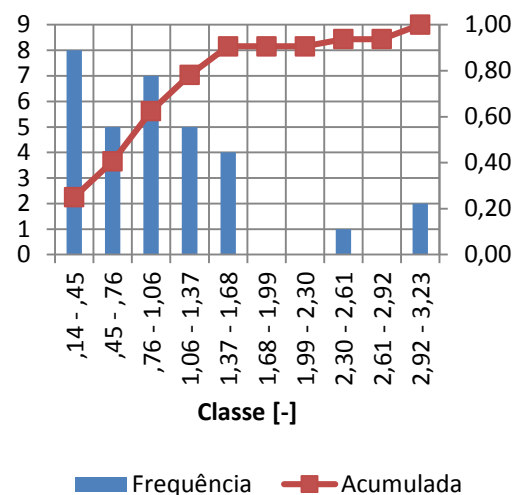


Figura 4.121 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela 4.147 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,66
Desvio-padrão	0,94
Variância da amostra	0,89
Intervalo	3,22
Mínimo	0,10
Máximo	3,32
Soma	36,00
Contagem	36,00
Curtose	1,31
Assimetria	1,53

Tabela 4.148 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,86
Desvio-padrão	0,75
Variância da amostra	0,56
Intervalo	3,09
Mínimo	0,14
Máximo	3,23
Soma	32,00
Contagem	32,00
Curtose	2,44
Assimetria	1,50

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em limpeza, com e sem *outliers*, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

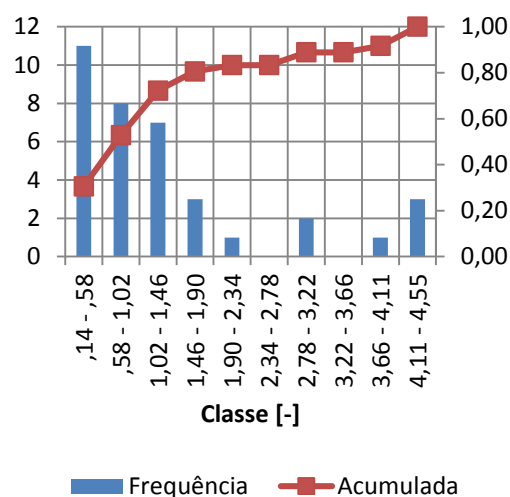


Figura 4.122 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

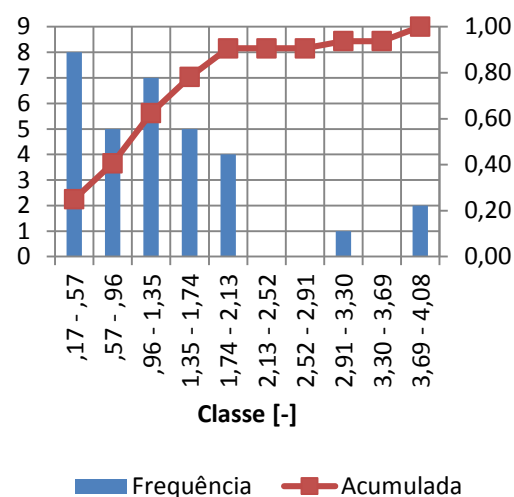


Figura 4.123 - Histograma referente à produtividade da MO em limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.149 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	1,37
Mediana	0,91
Desvio-padrão	1,29
Variância da amostra	1,66
Intervalo	4,41
Mínimo	0,14
Máximo	4,55
Soma	49,30
Contagem	36,00
Curtose	1,31
Assimetria	1,53

Tabela 4.150 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	1,26
Mediana	1,09
Desvio-padrão	0,95
Variância da amostra	0,90
Intervalo	3,90
Mínimo	0,17
Máximo	4,08
Soma	40,44
Contagem	32,00
Curtose	2,44
Assimetria	1,50

Apesar de existirem *outliers*, a sua presença não tem um impacto significativo nos resultados obtidos. É, assim, possível fazer uma boa estimativa da produtividade da limpeza de coletores tanto com como sem *outliers*.

4.5.4 Reparação Pontual

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em reparações pontuais, com e sem *outliers*, utilizando o índice relativo são os seguintes:

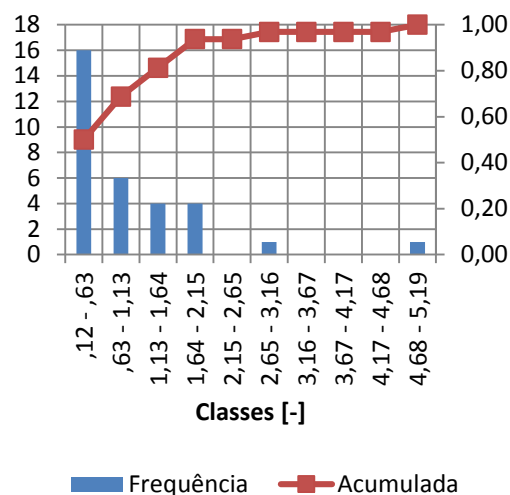


Figura 4.124 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais com outliers, utilizando o índice relativo

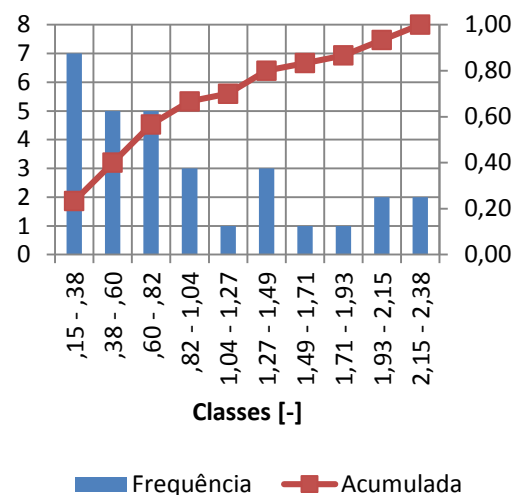


Figura 4.125 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela 4.151 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,61
Desvio-padrão	1,10
Variância da amostra	1,20
Intervalo	5,07
Mínimo	0,12
Máximo	5,19
Soma	20,00
Contagem	20,00
Curtose	10,45
Assimetria	2,95

Tabela 4.152 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,76
Desvio-padrão	0,70
Variância da amostra	0,49
Intervalo	2,22
Mínimo	0,15
Máximo	2,38
Soma	19,00
Contagem	19,00
Curtose	-0,47
Assimetria	0,86

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em reparações pontuais, com e sem outliers, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

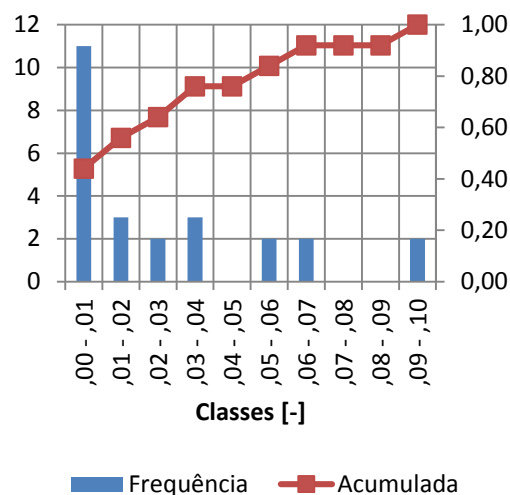


Figura 4.126 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais com outliers, utilizando o índice absoluto

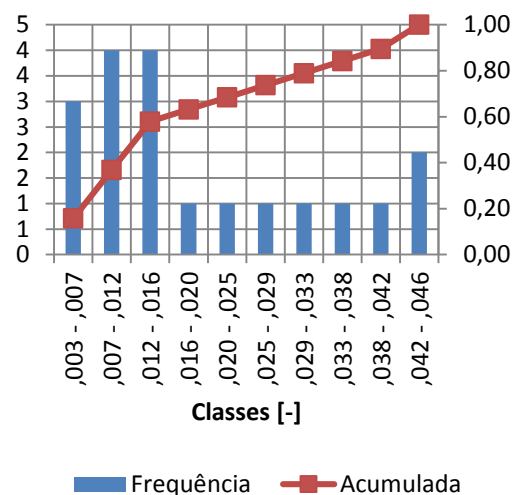


Figura 4.127 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.153 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,02
Mediana	0,01
Desvio-padrão	0,02
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,10
Mínimo	0,00
Máximo	0,10
Soma	0,39
Contagem	20,00
Curtose	10,45
Assimetria	2,95

Tabela 4.154 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações pontuais sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,02
Mediana	0,01
Desvio-padrão	0,01
Variância da amostra	0,00
Intervalo	0,04
Mínimo	0,00
Máximo	0,05
Soma	0,37
Contagem	19,00
Curtose	-0,47
Assimetria	0,86

Apesar de existir apenas um outlier, a sua inclusão na amostra em estudo afeta significativamente os resultados obtidos. Assim, quando excluído o outlier, a amostra torna-se homogênea e passível de se tirar conclusões acerca da produtividade de reparações pontuais.

4.5.5 Reparação Contínua

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em reparações contínuas, utilizando o índice relativo são os seguintes:

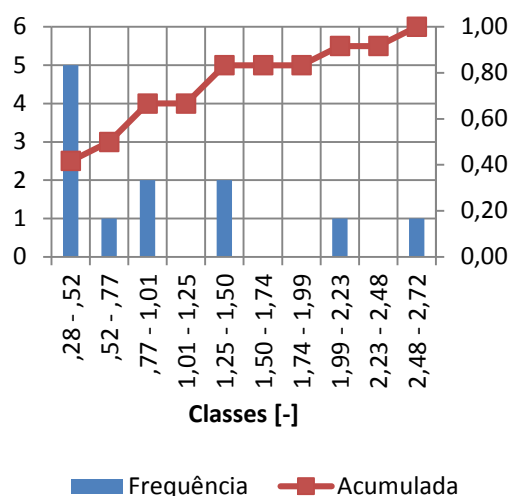


Tabela 4.155 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações contínuas com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,86
Desvio-padrão	0,74
Variância da amostra	0,55
Intervalo	2,45
Mínimo	0,28
Máximo	2,72
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	0,76
Assimetria	1,14

Figura 4.128 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações contínuas com outliers, utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para a produtividade da MO em reparações contínuas, com e sem outliers, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

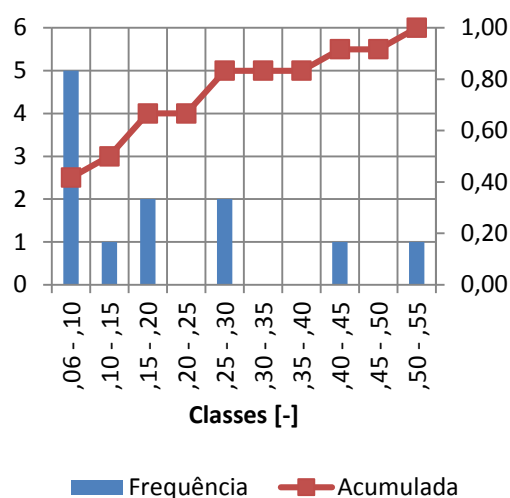


Figura 4.129 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações contínuas com outliers, utilizando o índice absoluto

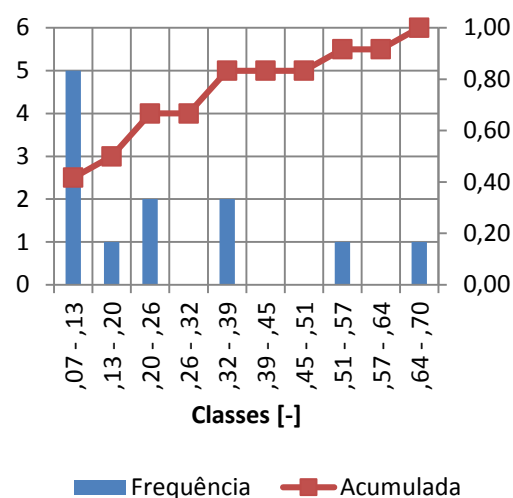


Figura 4.130 - Histograma referente à produtividade da MO em reparações contínuas sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela 4.156 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações contínuas com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,20
Mediana	0,17
Desvio-padrão	0,15

Tabela 4.157 – Estatística descritiva referente à produtividade da MO em reparações contínuas sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,26
Mediana	0,22
Desvio-padrão	0,19

Variância da amostra	0,02	Variância da amostra	0,04
Intervalo	0,49	Intervalo	0,63
Mínimo	0,06	Mínimo	0,07
Máximo	0,55	Máximo	0,70
Soma	2,41	Soma	3,08
Contagem	12,00	Contagem	12,00
Curtose	0,76	Curtose	0,76
Assimetria	1,14	Assimetria	1,14

A inexistência de *outliers* e o baixo valor das medidas de dispersão são fatores que possibilitam uma boa estimativa da produtividade de reparações contínuas.

4.6 OBRAS ACOMPANHADAS

Durante a realização do presente trabalho foram acompanhadas obras de manutenção e reparação de coletores de drenagem de águas pluviais realizadas pela empresa Cascais Próxima, E.M., S.A.. No acompanhamento das referidas obras utilizou-se o método de cronometragem (Dias, 2012), de forma a determinar os tempos de utilização de cada equipamento em cada atividade. Nos subcapítulos seguintes apresentam-se os resultados obtidos para a produtividade de cada equipamento e a respetiva taxa de utilização em cada atividade. De notar que os dados apresentados são os reais e não índices utilizados nos cálculos anteriores.

4.6.1 Inspeção

Os equipamentos utilizados na inspeção de coletores são o gerador e o equipamento de vídeo. Os resultados relativos à sua produtividade (metros inspecionados pelas horas que o equipamento esteve efetivamente a funcionar) são os apresentados nas seguintes estatísticas descritivas.

Tabela 4.158 – Estatística descritiva referente à produtividade do gerador em inspeções de coletores de drenagem pluvial

Estatística Descritiva (m/h)	
Média	53,08
Mediana	36,67
Desvio-padrão	39,42
Variância da amostra	1553,68
Intervalo	128,33
Mínimo	21,67
Máximo	150,00
Soma	477,75
Contagem	9,00
Curtose	3,54
Assimetria	1,92

Tabela 4.159 - Estatística descritiva referente à produtividade do equipamento de vídeo em inspeções de coletores de drenagem pluvial

Estatística Descritiva (m/h)	
Média	69,60
Mediana	54,55
Desvio-padrão	49,71
Variância da amostra	2471,22
Intervalo	172,73
Mínimo	27,27
Máximo	200,00
Soma	626,39
Contagem	9,00
Curtose	5,66
Assimetria	2,28

Seria espetável que as produtividades dos dois equipamentos fossem semelhantes, tendo em conta que o equipamento de vídeo tem de funcionar, necessariamente, ligado ao gerador. A diferença observada deve-se ao facto de o gerador ser ligado, impreterivelmente, cerca de 15 minutos antes do equipamento de vídeo, garantindo o seu funcionamento em perfeitas condições. Da análise dos resultados é possível estimar a produtividade do gerador em 53,08 m/h e do equipamento de vídeo em 69,60 m/h.

Os resultados relativos à sua taxa de utilização (relação entre o número de horas de trabalho efetivo e o número de horas que, teoricamente, o equipamento poderia trabalhar durante o tempo à disposição das unidades de produção (Dias,2012)) são os apresentados nas seguintes estatísticas descritivas.

Tabela 4.160 – Estatística descritiva referente à taxa de utilização do gerador em inspeções de coletores de drenagem pluvial

Estatística Descritiva (m/h)	
Média	0,26
Mediana	0,19
Desvio-padrão	0,14
Variância da amostra	0,02
Intervalo	0,49
Mínimo	0,11
Máximo	0,60
Soma	2,31
Contagem	9,00
Curtose	3,94
Assimetria	1,85

Tabela 4.161 - Estatística descritiva referente à taxa de utilização do equipamento de vídeo em inspeções de coletores de drenagem pluvial

Estatística Descritiva (m/h)	
Média	0,18
Mediana	0,13
Desvio-padrão	0,13
Variância da amostra	0,02
Intervalo	0,46
Mínimo	0,03
Máximo	0,48
Soma	1,62
Contagem	0,00
Curtose	2,37
Assimetria	1,56

Da análise dos dados obtidos, conclui-se que o gerador e o equipamento de vídeo são utilizados em 26% e 18% da duração da obra respetivamente.

4.6.2 Limpeza

Os equipamentos utilizados na limpeza de coletores são o gerador, a fresadora de betão e os bicos de limpeza. De mencionar que o número reduzido de obras acompanhadas (3) relativas à limpeza, não tem um impacto significativo para que se elabore a estatística descritiva referente a esta análise. Assim, os resultados estão apresentados na Tabela 4.162.

Tabela 4.162 – Dados recolhidos relativos à limpeza de coletores de drenagem pluvial

Nº Obra	Quantidade (m.l.)	Equipamento	T (horas)	Produtividade (m/h)	u (taxa de utilização)
1	50	Bicos de Limpeza	0,75	66,67	0,19
2	150	Bicos de Limpeza	0,90	166,67	0,23
3	2	Gerador	0,67	3,00	0,17
		Fresa de Betão	0,50	4,00	0,13

Face ao reduzido número de obras em amostra não é possível formular conclusões relativamente à produtividade e à taxa de utilização do equipamento. De notar que o equipamento de limpeza, tal como já acima referido, é escolhido de acordo com o tipo de assoreamento encontrado.

4.6.3 Reparação Pontual

No decorrer do presente trabalho apenas foi possível acompanhar uma obra de reparação pontual. Os resultados relativos à produtividade e taxa de utilização são os apresentados na Tabela 4.163.

Tabela 4.163 – Dados recolhidos relativos à reparação pontual de coletores

Quantidade (m.l.)	Equipamento	T (horas)	Produtividade (m/h)	u (taxa de utilização)
4	Compressor	1,00	4,00	0,25
	Gerador	1,00	4,00	0,25

4.6.4 Reparação Continua

Foram acompanhadas duas obras, nas quais foi utilizada a técnica da reparação contínua de coletores pluviais. Os resultados relativos produtividade e taxa de utilização são os apresentados na Tabela 4.164.

Tabela 4.164 – Dados recolhidos relativos à reparação contínua de coletores

Nº Obra	Quantidade (m.l.)	Equipamento	T (horas)	Produtividade	u (taxa de utilização)
1	11	Gerador	1,70	6,47	0,43
		Compressor	1,77	6,23	0,44
		Caldeira	1,55	7,10	0,39
		Misturadora	0,07	165,00	0,02
		Mesa de Pressão de Ar	0,22	50,77	0,05
		Bomba de Água	1,55	7,10	0,39
		Canhão de Injeção	0,22	50,77	0,05
		Difusor de Ar	1,55	7,10	0,39
		Rebarbadora	0,08	132,00	0,02
2	18	Gerador	1,80	10,00	0,45
		Compressor	1,82	9,91	0,45
		Caldeira	1,37	13,17	0,34
		Misturadora	0,08	216,00	0,02
		Mesa de Pressão de Ar	0,28	63,53	0,07
		Bomba de Água	1,37	13,17	0,34
		Canhão de Injeção	0,28	63,53	0,07
		Difusor de Ar	1,37	13,17	0,34
		Rebarbadora	0,32	56,84	0,08

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 ASPETOS RELEVANTES E CONCLUSÕES

A presente dissertação pretende contribuir para a implementação da gestão de ativos físicos de sistemas de drenagem urbana, providenciando índices de custo das principais atividades levadas a cabo nas intervenções efetuadas nas fases de exploração e reabilitação do ciclo de vida dos coletores. Os resultados apresentados implicaram um conjunto de simplificações e hipóteses decorrentes de limitações/lacunas da informação disponível. Tal permitiu identificar um conjunto de melhorias nos procedimentos de recolha de informação de forma a potenciar uma melhor quantificação e controlo dos custos das intervenções que foram materializados em fichas de procedimentos.

Para permitir a comparação com a solução tradicional, estimou-se o custo por metro da renovação de coletores pela técnica tradicional de abertura de vala executada pela Cascais Próxima, E.M., S.A., pelo que se solicitou um orçamento a um técnico especializado, recorrendo à técnica descrita. Na realização do orçamento, as variáveis consideradas (diâmetro (300 mm) e profundidade (2,50 m) do coletor, tipo de solo (calcário)) tomaram os valores típicos da maior parte das situações encontradas em obra pela Cascais Próxima, E.M., S.A.. Assim, obteve-se um índice absoluto do custo por metro de 5,42. Verifica-se pela comparação do valor obtido com os índices apresentados na Tabela 4.137, que o recurso à técnica tradicional de abertura de vala apresenta um custo, em média, 2 vezes superior ao da técnica de renovação com tubagem curada no local.

Procedeu-se, ainda, ao levantamento dos valores de adjudicação de empreitadas de obras públicas semelhantes disponíveis na base de dados do Instituto da Construção e do Imobiliário-INCI - (<http://www.base.gov.pt/Base/pt/Homepage>), dispondo de informação do comprimento executado. Esta pesquisa limitou-se a analisar as empreitadas de pequena dimensão e nas proximidades de Lisboa, para poderem ser comparáveis os âmbitos de intervenção, tendo-se obtido uma amostra de apenas 4 casos. Com base nesta amostra, obteve-se um índice absoluto do valor de venda de 4,98. Quando comparado com os índices apresentados na Tabela 4.137, verifica-se que recorrer a meios externos e optando pela técnica tradicional de abertura de vala, o encargo direto é, aproximadamente, 2 vezes superior ao custo da opção pela técnica de renovação com tubagem curada no local. A comparação direta entre os índices não é possível, tendo em conta que os dados no *site* do INCI são valores de venda, nos quais estão incluídos os encargos de estrutura e a margem de lucro. No entanto, permitem inferir a ordem de grandeza dos custos reais apresentados na presente comunicação sob a forma de índices. As referidas análises estão apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Análise comparativa dos índices absolutos

	Abertura de vala Cascais Próxima, E.M., S.A.	Abertura de vala INCI	Renovação com tubagem curada no local
Índice absoluto (custo por metro)	5,42	4,98	2,49

A aposta da Cascais Próxima, E.M., S.A. no recurso às técnicas de reabilitação sem necessidade de abertura de vala, visando minimizar os impactos das intervenções para os municípios e para o meio ambiente, também se revela vantajosa do ponto de vista de investimento. Contudo, a análise efetuada, até à data, abrange apenas os custos de fabrico e as diferentes soluções acarretam um conjunto mais alargado de encargos que devem ser contabilizados/imputados de forma a permitira escolha da solução mais adequada em cada caso. Entre esses destacam-se os encargos sociais, decorrentes das perturbações na exploração das infraestruturas, e ambientais, decorrentes do consumo de recursos e produção de resíduos, que serão objeto de estudos futuros. Também a utilização dos meios próprios em detrimento da contratação externa aparenta ser vantajosa. Porém, para tal carece a quantificação dos custos de estrutura a imputar a estas atividades, que também será objeto de estudos futuros.

5.2 RECOMENDAÇÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Durante a realização da presente dissertação foram identificados alguns conteúdos que poderiam ser abordados de forma a complementar o trabalho apresentado. Assim, recomendam-se alguns temas a ser desenvolvidos no futuro:

- análise da *performance* de coletores reabilitados com recurso a revestimento localizado e contínuo a longo prazo de forma a viabilizar, ou não, a sua recomendação. As técnicas de reparação abordadas são relativamente recentes, sendo difícil prever qual o seu comportamento a longo prazo;
- averiguação do custo de cada equipamento utilizado nas atividades de reabilitação e manutenção de coletores. Na presente dissertação esse custo está incluído no custo total da viatura a que o equipamento está imputado, por não ser possível dissociá-lo;
- estudo da contabilização dos custos indiretos em obras de engenharia civil e, designadamente, na reabilitação de coletores pluviais. Apesar dos custos diretos serem relativamente fáceis de contabilizar, o mesmo não se verifica com os custos indiretos;
- estudo sobre a reengenharia de processos na unidade responsável pela reabilitação de coletores pluviais, com a finalidade de promover uma maior eficiência organizacional e satisfação dos clientes tornando, assim, a empresa um *player* de referência no mercado.

BIBLIOGRAFIA

Publicações Escritas

- Abraham, D. M. e Gillani, S. A., *Innovations in materials for sewer system rehabilitation*, Trenchless Techno, Res 14 (1), pp 43-56, 1999.
- Al-Barqawi, H. e Zayed, T., *Condition Rating Model for Underground Infrastructure Sustainable water Mains*, Journal of Performance of Constructed Facilities, pp 126-135, 2006.
- Alegre, H., *Strategic infrastructure asset management: concepts, 'schools' and research needs*. IWA, LESAM 2007 - 2nd Leading Edge Conference on Strategic Asset Management Lisbon, Portugal, pp 17–19 October, 2007.
- Alegre, H., *Strategic infrastructure asset management: concepts, 'schools' and research needs*, Water Asset Management International, 4(1), pp 07-14, 2008.
- Alegre, H., *Is strategic asset management applicable to small and medium utilities?*, Water Science & Technology, 62(9), pp 2051-2058, 2010.
- Alegre, H. e Almeida, M. C. (Ed.), *Strategic asset management of water supply and wastewater infrastructures*, Invited papers from the IWA Leading Edge Conference on Strategic Asset Management (LESAM), Lisbon, Portugal, 2007.
- Almeida, M. C. e Cardoso, M. A., *Gestão Patrimonial de infra-estruturas de águas residuais e pluviais – Uma abordagem centrada na reabilitação*, 1ª Edição, Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2010, ISBN 978-989-8360-05-2.
- ANAO, *Asset management handbook. Commonwealth of Australia*, Australian National Audit Office (ANAO), Australia, 1996.
- Antunes, R. M. V., *Contribuição para o Estudo de Odores em Estações de Tratamento de Águas Residuais Urbanas*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, 1998.
- ASCE/EPA, *Optimization of collection system maintenance frequencies and system performance*, EPA Cooperative Agreement CX -824902-01-0, American Society of Civil Engineers (ASCE), United States Environmental Protection Agency (EPA), 1999.
- ASCE/EPA, *Sanitary sewer overflow: Solutions*, EPA Cooperative Agreement CP -828955-01-0, American Society of Civil Engineers (ASCE), United States Environmental Protection Agency (EPA), 2004.
- Baptista, P. M. M., *Análise de Desvios de Custos Diretos na Construção – Contributo para a gestão do risco económico nas empresas de construção*, Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2014.
- Brown, R. E. e Humphrey, B. G., *Asset management for transmission and distribution*, IEEE Power & Energy, 3(3), pp 39-45, 2005.
- Brown, R. E. e Spare, J. H., *Asset management, risk, and distribution system planning*, IEEE PES Power System Conference and Exposition 2004, New York, USA, 2004.
- BSI, PAS 55-1: *Asset Management. Part 1: Specification for the optimized management of physical assets*, British Standards Institution (BSI), UK, 2008.
- Butler, D. e Davies, J.W., *Urban Drainage*, 2ª Edição, Spon Press, 2004, ISBN 0-203-34190-2.
- Camacho, P. C. G., *Avaliação de estratégias de reabilitação de sistemas de drenagem urbana*, Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2007.

- Campbell, S.A. & FairField C.A., *An overview of the various techniques used in routine cleaning*, Construction and Building Materials, pp 1-11, Maio 2006.
- Cardoso, M. A., *Avaliação do desempenho de sistemas de drenagem urbana*, Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2007.
- Carvalho, S. M. R., *Técnicas de Reabilitação sem Abertura de Vala de Redes de Drenagem de Águas Residuais*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2011.
- CASCAIS PROXIMA, E.M., S.A., *Relatório Anual do Conselho de Administração Relatório de Gestão e Contas 2013*, Cascais, 2014.
- CASCAIS PROXIMA, E.M., S.A., *Relatório de Gestão e Contas Conselho de Administração Exercício de 2014*, Cascais, 2015.
- Dias, L. A., *Organização e Gestão de Obras – Documento de apoio às aulas da Disciplina de Organização e Gestão de Obras do Mestrado Integrado em Engenharia Civil*, Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2012.
- DNRM, *Total management planning guidelines*, Department Natural Resources and Mines (DNRM), Brisbane, Australia, 2001.
- EPA, *Asset management for sewer collection systems*. Fact Sheet 833-F-02-001, Office of Wastewater Management, United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington, D.C., USA, 2002.
- EPA, *Forum - Closing the gap: innovative solutions for America's water infrastructure*, Office of Water, United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington, D.C., USA, 2003.
- EPA, *Condition Assessment of wastewater Collection Systems*. State of Technology Review Report. Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory – Water Supply and water Resources Division, 2009.
- EPA, *Innovation and Research for Water Infrastructure for the 21st Century*, Research Plan, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory – Water Supply and water Resources Division, 2007.
- EPA, *State of Technology for Rehabilitation of Water Distribution Systems*, Office of Research and Development, 2013.
- Fan, C.Y. et al, *Sewer and Tank Flushing for Sediment, Corrosion, and Pollution Control*, Journal of Water Resources Planning and Management, pp 196, Maio/Junho 2001.
- Graham, A.; Wessels, E. e Bishop, S., *Strategic asset management*, A roadmap for prioritizing utility system's needs. HDR Waterscapes, 2007.
- Grangeia, C. E. e Matias, M. S., *Técnicas de georadar em prospecção arqueológica: Ançã e S. Martinho de Árvore*, Revista Portuguesa de Arqueologia, 7 (2), pp 427-434, 2004.
- Instituto Nacional de Estatística (INE), *População residente (N.º) por Local de residência (NUTS - 2002), Sexo e Grupo etário*, Lisboa, 2002.
- Matias, R. C. M., *Abordagem Multiobjetiva de Reabilitação de Redes Hidráulicas*. Tese de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco Brasil, 2013.
- Mehle, J.; O'Keefe, S. e Wrase, P., *An examination of methods for condition rating of sewer pipeline*, . Center for development of Technical Leadership, University of Minnesota, USA, 2001.

- Nader, E. B., *Conduite du diagnostic, et evaluation des collecteurs des infrastructures urbaines de l'assainissement*. Doctorale These, Institut National des Sciences Appliquees de Lyon, Lyon, France, 1998.
- NAMS, *International infrastructure management manual*, Association of Local Government Engineering N.Z. Inc (INGENIUM), National Asset Management Steering (NAMS) Group, Wellington, New Zeland, 2011.
- NESC, *A guide to asset management for small water systems*, National Environmental Services Center (NESC), West Virginia University, Morgantown, USA, 2005.
- Nezat, M.A., *An Innovative Method for Cleaning Large Bora Sewer*, Pipelines 2003, pp. 856-857, 2013.
- NP EN 752 2009, *Sistemas públicos de drenagem de águas residuais*, Instituto Português da Qualidade, 2009.
- Pinto, F. P. F., *Reabilitação de Conduitas sem Abertura de Vala – Aplicação a um Caso*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Engenharia do Porto, 2009.
- Sægrov, S. et al, *Rehabilitation of water networks Survey of research need and on-going efforts*, Revista, pp 15-22, 1999.
- Sousa, V. F., *Gestão do risco na construção: Aplicação a sistemas de drenagem urbana*, Tese de Doutoramento, IST, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2012.
- Wirahadikusumah R. et al, *Assessment technologies for sewer system rehabilitation*, ELSEVIER, pp 259-270, 1998.
- WRc, *Sewerage rehabilitation manual*, Fourth Edition, Water Research Center (WRc), England, 2001.
- Zhao, J. Q.; McDonald, S. E. e Kleiner, Y., *Guidelines For Condition Assessment and Rehabilitation Of Large Sewers*, 1ª Edição, Institute for Research in Construction, Ottawa, Canada, 2001, ISBN – 0-660-18614-4.

Páginas Web

- Águas de Cascais, *Sistema de Drenagem*, <http://www.aguasdecascais.pt/sistemas/drenagem-aguas-residuais-domesticas/sistema-de-drenagem/>, 2012, consultado em abril de 2015.
- Allouche, E.N., and Freure, P., Management and Maintenance Practices of Storm and Sanitary Sewers in Canadian Municipalities, http://www.iclr.org/images/Management_and_maintenance_practices.pdf, 2002, consultado em julho de 2015.
- CASCAIS PRÓXIMA, E.M., S.A., *Cascais Próxima*, 2014, <http://www.cm-cascais.pt/empresa-municipal/cascais-proxima>, consultado em abril de 2015.
- ERSAR, *Descrição geral do setor*, <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?GenericContentId=0&SubFolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSitio%5cEntidades+do+sector%5cServicos%5cDescricaoGeral&Section=Entidades+do+sector&FolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSitio%5cEntidades+do+sector%5cServicos>, consultado em julho 2015.
- INCI, INCI base: Contratos Públicos Online. <http://www.base.gov.pt/Base/pt/Homepage>, 2015, consultado em julho de 2015.

Insituform, *Technical Envelope*,

<http://www.insituform.com/Wastewater/InsituformCIPP/TechnicalEnvelope.aspx>, consultado em março de 2015.

Instituto Nacional de Estatística (INE), Superfície (km²) das unidades territoriais por Localização geográfica (NUTS) – 2002,

http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_unid_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3, 2002, consultado em abril de 2015.

Martinho, E., *Sísmica de Refracção*, <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779580623795/Sismica.pdf>, 2014, consultado em julho de 2015.

RS-Technik, *Technical data sheet*, <http://www.rstechnik.com/products.html>, 2013, consultado em Março de 2015.

Sousa, E. R. e Monteiro, A. J., *Órgãos Gerais do Sistema de Drenagem*,

https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779572218623/ES_Orgaos_Gerais_Drenagem.pdf, 2015, consultado em julho de 2015.

The International Society for Trenchless Technology (ISTT), *Underground Construction Techniques*, <http://www.istt.com/guidelines>, 2015, consultado em julho de 2015.

Trelleborg, *Solutions*, <http://www.trelleborg.com/en/Epros/Product-Range/>, 2013, consultado em março de 2015.

ANEXOS

A. ANEXO:ANÁLISE DE CUSTO POR HORA DE MÃO DE OBRA

MÃO DE OBRA DIRETA POR HORA

No âmbito do presente trabalho foi efetuado o estudo relativo ao custo por hora com os custos diretos da MO para cada uma das atividades realizadas. A Figura A.1 e a Figura A.2 representam os diagramas de extremos e quartis referentes a esta análise utilizando o índice relativo e absoluto respetivamente.

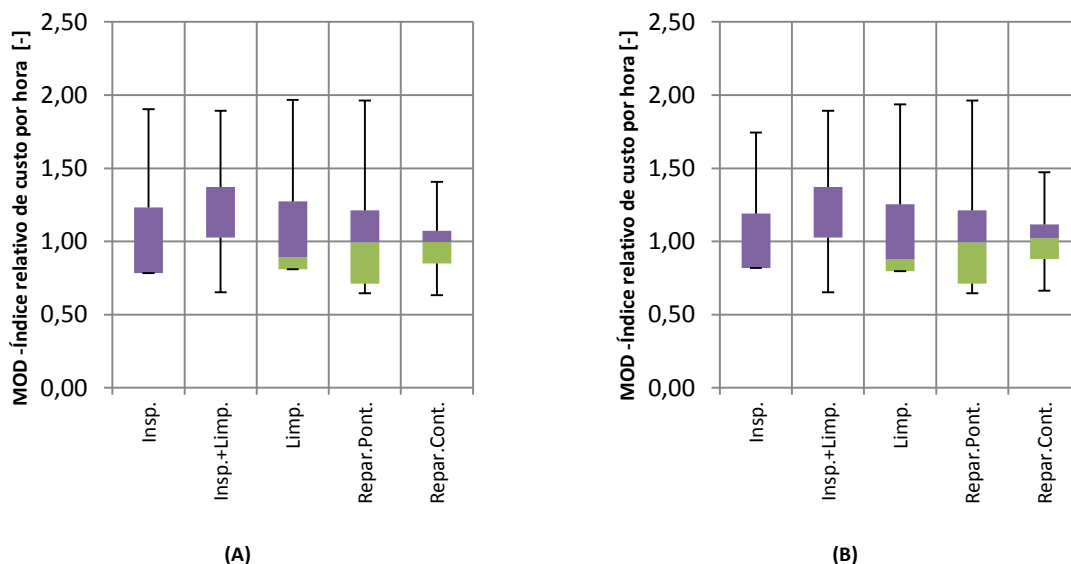


Figura A.1 - Diagrama de Extremos e Quartis com (A) e sem (B) outliers, utilizando o índice relativo

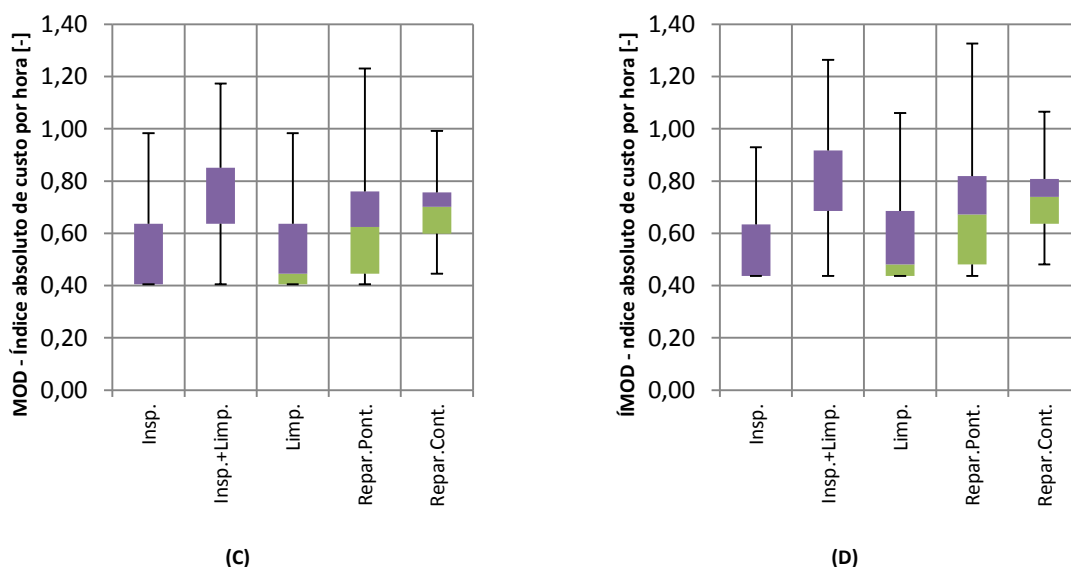


Figura A.2 - Diagrama de Extremos e Quartis com (C) e sem (D) outliers, utilizando o índice absoluto

Da análise da Figura A.1, conclui-se que a atividade que tem menor variabilidade no custo por hora com MO direta é a reparação contínua, tendo as restantes, sensivelmente, a mesma variabilidade.

A partir da Figura A.2 verifica-se que as atividades com maior custo com MO direta por hora são a inspeção com limpeza e a reparação pontual.

Inspeção

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em inspeções, com e sem *outlier*, utilizando o índice relativo são os seguintes:

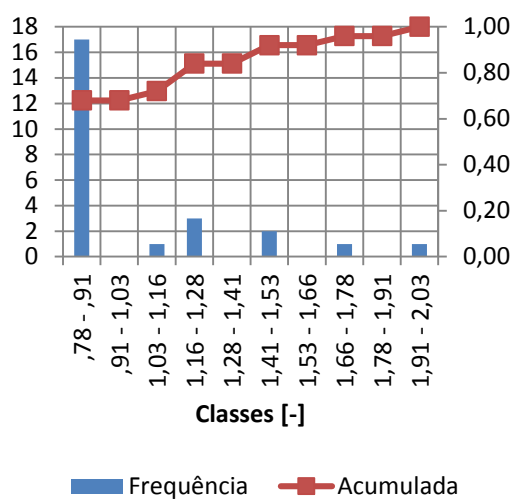


Figura A.3 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com *outliers*, utilizando o índice relativo

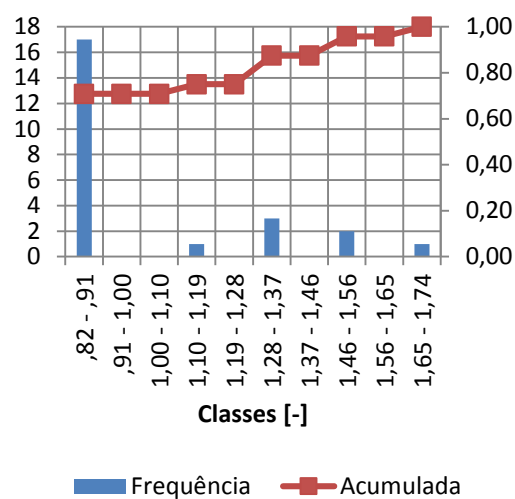


Figura A.4 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela A.1 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,78
Desvio-padrão	0,33
Variância da amostra	0,11
Intervalo	1,25
Mínimo	0,78
Máximo	2,03
Soma	25,00
Contagem	25,00
Curtose	2,56
Assimetria	1,72

Tabela A.2 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,82
Desvio-padrão	0,27
Variância da amostra	0,07
Intervalo	0,92
Mínimo	0,82
Máximo	1,74
Soma	24,00
Contagem	24,00
Curtose	0,90
Assimetria	1,42

Tabela A.3 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO direta por hora de inspeção, utilizando o índice relativo

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
6	<i>Outlier</i> >máx	2,03

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em inspeções, com e sem *outliers*, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

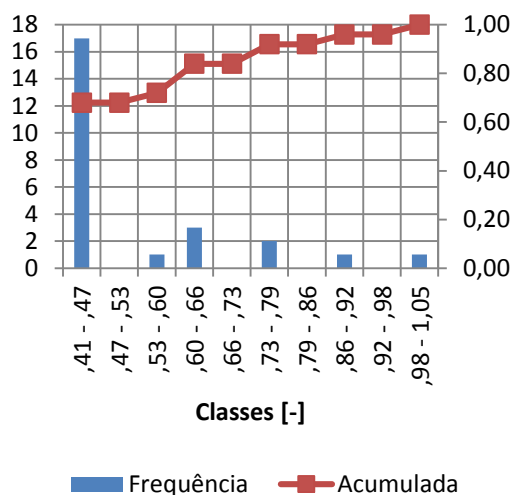


Figura A.5 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela A.4 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,52
Mediana	0,41
Desvio-padrão	0,17
Variância da amostra	0,03
Intervalo	0,64
Mínimo	0,41
Máximo	1,05
Soma	12,91
Contagem	25,00
Curtose	2,56
Assimetria	1,72

Tabela A.6 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por hora de inspeção, utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
6	Outlier>máx	1,05

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que, apesar da existência de um outlier, a sua existência tem pouca influência na estimativa do custo a estimar. Da análise dos dados apresentados, é possível obter uma estimativa razoável do custo por hora com MO direta.

Quando comparado com o custo total de MO por hora, conclui-se que os custos diretos representam cerca de 40% do custo total.

Inspeção com Limpeza

Os resultados obtidos para o custo por hora da MO direta em inspeções com limpeza, utilizando o índice relativo são os seguintes:

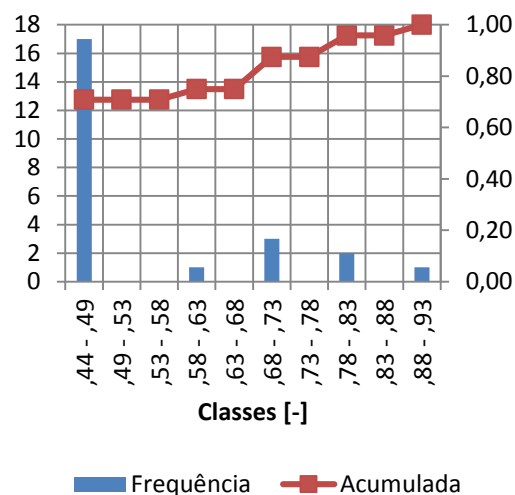


Figura A.6 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem outliers, utilizando o índice absoluto

Tabela A.5 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,53
Mediana	0,44
Desvio-padrão	0,14
Variância da amostra	0,02
Intervalo	0,49
Mínimo	0,44
Máximo	0,93
Soma	12,79
Contagem	24,00
Curtose	0,90
Assimetria	1,42

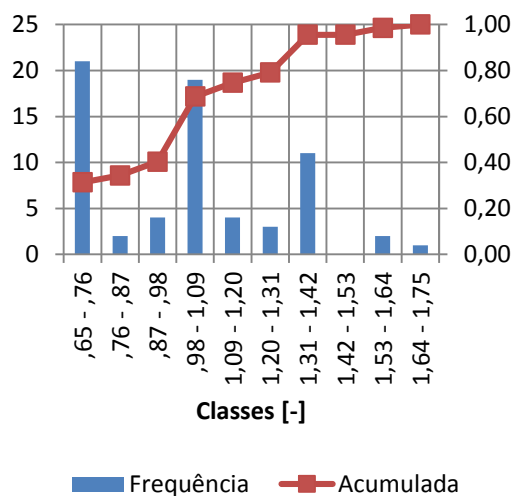


Tabela A.7 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	1,03
Desvio-padrão	0,29
Variância da amostra	0,08
Intervalo	1,09
Mínimo	0,65
Máximo	1,75
Soma	67,00
Contagem	67,00
Curtose	-0,71
Assimetria	0,37

Figura A.7 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza, utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em inspeções com limpeza, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

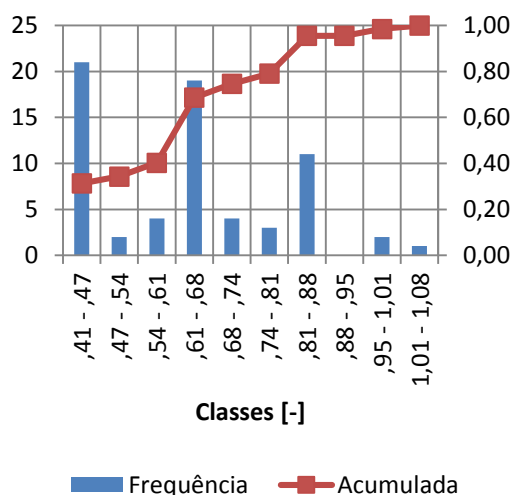


Figura A.8 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza, utilizando o índice absoluto com outliers

Tabela A.8 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza com outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,62
Mediana	0,64
Desvio-padrão	0,18

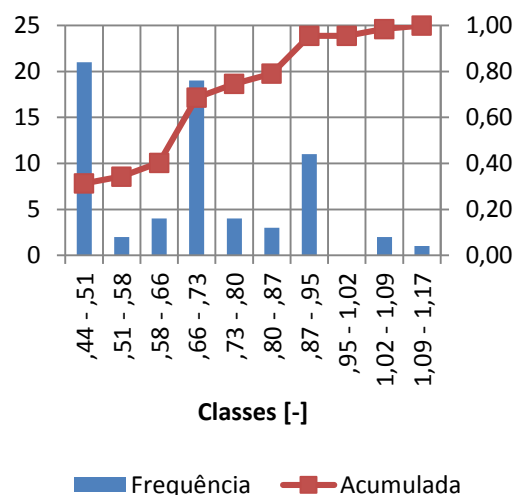


Figura A.9 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza, utilizando o índice absoluto sem outliers

Tabela A.9 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de inspeção com limpeza sem outliers, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,67
Mediana	0,69
Desvio-padrão	0,19

Variância da amostra	0,03
Intervalo	0,68
Mínimo	0,41
Máximo	1,08
Soma	41,54
Contagem	67,00
Curtose	-0,71
Assimetria	0,37

Variância da amostra	0,04
Intervalo	0,73
Mínimo	0,44
Máximo	1,17
Soma	44,80
Contagem	67,00
Curtose	-0,71
Assimetria	0,37

A inexistência de *outliers* permite uma boa estimativa do custo por hora de MO direta.

Quando comparado com o custo total de MO por hora, conclui-se que os custos diretos representam cerca de 50% do custo total.

Limpeza

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em limpeza, com e sem *outliers*, utilizando o índice relativo são os apresentados de seguida.

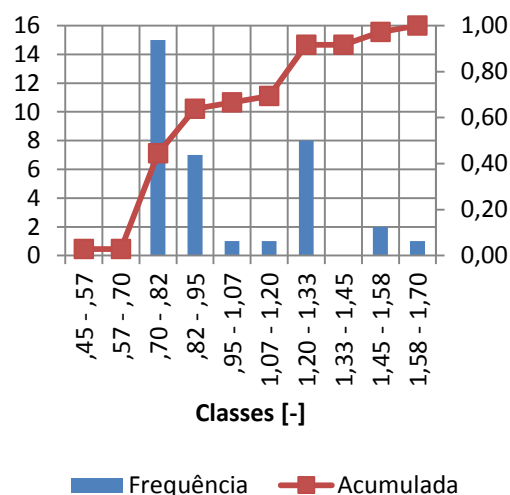


Figura A.10 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com *outlier*, utilizando o índice relativo

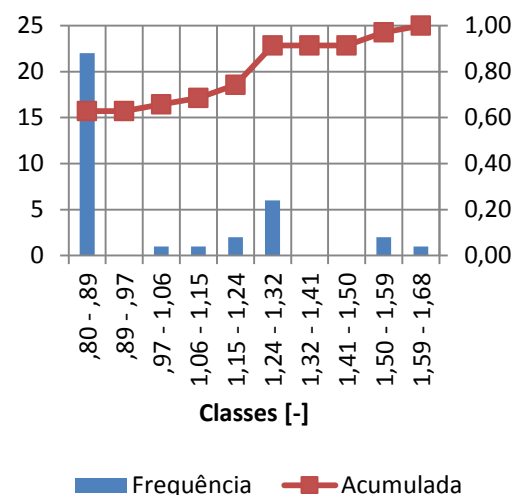


Figura A.11 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Tabela A.10 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,89
Desvio-padrão	0,27
Variância da amostra	0,07
Intervalo	1,26
Mínimo	0,45
Máximo	1,70
Soma	36,00
Contagem	36,00
Curtose	0,28

Tabela A.11 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,88
Desvio-padrão	0,26
Variância da amostra	0,07
Intervalo	0,88
Mínimo	0,80
Máximo	1,68
Soma	35,00
Contagem	35,00
Curtose	0,16

Assimetria	0,85
------------	------

Assimetria	1,12
------------	------

Tabela A.12 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por hora de limpeza utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
121	Outlier<min	0,45

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em limpeza, com e sem *outliers*, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

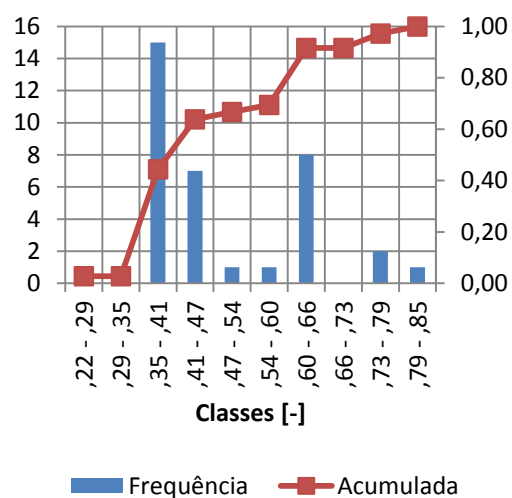


Figura A.12 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

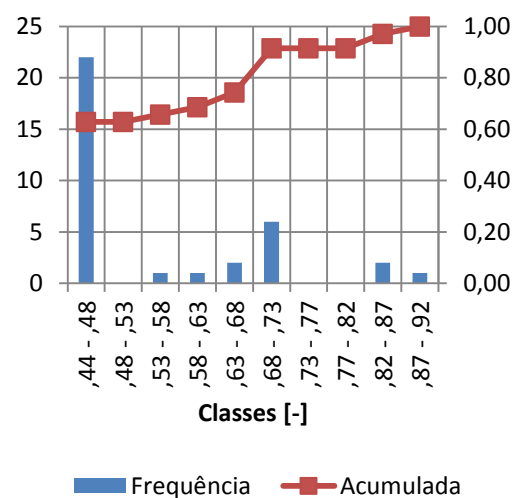


Figura A.13 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela A.13 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,50
Mediana	0,45
Desvio-padrão	0,14
Variância da amostra	0,02
Intervalo	0,63
Mínimo	0,22
Máximo	0,85
Soma	18,00
Contagem	36,00
Curtose	0,28
Assimetria	0,85

Tabela A.14 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de limpeza sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,55
Mediana	0,48
Desvio-padrão	0,14
Variância da amostra	0,02
Intervalo	0,48
Mínimo	0,44
Máximo	0,92
Soma	19,16
Contagem	35,00
Curtose	0,16
Assimetria	1,12

Tabela A.15 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por hora de limpeza, utilizando o índice absoluto

Nº Obra	Outlier	Índice
121	Outlier<mín	0,22

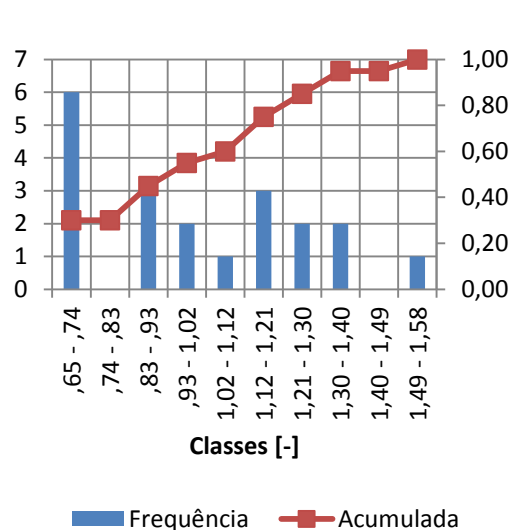
Após a análise dos resultados, conclui-se que existência de um *outlier* não tem uma importância significativa na estimativa do custo direto por hora de limpeza.

Quando comparado com o custo total de MO por hora, conclui-se que os custos diretos representam cerca de 65% do custo total.

Reparação Pontual

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em reparações pontuais utilizando o índice relativo são os apresentados de seguida.

Tabela A.16 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice relativo



Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	0,99
Desvio-padrão	0,27
Variância da amostra	0,07
Intervalo	0,94
Mínimo	0,65
Máximo	1,58
Soma	20,00
Contagem	20,00
Curtose	-0,84
Assimetria	0,33

Figura A.14 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice relativo

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em reparações pontuais, utilizando o índice absoluto, com e sem outliers, são os seguintes:

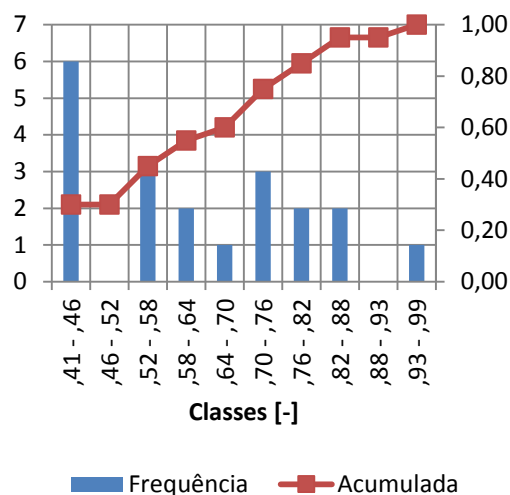


Figura A.15 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto com outliers

Tabela A.17 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto com outliers

Estatística Descritiva	
Média	0,63
Mediana	0,62
Desvio-padrão	0,17
Variância da amostra	0,03
Intervalo	0,59
Mínimo	0,41
Máximo	0,99
Soma	12,54
Contagem	20,00
Curtose	-0,84
Assimetria	0,33

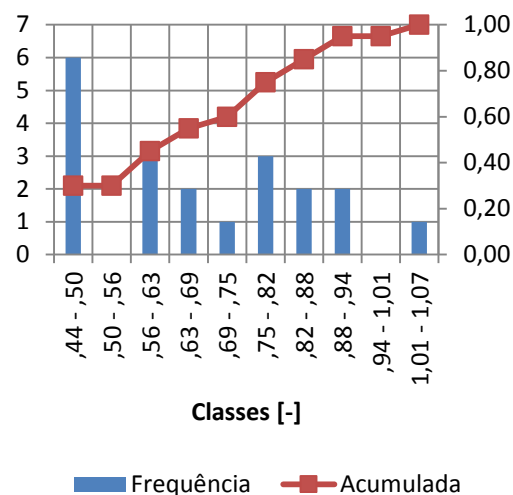


Figura A.16 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto sem outliers

Tabela A.18 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação pontual, utilizando o índice absoluto sem outliers

Estatística Descritiva	
Média	0,68
Mediana	0,67
Desvio-padrão	0,18
Variância da amostra	0,03
Intervalo	0,63
Mínimo	0,44
Máximo	1,07
Soma	13,52
Contagem	20,00
Curtose	-0,84
Assimetria	0,33

A inexistência de outliers e valores baixos das medidas de dispersão pressupõem uma boa estimativa do custo por hora com MO direta.

Quando comparado com o custo total de MO por hora, conclui-se que os custos diretos representam cerca de 68% do custo total.

Reparação Contínua

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em reparações contínuas, com e sem outliers, utilizando o índice relativo são os seguintes:

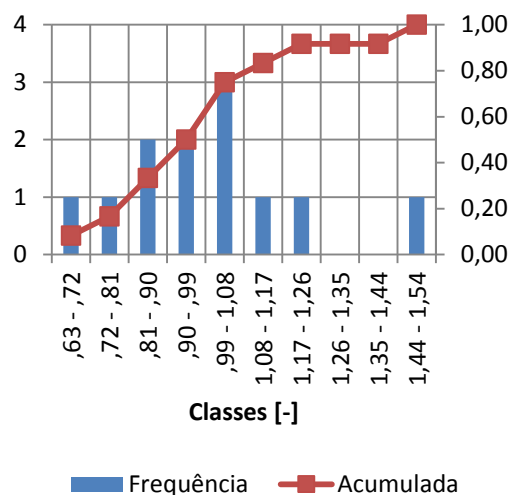


Figura A.17 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com outliers, utilizando o índice relativo

Tabela A.19 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	1,00
Desvio-padrão	0,22
Variância da amostra	0,05
Intervalo	0,90
Mínimo	0,63
Máximo	1,54
Soma	12,00
Contagem	12,00
Curtose	1,91
Assimetria	0,85

Tabela A.21 – Outliers da amostra referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua utilizando o índice relativo

Nº Obra	Outlier	Índice
162	Outlier>máx	1,54

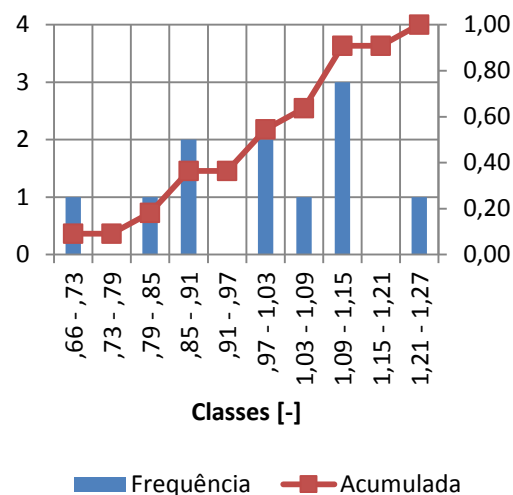


Figura A.18 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem outliers, utilizando o índice relativo

Tabela A.20 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem outliers, utilizando o índice relativo

Estatística Descritiva	
Média	1,00
Mediana	1,02
Desvio-padrão	0,16
Variância da amostra	0,03
Intervalo	0,60
Mínimo	0,66
Máximo	1,27
Soma	11,00
Contagem	11,00
Curtose	-0,04
Assimetria	-0,49

Os resultados obtidos para o custo por hora com os custos diretos da MO em reparações contínuas, com e sem outliers, utilizando o índice absoluto são os seguintes:

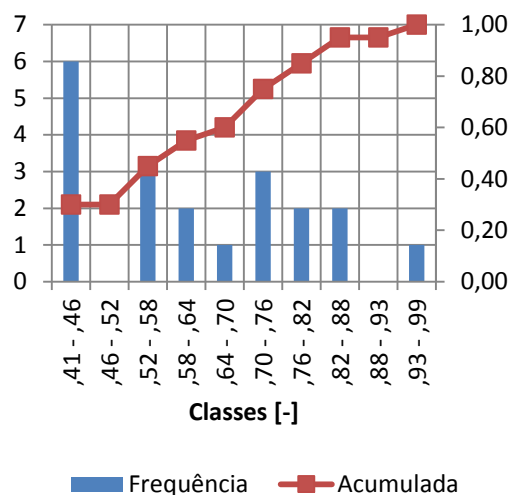


Figura A.19 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Tabela A.22 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua com *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,71
Mediana	0,70
Desvio-padrão	0,16
Variância da amostra	0,02
Intervalo	0,64
Mínimo	0,45
Máximo	1,08
Soma	8,46
Contagem	12,00
Curtose	1,91
Assimetria	0,85

Tabela A.24 – *Outliers* da amostra referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua, utilizando o índice absoluto

Nº Obra	<i>Outlier</i>	Índice
128	<i>Outlier</i> >máx	0,85
162	<i>Outlier</i> >máx	1,08

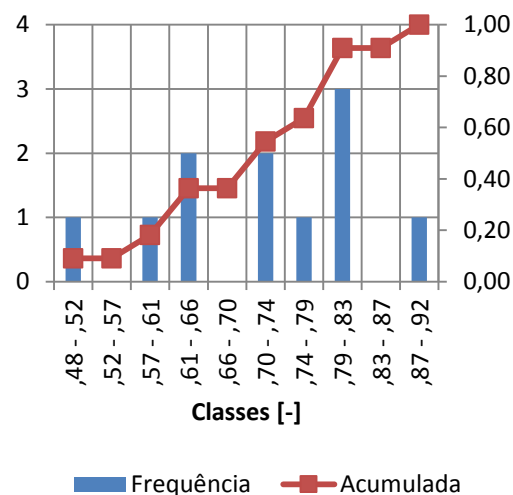


Figura A.20 - Histograma referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

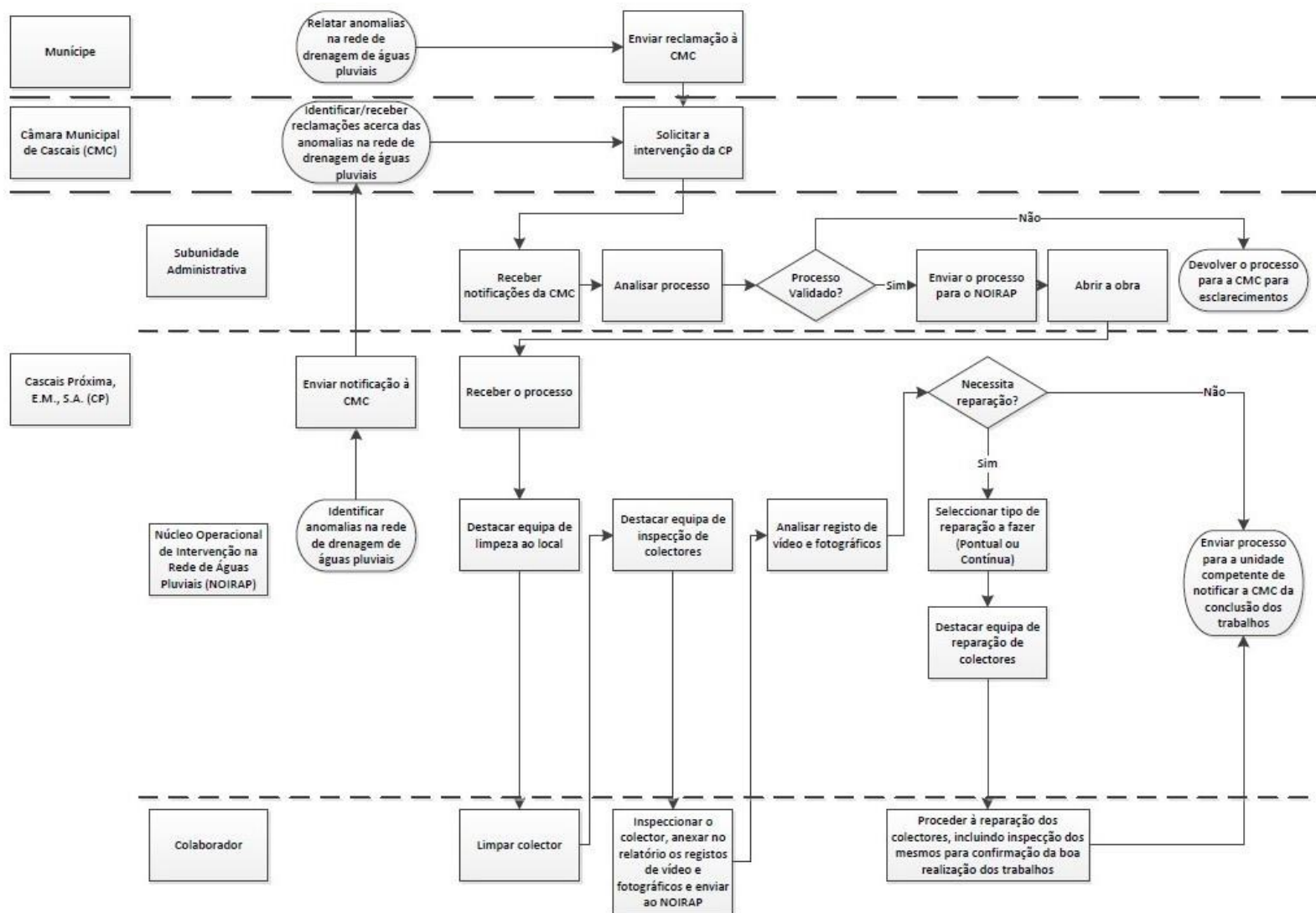
Tabela A.23 – Estatística descritiva referente ao custo da MO direta por hora de reparação contínua sem *outliers*, utilizando o índice absoluto

Estatística Descritiva	
Média	0,72
Mediana	0,74
Desvio-padrão	0,12
Variância da amostra	0,01
Intervalo	0,44
Mínimo	0,48
Máximo	0,92
Soma	7,95
Contagem	11,00
Curtose	-0,04
Assimetria	-0,49

Da análise dos resultados obtidos, conclui-se que a existência de dois *outliers* apresentam um peso insignificante na amostra, pelo se reúne as condições necessárias para se obter uma estimativa representativa do custo por hora da MO direta.

Quando comparado com o custo total de MO por hora, conclui-se que os custos diretos representam cerca de 75% do custo total.

B. ANEXO: FLUXOGRAMA PLUVIAIS



C. ANEXO: FOLHA DE OBRA ORIGINAL

CC: _____

FOLHA DE OBRA

Data:	Freguesia:	Data de início obra: ____/____/____
Nr. Obra:	Local:	Data de fim obra: ____/____/____
Nr. GDCC:	Rua:	Responsável:

EXECUÇÃO

Observações:
Observações
Adicionais:

[illegible]

D. ANEXO:FOLHA DE OBRA SUGERIDA



CC: _____										FOLHA DE OBRA									
Data: _____					Freguesia: _____					Data de início de Obra: _____									
Nr. Obra: _____					Local: _____					Data de fim de Obra: _____									
Nr. GDCC: _____					Rua: _____					Responsável: _____									
Execução																			
Observações: _____																			
Observações Adicionais: _____																			
Actividades										Recursos Humanos ¹⁾									
Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Colaborador		Horas	Horas Extraordinárias												
				Nome	Nº		1ª	Horas Seguintes	FDS/Feridos										
	Deslocação por intervenção		un																
	Ø(____)mm a Ø(____)mm - limpeza e desobstrução		m.l.																
	Ø(____) mm - Reparação colector pluvial		m.l.																
	Limpeza e desobstrução de caixa de visita acessível, incluindo transporte de resíduos a vazadouro		un																
	Inspecção vídeo de coletores pluviais		m.l.																
	Inspecção vídeo CCTV		un																
	Trabalhos de mini robot em coletores		hora																

Materiais ²⁾				Viaturas		Equipamentos	
Descrição		Quantidade	Unidade	Matrícula	Quilómetros	Designação	Horas
Nome	Códigos ³⁾					Equipamento de Desobstrução	
Resina 40			kg				
Resina 70			kg				
Endurecedor 40			kg				
Endurecedor 70			kg				
Manga () mm			m.l.				
Manta () mm			m2			Equipamento de Inspeção	
Tampa EsgotosPluviais			un				
Grelha Semidouro (x)			un				
Argamassa colocação de tampa			kg				
Cimento (saco de 40kg)			kg				
Areia de Rio			ton				
Líquido Desobstrutor			L			Equipamento de Reparação	

E. FICHAS TÉCNICAS RESINA E ENDURECEDOR

MaxPox® 15 M (resin) MaxPox® 40 (hardener)		MaxPox® 15 M (resin) MaxPox® 70 (hardener)	
Technical data		Technical data	
Epoxy-resin-system for pipe renovation		Epoxy-resin-system for pipe renovation	
Short description		Short description	
MaxPox® is a solvent-free two-component epoxy resin, offering excellent adhesive ability on all sewer materials, even under very humid and wet conditions. The installation on the jobsite is easy and reliable.		MaxPox® is a solvent-free two-component epoxy resin, offering excellent adhesive ability on all sewer materials, even under very humid and wet conditions. The installation on the jobsite is easy and reliable.	
Usage		Usage	
The Epoxy-resin-system MaxPox® 15 M (resin, 100 parts by weight) together with MaxPox® 40 (hardener, 25 parts by weight) was specially developed for quick and easy sewer service repairs. This resin-system is a permanent part of the sewer renovation system RS MaxLiner® and RS MaxLiner® S.		The Epoxy-resin-system MaxPox® 15 M (resin, 100 parts by weight) together with MaxPox® 70 (hardener, 25 parts by weight) was specially developed for quick and easy sewer service repairs. This resin-system is a permanent part of the sewer renovation system RS MaxLiner® and RS MaxLiner® S.	
Technical data		Technical data	
MaxPox® 15 M Component A	MaxPox® 40 Component B	MaxPox® 15 M Component A	MaxPox® 70 Component B
Delivery form		Delivery form	
yellow liquid clear liquid		yellow liquid clear liquid	
Viscosity at 77 °F [mPa·s]		Viscosity at 77 °F [mPa·s]	
700 - 1.100 90 - 150		700 - 1.100 20 - 30	
Density at 77 °F [g/cm³]		Density at 77 °F [g/cm³]	
ca. 1,12 ca. 1,03		ca. 1,12 ca. 1,05	
pH - value		pH - value	
ca. 7 ca. 10		ca. 7 ca. 12	
Flame Point [°F]		Flame Point [°F]	
ca. 348 ca. 215		ca. 348 ca. 215	
Maximum Storage / Storage- / Shipping conditions (see expiry date on container)		Maximum Storage / Storage- / Shipping conditions (see expiry date on container)	
dry conditions / well closed dry conditions / well closed at 50 °F - 77 °F, min. 1 year at 41 °F - 86 °F, min. 1 year		dry conditions / well closed dry conditions / well closed at 50 °F - 77 °F, min. 1 year at 41 °F - 86 °F, min. 1 year	
MaxPox® 15 M can crystallise under low temperatures and big temperature variation. The process is reversible by heating the product up to 122 °F and homogenizing it.		MaxPox® 15 M can crystallise under low temperatures and big temperature variation. The process is reversible by heating the product up to 122 °F and homogenizing it.	
Mixing ratio		Mixing ratio	
100 parts by weight resin and 25 parts by weight hardener have to be mixed thoroughly for min. 3 minutes by approx. 200 rpm. Don't incorporate air! RS ProfiMix, RS CCM® recommended. Processing temperature is 68 °F (62 °F - 72 °F) NEVER overdose hardener!		100 parts by weight resin and 25 parts by weight hardener have to be mixed thoroughly for min. 3 minutes by approx. 200 rpm. Don't incorporate air! RS ProfiMix, RS CCM® recommended. Processing temperature is 68 °F (62 °F - 72 °F) NEVER overdose hardener!	
Pot life		Pot life	
Depending on ambient temperature 30 to 40 minutes at 68 °F		Depending on ambient temperature 60 to 70 minutes at 68 °F	
Curing time		Curing time	
See temperature-table.		See temperature-table.	
Safety regulations		Safety regulations	
Important: reaction of resin amounts > 2 pounds may lead to auto ignition (thermo decomposition). Decomposition gases are toxic! - please see the safety data sheets -		Important: reaction of resin amounts > 2 pounds may lead to auto ignition (thermo decomposition). Decomposition gases are toxic! - please see the safety data sheets -	