

Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene  
Ocupacionais

***Análise Comparativa de Indicadores de Ambiente  
e Segurança na Reabilitação de Infraestruturas***

**Dissertação**

**António José Alves Henriques**



**Universidade do Porto**

**Faculdade de Engenharia**

**FEUP**

Orientador: **Professor Doutor J. Santos Baptista**  
Co-Orientador: **MSc Fernando Artilheiro Antunes**

**Julho de 2010**



## **Agradecimentos**

Ao Professor Doutor J. Santos Baptista pelas orientações dadas para a realização do presente trabalho, pelo apoio ao Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais e especialmente por toda a disponibilidade e amabilidade demonstrada ao longo deste projecto.

Ao Eng<sup>o</sup> Fernando Artilheiro Antunes pela partilha do seu trabalho, fundamental na constituição metodológica da presente Dissertação.



# Índice

Índice de Figuras.....	vii
Índice de Tabelas.....	viii
Notação e Glossário .....	ix
Resumo.....	1
Abstract.....	2
1 - Introdução.....	3
2 - Estado da Arte.....	9
2.1 – Métodos de Reabilitação “Com Abertura de Vala” .....	9
2.2 – Métodos de Reabilitação “Sem Abertura de Vala” .....	9
2.2.1 – Inspeção e Diagnóstico.....	10
2.2.1.1 – Verificação de estanquidade .....	10
2.2.1.2 – Inspeção com TV .....	10
2.2.1.3 – Utilização de robots .....	10
2.2.2 – Limpeza e Recondicionamento de Conduitas.....	11
2.2.2.1 – Limpeza com escovilhão.....	11
2.2.2.2 – Lavagem a alta pressão.....	12
2.2.2.3 – Limpeza Mecânica .....	12
2.2.2.4 – Limpeza a muito alta pressão .....	12
2.2.3 – Comparação de Algumas das Principais Técnicas de Reabilitação de Infraestruturas Conduitas ..	13
2.2.3.1 – Encamisamento com Cura no Local – Conduitas Gravíticas (CIPP Technology) .....	14
2.2.3.2 – Encamisamento com Cura no Local – Conduitas sob Pressão (CIPP Technology) .....	15
2.2.3.3 – Encamisamento com Tubo em “U” – Close Fit Pipe .....	15
2.2.3.4 – Encamisamento de Segmentos Curtos – Short Pipe Relining .....	17
2.2.3.5 – Revestimento Interno – Sealing Procedure.....	18
2.2.3.6 – Reparação Pontual – Spot Repair .....	19
2.2.3.7 – Rebentamento de Conduita Pipe Bursting .....	19
2.2.3.8 – Recuperações de Construções .....	20
3 – Aspectos metodológicos.....	21
4 – Caso de estudo.....	25
4.1 – Obra 1 - Reabilitação sem abertura de vala.....	26
4.2 – Obra 2 – Reabilitação tradicional, com abertura de vala.....	27
4.3 – Descrição do processo construtivo .....	28
4.3.1 – Materiais utilizados .....	28
4.3.2 – Equipamentos utilizados .....	28
4.3.3 – Operações .....	29

4.4 – Avaliação e Hierarquização de Riscos .....	36
4.4.1 – Identificação de Operações / Tarefas.....	36
4.4.2 – Identificação de Riscos de SHST .....	38
4.4.3 – Identificação e avaliação dos aspectos Ambientais .....	44
4.4.4. – Hierarquização de Impactes .....	49
5 – Análise dos Resultados .....	62
6 - Conclusões .....	68
7 – Desenvolvimentos futuros .....	69
8 - Referências Bibliográficas .....	70
9 – Anexo I – Frases “R” e “S” .....	71
10 – Anexo II – Legislação de SHST aplicável.....	76
11 – Anexo III – Legislação Ambiental aplicável .....	79

## Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução do total de Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de Inquérito, comparativamente com a Construção – 2005-2009 .....	4
Figura 2 – Distribuição mensal dos Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de Inquérito – em Todas as Áreas de Actividade – 2005-2009.....	4
Figura 3 – Distribuição mensal dos Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de Inquérito na Construção – 2005-2009 .....	5
Figura 4 – Robot de Inspecção de Vídeo .....	11
Figura 5 - Equipamento de Lavagem de alta pressão .....	12
Figura 6 – CIPP – Condutas -Gravíticas .....	14
Figura 7 – Encamisamento com Tubo em “U” .....	16
Figura 8 – Encamisamento de Segmentos Curtos .....	17
Figura 9 – Revestimento Interno .....	18
Figura 10 - Reparação Pontual .....	19
Figura 11 - Rebentamento de Conduta .....	20
Figura 12 – Modelo de Integração de Sistemas .....	21
Figura 13 - Unidade de Rebentamento .....	32
Figura 14 – Cabeça de Arrasto .....	33

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de inquérito – 2005 – 2009.....	3
Tabela 2 – Comparação das principais técnicas de Reabilitação de Infraestruturas – Conduas (CSM/Rabmer).....	13
Tabela 3 – Indicadores de Gestão, Ambiente e Segurança na Reabilitação de Infraestruturas.....	23
Tabela 4 – Identificação de Operações / Tarefas .....	35
Tabela 5 – Identificação de riscos de SHST.....	39
Tabela 6 – Parâmetros de Avaliação para os Riscos de Segurança e Higiene Ocupacional.....	42
Tabela 7 – Identificação de Riscos Ambientais .....	44
Tabela 8 – Parâmetros de Avaliação para os Impactes Ambientais .....	46
Tabela 9 – Índice de Risco e respectivos intervalos de pontuação.....	49
Tabela 10 – Tabela de Identificação de Aspectos e de Avaliação de Impactes – Obra 1 – Sem Abertura de Vala.....	50
Tabela 11 – Tabela de Identificação de Aspectos e de Avaliação de Impactes – Obra 2 – Com abertura de Vala .....	55
Tabela 12 – Matriz de Índice de Risco – Custo 2 .....	59
Tabela 13 – Matriz de Índice de Risco – Custo 3 .....	59
Tabela 14 – Valores Máximos do Parâmetro na Avaliação de Significância .....	62
Tabela 15 – Indicadores de Gestão, Ambiente e Segurança na Reabilitação de Infraestruturas - Conclusão.....	64

## Notação e Glossário

### Lista de Siglas:

- CAD** – Computer Aided Design
- CIPP** – Cured In Place Pipe
- CSM** - Camilo de Sousa Mota & Filhos, S.A.
- DL** - Decreto Lei
- FEUP** – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- GAR** - Guia de Acompanhamento de Resíduos
- IR** - Índice de Risco
- ISO** - International Organization for Standardization
- LER** - Lista Europeia de Resíduos
- PEAD** – Poli-Etileno de Alta Densidade
- PGA** - Plano de Gestão Ambiental
- PME** – Pequena e Média Empresa
- PSS** – Plano de Segurança e Saúde
- SHST** - Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho
- SST** – Segurança e Saúde no Trabalho

### Definições

**Ambiente** – envolvente na qual uma organização opera, incluindo o ar, a água, o solo, os recursos naturais, a flora, a fauna, os seres humanos, e as suas inter-relações (NP EN ISO 14001:2004).

**Apreciação do Risco** - Processo de gestão do risco resultantes de perigo(s) identificado(s), tendo em conta a adequabilidade dos controlos existentes , cujo resultado é a decisão da aceitabilidade ou não do risco (NP 4397:2008).

**Aspectos Ambientais** - elemento das actividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o ambiente. Um aspecto ambiental significativo tem, ou pode ter, um impacte ambiental significativo. (NP EN ISO 14001:2004)

**Desempenho Ambiental** - resultados mensuráveis da gestão dos aspectos ambientais de uma organização. No contexto de sistemas de gestão ambiental, os resultados podem ser medidos face à política ambiental, aos objectivos ambientais, às metas ambientais e a outros requisitos de desempenho ambiental da organização. (NP EN ISO 14001:2004).

**Desempenho da SST** – Resultados mensuráveis da gestão do risco da SST de uma organização. A medição do desempenho da SST inclui a medição da eficácia dos controlos da organização. No contexto dos sistemas de gestão da SST, os resultados também podem ser medidos relativamente à política da SST, e a outros requisitos de desempenho da SST (NP 4397:2008).

**Impacte Ambiental** - qualquer alteração no ambiente, adversa ou benéfica, resultante, total ou parcialmente, dos aspectos ambientais de uma organização. (NP EN ISO 14001:2004)

**Incidente** – Acontecimento(s) relacionado(s) com o trabalho em que ocorreu ou poderia ter ocorrido lesão, afecção da saúde (independentemente da gravidade) ou morte. Um acidente é um incidente de que resultou lesão, afecção ou morte. Um incidente em que não ocorra lesão, afecção da saúde ou morte também pode ser referido como “near-miss” (quase acidente), “near-hit”, “close call” ou “dangerous occurrence” (ocorrência perigosa). Uma situação de emergência é um tipo particular de incidente (NP 4397:2008).

**Objectivo Ambiental** - finalidade ambiental geral, consistente com a política ambiental, que uma organização se propõe atingir (NP EN ISO 14001:2004).

**Objectivo da SST** – Resultado que uma organização se propõe atingir em termos do desempenho da SST. Os objectivos devem ser quantificados sempre que possível. O requisito “4.3.3 – Objectivos e programa(s)” requer que os objectivos da SST sejam consistentes com a respectiva política (NP 4397:2008).

**Perigo** – Fonte, situação, ou acto com potencial para o dano em termos de lesão ou afecção da saúde ou combinação destes (NP 4397:2008)

**Prevenção da poluição** - utilização de processos, práticas, técnicas, materiais, produtos, serviços ou energia para evitar, reduzir ou controlar (separadamente ou em combinação) a produção, emissão ou descarga de qualquer tipo de poluente ou resíduo, com vista à redução dos impactes ambientais adversos. A prevenção da poluição pode incluir a redução ou eliminação na origem, alterações de processos, produtos ou serviços, utilização eficiente dos recursos, substituição de materiais e energia, reutilização, recuperação, reciclagem e tratamento. (NP EN ISO 14001:2004)

**Risco** - combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento ou de exposição(ões) perigosos e da gravidade de lesões ou afecção da saúde que possam ser causadas pelo acontecimento ou pela(s) exposição(ões) (NP 4397:2008).

**Segurança e Saúde do Trabalho – SST** – Conjunto das intervenções que objectivam o controlo dos riscos profissionais e a promoção da segurança e saúde dos trabalhadores da organização ou outros

(incluindo trabalhadores temporários, prestadores de serviços e trabalhadores da organização ou outros (incluindo trabalhadores temporários, prestadores de serviços e trabalhadores por conta própria), visitantes ou qualquer outro tipo de indivíduos no local de trabalho. (NP 4397:2008)

**Sistema de Gestão Ambiental** - SGA parte do sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar a sua política ambiental e gerir os seus aspectos ambientais. Um sistema de gestão é um conjunto de elementos inter-relacionados, utilizados para estabelecer uma política e objectivos e para atingir esses objectivos. Um sistema de gestão inclui a estrutura organizacional, as actividades de planeamento, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos (3.19), os processos e os recursos. (NP EN ISO 14001:2004).

**Sistema de Gestão da SST** – Parte do sistema de gestão de uma organização utilizado para desenvolver e implementar a política da SST e gerir os riscos correspondentes. Um sistema de gestão é um conjunto de elementos interrelacionados utilizados para estabelecer a política e os objectivos e atingir esses objectivos. Um sistema de gestão inclui a estrutura organizacional, actividades de planeamento (incluindo por exemplo, apreciação do risco e definição de objectivos), responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos. Adaptado da Norma NP EN ISO 14001:2004 (NP 4397:2008)



## Resumo

O presente trabalho, realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais – FEUP, apresenta como justificação para a sua concretização a necessidade de, ao nível das actividades de elevado risco ambiental e de segurança, como são as obras construção, escavação e movimentação de terras, dispor de informação que permita a tomada de decisão, optando pelas técnicas que possam contribuir mais significativamente para a redução de risco, quer ambiental quer de segurança. Procura-se estabelecer as bases de aplicação de uma metodologia integrada de avaliação de impactes ambientais e de riscos de segurança e higiene ocupacionais em obras de reabilitação de Infraestruturas enterradas, de água, saneamento, gás electricidade ou outras, utilizando indicadores de desempenho que permitam às entidades decisoras e executantes deste tipo de obras um comum entendimento quanto aos métodos de trabalho a adoptar, relacionando-os com os aspectos da Segurança e Ambiente.

Partindo de uma metodologia que aborda os aspectos Ambientais e de Segurança de forma integrada no contexto da gestão da organização, recolheram e trataram-se dados de duas obras de reabilitação de infraestruturas enterradas de fornecimento de água potável em baixa pressão em que se utilizaram diferentes técnicas, uma tradicional, com abertura de vala e uma outra mais recente e ainda pouco utilizada em Portugal, que não pressupõe abertura de vala.

Os resultados obtidos, para além de contribuírem para a consolidação da metodologia utilizada, aplicando-a a obras de reabilitação de infraestruturas, suportam objectivamente a superioridade dos métodos “sem abertura de vala” relativamente aos métodos tradicionais na redução de riscos ambientais e de segurança.

Palavras chave: Indicadores, Sistemas Integrados de Gestão, Ambiente e Segurança, Reabilitação de infraestruturas sem abertura de valas.

## Abstract

The present work, conducted within the Master in Occupational Safety and Hygiene Engineering - FEUP, is justified by the need for qualified information to allow decision making in the selection of the techniques that can contribute most significantly to the environmental and safety risk reduction, whenever activities with those risks take place, such as underground infrastructures construction, excavation and earthmoving works.

Seeking for the setting principles to implement an integrated methodology for assessing environmental impacts and risks of occupational safety and hygiene in underground infrastructures rehabilitation works of drinking water, sewer, electricity, gas or other, using performance indicators that allow the project owners entities and constructors of such works to have a common understanding on the working methods to be adopted, relating them with security and environment aspects.

Starting from a methodology that approaches the environmental and security aspects in an integrated way in the organization management, data were collected and processed from two different underground infrastructures rehabilitation works of low pressure drinking water pipes in which different techniques were used, a traditional open-trench and another one, trenchless, more recent and still little used in Portugal.

The results, in addition to the contribute to the methodology consolidation, by applying it to infrastructure rehabilitation works, also support objectively the superiority of the “no-dig” methods with respect to traditional methods in reducing environmental and security risks.

Keywords: Indicators, Integrated Management Systems, Environment and Safety, No Dig Infrastructure Rehabilitation.

## 1 - Introdução

A importância e o respeito pelos direitos dos cidadãos e pelo bem-estar da população em geral é, muito provavelmente, o elemento que melhor traduz a evolução cultural e económica que define a nossa sociedade actual.

No entanto, para alguns cidadãos, contribuir para o crescimento económico e social de um país significa arriscar o seu bem-estar e até, por vezes, a sua vida.

Directamente ou indirectamente todos nós somos prejudicados quando são tomadas decisões estratégicas e operacionais que não levam em conta as melhores práticas e/ou técnicas conhecidas para preservar a integridade física das pessoas e o bem-estar das populações, presentes e futuras.

Na gestão actual da maior parte dos Organismos Públicos e das Empresas Privadas, a Segurança Ocupacional e o Ambiente são aspectos cada vez mais relevantes para garantir a sua sustentabilidade, porém, frequentemente a sua não integração prejudica a sua análise e dificulta a tomada de decisões.

Apesar de todos os esforços desenvolvidos, quer a nível nacional quer internacional, no sentido de reduzir os índices de sinistralidade laboral, continua-se a conviver com uma dura realidade, em alguns sectores de actividade, nos quais se inclui a construção civil. As campanhas de adopção de mais e melhores medidas de prevenção e mais fiscalização contribuíram para atenuar o número de mortes por acidente de trabalho ao longo dos últimos anos, mas não para os reduzir significativamente. Na tabela 1 apresentam-se os valores dos Acidentes Mortais Objecto de Inquérito de 2005 a 2009 para o sector da construção em Portugal, dados disponibilizados pelo ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho, 2010.

Tabela 1 – Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de Inquérito – 2005-2009

	2005		2006		2007		2008		2009	
	Total	Construção	Total	Construção	Total	Construção	Total	Construção	Total	Construção
Janeiro	8	2	11	7	11	3	14	8	10	7
Fevereiro	10	6	11	5	14	6	16	7	10	4
Março	17	11	13	10	18	7	5	4	8	3
Abril	17	11	13	2	10	7	7	3	10	8
Maio	20	11	26	10	15	8	8	4	4	1
Junho	14	6	14	8	13	7	6	3	8	5
Julho	19	10	15	4	14	8	8	4	5	3
Agosto	21	12	15	6	10	3	8	5	19	6
Setembro	17	6	11	7	15	7	14	10	8	4
Outubro	9	4	13	5	15	12	13	4	12	6
Novembro	8	4	6	4	20	10	13	4		
Dezembro	9	3	9	3	8	4	8	3		
<b>TOTAL</b>	<b>169</b>	<b>86</b>	<b>157</b>	<b>71</b>	<b>163</b>	<b>82</b>	<b>120</b>	<b>59</b>	<b>94</b>	<b>47</b>
<b>%</b>		<b>50,88%</b>		<b>45,22%</b>		<b>50,30%</b>		<b>49,16%</b>		<b>50%</b>

A informação da Tabela 1 é apresentada seguidamente sob a forma de gráficos, que permitem perceber mais facilmente a evolução do número de acidentes de trabalho mortais objecto de inquérito na construção comparativamente com o total de acidentes de trabalho do mesmo género em todas as

áreas de actividade. Na Figura 1 apresenta-se a tendência da evolução do número total de acidentes de trabalho mortais objecto de inquérito ao longo dos últimos cinco anos, comparando-o com o sector da construção. Nas Figuras 2 e 3 apresenta-se a distribuição mensal ao longo dos últimos cinco anos dos acidentes de trabalho mortais objecto de inquérito, respectivamente para todas as áreas de actividade e para a actividade da construção.

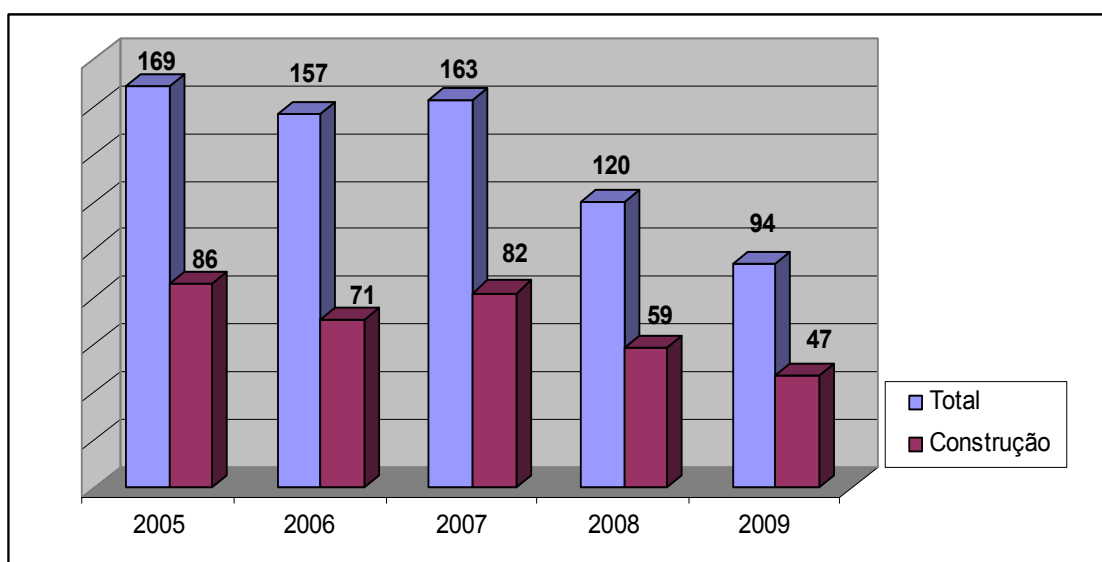


Figura 1 – Evolução do Total de Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de Inquérito, comparativamente com a Construção – 2005-2009

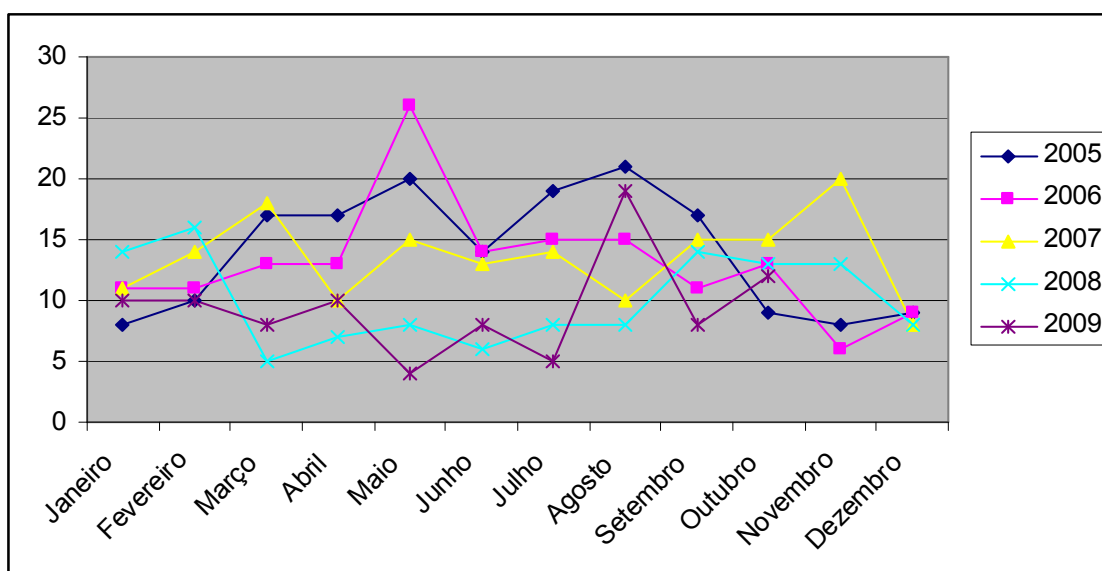


Figura 2 – Distribuição mensal dos Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de Inquérito – em Todas as Áreas de Actividade – 2005-2009

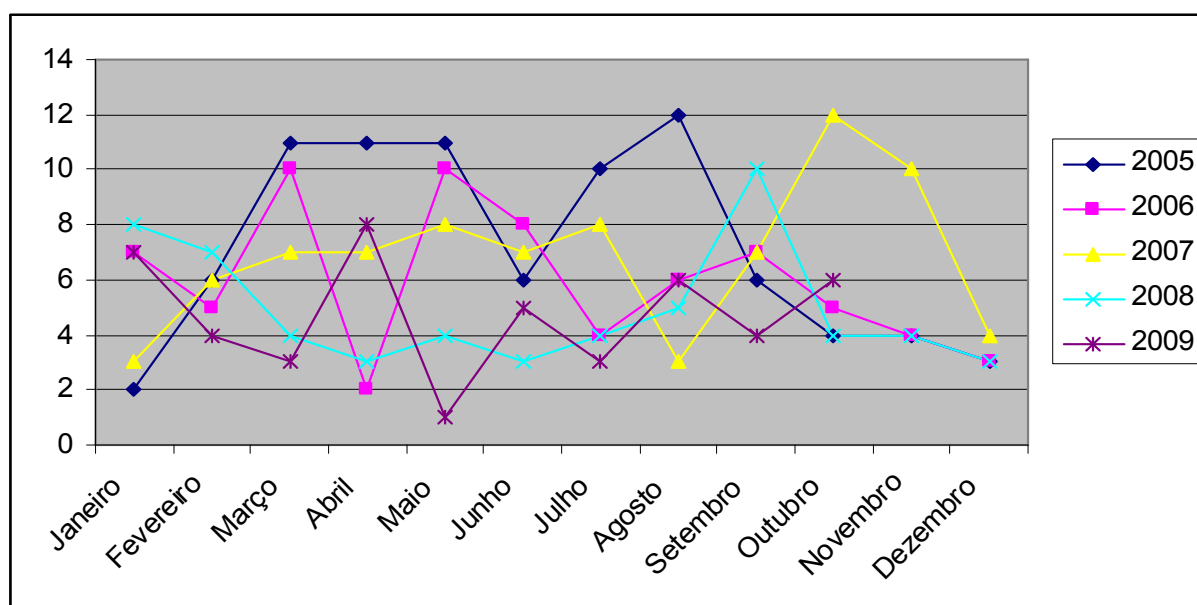


Figura 3 – Distribuição mensal dos Acidentes de Trabalho Mortais Objecto de Inquérito na Construção – 2005-2009

Da mesma forma, o ambiente, que tem sido alvo, nos últimos anos, de uma atenção especial, e da implementação de medidas com grande impacto económico e social, continua a ocupar uma posição de destaque pela negativa no sector da construção civil e obras públicas.

A Reabilitação de Infraestruturas, apesar da crise que se instalou no sector desde há já alguns anos, é ainda uma área onde são necessários investimentos continuados ao nível económico e especialmente tecnológico.

As redes de infraestruturas pertencentes a entidades, industriais e fornecedoras de serviços de água, saneamento, gás e electricidade, têm sido alvo de enormes investimentos, necessitando por períodos mais ou menos alargados de manutenções ao nível das canalizações, condutas para cabos e gasodutos subterrâneos. É também cada vez mais relevante o especial interesse dessas entidades na instalação ou recuperação de condutas com custos mínimos, existindo uma crescente tomada de consciência de que é economicamente mais favorável a renovação ou a manutenção das infraestruturas sem ter de abrir valas. Muitas das referidas entidades utilizam condutas de diâmetro demasiadamente pequeno para permitir a realização de trabalhos de manutenção utilizando técnicas de tunelamento convencionais.

Os métodos tradicionais “com abertura de vala” para instalação, renovação ou manutenção das infraestruturas causam, na sua grande maioria, perturbações sociais, impactos ambientais e consequentes sobrecustos, que normalmente não são tidos em consideração.

A reabilitação de infraestruturas implica frequentemente a realização de actividades ou trabalhos de risco profissional elevado, cuja exposição por parte dos trabalhadores envolvidos pode influenciar negativamente a sua saúde e integridade física. Nos casos em que tal aconteça, de acordo com a descrição de actividades referida na Lei nº 102/2009, de 10 de Setembro, devem ser tomadas medidas de protecção dos trabalhadores, relativamente aos factores de risco, mais aprofundadas, por forma a evitar consequências de elevado nível de gravidade.

Decorrente do actual panorama económico em que a concorrência e a globalização são realidades comuns a todas as organizações, é necessária uma constante e rápida adequação, a todos os níveis, dos processos e recursos empresariais, respondendo a exigências cada vez maiores de rentabilidade, eficiência, sustentabilidade e inovação. Por outro lado, as preocupações com o bem-estar dos indivíduos e da sociedade em geral, assumem um papel fundamental no nosso quotidiano, traduzidas genericamente pelas boas práticas estabelecidas ao nível da Segurança Ocupacional, do Ambiente e da Responsabilidade Social.

A integração das boas práticas ao nível da Gestão da Qualidade, da Segurança, do Ambiente e da Responsabilidade Social tem vindo gradualmente a impor-se como um objectivo prioritário da maior parte das empresas e da comunidade em geral, tendo essa preocupação estado especialmente presente nas últimas revisões das normas correspondentes à Qualidade (NP EN ISO 9001:2008), Ambiente (NP EN ISO 14001:2004) e Segurança e Saúde Ocupacional (OSHAS 18001:2007 - correspondente à NP 4397:2008). No trilho desta tendência de integração de sistemas começam a dar os primeiros passos, bem como as normas relativas à Responsabilidade Social (NP 4469-1 e ISO 26000), embora nesta área a norma internacional com maior reconhecimento seja ainda a SA 8000.

A abordagem integrada dos referenciais normativos da Qualidade, Ambiente e Segurança, potencia a optimização de recursos, a minimização de princípios contraditórios na coordenação das organizações e a possibilidade de melhorias significativas da produtividade e das condições de trabalho, considerando a interacção dos vários factores de gestão da organização (AFNOR, 2003).

Decorrente da referida abordagem e das melhorias preconizadas está a potencial redução de acidentes de trabalho, em número e em gravidade.

A par dos desafios de melhoria contínua a que a sociedade e as empresas têm de dar resposta, verifica-se uma aparente inércia em alguns sectores de actividade que, apesar da dimensão social que representam, como a construção civil, responsável por uma significativa contribuição para economia nacional, nomeadamente ao nível do emprego, contribuem, lamentavelmente, para a manutenção de elevadas taxas de sinistralidade laboral e acumulam invariavelmente problemas ambientais na maior parte das suas realizações.

Entre as actividades mais afectadas por estes problemas surge a reabilitação de infraestruturas enterradas, realizada através dos tradicionais métodos com “abertura de vala”, frequentemente associada a graves problemas de segurança, problemas ambientais, perturbação social e consequentes sobrecustos de produção.

Entretanto, um pouco por todo o mundo, têm surgido, no decurso dos últimos anos, tecnologias que procuram minimizar os referidos problemas, impondo-se como alternativas aos métodos tradicionais de reabilitação de infraestruturas. De um modo geral, estas tecnologias protegem o ambiente, são menos

poluentes, utilizam os recursos de forma sustentável, reciclam mais dos seus resíduos e tratam-nos de uma forma ambientalmente mais aceitável do que as tecnologias tradicionais (UNEP – DTIE-IETC/ISTT – 2001)

De salientar ainda que a utilização dessas novas tecnologias toma em consideração tanto o desenvolvimento dos recursos humanos como o reforço das capacidades da mão-de-obra local.

As técnicas que têm sido desenvolvidas para esta finalidade são conhecidas internacionalmente como tecnologias “**sem abertura de vala**”, “**no-dig**” ou “**trenchless technologies**”, constituindo a resposta à crescente procura por métodos de instalação e remodelação de condutas sem a necessidade de abertura de valas.

Para a sua ampla utilização, baseada em decisões estratégicas tomadas por parte dos promotores das obras, faltam indicadores credíveis e consistentes, aplicados às várias realidades em que as empresas operam, que permitam quantificar a opção pelas novas tecnologias de reabilitação, ainda por muitos desconhecidas, ponderando e analisando os riscos envolvidos na sua aplicação.

É no pressuposto de que a partilha de informação e de experiências nesta área é fundamental para a mudança de atitude perante as novas técnicas, mais seguras, mais sustentáveis e mais responsáveis socialmente, que se insere o presente trabalho, procurando acrescentar mais um pequeno contributo à melhoria contínua do sector da reabilitação de infraestruturas e em especial da Segurança Ocupacional dos seus vários intervenientes.

O principal objectivo deste trabalho é o de aplicar uma metodologia integrada de avaliação de impactes ambientais e de riscos ocupacionais a obras de reabilitação de Infraestruturas enterradas – condutas, resultando na definição de indicadores de desempenho e de acompanhamento que possam ser utilizados por entidades decisoras e executantes, permitindo um entendimento comum na tomada de decisões relativas ao método de trabalho a adoptar e a outras decisões estratégicas relacionadas com a gestão de projecto, incluindo o planeamento da Segurança e do Ambiente.

A concretização do objectivo da presente dissertação consiste em comparar os resultados dos indicadores integrados propostos para as técnicas de reabilitação aplicadas a cada uma das obras analisadas, com abertura de vala e sem abertura de vala, verificando a viabilidade e eficiência da sua aplicação bem como o estabelecimento de paralelismos e conclusões que sirvam de orientação em casos futuros, justificando a tomada de decisão com base em resultados quantitativos, que poderão, em situações idênticas, servir de valores de referência.

Espera-se também poder contribuir com a partilha da informação recolhida experimentalmente no decurso de duas obras de reabilitação de infraestruturas para a sensibilização de decisores, suprimindo eventuais lacunas de informação relativa às tecnologias “Sem Abertura de Vala”.

## **2 – Estado da arte**

Neste capítulo é feita uma abordagem às técnicas de reabilitação com e sem abertura de vala, procurando ir de encontro aos objectivos propostos para o presente trabalho.

### **2.1 – Métodos de Reabilitação “Com Abertura de Vala”**

Uma descrição concisa e ainda assim abrangente do que são os métodos tradicionais de reabilitação com abertura de vala é-nos fornecido por UNEP – DTIE-IETC/ISTT – 2001:

A abordagem tecnológica com abertura de vala actualmente disponível para o acesso a infraestruturas envolve tipicamente quatro fases:

- Escavação da vala, remoção de terreno e trabalhos de restabelecimento temporário de serviços afectados;
- Colocação e união das condutas e acessórios;
- Recolocação de solos e compactação do material de enchimento seleccionado;
- Reposição dos pavimentos.

Todas as quatro etapas se caracterizam pela grande quantidade de trabalhos físicos necessários. Normalmente têm de ser movidos terrenos e agregados seleccionados, numa quantidade de cerca de 50 vezes a quantidade que é ocupada pela conduta - uma vez durante a escavação e novamente durante a recolocação. Para além disso, a maior parte do trabalho, em cada uma das quatro fases é considerado mão-de-obra intensivo, envolvendo diferentes especialidades que requerem frequentemente a coordenação entre diversas empresas e entidades.

Assim, um grande projecto pode prolongar-se durante um longo período de tempo e ser muito perturbador da vida social, económica e ambiental.

Os acessos às infraestruturas usando métodos sem abertura de vala também exigem trabalhos de superfície, mas não na escala da abordagem com abertura de vala.

### **2.2 – Métodos de Reabilitação “Sem Abertura de Vala”**

A partir de uma parceria existente desde 2008 entre as empresas Camilo de Sousa Mota & Filhos, S.A. – Porto – Portugal e a empresa Rabmer Bau – Linz - Austria, no âmbito da inovação e aplicação de técnicas de reabilitação sem abertura de vala em Portugal, têm vindo a ser adequados e traduzidos para a nossa realidade vários documentos técnicos a partir dos quais se resumiram nos parágrafos seguintes os aspectos mais relevantes.

A aplicação prática dos Métodos de Reabilitação “Sem Abertura de Vala” pressupõe a realização de um conjunto de três etapas, que são:

- A inspecção e diagnóstico;
- A limpeza e reacondicionamento das condutas;

- Reabilitação ou substituição da conduta;

## **2.2.1 - INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO:**

### **3.2.1.1 - Verificação de estanquidade**

Nos testes de estanquidade pode ser usada água ou ar, obtendo-se como resultado um diagrama de variação de pressão, num determinado período de tempo. A monitorização dos dados, obtidos com equipamento de ensaio devidamente calibrado, é realizada com o auxílio de computador que traça um diagrama tempo-pressão.

### **2.2.1.2 - Inspeção com TV**

Antes de se iniciar qualquer trabalho de recuperação, é feito um diagnóstico cuidadoso da situação, utilizando-se para o efeito equipamento de TV instalado em veículos especialmente adaptados para operarem no interior das condutas. É utilizada a mais moderna técnica de captação de imagem, a cores, através de uma objectiva de cabeça articulada que permite obter uma imagem real dos danos numa canalização, localizando-os com exactidão.

Para tratar de uma forma organizada a informação relativa às infraestruturas inspeccionadas, incluindo cadastros, plantas e desenhos CAD, arquivo de informações, esquemas de recuperação, manutenção e orçamentos, aplica-se um software que agrega numa base de dados os referidos elementos, permitindo o tratamento estatístico ou a ligação a programas de CAD, permitindo a visualização das secções de conduta correspondentes.

Com base nos dados recolhidos podem ser elaborados esquemas de recuperação, facilitando um planeamento exacto dos trabalhos a realizar.

### **2.2.1.3 - Utilização de robots**

Ligações ou uniões mal instaladas ou outros obstáculos, tais como penetração de raízes ou incrustações, têm de ser removidas antes de se iniciar a reabilitação das condutas. Este trabalho é realizado através de robots com câmaras de vídeo controlados remotamente, semelhantes ao modelo apresentado na Figura 4. Acoplando-se diferentes dispositivos ao robot, realizam-se várias tarefas importantes de reabilitação. Estes robots são também usados para reabrir as ligações/uniões, assim como os ramais existentes, depois da renovação da conduta estar concluída.

O robot é controlado a partir de um veículo especial com equipamento de telecomando e gravação de imagem, situado numa das extremidades da conduta. O robot pode avançar e movimentar-se com grande precisão no interior de condutas com diâmetro de 150 a 500 mm e vencer distâncias até 200 m, mantendo-se operacional mesmo quando submerso, até 10 m de profundidade. De modo a poder manter a filmagem centrada no eixo da conduta utilizam-se diversos acessórios, como eixos de maior comprimento, rodas de maior diâmetro ou um braço central elevatório. Para cada tipo de superfície e/ou inclinação existem também vários tipos de rodas com diferentes capacidades de tracção.

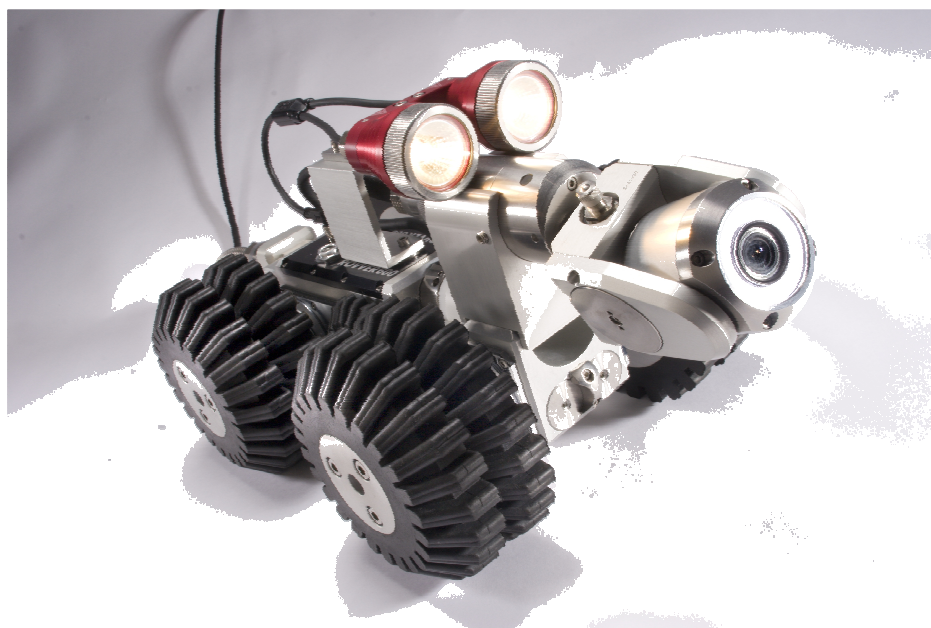


Figura 4 – Robot de Inspeção de Vídeo

## **2.2.2 - LIMPEZA E RECONDICIONAMENTO DE CONDUTAS**

As principais condições para a execução de trabalhos de recuperação, são a limpeza profunda e a calibração das tubagens, existindo para cada uma dessas exigências um processo de tratamento correspondente.

### **2.2.2.1 - Limpeza com escovilhão**

Este método de limpeza é utilizado em canalizações de pressão, nos sectores do gás, da água e do petróleo, a partir de diâmetros de 50 mm, para a remoção de depósitos e de corrosão interna, ou para a desinfecção biológico-bacteriológica. Através de uma estação especial integrada, são introduzidos na canalização diferentes elementos de limpeza, escovilhões ou dispositivos “PIG” (dispositivos cilíndricos de plástico ou espuma de borracha que devem o seu nome à semelhança com os porcos, que entram limpos e saem sujos de qualquer local, e também pelo som produzido ao passarem no interior dos tubos, semelhante a grunhidos de porco), com diferentes graus de dureza e formas de revestimento, sendo deslocados para a frente com a pressão de água. Para finalizar, é efectuada uma secagem com ar comprimido. Desta forma é possível limpar tanto os sistemas abertos como fechados em muitos quilómetros, sem escavação ou separação de tubagens, tudo de uma vez.

### 2.2.2.2 - Lavagem a alta pressão

A lavagem a alta pressão é utilizada para limpeza de tubagens de saneamento ou remoção de depósitos não endurecidos. Por meio de uma bomba de alta pressão, a água é injectada na canalização, atingindo-se um caudal que pode atingir os 300 l/min. e pressões até 240 bar. Utilizam-se nestes casos veículos de apoio normalmente equipados com dispositivos de sucção.

### 2.2.2.3 - Limpeza mecânica

Os aparelhos de limpeza mecânica destinam-se sobretudo a soltar e libertar os depósitos endurecidos, removendo-os. Conforme o grau de sujidade e o diâmetro nominal das tubagens, são utilizadas fresas hidromecânicas, cabeças de limpeza por correntes e bicos giratórios, assim como guinchos de diferentes forças de tracção. Estes equipamentos, após serem introduzidos nas caixas de visita, são puxados através das secções a reabilitar.

### 2.2.2.4 - Limpeza a muito alta pressão

Para obter superfícies metálicas decapadas, sem gordura nem corrosão, utilizam-se aparelhos de jacto de água de muito alta pressão, capazes de produzir pressões até 2.000 bar. Este processo é essencial para a recuperação de condutas em que é necessária uma adesão óptima entre a tubagem antiga e a nova. Apresenta-se um exemplo de suporte móvel deste tipo de equipamento na Figura 5.



Figura 5 – Equipamento de Lavagem de alta pressão

## 2.2.3 - COMPARAÇÃO DE ALGUMAS DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE INFRAESTRUTURAS - CONDUTAS

Dependendo do tipo de conduta, do tipo de intervenção a realizar, dos condicionalismos externos existentes e de um conjunto de outros factores dimensionais devidamente ponderados caso a caso, é cuidadosamente seleccionada uma técnica ou um conjunto de técnicas a aplicar, tendo em vista a máxima eficiência e eficácia da intervenção. Apresenta-se na Tabela 2 um resumo comparativo das especificações de utilização de cada técnica.

Tabela 2 – Comparação das principais técnicas de Reabilitação de Infraestruturas – Condutas (CSM/Rabmer)

	ENCAMISAMENTO (Relining)					Reparação pontual (Spot Repair)		Rebentamento de conduta "Pipe Bursting"
	CIPP Technology		Tubo em "U" "Close Fit Pipe"	Segmentos Curtos (Short Pipe)	Revestimento Interno "Sealing Procedure WECO"	Com robot "Hat System"	"Partliner System"	
	Condutas gravíticas	Condutas sob pressão						
<b>Gás</b>	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓
<b>Saneamento</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Água Potável</b>	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
<b>Produtos industriais</b>	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓
<b>Díâmetros (mm)</b>	80 a 1800	80 a 1400	100 a 400	200 a 2600	≥ 600	200 a 500	100 a 600	100 a 600
<b>Comprimento máximo (m)</b>	300 (500*)	300 (500*)	600	150	-	-	0,6 a 4	100
<b>Espessura da parede (mm)</b>	3 a 20	3 a 20	5 a 12	-	-	-	-	-
<b>Material das condutas a substituir</b>	Todos os tipos	Todos os tipos	Todos os tipos	Todos os tipos	Todos os tipos	Todos os tipos	Todos os tipos	Todos os tipos
<b>Material da nova conduta</b>	Poliéster / Vinilester / Resina epoxy	Poliéster / Resina epoxy	PEAD/PVC/ específicos	Fibra de Vidro/PVC/ PEAD	Borracha	Poliéster com resina epoxy	Resina epoxy	PEAD / PP / Ferro fundido
<b>Forma do perfil</b>	Circular Oval	Circular	Circular	Circular Oval	Circular	Conexões em forma de chapéu	Circular	Circular

\* dependendo da dimensão e espessura da parede da conduta a reabilitar

### 2.2.3.1 - ENCAMISAMENTO COM CURA NO LOCAL - CONDUTAS GRAVÍTICAS (CIPP Technology)

Este sistema de reabilitação aplica-se especialmente a condutas de saneamento, tanto em linhas principais como em ramais domésticos, com diâmetros até 1 800 mm e comprimentos até 500 m. Adapta-se a qualquer perfil, circular, oval ou outro, sendo inclusivamente possível recuperar condutas arqueadas e curvas.

Esta tecnologia baseia-se na impregnação de uma manga têxtil flexível com resina termoendurecida (polyester, vinilester ou resina epoxy). A manga é desenrolada de forma invertida, por meio de pressão, no interior da conduta antiga, sendo curada no local por meio de ar ou água quente ou luz ultravioleta.

Antes de iniciar o encamisamento, a conduta a reabilitar é inspeccionada e limpa de raízes ou outros obstáculos. A instalação é feita a partir de dois pontos de acesso, que são normalmente caixas de visita já existentes, com um equipamento semelhante ao pormenor apresentado na Figura 6 .



Figura 6 – CIPP – Condutas Gravíticas

De acordo com padrões internacionais e normas aplicáveis a este tipo de revestimentos, existem várias soluções específicas que diferem na estrutura da manga, no tipo de resina a aplicar, na espessura da parede e na técnica de endurecimento. Apenas quando é usada a resina epoxy se obtém a aderência completa da manga à estrutura antiga, com o preenchimento completo dos espaços vazios.

As uniões e derivações existentes são reabertas com o auxílio de um robot controlado remotamente. Quando são usadas resinas de poliéster ou vinilester essas uniões ou derivações têm de ser vedadas com um sistema especial designado “Sistema de chapéu”. No final é realizada uma inspecção com câmara de vídeo.

### **2.2.3.2 - ENCAMISAMENTO COM CURA NO LOCAL - CONDUTAS SOB PRESSÃO (CIPP Technology)**

Utiliza-se este sistema na reabilitação de condutas sujeitas a pressão, designadamente: água potável, esgotos, gás, petróleo, produtos industriais, etc., com diâmetros de 80 mm a 1400 mm e comprimentos até 500 m. Com este sistema é também possível recuperar condutas arqueadas e curvas.

Esta tecnologia baseia-se na impregnação de uma manga de material flexível e resistente à pressão, com resina epoxy. A manga é desenrolada de forma invertida, por meio de pressão, no interior da conduta antiga, sendo curada no local com vapor a alta temperatura. Obtém-se deste modo um endurecimento da resina, que adere à conduta original, preenchendo as fendas e fissuras que possam existir.

Antes de iniciar o encamisamento, a conduta a reabilitar é inspeccionada e limpa com alta pressão. Dependendo do seu estado, podem ser aplicadas diferentes espessuras de revestimento, entre 3 a 20 mm. No caso de existirem danos estruturais graves, são aplicadas mangas multi-camada que asseguram a necessária rigidez e resistência às pressões internas. Os revestimentos são seleccionados atendendo às especificações dos produtos a que se destinam, como por exemplo: água potável, gás, petróleo óleo ou produtos químicos.

Para reabilitar uma determinada secção de conduta é necessário dispor de dois pontos de acesso, no início e no final do tramo, com dimensão aproximada de 1,5 x 1,5m.

As uniões e derivações podem ser aplicadas directamente na manga de encamisamento ou na conduta antiga, através de acessórios moldados ou outros. São abertas por meio de sistemas de robots de controlo remoto. A colagem do revestimento ao tubo antigo assegura uma estanquidade da abertura da derivação.

No final da aplicação, antes de colocar a conduta em carga, é realizado um teste de pressão e uma inspecção com câmara de vídeo, utilizando uma ligação com sistema de flange tradicional.

### **2.2.3.3 - ENCAMISAMENTO COM TUBO EM “U” - CLOSE FIT PIPE**

É possível utilizar este sistema na reabilitação de qualquer tipo de conduta, de água potável, saneamento, gás, petróleo, produtos industriais, etc., em diâmetros nominais que vão de 100 aos 400 mm e para comprimentos até 600 m.

Os tubos utilizados nesta técnica, em PEAD ou PVC são deformados, na fase da sua produção, através de processos termo-mecânicos, adquirindo a forma de “U”, Obtém-se assim uma redução de diâmetro de aproximadamente 25 a 30 %. Após ser produzido o tubo é enrolado num tambor, facilitando não só o seu transporte, até à frente de trabalho, como também a própria introdução nas condutas a reabilitar, tal como se pode ver na Figura 7.

Antes de iniciar a colocação do tubo em “U”, a conduta a reabilitar é inspeccionada e limpa cuidadosamente. A instalação é feita a partir de dois pontos de acesso, que, no caso das infraestruturas de saneamento são normalmente as caixas de visita já existentes. Quando se torna necessária a escavação de acessos, estes necessitam apenas de uma abertura com cerca de 1,5 x 1,5 m.



Figura 7 – Encamisamento com Tubo em “U”

Dependendo do estado de conservação da conduta a reabilitar, é seleccionada a espessura e o material do tubo em “U”. No caso da utilização se destinar a água potável ou gás, são utilizados tubos em PEAD testados e certificados para o efeito. Para utilizações industriais são utilizados tubos com revestimentos especialmente estudados e adaptados a cada situação.

O tubo em “U” é colocado no interior da conduta a recuperar, sendo então puxado a partir da outra extremidade com um guincho. A forma final, expandida, obtém-se com a aplicação de vapor sob pressão, o que contribui para um ajuste à conduta antiga, sem folgas.

A união do tubo em “U”, que se moldou à forma da conduta original é efectuada por meio de vedações de borracha na entrada da caixa, ajustadas à respectiva dimensão. As derivações existentes são reabertas com o auxílio de um robot controlado remotamente. O posicionamento exacto dessas derivações é obtido pela medição exacta, com uma câmara de vídeo, antes do trabalho de recuperação.

No final é realizada uma inspecção geral com câmara de vídeo.

#### **2.2.3.4 - ENCAMISAMENTO DE SEGMENTOS CURTOS - SHORT PIPE RELINING**

No processo de revestimento de segmentos curtos de tubagem, são introduzidos elementos "rígidos", individualmente, num dispositivo de avanço que, passo a passo, os faz deslocar até à secção da conduta a ser reabilitada.

Os tubos individuais podem ser de Fibra de Vidro, PVC ou PEAD e, na maioria dos casos, são especialmente preparados para cada situação de recuperação. Este sistema pode ser aplicado tanto para perfis circulares como para perfis ovais, com diâmetros nominais entre os 200mm e os 2600 mm.

Para instalar o dispositivo de introdução é necessário preparar uma abertura (poço de ataque), que deve ser convenientemente entivada, tal como se pode ver na Figura 8. A união entre cada um dos tubos individuais é iniciada nessa abertura, sendo possível, em casos especiais, realizar as uniões na secção da conduta a tratar.



Figura 8 – Encamisamento de Segmentos Curtos

O comprimento máximo que pode ser introduzido em segmentos rectos é de 150m, podendo atingir-se curvaturas e desvios com um ângulo até 3°, aproveitando o grau de mobilidade das uniões.

Aquando da introdução dos tubos individuais, formam-se forças de atrito e fricções extremas nas paredes das condutas, limitando desse modo o comprimento a ser avançado numa coluna de tubos, sendo assim correspondentemente encurtado.

Sendo o diâmetro externo máximo da tubagem introduzida menor que a secção a consertar, existe uma folga anelar que normalmente tem de ser preenchida.

Nas tubagens de PEAD, as ligações das colunas de tubos são feitas sobre uma faixa pré-soldada com falanges de aço de desengatar. Nos diâmetros menores a união pode ser feita a partir de acessórios electrossoldados.

Nos revestimentos internos de plástico reforçado com fibra de vidro, a união das tubagens é feita através de acoplamentos do tipo “Straub”.

### **2.2.3.5 - REVESTIMENTO INTERNO - SEALING PROCEDURE**

O processo patenteado de recuperação da impermeabilização interna de tubagens “WECO” é utilizado a nível mundial há mais de trinta anos para a recuperação e renovação, sem escavação, de canalizações de gás, água potável e de esgotos a partir de diâmetros nominais iguais ou superiores a 600 mm.

Este processo baseia-se na aplicação de guarnições sem fim, de borracha, com um perfil de união especial, tal como representado na Figura 9. Após uma limpeza apropriada da conduta a reabilitar e de um tratamento prévio, são aplicadas as bandas de borracha no local onde se verificam as fugas ou infiltrações. A par de um correcto posicionamento é importante aplicar uma boa compressão. Para a fixação utilizam-se tiras tensoras de aço inoxidável, através de cilindros hidráulicos e de diversas placas distanciadoras com diversas larguras, que são comprimidas nas ranhuras previstas para o efeito, no perfil de borracha.



Figura 9 – Revestimento Interno

## 2.2.3.6 - REPARAÇÃO PONTUAL - SPOT REPAIR

### 2.2.3.6.1 - Com robot

Utiliza-se na recuperação de ramais e derivações danificados, com o chamado "Hat System", que consiste em posicionar e comprimir peças especiais em forma de chapéu, em poliéster impregnado com resina epoxy. Para o efeito utiliza-se um veículo-robot com possibilidade de adaptação de diferentes ferramentas e monitorização por vídeo. O endurecimento da resina realiza-se com luz UV. Com este sistema é possível recuperar condutas de 200 a 500 mm e ramais de 100 a 250 mm.

### 2.2.3.6.2 - "Partliner System"

Esta técnica utiliza-se na reabilitação de condutas de saneamento com secções parcialmente danificadas, compreendidas entre os 60 cm e os 4m de comprimento e para diâmetros entre os 100 e 600 mm.

Com a ajuda de um "posicionador" e uma câmara de vídeo, uma manga flexível, impregnada com resina epoxy é posicionada na área afectada, sendo então pressionada contra a parede da conduta existente, tal como se pode visualizar na Figura 10. Obtém-se um revestimento sem emendas, aderente às paredes da antiga conduta e em que as falhas e irregularidades existentes são preenchidas pela resina.



Figura 10 – Reparação Pontual

### 2.2.3.7 - REBENTAMENTO DE CONDUTA - PIPE BURSTING

A tecnologia de rebentamento de condutas permite, de uma forma rápida e sem abertura de vala, a renovação de condutas de diâmetros entre 100 e 600 mm. A conduta antiga é fracturada e extrudada, por acção de uma lâmina de rebentamento, alargando na direcção dos solos circundantes, tal como representado na Figura 11. A nova conduta, com diâmetro igual ou superior à antiga, é instalada em simultâneo.

Todos os tipos de condutas podem ser reabilitados por este processo, sendo no entanto necessárias lâminas de corte e rebentamento especiais para o grés, o betão e o ferro fundido. Poderá haver limitações de aplicação nalgumas condutas de betão armado. As condutas de substituição podem ser de PEAD, PP ou ferro fundido dúctil.

Para aplicar esta técnica é necessário proceder à escavação de pequenos poços de acesso nas duas extremidades da conduta a substituir. Instala-se seguidamente o equipamento de rebentamento numa das extremidades, após o que é inserido um tirante metálico através da conduta existente, até à outra extremidade. Aí ligam-se as lâminas de rebentamento e, através de um expansor, é ligada a nova conduta a inserir. Inicia-se então a recolha do tirante com equipamento hidráulico capaz de traccionar até 80 toneladas.

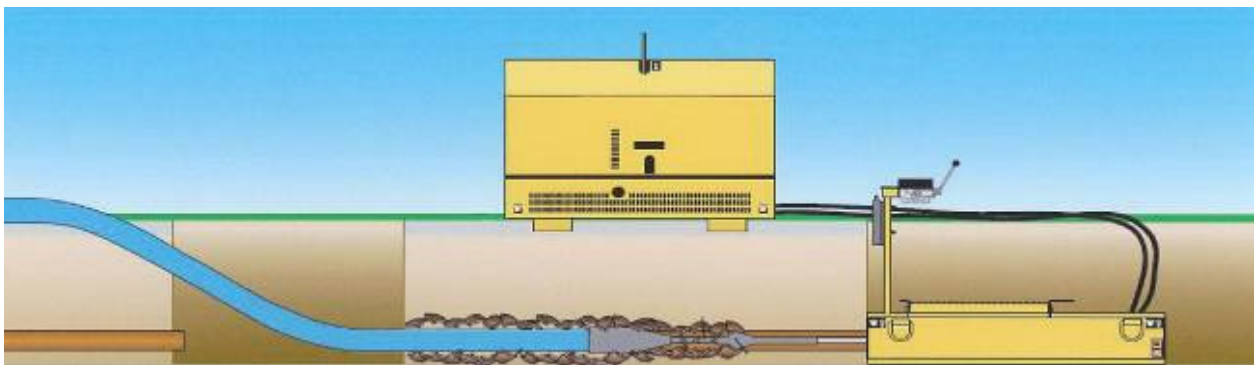


Figura 11 – Rebentamento de Conduta

### 2.2.3.8 - RECUPERAÇÃO DE CONSTRUÇÕES

As redes de saneamento, água ou de produtos químicos não são compostas apenas por condutas. Cada rede é constituída por várias obras estruturais, de que fazem parte caixas de visita, ou caixas de acesso, instalações de transferência, reservatórios e sistemas de bombagem, entre outros.

As superfícies deterioradas de betão, quer estejam enterradas ou à superfície, podem ser tratadas com recurso às mais modernas tecnologias de revestimento. Para o efeito, utilizam-se materiais com base em laminados ou materiais especiais, com características de aderência em meio húmido.

Para vedar as fendas e fissuras evitando a penetração de água nos perfis e nas construções transitáveis, utiliza-se a injeção a alta pressão (até 170 bar) de produtos à base de poliuretano.

Os espaços vazios existentes são preenchidos, obtendo-se uma ligação extremamente resistente e completamente estanque.

O material injectado, com elasticidade permanente, absorve os movimentos nas fissuras, tem uma resistência química extremamente elevada, é compatível com o meio ambiente e está homologado para utilização com água potável.

Uma alternativa ao revestimento de canais de grande perfil são as peças moldadas de diferentes materiais, fabricados à medida para o perfil e diâmetro nominal de cada caso.

### 3 – Aspectos metodológicos

A integração de sistemas de gestão abraça os aspectos comuns de cada um dos sistemas para melhorar a eficácia e a eficiência do negócio. Deste modo perspectiva-se o desenvolvimento de uma estrutura de um sistema de gestão que integre os aspectos comuns dos sistemas individuais para evitar duplicações.

As normas ISO 9001, ISO 14001 e ISO 18001 apresentam princípios comuns preparados para conviverem e serem desenvolvidos em conjunto, podendo considerar-se cada um deles um sub-sistema do Sistema de Gestão da Organização, tal como se representa graficamente na Figura 12.

Permitem também a abordagem sistemática de todas as actividades que possam influenciar a Qualidade, e/ou o Ambiente e/ou a Segurança, privilegiando as actividades de prevenção em detrimento de actividades de mera constatação de resultados de inspecção/ monitorização ou de correcção.

Regra geral a integração de sistemas tem em vista a obtenção de:

- Minimização de riscos
- Melhoria de desempenho
- Aumento dos resultados

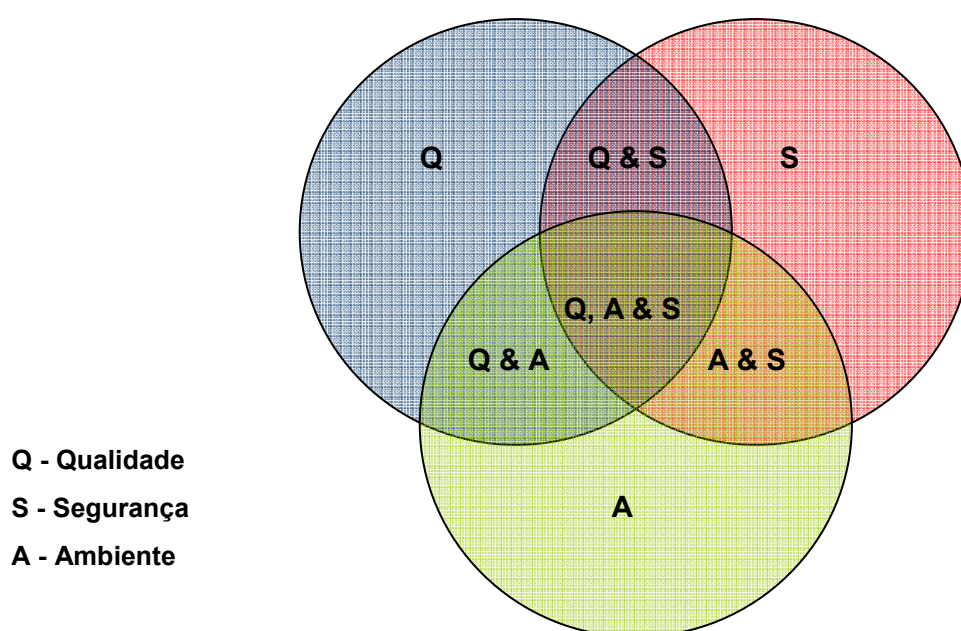


Figura 12 – Modelo de Integração de Sistemas

O método de Reabilitação de Infraestruturas enterradas usado no caso de estudo é o método de Rebentamento de Conduta, mais comumente conhecido como método "Pipe Bursting". Refira-se que este método foi aplicado pela empresa Camilo de Sousa Mota & Filhos, S.A. numa obra para a EPAL - Lisboa, entre 2009 e 2010.

É um método ainda pouco utilizado no nosso país, embora com grande potencial de utilização no tipo de obra em ambiente urbano e com inúmeras referências a nível internacional. A sua utilização requer equipamento específico e pessoal treinado na sua operação. Como principais vantagens, relativamente aos métodos tradicionais com abertura de vala, destaca-se a reduzida interferência da obra nas áreas de intervenção, a minimização de impactes ambientais e de segurança ocupacional e a facilidade de manter o planeamento dos trabalhos, evitando interferências com o tráfego citadino e as infraestruturas existentes no subsolo.

No caso concreto de estudo acresce a vantagem de se evitar o contacto directo com um elemento de elevado risco para a saúde – o fibrocimento, mais concretamente o amianto nele contido.

A escolha dos indicadores de acompanhamento na reabilitação de infraestruturas enterradas, devem ser determinados em conformidade com o tipo específico de trabalhos em execução. Existem alguns parâmetros que são transversais a todo o sector da construção estendendo-se até outros sectores, como por exemplo os referentes aos custos, aos prazos e à qualidade dos processos. Existem igualmente parâmetros específicos de cada obra de construção. Estas especificidades devem obviamente ser tidas em conta no processo de escolha. Para se proceder à escolha dos indicadores na construção deve ser feita uma análise do tipo de obra e do tipo de trabalhos que se executam, acompanhando a obra no local. Pretende-se, desta forma, que a informação a analisar e a transmitir seja o mais relevante possível.

Apesar de, para as obras analisadas, existirem vários indicadores disponíveis dentro da organização, optou-se por resumir os indicadores a utilizar apenas a dois tipos distintos, apresentados na Tabela 3, considerados mais adequados ao tipo de informação que se quer transmitir no âmbito do presente trabalho:

- Indicadores de acompanhamento – fornecem informações que permitem verificar o estado dos processos e visam o controlo das actividades. A informação fornecida por este tipo de indicador pode ser utilizada na correcção das mesmas (Costa, 2008);
- Indicadores de apreciação – são baseados nos resultados finais dos processos e podem ser utilizados como ponto de referência para actividades futuras semelhantes ou comparação com valores pré-estabelecidos. O seu valor pretende ajudar na avaliação geral dos processos (Costa, 2008).

A selecção e utilização de indicadores de desempenho deve estar, na medida do possível, enquadrada nos sistemas de gestão existentes na organização, tirando partido da metodologia desenvolvida, da sistematização da recolha e tratamento dos dados e do histórico que possa existir.

Sendo uma das principais finalidades dos indicadores de desempenho a possibilidade de prever a evolução e o risco associado a determinadas actividades / operações, o que permite agir preventivamente no decurso das mesmas ou em realizações futuras, é importante garantir a facilidade e rapidez de obtenção dos dados, procurando obedecer aos seguintes princípios: Selectividade, Representatividade, Simplicidade, Baixo custo, Acessibilidade (transparência), Estabilidade, Abordagem experimental, Comparação externa e Melhoria contínua (Costa, 2008).

Tabela 3 - Indicadores de Gestão, Ambiente e Segurança na Reabilitação de Infraestruturas

Grupo	Indicadores	Unid.	Fórmula
Gestão	1 - Desvio de Prazo de construção da obra	%	$\frac{\text{Duração efectiva} - \text{Prazo previsto}}{\text{Prazo previsto}} \times 100$
	2 - Desvio de Custo	%	$\frac{\text{Custo efectivo} - \text{Custo previsto}}{\text{Custo previsto}} \times 100$
	3 - Falhas de Fornecimentos de Materiais e/ou Serviços	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Falhas de Fornecimentos}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Fornecimentos}} \times 100$
	4 - Falhas de Equipamento	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Horas de Avaria Equipam.}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas Máq. Trabalháveis}} \times 100$
Segurança e Saúde Ocupacionais	5 - Trabalhadores expostos ao ruído:	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de trab. exp. [Lepd} > 90 \text{ dB (A)]}}{\text{N}^\circ \text{ médio de trabalhadores}} \times 100$
	6 - Índice de Gravidade de Acidentes de Trabalho	Un	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Dias Úteis perdidos}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas-Homem trabalhadas}} \times 10^3$
	7 - Índice de Frequência de Acidentes de Trabalho	Un	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Acidentes com Baixa}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas-Homem trabalhadas}} \times 10^6$
	8 - Índice de Incidência de Acidentes de Trabalho	Un	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Acidentes com baixa}}{\text{N}^\circ \text{ médio de trabalhadores}} \times 10^3$
Ambiente	9 - Consumo de Água	Euros	Custo mensal médio de água
	10 - Consumo de Energia Eléctrica	Euros	Custo mensal medio de energia eléctrica fornecida pela rede pública
	11 - Consumo de Combustíveis	Euros	Custo mensal médio de Gasóleo e Gasolina
	12 - Custos de gestão de resíduos - RCD's e outros.	Euros	Custo mensal médio de gestão de resíduos
Risco agregado de Segurança e Ambiente	13 - Índice de Risco agregado (Segurança e Ambiente)	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Items Não Aceitáveis}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Items considerados}} \times 100$
	14 - Nível máximo de risco	Un	Valor do Índice de Risco mais elevado
	15 - Índice de Risco Muito Elevado	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é muito elevado}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$
	16 - Índice de Risco Elevado	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é elevado}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$
	17 - Índice de Risco Médio	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é médio}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$
	18 - Índice de Risco Menor	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é menor}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$

Para além dos “tradicional” indicadores associados à gestão da obra, à segurança e saúde e aos impactos ambientais, são agora propostos novos indicadores, destinado a monitorizar o nível de risco – IR agregado, que contempla simultaneamente os aspectos da Segurança e Saúde Ocupacional e do Ambiente.

A metodologia de análise de riscos a utilizar será a referida no trabalho de Antunes (2009)

A implementação de uma eficaz metodologia de análise de riscos é de primordial importância para a prevenção de acidentes nas organizações quer sejam eles do foro da segurança e higiene ocupacionais, quer do foro ambiental. O constante desenvolvimento e a consequente diversificação dos processos produtivos aumentam a dificuldade de analisar convenientemente os factores de risco, devendo a implementação de medidas preventivas basear-se numa completa análise dos riscos.

Devido à deficiente determinação dos aspectos que podem constituir riscos elevados para a segurança e saúde dos trabalhadores e impactes ambientais negativos, as pequenas e médias empresas (PME) enfrentam grandes dificuldades na avaliação desses impactes e riscos.

O trabalho de Antunes (2009) vai de encontro às necessidades de Pequenas e Médias Empresas relativamente à identificação eficiente e comum de perigos e avaliação de riscos de segurança e à completa identificação de todos os aspectos ambientais e a avaliação dos seus impactes, de forma agregada e abrangente a qualquer tipo de actividade económica ou organização produtiva.

O objectivo principal do seu trabalho foi propor uma metodologia que permita, de forma agregada, a rápida identificação dos riscos de segurança e higiene ocupacionais assim como dos aspectos e impactes ambientais envolvidos, a partir da recolha de informação no processo produtivo, num único momento, para as duas componentes, de segurança e ambiente.

Foram também acauteladas a possibilidade de aplicação a diferentes tipos de organizações, a facilidade de utilização, a garantia de identificação de um elevado grau de aspectos, a orientação do técnico para os aspectos mais relevantes da componente face aos dados obtidos, a possibilidade de evolução e a possibilidade de acompanhar as modificações dos processos da organização.

## 4 – Caso de estudo

Embora o enfoque principal do caso de estudo se direcione prioritariamente para as técnicas de reabilitação de infraestruturas sem abertura de vala -Obra 1, apresenta-se paralelamente um pequeno descritivo de um caso semelhante no qual foram utilizadas técnicas de reabilitação de infraestruturas tradicionais, com abertura de vala - Obra 2, possibilitando a comparação entre os dois tipos de técnicas e entre os correspondentes indicadores.

No entanto, tendo sido cada um dos casos tratado de acordo com uma estrutura organizativa distinta, resultante de diferentes definições estratégicas iniciais de preparação e execução de obra, em tempos diferentes, de acordo com as necessidades da empresa e do cliente, alguns dos valores apresentados não evidenciam rigor semelhante, tendo em conta a forma como foram obtidos e contabilizados.

Dados resumo das obras analisadas:

**Obra 1** – Reabilitação de infraestruturas enterradas utilizando técnicas sem abertura de vala.

Designação: “**Renovação da Rede de Distribuição de Água em Lisboa –Avenida Estados Unidos da América e Outras**”

Cliente: **EPAL**

Localização: **Lisboa – Av. Estados Unidos da América e Outras**

Prazo: **11 meses**

Início: **Fevereiro 2008**

Valor: **1 137 011 €**

**Obra 2** – Reabilitação de infraestruturas enterradas pelo método tradicional – com abertura de vala.

Designação: “**Melhoria da Rede de Distribuição de Água a Lisboa – Alameda D. Afonso Henriques e Outras**”.

Cliente: **EPAL**

Localização: - **Lisboa – Alameda D. Afonso Henriques e Outras**

Prazo: **10 meses**

Início: **Julho 2009**

Valor: **1 577 895 €**

## 4.1 - Obra 1 – Reabilitação sem abertura de vala.

Esta obra insere-se nas obras de substituição de condutas de água em ferro fundido e fibrocimento que apresentam uma idade avançada, bem como os ramais de ligação em chumbo, em plástico e em ferro fundido.

Estão também incluídas neste projecto as obras de construção das câmaras para instalação de medidores de caudal e de pressão e ainda a substituição dos órgãos de exploração e combate a incêndio da rede de distribuição de água, incluindo a substituição das válvulas de seccionamento e das descargas de fundo, e a desactivação das bocas de incêndio, com a instalação de marcos de água.

A empreitada compreende a renovação e ampliação da rede de distribuição de água de 4 frentes de obra de um total de 9 em que a EPAL dividiu a empreitada global.

As principais tarefas a executar na empreitada são:

- a) - Instalação de condutas em tubagem de PEAD, numa extensão de 6.941 m.
- b) - Renovação de todos os ramais de ligação servidos pela tubagem a substituir, estimados em 437 unidades.
- c) - Instalação de 83 válvulas de seccionamento, 24 descargas de fundo e 47 marcos de água.
- d) - Execução de trabalhos de construção civil associados nomeadamente:
  - Câmaras de válvulas de seccionamento;
  - Câmaras de descarga de fundo;
  - Câmaras de ventosa;
- e) - Trabalhos de levantamento e reposição de pavimentos existentes (principalmente em passeios em calçada portuguesa);
- f) - Montagem de equipamentos, nomeadamente válvulas, ventosas e juntas de desmontagem.

Os principais processos constituintes desta empreitada podem resumir-se a:

- 1 – Marcação do traçado - abastecimento provisório de água;
- 2 – Remoção de pavimentos - arranque e reposição de pavimentos (principalmente em passeios em calçada portuguesa e alguns troços de betuminoso);
- 3 – Instalação de conduta – instalação / montagem de tubagem e acessórios utilizando sempre que possível o equipamento de “Pipe-Bursting”; movimento geral de terras; execução de ramais; execução de marcos de incêndio;
- 4 – Obras complementares de construção civil - maciços de amarração; câmaras e órgãos de manobra;
- 5 – Montagem de equipamentos - ensaio de pressão e desinfecção da conduta;
- 6 – Pavimentação / Repavimentação

## 4.2 - Obra 2 - 'Reabilitação tradicional, com abertura de vala

Obra de substituição de condutas de água em ferro fundido e fibrocimento que apresentam uma idade avançada, bem como os ramais de ligação em chumbo, em plástico e em ferro fundido cinzento.

Estão incluídas neste projecto as obras de construção das câmaras para instalação de medidores de caudal e de pressão e ainda a substituição dos órgãos de exploração e combate a incêndio da rede de distribuição de água, incluindo a substituição das válvulas de seccionamento e das descargas de fundo, e a desactivação das bocas de incêndio, com a instalação de marcos de água.

A empreitada compreende a renovação e ampliação da rede de distribuição de água de 7 frentes de obra de um total de onze em que o Dono de Obra dividiu a empreitada global.

As principais tarefas a executar na empreitada são as seguintes:

- a) - Instalação de condutas em tubagem de PEAD e PVC, numa extensão de respectivamente 12 631 m e 843 m
- b) - Renovação de todos os ramais de ligação servidos pela tubagem a substituir, estimados em 943 unidades.
- c) - Instalação de 96 válvulas de seccionamento, 45 descargas de fundo e 91 marcos de água.
- d) - Execução de trabalhos de construção civil associados nomeadamente:
  - Câmaras de válvulas de seccionamento;
  - Câmaras de descarga de fundo;
  - Câmaras de ventosa (1 unidade);
- e) - Trabalhos de levantamento e reposição de pavimentos existentes (principalmente em passeios em calçada portuguesa);
- f) - Montagem de equipamentos, nomeadamente válvulas, ventosas e juntas de desmontagem.

Os principais Processos constituintes desta empreitada podem resumir-se a:

- 1 – Marcação do traçado - abastecimento provisório de água;
- 2 – Remoção de pavimentos - arranque e reposição de pavimentos (principalmente em passeios em calçada portuguesa e alguns troços de betuminoso);
- 3 – Instalação de conduta – instalação / montagem de tubagem e acessórios; movimento geral de terras; execução de ramais; execução de marcos de incêndio;
- 4 – Obras complementares de construção civil - maciços de amarração; câmaras e órgãos de manobra;
- 5 – Montagem de equipamentos - ensaio de pressão e desinfecção da conduta;
- 6 – Pavimentação / Repavimentação

## 4.3 – Descrição do processo construtivo

A descrição do processo é, na sua maior parte, comum às duas obras, diferindo no método de instalação de conduta e consequentes trabalhos acessórios, tempos de actividade e respectiva afectação de recursos, materiais, equipamentos e de pessoal.

### 4.3.1 - Materiais utilizados:

- **Tubagens** – Os tubos utilizados são maioritariamente de Polietileno de Alta Densidade (PEAD).
- **Acessórios** – São utilizados diversos materiais de acordo com a sua função:
  - PEAD**, acessórios que até um determinado diâmetro são electrossoldáveis, sendo soldados topo a topo ou com recurso a uniões electrossoldáveis, tais como, válvulas de tomada em carga, curvas, reduções, tês, colares, uniões, etc.;
  - Ferro Fundido Dúctil**, órgãos de manobra e ligação a outro tipo de materiais, tais como, marcos de água, válvulas de seccionamento e descarga tipo combi-t, juntas de montagem e transição de materiais, etc.;
  - Ferro Fundido**, acessórios que permitem o acesso aos órgãos de manobra (válvulas de tomada em carga, válvulas de seccionamento e de descarga), tais como, tampas de caixas, caixas tronco-cónicas e capacetes móveis (hexagonais ou redondos);
  - Latão**, acessórios que asseguram a transição do material da rede ao ramal domiciliário existente, tais como, casquilhos, casquilhos duplos, tacos e tês para descarga de coluna.
- **Materiais de Construção Civil** - Material de envolvimento da tubagem, enchimento da vala, protecção da tubagem e de construção/reparação de caixas e nichos, tais como, areia, pó-de-pedra, tout-venant, tubagem em PVC, brita, cimento, blocos de cimento, manta geotêxtil e aditivos para argamassas.

### 4.3.2 - Equipamentos utilizados:

Foram utilizados fundamentalmente dois tipos de equipamentos:

- de apoio à soldadura da tubagem e acessórios;
- de apoio à instalação da tubagem.

Relativamente à soldadura de tubagem e acessórios os equipamentos comuns são:

- Equipamento de soldadura – máquina de soldar topo a topo e máquina de electrossoldadura,
- Equipamento de corte de tubagem – guilhotina e tesoura,
- Raspador manual e mecânico,
- Posicionador de electrossoldadura,
- Marcadores para a actividade de soldadura,
- Paquímetro para controlo de soldadura,
- Tenda,

Os equipamentos de apoio à instalação de tubagem são:

- Equipamento de Rebentamento “Pipe Bursting” – instalação da tubagem – apenas na Obra 1,
- Mini-giratória – abertura da vala para instalação de tubagem,

- Mini pá-carregadora – carga de terras e inertes e fecho da vala,
- Carrinha com báscula – movimento de terras, inertes e outros equipamentos,
- Saltitão – compactação do aterro,
- Chapas de Aço – para permitir que as passagens de viaturas estejam sempre transitáveis,
- Taipais de madeira – tapamento provisório de buracos,
- Ferramentas diversas (pás, enxadas, vassouras, etc.).

Para além destes equipamentos, pontualmente, foram utilizados outros meios de apoio, tais como, camiões com grua para o transporte de tubagem e equipamentos para manuseamento de tubagem (retroescavadoras ou giratórias de maior capacidade).

Equipamentos de protecção colectiva – vedações dos locais de trabalho com barras de protecção, os acessos a habitações realizados por passadiços com barras laterais e sinalização rodoviária adequada.

#### **4.3.3 – Operações:**

De referir que os trabalhos de renovação de rede de abastecimento em causa foram executados com a permanência do abastecimento de água, procurando minimizar o tempo de interrupção eventual no abastecimento de água aos clientes. Desta forma, a coordenação das várias tarefas e o conhecimento constante da empreitada foi fundamental para evitar o risco de falhas de abastecimento de água.

Para a execução da obra, as principais actividades desenvolvidas, por ordem cronológica foram:

- Colocação de rede provisória (by-pass);
- Suspensão programada;
- Instalação de tubagem;
- Instalação de acessórios;
- Realização de ensaio de pressão;
- Desinfecção da tubagem;
- Ligação da tubagem;
- Ligação dos ramais definitivos;
- Execução de caixas e nichos;
- Repavimentação;
- Desmontagem da rede provisória (by-pass);
- Limpeza e fim dos trabalhos em cada frente de obra.

Antes do início de qualquer actividade foram solicitados, a todas as concessionárias com serviços enterrados, os cadastros das respectivas infraestruturas. Esta informação foi fundamental para o correcto planeamento da empreitada, ajudando a perspectivar as maiores ou menores dificuldades devido à localização de outras infraestruturas que condicionam os trabalhos, obrigando por exemplo a escavação manual.

#### **4.3.3.1 - Colocação da rede provisória (by-pass)**

Para o abastecimento provisório, foi instalada à superfície, uma tubagem flexível em polietileno com diâmetro nominal de 50 mm, sempre que possível, junto às fachadas dos prédios existentes. Os pontos de ligação são feitos em locais onde não se intervenha na instalação definitiva, tais como, bocas ou marcos de incêndio já existentes e a manter. Preferivelmente a admissão da água é estabelecida em ambas as extremidades da tubagem. Como a tubagem é instalada à superfície, está mais susceptível a grandes variações térmicas e decorrente aumento e diminuição no seu tamanho. Por esse motivo aplicaram-se “liras” em intervalos de 50 m em zona corrente e 25 m para o ponto de ligação fixo. As “liras” são um elemento que permite que a tubagem sofra variações de tamanho, sendo instalada o mais próximo possível das fachadas dos edifícios.

Após a instalação da tubagem, ligam-se os ramais provisórios, através de abraçadeiras de aperto rápido com saída para válvula de passagem instaladas na tubagem. O ramal é desenvolvido através de acessórios de aperto rápido, sendo a transição entre o ramal e o material existente, assegurada por acessórios de latão.

#### **4.3.3.2 - Suspensão Programada**

Para que se possa intervir na rede, é necessário desactivar sequencialmente os vários troços da mesma. Para tal, é necessário seccionar a rede, que pode ser realizada de duas formas: pela manobra de válvulas (fecho de válvulas de seccionamento), ou então pela instalação de extremos que seccionam a rede. Assim, por vezes, é necessário suspender temporariamente o abastecimento de água para que a rede seja esvaziada e se coloquem os extremos. Com antecedência, devem ser realizadas sondagens no local onde se irão instalar os extremos e onde se executarão os maciços de amarração se forem necessários.

#### **4.3.3.3 - Instalação da Tubagem**

A instalação de tubagem pode ser realizado através de duas formas:

- Abertura de Vala Tradicional
- Rebentamento “Pipe Bursting”

Sempre que necessário, antes do início da instalação da tubagem, devem realizar-se sondagens, para determinar a posição da conduta (planta e perfil) existente e demais infraestruturas que possam existir e se for o caso, para seleccionar o melhor esquema de protecção entre infraestruturas

Para trabalhos em que se instalem condutas por rebentamento, deve ser realizado o levantamento prévio de todas as infraestruturas através da prospecção por geo-radar. Este procedimento inclui o levantamento de perfis transversais que permitam identificar o alinhamento da conduta a substituir e o levantamento da profundidade de outras infraestruturas que se cruzem com a conduta.

**a) Abertura de Vala Tradicional** - Esta é a técnica usual de instalação de tubagem que se inicia com o levantamento do pavimento existente, sendo em meios urbanos usualmente a calçada e pontualmente os betuminosos ou as lajetas de betão entre outros materiais. No caso do pavimento ser em calçada,

novamente utilizada na reposição, deve ser acondicionada em recipientes (p. ex. BigBags) que evitam o seu espalhamento, prejudicando assim as condições de circulação e pondo em causa a segurança do local.

Com o apoio dos meios mecânicos, é realizada a escavação do material de aterro da vala, para se retirar a tubagem existente e colocação da tubagem nova. A escavação deve ser realizada até uma profundidade que permita a instalação da tubagem, segundo as prescrições do projecto em causa.

No caso de atravessamento de outras infraestruturas, devem ser utilizadas forras em PVC, de diâmetro imediatamente a seguir ao diâmetro da tubagem a instalar.

O enchimento da vala e respectivas sub-camadas, bem como a compactação do aterro, devem obedecer às prescrições do projecto. Em casos pontuais, em que a conduta fique acima da cota de projecto, deve ser adoptado um esquema de protecção (p. ex. lajetas em betão). O final do aterro deve ser preenchido com pó-de-pedra, regado e compactado, de forma a garantir que não haja arrastamento de material da vala, até que seja realizada a reposição da calçada.

**b) Rebetamento “Pipe Bursting”** - Esta é uma das muitas técnicas de reabilitação de condutas, sem recurso a abertura de vala contínua. Empregando o equipamento adequado, o tamanho original do tubo pode ser aumentado para uma determinada medida, conseguindo-se um aumento da capacidade de transporte do novo sistema. Para além da grande aplicação em linhas de abastecimento de água e gás, o rebetamento de tubagens poderá ser muito vantajoso na substituição dos antigos e subdimensionados colectores de drenagem.

Devido à possibilidade de expansão, é necessário inicialmente efectuar a retirada das ligações laterais, tais como: ramais domiciliários, ligação a outras condutas, derivações, etc.. Embora estejam disponíveis equipamentos controlados remotamente, que permitem a separação dessas ligações, o método mais usual recorre à abertura de um pequeno cabouco que permita o acesso directo à realização da suspensão e posterior ligação. O número e a frequência das ligações laterais, podem ser factores decisivos na avaliação económica da técnica de substituição sem recurso à abertura de vala, em comparação com os métodos tradicionais de instalação.

As condições desfavoráveis para a aplicação do rebetamento das tubagens são:

- Presença de solos expansivos

- Obstruções existentes ao longo da conduta na forma de completo colapso da estrutura

- Pontos de reparações com materiais dúcteis

- Locais de protecção da tubagem com betão

- Grande frequência de ligações laterais (ramais, derivações, etc.)

Para além disso, deve ser tida em grande atenção, a detecção de outros serviços enterrados, de forma a evitar que os mesmos sejam danificados.

O Pipe-Bursting consiste na instalação de tubagem através do seu arrasto dentro de outra já existente. Para isso, é necessário realizar dois poços de ataque em cada uma das extremidades a intervir. Num instala-se o equipamento e no outro introduz-se a tubagem.

O equipamento de rebentamento, consiste numa unidade motriz e numa unidade de rebentamento, composto por vários acessórios, entre os quais:

- Varas em aço de rosca rápida (cada vara com 1 metro de comprimento) – liga a unidade de rebentamento aos acessórios no poço de entrada da tubagem.
- Cabeça de rebentamento – destrói o material existente – ver Figura 13.
- Cabeça de expansão – cria o espaço para instalação da nova tubagem, o seu diâmetro exterior deve ser 20% acima do diâmetro a instalar.
- Cabeça de arrasto – liga o conjunto dos acessórios à tubagem – ver Figura 14.

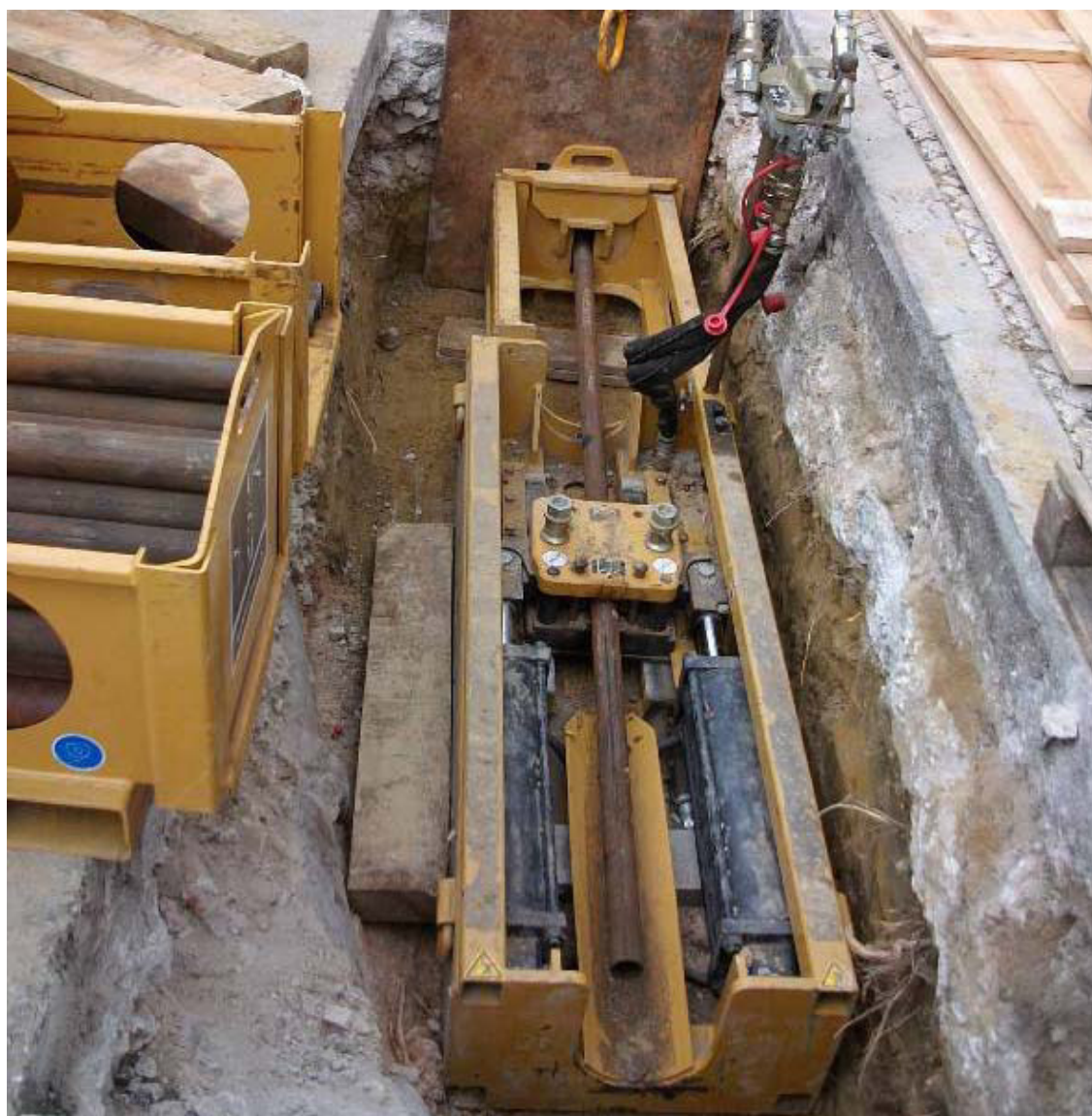


Figura 13 – Unidade de Rebentamento (CSM)



Figura 14 – Cabeça de Arrasto (CSM)

O equipamento utilizado neste exemplo, tem uma força máxima de tracção de 50 toneladas, o que permite a instalação de tubagens até 315mm, com a destruição de tubagens em ferro fundido e fibrocimento e pontualmente o ferro fundido dúctil, o que é o usual neste tipo de rede. Outros equipamentos com maior capacidade, poderão não se adaptar ao pequeno espaço entre infraestruturas para a colocação da unidade de rebentamento. É possível instalar até 100 metros de tubagem por cada rebentamento.

Outra tarefa associada ao rebentamento é a soldadura prévia das varas do tubo, topo a topo, totalizando preferencialmente os metros de tubagem a instalar, caso contrário terão que se instalar as tubagens e soldar os vários troços durante o rebentamento.

A parte inicial da tubagem arrastada deve ser retirada, cerca de 1,2 metros, e servirá de provete para o ensaio da tubagem. Após a instalação da tubagem abrem-se os roços que permitem a instalação dos órgãos de manobra e o desenvolvimento dos respectivos ramais. Este processo termina com o fecho de todos os roços, do mesmo modo que o executado na abertura de vala tradicional.

Uma das principais vantagens na utilização deste método é a execução de travessias, evitando o levantamento e reposição de betuminoso, onde, por norma, fica um ponto frágil. Acresce o facto de se evitarem assim quaisquer condicionalismos à circulação automóvel. (Pinto, 2009)

#### 4.3.3.4 - Instalação de Acessórios

São diversos os acessórios utilizados neste tipo de redes, que permitem a mudança de direcção (curvas), derivações de tubagem (tês, válvulas), união dos vários troços de tubagem (uniões electrossoldáveis), entre outros.

Os acessórios de rede podem ser acoplados de duas formas possíveis, através de soldadura ou por ligação mecânica, garantida por meio de parafusos entre flanges.

Antes da electrossoldadura de qualquer acessório electrossoldável, o tubo tem que ser previamente raspado e limpo de impurezas. De destacar os acessórios de ligação dos ramais (até  $DN \leq 63\text{mm}$ ), as tomadas do ramal em carga, que são também electrossoldáveis permitindo uma completa união à tubagem, deixando de ser um ponto crítico neste tipo de rede. Na ligação mecânica dos acessórios, deve existir especial cuidado com o aperto dos parafusos, para que a união entre flanges fique o mais alinhado e paralelo possível, de modo a que a junta não seja cortada ou danificada. Esta ligação deve ser envolvida, quando enterrada, numa fita protectora tipo Densoplast, que impeça a corrosão dos parafusos e facilite posteriores intervenções.

#### **4.3.3.5 - Realização do ensaio de Pressão**

Após a instalação da tubagem e respectivos acessórios, realiza-se o ensaio de pressão para testar a estanqueidade da rede. Este tipo de ensaio requer uma preparação prévia, que consiste em elevar várias vezes a pressão acima da pressão de ensaio, por norma 1,5 vezes a pressão de exploração, para que a rede estabilize. A preparação do ensaio é realizado com recurso a uma bomba de pressão, “datalogger” que mede e regista a pressão e temperatura e manómetro analógico que confirma os valores obtidos pelo “datalogger”.

Os acessórios de rede devem ser ensaiados na posição de funcionamento, isto é, as válvulas de seccionamento devem estar abertas e as descargas de fundo fechadas. Em ramificações com comprimentos superiores a 1,5 metros terá que se instalar um dispositivo para purgar o ar. O ensaio é realizado no local mais baixo do troço, garantindo que a pressão no ponto mais alto não seja inferior à pressão mínima de ensaio durante a realização deste.

#### **4.3.3.6 - Desinfecção da Tubagem**

Assim que o ensaio seja considerado válido, procede-se à desinfecção da conduta, após o que a conduta é lavada através do escoamento de água corrente. Durante o enchimento da conduta, desinfecção e lavagem, é controlado o teor em cloro livre e total com recurso a um fotómetro. No final recolhe-se uma amostra para ser analisada em laboratório que indicará se a desinfecção e lavagem efectuada foram realizados em conformidade, estando então a conduta própria para a ligação definitiva.

#### **4.3.3.7 - Ligação da Tubagem**

Esta tarefa pode se resumir à simples manobra de válvulas, ou então será necessária a suspensão do abastecimento, para que se esvazie a conduta que se pretende ligar. Este procedimento é semelhante ao referido na Suspensão Programada, contudo aqui instalam-se pequenos troços de tubagem.

#### **4.3.3.8 - Ligação dos Ramais Definitivos**

Assim que a conduta nova esteja em carga, é possível ligar os ramais definitivamente ao material existente. Em ramais de parede, através da ligação do ramal em polietileno e por meio de acessórios de

latão ao material existente (ferro galvanizado, chumbo, aço inox). No caso de ramais de chão, através de juntas de transição de material.

#### **4.3.3.9 - Execução de Caixas e Nichos**

Esta tarefa refere-se aos trabalhos de construção/reparação de caixas que alojam as válvulas de seccionamento e descarga e ao acabamento da zona de ligação do ramal definitivo.

#### **4.3.3.10 – Repavimentação**

Após a execução de ligações, podem então realizar-se todas as reposições do pavimento. Em certos locais esta tarefa pode ser iniciada antes da realização das ligações, sempre que se tenha a certeza que não será necessário abrir novamente qualquer roço.

#### **4.3.3.10 - Desmontagem da Rede Provisória (by-pass)**

Na sequência da ligação dos ramais definitivos retira-se a rede de abastecimento provisório (by-pass). Nos locais onde se enterrou essa tubagem é necessário repor o pavimento.

#### **4.3.3.11 - Limpeza e Fim dos Trabalhos**

Procede-se à limpeza e organização das diversas frentes de obra corrigindo situações pontuais e garantindo a reposição de todas as condições existentes no início da obra. Os resíduos armazenados são devidamente acondicionados e encaminhados para as entidades competentes.

A empreitada fica concluída com a entrega da Compilação Técnica, que inclui a documentação desenvolvida na obra, designadamente: PSS, PGA, Telas Finais e Manuais de utilização de equipamentos.

## 4.4 - Avaliação e Hierarquização de Riscos

É fundamental para qualquer um dos referenciais normativos analisados, ISO 9001, ISO 14001 e ISO 18000, a quantificação do valor do risco, permitindo uma clara e inequívoca orientação de prioridades na definição e implementação de acções de correcção.

No presente trabalho será utilizada a “Metodologia Integrada de Avaliação de Impactes Ambientais e de Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais” (Antunes, 2009).

Assim, e de acordo com a referida metodologia, relacionam-se na Tabela 4 os Processos, os Sub-Processos/Operação, os Equipamentos associados e o Pessoal Envolvido nas operações/tarefas mais relevantes das duas obras analisadas.

### 4.4.1 - Identificação de Operações / Tarefas

Tabela 4 – Identificação de Operações / Tarefas

PROCESSO	SUB-PROCESSO/OPERAÇÃO	EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS	PESSOAL ENVOLVIDO
1 - Colocação da rede provisória (bypass) e Suspensão programada	1.1 - Piquetagem ou Marcação dos Passeios / Faixa de Rodagem	Estacas / Tinta em Spray	Preparador; Encarregado; Dir. de Obra.
	1.2 – Instalação da rede provisória utilizando acessórios de ligação e tubos em polietileno	Ferramentas manuais Camião	Encarregado; Serventes Camionista
	1.3 – Seccionar válvulas	Ferramentas manuais Meios mecânicos de abertura de pequena vala	Encarregado; Serventes
2 - Instalação da tubagem e dos acessórios	2.1 - Sondagens	Geo-radar	Encarregado Dir. de Obra
	2.2 - Corte de betuminosos/Fresagem de pavimento, Remoção de betuminoso ou Arranque de calçada /cubos	Fresadora; Serra de cortar betuminoso; Retro-escavadora; Camião; Ferramentas Manuais	Encarregado; Manobreadores; Serventes; Camionista
	2.3 - Escavações e Movimentação de Terras (Carga e Transporte) / Abertura de Valas	Retro-escavadora; Giratória; Martelo Pneumático; Camião.; Escadas.	Encarregado; Manobreadores; Serventes; Camionista.
	2.4 - Assentamento de Conduta – Obra 2 / Pipe Bursting – Obra 1	Grua Móvel / Camião-Grua Giratória; Camião; Retro-escavadora; PipeBursting + Compressor (Obra 1) Escadas	Encarregado; Manobreadores; Camionista; Serventes.

PROCESSO	SUB-PROCESSO/OPERAÇÃO	EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS	PESSOAL ENVOLVIDO
	2.5 - Soldadura	Máquina de soldar; Gerador.	Encarregado; Soldador.
	2.6 - Fecho de valas – Aterros e Compactação	Retro-escavadora; Giratória; Camião; Cilindro; Placa Compactadora; Saltitão; Ferramentas Manuais; Escadas.	Encarregado; Manobreadores; Serventes; Camionista.
	2.7 - Montagem (e eventual desmontagem) de equipamentos auxiliares e acessórios.	Grua Móvel ou Retro-escavadora; Ferramentas eléctricas; Escadas;	Encarregado; Manobreadores; Serventes; Electricista.
3 - Realização de ensaios de pressão e Desinfecção da tubagem	3.1 – Enchimento das condutas com água sob pressão. Limpeza e desinfecção das condutas. Medição da da pressão.	Bombas de pressão de água Gerador Equipamento de medição e ensaios	Encarregado; Servente; Dir. de Obra
4 - Ligação da tubagem e dos Ramais definitivos	4.1 – Colocação de juntas de ligação e abertura de válvulas.	Ferramentas manuais	Encarregado; Serventes.
5 - Execução de caixas e nichos	5.1 - Alvenarias / elementos pré-fabricados de betão	Ferramentas Manuais; Betoneira Retroescavadora Camião Escadas	Encarregado Serventes Manobreador Camionista
	5.2 – Montagem de armaduras e cofragem para betonagem	Elementos de Cofragem; Escoras; Ferramentas manuais; Grua Móvel ou Retro-Escavadora / Giratória;	Encarregado; Manobreadores; Serventes; Camionista.
	5.3 - Betonagem	Autobetoneira; Balde de massa com caleira; Vibrador; Gerador ou compressor; Grua Móvel ou Retro-escavadora.	Encarregado; Manobreadores; Serventes; Camionista.
6 - Repavimentação	6.1 - Reposição do pavimento em betuminoso ou em calçada	Retro-escavadora Camião; Motospray; Cilindro; Camião de emulsão; Espalhadora; Ferramentas Manuais; Saltitão	Encarregado; Manobreadores; Camionista; Serventes.
7 - Desmontagem da rede provisória e limpeza final dos trabalhos	7.1 – Desmontagem dos tubos e acessórios em polietileno. Reposição de pavimentos. Limpeza e reencaminhamento de resíduos.	Ferramentas manuais. Camião	Encarregado; Camionista; Serventes;

## 4.4.2 - Identificação de riscos de SHST

Na Tabela 5, apresentam-se os Perigos e Riscos de segurança ocupacional associados a cada Processo e Sub-Processo/Operação em causa, abrangendo as duas obras em análise.

Os impactes negativos considerados para o tipo de trabalhos em causa são:

- **Queda em altura** – envolve trabalhos realizados em alturas iguais ou superiores a 2 metros, em valas ou taludes, aberturas ou caixas existentes no pavimento, andaimes ou plataformas sem protecção adequada.
- **Queda ao mesmo nível** – originada por pequenos desníveis no pavimento, obstáculos como materiais ou ferramentas deixados no solo ou ainda por substâncias que possam originar escorregamentos, como por exemplo óleos ou água.
- **Queda de objectos** – envolve a queda de objectos colocados a um nível superior ao indivíduo ou à parte dele atingida (por exemplo pés) em trabalhos realizados em valas ou taludes, na proximidade de estruturas ou andaimes ou ainda em zonas de armazenamento de materiais e respectiva elevação, carga ou manipulação.
- **Soterramento** – envolve o desabamento ou desmoronamento de terrenos ou agregados de rocha em trabalhos realizados em valas ou taludes.
- **Corte** – envolve lesões produzidas por objectos cortantes ou ferramentas.
- **Perfuração** – envolvem lesões produzidas por objectos/ferramentas perfurantes ou abrasivos.
- **Entalamento** – envolve situações de pressão leve de partes do corpo entre materiais ou peças móveis de máquinas.
- **Esmagamento** – envolve situações de pressão elevada no corpo ou partes do corpo resultante de capotamento de máquinas, queda de materiais ou peças móveis de máquinas.
- **Queimaduras** – envolve o contacto com superfícies, objectos ou produtos muito quentes.
- **Contacto com produtos nocivos ou tóxicos** – envolve a exposição a substâncias nocivas ou tóxicas que podem provocar envenenamentos, intoxicações e queimaduras químicas, devido à inalação, contacto com a pele ou ingestão de substâncias.
- **Atropelamento** – envolve a possibilidade de ocorrência de atropelamento ou choque entre o indivíduo e equipamentos ou veículos no decurso da realização de trabalhos na via pública.
- **Choque com equipamentos móveis** – envolve a possibilidade de choque ou pancadas fortes contra partes salientes de equipamentos, instalações ou materiais.
- **Lesões no aparelho auditivo** – envolve a exposição prolongada a ruído excessivo.
- **Inalação de partículas em doses superiores às recomendadas** – envolve a possibilidade de inalação de partículas de sílica ou amianto em doses superiores às recomendadas.
- **Lesões musculoesqueléticas** – envolvem a realização de sobre-esforços, posturas inadequadas ou movimentos repetitivos.
- **Lesões causadas por vibrações** – envolve a exposição a vibrações superiores ao limite admissível.
- **Explosão** – envolve a possibilidade de produção de misturas explosivas do ar com gases ou substâncias combustíveis, como por exemplo a ruptura de condutas de gás.

- **Contactos eléctricos** – envolve lesões devidas à passagem de corrente eléctrica em qualquer parte do corpo.

Tabela 5 – Identificação de Riscos de SHST

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	PERIGOS	RISCOS ASSOCIADOS (OCUPACIONAIS)
1 - Colocação da rede provisória (by-pass) e Suspensão programada	1.1 - Piquetagem ou Marcação dos Passeios / Faixa de Rodagem	Trabalhos realizados na via pública com trânsito rodoviário	Atropelamento
	1.2 – Instalação da rede provisória utilizando acessórios de ligação e tubos em polietileno	Utilização de ferramentas de corte do tubos.	Corte
	1.3 – Seccionar válvulas	Utilização de ferramentas de aperto/desaperto	Entalamento
2 - Instalação da tubagem e dos acessórios	2.1 - Sondagens	Trabalhos realizados na via pública com trânsito rodoviário	Atropelamento
		Máquinas em movimento	Atropelamento / Esmagamento
	2.2 - Corte de betuminosos/Fresagem de pavimento, Remoção de betuminoso ou Arranque de calçada /cubos	Desníveis no pavimento e deposição de materiais no solo	Queda ao mesmo nível
		Várias máquinas a operar em simultâneo e eventual utilização de via pública com trânsito rodoviário.	Atropelamento / Choque com equipamentos móveis
		Exposição prolongada a ruído excessivo	Lesões do aparelho auditivo
	2.3 - Escavações e Movimentação de Terras (Carga e Transporte) / Abertura de Valas	Valas resultantes de escavação.	Soterramento
			Queda em Altura
			Esmagamento / Choque com equipamentos móveis
		Desníveis de pavimento e deposição de materiais no solo	Queda ao mesmo nível
		Várias máquinas a operar em simultâneo	Choque com equipamentos móveis
		Máquinas em movimento	Atropelamento / Esmagamento
		Utilização de equipamento ligeiro e ferramentas manuais	Perfuração / Corte
		Exposição prolongada a ruído excessivo	Lesões do aparelho auditivo
		Poeiras / terras soltas / amianto	Inalação de partículas em doses superiores às recomendadas.
		Levantamento de cargas	Lesões musculoesqueléticas
	Interferência com redes técnicas de electricidade, gás ou água	Contactos eléctricos / Explosão	
	2.4 - Assentamento de Conduta – Obra 2 / Pipe Bursting – Obra 1	Máquinas em movimento	Choque com equipamentos móveis
			Atropelamento / Esmagamento
			Entalamento

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	PERIGOS	RISCOS ASSOCIADOS (OCUPACIONAIS)	
		Valas resultantes de escavação	Soterramento	
			Queda de Objectos	
			Queda em altura	
	2.5 - Soldadura	Levantamento de cargas	Lesões musculoesqueléticas	
			Cabos eléctricos expostos ou ligações sem protecção	Contactos eléctricos
				Elevadas temperaturas de funcionamento do equipamento de soldadura
	2.6 - Fecho de valas – Aterros e Compactação	Má operação de equipamento de aperto / corte ou tracção	Entalamento	
			Corte	
	2.7 - Montagem (e eventual desmontagem) de equipamentos auxiliares e acessórios.	Valas resultantes de escavação	Queda em altura	
			Soterramento	
			Queda de objectos	
		Desníveis no pavimento e deposição de materiais no solo	Queda ao mesmo nível	
			Máquinas em movimento	Atropelamento / Esmagamento Choque com equipamentos móveis
		Exposição prolongada a ruído excessivo	Lesões do aparelho auditivo	
	3 - Realização de ensaios de pressão e Desinfecção da tubagem	3.1 – Enchimento das condutas com água sob pressão. Limpeza e desinfecção das condutas. Medição da pressão.	Utilização de bombas de água e gerador eléctrico.	Contactos eléctricos
Contacto do operador com produtos químicos de desinfecção da água.			Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	
4 - Ligação da tubagem e dos Ramais definitivos			4.1 – Colocação de juntas de ligação e abertura de válvulas.	Utilização de ferramentas de aperto / desaperto
5 - Execução de caixas e nichos	5.1 - Alvenarias / elementos pré-fabricados de betão	Contacto de cimento fresco com zonas do corpo desprotegidas.	Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	
		Utilização de escadas para acesso a valas ou câmaras enterradas.	Quedas em altura	
	5.2 – Montagem de armaduras e cofragem para betonagem	Corte e montagem de armaduras com ferramentas manuais e eléctricas.	Corte	
			Esmagamento	
			Contactos eléctricos	

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	PERIGOS	RISCOS ASSOCIADOS (OCUPACIONAIS)
		Pontas de ferro em espera	Perfuração
		Travamentos horizontais da cofragem. Deposição de materiais no solo	Quedas ao mesmo nível
		Transporte e colocação das cofragens	Esmagamento
			Perfuração / Corte
		Levantamento de cargas	Lesões musculoesqueléticas
	5.3 - Betonagem	Colocação de betão a partir do topo das cofragens.	Quedas em altura
		Travamentos horizontais da cofragem e deposição de materiais no solo	Quedas ao mesmo nível
		Existência de equipamentos eléctricos e cabos eléctricos de ligação em contacto com o betão e/ou amadura	Contactos eléctricos
		Colocação, vibração e espalhamento de betão, com eventuais projecções de Betão	Contacto com produtos nocivos ou tóxicos
		Utilização simultânea de equipamento para elevação e colocação de betão.	Choque com equipamentos móveis
6 - Repavimentação	6.1 - Reposição do pavimento em betuminoso ou em calçada	Várias máquinas a operar em simultâneo e eventual utilização de via pública com trânsito rodoviário.	Atropelamento
			Choque com equipamentos móveis
		Deposição de materiais no solo	Quedas ao mesmo nível
		Utilização de equipamentos de compactação	Esmagamento
		Exposição prolongada a ruído excessivo	Lesões do aparelho auditivo
		Aquecimento e aplicação a quente de tapete betuminoso com projecção de material betuminoso quente atingindo partes do corpo expostas	Queimaduras
			Contacto com produtos nocivos ou tóxicos
	Levantamento de cargas	Lesões musculoesqueléticas	
7 - Desmontagem da rede provisória e limpeza final dos trabalhos	7.1 – Desmontagem dos tubos e acessórios em polietileno. Reposição pontual de pavimentos. Limpeza e reencaminhamento de resíduos.	Deposição de materiais no solo	Quedas ao mesmo nível
		Utilização de ferramentas de aperto / desaperto	Entalamento
		Levantamento de cargas	Lesões musculoesqueléticas

Os parâmetros de avaliação dos impactes de segurança e higiene ocupacionais baseiam-se na “Metodologia Integrada de Avaliação de Impactes Ambientais e de Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais” (Antunes, 2009) e são apresentados na Tabela 6. Apresentam-se também as pontuações atribuídas a cada um dos níveis, que posteriormente irão permitir calcular o índice de risco, representando a estimativa de ocorrência de acidentes e, em caso de ocorrência, quais as consequências espectáveis.

Tabela 6 – Parâmetros de Avaliação para os Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	TIPO DE ASPECTO	DESCRIÇÃO	VALOR
Gravidade do aspecto	Todos os aspectos	- Substâncias explosivas, oxidantes, muito Tóxicas (T+), Cancerígenas e com efeitos na reprodução. - Substâncias associadas às frases de risco: R1 a R9, R14, R16, R18, R19, R26 a R28, R32, R33, R39, R45 a R49, R60 a R64, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39/26, R37/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28. - Excede em mais de 250% o valor limite aplicável / valores de referência. - Aspectos que podem causar morte ou lesão com incapacidade permanente absoluta.	10
		- Substâncias Extremamente inflamáveis, Tóxicas (T), sensibilizantes e corrosivas. - Substâncias com identificação de risco: R12, R15, R23, R24, R25, R29, R31, R34, R35, R40, R41, R42, R43, R14/15, R15/29, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R42/43, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25. - Entre 151% e 250% do valor limite aplicável / valores de referência. - Aspectos que podem causar lesões graves, com incapacidade temporária absoluta ou permanente parcial, mas de pequena percentagem;	5
		- Substâncias facilmente inflamáveis e Nocivas (Xn). - Substâncias com identificação de risco R11, R17, R20, R21, R22, R65, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22. - Entre 101% e 150% do valor limite aplicável / valores de referência. - Aspectos que podem causar lesões menores com incapacidade temporária parcial mas de baixa gravidade;	3
		- Substâncias inflamáveis. - Substâncias Irritantes (Xi) ou produtos sem identificação de risco mas com limites aplicáveis (entre 51 % até 100% do valor limite aplicável). - Substâncias com identificação de risco R10, R36, R37, R38, R66 a R68, R36/37, R36/37/38, R37/38. - Aspectos que podem causar lesões pequenas sem qualquer tipo de incapacidade;	2
		- Substâncias que não apresentam perigosidade. - Até 50% do valor limite aplicável / valores de referência. - Aspectos que não causam lesões.	1
Extensão do impacte	Aplicável a todos os aspectos	Aspecto cuja extensão atinge mais do que 80% dos trabalhadores afectos a esse processo.	4
		Aspecto cuja extensão atinge entre 51 a 80% dos trabalhadores afectos a esse processo.	3
		Aspecto cuja extensão atinge entre 11 a 50% dos trabalhadores afectos a esse processo.	2
		Aspecto cuja extensão atinge até 10 % dos trabalhadores afectos a esse processo.	1
Exposição / frequência de	Aplicável a todos os	Ocorrência contínua ou com periodicidade elevada, correspondente às condições normais de operação.	3

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	TIPO DE ASPECTO	DESCRIÇÃO	VALOR
ocorrência do aspecto	aspectos	Ocorrência periódica – operação de arranque, paragem, ou condições de operação anormais.	2
		Ocorrência reduzida – correspondente a situações de emergência, acidentais ou pontuais.	1
Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo	Aplicável a todos os aspectos	Não existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado.	5
		Existe um sistema de controlo implementado mas sem evidências da sua adequada funcionalidade.	4
		Não existe um sistema de prevenção mas existe um sistema de controlo implementado que é funcional.	3
		Existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado mas não existem evidências objectivas da sua adequada funcionalidade.	2
		Existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado e existem evidências da adequada funcionalidade.	1
Custos e complexidade técnica de prevenção/correção do aspecto	Aplicável a todos os aspectos	Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnica reduzidas.	3
		Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnica médias.	2
		Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnicas elevadas.	1

### 4.4.3 - Identificação e Avaliação dos Aspectos Ambientais

Na Tabela 7, apresentam-se os perigos e potenciais riscos ambientais associados a cada Processo e Sub-Processo/Operação em causa para as duas obras consideradas.

Os impactes negativos considerados para o tipo de trabalhos em causa são:

- **Ruído ambiente** – envolve situações que acarretam desconforto humano em áreas próximas das zonas onde decorrem os trabalhos;
- **Qualidade do ar** – envolve aspectos relacionados com emissões atmosféricas de poeiras ou gases;
- **Utilização de recursos** – envolve consumos de diversas formas de energia, com consequências nas reservas energéticas;
- **Resíduos** – envolve a produção ou libertação de resíduos ou contaminantes com riscos ambientais em consequência de intervenção realizada. Pressupõe-se o adequado tratamento e encaminhamento dos resíduos produzidos para operadores licenciados;
- **Derrame de substâncias químicas** – envolve os aspectos relacionados com efluentes líquidos e resíduos derramados ou descarregados no solo ou em cursos de água.

Tabela 7 – Identificação de Riscos Ambientais

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	PERIGOS	POTENCIAIS RISCOS / IMPACTES AMBIENTAIS
1 - Colocação da rede provisória (by-pass) e Suspensão programada	1.1 - Piquetagem ou Marcação dos Passeios / Faixa de Rodagem	Utilização de viaturas de transporte e ferramentas de corte.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
	1.2 – Instalação da rede provisória utilizando acessórios de ligação e tubos em polietileno		
	1.3 – Seccionar válvulas		
2 - Instalação da tubagem e dos acessórios	2.1 - Sondagens	Utilização de viaturas de transporte e equipamento de fresagem / corte.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
	2.2 - Corte de betuminosos/Fresagem de pavimento, Remoção de betuminoso ou Arranque de calçada /cubos	Corte / fresagem de pavimentos	Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras
		Equipamentos com motor de combustão	Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
		Manutenção de equipamentos	Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.
		Misturas betuminosas não reutilizadas na própria obra.	Tratamento e deposição de resíduos RCDs.
	2.3 - Escavações e Movimentação de Terras (Carga e Transporte) / Abertura de Valas	Utilização de viaturas e equipamento de escavação.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
		Escavação e movimentação de terras.	Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	PERIGOS	POTENCIAIS RISCOS / IMPACTES AMBIENTAIS
		Equipamentos com motor de combustão	Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
		Manutenção de equipamentos	Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.
		Terras não reutilizadas na própria obra.	Tratamento e deposição de resíduos RCDs.
	2.4 - Assentamento de Conduta – Obra 2 / Pipe Bursting – Obra 1	Utilização de viaturas e equipamento de elevação / tracção.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
		Equipamentos com motor de combustão	Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
		Manutenção de equipamentos	Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.
	2.5 - Soldadura	Gerador com motor de combustão	Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
	2.6 - Fecho de valas – Aterros e Compactação	Utilização de viaturas e equipamento de escavação e aterro.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
		Escavação e movimentação de terras.	Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras
		Equipamentos com motor de combustão	Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
		Manutenção de equipamentos	Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.
	2.7 - Montagem (e eventual desmontagem) de equipamentos auxiliares e acessórios.	Utilização de viaturas e equipamento de escavação e aterro.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
Equipamentos com motor de combustão		Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	
3 - Realização de ensaios de pressão e Desinfecção da tubagem	3.1 – Enchimento das condutas com água sob pressão. Limpeza e desinfecção das condutas. Medição da pressão.	Utilização de bombas de água e gerador eléctrico.	Aumento de níveis de ruído na envolvente Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
		Adição de produtos de desinfecção na água.	Contaminação do solo e linhas de água.
4 - Ligação da tubagem e dos Ramais definitivos	4.1 – Colocação de juntas de ligação e abertura de válvulas.	Utilização de viaturas e equipamentos de transporte.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
5 - Execução de caixas e nichos	5.1 - Alvenarias / elementos pré-fabricados de betão	Utilização de cimento fresco.	Contaminação do solo e linhas de água
	5.2 – Montagem de armaduras e cofragem para betonagem	Utilização de viaturas e equipamentos de corte.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
	5.3 - Betonagem	Utilização de viaturas e equipamento de transporte e colocação de betão.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
		Equipamentos com motor de combustão	Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
		Manutenção de equipamentos	Substituição de óleos usados, filtros

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	PERIGOS	POTENCIAIS RISCOS / IMPACTES AMBIENTAIS
			e criação de materiais contaminados.
		Betonagem e limpeza de caleiras.	Contaminação do solo e linhas de água.
		Restos de betão e limpezas de autobetoneira não reutilizadas na própria obra.	Tratamento e deposição de resíduos.
6 - Repavimentação	6.1 - Reposição do pavimento em betuminoso ou em calçada	Utilização de viaturas e equipamento de escavação.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
		Aquecimento e colocação de betuminoso.	Alteração da qualidade do ar com aumento de fumos.
		Equipamentos com motor de combustão	Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas
		Manutenção de equipamentos	Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.
7 - Desmontagem da rede provisória e limpeza final dos trabalhos	7.1 – Desmontagem dos tubos e acessórios em polietileno. Reposição pontual de pavimentos. Limpeza e reencaminhamento de resíduos.	Utilização de viaturas e equipamento de limpeza.	Aumento de níveis de ruído na envolvente
		Varrimento do chão	Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras

Os parâmetros de Avaliação para os Impactes Ambientais baseiam-se na “Metodologia Integrada de Avaliação de Impactes Ambientais e de Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais” (Antunes, 2009) e apresentam-se na Tabela 8.

Tabela 8 – Parâmetros de Avaliação para os Impactes Ambientais

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	TIPO DE ASPECTO	DESCRIÇÃO	VALOR
<b>Gravidade do aspecto / Quantificação do aspecto</b>	- Uso de recursos naturais e energéticos. - Resíduos. - Uso de Substâncias. - Efluentes líquidos não sujeitos a limites legais. - aspectos que afectem o conforto humano, a morfologia e a paisagem, instalações e propriedades	Muito elevado (com base em valores de referência para a actividade).	5*
		Elevado (com base em valores de referência para a actividade).	3*
		Médio (com base em valores de referência para a actividade).	2*
		Reduzido (com base em valores de referência para a actividade).	1*
	- Emissões atmosféricas. - Efluentes líquidos.	Excede em mais de 250% o valor limite aplicável.	10
		Entre 151% e 250% do valor limite aplicável.	5
		Entre 101% e 150% do valor limite aplicável	3
		Entre 51% e 100% do valor limite aplicável.	2
		Até 50% do valor limite aplicável.	1
	- Ruído ambiente	Excede em mais de 250% o Lden e do Ln.	10

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	TIPO DE ASPECTO	DESCRIÇÃO	VALOR
		Entre 151% e 250% do Lden e do Ln.	5
		Entre 101% e 150% do Lden	3
		Entre 51% a 100% do Lden e do Ln.	2
		Até 50% do Lden e do Ln.	1
<b>Perigosidade do aspecto</b> (a considerar nos casos em que a avaliação da quantificação é realizada de forma individual)	- Uso de substâncias - Resíduos	- Substâncias explosivas e oxidantes. Substâncias muito Tóxicas (T+), Cancerígenas e com efeitos na reprodução. - Substâncias associadas às frases de risco: R1 a R9, R14, R16, R18, R19, R26 a R28, R32, R33, R39, R45 a R49, R50, R59, R60 a R64, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39/26, R37/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28, R50/53. - Resíduos perigosos não valorizados.	5*
		- Substâncias Extremamente inflamáveis. Substâncias Tóxicas (T), sensibilizantes e corrosivas. - Substâncias com identificação de risco: R12, R15, R23, R24, R25, R29, R31, R34, R35, R40, R41, R42, R43, R51, R54 a R57, R14/15, R15/29, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R42/43, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R51/53. - Resíduos perigosos valorizados.	4*
		- Substâncias facilmente inflamáveis. Substâncias Nocivas (Xn); - Substâncias com identificação de risco: R11, R17, R20, R21, R22, R52, R65, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22, R52/53. - Resíduos não perigosos mas não valorizados.	3*
		- Substâncias inflamáveis. Substâncias Irritantes (Xi) - Substâncias com identificação de risco: R10, R36, R37, R38, R53, R58, R66 a R68, R36/37, R36/37/38, R37/38. - Resíduos não perigosos valorizados.	2*
		- Substâncias que não apresentam perigosidade. - Subprodutos vendável ou com aproveitamento interno.	1*
	Uso de recursos naturais e energéticos	Recursos muito escassos e não renováveis / combustíveis com taxas de emissões de CO <sub>2</sub> > 75 Kg/GJ (CO <sub>2</sub> ).	5*
		Recursos escassos e não renováveis / combustíveis com taxas de emissão 65<CO <sub>2</sub> <75 Kg/GJ (CO <sub>2</sub> ).	3*
		Recursos não renováveis / combustíveis com taxas de emissão de CO <sub>2</sub> < 65 Kg/GJ (CO <sub>2</sub> ).	2*
		Recursos Renováveis	1*
	Extensão do impacte	Aplicável a todos os aspectos	Aspecto que pode causar impactes com dispersão geográfica extensa e de carácter irreversível .
Aspecto que pode causar impactes com dispersão geográfica local e de carácter irreversível.			3
Aspecto que pode causar impactes com dispersão geográfica extensa com possibilidade de reversibilidade dos seus efeitos.			2
Aspecto que pode causar impactes com dispersão geográfica local e com possibilidade de reversibilidade dos seus efeitos.			1
Exposição / frequência de ocorrência do aspecto	Aplicável a todos os aspectos	Ocorrência contínua ou com periodicidade elevada, correspondente às condições normais de operação.	3
		Ocorrência descontínua – operação de arranque, paragem ou condições de operação anormais.	2

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	TIPO DE ASPECTO	DESCRIÇÃO	VALOR
		Ocorrência reduzida – correspondente a situações de emergência, acidentais ou pontuais.	1
Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo	Aplicável a todos os aspectos	Não existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado.	5
		Existe um sistema de controlo implementado mas sem evidências de adequada funcionalidade.	4
		Não existe um sistema de prevenção mas existe um sistema de controlo implementado que é funcional.	3
		Existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado mas não existem evidências objectivas de adequada funcionalidade.	2
		Existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado e existem evidências da adequada funcionalidade.	1
Custos e complexidade técnica de prevenção/ correcção do aspecto	Aplicável a todos os aspectos	Metodologia prevenção/correcção com custo e complexidade técnica reduzidas.	3
		Metodologia prevenção/correcção com custo e complexidade técnica médias.	2
		Metodologia de prevenção/correcção com custo e complexidade técnica elevadas.	1

\* - Valores a serem considerados em conjunto (somados) para a determinação da Gravidade.

#### 4.4.4 – Hierarquização de Impactes

Para determinar a pontuação associada ao Índice de Risco – IR, multiplica-se a pontuação de cada um dos seguintes parâmetros ( $IR=G \times E \times EF \times PC \times C$ ):

- **G** – Gravidade (Segurança Ocupacional) / **Q+P** - Quantificação do aspecto – Q, conjugada com o nível de perigosidade - P (Ambiente);
- **E** – Extensão do impacte;
- **EF** – Exposição / Frequência de ocorrência do aspecto;
- **PC** – Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;
- **C** - Custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correcção do aspecto.

A pontuação total, que pode variar entre 1 e 1800, reparte-se por quatro níveis de risco, em função da pontuação final obtida, tal como referido na Tabela 9.

Tabela 9 – Índice de Risco e respectivos intervalos de pontuação

ÍNDICE DE RISCO	INTERVALO DE PONTUAÇÃO
<b>Menor</b>	<b>1 - 90</b>
<b>Médio</b>	<b>91 - 250</b>
<b>Elevado</b>	<b>251 - 500</b>
<b>Muito elevado</b>	<b>501 - 1800</b>

Após a caracterização efectuada sintetiza-se a informação relativa aos aspectos envolvidos numa tabela designada: “Tabela de Identificação de Aspectos e de Avaliação de Impactes” (Antunes 2009), que relaciona:

- O Processo e Sub-processo/Operação;
- O Aspecto e respectiva Caracterização;
- As Condições de operação;
- O Impacte e a que tipo pertence (Ambiente / Segurança Ocupacional));
- A avaliação de Significância com as pontuações de cada um dos parâmetros de avaliação da significância do impacte.
- O valor final de IR – Índice de Risco para cada actividade.

Por forma a comparar os índices de risco relativos a cada uma das obras que se pretendem analisar: Obra 1 – Sem Abertura de Vala e Obra 2 – Com Abertura de Vala, apresentam-se os resultados da referida síntese nas seguintes tabelas: Tabela 10 – Tabela de Identificação de aspectos e de avaliação de

impactes – Obra 1 – Sem Abertura de Vala e Tabela 11 – Tabela de Identificação de aspectos e de avaliação de impactes – Obra 2 – Com Abertura de Vala.

Tabela 10 – Tabela de Identificação de aspectos e de avaliação de impactes – **Obra 1 – Sem Abertura de Vala**

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C	
1 - Colocação da rede provisória (by-pass) e Suspensão programada	1.1 - Piquetagem ou Marcação dos Passeios / Faixa de Rodagem	Integridade física do indivíduo	Trabalhos realizados na via pública com trânsito rodoviário		X		Atropelamento	S	10	1	1	1	3	30
	1.2 – Instalação da rede provisória utilizando acessórios de ligação e tubos em polietileno	Integridade física do indivíduo	Utilização de ferramentas de corte de tubos.		X		Corte	S	3	1	1	3	3	27
	1.3 – Seccionar válvulas	Integridade física do indivíduo	Utilização de ferramentas de aperto/desaperto		X		Entalamento	S	2	1	1	2	3	12
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas de transporte e ferramentas de corte		X		Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
2 - Instalação da tubagem e dos acessórios	2.1 - Sondagens	Integridade física do indivíduo	Trabalhos realizados na via pública com trânsito rodoviário		X		Atropelamento	S	10	1	1	1	3	30
	2.2 - Corte de betuminosos/Fresagem de pavimento, Remoção de betuminoso ou Arranque de calçada /cubos	Integridade física do indivíduo	Máquinas em movimento		X		Atropelamento / Esmagamento	S	3	1	1	3	3	27
		Ocupação de solo	Desníveis no pavimento e deposição de materiais no solo		X		Queda ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18
		Integridade física do indivíduo	Várias máquinas a operar em simultâneo e eventual utilização de via pública com trânsito rodoviário.		X		Atropelamento / Choque com equipamentos móveis	S	5	1	1	1	3	15
		Ruído ocupacional	Exposição prolongada a ruído excessivo		X		Lesões do aparelho auditivo	S	5	2	2	3	3	180
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas de transporte e equipamento de fresagem / corte.		X		Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	5	1	2	5	2	180
		Qualidade do ar	Corte / fresagem de pavimentos		X		Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	2	2	2	3	72
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão		X		Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	1	3	162
		Resíduos	Misturas betuminosas não reutilizadas na própria obra.		X		Tratamento e deposição de resíduos RCDs.	A	2+3=5	3	3	1	3	135
	2.3 - Escavações e Movimentação de Terras (Carga e Transporte) / Abertura de Valas	Integridade física do indivíduo / Trabalhos em profundidade	Valas resultantes de escavação.		X		Soterramento	S	10	1	2	2	2	80
				Queda em Altura		S	5	1	1	2	3	30		
				Esmagamento / Choque com equipamentos móveis		S	5	1	1	1	3	15		

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C	
		Organização do estaleiro / obra	Desníveis de pavimento e deposição de materiais no solo		X		Queda ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18
		Integridade física do indivíduo	Várias máquinas a operar em simultâneo		X		Choque com equipamentos móveis	S	5	1	1	1	3	15
		Integridade física do indivíduo	Máquinas em movimento	X			Atropelamento / Esmagamento	S	10	1	1	1	3	15
		Integridade física do indivíduo	Utilização de equipamento ligeiro e ferramentas manuais		x		Perfuração / Corte	S	3	1	1	3	2	18
		Ruído ocupacional	Exposição prolongada a ruído excessivo		X		Lesões do aparelho auditivo	S	3	2	2	2	3	72
		Emissões difusas	Poeiras / terras soltas / amianto		X		Inalação de partículas em doses superiores às recomendadas.	S	10	1	1	1	2	20
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas		X		Lesões musculoesqueléticas	S	5	2	1	4	3	120
		Electricidade	Interferência com redes técnicas de electricidade, gás ou água			X	Contactos eléctricos / Explosão	S	10	1	1	2	3	60
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
		Qualidade do ar	Escavação e movimentação de terras.	X			Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	2	2	2	3	72
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	x			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	1	3	162
		Resíduos	Terras não reutilizadas na própria obra.		X		Tratamento e deposição de resíduos RCDs.	A	1+1=2	3	3	1	3	54
	2.4 - Pipe Bursting	Integridade física do indivíduo	Máquinas em movimento	X			Choque com equipamentos móveis	S	5	1	1	1	3	15
Atropelamento / Esmagamento							S	10	1	1	1	3	30	
Entalamento							S	3	1	1	1	3	9	
Integridade física do indivíduo / Trabalhos em profundidade		Valas resultantes de escavação	X				Soterramento	S	10	1	2	2	2	80
							Queda de Objectos	S	3	2	1	3	3	54
							Queda em altura	S	5	1	1	2	3	30
Movimentação de cargas		Levantamento de cargas		X			Lesões musculoesqueléticas	S	5	2	1	4	3	120
Ruído Ambiente		Utilização de viaturas e equipamento de elevação / tracção.	X				Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
Utilização de Recursos		Equipamentos com motor de combustão	X				Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
Resíduos		Manutenção de equipamentos		X			Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	1	3	162
2.5 - Soldadura	Electricidade	Cabos eléctricos expostos ou ligações sem protecção		X			Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60
	Temperatura	Elevadas temperaturas de funcionamento do equipamento de soldadura	X				Queimaduras	S	3	1	1	2	3	18

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C	
2.6 - Fecho de valas – Aterros e Compactação		Integridade física do indivíduo	Má operação de equipamento de aperto / corte ou tracção		X		Entalamento	S	2	1	1	2	3	12
							Corte	S	3	1	1	3	2	18
		Utilização de recursos	Gerador com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
	Integridade física do indivíduo	Valas resultantes de escavação		X		Queda em altura	S	5	1	1	2	3	30	
						Soterramento	S	10	1	2	2	2	80	
						Queda de objectos	S	3	2	1	3	3	54	
		Organização do estaleiro / obra	Desníveis no pavimento e deposição de materiais no solo		X		Queda ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18
		Máquinas em movimento		X		Atropelamento / Esmagamento	S	10	1	1	1	3	30	
						Choque com equipamentos móveis	S	2	1	1	1	3	6	
		Ruído ocupacional	Exposição prolongada a ruído excessivo		X		Lesões do aparelho auditivo	S	3	2	2	2	3	72
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação e aterro.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
		Qualidade do ar	Escavação e movimentação de terras.		X		Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	2	2	2	3	72
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
	Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e existência de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	1	3	162	
	2.7 - Montagem (e eventual desmontagem) de equipamentos auxiliares e acessórios.	Electricidade	Utilização de ferramentas eléctricas de montagem / desmontagem		X		Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60
		Integridade física do indivíduo	Instalação do equipamento em Câmara de Manobras ou Caixas de Visita		X		Esmagamento	S	5	1	1	2	3	30
							Queda em altura	S	5	1	1	2	3	30
							Queda de objectos	S	3	2	1	3	3	54
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação e aterro.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
	Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288	
3 - Realização de ensaios de pressão e Desinfecção da tubagem	3.1 – Enchimento das condutas com água sob pressão. Limpeza e desinfecção das condutas. Medição da da pressão.	Electricidade	Utilização de bombas de água e gerador eléctrico.		X		Contactos eléctricos.	S	10	1	1	2	3	60
		Utilização de Produtos Químicos	Contacto do operador com produtos químicos de desinfecção da água.		X		Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	S	3	1	2	2	2	24
		Ruído ambiente / Utilização de recursos	Utilização de bombas de água e gerador eléctrico.		X		Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
							Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
Derrame de substâncias químicas	Adição de produtos de desinfecção na água.		X		Contaminação do solo e linhas de água.	A	2+3=5	3	1	3	2	90		
4 - Ligação da tubagem	4.1 – Colocação de juntas de	Integridade física do indivíduo	Utilização de ferramentas de aperto /		X		Entalamento	S	2	1	1	2	3	12

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR	
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C		
e dos Ramais definitivos	ligação e abertura de válvulas.		desaperto												
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamentos de transporte.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60	
5 - Execução de caixas e nichos	5.1 - Alvenarias / elementos pré-fabricados de betão	Utilização de Produtos Químicos	Contacto de cimento fresco com zonas do corpo desprotegidas.		X		Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	S	3	1	2	2	3	36	
		Trabalhos em profundidade	Utilização de escadas para acesso a valas ou câmaras enterradas.		X		Quedas em altura	S	5	1	1	2	3	30	
		Derrame de substâncias químicas	Utilização de cimento fresco.			X	Contaminação do solo e linhas de água	A	2+2=4	3	1	3	2	72	
	5.2 – Montagem de armaduras e cofragem para betonagem	Integridade física do indivíduo	Corte e montagem de armaduras com ferramentas manuais e eléctricas.		X		Corte	S	3	1	1	3	2	18	
							Esmagamento	S	5	1	1	2	3	30	
							Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60	
		Integridade física do indivíduo	Pontas de ferro em espera	X			Perfuração	S	3	2	1	3	2	36	
		Organização do estaleiro / obra	Travamentos horizontais da cofragem. Deposição de materiais no solo		X		Quedas ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18	
		Integridade física do indivíduo	Transporte e colocação das cofragens		X			Esmagamento	S	5	1	1	2	3	30
								Perfuração / Corte	S	3	1	1	3	2	18
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas		X			Lesões musculoesqueléticas	S	5	2	1	4	3	120
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamentos de corte.		X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
	5.3 - Betonagem	Trabalhos em profundidade	Colocação de betão a partir do topo das cofragens.		X		Quedas em altura	S	5	1	1	2	3	30	
		Organização do estaleiro / obra	Travamentos horizontais da cofragem e deposição de materiais no solo		X		Quedas ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18	
		Electricidade	Existência de equipamentos eléctricos e cabos eléctricos de ligação em contacto com o betão e/ou armadura		X		Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60	
		Utilização de produtos químicos	Colocação, vibração e espalhamento de betão, com eventuais projecções de Betão		X		Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	S	2	1	2	2	3	24	
		Integridade física do indivíduo	Utilização simultânea de equipamento para elevação e colocação de betão.		X		Choque com equipamentos móveis	S	2	1	1	1	3	6	
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de transporte e colocação de betão.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60	
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288	
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	1	3	162	
Derrame de substâncias químicas		Betonagem e limpeza de calçadas.			X	Contaminação do solo e linhas de água.	A	2+4=6	3	3	1	3	162		

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR	
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C		
		Resíduos	Restos de betão e limpezas de autobetonera não reutilizadas na própria obra.		X		Tratamento e deposição de resíduos.	A	2+4=6	3	3	1	3	162	
6 - Repavimentação	6.1 - Reposição do pavimento em betuminoso ou em calçada	Integridade física do indivíduo	Várias máquinas a operar em simultâneo e eventual utilização de via pública com trânsito rodoviário.		X		Atropelamento	S	10	1	1	1	3	30	
							Choque com equipamentos móveis	S	4	1	1	1	3	12	
		Organização do estaleiro / obra	Deposição de materiais no solo		X			Quedas ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18
		Integridade física do indivíduo	Utilização de equipamentos de compactação		X			Esmagamento	S	5	1	2	3	2	60
		Ruído ocupacional	Exposição prolongada a ruído excessivo		X			Lesões do aparelho auditivo	S	4	2	2	2	3	96
		Temperatura	Aquecimento e aplicação a quente de tapete betuminoso com projecção de material betuminoso quente atingindo partes do corpo expostas		X			Queimaduras	S	4	1	2	2	3	48
								Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	S	3	2	2	2	3	72
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas		X			Lesões musculoesqueléticas	S	5	2	1	4	3	120
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação.	X				Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
		Qualidade do ar	Aquecimento e colocação de betuminoso.		X			Alteração da qualidade do ar com aumento de fumos.	A	3	2	2	2	3	72
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X				Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X			Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	1	3	162
7 - Desmontagem da rede provisória e limpeza final dos trabalhos	7.1 - Desmontagem dos tubos e acessórios em polietileno. Reposição pontual de pavimentos. Limpeza e reencaminhamento de resíduos.	Organização do estaleiro / obra	Deposição de materiais no solo	X			Quedas ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18	
		Integridade física do indivíduo	Utilização de ferramentas de aperto / desaperto		X		Entalamento	S	2	1	1	2	3	12	
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas	X			Lesões musculoesqueléticas	S	5	2	1	4	3	120	
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de limpeza.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60	
		Qualidade do ar	Varrimento do chão		X		Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	2	2	2	3	72	

N - NORMAL | P - PONTUAL | A - ACIDENTE

Tabela 11 – Tabela de Identificação de Aspectos e de Avaliação de Impactes – **Obra 2 – com abertura de vala**

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C	
1 - Colocação da rede provisória (by-pass) e Suspensão programada	1.1 - Piquetagem ou Marcação dos Passeios / Faixa de Rodagem	Integridade física do indivíduo	Trabalhos realizados na via pública com trânsito rodoviário		X		Atropelamento	S	10	1	1	1	3	30
	1.2 – Instalação da rede provisória utilizando acessórios de ligação e tubos em polietileno	Integridade física do indivíduo	Utilização de ferramentas de corte de tubos.		X		Corte	S	3	1	1	3	3	27
	1.3 – Seccionar válvulas	Integridade física do indivíduo	Utilização de ferramentas de aperto/desaperto		X		Entalamento	S	2	1	1	2	3	12
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas de transporte e ferramentas de corte		X		Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
2 - Instalação da tubagem e dos acessórios	2.1 - Sondagens	Integridade física do indivíduo	Trabalhos realizados na via pública com trânsito rodoviário		X		Atropelamento	S	10	1	1	1	3	30
	2.2 - Corte de betuminosos/Fresagem de pavimento, Remoção de betuminoso ou Arranque de calçada /cubos	Integridade física do indivíduo	Máquinas em movimento		X		Atropelamento / Esmagamento	S	3	2	2	3	3	108
		Ocupação de solo	Desníveis no pavimento e deposição de materiais no solo		X		Queda ao mesmo nível	S	2	2	2	3	3	72
		Integridade física do indivíduo	Várias máquinas a operar em simultâneo e eventual utilização de via pública com trânsito rodoviário.		X		Atropelamento / Choque com equipamentos móveis	S	5	2	2	1	3	60
		Ruído ocupacional	Exposição prolongada a ruído excessivo		X		Lesões do aparelho auditivo	S	5	3	2	3	3	270
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas de transporte e equipamento de fresagem / corte.		X		Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	5	1	3	5	2	150
		Qualidade do ar	Corte / fresagem de pavimentos		X		Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	2	2	2	3	108
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão		X		Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	3+2=5	4	3	2	3	360
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	2	3	324
		Resíduos	Misturas betuminosas não reutilizadas na própria obra.		X		Tratamento e deposição de resíduos RCDs.	A	2+3=5	3	3	2	3	270
	2.3 - Escavações e Movimentação de Terras (Carga e Transporte) / Abertura de Valas	Integridade física do indivíduo / Trabalhos em profundidade	Valas resultantes de escavação.		X		Soterramento	S	10	2	3	2	2	240
						Queda em Altura	S	5	2	2	2	3	120	
						Esmagamento / Choque com equipamentos móveis	S	5	2	2	1	3	60	
		Organização do estaleiro / obra	Desníveis de pavimento e deposição de materiais no solo		X		Queda ao mesmo nível	S	2	2	2	3	3	72
Integridade física do indivíduo		Várias máquinas a operar em simultâneo		X		Choque com equipamentos móveis	S	5	2	2	1	3	60	
Integridade física do indivíduo	Máquinas em movimento		X		Atropelamento / Esmagamento	S	10	2	2	1	3	120		

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR	
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C		
		Integridade física do indivíduo	Utilização de equipamento ligeiro e ferramentas manuais		x		Perfuração / Corte	S	3	2	2	3	2	72	
		Ruído ocupacional	Exposição prolongada a ruído excessivo		X		Lesões do aparelho auditivo	S	3	2	2	2	3	72	
		Emissões difusas	Poeiras / terras soltas / amianto		X		Inalação de partículas em doses superiores às recomendadas..	S	10	2	2	1	2	80	
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas		X		Lesões musculoesqueléticas	S	5	3	2	4	3	360	
		Electricidade	Interferência com redes técnicas de electricidade, gás ou água			X	Contactos eléctricos / Explosão	S	10	2	2	2	3	240	
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	2	3	5	2	180	
		Qualidade do ar	Escavação e movimentação de terras.	X			Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	3	3	2	3	162	
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	x			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	384	
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	2	3	324	
		Resíduos	Terras não reutilizadas na própria obra.		X		Tratamento e deposição de resíduos RCDs.	A	1+1=2	3	3	2	3	108	
	2.4 - Assentamento de Conduta	Integridade física do indivíduo	Máquinas em movimento	X			Choque com equipamentos móveis	S	5	2	2	1	3	60	
Atropelamento / Esmagamento							S	10	2	2	1	3	120		
Entalamento							S	3	2	2	1	3	36		
Integridade física do indivíduo / Trabalhos em profundidade		Valas resultantes de escavação	X					Soterramento	S	10	2	3	2	2	240
								Queda de Objectos	S	3	3	2	3	3	162
								Queda em altura	S	5	2	2	2	3	120
Movimentação de cargas		Levantamento de cargas		X			Lesões musculoesqueléticas	S	5	3	2	4	3	360	
Ruído Ambiente		Utilização de viaturas e equipamento de elevação / tracção.	X				Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	2	3	5	2	180	
Utilização de Recursos		Equipamentos com motor de combustão	X				Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	3+2=5	4	3	2	3	360	
Resíduos		Manutenção de equipamentos		X			Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	2	3	324	
	2.5 - Soldadura	Electricidade	Cabos eléctricos expostos ou ligações sem protecção		X		Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60	
Temperatura		Elevadas temperaturas de funcionamento do equipamento de soldadura	X				Queimaduras	S	3	1	1	2	3	18	
Integridade física do indivíduo		Má operação de equipamento de aperto / corte ou tracção	X					Entalamento	S	2	1	1	2	3	12
								Corte	S	3	1	1	3	2	18
Utilização de recursos		Gerador com motor de combustão	X				Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288	
	2.6 - Fecho de valas – Aterros e	Integridade física do indivíduo	Valas resultantes de escavação	X			Queda em altura	S	5	2	2	2	3	120	
Soterramento							S	10	2	3	2	2	240		

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR	
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C		
	Compactação						Queda de objectos	S	3	3	2	3	3	162	
		Organização do estaleiro / obra	Desníveis no pavimento e deposição de materiais no solo		X		Queda ao mesmo nível	S	2	2	2	3	3	72	
		Integridade física do individuo	Máquinas em movimento	X			Atropelamento / Esmagamento	S	10	2	2	1	3	120	
							Choque com equipamentos móveis	S	2	2	2	1	3	24	
		Ruído ocupacional	Exposição prolongada a ruído excessivo		X		Lesões do aparelho auditivo	S	3	3	3	2	3	162	
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação e aterro.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	2	3	5	2	180	
		Qualidade do ar	Escavação e movimentação de terras.		X		Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	2	3	2	3	108	
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	3+2=5	4	3	2	3	360	
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e existência de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	2	3	324	
	2.7 - Montagem (e eventual desmontagem) de equipamentos auxiliares e acessórios.	Electricidade	Utilização de ferramentas eléctricas de montagem / desmontagem		X		Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60	
		Integridade física do individuo	Instalação do equipamento em Câmara de Manobras ou Caixas de Visita	X			Esmagamento	S	5	1	1	2	3	30	
							Queda em altura	S	5	1	1	2	3	30	
							Queda de objectos	S	3	2	1	3	3	54	
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação e aterro.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60	
	Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288		
	3 - Realização de ensaios de pressão e Desinfecção da tubagem	3.1 - Enchimento das condutas com água sob pressão. Limpeza e desinfecção das condutas. Medição da da pressão.	Electricidade	Utilização de bombas de água e gerador eléctrico.		X		Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60
			Utilização de Produtos Químicos	Contacto do operador com produtos químicos de desinfecção da água.		X		Contacto com produtos nocivos ou tóxicos.	S	3	1	2	2	2	24
			Ruído ambiente / Utilização de recursos	Utilização de bombas de água e gerador eléctrico.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas								A	2+2=4	4	3	2	3	288	
Derrame de substâncias químicas			Adição de produtos de desinfecção na água.		X		Contaminação do solo e linhas de água.	A	2+3=5	3	1	3	2	90	
4 - Ligação da tubagem e dos Ramais definitivos	4.1 - Colocação de juntas de ligação e abertura de válvulas.	Integridade física do individuo	Utilização de ferramentas de aperto / desaperto		X		Entalamento	S	2	1	1	2	3	12	
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamentos de transporte.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60	
5 - Execução de caixas e nichos	5.1 - Alvenarias / elementos pré-fabricados de betão	Utilização de Produtos Químicos	Contacto de cimento fresco com zonas do corpo desprotegidas.		X		Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	S	3	1	2	2	3	36	
		Trabalhos em profundidade	Utilização de escadas para acesso a valas ou câmaras enterradas.		X		Quedas em altura	S	5	1	1	2	3	30	
		Derrame de substâncias químicas	Utilização de cimento fresco.			X	Contaminação do solo e linhas de água	A	2+2=4	3	1	3	2	72	
	5.2 - Montagem	Integridade física	Corte e montagem de		X		Corte	S	3	1	1	3	2	18	

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR	
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C		
6 - Repavimentação	de armaduras e cofragem para betonagem	do indivíduo	armaduras com ferramentas manuais e eléctricas.				Esmagamento	S	5	1	1	2	3	30	
							Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60	
		Integridade física do indivíduo	Pontas de ferro em espera	X			Perfuração	S	3	2	1	3	2	36	
		Organização do estaleiro / obra	Travamentos horizontais da cofragem. Deposição de materiais no solo		X		Quedas ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18	
		Integridade física do indivíduo	Transporte e colocação das cofragens		X		Esmagamento	S	5	1	1	2	3	30	
					X		Perfuração / Corte	S	3	1	1	3	2	18	
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas		X		Lesões musculoesqueléticas	S	5	2	1	4	3	120	
	Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamentos de corte.		X		Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60		
	5.3 - Betonagem		Trabalhos em profundidade	Colocação de betão a partir do topo das cofragens.		X		Quedas em altura	S	5	1	1	2	3	30
			Organização do estaleiro / obra	Travamentos horizontais da cofragem e deposição de materiais no solo		X		Quedas ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18
			Electricidade	Existência de equipamentos eléctricos e cabos eléctricos de ligação em contacto com o betão e/ou armadura		X		Contactos eléctricos	S	10	1	1	2	3	60
			Utilização de produtos químicos	Colocação, vibração e espalhamento de betão, com eventuais projecções de Betão		X		Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	S	2	1	2	2	3	24
			Integridade física do indivíduo	Utilização simultânea de equipamento para elevação e colocação de betão.		X		Choque com equipamentos móveis	S	2	1	1	1	3	6
			Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de transporte e colocação de betão.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
			Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	2+2=4	4	3	2	3	288
			Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	1	3	162
			Derrame de substâncias químicas	Betonagem e limpeza de caleiras.			X	Contaminação do solo e linhas de água.	A	2+4=6	3	3	1	3	162
			Resíduos	Restos de betão e limpezas de autobetoneira não reutilizadas na própria obra.		X		Tratamento e deposição de resíduos.	A	2+4=6	3	3	1	3	162
	6.1 - Reposição do pavimento em betuminoso ou em calçada	Integridade física do indivíduo	Várias máquinas a operar em simultâneo e eventual utilização de via pública com trânsito rodoviário.		X		Atropelamento	S	10	2	2	1	3	120	
					X		Choque com equipamentos móveis	S	4	2	2	1	3	48	
Organização do estaleiro / obra			Deposição de materiais no solo		X		Quedas ao mesmo nível	S	2	2	2	3	3	72	
Integridade física do indivíduo			Utilização de equipamentos de compactação		X		Esmagamento	S	5	2	3	3	2	180	
Ruído ocupacional			Exposição prolongada a ruído excessivo		X		Lesões do aparelho auditivo	S	4	3	3	2	3	216	

PROCESSO	SUB-PROCESSO / OPERAÇÃO	ASPECTO	CARACTERIZAÇÃO DO ASPECTO	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			IMPACTE	TIPO DE IMPACTE	AVALIAÇÃO DE SIGNIFICÂNCIA					IR
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C	
		Temperatura	Aquecimento e aplicação a quente de tapete betuminoso com projecção de material betuminoso quente atingindo partes do corpo expostas		X		Queimaduras	S	4	2	3	2	3	144
							Contacto com produtos nocivos ou tóxicos	S	2	3	3	2	3	162
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas		X		Lesões musculoesqueléticas	S	5	3	2	4	3	120
		Ruído ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de escavação.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	2	2	5	2	120
		Qualidade do ar	Aquecimento e colocação de betuminoso.		X		Alteração da qualidade do ar com aumento de fumos.	A	3	2	2	2	3	72
		Utilização de recursos	Equipamentos com motor de combustão	X			Aumento de consumo de combustíveis e de emissões nocivas	A	3+2=5	4	3	2	3	360
		Resíduos	Manutenção de equipamentos		X		Substituição de óleos usados, filtros e criação de materiais contaminados.	A	2+4=6	3	3	2	3	324
7 - Desmontagem da rede provisória e limpeza final dos trabalhos	7.1 – Desmontagem dos tubos e acessórios em polietileno. Reposição pontual de pavimentos. Limpeza e reencaminhamento de resíduos.	Organização do estaleiro / obra	Deposição de materiais no solo	X			Quedas ao mesmo nível	S	2	1	1	3	3	18
		Integridade física do indivíduo	Utilização de ferramentas de aperto / desaperto		X		Entalamento	S	2	1	1	2	3	12
		Movimentação de cargas	Levantamento de cargas	X			Lesões musculoesqueléticas	S	5	2	1	4	3	120
		Ruído Ambiente	Utilização de viaturas e equipamento de limpeza.	X			Aumento de níveis de ruído na envolvente	A	3	1	2	5	2	60
		Qualidade do ar	Varrimento do chão		X		Alteração da qualidade do ar com aumento de poeiras	A	3	2	2	2	3	72

N – Normal | P – Pontual | A – Acidente

Após terminar o preenchimento das Tabelas 10 e 11, levando em consideração a percepção que o técnico envolvido teve da significância dos impactes em causa e dos valores de Índice de Risco obtidos num determinado período e num determinado contexto, é fundamental reavaliar cuidadosamente os resultados e procurar eventuais erros de caracterização ou de pontuação.

A relevância dos impactes, medida pelo Índice de Risco determinará a sua hierarquização e consequente prioridade de resolução.

Procurando estabelecer uma análise de sensibilidade que suportará a hierarquização dos impactes, serão utilizadas as matrizes de Índice de Risco, ver Tabela 12 – Matriz de Índice de Risco – Custo 2 e Tabela 13 – Matriz de Índice de Risco – Custo 3, baseada na “Metodologia Integrada de Avaliação de Impactes Ambientais e de Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais” (Antunes, 2009).

As tabelas apresentadas pressupõem uma simplificação na qual se utiliza o valor agregado da gravidade em vez do desdobramento da matriz de cruzamento da perigosidade e quantificação. Os valores do Índice de Risco tomam em consideração as pontuações 2 e 3 para o parâmetro “Custo e complexidade técnica das medidas de prevenção / correcção” que corresponde a: Metodologia de prevenção / correcção com custo e complexidade técnica reduzida (3) e média (2) respectivamente. (Antunes 2009).

Tabela 12 – Matrizes de Índice de Risco – Custo 2

Custo 2

		Gravidade Extensão																				
		1				2				3				5				10				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Exposição MPC	1	1	2	4	6	8	4	8	12	16	6	12	18	24	10	20	30	40	20	40	60	80
	1	2	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
	1	3	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
	1	4	8	16	24	32	16	32	48	64	24	48	72	96	40	80	120	160	80	160	240	320
	1	5	10	20	30	40	20	40	60	80	30	60	90	120	50	100	150	200	100	200	300	400
	2	1	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
	2	2	8	16	24	32	16	32	48	64	24	48	72	96	40	80	120	160	80	160	240	320
	2	3	12	24	32	16	32	48	64	24	48	72	96	40	80	120	180	240	120	240	360	480
	2	4	16	32	48	64	32	64	96	128	48	96	144	192	80	160	240	320	160	320	480	640
	2	5	20	40	60	80	40	80	120	160	60	120	180	240	100	200	300	400	200	400	600	800
	3	1	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
	3	2	12	24	36	48	24	48	72	96	36	72	108	144	60	120	180	240	120	240	360	480
	3	3	18	36	54	72	36	72	108	144	54	108	162	216	90	180	270	360	180	360	540	720
	3	4	24	48	72	96	48	96	144	192	72	144	216	288	120	240	360	480	240	480	720	960
	3	5	30	60	90	120	60	120	180	240	90	180	270	360	150	300	450	600	300	600	900	1200

Tabela 13 – Matriz de Índice de Risco – Custo 3

Custo 3

		Gravidade Extensão																				
		1				2				3				5				10				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Exposição MPC	1	1	3	6	9	12	6	12	18	24	9	18	27	36	15	30	45	60	30	60	90	120
	1	2	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
	1	3	9	18	27	36	18	36	54	72	27	54	81	108	45	90	135	180	90	180	270	360
	1	4	12	24	36	48	24	48	72	96	36	72	108	144	60	120	180	240	120	240	360	480
	1	5	15	30	45	60	30	60	90	120	45	90	135	180	75	150	225	300	150	300	450	600
	2	1	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
	2	2	12	24	36	48	24	48	72	96	36	72	108	144	60	120	180	240	120	240	360	480
	2	3	18	36	54	72	36	72	108	144	54	108	162	216	90	180	270	360	180	360	540	720
	2	4	24	48	72	96	48	96	144	192	72	144	216	288	120	240	360	480	240	480	720	930
	2	5	30	60	90	120	60	120	180	240	90	180	270	360	150	300	450	600	300	600	900	1200
	3	1	9	18	27	36	18	36	54	72	27	54	81	108	45	90	135	180	90	180	270	360
	3	2	18	36	54	72	36	72	108	144	54	108	162	216	90	180	270	360	180	360	540	720
	3	3	27	54	81	108	54	108	162	216	81	162	243	324	135	270	405	540	270	540	810	1080
	3	4	36	72	108	144	72	144	216	288	108	216	324	432	180	360	540	720	360	720	1080	1440
	3	5	45	90	135	180	90	180	270	360	135	270	405	540	225	450	675	900	450	900	1350	1800

Pela análise das Tabelas 12 e 13, verifica-se que a pontuação reflecte de forma apropriada as situações onde o risco é maior, evidenciando as situações mais graves combinadas com a elevada extensão dos impactes, a maior exposição e as deficientes medidas de prevenção e controlo que reflectem índices de risco mais elevados.

Por último, a partir da informação obtida, devem definir-se as medidas a adoptar para minimizar os Índices de Risco obtidos, começando pelos mais significativos, e portanto mais críticos para todo o processo, definindo as acções a implementar, responsáveis e prazos.

Na sequência de qualquer mudança efectuada ao processo ou às actividades é conveniente proceder à avaliação da eficácia da mesma, reflectindo constantemente a evolução dos resultados nos registos de evidência da melhoria contínua que suportam os sistemas da Qualidade, da Segurança e do Ambiente.

## 5 – Análise dos resultados

Após a análise efectuada a 108 aspectos que caracterizam em termos de Segurança ocupacional e Ambiente cada uma das duas obras estudadas, constata-se que as Operações (sub-processos) que de forma geral envolvem maior Índice de Risco são:

- Corte de Betuminosos / Fresagem de pavimento, remoção de betuminoso ou arranque de calçada/cubos.
- Escavações e movimentação de terras (carga e transporte) / Abertura de vala
- Assentamento de conduta / Pipe bursting
- Fecho de valas – aterros e compactações
- Betonagem
- Reposição do pavimento em betuminoso ou em calçada

Também de forma geral, este tipo de obras e respectivas metodologias, não envolvem riscos muito elevados, representados na escala apresentada na Tabela 9 pontuações entre 501 e 1800. O valor máximo registado de IR foi de 288 no tipo de Obra 1 e de 360 no tipo de Obra 2.

Verificou-se também algum equilíbrio ao nível da avaliação da significância dos impactes, para cada uma das obras estudadas. Por exemplo os valores máximos referidos para cada um dos parâmetros de avaliação, representados na Tabela 14 – Valores Máximos do Parâmetros na Avaliação de Significância, apenas diferiram num dos parâmetros: Exposição / Frequência de ocorrência do aspecto.

Tabela 14 – Valores Máximos do Parâmetros na Avaliação de Significância

		Nº de valores máximos		
		Valor Máximo	Obra 1 – sem abertura de vala	Obra 2 – com abertura de vala
Parâmetros de avaliação	Gravidade do Aspecto	10	16	16
	Extensão do Impacte	4	9	9
	Exposição / frequência de ocorrência do aspecto	3	19	33
	Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo	5	12	12
	Custos e complexidade técnica de prevenção / correcção do aspecto	3	84	84

Apenas ao nível da “Exposição / frequência de ocorrência do aspecto” a quantidade de referências aos valores máximos foram superiores na Obra do tipo 2.

Verificou-se também uma grande homogeneidade relativamente ao parâmetro “Custos e complexidade técnica de prevenção / correcção do aspecto” que para a grande maioria dos aspectos apresenta uma “Metodologia de prevenção/correcção com custo e complexidade técnica reduzidas”.

Partindo do grupo de Indicadores propostos, completou-se a Tabela 15 – Indicadores de Gestão Ambiente e Segurança na Reabilitação de Infraestruturas – Conclusão, que compara os resultados obtidos para obras “sem abertura de vala” – Obra 1 e para obras “com abertura de Vala” – Obra 2.

Ao nível dos indicadores do Grupo da Gestão, verifica-se uma clara vantagem da Obra 1, quer ao nível do cumprimento dos prazos, que apresenta uma redução de 5% (contra um atraso de 10% da Obra 2), quer ao nível do custo efectivo da obra que apresenta uma redução de 7,5% (contra uma redução de apenas 1,2% da Obra 2). Também ao nível das falhas de fornecimentos, de Materiais, Serviços e Equipamentos, se verifica uma clara vantagem da Obra 1, com diferenças significativas para a Obra 2, devido em grande parte à menor utilização de recursos e de uma forma mais próxima do planeado. As falhas de fornecimentos de Matérias e/ou Serviços da Obra 1 representou 5% do total de fornecimentos (contra 22% de falhas da obra 2). As falhas de Equipamentos da Obra 1 representaram 2% do total de Horas Máquina Trabalháveis (contra 35% da Obra 2).

Ao nível da Segurança e Saúde Ocupacional há a referir que não se verificaram acidentes no decurso das duas obras analisadas, pelo que os indicadores “Índice de Gravidade de Acidentes de Trabalho”, “Índice de Frequência de Acidentes de Trabalho” e “Índice de Incidência de Acidentes de Trabalho” apresentam valores nulos.

Relativamente à exposição ao ruído por parte dos trabalhadores envolvidos, verifica-se uma ligeira diferença, Obra 1 = 2% e Obra 2= 8%, devido em grande medida à menor afectação de trabalhadores e de equipamentos à Obra 1.

Relativamente aos indicadores de Ambiente, relacionam-se os custos médios mensais com os recursos Água, Electricidade, Combustíveis e Gestão de Resíduos, verificando-se uma vantagem mínima nos dois primeiros e uma clara vantagem nos dois últimos. De facto é significativa a redução de custos com combustíveis e com a gestão de resíduos que a Obra 1 evidencia. O facto de, neste tipo de obra, se utilizarem menos equipamentos e estes estarem a movimentar apenas uma pequena parte do volume de escavação que na obra do tipo 2 é revelador. Por outro lado, sendo este tipo de obra a reabilitação de condutas antigas, é natural, que pelos métodos tradicionais com abertura de vala se gerem resíduos de demolição em quantidade apreciável. Utilizando o método “Pipe-Bursting” os restos das condutas antigas não são retiradas, não constituindo por isso resíduo.

Os indicadores de risco agregado de Segurança e Ambiente e em especial o nº 13 – Índice de Risco agregado, 24,07% na Obra 1 (contra 48,14% na Obra 2) não deixam margem para dúvidas relativamente ao método com menos riscos associados, embora o nível de risco envolvido seja de grau médio (91 a 250 valores) de acordo com a metodologia adoptada no presente trabalho. Não há aspectos que envolvam índices de Risco superiores a 360 numa escala de 1 a 1800.

Tabela 15 - Indicadores de Gestão, Ambiente e Segurança na Reabilitação de Infraestruturas - Conclusão

Grupo	Indicadores	Unid.	Fórmula	Obra 1	Obra 2
Gestão	1 - Desvio de Prazo de construção da obra	%	$\frac{\text{Duração efectiva} - \text{Prazo previsto}}{\text{Prazo previsto}} \times 100$	- 5 %	10%
	2 - Desvio de Custo	%	$\frac{\text{Custo efectivo} - \text{Custo previsto}}{\text{Custo previsto}} \times 100$	- 7,5%	- 1,2 %
	3 – Falhas de Fornecimentos de Materiais e/ou Serviços	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Falhas de Fornecimentos}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Fornecimentos}} \times 100$	5 %	22 %
	4 - Falhas de Equipamento	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Horas de Avaria Equipam.}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas Máq. Trabalháveis}} \times 100$	2 %	35 %
Segurança e Saúde Ocupacionais	5 - Trabalhadores expostos ao ruído:	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de trab. exp. [Lepd} > 90 \text{ dB (A)]}}{\text{N}^\circ \text{ médio de trabalhadores}} \times 100$	2%	8%
	6 - Índice de Gravidade de Acidentes de Trabalho	Un	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Dias Úteis perdidos}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas-Homem trabalhadas}} \times 10^3$	0	0
	7 - Índice de Frequência de Acidentes de Trabalho	Un	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Acidentes com Baixa}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas-Homem trabalhadas}} \times 10^6$	0	0
	8 - Índice de Incidência de Acidentes de Trabalho	Un	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Acidentes com baixa}}{\text{N}^\circ \text{ médio de trabalhadores}} \times 10^3$	0	0
Ambiente	9 – Consumo de Água	Euros	Custo mensal médio de água	38 €	46 €
	10 – Consumo de Energia Eléctrica	Euros	Custo mensal medio de energia eléctrica fornecida pela rede pública	30 €	36 €
	11 – Consumo de Combustíveis	Euros	Custo mensal médio de Gasóleo e Gasolina	800 €	1500 €
	12 – Custos de gestão de resíduos – RCD's e outros.	Euros	Custo mensal médio de gestão de resíduos	15 €	375 €
Risco agregado de Segurança e Ambiente	13 – Índice de Risco agregado (Segurança e Ambiente)	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Itens Não Aceitáveis}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Itens considerados}} \times 100$	24,07	48,14
	14 – Nível máximo de risco	Un	Valor do Índice de Risco mais elevado (no intervalo de 1 a 1800 pontos)	288	360
	15 – Índice de Risco Muito Elevado	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é muito elevado (501 a 1800)}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$	0	0
	16 – Índice de Risco Elevado	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é elevado (251 a 500)}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$	8,33	15,74
	17 – Índice de Risco Médio	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é médio (91 a 250)}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$	15,74	32,41
	18 – Índice de Risco Menor	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Aspectos em que o risco é menor (1 a 90)}}{\text{N}^\circ \text{ total de itens considerados}} \times 100$	75,92	51,85

As tecnologias “sem abertura de vala” não recorrem à escavação a partir da superfície, minimizando deste modo a exposição a riscos ocupacionais por parte dos trabalhadores envolvidos nas operações de remoção, colocação e ligação de infraestruturas dentro de valas. Minimizam o contacto com equipamentos pesados e com movimento de rotação, translação e elevação, como por exemplo as escavadoras rotativas de rastros, as retro-escavadoras de pneus, as entivações metálicas, os passadiços e outros. Minimizam o contacto com agentes químicos e físicos perigosos existentes nas infraestruturas antigas, como por exemplo o amianto, o chumbo e outros.

Ao reduzirem a área de intervenção da obra ao espaço mínimo de acesso em duas extremidades a reabilitar, reduzem também a possibilidade de acidentes relacionados com elementos externos à obra, peões, moradores e tráfego rodoviário em geral.

Contribuem significativamente para a redução dos impactos ambientais da instalação, manutenção e reparação das infraestruturas subterrâneas.

Minimizam também as perturbações à superfície, como por exemplo o congestionamento de tráfego, contribuindo para uma redução significativa da poluição atmosférica e sonora.

Além disso, as tecnologias “sem abertura de vala” podem tirar partido das condutas existentes, minimizando os resíduos e o consumo de materiais causados pela escavação, movimentações de terra e pavimentação.

Em linhas gerais, as tecnologias “sem abertura de vala” protegem o ambiente, são menos poluentes, utilizam recursos de forma sustentável, permitem reciclar mais dos seus resíduos e produtos tratando-os de uma forma ambientalmente mais aceitável do que as tecnologias tradicionais.

A adequada aplicação das tecnologias “sem abertura de vala” para resolver problemas de fornecimento de água e de saneamento urbano, apresentam significativos benefícios ambientais para além dos benefícios relacionados com redução dos inconvenientes para as entidades gestoras das redes, uma melhor fluidez do tráfego e a correspondente redução do consumo de combustível. Normalmente são desenvolvidos projectos de infraestruturas subterrâneas para:

- Implementar novas redes de condutas ou aumentar a sua extensão;
- Aumentar a capacidade da rede existente;
- Transferir serviços da superfície para serviços enterrados;
- Substituir condutas defeituosas;
- Reabilitar condutas existentes, reforçando-as e tirando partido da capacidade estrutural residual.

Todos estes projectos exigem acessos a partir da superfície. Se forem utilizados métodos com tecnologia “sem abertura de vala”, a redução das áreas de superfície necessárias e do tempo de ocupação dessas áreas, comparativamente com os métodos tradicionais, “com abertura de vala”, beneficia grandemente as empresas e a população em geral.

O desenvolvimento das tecnologias “sem abertura de vala” está ainda no seu início, sendo que actualmente, a maioria das instalações de infraestruturas no subsolo, respectiva manutenção, reparação e ampliação são realizadas ainda com recurso a métodos “com abertura de vala”.

Os projectos “sem abertura de vala” exigem uma reflexão cuidadosa sobre o estado das condutas subterrâneas e as condições do solo, a fim de se seleccionar a técnica mais apropriada. Após a determinação da tecnologia e da abordagem a utilizar, realizam-se os trabalhos na superfície, utilizando um acesso já existente ou iniciando a escavação de poços de acesso.

A determinação da técnica a utilizar, a localização dos poços de acesso e a trajectória para um novo tubo exige uma sondagem inicial. Isso é muitas vezes visto como um gasto adicional em comparação com os métodos “com abertura de vala”. No entanto, o custo desta primeira etapa de prospecção é normalmente compensado por um menor tempo de obra.

A técnica “sem abertura de vala” apresenta uma série de outras vantagens exclusivas. Por exemplo, para novas instalações, pode-se perfurar e instalar as condutas no estrato de solo mais favorável, independentemente da profundidade. No caso particular dos esgotos pode haver lugar a uma significativa economia pela utilização do fluxo gravítico, evitando estações de bombagem.

Seja qual for o método utilizado para intervenção em infraestruturas subterrâneas, a probabilidade de sucesso é significativamente melhorada pelo conhecimento, anterior ao início dos trabalhos, do estado das estruturas existentes e do terreno de implantação. Para projectos “com abertura de vala”, a vala contempla por si só, na maior parte das vezes, a verificação, podendo antecipar a resolução dos problemas que possam ocorrer. Na prática constata-se que gerir projectos nesta base pode levar a mudanças inesperadas nos materiais e serviços de apoio, atrasos e ocasionalmente acidentes. Um adequado planeamento de obra ajuda a prever e a minimizar os impactos ambientais da mesma.

São utilizados cada vez com maior frequência localizadores para detectar infraestruturas enterradas, que utilizados em conjunto com técnicas de escavação por vácuo, têm contribuído para a simplificação e redução do custo das verificações “in-situ”. Para a maioria dos projectos, tradicionalmente, os custos geralmente aumentam em relação directa com a profundidade de trabalho abaixo da superfície. Como resultado prático, a primeira preocupação é a de fazer qualquer implantação de novas condutas o mais próximo possível da superfície e os acessos a infraestruturas existentes o mais directo e curto possível.

No entanto nos projectos “sem abertura de vala” há pouca relação entre custo e profundidade. Para os trabalhos de reabilitação de infraestruturas já existentes, os pontos de acesso já disponibilizados podem ser utilizados e os trabalhos podem ser programadas para reduzir os inconvenientes.

Para novos projectos, a natureza do solo e a profundidade do nível freático pode influenciar a escolha da tecnologia e do processo a seguir. Ao utilizar tecnologias “sem abertura de vala” os projectistas podem tirar partido das mais favoráveis condições do solo, independentemente da profundidade, permitindo a instalação de novas infraestruturas em áreas onde os métodos “com abertura de vala” eram anteriormente impossíveis. Por exemplo, as infraestruturas podem ser instaladas abaixo do plano de cisalhamento em áreas passíveis de deslizamentos de terra, ou mais profundamente em áreas próximas aos cursos de água que são susceptíveis de inundações e de erosão. As infraestruturas também podem ser instaladas abaixo de camadas de solo gelado em climas muito frios, em áreas de grande importância ambiental ou

cultural, e por baixo de rios e lagos que, no passado, constituíam barreiras naturais consideráveis aos métodos “com abertura de vala”.

A capacidade para perfurar e instalar condutas em profundidades maiores pode ajudar a simplificar os projectos, permitindo condutas mais longas com menores gradientes, evitando assim a necessidade de estações de bombagem e câmaras de acesso. Isto também facilita a instalação de condutas subterrâneas abaixo das já congestionadas áreas próximas da superfície, em zonas urbanas.

No caso de infraestruturas já existentes, estas podem ser remodeladas, e onde as novas infraestruturas forem necessárias, podem ser construídas sob as infraestruturas existentes. A possibilidade de renovar e otimizar, em vez de construir mais sistemas subterrâneos tem vantagens ambientais evidentes.

Para além dos factores ambientais e sociais, podem-se fazer comparações financeiras entre as tecnologias “sem abertura de vala” e os métodos tradicionais, “com abertura de vala”.

No entanto, estas comparações são muitas vezes difíceis porque não existem métodos universais de comparação de custos. Embora, tecnicamente, a melhor solução dependa das condições do solo e da localização do nível freático, na prática, os limites financeiros de um projecto e o grau de risco financeiro aceitável geralmente desempenham um papel mais significativo no processo de tomada de decisão.

A importância da Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, tem conquistado um crescente reconhecimento quer da parte dos operadores dos equipamentos quer do público em geral, sendo que a maior parte dos países introduziram legislação específica que obriga à utilização de práticas de trabalho seguras. No caso das infraestruturas subterrâneas, os trabalhadores estão mais próximos dos equipamentos mecânicos e eléctricos, necessitando trabalhar em espaços confinados, abaixo da superfície, ou na proximidade de tráfego em movimento, aumentando o risco de acidentes. Nos projectos “sem abertura de vala” a escavação da superfície está confinada a poços ou caixas de entrada/saída relativamente pequenas, sendo muitas vezes possível a sua localização preferencial em locais afastados de zonas perigosas e de circulação rodoviária. Os projectos “sem abertura de vala” fazem amplo uso de máquinas e processos controlados remotamente a partir da superfície, o que contribui para o afastamento dos trabalhadores das áreas de alto risco, existentes nas frentes de trabalho.

Na generalidade, comparando os métodos “com abertura de vala” com os projectos “sem abertura de vala”, estes últimos são caracterizados por uma mínima superfície de intervenção, durante um período de tempo muito mais reduzido. Para um projecto “sem abertura de vala” bem gerido, o público pode nem sequer estar ciente de que grandes obras de construção se estão a desenvolver por baixo de si. Não sendo, desta forma, provável que hajam restrições que afectem as populações durante as horas de trabalho, e, conseqüentemente, existam menos problemas sociais.

Assim, os projectos “sem abertura de vala” reúnem as características necessárias para serem considerados menos perigosos e ambientalmente mais aceitáveis.

## 6 – Conclusões

Após a análise dos indicadores de gestão, ambiente e segurança propostos, pode-se verificar que 13 dos 18 (77, 7%) indicadores utilizados são mais favoráveis no tipo de Obra 1 – Reabilitação sem abertura de vala, sendo que 4 dos referidos indicadores são iguais para os dois tipos, Obras 1 e Obra 2. De referir que não houve nenhum indicador desfavorável ao tipo de Obra 1 no painel de indicadores analisado.

Salienta-se a componente de avaliação do risco envolvido em cada um dos dois tipos de obra, obtido a partir de uma metodologia que agrega os aspectos de Segurança Ocupacional e de Ambiente, .

É assim possível concluir, com base nos resultados apresentados que os objectivos propostos foram alcançados, tendo-se aplicado com sucesso uma metodologia integrada de avaliação de impactes ambientais e de riscos ocupacionais a obras de reabilitação de Infraestruturas enterradas – condutas, resultando na definição de indicadores de desempenho e de acompanhamento que podem ser utilizados noutros projectos, permitindo um entendimento comum na tomada de decisões relativas ao método de trabalho a adoptar, com ou sem vala, e a decisões de planeamento da Segurança e do Ambiente.

A partir dos resultados dos indicadores da Tabela 15 podem-se comparar as técnicas de reabilitação com abertura de vala e sem abertura de vala, verificando-se a viabilidade e eficiência da aplicação da segunda. Desta forma podem ser estabelecidos paralelismos e conclusões que sirvam de orientação em casos futuros, justificando a tomada de decisão com base em resultados quantitativos, que poderão, em situações idênticas, servir de valores de referência.

Embora a representatividade dos valores apresentados seja bastante limitada, por estarem em comparação apenas dois casos, esta situação tende a melhorar na continuidade da aplicação deste método a outras obras, robustecendo-o.

## 7 - Desenvolvimentos futuros

É importante robustecer o método, aplicando-o a um maior número de casos, permitindo deste modo estabelecer padrões e evitar situações de influência pontual por via de factores exógenos de contexto.

Os casos de exemplo deveriam também estender-se a outras técnicas de reabilitação sem abertura de vala, para além do “Pipe-Bursting”, permitindo deste modo a eventual comparação entre os vários métodos disponíveis.

A maior parte das técnicas referidas neste trabalho, apesar de serem conhecidas e já largamente utilizadas em determinados países Europeus, têm tido apenas utilizações esporádicas e restritas a acções de demonstração em Portugal, sendo o desconhecimento dos resultados práticos de aplicações concretas um dos factores que limitam a sua prescrição por parte dos técnicos especialistas da reabilitação de infraestruturas.

A partilha de informação entre os vários intervenientes na reabilitação de infraestruturas, Promotores de Obra, Projectistas, Empreiteiros, Empresas de Equipamentos e Instituições de Ensino é fundamental para o desenvolvimento futuro das técnicas e das suas valias para as componentes de gestão da Segurança Ocupacional e Ambiental.

Tendo em vista a continuidade do presente trabalho e de outros que possam versar sobre a mesma problemática nas vertentes da gestão ou das tecnologias associadas, sugere-se o desenvolvimento de observatório que permita a recolha, tratamento e difusão de conhecimento nestas matérias pelos interessados. Para a materialização deste observatório poderia utilizar-se um portal onde, para além da aplicação da metodologia apresentada, pudesse constituir-se um repositório ordenado e pesquisável de:

- Informação técnica e científica – trabalhos publicados, na íntegra ou abstracts;
- Notação bibliográfica;
- Bases de dados de indicadores – Benchmarking;
- Bolsa de partilha de Boas Práticas entre utilizadores;
- Artigos e Publicações.
- Contactos úteis

Embora grandemente dependente dos sistemas de informação de cada organização, a possibilidade de informatizar a recolha e disponibilização de indicadores de gestão, incluindo os de Segurança e Ambiente poderá constituir um significativo contributo para a dinamização deste tema. Simultaneamente seria desejável o desenvolvimento de procedimentos específicos que não só permitissem criar o circuito de implementação e análise dos indicadores de desempenho como a sua manutenção e contribuição para a Melhoria Contínua da organização.

## 8 - Referencias Bibliográficas

ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho – Estatísticas: [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/Paginas/default.aspx](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/Paginas/default.aspx) - 22-07-2010

AFNOR - Systèmes de Management Intégré – Bonnes pratiques et retours - d'expériences”, Janeiro de 2003.

Fernando José Artilheiro Antunes – “Metodologia Integrada de Avaliação de Impactes Ambientais e de Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais” – FEUP – 2009.

Fernando Pedro Ferreira Pinto - Reabilitação de Conduas sem Abertura de Vala – Aplicação a um caso – MIEC - 2009

IPQ – Instituto Português da Qualidade – NP EN ISO 9000:2005 - Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e vocabulário – 2005

IPQ – Instituto Português da Qualidade – NP EN ISO 9001:2008 - Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos – 2008

IPQ – Instituto Português da Qualidade – NP EN ISO 14001:2004 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização - 2004

IPQ – Instituto Português da Qualidade - NP 4397:2008 – Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho – Requisitos - 2008

João Maria Alcântara de Melo Costa - Avaliação do Desempenho na Construção Civil – IST – 2008

UNEP – DTIE-IETC/ISTT – United Nations Environment Program International – International Society for Trenchless Technology - An Environmentally Sound Approach for Underground Services - An Introductory Guide for Decision-Makers - 2001

## 9 – Anexo I – Frases “R” e “S”

**Frases de R e S conforme disposto na Directiva 2001/59/EC e Dec.Lei 154-A/2002.**

### **Frases R:**

- R1 - Explosivo no estado seco.
- R2 - Risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.
- R3 - Grande risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.
- R4 - Forma compostos metálicos explosivos muito sensíveis.
- R5 - Perigo de explosão sob a acção do calor.
- R6 - Perigo de explosão com ou sem contacto com o ar.
- R7 - Pode provocar incêndio.
- R8 - Favorece a inflamação de matérias combustíveis.
- R9 - Pode explodir quando misturado com matérias combustíveis.
- R10 - Inflamável.
- R11 - Facilmente inflamável.
- R12 - Extremamente inflamável.
- R13 - Gás liquefeito extremamente inflamável.
- R14 - Reage violentamente em contacto com a água.
- R15 - Em contacto com a água liberta gases muito inflamáveis.
- R16 - Pode explodir quando misturado com substâncias comburentes.
- R17 - Espontaneamente inflamável ao ar.
- R18 - Quando da utilização, formação possível de mistura vapor/ar inflamável/explosiva.
- R19 - Pode formar peróxidos explosivos.
- R20 - Nocivo por inalação.
- R21 - Nocivo em contacto com a pele.
- R22 - Nocivo por ingestão.
- R23 - Tóxico por inalação.
- R24 - Tóxico em contacto com a pele.
- R25 - Tóxico por ingestão.
- R26 - Muito tóxico por inalação.
- R27 - Muito tóxico em contacto com a pele.
- R28 - Muito tóxico por ingestão.
- R29 - Em contacto com a água liberta gases tóxicos.
- R30 - Pode tornar-se facilmente inflamável durante o uso.
- R31 - Em contacto com ácidos liberta gases tóxicos.
- R32 - Em contacto com ácidos liberta gases muito tóxicos.
- R33 - Perigo de efeitos cumulativos.
- R34 - Provoca queimaduras.
- R35 - Provoca queimaduras graves.
- R36 - Irritante para os olhos.
- R37 - Irritante para as vias respiratórias.
- R38 - Irritante para a pele.
- R39 - Perigo de efeitos irreversíveis muito graves.
- R40 - Possibilidade de efeitos cancerígenos.
- R41 - Risco de lesões oculares graves.
- R42 - Pode causar sensibilização por inalação.
- R43 - Pode causar sensibilização em contacto com a pele.
- R44 - Risco de explosão se aquecido em ambiente fechado.
- R45 - Pode causar cancro.
- R46 - Pode causar alterações genéticas hereditárias.
- R47 - Pode causar defeitos ao feto.
- R48 - Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada.
- R49 - Pode causar cancro por inalação.
- R50 - Muito tóxico para os organismos aquáticos.
- R51 - Tóxico para os organismos aquáticos.

- R52 - Nocivo para os organismos aquáticos.
- R53 - Pode causar efeitos negativos a longo prazo no ambiente aquático.
- R54 - Tóxico para a flora.
- R55 - Tóxico para a fauna.
- R56 - Tóxico para os organismos do solo.
- R57 - Tóxico para as abelhas.
- R58 - Pode causar efeitos negativos a longo prazo no ambiente.
- R59 - Perigoso para a camada de ozono.
- R60 - Pode comprometer a fertilidade.
- R61 - Risco durante a gravidez com efeitos adversos na descendência.
- R62 - Possíveis riscos de comprometer a fertilidade.
- R63 - Possíveis riscos durante a gravidez com efeitos adversos na descendência.
- R64 - Pode causar danos às crianças alimentadas com leite materno.
- R65 - Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.
- R66 - Pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida.
- R67 - Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.
- R68 - Possibilidade de efeitos irreversíveis.

**Combinações das frases de risco:**

- R14/15 - Reage violentamente com a água libertando gases extremamente inflamáveis.
- R15/29 - Em contacto com a água liberta gases tóxicos e extremamente inflamáveis.
- R20/21 - Nocivo por inalação e em contacto com a pele.
- R20/22 - Nocivo por inalação e ingestão.
- R20/21/22 - Nocivo por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
- R21/22 - Nocivo em contacto com a pele e por ingestão.
- R23/24 - Tóxico por inalação e em contacto com a pele.
- R23/25 - Tóxico por inalação e ingestão.
- R23/24/25 - Tóxico por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
- R24/25 - Tóxico em contacto com a pele e por ingestão.
- R26/27 - Muito tóxico por inalação e em contacto com a pele.
- R26/28 - Muito tóxico por inalação e ingestão.
- R26/27/28 - Muito tóxico por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
- R27/28 - Muito tóxico em contacto com a pele e por ingestão.
- R36/37 - Irritante para os olhos e vias respiratórias.
- R36/38 - Irritante para os olhos e pele.
- R36/37/38 - Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele.
- R37/38 - Irritante para as vias respiratórias e pele.
- R39/23 - Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação.
- R39/24 - Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele.
- R39/25 - Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por ingestão.
- R39/23/24 - Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e em contacto com a pele.
- R39/23/25 - Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e ingestão.
- R39/24/25 - Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele e por ingestão.
- R39/23/24/25 - Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
- R39/26 - Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação.
- R39/27 - Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele.
- R39/28 - Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por ingestão.
- R39/26/27 - Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e em contacto com a pele.
- R39/26/28 - Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e ingestão.
- R39/27/28 - Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele e por ingestão.
- R39/26/27/28 - Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
- R40/20 - Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação.
- R40/21 - Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis em contacto com a pele.

- R40/22 - Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por ingestão.  
R40/20/21 - Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação e em contacto com a pele.  
R40/20/22 - Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação e ingestão.  
R40/21/22 - Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis em contacto com a pele e por ingestão.  
R40/20/21/22 - Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.  
R42/43 - Pode causar sensibilização por inalação e em contacto com a pele.  
R48/20 - Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação.  
R48/21 - Nocivo: risco de efeitos para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele.  
R48/22 - Nocivo: risco de efeitos para a saúde em caso de exposição prolongada por ingestão.  
R48/20/21 - Nocivo: risco de efeitos para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e em contacto com a pele.  
R48/20/22 - Nocivo: risco de efeitos para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e ingestão.  
R48/21/22 - Nocivo: risco de efeitos para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele e por ingestão.  
R48/20/21/22 - Nocivo: risco de efeitos para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.  
R48/23 - Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação.  
R48/24 - Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele.  
R48/25 - Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por ingestão.  
R48/23/24 - Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e em contacto com a pele.  
R48/23/25 - Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e ingestão.  
R48/24/25 - Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele e por ingestão.  
R48/23/24/25 - Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.  
R50/53 - Muito tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.  
R51/53 - Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.  
R52/53 - Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.

**Conselhos de prudência relativos a substâncias e preparações perigosas:**

- S 1 Guardar fechado à chave.  
S 2 Manter fora do alcance das crianças.  
S 3 Guardar em lugar fresco.  
S 4 Manter fora de qualquer zona de habitação.  
S 5 Manter sob . . . (líquido apropriado a especificar pelo produtor).  
S 6 Manter sob . . . (gás inerte a especificar pelo produtor).  
S 7 Manter o recipiente bem fechado.  
S 8 Manter o recipiente ao abrigo da humidade.  
S 9 Manter o recipiente num local bem ventilado.  
S 12 Não fechar o recipiente hermeticamente.  
S 13 Manter afastado de alimentos e bebidas, incluindo os dos animais.  
S 14 Manter ao abrigo de . . . (matérias incompatíveis a indicar pelo produtor).  
S 15 Manter afastado do calor.  
S 16 Manter afastado de qualquer chama ou fonte de ignição—não fumar.  
S 17 Manter afastado de matérias combustíveis.  
S 18 Manipular e abrir o recipiente com prudência.  
S 20 Não comer nem beber durante a utilização.  
S 21 Não fumar durante a utilização.  
S 22 Não respirar as poeiras.

- S 23 Não respirar os gases/vapores/fumos/aerossóis [termo(s) apropriado(s) a indicar pelo produtor].
- S 24 Evitar o contacto com a pele.
- S 25 Evitar o contacto com os olhos.
- S 26 Em caso de contacto com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista.
- S 27 Retirar imediatamente todo o vestuário contaminado.
- S 28 Após contacto com a pele, lavar imediata e abundantemente com. . .(produtos adequados a indicar pelo produtor).
- S 29 Não deitar os resíduos no esgoto.
- S 30 Nunca adicionar água a este produto.
- S 33 Evitar acumulação de cargas electrostáticas.
- S 35 Não se desfazer deste produto e do seu recipiente sem tomar as precauções de segurança devidas.
- S 36 Usar vestuário de protecção adequado.
- S 37 Usar luvas adequadas.
- S 38 Em caso de ventilação insuficiente, usar equipamento respiratório adequado.
- S 39 Usar um equipamento protector para a vista/face.
- S 40 Para limpeza do chão e objectos contaminados por este produto, utilizar. . .(a especificar pelo produtor).
- S 41 Em caso de incêndio e/ou explosão não respirar os fumos.
- S 42 Durante as fumigações/pulverizações usar equipamento adequado [termo(s) adequado(s) a indicar pelo produtor].
- S 43 Em caso de incêndio, utilizar. . .(meios de extinção a especificar pelo produtor. Se a água aumentar os riscos, acrescentar «Nunca utilizar água»).
- S 45 Em casos de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível mostrar-lhe o rótulo).
- S 46 Em caso de ingestão, consultar imediatamente o médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.
- S 47 Conservar a uma temperatura que não exceda. . .oC(a especificar pelo produtor).
- S 48 Manter húmido com. . .(material adequado a especificar pelo produtor).
- S 49 Conservar unicamente no recipiente de origem.
- S 50 Não misturar com. . .(a especificar pelo produtor).
- S 51 Utilizar somente em locais bem ventilados.
- S 52 Não utilizar em grandes superfícies nos locais habitados.
- S 53 Evitar a exposição—obter instruções específicas antes da utilização.
- S 56 Eliminar este produto e o seu recipiente, enviando-os para local autorizado para a recolha de resíduos perigosos ou especiais.
- S 57 Utilizar um recipiente adequado para evitar a contaminação do ambiente.
- S 59 Solicitar ao produtor/fornecedor informações relativas à sua recuperação/reciclagem.
- S 60 Este produto e o seu recipiente devem ser eliminados como resíduos perigosos.
- S 61 Evitar a libertação para o ambiente. Obter instruções específicas/fichas de segurança.
- S 62 Em caso de ingestão, não provocar o vômito. Consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.

#### **Frases combinadas:**

- S1/2 - Conservar bem trancado e manter fora do alcance das crianças
- S3/7/9 - Conservar o recipiente num lugar fresco, bem ventilado e manter bem encerrado
- S3/9 - Conservar o recipiente num lugar fresco e bem ventilado
- S3/9/14 - Conservar num local fresco, bem ventilado e longe de ... (materiais incompatíveis a especificar pelo fabricante)
- S3/9/14/49 - Conservar unicamente no recipiente original num local fresco, bem ventilado e longe de ... (materiais incompatíveis a especificar pelo fabricante)
- S3/9/49 - Conservar unicamente no recipiente original, em lugar fresco e bem ventilado
- S3/14 - Conservar em lugar fresco e longe de ... (materiais incompatíveis a especificar pelo fabricante)
- S7/8 - Manter o recipiente bem fechado e num local fresco
- S7/9 - Manter o recipiente bem fechado e num local ventilado
- S20/21 - Não comer, beber ou fumar durante a sua utilização
- S24/25 - Evitar o contacto com os olhos e com a pele
- S27/28 - Em caso de contacto com a pele, retirar imediatamente toda a roupa contaminada e

lavar imediata e abundantemente com . . . (produto adequado a indicar pelo produtor)

S29/35 - Não deitar os resíduos no esgoto; não eliminar o produto e o seu recipiente sem tomar as precauções de segurança devidas

S36/37 - Usar luvas e vestuário de protecção adequados

S36/37/39 - Usar luvas e vestuário de protecção adequados bem como protecção para os olhos/cara

S36/39 - Usar vestuário adequado e protecção para os olhos/cara

S37/39 - Usar luvas adequadas e protecção para os olhos/cara

S47/49 - Conservar unicamente no recipiente original e a temperatura inferior a ...°C (a especificar pelo fabricante)

## 10 – Anexo II – Legislação de SHST aplicável

- **Decreto-lei nº 41821 de 11 de Agosto de 1958** - Aprova o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil - RSTCC.
- **Decreto-lei nº 46427 de 10 de Julho de 1965** - Aprova o Regulamento das Instalações Provisórias do Pessoal Empregado nas Obras - RIPPEO.
- **Lei nº 102/2009 de 10 de Setembro** (Revogou o Decreto-lei nº 441/91 de 14 de Novembro) - Transpõe a directiva nº 89/391/CEE relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho.
- **Decreto Regulamentar nº 1/92 de 18 de Fevereiro** - Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão.
- **Decreto-lei nº 72/92 de 28 de Abril** - Transpõe a Directiva nº 86/188/CEE de 12 de Maio relativa à protecção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho.
- **Decreto Regulamentar nº 9/92 de 28 de Abril** - Regulamenta o Decreto-Lei nº 72/92 de 28 de Abril.
- **Decreto-lei nº 128/93 de 22 de Abril** - Estabelece as exigências técnicas de segurança a observar pelos equipamentos de protecção individual, de acordo com a directiva nº 89/686/CEE de 21 de Dezembro.
- **Decreto-lei nº 330/93 de 25 de Setembro** - Transpõe a Directiva nº 90/269/CEE de 29 de Maio relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde na movimentação manual de cargas.
- **Decreto-lei nº 347/93 de 1 de Outubro** - Transpõe a Directiva nº 89/654/CEE de 30 de Novembro relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para os locais de trabalho.
- **Decreto-lei nº 348/93 de 1 de Outubro** - Transpõe a Directiva nº 89/656/CEE de 30 de Novembro relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde na utilização de equipamentos de protecção individual.
- **Portaria nº 987/93 de 6 de Outubro** - Estabelece as normas técnicas de execução do Decreto-lei nº 347/93 de 1 de Outubro.
- **Portaria nº 988/93 de 6 de Outubro** - Estabelece a descrição técnica do equipamento de protecção individual, de acordo com o artº 7º do Decreto-lei nº 348/93 de 1 de Outubro.
- **Decreto-lei nº 362/93 de 15 de Outubro** - Estabelece as regras relativas à informação estatística sobre acidentes de trabalho e doenças profissionais.
- **Portaria nº 1131/93 de 4 de Novembro** - Estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de protecção individual, de acordo com o artº 2º do Decreto-lei nº 128/93 de 22 de Abril.
- **Decreto-lei nº 48/95 de 15 de Março** - Código Penal - Art.ºs 277º a 280º.
- **Decreto-lei nº 141/95 de 14 de Junho** - Transpõe para o direito interno a Directiva nº 92/58/CEE de 24 de Junho, relativa a prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho.
- **Decreto-lei nº 214/95 de 18 de Agosto** - Estabelece as condições de utilização e comercialização de máquinas usadas visando eliminar riscos para a saúde e segurança das pessoas.

- **Portaria nº 1456-A/95 de 11 de Dezembro** - Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e saúde no trabalho.
- **Portaria nº 101/96 de 3 de Abril** - Regulamenta o Decreto-Lei n.º 155/95 de 1 de Julho relativo às prescrições mínimas de segurança e saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis, mantido em vigor pelo Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro.
- **Portaria nº 109/96 de 10 de Abril** - Altera os anexos I, II, IV e V da Portaria 1131/93 de 4 de Novembro.
- **Portaria nº 695/97 de 19 de Agosto** - Altera os anexos I e V da Portaria 1131/93 de 4 de Novembro.
- **Decreto Regulamentar nº 22-A/98 de 1 de Outubro** - Regulamento de Sinalização do Trânsito.
- **Decreto-lei nº 374/98 de 24 de Novembro** - Altera os Decretos-Lei n.º 128/93 de 22/4, n.º 383/93 de 18/11, n.º 130/92 de 6/6, n.º 117/88 de 12/4 e n.º 113/93 de 10/4, relativos a EPI e marcação CE.
- **Decreto-lei nº 82/99 de 16 de Março** - Altera o regime relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização de equipamentos de trabalho, transpondo a Directiva n.º 95/63/CE de 5/12/95.
- **Decreto-lei nº 133/99 de 21 de Abril** - relativo aos princípios de prevenção de riscos profissionais.
- **Decreto-lei nº 159/99 de 11 de Maio** - Regulamenta a Lei n.º 100/97 de 13/9, no que respeita ao seguro de acidentes de trabalho para os trabalhadores independentes.
- **Lei nº 113/99 de 3 de Agosto** - Desenvolve e concretiza o regime geral das contra-ordenações laborais em certos sectores de actividade.
- **Lei nº 116/99 de 4 de Agosto** - Aprova o regime geral das contra-ordenações laborais.
- **Lei nº 118/99 de 11 de Agosto** - Desenvolve e concretiza o regime geral das contra-ordenações laborais.
- **Portaria nº 172/2000 de 23 de Março** - Definição das máquinas usadas que pela sua complexidade e características revistam especial perigosidade.
- **Decreto-lei nº 292/2000 de 14 de Novembro** - Estabelece o regime legal sobre a poluição sonora - Regulamento Geral do Ruído.
- **Decreto-lei nº 4/2001 de 10 de Janeiro** - Estabelece as condições de entrada, permanência, saída e afastamento de estrangeiros do território português - Vd em especial o artigo 144.º.
- **Decreto-lei nº 103/2008 de 24 de Junho** (revogou o DL 320/2001 de 12 de Dezembro) - Transpõe a designada Directiva Máquinas - Estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado e a entrada em serviço das máquinas e componentes de segurança colocados no mercado isoladamente.
- **Decreto-Lei n.º 76/2002 de 26 de Março** - Aprova o Regulamento das Emissões Sonoras para o Ambiente do Equipamento para Utilização no Exterior, transpondo para o ordenamento jurídico interno a Directiva n.º 2000/14/CEE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Maio. Altera ainda alguns artigos do D. L. 292/2000 de 14/11.
- **Portaria n.º 762/2002 de 1 de Julho** - Aprova o Regulamento de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.
- **Decreto Regulamentar nº 41/2002 de 20 de Agosto** - Altera o Decreto Regulamentar n.º 22-A/98 relativo ao Regulamento de Sinalização de Trânsito.

- **Decreto-lei nº 34/2003 de 25 de Fevereiro** - Altera alguns artigos do D. L. N.º 4/2001 de 10 de Janeiro - Vd em especial a alteração do artigo 144.º.
- **Decreto-lei nº 273/2003 de 29 de Outubro** - Altera o D. L. N.º 155/95 de 1 de Julho - Transpõe para o direito interno a Directiva nº 92/57/CEE de 24 de Junho, relativa a prescrições mínimas de segurança e saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis.
- **Decreto-lei nº 12/2004 de 9 de Janeiro** - Estabelece o regime jurídico de ingresso e permanência na actividade da construção.
- **Lei n.º 99/2003 de 27 Agosto** - Aprova o Código do Trabalho.
- **Regulamento n.º 27/99-R de 8 de Novembro de 1999 do Instituto de Seguros de Portugal** - Apólice uniforme do seguro de acidentes de trabalho para trabalhadores por conta de outrem.
- **Decreto-Lei nº 226/2007 de 24 de Julho** – Protecção de trabalhadores expostos ao amianto.
- **Decreto-Lei nº 222/2009 de 17 de Novembro** – Trabalhos com presença de amianto.

## 11 – Anexo III – Legislação Ambiental aplicável:

- **Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março** – Regime das Operações de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição - RCD - Estabelece-se a obrigatoriedade relativamente à prevenção e reutilização e às operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação deste tipo de resíduos.
- **Portaria n.º 417/2008 de 11 de Junho** – Guias de Transporte de Resíduos de Construção e Demolição.
- **Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março** – Lista Europeia de resíduos.
- **Decreto-Lei n.º 46427, de 10 de Julho de 1965** - Regulamento das instalações provisórias destinadas ao pessoal empregado nos obras;
- **Decreto-Lei n.º 1/85, de 16 de Janeiro** - Transpõe para a ordem jurídica nacional a Convenção n.º 155/OUT, de 22 de Junho de 1981, sobre a segurança e saúde dos trabalhadores e ambiente de trabalho;
- **Decreto-Lei n.º 308/89, de 14 de Setembro** - Atribuição ao CMOPP, actual IMOPPI, competências de fiscalização da organização, protecção, segurança e sinalização de estaleiros;
- **Portaria 762/2002 de 1 de Julho** (relativa às actividades de exploração dos sistemas públicos de distribuição de água e dos sistemas públicos de drenagem de águas residuais, domésticas,
- **Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro** - Regime Legal sobre Poluição Sonora.
- **Decreto-Lei n.º 76/2002, de 26 de Março** (Aprova o Regulamento das Emissões Sonoras para o Ambiente do Equipamento para Utilização no Exterior, transpondo para o ordenamento jurídico interno a Directiva n.º 2000/14/CEE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Maio); móveis)
- **Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro** (Estabelece o regime legal sobre a poluição sonora – Regulamento Geral do Ruído);
- **Decreto-Lei n.º 196-89** - O presente diploma visa defender e proteger as áreas de maior aptidão agrícola e garantir a sua afectação à agricultura de forma a contribuir para o pleno desenvolvimento da agricultura portuguesa e para o correcto ordenamento do território.
- **Decreto Regulamentar 18-99** - O presente diploma visa regulamentar a animação ambiental nas modalidades de animação, interpretação ambiental e desporto de natureza nas áreas protegidas, adiante designadas por AP, bem como o processo de licenciamento das iniciativas e projectos de actividades, serviços e instalações de animação ambiental.
- **Decreto-Lei n.º 140-99** - O presente diploma procede à revisão da transposição para o direito interno das seguintes directivas comunitárias: Directiva n.º 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de Abril (directiva aves), alterada pelas Directivas n.ºs 91/244/CEE, da Comissão, de 6 de Março, 94/24/CE, do Conselho, de 8 de Junho, e 97/49/CE, da Comissão, de 29 de Junho; - Directiva n.º 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de Maio (directiva habitats), com as alterações que lhe foram introduzidas pela Directiva n.º 97/62/CE, do Conselho, de 27 de Outubro.
- **Decreto-Lei n.º 488-85** - Lança as bases de um sistema de registo obrigatório de resíduos e define competências e responsabilidades no domínio da sua gestão.

- **Portaria 15-96** - Harmonização de uma terminologia comum, no âmbito das operações de valorização de resíduos.
- **Decreto-Lei n.º 239-97** - O presente diploma estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos, nomeadamente a sua recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação, por forma a não constituir perigo ou causar prejuízo para a saúde humana ou para o ambiente.
- **Decreto-Lei n.º 366-A-97** - O presente diploma transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 94/62/CE, do Parlamento e do Conselho, de 20 de Dezembro de 1994, e estabelece os princípios e as normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, com vista à prevenção da produção desses resíduos, à reutilização de embalagens usadas, à reciclagem e outras formas de valorização de resíduos.
- **Portaria 29-B-98** - O presente diploma estabelece as regras de funcionamento dos sistemas de consignação aplicáveis às embalagens reutilizáveis e às embalagens não reutilizáveis, bem como as do sistema integrado aplicável apenas às embalagens não reutilizáveis, regras a que devem obedecer os operadores económicos responsáveis pela gestão das embalagens e resíduos de embalagens, nos termos previstos nos artigos 5.o e 9.o do Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro.
- **Decreto-Lei n.º 273-98** - O presente diploma estabelece as regras a que fica sujeita a incineração de resíduos perigosos por forma a prevenir ou reduzir ao mínimo os efeitos negativos no ambiente, em especial a poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas, bem como os riscos para a saúde pública, resultantes da incineração de resíduos perigosos, e transpõe para direito interno as disposições constantes da Directiva n.º 94/67/CE, de 16 de Dezembro.
- **Decreto-Lei n.º 407-98** - O presente diploma estabelece as regras relativas aos requisitos essenciais da composição das embalagens, designadamente os níveis de concentração de metais pesados nas embalagens, previstos nos artigos 8.º e 9.º do Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, completando a transposição para a ordem jurídica interna da Directiva n.º 94/62/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Dezembro.
- **Portaria 961-98** - A presente portaria estabelece os requisitos a que deve obedecer o processo de autorização prévia, adiante designada por autorização, das operações de armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos industriais, resíduos sólidos urbanos ou outros tipos de resíduos.
- **Decreto-Lei n.º 321-99** - O presente diploma regula a instalação e funcionamento de aterros para resíduos industriais banais, adiante abreviadamente designados por RIB. Para efeitos da aplicação do disposto no presente diploma entende-se por resíduos industriais banais o mesmo que resíduos industriais não perigosos.
- **Decreto-Lei n.º 162-2000** (altera o dl 366-A-97) - Altera o Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 94/62/CE, do Parlamento e do Conselho, de 20 de Dezembro, e estabeleceu os princípios e as normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens.
- **Decreto-Lei n.º 85-2005** - O presente diploma estabelece o regime a que fica sujeita a incineração e a co-incineração de resíduos, com o objectivo de prevenir ou, tanto quanto possível, reduzir ao mínimo os

seus efeitos negativos no ambiente, em especial a poluição resultante das emissões para a atmosfera, para o solo e para as águas superficiais e subterrâneas, bem como os riscos para a saúde humana, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2000/76/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de Dezembro, relativa à incineração de resíduos.

- **Directiva 2006/12/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho - Assegurar o acompanhamento dos resíduos desde a sua produção até à sua eliminação definitiva.
- **Decisão 2000/532/CE** - Substitui a Decisão 94/3/CE, que estabelece uma lista de resíduos em conformidade com a alínea a) do artigo 1º da Directiva 75/442/CEE do Conselho relativa aos resíduos, e a Decisão 94/904/CE do Conselho, que estabelece uma lista de resíduos perigosos em conformidade com o n.º 4 do artigo 1º da Directiva 91/689/CEE do Conselho relativa aos resíduos perigosos.
- **Portaria n.º 1407/2006** - Altera a taxa de gestão de resíduos incidente sobre as entidades gestoras de sistemas de gestão de fluxos específicos de resíduos, individuais ou colectivos, de centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos perigosos (CIRVER), de instalações de incineração e co-incineração de resíduos e de aterros sujeitos a licenciamento da Autoridade Nacional dos Resíduos (ANR) ou das autoridades regionais dos resíduos.
- **Decisão 2003/33/CE** - Estabelece os critérios e processos de admissão de resíduos em aterros nos termos do artigo 16º e do anexo II da Directiva 1999/31/CE.
- **Decreto-Lei n.º 178/2006** - O presente decreto-lei estabelece o regime geral da gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Directiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro.
- **Portaria n.º 1408/2006** - É aprovado o Regulamento de Funcionamento do Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos (SIRER), abreviadamente designado por Regulamento, que se publica em anexo à presente portaria e que dela faz parte integrante, que estabelece as regras do registo a que se refere o artigo 48.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, no âmbito do SIRER, bem como a gestão da respectiva base de dados, composta pela colectânea de elementos informativos, dispostos de modo sistemático ou metódico, susceptíveis de acesso individual por meios electrónicos ou outros.
- **Decreto-Lei n.º 46/1994** - Estabelece o regime de licenciamento da utilização do domínio hídrico, sob jurisdição do Instituto da Água.
- **Decreto-Lei n.º 47/1994** - Estabelece o regime económico e financeiro da utilização do domínio público hídrico, sob jurisdição do Instituto da Água..
- **Declaração de rectificação n.º 63/94** - Rectificação do Decreto-Lei n.º 46/94, que estabelece o regime de licenciamento da utilização do domínio hídrico sob jurisdição do Instituto da Água, publicado no Diário da República, n.º 44, de 22 de Fevereiro de 1994.
- **Decreto-Lei n.º 234/1998** - Altera os artigos 45.º, 46.º, 47.º e 48.º do Decreto-Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro - (limpeza e desobstrução de linhas de água)
- **Decreto-Lei n.º 236/1998** - Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos principais usos.

- **Decreto-Lei n.º 243/2001** – Aprova normas relativas à qualidade da água destinada ao consumo humano transpondo para o direito interno a Directiva 98/83/CE, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.
- **Lei 11/1987, de 7 de Abril** - Lei de Bases do Ambiente
- **Lei n.º 13/2002, de 19 de Fev.** – Alteração à Lei de Bases do Ambiente
- **Lei n.º 4-A/2003 de 19 de Fev.** - Alteração à Lei n.º 13/2002
- **Decreto-Lei n.º 69/2000** - Aprova o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 85/337/CEE, com as alterações introduzidas pela Directiva n.º 97/11/CE, do Conselho, de 3 de Março de 1997.
- **Declaração de Rectificação 7-D/2000** - Rectificação do Decreto-Lei n.º 69/2000, do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, que aprova o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 85/337/CEE, com as alterações introduzidas pela Directiva n.º 97/11/CE, do Conselho, de 3 de Março de 1997, publicado no Diário da República, 1.ª série, n.º 102, de 3 de Maio de 2000.
- **Decreto-Lei n.º 74/2001** - Revoga o n.º 3 do artigo 46.º do Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio, que institui o novo regime jurídico de avaliação de impacte ambiental
- **Portaria 330/2001** - Fixa as normas técnicas para a estrutura da proposta de definição do âmbito do EIA (PDA) e normas técnicas para a estrutura do estudo do impacte ambiental (EIA).
- **Lei n.º 107/2001** - Estabelece as bases da política e do regime de protecção e valorização do património cultural
- **Portaria n.º 123/2002** - Define a composição e o modo de funcionamento e regulamenta a competência do Conselho Consultivo de Avaliação de Impacte Ambiental.
- **Decreto-Lei n.º 69/2003** - Estabelece as normas disciplinadoras do exercício da actividade industrial.
- **Lei n.º 12/2004** - Estabelece o regime de autorização a que estão sujeitas a instalação e a modificação de estabelecimentos de comércio a retalho e de comércio por grosso em livre serviço e a instalação de conjuntos comerciais
- **Decreto-Lei n.º 197/2005** - Terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio, transpondo parcialmente para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Maio.

