



**REABILITAÇÃO URBANA**  
INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

**MANUAL DE INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE**  
**SEGURANÇA E SAÚDE NA**  
**REABILITAÇÃO URBANA 4.0**

OS DESAFIOS E AS SOLUÇÕES NA REABILITAÇÃO URBANA 4.0

**2022**

---

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciência e Tecnologia

Centro de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Civil e Qualidade

---

**COM A COLABORAÇÃO**

Universidade de Aveiro

Universidade do Minho

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

---



**AICCOPN**

Associação dos Industriais da Construção  
Civil e Obras Públicas



# R.U.-IS.

**REABILITAÇÃO URBANA**  
INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

Cofinanciado por



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

## **CAPÍTULO 6 – SEGURANÇA E SAÚDE NA REABILITAÇÃO URBANA 4.0**

### **6.1 Introdução da segurança e saúde nas obras de Reabilitação**

A implementação da segurança e saúde no trabalho tem por objetivo principal sensibilizar os empregadores e trabalhadores para esta temática, de maneira a eliminar as condições de trabalho inseguras e por sua vez os acidentes de trabalho e as doenças profissionais.

A segurança e saúde nas obras de reabilitação tornam-se ainda mais complexa, porque muitas vezes existe o desconhecimento dos processos usados na construção, dos locais onde estão as infraestruturas e os vários materiais que foram utilizados e não foram detetados, e que podem ser suscetíveis de causar riscos. Por sua vez, a Reabilitação Urbana 4.0, baseada na quarta revolução industrial, está focada na digitalização dos processos e na integração de sistemas aplicados à indústria tradicional, em que as técnicas construtivas e os tipos de equipamentos que se utilizam não são tão conhecidos, podendo dar origem a outros tipos de acidentes que até há pouco tempo não existiam. Assim sendo, a Reabilitação 4.0 necessita de trabalhadores especializados e com formação profissional apropriada, de modo que se aproveite positivamente a evolução tecnológica para a mitigação dos riscos correlacionados com a segurança e saúde no trabalho.

### **6.2 Regulamentação e Normalização**

As preocupações em matéria de segurança e saúde a nível Europeu, surgem sobretudo em 1992 com a Diretiva Estaleiros 92/57/CEE, do Conselho, de 24 de junho, e que foi transposta para o direito interno Português através do Decreto-Lei n.º 155/95 de 1 de julho de 1995, e mais tarde revogado pelo decreto-lei n.º 273/2003 de 29 de outubro de 2003, que entrou em vigor a 29 de dezembro de 2003 e que procede à revisão da regulamentação das condições de segurança e de saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis.

Na Figura 6.1 apresenta-se esquematicamente a integração da segurança quer na fase de projeto, quer na fase de obra.

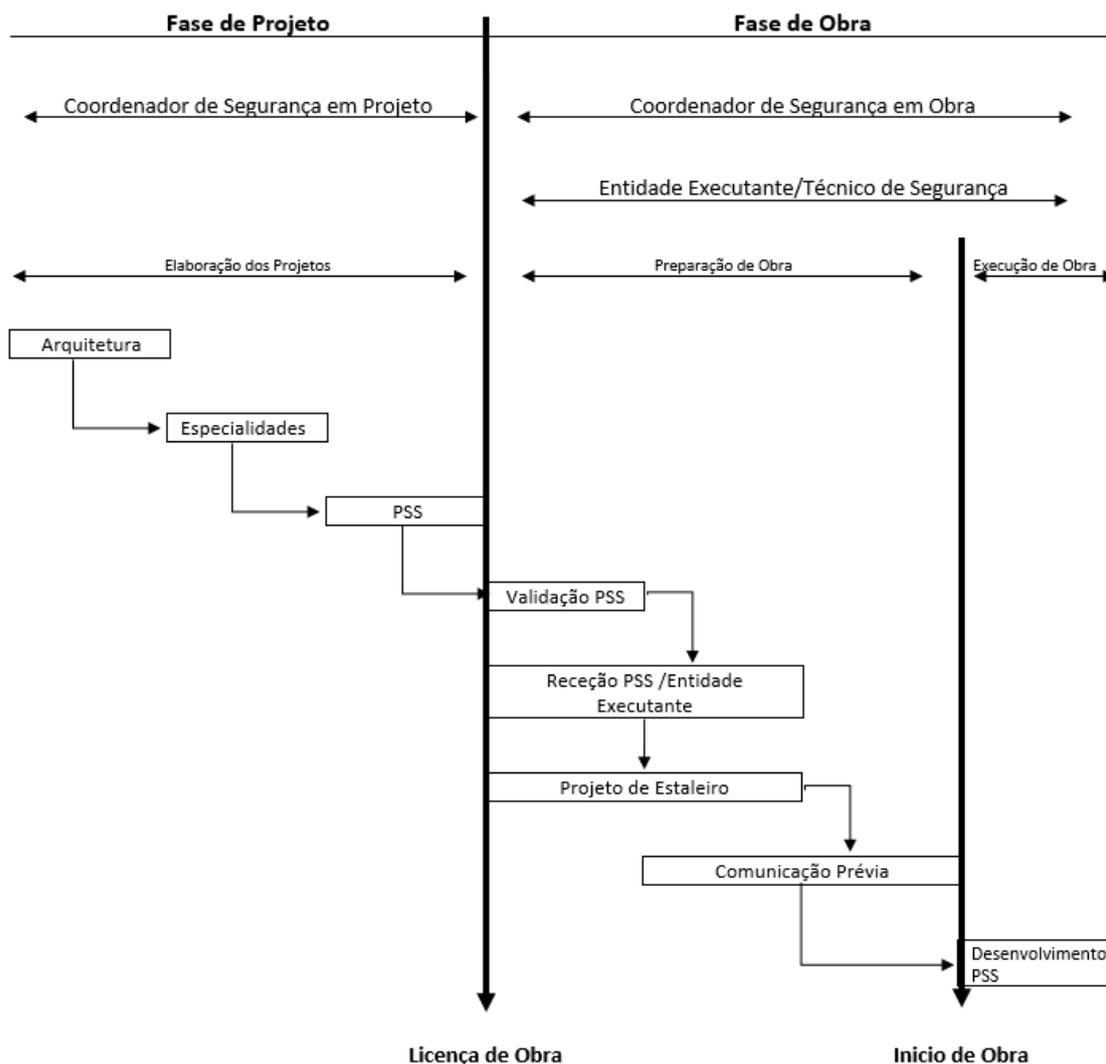


Figura 6.1 – Integração da segurança na fase de projeto e obra

O Decreto-lei n.º 273/2003, de 29 de outubro é de extrema importância porque nele estão explanadas as várias obrigações, quer ao nível dos documentos, quer dos intervenientes que se apresenta na Figura 6.2 referente ao dono de obra, na Figura 6.3 referente ao coordenador de segurança na fase de projeto, na Figura 6.4 referente ao coordenador de segurança na fase de obra, na Figura 6.5 ao autor do projeto, na Figura 6.6 referente à entidade executante, na Figura 6.7 referente às obrigações dos empregadores e na Figura 6.8 referente às dos trabalhadores independentes.

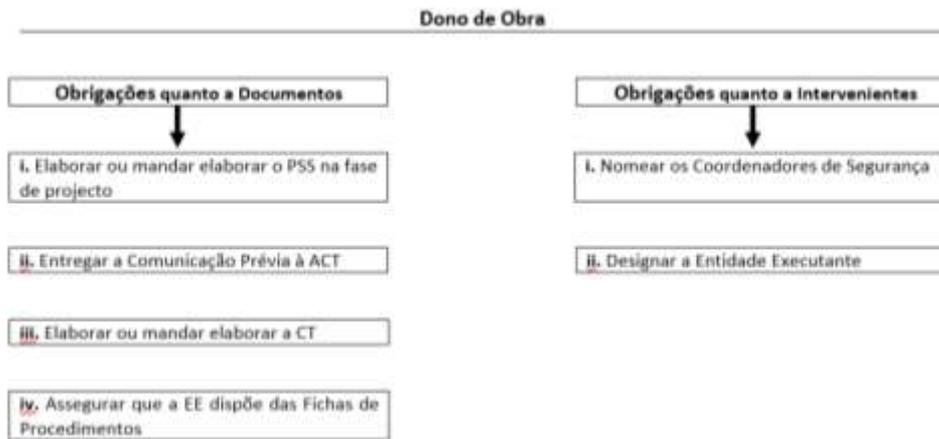


Figura 6.2 – Obrigações do dono de obra

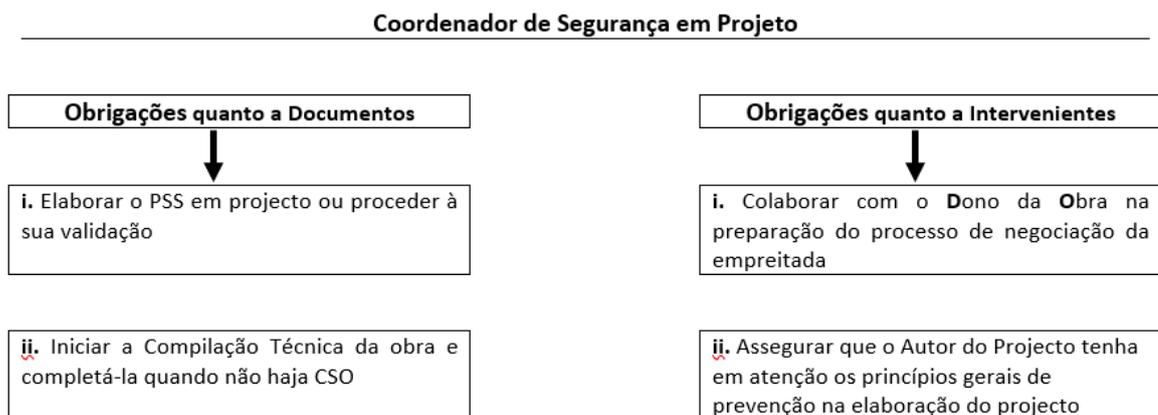


Figura 6.3 – Obrigações do coordenador de segurança em projeto

## Coordenador de Segurança em Obra

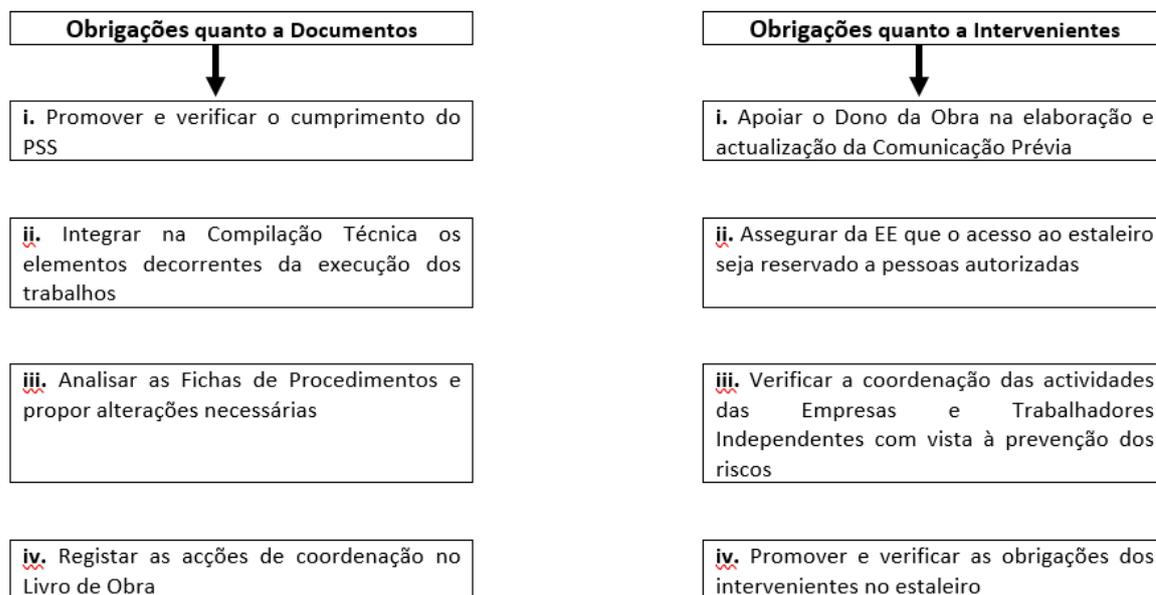


Figura 6.4 – Obrigações do coordenador de segurança em obra

## Autor do Projeto

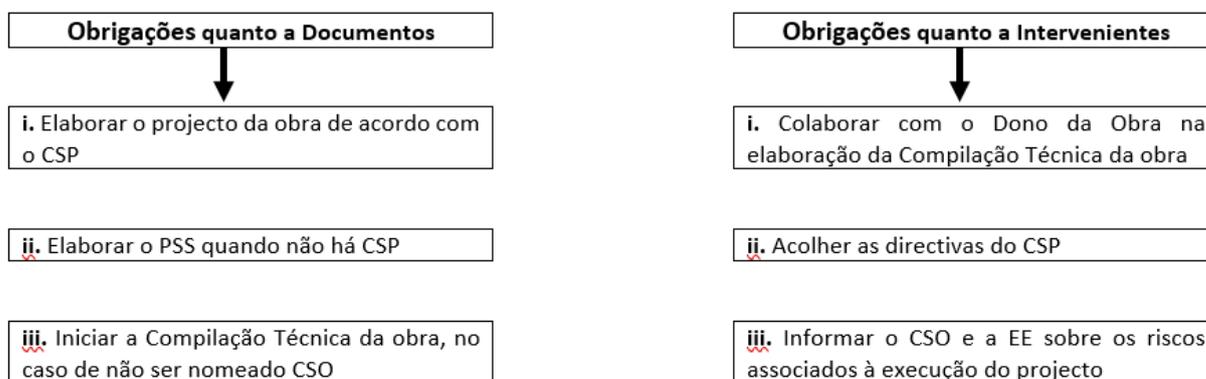


Figura 6.5 – Obrigações do autor do projeto

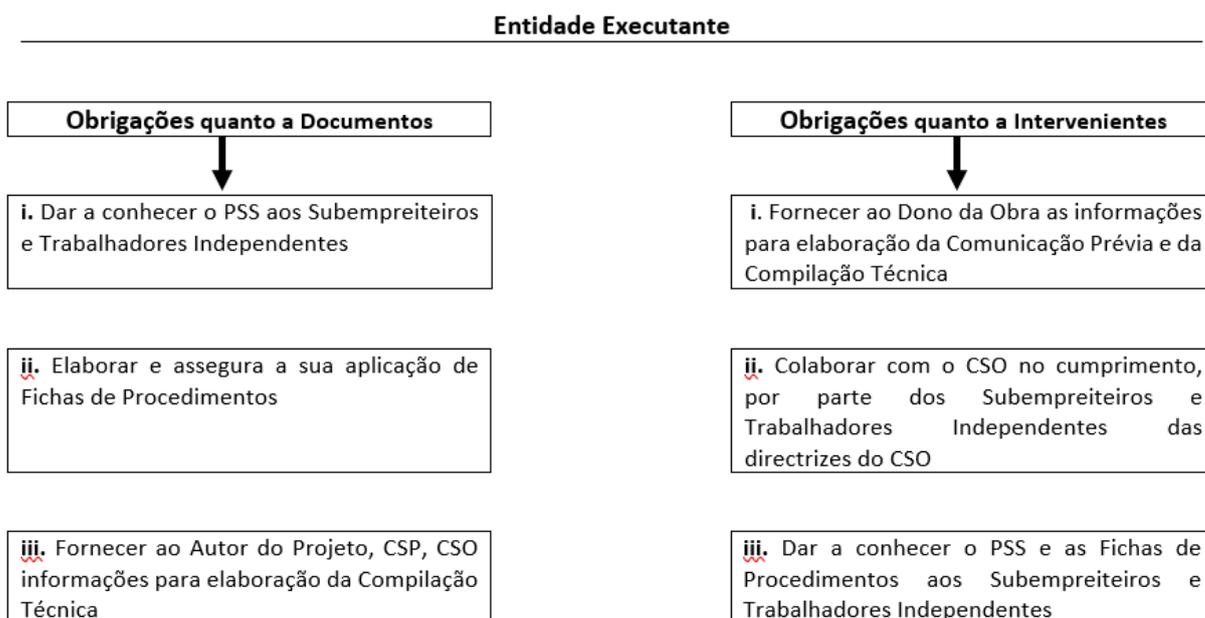


Figura 6.6 – Obrigações da entidade executante

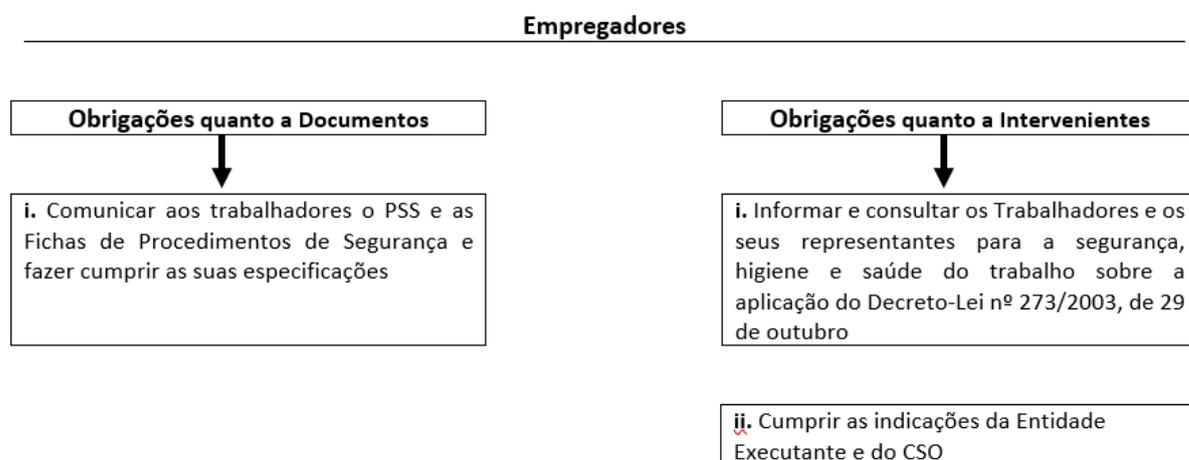


Figura 6.7 – Obrigações dos empregadores

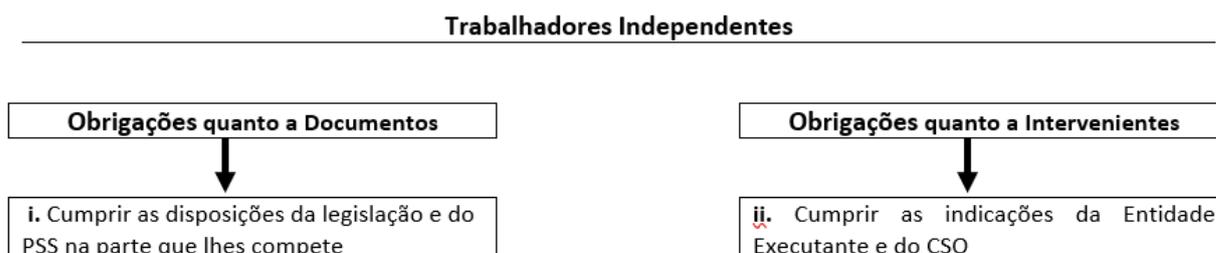


Figura 6.8 – Obrigações dos trabalhadores independentes

A Comunicação Prévia de abertura do estaleiro é um procedimento administrativo, que consiste em informar por parte do dono de obra à Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT), a abertura e implantação do seu estaleiro e por consequência o início dos trabalhos na obra. Segundo o artigo n.º 15 do Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de outubro, a Comunicação Prévia é obrigatória sempre que o prazo de execução da obra tenha uma duração superior a 30 dias e tenham mais de 20 trabalhadores em simultâneo ou se o somatório do número de dias de trabalho pelos trabalhadores em obra for superior a 500, conforme se pode ver na Figura 6.9.

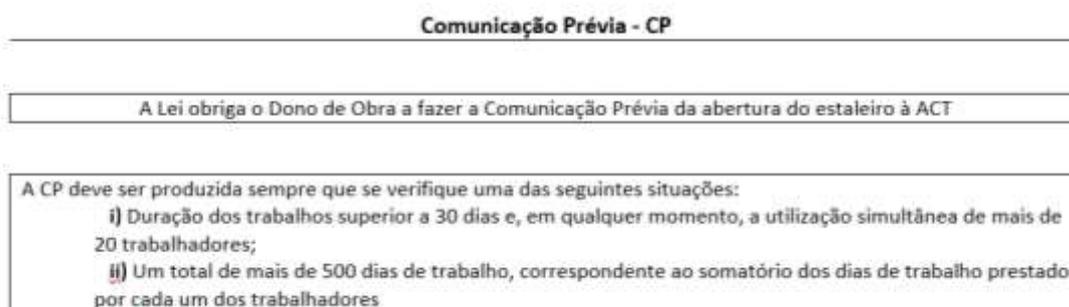


Figura 6.9 – Obrigatoriedade da Comunicação Prévia

No que se refere, à obrigatoriedade da nomeação do coordenador de segurança em projeto, é feita sempre que os trabalhos impliquem riscos especiais e o projeto seja elaborado por mais que um sujeito, e as opções arquitetónicas e técnicas forem complexas, ou quando houver a previsão de uma intervenção em obra de duas ou mais empresas, como se constata na Figura 6.10. Caso não se esteja perante uma das situações anteriores, o autor do projeto garante as funções de coordenação.

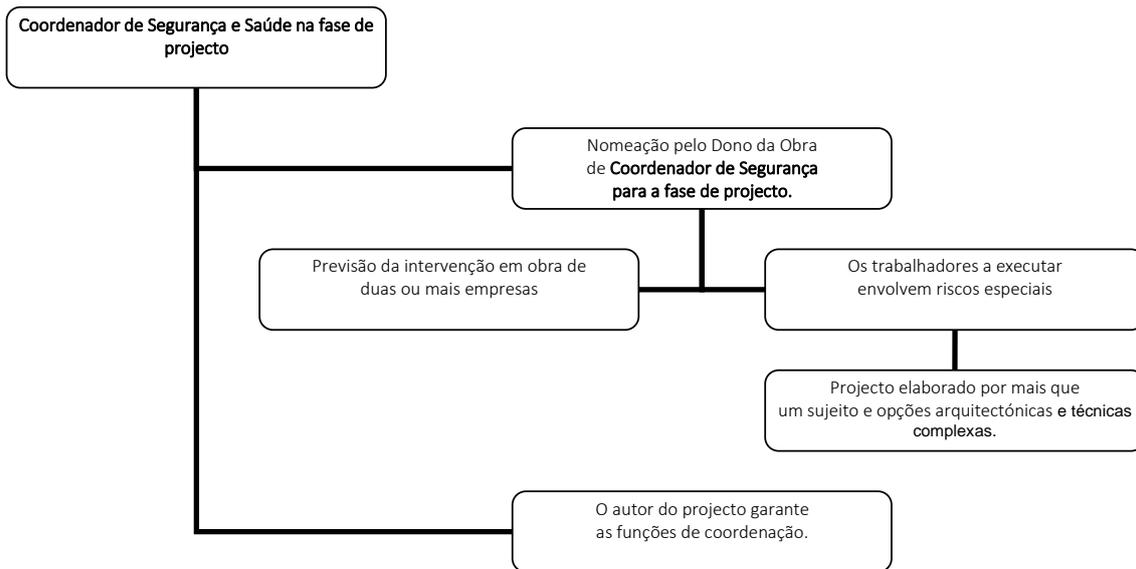


Figura 6.10 - Nomeação do coordenador de segurança e saúde na fase de projeto

No que se refere à obrigatoriedade da nomeação do coordenador de segurança e saúde em obra, esta existe sempre que houver a previsão de uma intervenção em obra de duas ou mais empresas, como se pode observar na Figura 6.11. Caso não se verifique esta condição segue o regime geral da Segurança e Saúde no Trabalho.

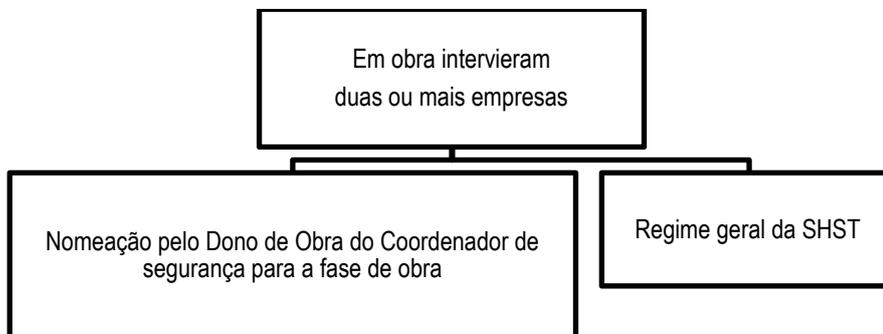


Figura 6.11 - Nomeação do coordenador de segurança e saúde na fase de obra

Segundo o artigo n.º 6 do Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro, é obrigatória a execução do Plano de Segurança e Saúde quando existir comunicação prévia e projeto ou então quando os trabalhos impliquem riscos especiais e existir projeto, como se pode verificar na Figura 6.12. Quando não existir projeto e os trabalhos impliquem riscos especiais é obrigatório proceder-se à execução de fichas de procedimentos de segurança, como se pode ver igualmente na Figura 6.12.

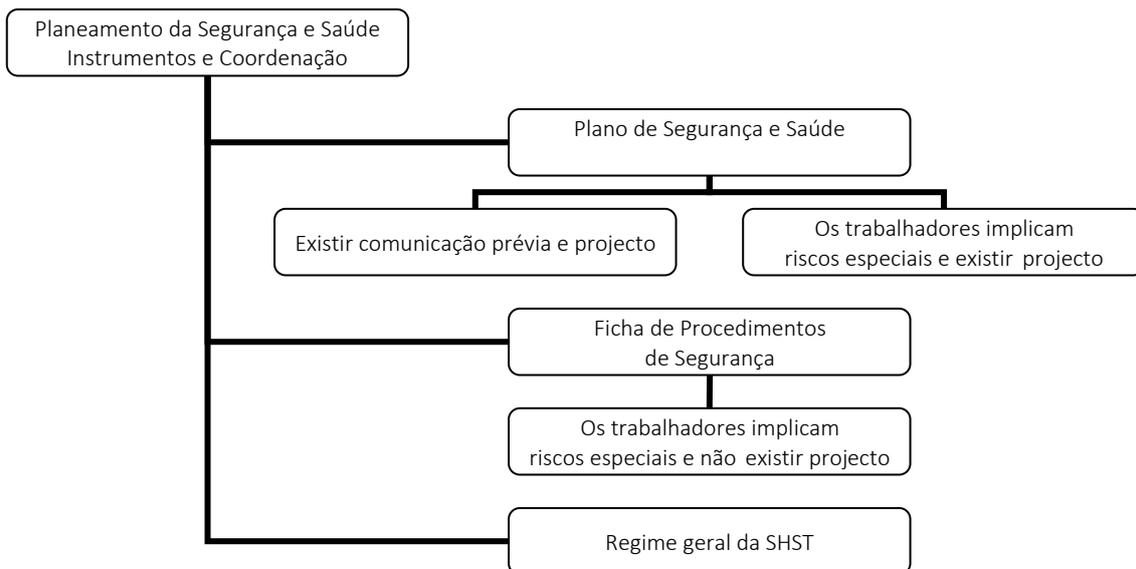


Figura 6.12 – Obrigatoriedade da elaboração do plano de segurança e saúde e das fichas de procedimentos

Na Figura 6.13 apresenta-se apenas informação sobre a obrigatoriedade do plano de segurança.

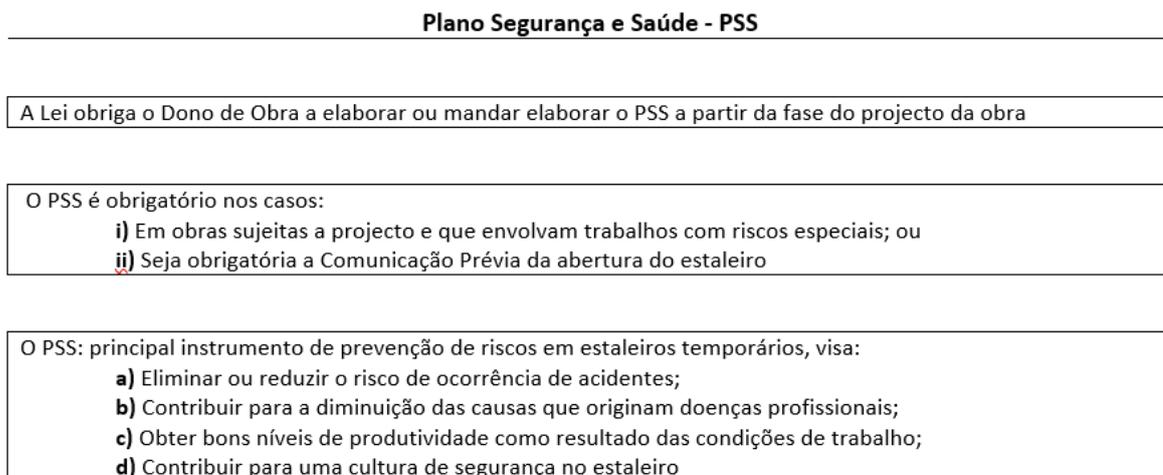


Figura 6.13 - Obrigatoriedade da elaboração do plano de segurança e saúde

Quanto às fichas de procedimentos de segurança (Figura 6.14) devem ser elaboradas pela entidade executante, e analisadas e validadas pelo coordenador de segurança e saúde em obra, quando nomeado, e devem ser aprovadas pelo dono de obra, que normalmente se representa pelo coordenador de segurança em obra, quando existe. Caso não se recaia em nenhum dos casos anteriores, deve-se seguir o regime geral de segurança e saúde no trabalho.

#### Fichas de Procedimentos - FP

A Lei obriga a EE a elaborar Fichas de Procedimentos de Segurança nos casos em que não seja obrigatório o PSS, como é o caso das obras que não estão sujeitas a projecto nem a Comunicação Prévia

EE só poderá iniciar a instalação do estaleiro depois da prévia validação técnica das Fichas de Procedimentos pelo CSO

As Fichas devem estar acessíveis, no estaleiro, a todos os subempreiteiros, trabalhadores independentes e representantes dos trabalhadores para a segurança, higiene e saúde que nele trabalhem

Figura 6.14 - Obrigatoriedade da elaboração das fichas de procedimentos

No artigo n.º 16 do Decreto-Lei n.º 273/2003, o dono de obra deve elaborar ou mandar elaborar a Compilação Técnica da obra (Figura 6.15) que tem de ser elaborada pelo Coordenador de Segurança em Projeto e complementada pelo Coordenador de Segurança em Obra, caso exista. Trata-se de um documento de prevenção para trabalhos posteriores à conclusão da obra.

#### Compilação Técnica - CT

A Lei obriga o Dono de Obra a elaborar ou mandar elaborar a Compilação Técnica da Obra, a qual deve incluir os elementos úteis a ter em conta na sua utilização futura, bem como em trabalhos posteriores à conclusão da obra, tendo em vista preservar a segurança e saúde de quem os executar

A elaboração da Compilação Técnica deverá ter início na fase de projecto e ser elaborada por um técnico qualificado, designadamente pelo CSP

A Compilação Técnica deverá incluir indicações sobre o modo de execução de manutenções, limpezas e respectiva regularidade, bem como as características dos materiais e dos seus riscos

Figura 6.15 - Obrigatoriedade da elaboração da Compilação Técnica

Segundo o artigo n.º 24 do Decreto-Lei n.º 273/2003, qualquer acidente de que resulte a morte ou lesão grave do trabalhador na perspectiva da segurança no trabalho, deve ser comunicado à ACT pelo empregador no prazo máximo de 24 horas. Caso não o faça o dono de obra tem mais 24 horas para o comunicar à unidade local ACT mais próxima da obra.

Outra legislação a ter em conta, tem a ver com as questões ligadas aos produtos contendo amianto. A proibição da utilização e comercialização de fibras de amianto em Portugal foi instituída a 23 de junho de 2005 através da Lei nº 101/2005, mas só a 24 de julho de 2007, com a entrada em vigor em Portugal, do Decreto-Lei nº 266/2007, ficou salvaguardada a proteção sanitária dos trabalhadores expostos a fibras de amianto em contexto laboral. O DL 266/2007, de 24 de julho, é “aplicável a todas as atividades em que os trabalhadores estão ou podem estar expostos a poeiras do amianto ou de materiais que contenham amianto, nomeadamente: a) Demolição de construções em que exista amianto ou materiais que contenham amianto; b) Desmontagem de máquinas ou ferramentas em que existe amianto ou materiais que contenham amianto; c) Remoção do amianto ou de materiais que contenham amianto de instalações, estruturas, edifícios ou equipamentos, bem como aeronaves, material circulante ferroviário, navios ou veículos; d) Manutenção e reparação de materiais que contenham amianto existentes em instalações, estruturas, edifícios ou equipamentos, bem como em aeronaves, carruagens de comboios, navios ou veículos; e) Transporte, tratamento e eliminação de resíduos que contenham amianto; f) Aterros autorizados para resíduos de amianto.” (DL 266, 2007).

De acordo com o Decreto-Lei nº 266/2007, de 24 de julho, o valor limite de exposição (VLE) é fixado em 0,1 fibra/cm<sup>3</sup> para todos os tipos de fibras de amianto. As atividades das quais resulte que os trabalhadores estão ou podem estar expostos a poeiras de amianto ou de materiais que contenham amianto são objeto de notificação obrigatória à ACT e respetiva autorização da mesma. Só não é necessária essa notificação quando:

- Se trata de uma exposição esporádica, descontínua ou de fraca intensidade;
- São asseguradas todas as medidas de avaliação e controlo de riscos;
- Se se demonstra claramente que os VLE's não são excedidos;
- Se se trata de materiais não friáveis;
- Se estiver assegurada a vigilância e o controlo da qualidade do ar;
- Se se tratar de atividades de manutenção descontínuas;
- Se se tratar de remoção sem deterioração de materiais não degradados;
- Se se tratar de encapsulamento e revestimento de material com amianto (MCA) em bom estado de conservação.

Para haver uma autorização dos trabalhos por parte da ACT é necessário seguir as seguintes fases do procedimento.

### **1ª Fase (Receção e conferência):**

- Receção do pedido – Registo eletrónico (artigo n.º 106 do Código do Procedimento Administrativo (CPA));
- Conferência da integridade da instrução do processo (artigo n.º 102 do CPA e artigo n.º 24, nº1 e 2 do Decreto-Lei 266/2007, de 24 de julho):
  - Requerimento;
  - Plano de trabalhos;
  - Comprovativos para o reconhecimento de competências;
- Convite para suprir as deficiências do pedido inicial ou completar a instrução (artigo n.º 108 do CPA).

### **2ª Fase (Apreciação do mérito):**

- Apreciação do mérito do pedido (artigo n.º 115 e seguintes do CPA), sendo as seguintes as grelhas de análise:
  - Plano de trabalho com amianto friável;
  - Plano de trabalho com amianto não friável;
  - Reconhecimento de competências.
- Audiência de interessados (artigo n.º 121 e seguintes do CPA), sendo o sentido geral da decisão a proferir:
  - A necessidade de corrigir o processo quanto à substância das soluções preconizadas;
  - Consequências de não acolhimento.

### **3ª Fase (Decisão final):**

- Decisão final expressa (artigo n.º 127 do CPA);
- Decisão fundamentada (de fato e de direito) de indeferimento;
- Decisão de deferimento:
  - Formulário tipo;
  - Eventuais observações/deferimento condicionado.

Outros documentos legais e normativos importantes a ter em conta, são:

- A NP 1796/2014 que estabelece os valores-limite e índices biológicos de exposição profissional a agentes químicos;

- O Regulamento (CE) n.º 1272/2008, que apresenta a classificação, rotulagem e embalagem (CRE) e harmoniza a anterior legislação da UE com o GHS (Sistema Mundial Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos), que é um sistema das Nações Unidas destinado a identificar produtos químicos perigosos e a informar os utilizadores sobre esses perigos;

- No que se refere aos resíduos de construção, o primeiro decreto-lei sobre gestão de resíduos foi o Decreto-Lei n.º 488/85, de 25 de novembro, correspondente à Diretiva n.º 75/442/CEE, do Conselho, de 15 de julho. Existiram várias alterações das Diretivas Comunitárias nomeadamente a n.º 2008/98/CE, no âmbito de aplicação do Regime Geral de Gestão de Resíduos, sendo a última alteração à Diretiva (UE) n.º 2018/851, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Maio, transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de Dezembro, que para além de aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos, passou a enquadrar a gestão sustentável dos materiais, que incluem resíduos e produtos que não constituem resíduos, valorizando os recursos naturais e a economia circular, sendo constituídos por resíduos sólidos decorrentes de atividades de construção como demolições locais, escavações, construções, reparações e renovações.

É de realçar que não existe legislação sobre inspeção, diagnóstico e análise do amianto e de outros materiais com riscos especiais, como é o caso do chumbo ou de materiais que o contêm.

### **6.3 Inspeção e diagnóstico dos materiais com riscos especiais nas obras a reabilitar**

A inspeção e diagnóstico são muito importantes para se conhecerem as características e os elementos químicos dos materiais existentes na obra. Para isso é necessário proceder à recolha de material ou de poeiras da obra para posterior diagnóstico em laboratório. Existem vários ensaios que se usam para efetuar a caracterização e identificação das diferentes fibras de amianto, se for o caso, ou para averiguar os elementos químicos dos materiais através da microscopia eletrónica, tais como a Microscopia Eletrónica de Varrimento (SEM) e a Microscopia Eletrónica de Transmissão (TEM).

A microscopia eletrónica proporciona uma grande ampliação, podendo distinguir as várias fibras, nomeadamente as fibras de amianto das restantes fibras, como por exemplo fibras orgânicas ou fibras minerais artificiais. Os microscópios eletrónicos possibilitam uma maior ampliação e uma maior resolução e, por isso, detetam fibras de menor diâmetro, que não seriam detetáveis com outro tipo de microscópio. A diferença que existe entre estas duas formas de microscopia (de varrimento e de transmissão) reside no facto de na microscopia eletrónica por transmissão a imagem ser produzida por fotões e na microscopia eletrónica por varrimento a imagem ser produzida por eletrões. As consequências que advêm desta diferença são ao nível da conceção física dos aparelhos, quer ao nível da preparação das amostras, quer ao nível da obtenção da imagem (Araújo, 2002).

Microscópio Eletrónico de Varrimento, vulgarmente conhecido por SEM (Figura 6.16), deriva do seu nome em Inglês, *Scanning Electron Microscope*. Este diferencia as fibras de amianto das outras fibras, através da determinação da sua composição química. É aplicado um feixe de eletrões que ao colidir com a superfície da amostra, liberta eletrões secundários, sendo que através destes, é possível obter uma imagem apresentada no monitor. A composição química é definida pelo equipamento de EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*), que se encontra emparelhado ao microscópio. Este processo pode servir para demonstrar que as concentrações são inferiores após a conclusão dos trabalhos de remoção de amianto nos casos em que estão presentes no ar fibras de outros tipos, por exemplo, fibras orgânicas (Figuras 6.17 e 6.18).

A quantidade de fibras é obtida por WDS (*Wight Dispersive Spectroscopy*), também acoplada ao microscópio. As imagens revelam também a forma como as fibras se encontram dispostas no pó e a sua dimensão. O poder de resolução dos SEM é da ordem dos nanómetros e a ampliação pode atingir valores da ordem das 20.000 vezes (Araújo, 2002).



Figura 6.16 - Microscópio Eletrónico de Varrimento, UTAD, 2014

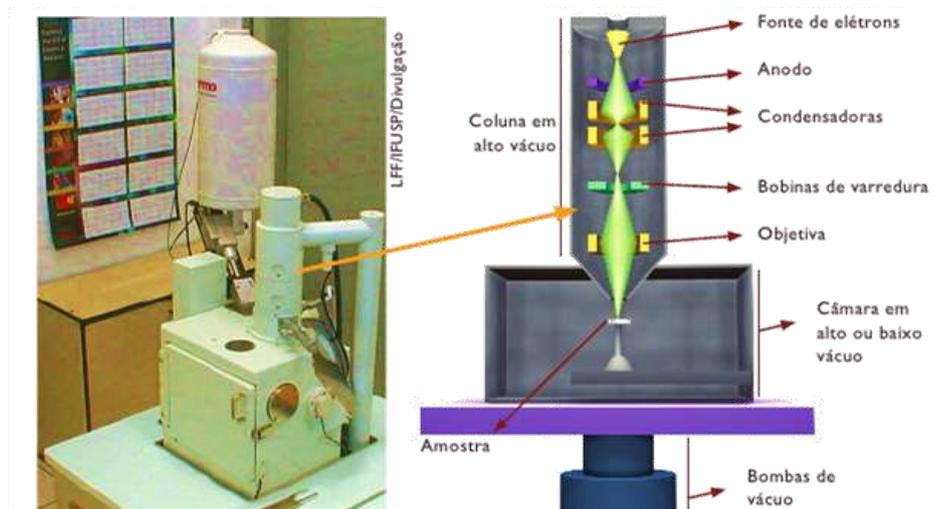


Figura 6.17 - Funcionamento do Microscópio eletrônico de varrimento (SEM)

Fonte: Revista Mecatrónica Fácil; Ano: 6; N.º 31

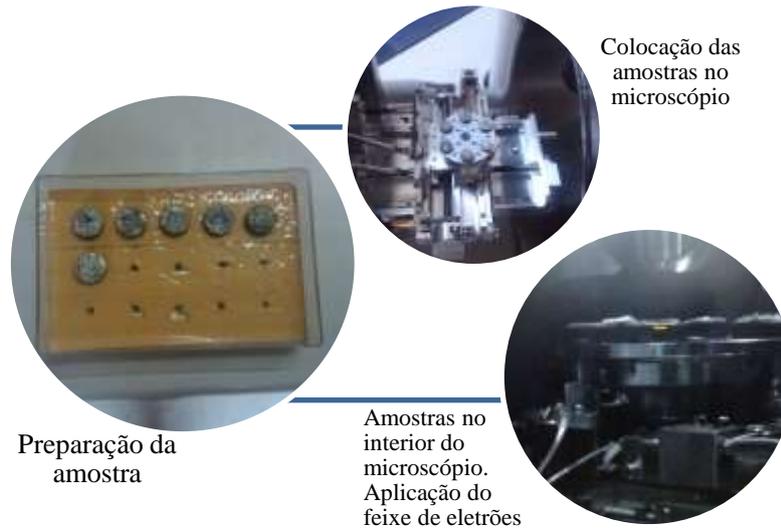


Figura 6.18 - Preparação de amostras para colocação no SEM, UTAD, 2014

Fonte - Moutinho, Christian (2016)

No que respeita ao Microscópio Eletrónico de Transmissão, este é normalmente designado pelas iniciais TEM, *Transmission Electron Microscope* (Figura 6.19). A Microscopia Eletrónica de Transmissão determina, para uma fibra, de que tipo de amianto se trata (amosite, crocidolite, crisólito, etc.) mediante a determinação da composição química e da estrutura cristalina da fibra. Embora o Microscópio Eletrónico de Transmissão disponha de maior poder de ampliação para observar as fibras mais pequenas, a análise por este método é a mais onerosa e demorada, envolvendo também, uma técnica de preparação da amostra delicada e morosa. Em termos de ampliação, o Microscópio Eletrónico de Transmissão permite ampliações da ordem de 100.000 vezes, podendo ainda atingir valores superiores (Araújo, 2002).



Figura 6.19 - Aparelho de Microscopia Eletrónica de Transmissão

Fonte - Moutinho, Christian (2016)

Com base nesta análise consegue-se identificar os elementos que constituem os materiais de construção. Exemplifica-se, pela sua relevância em obras de reabilitação, o caso das tintas de alvaiados que no passado muito se usava e que continham chumbo.

A título de exemplo apresenta-se o que foi feito em alguns trabalhos de investigação em dissertações desenvolvidas na UTAD e no IPVC, onde se destaca a importância de verificar os componentes químicos existentes em obras de reabilitação urbana, onde antes de se dar início aos trabalhos se fez a recolha de amostras a fim de averiguar quais os componentes químicos que as integram. A seguir, apresenta-se um exemplo referente a um edifício da zona histórica do Porto onde se fez a caracterização dos materiais existentes em obra, como se pode constatar na Figura 6.20, onde se observa que são iguais, no que se refere, às características de forma, mas bastante diferenciados em relação ao tamanho. As partículas são elementos de formas arredondadas, sendo algumas pontiagudas. As dimensões variam de  $92,20\mu\text{m}$  a  $1365,15\mu\text{m}$ .

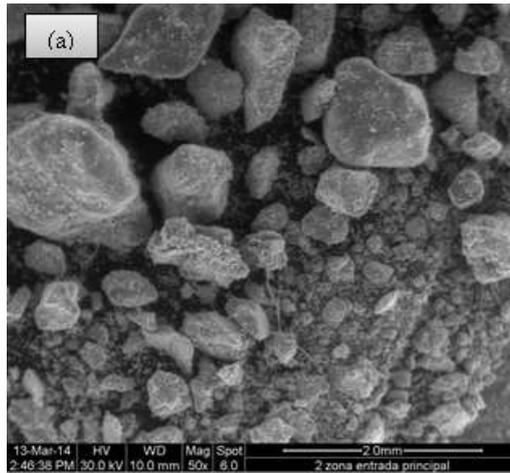


Figura 6.20 - Imagem da microscopia de varrimento de uma amostra num edifício

Fonte - Faria, Catarina (2016)

Através do EDS caracterizou-se quimicamente a amostragem onde se obtiveram os seguintes elementos: Si (sílica), Ca (cálcio), Mg (magnésio), S (enxofre), K (potássio) e Fe (ferro), como se pode ver no gráfico da Figura 6.21.

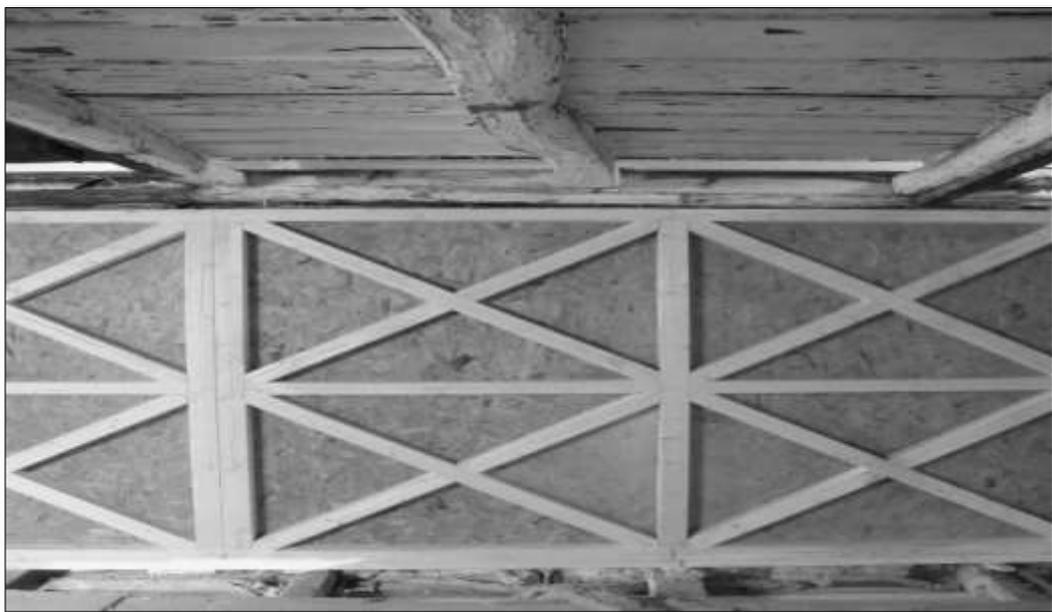


Figura 6.21 - Espectros EDS, referentes à segunda amostragem

Fonte - Faria, Catarina (2016)

Outro exemplo muito comum é na remoção de placas contendo fibrocimento, para além, da monitorização da qualidade do ar durante e após os trabalhos de reabilitação, que é obrigatória e que tem de se apresentar à ACT, pode-se recorrer a diferentes tipos de ensaios, como a

microsonda eletrónica a fim de confirmar a existência de fibras de amianto, a difração de raios-x (EDX) (Figura 6.22) ajuda a caracterizar a análise química da amostra e averiguar qual o tipo de fibra presente na mesma.



Figura 6.22 - Fibra de Actinolite com ampliação de 500X

Fonte - Faria, Catarina (2016)

Com esta análise de microscopia consegue-se ver a constituição da fibra (Figura 6.22), onde se verifica que se está perante uma fibra de amianto pertencente à classe das anfíbolos, do tipo – Actinolite. Na Tabela 6.1 apresentam-se os elementos químicos que constituem a amostra.

Tabela 6.1 - Elementos que constituem a amostra

Elementos químicos		Amostra
Si	Silício	X
Ca	Cálcio	X
Mg	Magnésio	X
S	Enxofre	X
K	Potássio	X
Fe	Ferro	X
Al	Alumínio	X
P	Fosforo	-
Cl	Cloro	-
Ti	Titânio	X
Zn	Zinco	-
Na	Sódio	-

Fonte - Faria, Catarina (2016)

Quanto ao chumbo, este pertence ao grupo de elementos químicos conhecidos como metais pesados, altamente tóxico, que produzem várias doenças e a mortes de seres vivos. O excesso de chumbo no organismo pode afetar as funções cerebrais, o sangue, os rins, o sistema digestivo e reprodutor, inclusive com a possibilidade de produzir mutações genéticas em descendentes. As tintas que contêm chumbo representam forte risco de envenenamento principalmente em crianças pequenas.

A contaminação por chumbo pode acontecer por contacto direto com produtos que têm esse elemento químico na sua composição, em valores acima do aceitável. A exposição contínua ao chumbo pode levar a lesões, visto que é um constituinte que não é absorvido pelo organismo. É muito importante fazer uma análise química aos materiais existentes em obras de reabilitação recorrendo à microscopia eletrónica para averiguar os componentes químicos dos materiais existentes e minimizar possíveis riscos.

Aquando da reabilitação tem de se ter em conta que muitas habitações antigas foram pintadas com tinta que contém chumbo e a sua deterioração foi ocorrendo ao longo dos anos, podendo existir solo contaminado, lâminas de tintas, libertação de poeiras que podem ser inaladas ou ingeridas provocando lesões.

A tinta com chumbo ao longo do tempo vai-se deteriorando. Durante anos foi muito utilizado como pigmento inorgânico, e apresentam um baixo custo quando comparados a outros pigmentos. Através de uma ação da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, foi criada a Aliança Global para a Eliminação da Tinta com Chumbo, com o objetivo de procurar evitar a exposição de pessoas a tintas que contenham chumbo e minimizar a exposição dos trabalhadores e outros utilizadores deste produto. O objetivo foi o de eliminar progressivamente a produção e venda de tintas que contêm chumbo, eliminando os riscos de contaminação por este metal pesado.

Apresentaram-se dois exemplos de materiais com elevado risco, no entanto, existem outros que não foram aqui enumerados e que são igualmente perigosos, daí a importância de se fazer um levantamento inspetivo e de diagnóstico dos materiais com riscos especiais, recorrendo à microscopia, de forma a se terem os cuidados adequados aquando da reabilitação 4.0.

### **6.3.1 Listagem de materiais com riscos especiais**

Aplicando os princípios gerais de prevenção para a fase de projeto é muito importante minimizar o risco e sempre que possível eliminá-lo. Uma das formas reside em substituir o que é mais perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso. Em obras de Reabilitação Urbana 4.0 a listagem de materiais com riscos especiais é essencial, isto porque um dos aspetos mais relevantes para minimizar os riscos ou mesmo eliminá-los é ter conhecimento do tipo de materiais que estão presentes no ato da desconstrução. Só com conhecimento do tipo de materiais que podem estar presentes na construção se consegue ter noção dos riscos existentes para a saúde dos trabalhadores e de terceiros.

Devido à crescente importância da economia circular e da sustentabilidade dos materiais de construção, onde se pretende reutilizar ao máximo os materiais provenientes da desconstrução, é cada vez mais imperativo conhecer bem os materiais existentes na construção. Só com uma boa identificação dos materiais existentes se pode planear a sua separação e posterior reutilização.

Um bom exemplo do reaproveitamento de resíduos da demolição seletiva ou desconstrução é o conhecido Edifício Coutinho, em Viana do Castelo (Figura 6.23). Numa fase inicial do planeamento da demolição do Edifício Coutinho pensou-se na implosão, por tal solução ser mais rápida, embora com relevantes consequências ambientais, devido à libertação de poeiras e consequentes impactos causados na saúde pública, e ao não reaproveitamento dos resíduos. Em 2018 abandonou-se esta solução, procurando-se uma solução mais sustentável e amiga do ambiente, com reaproveitamento de todos os materiais através de demolição seletiva, que é mais saudável em termos de saúde e segurança. Neste contexto, procedeu-se à sua desconstrução, tendo em conta quais os materiais que tinham possibilidade de ser reutilizados ou reciclados, contribuindo, assim, para a concretização de alguns dos 17 objetivos da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).



Figura 6.23 - Aspeto geral da desconstrução do edifício Coutinho em Viana do Castelo

Fonte: Baltor

As demolições sem qualquer preocupação de reaproveitamento dos materiais, embora mais baratas e rápidas, não permitem a recuperação de qualquer material com valor. Este novo conceito de desconstrução, vem valorizar a reutilização de elementos e materiais de construção, que passam desta forma a ter uma valia comercial, pois deixam de ser resíduos sem valor económico que seguiriam para um local de depósito sem qualquer tipo de utilização posterior.

No Edifício Coutinho houve esta preocupação de reaproveitar os materiais ao máximo, pelo que numa primeira fase, se retiraram seletivamente todos os materiais, começando pelos não inertes, tais como portas, janelas, madeiras, vidros, etc. Deixando para a fase final apenas a estrutura de betão armado e alvenarias, sendo que estes também foram aproveitados para material agregado. Para a desconstrução da fase de estrutura de betão armado e alvenarias foi utilizada uma giratória de longo alcance com um braço de 40 m (Figuras 6.24), equipada com tesoura hidráulica, que por razões de segurança, só pode ser manobrado por trabalhadores especializados para o efeito, além de que quanto maior o alcance do braço da máquina maiores os riscos envolvidos.



Figura 6.24 - Desconstrução da estrutura de betão armado do Edifício Coutinho com uma máquina de longo alcance

Fonte - Baltor

Salienta-se que a separação dos materiais está cada vez mais presente no nosso dia-a-dia por questões ambientais e de sustentabilidade. Devido à preocupação crescente em reabilitar de forma a reaproveitar os resíduos produzidos dando-lhes valor, torna-se necessário identificar os materiais existentes para, no caso de presença de materiais com risco especial, os mesmos serem cuidadosamente tratados atendendo ao seu risco para a saúde dos trabalhadores e de terceiros.

Um material que pela sua composição química pode originar riscos de doenças profissionais, nomeadamente dermatoses, é o cimento, pelo que se impõe a utilização de adequados equipamentos de proteção individual pelos trabalhadores que procedem ao seu manuseamento.

O amianto e o chumbo nas tintas são outros exemplos de materiais presentes nas obras de reabilitação que podem originar doenças profissionais. O amianto é um mineral fibroso e era usado extensivamente numa variedade de aplicações, devido à sua excecional durabilidade e resistência ao calor, à corrosão, ao frio, aos ácidos, ao ruído e às vibrações. Devido às suas excelentes propriedades de isolamento, o amianto era frequentemente utilizado como um retardador térmico, aplicado em caldeiras e tubos, incluindo-se também em muitos diferentes produtos de proteção contra incêndios, tais como portas corta-fogo (Hagemeyer et al., 2006 cit. in Park et al., 2008). Por se tratar de uma matéria-prima abundante na Natureza e apresentar baixo custo e excelentes características, o amianto foi utilizado em várias aplicações na construção civil e aplicado em diferentes tipos de materiais, como se pode observar na Figura 6.25.

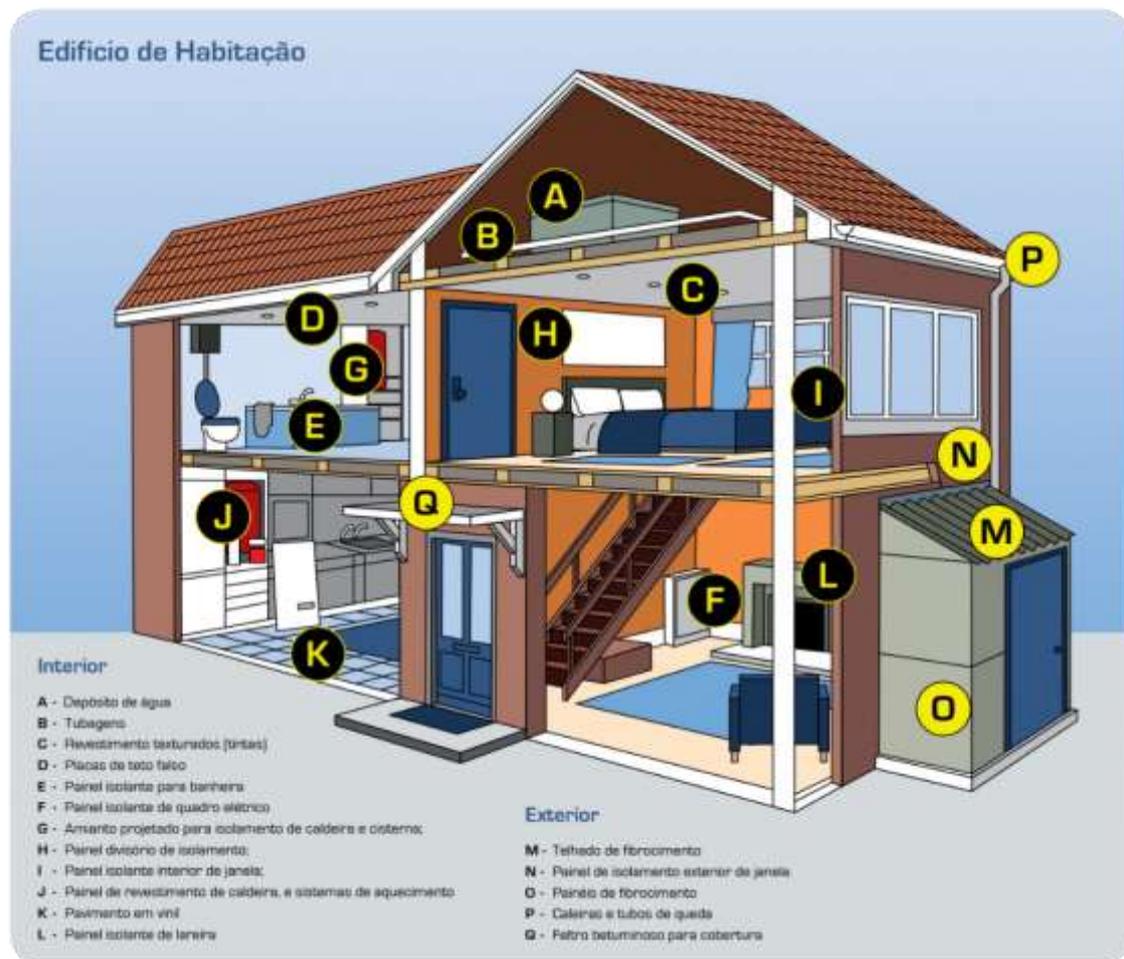


Figura 6.25 - Aplicação do amianto na construção

Fonte - tamanho-completo.png (1200x1033) (d20g1hcwzqzdk.cloudfront.net

Atendendo à sua perigosidade, o amianto foi proibido na União Europeia no final de 2005. A nível mundial, a Organização Mundial da Saúde estima que as doenças relacionadas com o amianto, especialmente o mesotelioma, cancro do pulmão e asbestose, irão provocar à volta de 107 000 mortes por ano. A exposição ao amianto pode traduzir-se numa diversidade de doenças, incluindo a asbestose, cancro do pulmão, placas pleurais e mesotelioma maligno, podendo também causar, cancro gastrointestinal, cancro nos ovários, cancro na bexiga, na pele, no fígado e nos rins, entre outros tipos de doenças. A asbestose é considerada uma doença pulmonar que se manifesta habitualmente entre 10 a 20 anos após a exposição ao amianto. É uma doença crónica dos pulmões originada pela exposição às fibras de amianto, causada pela aspiração do seu pó. A fibra ao ser inalada e absorvida pelos pulmões, desencadeia uma reação inflamatória que, em última análise, leva à fibrose do pulmão, substituindo o tecido pulmonar saudável por cicatrizes.

As doenças relacionadas com o amianto podem levar entre 10 e 40 anos para se desenvolverem em indivíduos que foram expostos às suas fibras, sendo que, na maioria dos casos não se conhecem estas situações, pelo que se torna impossível prever exatamente quantos casos poderão surgir no futuro.

No sentido de minorar o problema de amianto, o decreto-lei n.º 266/2007 de 24 de julho, transpôs para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2003/18/CE, apresentando um conjunto de medidas, entre as quais são de salientar as seguintes:

- Redução do valor limite de exposição;
- Limitação e proibição de atividades que implicam exposição ao amianto;
- Reforço das medidas de prevenção e proteção;
- Necessidade de elaboração de uma metodologia na recolha de amostras e de contagem de fibras para a medição de amianto no ar;
- Indicação do conteúdo da formação e informação específica a ceder aos trabalhadores expostos ao amianto, assim como garantia da vigilância da saúde dos mesmos;
- Obrigação da entrega de um plano de trabalho à ACT (Autoridade para as Condições do Trabalho);
- Designação dos equipamentos adequados aos trabalhos de remoção ou demolição de amianto.

Em 2011, a Lei n.º 2/2011, de 9 de fevereiro, estabeleceu procedimentos e objetivos com vista à remoção de produtos que contêm fibras de amianto ainda presentes em edifícios, instalações e equipamentos públicos. Posteriormente, em 2014, a Portaria n.º 40/2014, de 17 de fevereiro, estabeleceu as normas para a correta remoção dos materiais contendo amianto e para o acondicionamento, transporte e gestão dos respetivos resíduos de construção e demolição gerados, tendo em vista a proteção do ambiente e da saúde humana (Portal do cidadão, 2014).

O coordenador de segurança para a fase de obra deverá preencher a folha de registo dos materiais com riscos especiais sempre que tal se justifique. Apresentam-se na Tabela 6.2 alguns exemplos de materiais com riscos especiais.

Tabela 6.2- Listagem não exaustiva de materiais com riscos especiais

Nº	Materiais	Riscos Potenciais	Avaliação		
			B	M	A
1	Cimento, betão, argamassas, gesso	Risco por contacto e poeiras: dermatoses, irritação dos olhos, etc. Risco por inalação de poeiras: lesões no aparelho respiratório, tonturas, náuseas, etc.			X
2	Aditivos químicos (hidrófugos, etc.), óleo descofrante, tintas, vernizes, colas, resinas e solventes	Risco por contacto e poeiras: queimaduras, dermatoses, irritação da pele, irritação dos olhos, etc. Risco por inalação de poeiras e vapores: lesões no aparelho respiratório, tonturas, náuseas, etc.			X
3	Poliuretano projetado e produtos betuminosos	Risco por contacto: queimaduras na pele, dermatoses, irritação da pele, irritação dos olhos, etc. Risco por inalação de vapores: lesões no aparelho respiratório, tonturas, náuseas, etc.			X
4	Inertes e material de escavação	Risco por inalação de poeiras: lesões no aparelho respiratório.			X
5	Produtos carburantes e explosivos	Risco por manuseamento: incêndio e explosão. Risco por inalação de vapores: intoxicação e lesões no aparelho respiratório.			X

Nota – B - Baixo; M – Médio; A - Alto.

#### 6.4 Novas tecnologias na Construção/Reabilitação

Um dos princípios gerais de prevenção é dar prioridade à técnica, pelo que se devem realizar os trabalhos tendo em conta o estado de evolução da técnica, dado existirem hoje em dia equipamentos mais evoluídos e já com proteção coletiva incorporada e materiais mais amigos do ambiente e isentos de riscos nocivos para o trabalhador. Pelo que se se tiver isso em consideração o risco de acidente é muito menor.

Como exemplos de tecnologias relevantes para a área da segurança e saúde, apontam-se os sistemas de cofragem, plataformas de trabalho, andaimes, entivação de valas, plataformas elevatórias, escoramentos estruturais (estruturas provisórias).

Na Figura 6.26 apresentam-se várias plataformas elevatórias, com uma plataforma munida de guarda corpos e rodapés, com porta para que os trabalhadores executem os seus trabalhos em altura com segurança, minimizando o risco de queda em altura.



Figura 6.26 - Imagem de várias plataformas elevatórias  
Fonte - O Que São Plataformas Elevatórias? – Locasim

O tipo de plataformas elevatórias apresentadas na Figura 6.27 são muito utilizadas na montagem e desmontagem de estruturas metálicas e apresentam uma excelente eficiência no trabalho, porque a produção aliada à segurança faz com que os trabalhos se façam com o menor risco e bem mais rápido.



Figura 6.27 - Exemplos de plataformas para trabalhos em altura em estruturas metálicas  
Fonte -Carlos Oliveira

Outra vantagem das plataformas elevatórias é que se conseguem fazer os trabalhos sem grandes constrangimentos e inclusive à noite em perfeita segurança, mesmo em sítios onde a presença de pessoas é de grandes multidões, como se pode ver pelas Figura 6.28 e 6.29. No hotel da Disney Land Paris mesmo à entrada do parque onde a afluência de pessoas à noite é enorme,

com estas plataformas elevatórias permitiu-se executar a obra em segurança e sem constrangimentos.



Figura 6.28 - Uso de plataformas elevatórias em obras de reabilitação do hotel da Disney Land Paris  
Fonte: Cristina Reis



Figura 6.29 - Pormenor do uso de plataformas elevatórias em obras de reabilitação do hotel da Disney Land Paris  
Fonte: Cristina Reis

Outra situação muito frequente de provocar a ocorrência de acidentes de trabalho é na mudança de lâmpadas de rua ou em operações em frentes de trabalho em altura, pelo elevado risco de queda em altura.

Como se observa na Figura 6.30, com o uso destas plataformas esse risco torna-se diminuto, desde que a plataforma seja bem utilizada.



Figura 6.30 - Plataformas de trabalho elevatórias utilizadas na substituição de lâmpadas  
Fonte: Carlos Oliveira

As plataformas de trabalho (Figura 6.31) têm evoluído ao longo dos anos e são cada vez mais seguras. Os acidentes mortais mais frequentes foram provocados por plataformas de trabalho, sem requisitos mínimos de segurança. Não quer dizer que hoje tenha deixado de existir acidentes por plataformas de trabalho inseguras, mas estes diminuiram.



Figura 6.31 - Plataforma de trabalho móvel

Fonte - Plataforma de trabalho - ZARGES - de elevação / de acesso / móvel (directindustry.com)

Se o trabalhador se sentir seguro, o seu rendimento de trabalho será muito maior e por consequência o número de acidentes será menor. Muitas vezes, em pequenos trabalhos que aparentemente oferecem menores riscos, acontecem acidentes provocados por quedas em altura, devido ao uso de plataformas de trabalho inadequadas para o trabalho que se está a executar e sem qualquer medida de prevenção. Na Figura 6.32 apresenta-se uma outra plataforma de trabalho adequada.



Figura 6.32 - Exemplo de uma plataforma de trabalho rebatível

Fonte - Plataforma de Trabalho Rebatível com Escada (racks.pt)

Nas grandes obras de construção são necessárias plataformas de trabalho perimetral (Figura 6.33), mas que sejam seguras para minimizar mais uma vez o risco de queda em altura, principal causa de morte pelos acidentes de trabalho no sector da construção.



Figura 6.33 - Exemplo de uma plataforma de trabalho perimetral  
Fonte - Plataformas de trabalho perimetrales | ULMA (ulmaconstruction.pt)

Outro tipo de plataforma de trabalho muito importante são os andaimes (Figura 6.34). Quando se utilizam para uma altura significativa deve-se calcular este tipo de estruturas provisórias, pois muitos acidentes de trabalho ocorrem por andaimes sem condições de segurança e por mau dimensionamento da estrutura metálica, pois esta será solicitada por várias cargas ao longo da construção. Estes devem ter plataforma de trabalho em toda a sua largura e extensão, devem ter guarda-corpos e rodapé, devem estar espiaados à fachada e as escadas de acesso aos pisos superiores do andaime devem ser pelo interior e com o respetivo alçapão. Os andaimes devem estar contraventados e espiaados à fachada para evitar a sua queda. Os equipamentos para trabalhos temporários em altura, andaimes de trabalho e acesso, devem cumprir a Norma EN 12811-1: 2003 para andaimes metálicos tubulares e para os andaimes de fachada de componentes pré-fabricados a Norma EN 12810-1: 2003.

O manual de instruções deve estar no local de trabalho e deve conter:

- Uma lista com todos os componentes e descrição que permita a sua identificação;
- Instruções com a sequência de instalação e desmontagem dos componentes e a forma de os manusear.

Existem ainda outros documentos referentes aos andaimes que devem fazer parte dos elementos da ficha de segurança, como são:

- A disposição de cada configuração do sistema;
- Limitações em função da pressão dinâmica do vento, gelo e neve;
- Cargas exercidas na fachada e na base do andaime.

Deve existir um plano de montagem e desmontagem do andaime que inclua referência às medidas de segurança a adotar pelos trabalhadores, limitações em caso de condições atmosféricas adversas, cargas admissíveis, outras situações de riscos como por exemplo: instalações elétricas, passagem de veículos e de pessoas. Os andaimes de trabalho e acesso do tipo metálicos tubulares, devem dispor de cálculo de resistência e estabilidade. Os andaimes de fachada de componentes pré-fabricados, quando montados em configurações não previstas pelo fabricante no manual de produto, devem dispor de cálculo de resistência e estabilidade. O cálculo de resistência e estabilidade deve ser efetuado por pessoas com habilitação própria.



Figura 6.34 – Projeto e utilização de andaimes homologados  
Fonte - Scaffmax® Cálculo de Andaimes | ULMA (ulmaconstruction.pt)

O uso de andaimes homologados (Figura 6.35) permite minimizar os riscos de acidentes por quedas em altura, sendo estes muito frequentes e de grande vantagem de utilização. Permitem fazer os trabalhos em segurança quer para os trabalhadores, quer para terceiros, mesmo para obras que decorrem em zonas urbanas muito movimentadas.



Figura 6.35 - Utilização de andaimes homologados

Fonte: Cristina Reis

Quanto às valas, estas devem ser entivadas sempre que a sua profundidade seja superior a 1,20 m, independentemente do tipo de solo, o que nem sempre acontece, transformando-se esta situação num risco de soterramento para os trabalhadores, entre outros. Existe hoje em dia uma grande variedade de tipologia de entivações, como se pode ver na Figura 6.36, que elimina o risco de soterramento.



Figura 6.36 – Entivação de valas

Fonte - <https://www.concretex.pt/>

No que se refere, aos sistemas de cofragem estes evoluíram muito e são cada vez mais seguros para os trabalhadores. No ato da cofragem, ou descofragem, de estruturas de betão armado havia muitos acidentes de trabalho, cujo maior risco era a queda em altura e o desabamento da estrutura e queda de objetos. Nas Figuras 6.37 a 6.39 apresentam-se alguns tipos de cofragens, autotrepante, trepante e modular, respetivamente.



Figura 6.37 - Cofragem autotrepante

Fonte - Cofragens autotrepantes ATR | ULMA ([ulmaconstruction.pt](http://ulmaconstruction.pt))



Figura 6.38 - Cofragem trepante

Fonte - Sistemas de cofragem trepante | ULMA ([ulmaconstruction.pt](http://ulmaconstruction.pt))



Figura 6.39 - Cofragem modular

Fonte - Cofragem modular ligeira LGW | ULMA (ulmaconstruction.pt)

## 6.5 Listagem de trabalhos com riscos especiais

A lista de trabalhos com riscos especiais deverá ser complementada à medida que a execução da obra vai ocorrendo, pelo coordenador de segurança e saúde para a fase de obra, da equipa do dono de obra. Este terá também que fazer o registo destes trabalhos.

Antes do início de cada tarefa, deve o técnico de segurança, da equipa da entidade executante, proceder à execução de memórias descritivas contendo os métodos e processos construtivos que irão ser utilizados para a execução das tarefas de acordo com as técnicas de segurança por estes desenvolvidas, onde exista uma análise de risco e das técnicas de prevenção associadas a todos os trabalhos que envolvam riscos especiais, designados por Planos de Trabalho com Riscos Especiais (PTREs). Estes PTREs são sujeitos à validação técnica pelo coordenador de segurança e de saúde para a fase de obra e à aprovação por parte do dono de obra. O coordenador de segurança e saúde em obra define quais os PTREs que pretende que sejam apresentados e a antecedência com que devem ser enviados.

Na Tabela 6.3 apresenta-se um pequeno exemplo de trabalhos com riscos especiais com alguns trabalhos e seus potenciais riscos.

Tabela 6.3 - Listagem não exaustiva de trabalhos com riscos especiais

Nº	Trabalhos	Riscos Potenciais	Avaliação		
			B	M	A
1	Desmatação	Esmagamento Perfuração / Corte			X X
2	Demolições	Soterramento			X
3	Escavação, aterro, movimento de terras	Quedas em altura			X
4	Desmonte de rocha	Queda e Soterramento			X
5	Abertura de valas e poços	Lesões Músculo-esqueléticas			X
6	Assentamento de tubagens	Danos nos membros superiores e inferiores			X
		Lesões na pele, olhos, aparelho respiratório			X
		Lesões no aparelho neurológico			X
		Lesões no aparelho auditivo			X
		Risco Químico/Risco Elétrico		X	
		Afogamento		X	
7	Execução de estruturas em betão armado  NOTA: Risco químico agravado na utilização de óleo descofrante	Quedas em altura			X
		Lesões Músculo-esqueléticas			X
		Danos nos membros superiores e inferiores		X	
		Risco Químico			X
		Risco Elétrico		X	
8	Execução de estruturas metálicas  NOTA: Riscos de queimaduras na pele e nos olhos agravados na execução de soldaduras	Quedas em altura			X
		Lesões Músculo-esqueléticas			X
		Danos nos membros superiores e inferiores		X	
		Lesões na pele, olhos - queimaduras			X
		Risco Elétrico		X	
9	Execução de Infraestruturas Técnicas: Instalações Elétricas, Instalações Hidráulicas	Quedas em altura e quedas ao mesmo nível			X
		Lesões Músculo-esqueléticas		X	
		Danos nos membros superiores e inferiores		X	
		Risco Químico/Risco Elétrico		X	
		Risco Elétrico		X	

Nº	Trabalhos	Riscos Potenciais	Avaliação		
			B	M	A
10	Montagem e utilização do Estaleiro e Trabalhos na via pública	Acesso de pessoas não autorizadas à Obra, com eventuais riscos de acidente			X
		Atropelamento de peões			X
		Colisão de viaturas			X
11	Instalação e Manutenção de Equipamentos de Grande Porte (Gruas, ...)	Choque na movimentação de cargas			X
12	Construção das Ensecadeiras (Tomada de Água e Restituição) e posterior demolição das mesmas	Atropelamento			X
		Colisão de viaturas			X
		Queda em altura			X
		Queda ao mesmo nível		X	
		Queda de objetos		X	
		Afogamento			X
		Choque na movimentação de cargas			X
		Colisão de viaturas			X
		Queda de equipamentos			X
Colapso Estrutural			X		
13	Construção da Tomada de Água, da Restituição e do seu acesso	Queda em altura			X
		Choque na movimentação de cargas			X
		Queda de objetos			X
		Colapso das plataformas de trabalho			X
		Rutura dos moldes			X
		Esmagamento			X
		Entalamento			X
		Perfuração / Corte			X
Colisão de viaturas			X		

Nota – B - Baixo; M - Médio, A - Alto

### **6.5.1 Avaliação de riscos na Reabilitação Urbana 4.0**

É de extrema importância fazer uma avaliação de riscos profissionais decorrentes das atividades realizadas e a devida gestão na estrutura organizacional, sendo hoje em dia uma obrigação legal para as empresas. Salienta-se que é necessário conhecer e relacionar um conjunto de riscos potenciais de maneira a possibilitar a definição de uma estratégia preventiva ao nível da saúde e segurança. A avaliação de riscos profissionais é a única forma que a empresa ou empregador dispõem para ter uma noção efetiva dos perigos e riscos inerentes às atividades desenvolvidas.

A avaliação de riscos processa-se segundo algumas etapas, tais como:

- Identificação de perigos – fonte ou situação que potencia o dano;
- Avaliação da dose-resposta;
- Avaliação de exposição;
- Caracterização dos riscos.

No âmbito da Reabilitação 4.0, a avaliação de riscos pode ser executada com o auxílio de drones, robôs, ou outros, sendo que pode o uso destas novas tecnologias originar por si só novos riscos pela dificuldade de operar com equipamento que não se domina. Existem métodos de análise de riscos que se adequam a estas novas tecnologias.

A ISO 31000 sobre Gestão de Riscos, ajuda as organizações a desenvolverem uma estratégia de gestão do risco para a identificação e mitigação eficaz dos riscos e para o aumento da proteção dos seus ativos. Quando se fazem os PTREs é realizada uma avaliação de risco partindo do princípio que todos os procedimentos serão cumpridos, razão pela qual se deve fazer o registo dos PTREs que dão a realidade dos procedimentos implantados em obra. O método de avaliação de riscos desenvolvido por Carlos Oliveira - Avaliação de risco de possíveis acidentes em obra para identificação de estratégias de medidas preventivas para a segurança na construção - (Oliveira, C. 2014) com base na análise estatística, feita com base nos registos dos PTRE permite uma melhoria contínua na diminuição dos acidentes porque permite fazer uma avaliação de riscos ao minuto aquando das várias visitas à obra, com base nos acidentes e não nas conformidades existentes em obra. Deve ser feita uma avaliação de riscos a estas situações e com base nessa análise de risco melhorar os procedimentos/medidas preventivas. A implantação desta norma é melhorada em função da repetição deste ciclo.

A implementação da ISO 31000 auxilia as organizações a averiguar as oportunidades positivas e as consequências negativas associadas ao risco, permitindo uma tomada de decisão mais adequada e eficiente, especialmente na alocação de recursos.

Existem vários métodos de avaliação de riscos, passando a dar-se de seguida alguns exemplos de utilização frequente. O método das matrizes e o de OIRA são métodos que se podem utilizar numa fase de concessão dos PTREs, embora também possam ser usados na fase de execução dos trabalhos para avaliar o risco, com as limitações da subjetividade de quem está a fazer a sua avaliação de risco.

O método das matrizes é uma conjugação do método qualitativo e semi-quantitativo, utilizando valores numéricos, destaca-se pela simplicidade e fiabilidade do processo, permitindo a avaliação de riscos através de três variáveis: a probabilidade, a gravidade e o risco. A probabilidade (P) é definida como a maior ou menor hipótese que o acidente ocorra, consoante as condições verificadas. A gravidade (G) por sua vez, avalia as consequências resultantes da ocorrência do acidente a nível de lesões humanas, pois, os prejuízos materiais não são levados em conta. O risco (R) é definido como o produto da gravidade pela probabilidade de ocorrência, resultando assim a fórmula matemática (Pinto, A. 2008):

$$R = P \times G \quad [6.1]$$

Sendo:

R – Risco;

P- Probabilidade;

G – Gravidade.

De salientar que quando se procede à avaliação de riscos das atividades, considera-se que os trabalhadores cumprem as normas/procedimentos/instruções de segurança, utilizam as ferramentas adequadas e em boas condições de conservação e, ainda que não apresentam comportamentos de risco. Deste modo, é possível estimar a probabilidade de ocorrência do acidente e, em caso deste, quais serão as suas consequências. Para a obtenção da variável Probabilidade (P), definiu-se 4 níveis, como ilustrado na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 - Grau de Probabilidade

Probabilidade (P)	
Muito provável	Ocorre pelo menos uma vez por semestre a um indivíduo
Provável	Ocorre pelo menos uma vez em cada 5 anos a um indivíduo
Pouco provável	Ocorre pelo menos uma vez na vida de trabalho de um indivíduo
Muito improvável	Menor que 1% de possibilidade de ocorrer na vida de trabalho de um indivíduo

Fonte - Pinto, A. (2008). Manual de Segurança, 3ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo.

A variável Gravidade (G) compreende-se em 3 níveis, como ilustrado na Tabela 6.5.

Tabela 6.5- Grau de Gravidade

Gravidade (G)		
Domínio	Segurança	Saúde
Ligeiros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lesões superficiais;</li> <li>- Feridas e cortes menores;</li> <li>- Irritação ocular provocada por poeira.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incómodo ou perturbação e irritação (ex. dores de cabeça);</li> <li>- Doença temporárias que provoquem desconforto.</li> </ul>
Moderados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dilaceração;</li> <li>- Feridas abertas ou cortes profundos;</li> <li>- Queimaduras;</li> <li>- Entorses e distensões graves;</li> <li>- Concussões;</li> <li>- Fraturas menores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda parcial da audição;</li> <li>- Dermatites;</li> <li>- Asma;</li> <li>- Lesões relacionadas com o trabalho nos membros superiores;</li> <li>- Doença passível de provocar incapacidade permanente menor.</li> </ul>
Extremos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amputações;</li> <li>- Fraturas graves;</li> <li>- Lesões múltiplas ou mortais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doença aguda que provoque morte;</li> <li>- Doença terminal;</li> <li>- Incapacidade permanente significativa.</li> </ul>

Fonte - Pinto, A. (2008). Manual de Segurança, 3ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo.

Através da interligação dos quadros anteriores, é possível calcular o risco de uma forma simplificada através da fórmula matemática [6.1], ilustrada na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 - Forma simplificada de estimar o risco

Probabilidade de ocorrer dano	Gravidade do dano		
	Ligeiro	Moderado	Extremo
Muito improvável	Risco muito baixo	Risco muito baixo	Risco elevado
Pouco provável	Risco muito baixo	Risco médio	Risco muito elevado
Provável	Risco baixo	Risco elevado	Risco muito elevado
Muito provável	Risco baixo	Risco muito elevado	Risco muito elevado

Fonte - Pinto, A. (2008). Manual de Segurança, 3ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo.

A Tabela 6.7 ilustra a quantificação e qualificação da probabilidade e gravidade do acidente, definindo níveis de risco.

Tabela 6.7 - Níveis de risco - Acidente

Acidente			
Probabilidade	5	Muito provável	Já ocorreu "nas suas" obras duas ou mais vezes por ano
	4	Provável	Já ocorreu nas "suas" obras uma vez por ano, ou menos que uma vez por ano
	3	Possível	Tem conhecimento que já ocorreu noutras obras
	2	Pouco provável	Há referência que já ocorreu no sector da construção
	1	Remota	Não conhece nenhum relato de acidente nessas circunstâncias
Gravidade	5	Muito séria	Provoca a morte ou incapacidade permanente absoluta
	4	Séria	Provoca incapacidade permanente parcial ou incapacidade temporária com duração superior a 90 dias
	3	Importante	Provoca incapacidade temporária com duração inferior a 15 dias
	2	Significativa	Provoca incapacidade temporária com duração inferior a 15 dias
	1	Moderada	Lesões ligeiras que são tratadas com os meios existentes no estaleiro

Fonte - Pinto, A. (2008). Manual de Segurança, 3ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo.

Com a conjugação da gravidade e da probabilidade do acidente, pode-se qualificar o nível de risco, com recurso à fórmula [6.1], os resultados dos níveis de risco apresentam-se na Tabela 6.8. Todos os riscos com valor superior a 15, inclusive, devido à gravidade, e também o 5V e o 10V, são considerados riscos elevados, os riscos com valores entre 8 e 14, devido à gravidade, e

também o 4A, são considerados médios e os riscos com valor inferior a 8 são considerados baixos.

Tabela 6.8 – Níveis de risco - Gravidade

Níveis de Risco R = P x G		Gravidade				
		1	2	3	4	5
Probabilidade	1	1	2	3	4 A	5 V
	2	2	4	6	8	10 V
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

Fonte - Pinto, A. (2008). Manual de Segurança, 3ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo

Este método pela sua simplicidade, apesar de ser algo subjetivo, é utilizado por muitas empresas nomeadamente pelas Infraestruturas de Portugal, S.A.

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho tem também um método de avaliação de riscos disponível para qualquer utilizador de forma gratuita. Trata-se de uma ferramenta *online* denominada “Online interactive Risk Assessment” (OiRA), disponibilizada pelo website da agência (Online interactive Risk Assessment | (oiraproject.eu)). Este método permite fazer uma avaliação dos riscos de uma obra através de uma interação do tipo “pergunta-resposta” no *website* do OIRA, sendo que depois este produz um relatório que emite um plano de ação que apresenta os riscos identificados e quais as medidas de prevenção que devem ser tidas em conta para evitar acidentes de trabalho.

Um dos métodos de avaliação de riscos desenvolvido por Oliveira, C. (2104) é um método objetivo e fiável, pois é baseado em estatísticas de acidentes de trabalho e de não conformidades em obra e baseado na inteligência artificial, dando resposta à ISO 31000.

É de referir que, quando não se resolvem as anomalias de imediato em obra, o risco de acidente aumenta ao longo do tempo, razão pela qual o nível de risco das anomalias é agravado de um coeficiente de repetição em função do tempo que a anomalia permanece por resolver, como se pode observar no fluxograma da Figura 6.40.

Após determinar o nível de risco das várias anomalias da obra, passa-se à compilação dos níveis de risco das anomalias, que depois determina o nível de risco da obra referente à data da visita.

A Figura 6.40 apresenta o fluxograma da determinação do nível de risco, com a representação de todas as etapas para a sua concretização.

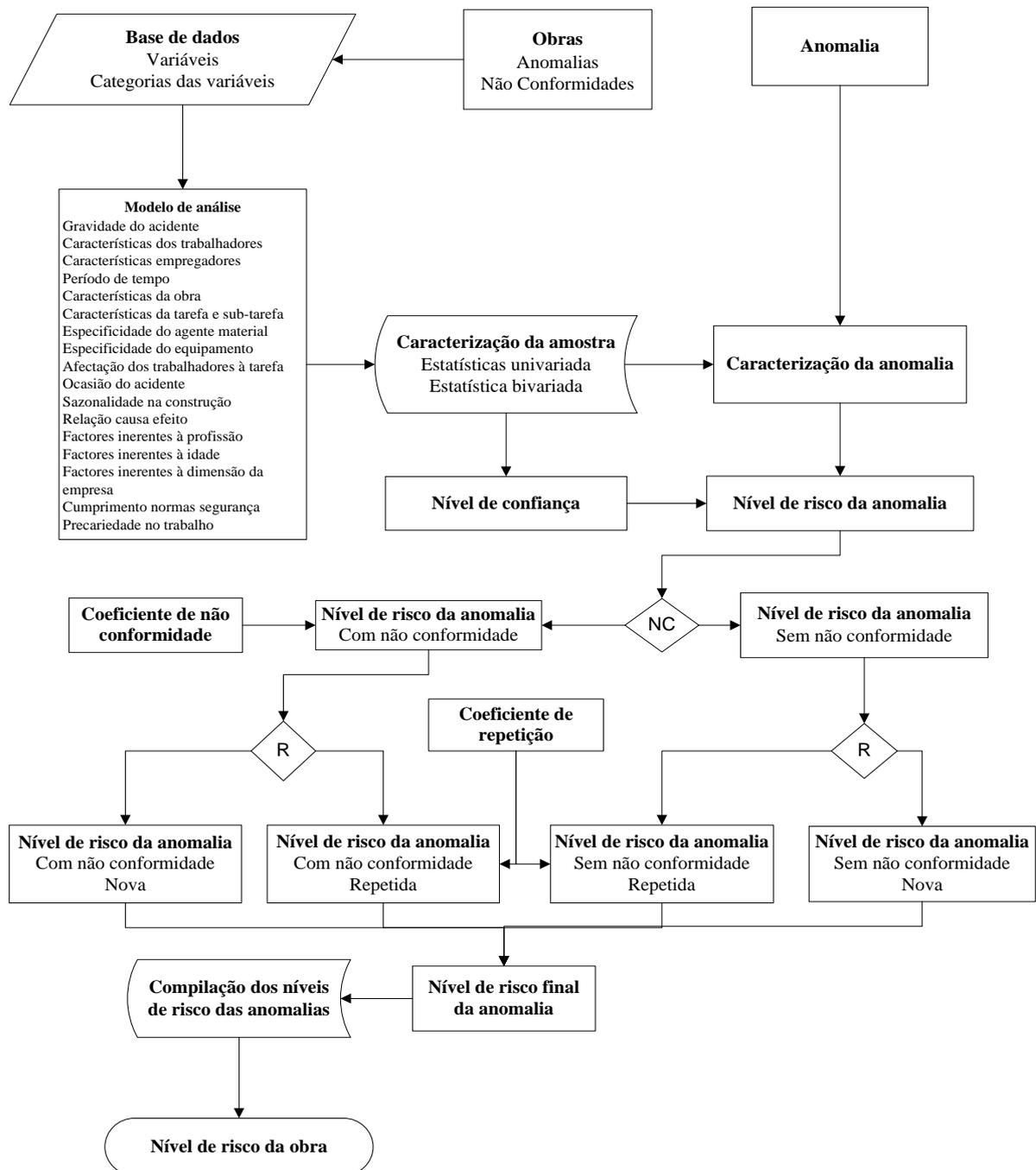


Figura 6.40 - Fluxograma de avaliação de risco da obra

Este fluxograma da aplicação informática de avaliação de risco da obra, durante a visita à obra, faz-se observação visual, fotográfica e descrição da anomalia. A anomalia é executada com base nas variáveis e respetivas categorias, o cálculo de nível de risco é dado através do modelo de

avaliação de risco e a partilha de dados é realizada com a compilação de dados e envio do relatório de inspeção de segurança e saúde no trabalho para os responsáveis da obra.

### 6.5.2 Análise de acidentes e doenças profissionais na Construção/Reabilitação

A análise de acidentes de trabalho e de doenças profissionais na Construção/Reabilitação 4.0 tem uma importância muito grande. Se por um lado, se se souber como os acidentes aconteceram, irá permitir numa próxima vez evitá-los. Isto porque da análise de acidentes de trabalho elaborada por Reis, C. (2008) constatou-se que os acidentes de trabalho em obras distintas e com trabalhadores distintos ocorrem na maior parte das vezes pelos mesmos motivos. O que quer dizer que existe uma tendência para cometer os mesmos erros independentemente da empresa envolvida, bem como dos trabalhadores. Logo é importante conhecer como estes acontecem e fazer uma listagem dos erros mais comuns a fim de os evitar, tendo como consequência direta a diminuição dos acidentes.

Esta metodologia para além de dar uma ideia das relações a evitar sempre que a probabilidade de ocorrência de acidentes é alta ou muito alta (4 ou 5), como se pode constatar na Figura 6.41, ainda apresenta as precauções (Figura 6.42) e recomendações (Figura 6.43) a ter para evitar os acidentes, apenas para os casos onde a ocorrência de acidentes é alta ou muito alta.

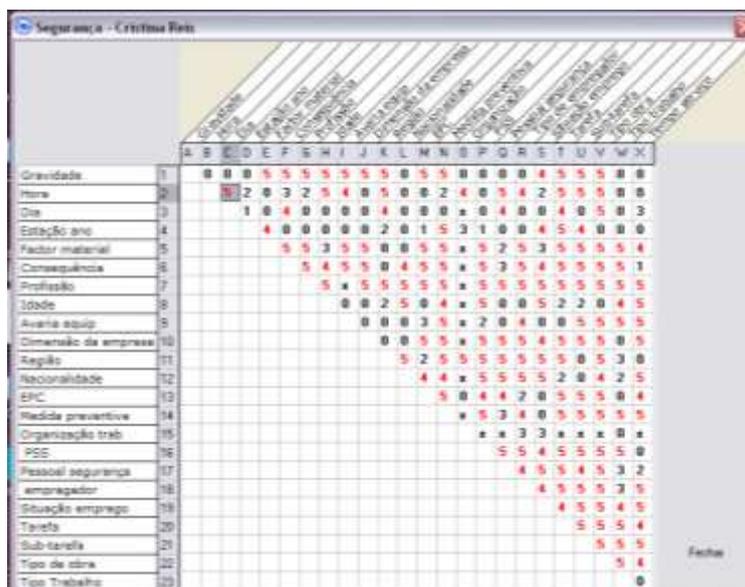


Figura 6.41 - Matriz do modelo matemático desenvolvido por Cristina Reis referente à probabilidade de ocorrência de acidentes

Precauções		Recomendações	
	1º Perigo	2º Perigo	3º Perigo
Por dia semana	Das 08:00 às 12:00	Das 14:00 às 17:00	
Deposição	Das 08:00 às 12:00	Das 14:00 às 17:00	
Corte	Das 08:00 às 12:00	Das 08:00 às 12:00	
Montagem	Das 08:00 às 12:00	Das 08:00 às 12:00	
Desmontagem	Das 08:00 às 12:00	Das 08:00 às 12:00	
Limpeza	Das 08:00 às 12:00	Das 08:00 às 12:00	
Manutenção	Das 08:00 às 12:00	Das 08:00 às 12:00	
Das 08:00 às 12:00	Deposição	Deposição	Deposição
Das 12:00 às 14:00	Deposição	Deposição	Deposição
Das 14:00 às 17:00	Deposição	Deposição	Deposição
Das 17:00 às 20:00	Deposição	Deposição	Deposição

Figura 6.42 - Precauções para evitar os acidentes sempre que esteja em causa o dia da semana e determinadas horas

**RECOMENDAÇÕES DIVERSAS**

- Prever como será feito o transporte de trabalhadores deslocados e por quem deva ser feito esse transporte. Sugere-se que este transporte seja feito por pessoal que não trabalhe na construção e que tenha habilitação profissional para o fazer;
- Os condutores que transportam os trabalhadores devem ter carta de profissional de transporte de passageiros;
- O transporte dos trabalhadores da construção deveria ser regulamentado.
- Para evitar o sono deve-se diminuir o consumo de alimentos que provocam elevada concentração de glicose no sangue, como doces, geleias, mel, etc. e dar preferência a alimentos de baixo índice de glicemia, como pão integral, arroz, feijão, lentilhas [95].
- Preparar as ementas no refeitório da obra tendo em conta a ingestão de alimentos baixos em glicemia;
- Principalmente no Verão alargar o horário de almoço para permitir uma pequena sesta de uma hora logo após a refeição, evitando também uma exposição ao trabalho nas horas de maior calor.

Figura 6.43 - Recomendações para evitar os acidentes sempre que esteja em causa o dia da semana e determinadas horas

Existem vários exemplos e todos distintos de precauções e recomendações, em função da aprendizagem que se obteve com o desenvolvimento da base de dados de acidentes de trabalho no setor da construção, referente a 709 acidentes, graves e mortais que permitiu criar o modelo

matemático e com o conhecimento dos acidentes desenvolver um conjunto de precauções e recomendações distintos para cada um dos cruzamentos das variáveis dois a dois.

Quanto às doenças profissionais têm a sua importância pois a saúde é um bem-estar necessário para todos. Pela listagem do Decreto-Lei n.º 6/2001 de 5 de maio, revista pelo Decreto Regulamentar n.º 76/2007, de 17 de julho, consegue-se identificar as doenças profissionais e com este conhecimento consegue-se minimizar a sua ocorrência.

No setor da reabilitação podem dar-se como exemplos de doenças profissionais graves o surgimento do miotiloma do pulmão provocado pela exposição ao amianto, e o do Parkinson pelo trabalho contínuo com martelo pneumático, entre outros.

## **6.6 Aplicação dos princípios gerais de prevenção na Reabilitação**

É fundamental nos trabalhos de reabilitação cumprir com a aplicação dos princípios gerais de prevenção, pois contribuem para que em qualquer fase de intervenção se possam identificar ou conhecer os riscos, analisando-os a fim de os evitar ou prevenir. Os princípios gerais de prevenção servem para:

- A integração da segurança;
- A proteção da saúde de todos os intervenientes no estaleiro, na elaboração do projeto da obra;
- O autor do projeto ter em atenção os princípios gerais de prevenção em matéria de segurança e saúde, em especial nas opções arquitetónicas, técnicas e organizativas que se destinem a planificar os trabalhos ou as fases, bem como a previsão do prazo para a realização desses trabalhos.

Para garantir a integração da segurança e a proteção da saúde de todos os intervenientes no estaleiro, na elaboração do projeto da obra, deve o autor do projeto ter em atenção os princípios gerais de prevenção em matéria de segurança e saúde, em especial nas opções arquitetónicas, técnicas e organizativas que se destinem a planificar os trabalhos ou as fases, bem como a previsão do prazo para a realização desses trabalhos. No artigo n.º 15 da Lei n.º 3/2014 de 28 de janeiro, que procede à segunda alteração à Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, sobre segurança, higiene e saúde no trabalho estão previstos onze princípios gerais de prevenção, que permitem em qualquer fase de intervenção identificar ou conhecer os riscos para os analisar a fim de os evitar ou prevenir. Os princípios gerais de prevenção são os seguintes:

1. Evitar os riscos;
2. Avaliar os riscos que não possam ser evitados;
3. Combater os riscos na origem;
4. Adaptar o trabalho ao homem;
5. Ter em conta a evolução da técnica;
6. Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;
7. Planificar a prevenção;
8. Dar prioridade à prevenção coletiva em relação à individual;
9. Dar instruções adequadas aos trabalhadores;
10. Integrar a avaliação dos riscos para a segurança e a saúde do trabalhador no conjunto das atividades da empresa, estabelecimento ou serviço, devendo adotar as medidas adequadas de proteção;
11. Assegurar, nos locais de trabalho, que as exposições aos agentes químicos, físicos e biológicos e aos fatores de risco psicossociais não constituem risco para a segurança e saúde do trabalhador.

#### **6.6.1 - Equipamentos de proteção coletiva (EPC) na Reabilitação 4.0**

Um dos princípios gerais de prevenção é dar prioridade à prevenção coletiva em relação à individual, se todos estiverem protegidos a proteção individual acaba por não ser relevante. Tal como referido em 6.4 o desenvolvimento de novas tecnologias é um forte aliado dos equipamentos de proteção coletiva na Reabilitação 4.0, pois esse desenvolvido é pensado tendo em atenção a proteção coletiva dos trabalhadores. Isto porque são concebidos tendo em conta a necessidade de um aumento de produtividade aliado à segurança dos equipamentos e dos trabalhadores. Os Equipamentos de Proteção Coletiva modernos visam assim executar os trabalhos de forma cada vez mais rápida e em segurança.

A nova revolução são os robôs de andaimes, que permitem proceder à montagem sem expor os trabalhadores ao risco, sendo operados apenas por um trabalhador que faz a sua montagem em

segurança desde o solo. Trata-se no fundo de um colega de trabalho digital LIFTBOT - um sistema de elevação robótico capacitado pela plataforma de análise de dados. Com efeito, na montagem e desmontagem de andaimes, a grande revolução é a reduzida mão-de-obra que é necessária para a sua montagem e desmontagem. É mais seguro, pois trata-se de outra forma de executar trabalhos de alto risco e de elevada probabilidade de ocorrência de acidentes, segundo o modelo de acidentes de Reis, C. (2008). Na Figura 6.44 apresenta-se a solução de implementação da montagem de andaimes robôs sempre que o orçamento para a execução da obra, o permita.



Figura 6.44 - Robôs de andaimes  
Fonte: <https://www.kewazo.com/>

Além da vantagem da redução do número de trabalhadores, outra consequência será a economia de cerca de 44% em mão-de-obra, para proceder à montagem e desmontagem de andaimes. Assim, um sistema de elevação robótico melhora as condições de trabalho para seus trabalhadores e fornece dados operacionais aos clientes, permitindo uma gestão mais proativa de projetos individuais e das empresas em geral.

### 6.6.2 - Equipamentos de proteção individual (EPI) na Reabilitação 4.0

Quando a proteção coletiva por si só não é 100% eficaz para proteger o trabalhador de eventuais riscos recorre-se à proteção individual. Por exemplo, para a execução dos trabalhos de remoção de material com amianto é necessário utilizar equipamentos de proteção individual adequados para evitar o risco proveniente da sua exposição aos trabalhadores. Exige a proteção da totalidade do corpo através de equipamento especializado (Pandita, 2006), tais como:

- Fatos-macacos descartáveis (Figura 6.45);
- Luvas descartáveis (Figura 6.46);
- Máscaras com filtro (Figura 6.47);
- Botas laváveis (Figura 6.48);
- Óculos de proteção (Figura 6.49).



Figura 6.45 - Fato-macaco descartável (<http://www.fardaseuniformes.com/>)



Figura 6.46 - Luvas descartáveis (<http://www.rivitex.pt/>)



Figura 6.47 - Máscara com filtro (<http://images.sstatic.com/>)



Figura 6.48 - Botas laváveis ([www.equiprotec.com/](http://www.equiprotec.com/))



Figura 6.49 - Óculos de proteção descartáveis ([www.materialesegurancaepi.com](http://www.materialesegurancaepi.com))

### **6.6.3 Informação e Formação para a segurança e saúde na Reabilitação 4.0**

Outro dos princípios gerais de prevenção é o de dar informação e formação aos trabalhadores. Na Reabilitação 4.0 a informação e a formação são cada vez mais importantes, porque a evolução da tecnologia é grande e apenas trabalhadores especializados sabem operar com esse tipo de equipamentos ou máquinas. A Reabilitação 4.0 foge ao que é a construção tradicional,

na qual já existem anos de saber acumulado e passagem de testemunho dos trabalhadores. A Reabilitação 4.0 exige trabalhadores motivados para aprender, pois sem aprendizagem não se consegue utilizar estes novos equipamentos, cada vez mais seguros, mas apenas se se souberem utilizar. O reabilitar cria um grau de risco maior do que construir de novo, e cada obra tem particularidades totalmente diferentes umas das outras, razão pela qual é imprescindível dar informação sobre a obra antes de ela começar e formação sobre as medidas preventivas a adotar.

### **6.7 Medidas preventivas de segurança e saúde na Reabilitação 4.0**

As medidas preventivas de segurança e saúde na Reabilitação 4.0 são associadas à emergência de novas tecnologias de ponta, como por exemplo a utilização de sensores acoplados aos trabalhadores que permitem fazer um registo da temperatura do trabalhador, da humidade relativa do local onde o trabalhador se encontra, do ritmo cardíaco do mesmo, da qualidade do ar, etc. Isto permite atuar sempre que as medidas de segurança estejam a ser infringidas. Estes sensores dão informação em tempo útil do que se está a passar, para, em caso de necessidade, se poder agir de imediato. Inclusive na remoção do amianto, os trabalhadores andam com um dosímetro que permite medir a concentração de partículas a que os trabalhadores estiveram expostos durante a execução dos trabalhos.

Outra grande revolução é a utilização de drones que permitem executar muitos trabalhos que antes envolviam o risco de queda em altura e que com a sua utilização além de mais rápido, não envolve riscos.

Um caso concreto de medidas preventivas de segurança é ilustrado na Figura 6.50, onde são utilizados dosímetros para detetar e medir gases, para medir a concentração de dióxido de carbono e diversos gases nocivos para a saúde dos trabalhadores e outros para medir a concentração de poeiras e de ruído.



Figura 6.50 - Medidor de gases nos trabalhadores e nos locais confinados  
Fonte - Detecção de Gases - Tudo que você precisa saber - LEL Ambiental

### 6.7.1 Particularidades da segurança e saúde na Reabilitação 4.0

Nas torres eólicas são cada vez mais usados drones para análise das patologias e para a sua manutenção, o que diminui drasticamente o risco de acidentes, pois elimina o principal risco neste tipo de trabalhos que é o de queda em altura dos trabalhadores.

Apresenta-se o exemplo da empresa Aeronex, que se dedica ao fabrico de drones, neste caso aplicados à manutenção de turbinas eólicas e sendo utilizados no descongelamento e limpeza das pás eólicas. Na Figura 6.51 mostra-se um exemplo do procedimento de descongelamento e limpeza das pás eólicas através de drones.



(c)

Figura 6.51 - Utilização de drones para fazer a manutenção de torres eólicas  
Fonte: Manutenção de turbinas eólicas com drones pesados | EngenhariaCivil.com

O equipamento pesado é ligado desde o solo a um cabo de eletricidade que será a fonte de energia e uma tubagem para transporte de líquidos. Este permite a elevação até 200

quilogramas. Permitindo que o drone possa trabalhar por muito tempo, sem necessidade de controlo constante do nível de energia das baterias.

Através do recurso de bombas de alta pressão são bombados os líquidos para descongelamento e limpeza existentes num veículo de transporte, que inclui um gerador de energia, um heliporto e todos os componentes indispensáveis à intervenção.

Existe já uma tecnologia Suíça, a *SenseFly*, que permite proceder à inspeção de barragens através de drones de última geração munido de equipamento fotográfico de alta definição (Figuras 6.52 e 6.53). O que vinha sendo hábito na inspeção de barragens pelos métodos tradicionais era o uso de plataformas suspensas, estando associados os riscos de queda em altura e afogamento, além da demora na execução dos trabalhos e dos riscos para os trabalhadores na montagem das plataformas suspensas. A inspeção com recurso a drones é muito mais rápida e precisa, pois permite um registo fotográfico vasto sobre o estado de conservação da barragem e sem acarretar riscos para o trabalhador. Tem que ser feito por um trabalhador especializado, neste caso um engenheiro civil que saiba operar com o drone. Na maior parte dos casos faz-se uma integração com software para permitir uma leitura precisa dos registos feitos com o drone.



Figura 6.52 - Utilização de drones para inspeção de barragens  
Fonte - Inspeção de barragens com uso de drone | [www.dronefilmagemarea.com](http://www.dronefilmagemarea.com)



Figura 6.53 – Exemplo de drone na inspeção de barragem  
Fonte: Inspeção de barragens com uso de drone | [www.dronefilmagemarea.com](http://www.dronefilmagemarea.com)

#### **6.7.2 Empresas especializadas na execução de tarefas na Reabilitação 4.0**

No âmbito da segurança na Reabilitação 4.0 é crescente a exigência de empresas especializadas para a execução dos trabalhos, pois é necessário que os trabalhadores tenham conhecimento de novas tecnologias e métodos de análise e inspeção distintos dos tradicionais.

Por exemplo, no que se refere a retirar o amianto das construções, em Portugal estes trabalhos só podem ser feitos com autorização prévia da ACT para o efeito e apenas as empresas autorizadas pela ACT o podem fazer.

Nos trabalhos em altura, em que se recorre, por exemplo, ao uso de material de alpinismo para fazer a limpeza de fachadas de edifícios (figura 6.54), ou para a montagem e desmontagem de andaimes e de gruas, existem empresas especializadas para efetuar esses trabalhos.



Figura 6.54 - Limpeza das fachadas de edifícios com recurso a equipamento de alpinismo

Fonte - jorgelozano.pt

Na atualidade existem empresas especializadas para operar com drones, como a empresa Aeronex que é especializada no fabrico e operação de aeronaves não tripuladas. Fica sediada em Riga, na Letónia, e encontra-se a desenvolver um software para permitir a autonomia dos drones e a automatização integral das tarefas de manutenção, possibilitando a dispensa de operadores humanos.

A empresa tecnológica Suíça *SenseFly*, é especializada em drones com equipamento fotográfico de alta precisão para as inspeções de grandes obras de engenharia, como barragens, pontes, viadutos, túneis, etc.

Outra grande revolução é a inspeção de pilares de pontes com o sonar 3D, trata-se de uma tecnologia recente que permite aos engenheiros no *Minnesota Department of Transportation* (MnDOT) visualizar a subestrutura de uma ponte com imagens de alta resolução (Figura 6.55), sem ter que recorrer aos mergulhadores, eliminando assim o risco. Para além disso, devido à má visibilidade em águas turvas dos sistemas de medição de profundidade, consegue-se com esta tecnologia observar o que os mergulhadores não conseguem ver.

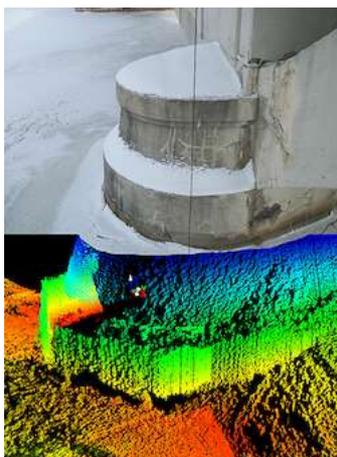


Figura 6.55 - Imagem do Sonar 3D à volta de um pilar de uma ponte  
Fonte - Inspeção de pilares de pontes com sonar 3D (mra.pt)

### 6.8 Uso de novas tecnologias 4.0 aplicadas à segurança

Como se pode verificar no ponto anterior, na Reabilitação 4.0 a tecnologia está cada vez mais associada à segurança, pois desenvolve formas de trabalhar mais seguras e eficazes para os trabalhadores. As Figuras 6.56 e 6.57 mostram dois exemplos de robôs usados para fazer a inspeção de passagens hidráulicas em espaços muito pequenos, o que seria fisicamente impossível de realizar por seres humanos.



Figura 6.56 - Inspeção das passagens hidráulicas com recurso a robôs  
Fonte - Egis, Road Operation Portugal



Figura 6.57 - Utilização de robô para inspeção de passagens hidráulicas  
Fonte - Egis, Road Operation Portugal

Salienta-se que a tecnologia tem os seus riscos, dado que não se contactam com os objetos de perto, o que por vezes pode induzir a erros. Existem também os riscos de utilização de equipamentos ou máquinas cuja manobrabilidade é bastante complexa e difícil, sendo nestes casos obrigatória formação especializada para se poder operar com segurança.

Na reabilitação de tubagens de redes de drenagem de águas residuais domésticas ou pluviais a grande vantagem da aplicação do método CIPP (*Cured in Place Pipe*) é a de utilizar a tubagem existente (danificada) para servir de molde à “nova” tubagem que surgirá dentro desta, não necessitando de abertura de vala, minimizando desta forma o risco de acidentes de trabalho por soterramento que são muito frequentes. O método consiste em através das caixas de visita adjacentes ao troço instalar uma manga impregnada em resina sintética que se liga às paredes da tubagem existente. Esta nova manga é mais resistente, estanque e duradoura do que uma tubagem tradicional. Muitas vezes, começa-se por uma limpeza das condutas por lavagem de alta pressão como se ilustra nas Figura 6.58 e 6.59.



Figura 6.58 - Equipamento hidrodinâmico de alta pressão  
Fonte - Retube soluções tecnológicas



Figura 6.59 - Mangueira e ponteira de alta pressão  
Fonte - Retube soluções tecnológicas

Quando há necessidade de um equipamento desentupir uma canalização, pode aspirar (Figura 6.60) sem que haja necessidade de profissionais terem contacto direto com os resíduos. Procede à sucção de resíduos de natureza diversa, com variado grau de viscosidade, densidade, granulometria e humidade. Salienta-se que todo o processo é acionado mecanicamente.



Figura 6.60 - Equipamento de limpeza/desobstrução Iveco  
Fonte - Retube soluções tecnológicas

A inspeção de condutas robotizadas é uma metodologia utilizada na execução de inspeções por câmaras de vídeo em condutas instaladas e redes de saneamento em zonas urbanas, normalmente enterradas e que funcionam em regime de escoamento livre. É muito vantajosa pois não é necessário abrir valas, nomeadamente na reparação das condutas, minimizando o risco de acidentes de trabalho por soterramento.

O dispositivo carro trator (Figura 6.61) para a inspeção das condutas com câmara de vídeo móvel (Retube soluções tecnológicas), é composto por:

- Câmara de vídeo, oscilo-giratória, que permite uma visão de 360° sobre as condutas e a captação de uma imagem axial com iluminação homogénea;
- Unidade móvel de controlo da câmara, com acessórios para a configuração dos vários diâmetros de condutas, o sistema está dotado de inclinómetro para a medição da pendente instantânea e procedimento de calibração;
- Unidade de controlo portátil com microprocessador, com monitor de observação, painel e comandos de controlo e equipamento de visualização de dados, notificação de estados de operação de indicadores de erro;
- Tambor elétrico de cabo de câmara, com dispositivo de medição da longitude.



Figura 6.61 - Carro trator  
Fonte - Retube soluções tecnológicas

### 6.8.1 Veículos aéreos não tripulados (VANT)

Já anteriormente no ponto 6.7.1, se fez uma abordagem aos veículos aéreos não tripulados, pois eles são um forte aliado da segurança nas obras de Reabilitação 4.0.

Um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), também conhecido como UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), é todo e qualquer tipo de aeronave que não necessita de piloto para ser dirigido. O voo é controlado automaticamente por computadores a bordo do avião, por navegador de controle remoto ou ainda por um piloto localizado em terra ou noutra veículo.

Existem VANTs de inúmeras formas, tamanhos, configurações e características. Inicialmente foram utilizados para fins militares (principalmente em missões perigosas para não serem executadas por humanos), sendo que atualmente as suas aplicações estão diversificadas e amplamente usadas na comunidade civil: detecção remota (utiliza diversos sensores: espectro magnético, químicos, biológicos, raios gama...), vigilância aérea (monitorização de grandes áreas a baixo custo, cartografia de incêndio, vigilância de animais, segurança rodoviária e de condutas de gás...), exploração mineral (cartografia geológica, detecção de recursos naturais no subsolo...), transporte, investigação científica, entre outras.

A Figura 6.62 mostra a inspeção realizada a um viaduto através da utilização tradicional de plataformas suspensas e a Figura 6.63 mostra essa inspeção realizada através de drones.



Figura 6.62 - Inspeção dos viadutos com recurso a plataformas suspensas  
Fonte - MBI 180 – WEMO-TEC

Recorrendo a um drone a inspeção de uma obra é muito mais célere e segura e pode ser feito as vezes que se quiser, sobretudo se se possui um drone na empresa. Desde logo, não existem riscos de queda em altura para os trabalhadores, sendo esta uma das principais vantagens, para além da rapidez na inspeção. Com efeito, os veículos aéreos não tripulados servem para ir a locais de difícil acesso e perigosos para os trabalhadores, o que também contribui para aumentar a segurança global de uma obra.

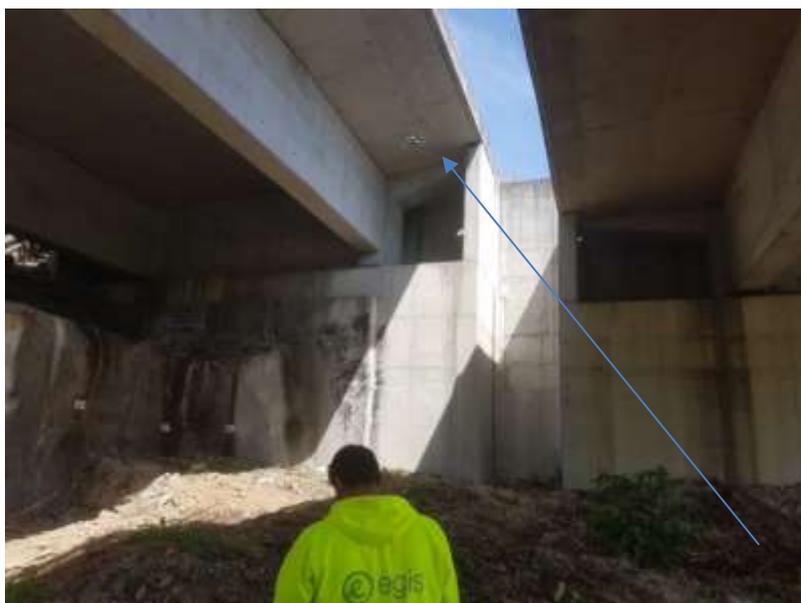


Figura 6.63 - Inspeção dos viadutos com recurso a drones  
Fonte - Egis, Road Operation Portugal

### 6.8.2 Realidade virtual através da modelagem da informação da construção (BIM)

Como referido no capítulo 4, o BIM (Building Information Modeling) é um sistema informático que permite aos seus utilizadores acederem e acrescentarem informações relevantes sobre o processo de construção. Representam uma nova maneira de representação, dentro dos sistemas CAD porque permitem não só a visualização em 3D, mas também a gestão de informação durante todo o ciclo de vida de um edifício.

Ter um projeto em BIM facilita por exemplo a informação sobre a constituição dos materiais de construção incorporados em obra, sendo deste modo evitável a implementação de metodologias de inspeção e diagnóstico para deteção de substâncias perigosas. O BIM ligado à segurança facilita também o desenho dos equipamentos de proteção coletiva (Figura 6.64) que são incorporados nos Planos de Segurança e Saúde das obras.



Figura 6.64 - Aplicação do BIM  
Fonte - Open BIM Health and safety - CYPE

Atendendo a que os benefícios que o BIM possibilita para a segurança em obra são muito significativos, estão a ser desenvolvidas várias inovações tecnológicas no sentido da melhoria e ampliação das suas capacidades, entre as quais se salienta um projeto que está a ser elaborado

pela Universidade do Minho, designado *BIM Safety*, que tem por objetivo realizar a integração das diferentes questões de segurança no projeto.

### **6.8.3 Sensores vestíveis, controlo informático e monitorização eletrónica das obras**

A tecnologia vestível baseia-se fundamentalmente num conjunto de dispositivos eletrónicos, especialmente câmaras e sensores, que podem ser incorporados na roupa, nos capacetes, nos relógios ou em outros acessórios, produzindo uma série de informações acerca da localização e saúde dos trabalhadores, podendo também servir para facilitar as comunicações.

Na construção, a aplicação principal destas tecnologias é nos equipamentos de proteção individual dos trabalhadores, sendo por exemplo utilizadas como câmaras nos capacetes para fazer o acompanhamento remoto dos projetos através de imagens a 360° ou para documentar as atividades dos trabalhadores ao longo do dia. Repare-se que quando os capacetes possuem um GPS são capazes de emitir um aviso de alerta, caso determinado trabalhador desmaie, entre num local não autorizado, etc.

Salienta-se que nas atividades que envolvem risco elevado por exposição a ar poluído, os capacetes podem também ser um bom auxiliar na segurança, ao ser possível terem por exemplo incorporado um sensor para deteção de monóxido de carbono, reduzindo assim o risco de envenenamento, dado este gás tóxico ser impercetível ao olfato humano.

A tecnologia vestível na construção aliada à segurança vai permitir avanços muito expressivos em obras de grande dimensão, onde o controle é mais difícil dada a elevada quantidade de trabalhadores envolvidos, como pode ser o caso da construção de uma barragem ou de um túnel. Entre outras, esses acessórios podem dar informações sobre a localização, temperatura corporal, cansaço ou níveis de stress de um trabalhador, bem como sobre a qualidade do ar ou a humidade relativa. Estas informações, disponibilizadas em tempo real, são um ótimo auxiliar para a tomada de decisão e para a gestão mais eficaz dos processos construtivos no sentido de se evitarem os acidentes.

#### 6.8.4 Internet das Coisas (IoT) e a segurança

A chegada da Internet das Coisas (IoT) veio aumentar significativamente a quantidade e qualidade da informação disponível ao longo de todo o processo de realização de uma obra de Construção/Reabilitação.

Assim, por exemplo, o uso do GPS permite fazer um mapeamento dos trabalhadores na obra e também uma visualização em tempo real da obra, como já referido no ponto 6.8.3 com a incorporação de câmaras ou GPS nos capacetes dos trabalhadores.

Também o software desenvolvido por Oliveira, C. (2014) sobre avaliação de riscos de acidentes em obra, permite em tempo real com uma simples visita à obra saber em que situação se encontra em termos de segurança, pois dá ao minuto a avaliação do risco de ocorrer um acidente e permite difundir em tempo real a situação da obra no que respeita à saúde e segurança no trabalho para todos os responsáveis pela obra.

Na figura 6.65, apresenta-se o nível de risco de uma determinada tarefa, que permite alertar os responsáveis para estas situações em tempo real. Toda a informação é enviada via internet para todos os intervenientes da obra que assim têm conhecimento do que está a acontecer e podem tomar as medidas devidas.

The screenshot displays a mobile application window titled "Risco Global de Obra". At the top, there are navigation tabs for "Anomalias", "Caracterização Anomalia", and "Correcção Anomalia". Below the tabs, there are buttons for "Voltar" and "Gravar Dados". The form contains the following fields and elements:

- Item n.º:** 1
- Data:** 23-03-2014
- Hora:** 14:30
- Nível de Risco Anomalia:** A horizontal bar with a color gradient from green to red, with a red segment indicating level 5 on a scale of 1 to 5.
- Descrição da Anomalia Observada:** Existência de negativo na plataforma de trabalho.
- Correcção a Aplicar:** Assinalar o negativo ou impedir a passagem neste local do andaime.
- Prazo para Correcção:** An empty text input field.
- Esta anomalia é um NÃO CONFORMIDADE:** A checkbox is checked.
- Registro Fotográfico:** A small image showing a construction site with rebar.

Figura 6.65 - Nível de risco de uma determinada tarefa  
Fonte - Oliveira, C. (2014)

Na figura 6.66, apresenta-se o nível de risco, bem como o histórico do risco ao longo da evolução da obra. No fim, o software permite elaborar um relatório final de Inspeção de segurança no trabalho e do risco da obra e das tarefas, onde constam todas as anomalias por resolver, as não conformidades e seu estado, o qual pode ser enviado em tempo real para todos os intervenientes.



Figura 6.66 - Nível de risco da obra  
Fonte - Oliveira, C. (2014)

## 6.9 Conclusões e Recomendações

Nas últimas décadas vem-se assistindo a melhorias consideráveis no campo da segurança e saúde na construção e reabilitação, fruto de uma maior consciencialização de todos os intervenientes para a relevância desta temática e da aplicação de inovações tecnológicas na prevenção e minoração dos problemas.

Com efeito, o campo da segurança e saúde está crescentemente interligado com o desenvolvimento tecnológico, pelo que são necessários recursos humanos cada vez mais especializados e qualificados, já que uma grande parte dos trabalhos exige conhecimentos e competências sobre o espaço digital. Só com trabalhadores com formação profissional apropriada é possível aproveitar positivamente a evolução tecnológica para a mitigação dos riscos correlacionados com a segurança e saúde no trabalho.

Existe atualmente já em Portugal legislação, a sua maioria com origem da União Europeia, sobre a segurança e saúde no trabalho, com particular destaque para o que respeita aos riscos de acidentes, aos produtos contendo amianto, à exposição a agentes químicos perigosos, aos resíduos de construção e demolição. No entanto, é de realçar que ainda não existe legislação

sobre a inspeção, diagnóstico e análise do amianto e de outros materiais com riscos especiais, como é o caso do chumbo e de materiais que o contêm.

De facto, nas operações de Reabilitação 4.0, os trabalhadores são confrontados com a presença de vários materiais perigosos, como o amianto, o chumbo, entre outros. Daí a importância de se fazer um levantamento inspetivo e de diagnóstico dos materiais com riscos especiais, recorrendo à Microscopia Eletrónica de Varrimento (SEM) e à Microscopia Eletrónica de Transmissão (TEM), de forma a ser possível promover cuidados adequados aquando de uma intervenção.

Por outro lado, devido à crescente importância da economia circular e da sustentabilidade dos materiais de construção, onde se pretende reutilizar ao máximo os materiais provenientes da desconstrução, é cada vez mais imperativo conhecer bem os materiais utilizados nas construções. Só com uma boa identificação dos materiais existentes se pode planear corretamente a sua separação e posterior reutilização.

As demolições sem qualquer preocupação de reaproveitamento dos materiais, embora mais baratas e rápidas, não permitem a recuperação de qualquer material com valor. O novo conceito de desconstrução vem valorizar a reutilização de elementos e materiais de construção, que passam assim a ter uma mais-valia comercial, pois deixam de ser considerados resíduos sem valor económico e sem qualquer tipo de aproveitamento posterior.

Um dos princípios gerais de prevenção é dar prioridade à técnica, devendo realizar-se os trabalhos tendo em conta o estado de evolução tecnológica, dado existirem hoje em dia equipamentos mais evoluídos e já com proteção coletiva incorporada e materiais mais amigos do ambiente e isentos de riscos nocivos para o trabalhador. Pelo que se se tiver isso em consideração o risco de acidente será substancialmente menor.

A evolução tecnológica produziu impactos muito positivos na segurança e saúde, permitindo potenciar os princípios preventivos tanto em termos individuais como coletivos e, desta forma, reduzir o risco de acidentes. Equipamentos como os sistemas de cofragem, plataformas de trabalho, andaimes, entivação de valas, plataformas elevatórias, escoramentos estruturais são presentemente muito mais seguros para os trabalhadores devido às melhorias que lhes foram introduzidas.

É de todo conveniente que as medidas preventivas de segurança e saúde estejam crescentemente alicerçadas nos novos equipamentos com tecnologias de ponta, como os

Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), os Robôs, o BIM, a Internet das Coisas, o GPS, a Tecnologia Vestível, entre outros.

Por exemplo, a utilização de dispositivos eletrônicos, especialmente câmaras e sensores, acoplados na roupa ou nos capacetes permitem fazer um registo da temperatura do trabalhador, da humidade relativa do local onde o trabalhador se encontra, do ritmo cardíaco do mesmo, da qualidade do ar, etc., trazendo benefícios claros para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Outros exemplos podem ser dados, como os trabalhos cuja execução envolve riscos muito elevados para os trabalhadores, e que através da utilização de drones (trabalhos em altura) ou de robôs (trabalhos em espaços de difícil acesso como condutas hidráulicas) esses riscos são eliminados.

Neste novo contexto, a informação e a comunicação possuem uma relevância decisiva. Com efeito, a disponibilização de informação e a facilidade de comunicação em tempo real são fundamentais para a tomada de decisão e para a gestão mais eficaz dos processos construtivos com o objetivo de se evitarem os acidentes.

Neste sentido, a chegada da Internet das Coisas (IoT) veio aumentar significativamente a quantidade e qualidade da informação acessível ao longo de todo o processo de realização de uma obra de Construção/Reabilitação.

Em particular na Reabilitação 4.0, a informação e a formação são cada vez mais importantes, porque a evolução da tecnologia é grande e apenas trabalhadores especializados conseguem operar com eficiência e segurança a maioria dos novos equipamentos ou máquinas. A Reabilitação 4.0 foge ao que é a construção tradicional, na qual já existem anos de saber acumulado e passagem de testemunho dos trabalhadores. A Reabilitação 4.0 exige trabalhadores motivados para aprender, pois sem conhecimentos não se consegue utilizar estes novos equipamentos, cada vez mais seguros, mas apenas se se souberem utilizar adequadamente.

Neste âmbito, e como há falta de recursos humanos especializados era importante que as entidades responsáveis pelo setor da construção promovessem cursos de formação profissional para operar com estes novos equipamentos muito avançados tecnologicamente.

Também se recomenda que os trabalhos que envolvam o uso de novas tecnologias de carácter não tradicional sejam, sempre que possível, executados por empresas especializadas para o efeito, pois assim diminui-se o risco de acidentes.