

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



**Direção de Obra – Análise dos custos com a segurança
em obra**

Jorge Miguel Torres Granja

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

junho de 2025

Página em branco

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de expressar o meu profundo agradecimento ao Professor Doutor Alfredo Soeiro, meu orientador, pela orientação rigorosa, disponibilidade constante e contributos valiosos ao longo de todo o desenvolvimento desta dissertação. A sua experiência, exigência e visão crítica foram fundamentais para a consolidação do trabalho aqui apresentado.

Agradeço de forma muito especial à minha família, pelo apoio incondicional, pela paciência e por todo o incentivo ao longo desta etapa. Foram a base que me sustentou em todos os momentos e a motivação silenciosa que nunca me deixou desistir. Ao Martim, o meu irmão, deixo o desejo de que um dia este trabalho lhe sirva de inspiração e lhe mostre que, com esforço e dedicação, tudo é possível.

Dirijo também um sincero agradecimento aos meus colegas de trabalho da DST, em particular ao Engenheiro Paulo Fonseca e ao Engenheiro Marcos Barros, pela sua constante disponibilidade, compreensão e ajuda ao longo deste percurso. O seu apoio foi essencial para conseguir conciliar a vida profissional com as exigências deste projeto académico.

Ao meu colega e amigo David Morais, deixo um agradecimento especial pela ajuda, pelas conversas, pelos bons momentos e, sobretudo, pelo apoio nos momentos difíceis que só nós sabemos e compreendemos. Um especial abraço pela amizade e companheirismo que marcaram esta caminhada.

Por fim, à minha namorada Ana Rita Pinto, o meu agradecimento mais especial. Pelo carinho, pela paciência, pela força constante e por acreditares sempre em mim, mesmo quando eu próprio duvidei. Este trabalho também é teu.

A todos, o meu mais sincero obrigado.

Página em branco

Resumo

A dissertação desenvolvida teve como objetivo central a análise aprofundada do papel da Direção de Obra na gestão e controlo dos custos com a prevenção de acidentes em empreitadas de construção civil. Reconhecendo a importância crescente da segurança no trabalho no setor, propõe-se uma abordagem metodológica estruturada, técnica e quantificável, orientada para uma integração eficaz das medidas preventivas no planeamento e execução da obra.

Recorreu-se ao estudo de caso de uma empreitada real, na qual foi aplicado um modelo de Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ) desenvolvido especificamente para a área da prevenção de acidentes. Esta ferramenta permitiu identificar e caracterizar com rigor os principais encargos associados à prevenção em obra, nomeadamente a organização do estaleiro, os Equipamentos de Proteção Individual, as medidas de proteção coletiva e os recursos humanos especializados.

Os resultados obtidos demonstram que os custos com medidas preventivas representaram cerca de 1,89% do valor contratual da empreitada, situando-se abaixo dos valores de referência habitualmente encontrados na literatura e nos casos de estudo analisados. Esta diferença poderá refletir lacunas no planeamento técnico e orçamental em fase inicial. A metodologia proposta revelou-se eficaz como instrumento de apoio à decisão, permitindo uma estimativa mais realista e transparente dos custos e promovendo a sua valorização como investimento estratégico.

Palavras-chave: Direção de obra; Segurança em obra; Planeamento de Segurança; Prevenção de Acidentes; Orçamentação técnica

Página em branco

Abstract

The main objective of this dissertation was to provide an in-depth analysis of the role of Construction Management in the management and control of safety costs in civil construction contracts. Recognizing the growing importance of safety in the sector, a structured, technical and quantifiable methodological approach is proposed, aimed at the effective integration of preventive measures in the planning and execution of the work.

A case study of a real contract was used, in which a Work and Quantity Map (MTQ) model developed specifically for the safety area was applied. This tool allowed the identification and rigorous characterization of the main costs associated with prevention on site, especially the organization of the site, Personal Protective Equipment, collective protection measures and specialized human resources.

The results obtained demonstrate that safety costs represented approximately 1.89% of the contractual value of the contract, which is below the reference values usually found in the literature and in the case studies analyse. This difference could reflect gaps in the technical and budgetary planning at an early stage. The proposed methodology proved to be effective as a decision support instrument, allowing a more realistic and transparent estimate of security costs and promoting its appreciation as a strategic investment.

Keywords: Construction management; Construction safety; Safety planning; Accident prevention; Technical budgeting

Página em branco

Índice

1	15
INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Enquadramento e objetivos	15
1.2 Organização da dissertação	16
2	19
ESTADO DE ARTE.....	19
2.1 Introdução	19
2.2 Intervenientes em obra e a sua relação com a prevenção de acidentes	20
2.2.1 Dono de obra	20
2.2.2 Coordenador de Saúde e Segurança de acidentes em obra.....	21
2.2.3 Diretor de fiscalização da obra	22
2.2.4 Diretor de obra.....	23
2.2.6 Entidade Executante	24
2.2.5 Trabalhadores independentes e subempreiteiros	26
2.2.6 Inspeção Geral do Trabalho.....	27
2.3 – Responsabilidades regulamentares da direção de obra na prevenção de acidentes	28
2.3.1 - Introdução	28
2.3.2 – Normas e Legislações Portuguesas.....	29
2.3.3 - Normas europeias e a Direção de Obra	31
2.3.4 - Conclusão	32
2.4 – Técnicas da direção de obra na prevenção de acidentes.....	33
2.4.1 - Introdução	33
2.4.2 - Técnicas de planeamento e organização do estaleiro.....	34
2.4.2.2 - Formação e Capacitação dos Trabalhadores	34
2.4.2.3 - Supervisão e Fiscalização Contínua	35
2.4.2.4 - Uso de Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva	35
2.4.2.5 - Implementação de Novas Tecnologias de Prevenção de acidentes....	36
2.4.2.6 - Comunicação Eficaz e Cultura de Prevenção de acidentes.....	36
2.4.2.7 - Programas de Prevenção e Saúde.....	37
2.4.3 - Conclusão	37
2.5 Casos de Estudo.....	38
2.5.1 Caso 1 – “Formação como mecanismo de prevenção de acidentes”.....	38

2.5.1.1 - Introdução	38
2.5.1.2 - Detalhe	38
2.5.2 Caso 2 – “Controlo de obras por Radio Frequency Identification (RFID): sistema de monitorização e controlo para equipamentos de prevenção de acidentes no local de obras”	39
2.5.2.1 - Introdução	39
2.5.2.2 - Resumo.....	40
2.5.3 - Caso 3 "Implementação de Realidade Virtual na Direção de Obra para a Prevenção de Acidentes no local de Obras"	41
2.5.3.1 Introdução.....	41
2.5.3.2 Procedimento do Caso de Estudo	41
2.5.4 - Caso 4 - “A utilização de drones como ferramenta tecnológica emergente para a inspeção técnica da envolvente de edifícios.”	42
2.5.4.1 - Introdução	42
2.5.4.2 - Resumo do ensaio com drone – Inspeção de fachada de edifício alto.	42
2.5.5 - Caso 5 – “Relação custos e prevenção de acidentes do trabalho em pequenas obras”	43
2.5.5.1 - Introdução	43
2.5.5.2 – Detalhe.....	44
2.5.6 – Caso 6 – “Análise económica da implementação de planos de prevenção de acidentes”	45
2.5.6.1 - Introdução	45
2.5.6.2 – Detalhe.....	45
2.5.7 – Caso 7 – “Custos da prevenção de acidentes do trabalho em obras civis: Estudo de caso em condomínio residencial do programa minha casa minha vida”	46
2.5.7.1 - Introdução	46
2.5.7.2 – Detalhe.....	47
2.5.8 – Caso 8 – “Guia do diretor de obra na área de prevenção de acidentes”	48
2.5.8.1 - Introdução	48
2.5.8.2 – Detalhe.....	48
2.5.9 – Caso 9 – “Os custos de prevenção de acidentes na construção”	49
2.5.9.1 – Introdução.....	49
2.5.9.2 – Detalhe.....	49
2.5.10 – Caso 10 – “Recolha de análise de estudos sobre custos de prevenção e de acidentes na construção”	50
2.5.10.1 – Introdução.....	50

2.5.10.2 – Detalhe.....	51
2.5.11 – Caso 11 – “Custos do Acidente de Trabalho no Setor da Construção, Segundo o Agente Material e a Causa de Lesão do Acidente – Estudo de Caso”	52
2.5.11.1 - Introdução	52
2.5.11.2 - Detalhe	52
3	54
IMPORTÂNCIA DOS CASOS DE ESTUDO NO CONTEXTO DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES EM OBRA.....	54
3.1 – Introdução.....	54
3.2 – A importância dos casos de estudo.....	54
3.3 – Conclusões dos casos de estudo descritos no Capítulo 2	55
3.3.1 Caso 1 – “Formação como mecanismo de prevenção de acidentes”	55
3.3.2 - Caso 2 – “Controlo de obras por Radio Frequency Identification (RFID): sistema de monitorização e controlo para equipamentos de prevenção de acidentes no local de obras”	56
3.3.3 - Caso 3 "Implementação de Realidade Virtual na Direção de Obra para a Prevenção de Acidentes no local de Obras"	56
3.3.4 - Caso 4 - “A utilização de drones como ferramenta tecnológica emergente para a inspeção técnica da envolvente de edifícios.”	57
3.3.5 - Caso 5 – “Relação custos e prevenção de acidentes do trabalho em pequenas obras”	58
3.3.6 – Caso 6 – “Análise económica da implementação de planos de prevenção de acidentes”	58
3.3.7 – Caso 7 – “Custos da prevenção de acidentes do trabalho em obras civis: Estudo de caso em condomínio residencial do programa minha casa minha vida”	59
3.3.8 – Caso 8 – “Guia do diretor de obra na área de prevenção de acidentes”	59
3.3.9 – Caso 9 – “Os custos de prevenção de acidentes na construção”	59
3.3.10 – Caso 10 – “Recolha de análise de estudos sobre custos de prevenção e de acidentes na construção”	60
3.3.11 – Caso 11 – “Custos do Acidente de Trabalho no Setor da Construção, Segundo o Agente Material e a Causa de Lesão do Acidente – Estudo de Caso”	60
3.4 – A Importância dos Casos de Estudo na Formação e Capacitação	60
3.5 - A Direção de Obra como Agente Central	61
3.6 Benefícios da aplicação de casos de estudo.....	61
3.6.1 Redução de Riscos e Acidentes	61

3.6.2 Otimização de Custos	62
3.6.3 Inovação e Tecnologia.....	62
3.7 Lições Aprendidas	62
3.8 Considerações Finais	63
4	65
PROPOSTA DE GUIA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES PARA DIREÇÃO DE OBRA	65
4.1 Introdução	65
4.2 A prevenção de acidentes como fator central da direção de obra	66
4.2.1 Planeamento rigoroso e visão estratégica	67
4.2.2 Problemas associados a orçamentos subvalorizados	68
4.2.3 O papel do guia de gestão de prevenção de acidentes	69
4.3 Guia de prevenção de acidentes para direção de obra	69
5	83
ANÁLISE DOS CUSTOS EM PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA OBRA EM ESTUDO	83
5.1 Introdução	83
5.2 Caracterização da empreitada – Requalificação de uma via rodoviária e túnel ..	84
5.3 - Utilização do guia para aferição dos custos reais relacionados com a prevenção de acidentes na obra em estudo	85
5.3.1 - Artigo 1 - Organização do Estaleiro.....	86
5.3.2 - Artigo 2 – Proteção Coletiva.....	92
5.3.3 - Artigo 3 – Proteção Individual	98
5.3.4 - Artigo 4 – Gestão e Coordenação	101
5.3.5 - Somatório de Custos com Prevenção de acidentes	104
5.3.6 – Comparação entre o custo real da segurança em obra e o custo planeado do PSS.....	104
6	105
CONCLUSÕES	105
7	109
Referências bibliográficas	109

Lista de tabelas

Tabela 1 – Guia de Prevenção de acidentes para Direção de Obra.....	62
Tabela 2 – Artigo Elaboração do PSS.....	72
Tabela 3 – Organização do estaleiro.....	74
Tabela 4 – Proteção coletiva.....	80
Tabela 5 – Proteção individual.....	86

Abreviaturas e Símbolos

ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho

BIM - Building Information Modeling

CCTV – Circuito Fechado de Televisão

CSO – Coordenador de Segurança em Obra

CTSL – Custo Total da Sinistralidade Laboral

DO - Dono de Obra

EE - Entidade Executante

EPC – Equipamentos de Proteção Coletiva

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

MTQ - Mapa de Trabalhos e Quantidades

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

PSS - Plano de Segurança e Saúde

RFID - Radio Frequency Identification

SCIE – Sistema de Prevenção Contra Incêndios em Edifícios

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e objetivos

A segurança em obra constitui um dos pilares incontornáveis da gestão de empreitadas na construção civil, influenciando de forma decisiva a produtividade, os custos, os prazos contratuais e, sobretudo, a integridade física e psicológica dos trabalhadores que diariamente transformam projetos em realidade. Apesar da evolução normativa observada nas últimas décadas, traduzida na transposição continuada de diretivas europeias, na consolidação de regulamentos nacionais e na disseminação de boas práticas internacionais, os indicadores de sinistralidade laboral continuam a revelar fragilidades estruturais no setor. Estatísticas recentes da Organização Internacional do Trabalho e da Eurostat confirmam que a construção permanece entre as atividades económicas com maior incidência de acidentes graves e fatais, refletindo, em grande medida, a persistência de abordagens reativas e fragmentadas à segurança.

Neste contexto, a Direção de Obra (DO) assume um papel estratégico insubstituível, não se limitando a garantir a conformidade legal, mas promovendo a incorporação sistemática da segurança como disciplina técnica central do planeamento, da execução e do controlo da empreitada. Contudo, com demasiada frequência, os custos associados à segurança são classificados como despesas indiretas, de reduzida visibilidade, o que conduz a orçamentações subvalorizadas, a medidas preventivas mal dimensionadas e, consequentemente, a riscos acrescidos para pessoas e ativos. A presente dissertação parte precisamente deste hiato entre a relevância crítica da segurança e a forma como é

tradicionalmente contabilizada e gerida, propondo-se a analisar em profundidade o papel da DO na previsão, controlo e otimização dos custos preventivos.

A investigação assenta na construção de um Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ) dedicado em exclusivo à segurança em obra, concebido para identificar, medir e quantificar, de forma sistemática, todas as ações preventivas requeridas ao longo do ciclo construtivo. Este instrumento metodológico foi aplicado a uma empreitada de requalificação de um túnel rodoviário, permitindo quantificar o desvio entre o orçamento inicial e o investimento efetivo, bem como identificar as categorias de custo com maior impacto financeiro e os fatores operacionais que condicionam a execução das medidas de prevenção. A componente empírica é complementada por uma revisão bibliográfica abrangente que inclui normas europeias, manuais de boas práticas e estudos de caso internacionais.

A metodologia proposta, acompanhada de um guia prático para a DO, proporciona uma ferramenta objetiva de apoio à decisão, capaz de transformar a segurança de um “custo obrigatório” num investimento estruturante para a sustentabilidade técnica, económica e social das empreitadas. Para além de responder a uma necessidade concreta do setor, este trabalho pretende contribuir para a consolidação de uma cultura de prevenção assente em dados, planeamento estratégico e responsabilização partilhada entre donos de obra, projetistas, diretores de obra e restantes intervenientes no processo construtivo.

1.2 Organização da dissertação

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, visando proporcionar uma análise detalhada do papel da Direção de Obra na gestão de custos e na implementação de práticas eficazes de prevenção de acidentes em obras. Com esta estrutura, a dissertação visa não só aprofundar o entendimento sobre a gestão dos custos de segurança em obra, mas também propor um modelo prático e estruturado que contribua para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

O Capítulo 2, "Estado de Arte", apresenta uma revisão da literatura e uma análise das principais abordagens normativas e metodológicas relacionadas à segurança no setor da construção civil. São exploradas as regulamentações existentes, as práticas de gestão de segurança, bem como apresentados diversos casos de estudo, e as suas abordagens ao planeamento características para o setor.

O Capítulo 3, "Importância dos casos de estudo no contexto de prevenção de acidentes em obra", discute e avalia a relevância dos casos de estudo descritos no Capítulo 2, para a compreensão prática da segurança em obra. São analisados exemplos reais que ilustram as implicações dos diferentes modelos de gestão da segurança, destacando os fatores que contribuem para o sucesso ou falhas nas estratégias de prevenção.

No Capítulo 4, "Proposta de Guia PSS para Direção de Obra", é apresentada a proposta de um guia técnico para a Direção de Obra, com foco no Plano de Segurança e Saúde (PSS). O capítulo detalha a metodologia e a estrutura desse guia, explicando como ele pode ser implementado de forma prática para integrar a segurança como uma parte fundamental do planejamento e execução da obra.

O Capítulo 5, "Análise dos Custos em Prevenção de Acidentes em Obra", aborda a análise financeira dos custos de segurança em obra, comparando os custos previstos com os custos reais. O capítulo aborda ainda a forma como os custos de prevenção podem ser orçamentados de maneira mais precisa, discutindo as implicações de uma gestão eficaz e a importância de um planejamento preventivo bem estruturado.

Por fim, o Capítulo 6, "Conclusões", resume as principais conclusões do estudo, destacando os resultados obtidos, as contribuições para a prática da Direção de Obra e as possíveis direções para investigações futuras. Também são discutidas as limitações do estudo e as possibilidades de aprofundamento da metodologia proposta.

ESTADO DE ARTE

2.1 Introdução

O setor da Construção Civil tem enfrentado sérios desafios ao longo da sua história, especialmente relacionados com os acidentes fatais. Em Portugal, é comum encontrar casos que destacam as condições precárias e saúde nos estaleiros de obras, sejam eles temporários ou permanentes.

Embora esta realidade não seja uniforme para todas as empresas, variando consoante a sua dimensão e com o tipo de obra em execução, importa salientar que grandes esforços têm sido feitos, especialmente por empresas de maior porte que assumem maiores responsabilidades sociais, para otimizar as medidas de minimização de acidentes e saúde, sobretudo em obras de grande escala, sejam elas públicas ou privadas.

Nesse contexto, observa-se uma significativa evolução por parte dos subempreiteiros que trabalham nessas obras, no sentido de garantir um espaço profissional isento de perigos e compatível com as tarefas desempenhadas.

Este capítulo visa destacar a importância dessa questão, abordando o estado atual em três pontos-chave: quem são os intervenientes e seus papéis; como é que a legislação evoluiu ao longo do tempo até o presente momento; e a apresentação de diversos estudos de caso relacionados a essa área crucial da prevenção de acidentes laboral no ramo da construção civil.

2.2 Intervenientes em obra e a sua relação com a prevenção de acidentes

É comum depararmo-nos com situações em que os vários intervenientes demonstram um desconhecimento, parcial ou total, das responsabilidades que lhes competem, sobretudo no que concerne à garantia das medidas preventivas nos ambientes de trabalho em obras.

Esta secção da dissertação visa analisar os diversos atores envolvidos numa obra, estabelecendo uma hierarquia clara das suas responsabilidades, com especial enfoque na garantia das condições de segurança preventiva. Esta análise compreende o Dono de Obra (DO), a Entidade Executora (EE), os Trabalhadores Independentes, os Subempreiteiros, os Coordenadores de Prevenção de acidentes, as Entidades Fiscalizadoras e, por fim, os próprios trabalhadores. Este enquadramento é essencial para o desenvolvimento de uma pesquisa sólida e consistente, inserida no contexto de uma tese de mestrado.

2.2.1 Dono de obra

De acordo com a definição presente do Decreto-Lei, nº 27/2003, define-se dono de obra como: “Entidade por conta de quem a obra é realizada, o dono da obra pública tal como este é definido no Código dos Contratos Públicos, o concessionário relativamente à obra executada com base em contrato de concessão de obra pública, bem como qualquer pessoa ou entidade que contrate a elaboração de projeto” ^[1].

As responsabilidades atribuídas ao dono de obra abrangem diversos aspetos, especialmente no que diz respeito à saúde e prevenção de acidentes. Nesse sentido, destacam-se as seguintes obrigações:

- Assegurar que, no decorrer da fase de planeamento, seja elaborado um Plano de Saúde e Segurança (PSS);
- Certificar-se, durante a realização da obra, de que todas as diretrizes definidas no PSS são comunicadas por escrito à entidade encarregada da execução;
- Garantir, ao longo de todo o processo construtivo, o cumprimento das obrigações estabelecidas no Decreto-Lei 273/2003 ^[1].

O Dono de Obra assume uma série de responsabilidades cruciais para garantir o desenvolvimento seguro e eficiente de uma obra. Abaixo estão enumeradas algumas das suas obrigações.

- Designar os coordenadores de prevenção de acidentes tanto para o projeto como para a execução da obra;
- Aprovar o PSS e quaisquer alterações subsequentes;
- Notificar antecipadamente a Inspeção Geral do Trabalho sobre a abertura do estaleiro;
- Entregar à Entidade Executante (EE) uma cópia da notificação prévia de abertura do estaleiro;
- Elaborar, ou providenciar a elaboração, da documentação técnica da obra;
- Reportar à Inspeção Geral do Trabalho o acontecimento de acidentes graves ou fatais, caso a Entidade Executante não o faça;
- Fornecer aos adjudicatários, antes da elaboração dos projetos, informações necessárias sobre objetivos e restrições, incluindo o programa preliminar, bem como dados de reconhecimento e levantamento;
- Conceder acesso irrestrito à obra aos autores dos projetos.

2.2.2 Coordenador de Segurança em Obra

Conforme a definição presente do Decreto-Lei, nº 27/2003, define-se Coordenador de Segurança em Obra (CSO) como: “Coordenador em matéria de prevenção de acidentes e saúde durante a execução da obra, designado por coordenador de prevenção de ocorrências perigosas e saúde em obra, é a pessoa singular ou coletiva que executa, durante a realização da obra, as tarefas de coordenação em matéria de prevenção de acidentes e saúde” ^[1].

No âmbito, o CSO desempenha um papel fulcral, tendo o seguinte **conjunto de responsabilidades**:

- Garantir, ao longo da fase de planeamento da obra, estão incluídas medidas adequadas para prevenir riscos específicos que possam afetar a prevenção de acidentes e saúde dos trabalhadores durante tarefas que os exponham a esses riscos.
- Validar tecnicamente, durante a execução da obra, a evolução de quaisquer alterações ao PSS que posteriormente precisam de ser aprovadas pelo dono da obra e integradas ao PSS para a execução da obra.

- Verificar a adequação dos protocolos de prevenção de acidentes e propor à EE quaisquer ajustes necessários.
- Acompanhar a comunicação prévia da abertura do estaleiro, juntamente com as declarações de diversas partes envolvidas, incluindo a entidade executante, os fiscais da obra, o diretor técnico da empreitada, o representante da entidade executante e o responsável pela direção técnica da obra.

De forma contígua, o CSO apresenta também um **conjunto de obrigações**, que surgem de seguida devidamente listadas:

- Colaborar com o Dono de Obra (DO) na implementação e promoção de atividades de sensibilização e desenvolvimento de habilidades em prevenção de acidentes e saúde no trabalho;
- Participar no planeamento e realização de simulacros de emergência no estaleiro;
- Garantir a atualização e disponibilidade do Plano de Saúde e Segurança da Obra (PSS);
- Colaborar com o DO no desenvolvimento do relatório final de prevenção de acidentes e saúde da obra;
- Propor medidas preventivas e corretivas com o objetivo de aprimorar das condições de prevenção de acidentes no estaleiro;
- Participar em reuniões de coordenação de prevenção de acidentes e saúde no trabalho;
- Assegurar a correta sinalização de prevenção de acidentes no estaleiro;
- Colaborar com as entidades fiscalizadoras competentes no domínio da prevenção de acidentes e saúde no trabalho ^[3].

2.2.3 Diretor de fiscalização da obra

O fiscal da obra desempenha uma importante função no controlo da qualidade da execução da obra, assegurando o cumprimento do projeto de execução, das normas legais e regulamentares em funcionamento e das condições do contrato de empreitada. É uma figura importante para o sucesso e a prevenção de acidentes da obra, atuando em articulação com o dono da obra na defesa dos seus interesses ^[1].

Responsabilidades:

Assegurar que a obra é realizada de acordo com o projeto de execução, respeitando os requisitos da licença ou comunicação prévia, as normas legais e regulamentares, bem como as competências previstas no Código dos Contratos Públicos, no caso de obras públicas [2].

Obrigações:

- Elaborar e atualizar o livro de obra, registando todos dados pertinentes relacionados com a execução da obra, incluindo ordens de serviço, registos fotográficos, registos de visitas de fiscalização, entre outros;
- Participar nas reuniões de acompanhamento da obra, prestando os esclarecimentos necessários sobre a fiscalização da execução da obra;
- Participar na elaboração de relatórios periódicos sobre o estado de execução da obra e comunicar eventuais alterações ao projeto de execução, que sejam necessárias para garantir a conformidade da obra com as normas legais e regulamentares em vigor;
- Verificar e certificar a conformidade dos materiais e elementos construtivos utilizados na obra com as especificações técnicas do projeto de execução;
- Aprovar a execução de trabalhos a mais ou a menos, dentro dos limites estabelecidos no contrato de empreitada, e fiscalizar a correta execução dos mesmos;
- Participar no processo de receção final da obra, verificando a conformidade da mesma com o projeto de execução e com as normas legais e regulamentares aplicáveis, antes da sua entrega ao dono da obra.

2.2.4 Diretor de obra

Corresponde ao técnico habilitado que assume uma posição de liderança nas obras, sendo responsável por garantir que a obra é executada conforme as normas técnicas e legais, assegurando a qualidade e prevenção de acidentes do empreendimento.

Quanto às suas responsabilidades:

- Deve garantir que os trabalhos são realizados de acordo com as especificações técnicas, prazos e orçamentos estabelecidos;

- Supervisionar as atividades no estaleiro, assegurando a prevenção de acidentes dos trabalhadores e do público em geral;
- Coordenar a logística e os recursos necessários para a execução da obra. Manter comunicação regular com a entidade executante, informando sobre o progresso da obra e eventuais necessidades ou imprevistos;
- Tomar medidas corretivas em caso de desvios em relação ao projeto, prazos ou custos previstos. Colaborar com os demais participantes no processo de construção, como arquitetos, engenheiros e empreiteiros, para garantir a harmonia e o bom desenvolvimento da obra.

Quanto às obrigações:

- Realizar a coordenação e a supervisão da prevenção de acidentes e saúde no trabalho, consoante as disposições legais e regulamentares aplicáveis, de modo a garantir um ambiente de trabalho seguro para todos os trabalhadores envolvidos na obra;
- Garantir o cumprimento dos prazos estabelecidos para a execução da obra, bem como o controlo do custo e dos recursos necessários para a sua realização;
- Manter uma comunicação eficaz com todas as partes envolvidas na obra, incluindo o dono da obra, os subempreiteiros, os parceiros comerciais e outros intervenientes, de forma a garantir a boa execução dos trabalhos;
- Manter atualizados todos os documentos relativos à obra, incluindo o livro de obra, os planos de prevenção de acidentes e saúde, os autos de medição, entre outros, segundo as normas legais e regulamentares aplicáveis;
- Participar em reuniões de coordenação, tanto internas como com as entidades de fiscalização, de forma a garantir a boa execução da obra e a resolução de eventuais problemas que possam surgir durante a sua realização.

2.2.5 Entidade Executante

A Entidade Executante (EE) tem a responsabilidade de garantir que a obra é executada dentro dos padrões de qualidade estabelecidos no projeto e de acordo com as normas e regulamentos legais. Além disso, deve assegurar que os prazos e custos previstos sejam respeitados, garantindo assim a entrega da obra dentro das condições acordadas ^[1].

É importante que a entidade executante tenha uma equipa técnica qualificada e experiente, bem como os recursos necessários para garantir a correta execução da obra. Também é fundamental que a entidade esteja em conformidade com todas as obrigações legais e fiscais.

Em resumo, a entidade executante é fundamental para o sucesso da obra, sendo responsável por garantir a conformidade da mesma, dentro dos prazos e custos estabelecidos.

Responsabilidades:

- Gerir os procedimentos de comunicação e coordenação entre todos os intervenientes no projeto, com a inclusão dos trabalhadores e os responsáveis pela prevenção de acidentes e saúde no trabalho;
- Coordenar o plano de monitorização e avaliação das medidas de prevenção de acidentes e saúde implementadas, garantindo a sua eficácia ao longo de todo o projeto;
- Realizar a análise de riscos específicos relacionados com as tarefas a desenvolver no estaleiro e introdução de medidas de prevenção e controlo adequadas;
- Implementar as medidas de proteção coletiva (EPC) e individual (EPI), como barreiras de prevenção de acidentes, guarda-corpos, EPI, entre outros;
- Adotar medidas de prevenção de acidentes de trabalho e doenças profissionais, nomeadamente por meio da eliminação, redução e controlo de riscos laborais;
- Organizar e gerir o estaleiro, incluindo a definição de responsabilidades, a distribuição de tarefas e a supervisão das atividades relacionadas com prevenção de acidentes e saúde no trabalho;
- Avaliar periodicamente o cumprimento das medidas de prevenção de acidentes e saúde implementadas, com base em auditorias, inspeções e relatórios de incidentes;
- Ajustar o PSS às circunstâncias específicas do projeto, garantindo a sua atualização e melhoria contínua ao longo da execução da obra.

Os Subempreiteiros também devem cumprir as normas de prevenção de acidentes estabelecidas no PSS e nas fichas de procedimentos das medidas preventivas, sendo responsáveis pela sua implementação no estaleiro. É importante que a entidade executante promova a formação e a informação adequadas aos trabalhadores sobre os perigos presentes na obra e as estratégias de prevenção a adotar. Além disso, deve garantir a

existência de equipamentos de proteção individual e coletiva em bom estado de conservação.

A supervisão e o controlo das medidas de prevenção de acidentes devem ser constantes por parte do DO e da entidade executante, de forma a assegurar a correta implementação do PSS. Em caso de não conformidades ou de situações de risco iminente, é fundamental que sejam tomadas medidas corretivas de forma célere, garantindo a prevenção de acidentes e a saúde de todos os trabalhadores intervenientes na obra.

2.2.6 Trabalhadores independentes e subempreiteiros

“Subempreiteiro é a pessoa singular ou coletiva autorizada a exercer a atividade de entidade executante de obras públicas ou de industrial de construção civil que executa parte da obra mediante contrato com a entidade executante.” [1]

“Trabalhador independente é a pessoa singular que efetua pessoalmente uma atividade profissional, não vinculada por contrato de trabalho, para realizar uma parte da obra a que se obrigou perante o dono da obra ou a entidade executante; pode ser empresário em nome individual.” [1]

Responsabilidades

É fundamental que, quer os trabalhadores independentes, quer os subempreiteiros, cumpram aquilo que está previsto no plano de prevenção de acidentes e de saúde, e esta mesma obrigação tem de estar referida nos contratos que se estabeleçam entre o dono de obra e a entidade que irá executar.

Obrigações

- Fiscalizar e promover a implementação do PSS durante a execução da obra, incluindo a avaliação e sugestão de ajustes necessários para garantir a conformidade técnica;
- Garantir que apenas pessoas autorizadas tenham acesso ao estaleiro;
- Manter o local limpo e organizado;
- Realizar manutenção e inspeção regular dos equipamentos antes e durante a operação;
- Organizar áreas de armazenamento de materiais, especialmente os perigosos;
- Gerir de forma segura a recolha e armazenamento de materiais perigosos;

- Gerenciar resíduos e entulhos de maneira adequada, incluindo armazenamento, eliminação, reciclagem ou evacuação;
- Ajustar o tempo dedicado a diferentes tipos de trabalho de acordo com as necessidades do estaleiro;
- Coordenar os trabalhos com outras atividades no local;
- Comunicar de forma eficaz aos trabalhadores e subcontratados os planos e procedimentos de prevenção de acidentes, garantindo o cumprimento das especificações;
- Informar e consultar os trabalhadores e seus representantes sobre as medidas de prevenção de acidentes e saúde no trabalho;
- Seguir as orientações do coordenador de prevenção de acidentes e da entidade executante.

2.2.7 Inspeção Geral do Trabalho

A principal missão da Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT) é garantir que todas as normas relacionadas com as condições dos trabalhadores sejam cumpridas. Com autoridade em todo o país, a ACT supervisiona uma variedade de empresas privadas e opera sob a supervisão do Ministério do Trabalho e da Solidariedade. O estatuto da inspeção geral do trabalho é definido na legislação, especificamente no Decreto-Lei nº102/2000. Este decreto também estabelece o papel do inspetor-geral do trabalho e como ele opera. ^[3]

Responsabilidades:

- Efetuar inspeções nos locais de trabalho sem a necessidade de aviso prévio, podendo ocorrer a qualquer momento, seja durante o dia ou a noite;
- Solicitar esclarecimentos ao empregador sobre qualquer questão pertinente;
- Requisitar documentos e registos relevantes para investigações em andamento;
- Notificar o empregador sobre a necessidade de adotar medidas preventivas.

Obrigações:

- Nos casos em que a legislação vigente se revele inadequada ou mesmo inexistente, assumir a responsabilidade de propor medidas consideradas mais apropriadas;

- Supervisionar o cumprimento adequado das normativas relacionadas ao apoio ao desemprego, emprego, e contribuições para a prevenção de acidentes social;
- Fiscalizar o cumprimento das normas referentes às condições de trabalho, com especial atenção para questões de prevenção de acidentes, higiene e saúde ocupacional;
- Ordenar a suspensão imediata de qualquer atividade em andamento que represente um risco iminente de acidente;
- Manter um registo individual das entidades responsáveis por infrações laborais;
- Preparar um relatório anual abrangente que documente todas as inspeções realizadas;
- Autorizar a retomada das atividades o mais prontamente possível, desde que a entidade executora comprove a conformidade com todas as normas e requisitos técnicos exigidos.

2.3 – Responsabilidades regulamentares da direção de obra na prevenção de acidentes

2.3.1 - Introdução

O setor da construção civil é reconhecido por ser uma das indústrias mais suscetíveis a acidentes de trabalho, dado o ambiente dinâmico, a diversidade de tarefas e os riscos inerentes ao uso de equipamentos e materiais pesados. Neste contexto, a prevenção de acidentes na zona de obras é uma preocupação central para assegurar a segurança dos trabalhadores e minimizar os riscos de acidentes. Para alcançar esses objetivos, a legislação desempenha um papel essencial, estabelecendo normas e diretrizes com o objetivo de regular o comportamento.

Entre os responsáveis pela aplicação dessas normas, a direção de obra ocupa um papel determinante. Como líder dentro da zona de obras, o diretor de obra tem a responsabilidade de assegurar que todas as regulamentações sejam rigorosamente cumpridas, implementando medidas que previnam acidentes e garantam a prevenção de acidentes dos trabalhadores. A conformidade legal não é apenas uma obrigação administrativa, mas uma prática que envolve a fiscalização contínua das condições de

trabalho, a distribuição de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e a capacitação adequada da equipa.

No entanto, as responsabilidades da direção de obra vão além do cumprimento das normas. Elas também envolvem a supervisão constante das atividades, garantindo que as medidas de prevenção sejam efetivamente aplicadas e que as condições de trabalho sejam regularmente avaliadas e melhoradas. Além disso, a legislação impõe uma responsabilidade legal e moral sobre o diretor de obra, que pode ser responsabilizado civil e penalmente em caso de negligência ou descumprimento das normas de prevenção de acidentes.

Este capítulo explora as principais responsabilidades regulamentares da direção de obra na prevenção de acidentes, com base nas normas de trabalho aplicáveis à construção civil.

2.3.2 – Normas e Legislações Portuguesas

1. Código do Trabalho (Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro) ^[4]

- **Aplicabilidade:** Este Código define as obrigações gerais de trabalhadores e empregadores em relação à prevenção de acidentes e saúde no trabalho. Ele estabelece que é dever do empregador garantir condições laborais seguras e prevenir perigos para a saúde dos trabalhadores.
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** A direção de obra, como representante do empregador no local, é responsável por implementar e assegurar a conformidade das normas de prevenção de acidentes previstas no Código do Trabalho.

2. Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro – Regime Jurídico da Promoção da Prevenção de acidentes e Saúde no Trabalho ^[5]

- **Aplicabilidade:** Esta Lei estabelece o regime jurídico aplicável à promoção da prevenção de acidentes e saúde no trabalho em Portugal, abrangendo a avaliação de riscos, a aplicação de estratégias preventivas e a coordenação de serviços;
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** O diretor de obra deve assegurar que as avaliações de riscos sejam feitas e que as medidas corretivas e preventivas sejam implementadas, garantindo um ambiente seguro.

3. Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro – Regulamentação de Segurança e Saúde na Construção ^[1]

- **Aplicabilidade:** Este Decreto-Lei trata especificamente das obrigações em matéria de prevenção de acidentes e saúde na indústria da construção. Impõe medidas de prevenção para acidentes de trabalho em obras de construção civil, com enfoque na prevenção coletiva e individual.
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** O diretor de obra é responsável por assegurar que todas as medidas de prevenção de acidentes coletiva, como guarda-corpos, redes de proteção e barreiras, estejam instaladas adequadamente. Além disso, deve garantir que os trabalhadores estejam devidamente equipados com EPI.

4. Portaria n.º 101/96, de 3 de abril – Plano de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS) ^[7]

- **Aplicabilidade:** Esta Portaria regulamenta a exigência do desenvolvimento de um **Plano de Prevenção de acidentes e Saúde** para obras de construção civil. O PSS define todas as medidas de prevenção de acidentes a serem implementadas durante a execução da obra.
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** A direção de obra tem a responsabilidade de assegurar a implementação e monitorização do PSS, assegurando que todas as normas e procedimentos de prevenção de acidentes definidos no plano sejam cumpridos.

5. Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de fevereiro – Equipamentos de Proteção Individual (EPI) ^[8]

- **Aplicabilidade:** Este Decreto-Lei define as condições de utilização, fornecimento e manutenção de EPI para os trabalhadores.
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** O diretor de obra deve garantir que todos os trabalhadores tenham acesso aos EPI necessários e que estes sejam adequados às funções que desempenham, além de assegurar que os trabalhadores sejam treinados no seu uso correto.

6. Decreto-Lei n.º 305/2007, de 24 de agosto – Trabalhos Temporários em Altura ^[9]

- **Aplicabilidade:** Este Decreto-Lei regula os padrões de prevenção de acidentes para trabalhos temporários em altura, uma das atividades de maior risco na construção civil.
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** A direção de obra deve garantir a prevenção de acidentes dos trabalhadores que efetuam trabalhos em altura, assegurando a utilização sistemas de proteção adequados, como cintos de prevenção de acidentes e andaimes seguros, bem como garantir o cumprimento das regras de acesso e trabalho em locais elevados.

7. Norma Portuguesa NP 4397 (OHSAS 18001) – Sistemas de Gestão da Prevenção de acidentes e Saúde no Trabalho ^[10]

- **Aplicabilidade:** Embora não seja uma legislação, esta Norma estabelece as condições para o desenvolvimento de um sistema de gestão da prevenção de acidentes e saúde no trabalho, sendo muito utilizada como referência em Portugal.
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** O diretor de obra pode adotar este sistema para garantir uma organização mais eficiente da prevenção de acidentes e saúde no trabalho, assegurando que todos os processos e procedimentos relacionados à prevenção de acidentes sejam monitorizados, avaliados e ajustados conforme necessário.

8. Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro – Regime Jurídico da Prevenção de acidentes Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) ^[12]

- **Aplicabilidade:** Regula as medidas preventivas contra incêndios em edifícios, incluindo obras de construção.
- **Responsabilidade da Direção de Obra:** O diretor de obra deve garantir a aplicação das medidas de prevenção de incêndios durante a construção, como a instalação de equipamentos de combate a incêndio e a criação de vias de evacuação seguras.

2.3.3 - Normas europeias e a Direção de Obra

A União Europeia (UE) estabelece um conjunto rigoroso de normas e diretivas que têm um impacto direto nas práticas de prevenção de acidentes no setor da construção. Entre elas, destaca-se a Diretiva 92/57/CEE, uma das mais importantes para este setor, que controla as disposições mínimas de prevenção de acidentes e saúde para estaleiros

temporários ou móveis e oferece um quadro claro de responsabilidades e obrigações para todos os intervenientes num projeto de construção.

No âmbito desta Diretiva, a direção de obra assume uma posição central no desenvolvimento, monitorização e execução de medidas de prevenção de acidentes rigorosas. O diretor de obra é responsável por assegurar que cada etapa do projeto decorra de forma a minimizar os riscos de acidente, promovendo um local de trabalho seguro e saudável. De acordo com as disposições da Diretiva 92/57/CEE, cabe-lhe ainda implementar o Plano de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS), documento que identifica os potenciais riscos associados a cada fase do projeto e detalha ações preventivas e corretivas a serem seguidas para mitigá-los. Este plano é fundamental para a organização da prevenção de acidentes do local de obra, abrangendo normas de proteção coletiva e individual, assim como as práticas a serem adotados em emergências. ^[13]

2.3.4 - Conclusão

As responsabilidades regulamentares da direção de obra na prevenção de acidentes são um dos pilares fundamentais para garantir a segurança no ambiente da construção civil. A complexidade e os riscos inerentes às obras de construção tornam imprescindível que os diretores de obra compreendam e cumpram rigorosamente todas as normas estabelecidas pela legislação nacional e europeia. Em Portugal, a aplicação de normas como o Decreto-Lei n.º 273/2003, a Portaria n.º 101/96, e o Regime Jurídico da Promoção da Prevenção de acidentes e Saúde no Trabalho (Lei n.º 102/2009) atribuem à direção de obra uma função não apenas técnica, mas também legal e ética na gestão de prevenção de acidentes.

O cumprimento dessas normas não deve ser encarado apenas como uma obrigação legal, mas como uma prática essencial para proteger a vida dos trabalhadores, prevenir acidentes e garantir a continuidade do projeto de forma segura. Desde a elaboração e implementação do PSS, até à supervisão contínua e ao incentivo de uma ética de prevenção de acidentes, o diretor de obra é responsável por adotar medidas que mitiguem os riscos e assegurem o bem-estar de todos os envolvidos na obra.

Adicionalmente, as consequências do não cumprimento das regulamentações podem ser severas, não só para a saúde dos trabalhadores, mas também em termos de sanções legais e responsabilidades civis e penais para a direção de obra. Assim, é imperativo que o

diretor de obra atue de forma diligente, assegurando que todas as medidas preventivas e corretivas sejam adotadas e que haja uma supervisão constante das condições de trabalho.

Em suma, a mitigação de acidentes na construção civil depende diretamente da capacidade da direção de obra de aplicar e fiscalizar o atendimento das normas de prevenção de acidentes e saúde. A adoção de boas práticas, a formação contínua dos trabalhadores e a criação de um ambiente de trabalho seguro devem ser prioridades permanentes, de modo a reduzir significativamente o risco de acidentes.

2.4 – Técnicas da direção de obra na prevenção de acidentes

2.4.1 - Introdução

A prevenção de acidentes na indústria da construção civil é um dos maiores desafios enfrentados por gestores de obra, dadas as características complexas e dinâmicas do ambiente de trabalho. Nesse contexto, a direção de obra desempenha um papel essencial, não só no cumprimento das regulamentações de prevenção de acidentes, mas também na aplicação de técnicas eficazes que minimizem os riscos. Garantir a prevenção de acidentes requer uma abordagem multidisciplinar, que engloba o planejamento adequado, a utilização de tecnologias inovadoras e a capacitação contínua dos trabalhadores.

A direção de obra deve adotar uma série de técnicas práticas para prevenir acidentes, organizando o espaço de trabalho, implementando medidas de proteção coletiva e individual, e garantindo uma supervisão constante das condições do local. Adicionalmente, o desenvolvimento de uma cultura de prevenção de acidentes forte, onde a comunicação e a sensibilização sejam prioritárias, é crucial para reduzir a ocorrência de incidentes.

Neste capítulo, exploram-se as principais técnicas utilizadas pela direção de obra para prevenir acidentes, desde o planejamento e organização, à utilização de equipamentos de proteção e tecnologias emergentes, como o *Building Information Modeling* (BIM) e dispositivos *wearables*. Serão abordadas também as estratégias de supervisão, capacitação e comunicação eficaz, demonstrando como a combinação dessas técnicas pode contribuir para um local de trabalho mais eficiente e seguro.

Ao longo do capítulo, serão discutidos exemplos práticos de aplicação dessas técnicas, destacando a importância de uma gestão de prevenção de acidentes proativa, que priorize a prevenção de acidentes e promova o bem-estar de todos os envolvidos no processo construtivo.

2.4.2 - Técnicas de planeamento e organização do estaleiro

- **Organização espacial do estaleiro:**

Definir áreas de trabalho específicas, como zonas de descarga, armazenamento de materiais perigosos e áreas de circulação de veículos.

Separar áreas de grande risco e assegurar que os trabalhadores sejam alertados por meio de sinalização adequada.

- **Fluxo de Materiais e Equipamentos:**

Estabelecer rotas seguras para o transporte de materiais e o deslocamento de veículos, minimizando cruzamentos entre áreas de pedestres e maquinaria pesada.

Criação de planos de movimentação e *stock* para evitar quedas, acidentes com materiais suspensos e colisões.

- **Organização das Atividades por Fases:**

Planear a execução das atividades em fases que evitem a sobreposição de trabalhos perigosos e que possam causar acidentes. Por exemplo, não realizar trabalhos em altura enquanto há movimentação de cargas pesadas no solo. ^[14]

2.4.2.2 - Formação e Capacitação dos Trabalhadores

- **Formações de Prevenção de acidentes:**

Realizar formações contínuas para todos os trabalhadores acerca dos perigos específicos e as ações preventivas.

Formações práticas sobre o uso de EPI, procedimentos de emergência e manuseio de ferramentas e máquinas.

- **Simulações de Emergência:**

Promover exercícios simulados para treinar as equipes em situações de emergências, como incêndios, acidentes com quedas ou derramamentos de substâncias perigosas.

Avaliar e ajustar continuamente os planos de resposta a emergências com base nos resultados dessas simulações. ^[15]

2.4.2.3 - Supervisão e Fiscalização Contínua

- **Inspeções Regulares:**

Implementar um cronograma de inspeções frequentes para garantir que as medidas de prevenção de acidentes sejam seguidas.

Realização de *checklists* diárias para verificar o estado dos EPI, máquinas, equipamentos e condições gerais.

- **Auditorias Internas de Prevenção de acidentes:**

Conduzir auditorias de prevenção de acidentes para identificar potenciais riscos que possam ter passado despercebidos e tomar medidas preventivas.

Utilização de métricas e indicadores de prevenção de acidentes (como número de acidentes, incidentes e quase-acidentes) para avaliar a eficácia das técnicas aplicadas.

2.4.2.4 - Uso de Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva

- **Equipamentos de Proteção Individual:**

Garantir que os trabalhadores estejam devidamente equipados com EPI, como capacetes, luvas, botas com biqueira de aço, óculos de proteção e coletes refletivos.

Formação regular sobre a importância e o uso correto dos EPI.

- **Sistemas de Proteção Coletiva:**

Instalação de barreiras, redes de proteção, guarda-corpos e andaimes certificados para prevenir quedas em trabalhos em altura.

Uso de escoramentos e escadas seguras, além de plataformas de trabalho adequadas.

- **Tecnologias de Proteção Coletiva:**

Implementar sensores e alarmes em máquinas pesadas para alertar sobre aproximação de trabalhadores.

Sistemas de monitorização remota para acompanhar condições de máquinas e equipamentos em tempo real.

2.4.2.5 - Implementação de Novas Tecnologias de Prevenção de acidentes

- **Modelagem BIM (*Building Information Modeling*):**

Utilizar o BIM para antecipar riscos durante o planeamento da obra, permitindo identificar e mitigar perigos relacionados à execução das tarefas.

Simulações de obras em ambiente virtual para mapear riscos e planejar medidas de prevenção de acidentes antes do início da construção.

- **Drones e Sensores:**

Uso de *drones* para monitorizar o progresso da obra e identificar áreas de risco sem expor trabalhadores a perigos.

Sensores de proximidade e câmaras de prevenção de acidentes para supervisionar a movimentação de materiais e maquinário.

- **Wearables para Monitorização da Prevenção de acidentes:**

Implementação de tecnologias *wearables* (dispositivos vestíveis) que monitorizam os sinais vitais dos trabalhadores e alertam para riscos de exaustão, exposição excessiva a ruído, vibrações ou outros perigos.

2.4.2.6 - Comunicação Eficaz e Cultura de Prevenção de acidentes

- **Reuniões de Prevenção de Acidentes Regulares:**

Realizar reuniões diárias ou semanais de prevenção de acidentes com os trabalhadores, para discutir os perigos identificados e reforçar a necessidade de práticas seguras.

- **Sinalização e Comunicação Visual:**

Colocação de sinalizações visíveis e claras em todas as áreas de risco, como locais de trabalho em altura, zonas de movimentação de materiais e áreas de acesso restrito.

- ***Feedback Contínuo:***

Criar um sistema onde os trabalhadores possam reportar problemas ou sugerir melhorias de prevenção de acidentes sem medo de represálias.

A cultura de prevenção de acidentes deve ser reforçada, promovendo o envolvimento de toda a equipa e a responsabilidade compartilhada pela prevenção de acidentes.

2.4.2.7 - Programas de Prevenção e Saúde

- **Programas de Prevenção de Lesões:**

Implementar programas que ajudem a prevenir lesões relacionadas ao esforço físico, como treinos de ergonomia e práticas para o levantamento seguro de cargas.

- **Monitorização da Saúde dos Trabalhadores:**

Realizar avaliações de saúde periódicas dos trabalhadores, especialmente aqueles expostos a condições de risco, como ruído, vibração, poeira e substâncias químicas.

2.4.3 - Conclusão

A aplicação eficaz de técnicas de prevenção de acidentes é uma variável crucial para a prevenção de acidentes e o sucesso dos projetos de construção. A direção de obra, com a sua responsabilidade de garantir um ambiente de trabalho seguro, deve adotar uma abordagem proativa e estratégica, incorporando práticas que vão desde o planeamento do espaço físico até à implementação de tecnologias avançadas. A organização meticulosa, a utilização correta de Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva, a supervisão contínua e a formação regular dos trabalhadores são pilares fundamentais para mitigar riscos.

Adicionalmente, o investimento em novas tecnologias, como *drones*, sensores, BIM e dispositivos vestíveis, traz uma nova dimensão à prevenção de acidentes na construção, permitindo a identificação precoce de riscos e uma resposta mais eficiente a potenciais ameaças. A implementação destas soluções inovadoras, aliada a uma forte cultura de prevenção de acidentes e comunicação aberta, reforça o compromisso da direção de obra em garantir a integridade física dos trabalhadores.

Portanto, a prevenção de acidentes não é apenas uma questão de conformidade com as normas regulamentares, mas também de gestão eficaz e de compromisso com a prevenção de acidentes. A combinação de técnicas tradicionais, formação adequada e o uso de tecnologia de ponta permite à direção de obra criar um ambiente mais seguro e, consequentemente, reduzir significativamente a ocorrência de acidentes no local de trabalho. Através de uma abordagem integrada e sistemática, é possível assegurar o bem-estar dos trabalhadores e a continuidade das operações sem interrupções ou incidentes graves.

2.5 Casos de Estudo

2.5.1 Caso 1 – “Formação como mecanismo de prevenção de acidentes”

2.5.1.1 - Introdução

Num caso de estudo realizado numa grande empresa de construção, a implementação de programas de formação abrangentes resultou numa diminuição substancial do número de acidentes no local de trabalho. Os diretores de obra desempenharam um papel central na conceção e execução desses programas, garantindo que todos os trabalhadores recebessem formação adequada em questões de prevenção de acidentes ^[21].

2.5.1.2 - Detalhe

Este caso de estudo aborda de maneira abrangente a importância da formação na Saúde e Prevenção de acidentes do Trabalho na indústria da Construção Civil, sublinhando a sua eficácia na redução significativa de acidentes nos locais de obras.

Realizado numa obra localizada na região do noroeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, o estudo teve como objetivo principal identificar os riscos presentes nesse ambiente específico. A partir dessa análise, foi desenvolvido um programa de formação em conformidade com as normativas de prevenção de acidentes estabelecidas.

Este estudo não se limitou a abordar teoricamente a importância da formação, mas também demonstrou, de forma prática, como esta pode ser elaborada e implementada numa empresa do setor da construção, considerando os desafios e peculiaridades do dia-

a-dia dos locais de obras. Um aspeto importante é a necessidade de existir um termo de responsabilidade assinado pelos funcionários, garantindo que receberam formação e que estão cientes dos protocolos, regras e procedimentos de prevenção de acidentes.

A antecipação dos riscos emerge como um princípio fundamental na prevenção de acidentes, sendo implementada através de reuniões preparatórias que permitem que os trabalhadores expressem as suas preocupações sobre os perigos a que estão expostos diariamente no seu local de obra. Estes colaboradores, por estarem cientes dos perigos e riscos inerentes ao ambiente de trabalho, têm um papel crucial na elaboração de estratégias de prevenção.

A formação não se limita à consciencialização dos trabalhadores sobre dos riscos, abrangendo também orientações detalhadas a respeito do uso adequado de EPI e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), que são adaptados aos riscos específicos de cada atividade realizada no local de obra. Além disso, enfatiza-se a importância da verificação diária da regularidade destes equipamentos, garantindo a sua eficácia na proteção dos trabalhadores.

Em suma, verifica-se que a formação para a mitigação de acidentes em obra não deve ser encarada apenas como uma formalidade, mas sim como uma oportunidade para efetivamente melhorar as condições de trabalho. É fundamental fomentar a consciencialização dos trabalhadores e capacitá-los para a adoção de práticas seguras no seu ambiente de trabalho. Para isso, a linguagem utilizada na formação deve ser de fácil compreensão e os conteúdos abordados devem ser direcionados às questões práticas e aos principais problemas enfrentados sistematicamente nas obras ^[21].

2.5.2 Caso 2 – “Controlo de obras por *Radio Frequency Identification* (RFID): sistema de monitorização e controlo para equipamentos de prevenção de acidentes no local de obras”

2.5.2.1 - Introdução

Este estudo de caso descreve a aplicação de um sistema de monitorização em tempo real que utiliza sensores para detetar movimentos incomuns ou atividades de risco no local de trabalho, desenvolvido por uma empresa de construção. Os diretores de obra são notificados imediatamente sobre potenciais perigos, permitindo-lhes intervir rapidamente e prevenir acidentes antes que estes possam ocorrer ^[22].

2.5.2.2 - Resumo

Este estudo destaca a relevância da aplicabilidade da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na cadeia produtiva da construção civil, particularmente no que diz respeito à gestão de equipamentos de prevenção de acidentes. Frequentemente, as práticas tradicionais de controlo revelam limitações na sua eficácia, impulsionando a procura por soluções inovadoras.

Neste contexto, este caso apresenta um sistema de monitorização e controlo remoto de equipamentos de prevenção de acidentes, cujo desenvolvimento se baseia na tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID). O software desenvolvido nesta pesquisa oferece uma abordagem promissora para aprimorar a eficiência e a eficácia na gestão de equipamentos de prevenção de acidentes nos locais de obras. A metodologia de desenvolvimento incluiu testes rigorosos, tanto em ambientes controlados (laboratório) como em situações reais de construção, com o objetivo de garantir a sua viabilidade e eficácia prática. Os resultados obtidos demonstraram a capacidade por parte do sistema em identificar e localizar os equipamentos de prevenção de acidentes, fornecendo informações precisas sobre a sua posição através de representações gráficas em plantas do local de obra.

Adicionalmente, o software gera relatórios detalhados que incluem uma variedade de dados relevantes, como o nome do equipamento, a obra, a localização específica, a marca, o material, o estado de conservação, a previsão de revisão e o responsável pela supervisão. A introdução da TIC, através deste tipo de ferramenta inovadora, não só promove avanços tangíveis na gestão de equipamentos de prevenção de acidentes, como também sinaliza um potencial significativo para melhorias noutras áreas da construção civil. Através da otimização dos processos de monitorização e controlo, estas tecnologias contribuem para a melhoria geral da eficiência operacional, prevenção de acidentes no local de trabalho e, consequentemente, para a qualidade dos resultados dos projetos de construção ^[22].

2.5.3 - Caso 3 "Implementação de Realidade Virtual na Direção de Obra para a Prevenção de Acidentes no local de Obras"

2.5.3.1 Introdução

Este caso de estudo investiga a aplicação de um programa de formação em prevenção de acidentes dirigido à direção de obra de uma empresa de construção em Braga, Portugal, utilizando tecnologia de realidade virtual (RV). Num setor onde a prevenção de acidentes dos trabalhadores é constantemente desafiada por condições laborais variáveis e riscos inerentes, a direção de obra assume um papel crucial na supervisão e promoção de práticas seguras. Através da adoção de soluções tecnológicas, como a RV, procurou-se capacitar os diretores de obra e os seus supervisores para a identificação e gestão de riscos de forma mais eficaz. Este estudo foca-se na eficácia desta abordagem inovadora, medindo o seu impacto na redução de acidentes e na melhoria da comunicação e da consciência de prevenção de acidentes no local de obras.

2.5.3.2 Procedimento do Caso de Estudo

O procedimento deste caso de estudo envolveu várias etapas para garantir uma implementação bem-sucedida do programa de formação em prevenção de acidentes, com o uso de realidade virtual. A primeira fase incluiu um levantamento, realizado pela direção de obra e pela equipa de prevenção de acidentes da empresa, das principais preocupações e desafios na supervisão da prevenção de acidentes no local de obras. Tal incluiu o estudo de acidentes anteriores e a identificação de áreas onde os diretores de obra poderiam beneficiar de formação adicional.

Com base nas informações recolhidas, foram desenvolvidos módulos de formação específicos que abordavam os principais riscos identificados, nomeadamente quedas, utilização de materiais pesados e procedimentos de emergência. A realidade virtual permitiu criar simulações realistas, nas quais os diretores de obra podiam praticar a identificação de perigos e a resposta a situações de risco, num ambiente controlado e seguro.

As sessões de formação decorreram ao longo de várias semanas, permitindo que os diretores de obra realizassem exercícios práticos e interativos. Durante estas sessões, foram recolhidos dados sobre a perceção de prevenção de acidentes dos participantes

antes e depois da formação, assim como a sua capacidade de aplicar na prática o conhecimento adquirido.

Após a conclusão do programa, a empresa analisou os dados de acidentes e incidentes ocorridos, comparando as taxas antes e após a formação. Foram ainda recolhidos *feedbacks* estruturados, de modo a avaliar a eficácia e a relevância do conteúdo apresentado.

2.5.4 - Caso 4 - “A utilização de *drones* como ferramenta tecnológica emergente para a inspeção técnica da envolvente de edifícios.”

2.5.4.1 - Introdução

Entre os métodos disponíveis para a inspeção de edifícios, a inspeção visual destaca-se como uma das mais comuns, desempenhando um papel essencial na identificação rápida de problemas construtivos e na escolha de uma abordagem de intervenção adequada. No caso das fachadas e envolventes, esta prática é fundamental para assegurar a integridade e a prevenção de acidentes das estruturas. No entanto, apesar da sua simplicidade, a inspeção visual pode enfrentar obstáculos, especialmente quando as áreas a verificar são de difícil acesso ou representam riscos à prevenção de acidentes da equipa responsável pela inspeção. Assim, é essencial procurar soluções que ajudem a superar estes desafios, trazendo, inclusive, benefícios adicionais.

Neste cenário, o uso de *drones* tem ganho relevância. Estes dispositivos aéreos representam uma tecnologia em constante evolução e, quando equipados com ferramentas ou características adequadas (como câmaras de alta-definição), oferecem vantagens significativas para uma inspeção eficiente, económica e com menor risco, auxiliando na verificação das condições de diversas construções civis, com destaque para edifícios e elementos da envolvente exterior ^[23].

2.5.4.2 - Resumo do ensaio com *drone* – Inspeção de fachada de edifício alto.

O ensaio utilizado neste estudo exploratório consistiu na utilização de um *drone* para a inspeção da fachada de um edifício localizado na Covilhã, que tem 18 pisos (cerca de 50 metros), 40 anos e que encontra devoluto. A principal finalidade deste trabalho foi a

análise detalhada da fachada envolvente do edifício com vista a uma possível reabilitação futura.

A metodologia adotada no ensaio foi a seguinte: Utilização de um *drone DJI Phantom 4*, seguida de uma análise do ambiente envolvente para identificar eventuais obstáculos ou interferências. Estabeleceu-se um plano de voo, definindo-se uma distância horizontal de 16 metros em relação às fachadas, realizando-se o mapeamento vertical em linha reta até à altura da cobertura. Adicionalmente, foram verificadas as condições meteorológicas, assegurando-se tempo ameno, boa visibilidade e baixa velocidade do vento. O voo foi então realizado e o aparelho registou as imagens necessárias. Posteriormente, os dados foram tratados em *backoffice*, utilizando um programa de edição de imagem para compilar os *frames* e obter um resultado que permitisse uma análise detalhada de toda a envolvente da fachada. Após a análise aos dados fotográficos recolhido, os autores constataram a presença de alguns problemas relacionados com a falta de aderência da argamassa de revestimento exterior, resultando no seu desprendimento, assim como a existência de áreas com fissuras. Destaca-se que esta inspeção foi realizada de maneira rápida e com custos bastante reduzidos, além de permitir, com relativa facilidade, a identificação dos tipos e quantidades de reparos necessários, sem a necessidade de montar andaimes [23].

2.5.5 - Caso 5 – “Relação custos e prevenção de acidentes do trabalho em pequenas obras”

2.5.5.1 - Introdução

Este estudo analisa a relação entre os custos e a prevenção de acidentes no trabalho em pequenas obras no Brasil, com ênfase numa construção localizada na cidade de Rio Verde, no estado de Goiás. O país apresenta um dos índices mais elevados de acidentes de trabalho na construção civil, um reflexo do não cumprimento das Normas Regulamentadoras (NR) e da insuficiência de medidas preventivas adotadas tanto por empregadores como por trabalhadores. O principal objetivo desta pesquisa foi avaliar a conformidade de uma obra com a legislação trabalhista em vigor, com especial atenção ao uso correto dos EPIs, bem como examinar a relação custo-benefício entre os investimentos em prevenção de acidentes e os gastos associados aos acidentes de trabalho. A prevenção de acidentes no trabalho no setor da construção civil é frequentemente negligenciada, mesmo sendo este um dos segmentos com maior incidência de acidentes

fatais. A ausência de formação técnica adequada, a falta de fiscalização eficaz e o descaso com as normas de prevenção de acidentes expõem os trabalhadores a diversos riscos, incluindo quedas, choques elétricos e ferimentos causados pelo manuseio de materiais inadequados ^[25].

2.5.5.2 – Detalhe

A pesquisa foi conduzida por meio de inspeções a estaleiros de obras, avaliando o cumprimento das Normas Regulamentadoras 18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) e 6 (Equipamentos de Proteção Individual). Entre as principais irregularidades observadas no local, destacaram-se:

- **Uso inadequado ou ausência de EPI:** Trabalhadores realizavam atividades sem o uso de capacetes, botas ou luvas de proteção, em desacordo com os requisitos mínimos de prevenção de acidentes.
- **Infraestruturas inadequadas:** Andaimos e escadas apresentavam condições irregulares, como a ausência de dispositivos antiderrapantes e proteções obrigatórias para prevenir quedas.
- **Instalações elétricas inseguras:** Cabos elétricos expostos e circuitos mal posicionados aumentavam significativamente os riscos de choques elétricos e incêndios.

Além das inspeções práticas, foi realizada uma análise comparativa dos custos relacionados à prevenção de acidentes. A estimativa para adequar a obra aos padrões exigidos incluiu um investimento de R\$ 552,50 por trabalhador para a aquisição de EPIs básicos. Este valor foi confrontado com os custos potenciais de um acidente de trabalho, que podem superar R\$ 84.960,00 por ocorrência, considerando despesas médicas, indenizações e perdas de produtividade. Essa discrepância evidencia a viabilidade econômica da prevenção, além de seu impacto na proteção da vida e na integridade dos trabalhadores.

O estudo também integrou dados estatísticos que destacam a gravidade do problema no Brasil. Anualmente, os acidentes de trabalho na construção civil geram custos aproximados de R\$ 36 bilhões, abrangendo assistência médica, pensões e perdas econômicas gerais, reforçando a urgência de medidas preventivas eficazes no setor.

2.5.6 – Caso 6 – “Análise económica da implementação de planos de prevenção de acidentes”

2.5.6.1 - Introdução

Este estudo avalia a viabilidade económica da implementação de Planos de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS) no setor da construção civil. Com base em dados recolhidos de seguradoras, estatísticas oficiais, empresas de construção, hospitais e associações profissionais, o objetivo principal foi comparar os custos envolvidos na prevenção de acidentes com aqueles decorrentes da ocorrência de acidentes.

Os custos analisados foram classificados em duas categorias:

- Diretos: como assistência médica e indemnizações;
- Indiretos: incluindo perda de produtividade, atrasos na execução das obras, entre outros.

A investigação focou-se em duas obras distintas: a central termoelétrica Tapada do Outeiro e o complexo habitacional Antas. Para ambas, foram avaliados os custos preventivos e realizadas simulações para estimar os impactos financeiros de potenciais acidentes. Este estudo oferece uma abordagem prática e comparativa, destacando a importância da prevenção no setor da construção [27].

2.5.6.2 – Detalhe

A análise foi estruturada em três vertentes principais:

- Custos de Prevenção:** Abrangeram despesas com mão de obra (técnicos de prevenção de acidentes, encarregados), equipamentos de proteção coletiva e individual, formação, reuniões de prevenção de acidentes, seguros e a elaboração do PSS. Na obra Tapada do Outeiro, os custos de prevenção corresponderam a 1,2% do orçamento total da obra, enquanto na obra Antas representaram 1,6%.
- Simulação de Acidentes:** Como nenhuma das obras analisadas registou acidentes durante o período do estudo, foram simulados 16 tipos de acidentes, divididos em cenários otimistas e pessimistas. Esses cenários incluíram ocorrências desde acidentes fatais até lesões em diferentes partes do corpo, como cabeça, membros superiores e inferiores. Os custos médios foram calculados para a empresa de

construção, seguradoras e sociedade, considerando fatores como perda de produtividade, formação de substitutos e despesas legais.

- iii. **Comparação de Custos:** Nos cenários pessimistas, a relação entre os custos dos acidentes e os custos de prevenção foi de 5:1 para a empresa de construção, 42:1 para as seguradoras e 10:1 para a sociedade. Já nos cenários otimistas, essa relação caiu para menos de 1:1, devido à menor gravidade dos acidentes simulados.

Esses resultados reforçam a relevância econômica e social de investir na prevenção, evidenciando que os custos de evitar acidentes são significativamente inferiores às consequências financeiras e humanas decorrentes de sua ocorrência.

2.5.7 – Caso 7 – “Custos da prevenção de acidentes do trabalho em obras civis: Estudo de caso em condomínio residencial do programa minha casa minha vida”

2.5.7.1 - Introdução

Este estudo examina os custos relacionados à prevenção de acidentes no trabalho em uma obra residencial localizada em Canoas, Rio Grande do Sul, no âmbito do programa habitacional “Minha Casa Minha Vida”. O objetivo principal foi avaliar o impacto financeiro das medidas de prevenção de acidentes no orçamento global da obra e analisar as consequências econômicas da ausência de um planejamento preventivo adequado. Para isso, foram utilizados como referência a norma brasileira (NBR) 14280, que orienta o registro e a análise de acidentes de trabalho, e o PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), plano obrigatório para a gestão de prevenção de acidentes no setor da construção civil.

O que são a NBR 14280 e o PCMAT?

- NBR 14280: Esta norma técnica brasileira define os procedimentos para o Cadastro de Acidentes de Trabalho. Ela estabelece critérios para classificar e calcular os custos de acidentes, dividindo-os em:
 - Custos diretos: como assistência médica e afastamentos laborais;
 - Custos indiretos: como perda de produtividade, substituição de trabalhadores e atrasos nas obras.

A norma é uma ferramenta essencial para quantificar os impactos financeiros dos acidentes, destacando a importância de medidas preventivas eficazes.

- **PCMAT:** Regulamentado pela NR-18, o PCMAT é um plano de prevenção de acidentes obrigatório para estaleiros de obras com 20 ou mais trabalhadores. Inclui especificações técnicas para proteções coletivas, cronogramas de ações preventivas, projetos de prevenção de acidentes e programas educativos voltados para os trabalhadores. O seu objetivo é minimizar os riscos de acidentes, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente [28].

2.5.7.2 – Detalhe

A análise foi realizada entre julho de 2014 e março de 2015, com foco nos seguintes aspetos:

1. **Custos de Prevenção:**
 - **Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC):** Incluem itens como capacetes, luvas, plataformas de proteção, linhas de vida, entre outros.
 - **Documentação:** Considera a formação obrigatória em prevenção de acidentes (NR-18 e NR-35), bem como o registo de prevenção de acidentes e relatórios relacionados ao PCMAT.
 - **Estruturas de Apoio:** Como sinalizações de prevenção de acidentes, tapumes e áreas de vivência para os trabalhadores.
2. **Simulação de Acidentes com Base na NBR 14280:** Foram simulados cenários de acidentes típicos, como quedas de altura e lesões em membros superiores. A análise contemplou tanto os custos diretos (assistência médica, baixas) quanto os custos indiretos (atrasos, perda de produtividade, substituição de trabalhadores). Constatou-se que os custos associados a acidentes são substancialmente mais elevados do que os custos com medidas preventivas.
3. **Resultados do Estudo:**
 - **Investimento em Prevenção de acidentes:** Representou aproximadamente 3% do orçamento total da obra, englobando EPIs, EPCs e as formações de prevenção de acidentes.
 - **Eficiência Económica:** A prevenção de acidentes demonstrou ser altamente vantajosa, ao reduzir despesas operacionais e evitar sanções legais e indemnizações.

- **Reutilização de Materiais:** Observou-se que projetos semelhantes podem se beneficiar de uma redução de custos devido à reutilização de estruturas de proteção coletiva, proporcionando uma economia adicional.

Esses resultados ressaltam a importância do investimento em prevenção de acidentes, que, além de promover um ambiente de trabalho mais seguro, contribui para a redução de custos a longo prazo.

2.5.8 – Caso 8 – “Guia do diretor de obra na área de prevenção de acidentes”

2.5.8.1 - Introdução

Este estudo tem como objetivo promover medidas de prevenção e prevenção de acidentes no trabalho, com foco nas responsabilidades do Diretor de Obra em projetos de construção civil. O setor da construção em Portugal apresenta elevados índices de acidentes de trabalho, muitos dos quais são causados pela falta de formação adequada, sensibilização dos trabalhadores e não cumprimento das normativas de prevenção de acidentes. O estudo foca-se na legislação portuguesa e europeia, analisando as obrigações dos diversos intervenientes no processo de construção e oferecendo um guia prático para Diretores de Obra, a fim de garantir a implementação eficaz das medidas preventivas e a melhoria das condições de prevenção de acidentes no local de trabalho ^[29].

2.5.8.2 – Detalhe

O estudo aborda detalhadamente as responsabilidades legais e práticas dos principais intervenientes no processo construtivo:

- **Diretor de Obra:** Figura central na gestão de prevenção de acidentes, responsável pelo planeamento, implementação de medidas preventivas e pela comunicação entre todas as partes envolvidas.
- **Coordenador de Prevenção de acidentes e Saúde:** Tem o papel de promover a aplicação do Plano de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS), monitorizando o cumprimento das normas e garantindo a sua execução eficaz.
- **Subempreiteiros e Trabalhadores Independentes:** Devem seguir o PSS e as normativas regulamentares, assegurando a conformidade com os padrões de prevenção de acidentes estabelecidos.

Além disso, o estudo aborda os seguintes pontos:

- **Legislação aplicável:** Considerando as Diretivas europeias (89/391/CEE e 92/57/CEE) e as leis nacionais (Decreto-Lei 273/2003 e Lei 31/2009), que estabelecem as bases legais para a prevenção de acidentes em estaleiros temporários e móveis.
- **Custos de prevenção:** Incluem os investimentos em EPIs e EPCs, formação dos trabalhadores e organização do estaleiro de construção.
- **Estruturas provisórias:** O estudo aborda boas práticas na montagem, utilização e desmontagem de andaimes, cofragens e escoramentos, fundamentais para garantir a prevenção de acidentes no local de trabalho.

O estudo culmina com a elaboração de um guia prático, com o objetivo de apoiar o Diretor de Obra na gestão eficaz das suas responsabilidades legais e operacionais, promovendo a prevenção de acidentes e o cumprimento das normativas no ambiente de construção.

2.5.9 – Caso 9 – “Os custos de prevenção de acidentes na construção”

2.5.9.1 – Introdução

Este estudo analisa os custos associados à prevenção de acidentes no setor da construção civil, enfatizando a importância das medidas preventivas para a redução da sinistralidade laboral. Embora tenha sido observada uma diminuição nas taxas de acidentes nos últimos anos, a construção continua a ser um dos setores com o maior número de acidentes mortais e não mortais na União Europeia.

O foco do estudo recai sobre a quantificação dos custos de prevenção em duas fases principais do processo construtivo: a fase de conceção e a fase de execução. O objetivo é fornecer uma metodologia que permita estimar os custos relacionados com a prevenção de acidentes no trabalho, promovendo a implementação dos Princípios Gerais de Prevenção, de acordo com a legislação portuguesa e europeia, como o Decreto-Lei nº 273/2003 [30].

2.5.9.2 – Detalhe

A investigação divide-se em três vertentes principais:

Enquadramento legal e normativo:

- A prevenção de acidentes no setor da construção é regulada por normas como o Decreto-Lei nº 441/91 e o Decreto-Lei nº 273/2003, que estabelecem as obrigações dos intervenientes no processo construtivo.
- O estudo enfatiza a importância do Plano de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS), obrigatório em obras que envolvem riscos especiais, e o papel do Coordenador de Prevenção de acidentes e Saúde, responsável por garantir o cumprimento das medidas de prevenção.

Metodologia proposta:

- Na fase de conceção, o estudo identifica os elementos essenciais para a elaboração do PSS, como a escolha de materiais e processos construtivos que ajudem a minimizar os riscos.
- Na fase de execução, é analisada a implementação das medidas previstas no PSS, incluindo o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletiva (EPCs), a gestão dos estaleiros e a formação contínua dos trabalhadores.

Resultados obtidos:

- O estudo apresenta uma lista detalhada de tarefas preventivas, permitindo calcular os custos de prevenção de acidentes para diferentes fases do processo construtivo.
- Foram identificados benefícios significativos com a aplicação das medidas de prevenção, como a redução dos custos associados a acidentes (tais como indemnizações e perda de produtividade), além do cumprimento das normas legais.

2.5.10 – Caso 10 – “Recolha de análise de estudos sobre custos de prevenção e de acidentes na construção”

2.5.10.1 – Introdução

Este estudo foca-se na análise dos custos associados à prevenção de acidentes e ao impacto económico dos acidentes no setor da construção civil. Embora tenha ocorrido uma redução no número de acidentes nos últimos anos, o setor continua a ser um dos mais perigosos, gerando elevados custos financeiros e sociais. O trabalho explora metodologias de cálculo de custos e propõe ferramentas práticas para ajudar as empresas a avaliarem os benefícios económicos da prevenção.

O objetivo principal é sensibilizar as empresas para a importância de investir em prevenção de acidentes e saúde no trabalho (SST), demonstrando como o retorno económico de tais investimentos supera amplamente os custos iniciais.

2.5.10.2 – Detalhe

A investigação combina revisão bibliográfica e estudo de casos, utilizando três abordagens principais:

- **Análise de Modelos de Custo:**

Modelos existentes, como o da ECORYS, permitem calcular os custos de acidentes (diretos e indiretos) e compará-los com os investimentos em medidas preventivas.

Os custos diretos incluem salários, assistência médica e indemnizações; os custos indiretos abrangem perda de produtividade, seleção de substitutos e danos materiais.

- **Metodologia de Cálculo:**

Foi adaptada uma ferramenta baseada num modelo italiano e no estudo europeu da ECORYS, que considera cenários com e sem medidas de prevenção.

A ferramenta avalia os custos das medidas preventivas (EPIs, EPCs, formação) e compara com os custos associados aos acidentes.

- **Caso Prático:**

Aplicação do modelo a uma obra real, listando tarefas de risco, medidas preventivas e respetivos custos.

Foram analisados três cenários:

- Sem medidas de prevenção.
- Com investimento total em prevenção de acidentes.
- Com medidas parciais, de acordo com a realidade observada.

Os resultados mostram que, no cenário de total prevenção, os custos de acidentes seriam significativamente reduzidos, gerando benefícios económicos diretos (menor despesa com indemnizações) e indiretos (melhoria da reputação e produtividade).

2.5.11 – Caso 11 – “Custos do Acidente de Trabalho no Setor da Construção, Segundo o Agente Material e a Causa de Lesão do Acidente – Estudo de Caso”

2.5.11.1 - Introdução

Este estudo foca-se na análise dos custos associados aos acidentes de trabalho não mortais no setor da construção civil, utilizando o método CTSL (Custo Total da Sinistralidade Laboral). Este método considera variáveis de custos segurados e não segurados, abrangendo indemnizações, assistência médica, danos materiais e investigação de acidentes. A análise baseia-se em dados recolhidos entre 2002 e 2005 numa empresa com uma média de 426 trabalhadores.

O objetivo foi calcular o custo médio por acidente segundo o agente material (máquinas, ferramentas, etc.) e a causa da lesão (quedas, pancadas, etc.), fornecendo subsídios para melhorar a gestão de prevenção de acidentes ocupacional.

2.5.11.2 - Detalhe

O estudo baseou-se em 115 acidentes não mortais, com a recolha de dados financeiros e estatísticos:

- **Metodologia Aplicada:**

CTSL: Somatório dos custos diretos (indemnizações, prestações médicas) e indiretos (perda de produtividade, investigação).

- **Método de Heinrich:** Separação entre custos diretos e ocultos, permitindo uma visão completa dos impactos económicos.

- **Principais resultados:**

O número de acidentes diminuiu de 27 (2002) para 23 (2005), acompanhando o aumento de técnicos de prevenção de acidentes na empresa, que passaram de 5 para 10.

Os índices de sinistralidade reduziram-se:

- **Índice de Frequência (IF):** De 31,3 para 20,9 acidentes por milhão de horas trabalhadas.
- **Índice de Gravidade (IG):** De 1,2 para 0,5 dias perdidos por mil horas trabalhadas.

Os custos de prevenção aumentaram ligeiramente, de 29 000 € (2002) para mais de 30 000 € (2005), com maior alocação para equipamentos de proteção coletiva (EPCs).

- **Custos Médios por Acidente:**

- **Por agente material:** Acidentes com máquinas pesadas foram os mais frequentes (25 ocorrências) e custaram em média **8 926,02€**. Acidentes causados por meios de transporte tiveram o maior custo médio (**12 444,21 €**).
- **Por causa da lesão:** Quedas de pessoas geraram o maior custo total (**193 849,23 €**), enquanto entaladelas foram as mais dispendiosas por ocorrência (**15776,48 €**).

IMPORTÂNCIA DOS CASOS DE ESTUDO NO CONTEXTO DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES EM OBRA

3.1 – Introdução

A direção de obra desempenha um papel crucial na redução de acidentes em obra, através da implementação de práticas de prevenção de acidentes eficazes, promoção de uma cultura de prevenção de acidentes e adoção de tecnologias e inovação. Os casos de estudo demonstram que abordagens proativas e integradas, que envolvem todos os membros da equipa, são fundamentais para garantir que os projetos de construção sejam concluídos com prevenção de acidentes e sucesso.

A gestão de uma obra desempenha um papel essencial na mitigação de acidentes no ambiente de trabalho, desencadeando uma série de práticas e medidas que visam à prevenção de acidentes efetiva dos trabalhadores. Para além de estabelecer normas e procedimentos, a direção de obra tem a responsabilidade de cultivar uma cultura organizacional direcionada para a prevenção de acidentes, onde cada membro da equipa contribui ativamente para a manutenção e promoção de um ambiente seguro e saudável. Através da adoção de tecnologias emergentes e meios inovadores, é possível potencializar os esforços de prevenção de acidentes, tornando o local de trabalho mais seguro e eficiente.

3.2 – A importância dos casos de estudo

Os casos de estudo representam uma ferramenta indispensável para a compreensão e melhoria das práticas de prevenção de acidentes no setor da construção civil. Oferecem uma oportunidade única de aprender com situações reais, analisando as dinâmicas e os

resultados de ações preventivas e corretivas adotadas em diferentes cenários. Este capítulo tem como objetivo destacar a relevância desses estudos para a prevenção de acidentes, com ênfase na atuação da direção de obra, e como eles contribuem para a consolidação de boas práticas e para a inovação no setor.

A análise de casos concretos permite que profissionais de diferentes níveis, desde trabalhadores até gestores de alto escalão, identifiquem soluções aplicáveis a contextos variados. Além disso, os casos funcionam como evidência empírica que embasa mudanças de normas, incentiva boas práticas e aumenta a conscientização geral sobre os riscos presentes em obras. Em suma, os casos de estudo não apenas documentam experiências, mas também estabelecem uma base sólida para a tomada de decisões informadas no setor da construção civil.

3.3 – Conclusões dos casos de estudo descritos no Capítulo 2

3.3.1 Caso 1 – “Formação como mecanismo de prevenção de acidentes”

O caso de estudo demonstra de forma clara que a formação em Saúde e Prevenção de acidentes do Trabalho é um elemento indispensável na prevenção de acidentes na indústria da construção civil. A implementação de um programa de formação adaptado às necessidades específicas da obra analisada em Belo Horizonte revelou-se eficaz na mitigação dos riscos identificados, evidenciando que a antecipação de perigos e a participação ativa dos trabalhadores são fatores fundamentais para o sucesso das estratégias de prevenção de acidentes.

Além disso, a obrigatoriedade do termo de responsabilidade reforça a importância do comprometimento individual dos trabalhadores com as normas e procedimentos de prevenção de acidentes, garantindo que estes tenham plena consciência dos riscos envolvidos. A abordagem prática do estudo reforça que a formação deve ser contínua, clara e acessível, indo além da simples obrigatoriedade legal para se tornar um mecanismo de transformação da cultura de prevenção de acidentes no setor.

Assim, conclui-se que a formação em prevenção de acidentes deve ser encarada como um investimento essencial para a redução de acidentes, melhoria das condições laborais e aumento da eficiência operacional das obras. Para garantir a sua eficácia, é fundamental que os conteúdos sejam adequados ao contexto da obra, que haja um acompanhamento

contínuo das práticas de prevenção de acidentes e que os trabalhadores sejam capacitados não só para identificar riscos, mas também para agir de forma proativa na sua mitigação.

3.3.2 - Caso 2 – “Controlo de obras por *Radio Frequency Identification* (RFID): sistema de monitorização e controlo para equipamentos de prevenção de acidentes no local de obras”

Este caso de estudo evidencia o impacto positivo da aplicação da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na gestão de equipamentos de prevenção de acidentes na construção civil. A introdução de um sistema baseado em RFID demonstrou ser uma solução inovadora e eficaz para superar as limitações das práticas tradicionais de controlo, permitindo uma monitorização mais precisa e eficiente dos equipamentos de prevenção de acidentes no local de obra.

Os resultados obtidos mostram que a utilização desta tecnologia não só melhora a rastreabilidade e a organização dos equipamentos, como também contribui para a prevenção de falhas na disponibilidade e manutenção dos dispositivos de proteção. A geração de relatórios detalhados reforça a capacidade do sistema em oferecer informações estratégicas para a gestão da prevenção de acidentes, permitindo uma resposta mais ágil e fundamentada às necessidades do estaleiro de obras.

Dessa forma, conclui-se que a implementação de soluções tecnológicas como esta representa um avanço significativo para a prevenção de acidentes no setor da construção civil. Além de otimizar os processos de monitorização e controlo, essas ferramentas digitais contribuem para a redução de riscos, aumento da eficiência operacional e melhoria da qualidade dos projetos, consolidando a importância da inovação na modernização do setor.

3.3.3 - Caso 3 "Implementação de Realidade Virtual na Direção de Obra para a Prevenção de Acidentes no local de Obras"

Os resultados deste caso de estudo evidenciam o impacto positivo que a formação em prevenção de acidentes teve numa empresa de Braga. Através desta tecnologia, os diretores de obra desenvolveram maior confiança na identificação e gestão de riscos, o que resultou na redução significativa das taxas de acidentes no local de obras. A

experiência imersiva proporcionada pela realidade virtual facilitou uma aprendizagem prática, promovendo simultaneamente uma cultura de prevenção de acidentes mais consolidada entre os supervisores. Os resultados destacam a importância da adoção de tecnologias inovadoras na formação em prevenção de acidentes e sugerem que a direção de obra deve incentivar ativamente a implementação destas práticas, de modo a garantir condições de trabalho mais seguras.

3.3.4 - Caso 4 - “A utilização de *drones* como ferramenta tecnológica emergente para a inspeção técnica da envolvente de edifícios.”

Este artigo apresentou os *drones* como uma ferramenta tecnológica emergente, com elevado potencial para a realização de inspeções em fachadas. Discutiram-se, igualmente, alguns aspetos relacionados com a regulamentação, constatando-se que ainda não existe uma uniformização a nível internacional. Em Portugal, já foi publicado um regulamento que define as normas aplicáveis ao uso de *drones*, o que pode ser relevante para o desta tecnologia e para as atividades económicas que visam incorporar esta ferramenta.

Na análise dos desenvolvimentos no setor da construção, verificou-se que, em alguns países, os *drones* estão a ganhar popularidade, especialmente em estaleiros de obras e na inspeção de grandes estruturas. No que diz respeito à inspeção técnica do entorno de edifícios em operação, o uso de *drones* ainda se encontra numa fase inicial, embora haja um crescente interesse na utilização de fotografia e vídeo digital. Os *stakeholders* estão a reconhecer as vantagens económicas que esta tecnologia pode proporcionar, especialmente na acessibilidade a áreas de difícil inspeção. No âmbito académico, também se observa um aumento do interesse no desenvolvimento de estudos relacionados com esta área, com um dinamismo já visível, principalmente a nível internacional. A literatura existente aparenta já identificar de forma razoável as vantagens, limitações e desafios que atualmente envolvem o uso de *drones*.

O ensaio realizado demonstrou uma grande utilidade dos *drones* neste tipo de inspeções técnicas, especialmente em edifícios de grande altura e difícil acesso. Nestes casos, o uso de outros meios auxiliares para observação visual seria mais dispendioso e implicaria riscos de prevenção de acidentes acrescidos para os envolvidos ^[23].

3.3.5 - Caso 5 – “Relação custos e prevenção de acidentes do trabalho em pequenas obras”

Os resultados deste estudo evidenciam uma preocupante negligência por parte da empresa analisada no que diz respeito à prevenção de acidentes no trabalho. As irregularidades detetadas comprometem não só a integridade física e psicológica dos trabalhadores, mas também colocam os empregadores em risco de enfrentar custos consideravelmente mais elevados na decorrência de acidentes.

Investir em medidas preventivas, como a aquisição de EPI's e o fornecimento de formações adequadas, é fundamental para assegurar o bem-estar dos trabalhadores. Além disso, tal investimento representa uma estratégia financeiramente vantajosa a longo prazo, ao minimizar a exposição a penalidades legais e a despesas inesperadas. Este estudo destaca a importância de uma postura ética e profissional por parte das empresas, promovendo tanto a prevenção de acidentes quanto a qualidade de vida dos trabalhadores.

Recomenda-se a adoção imediata de programas de gestão de prevenção de acidentes no trabalho, acompanhados de formação contínua e do cumprimento rigoroso das normas regulamentadoras. Essas ações são indispensáveis para estabelecer um ambiente laboral mais seguro e eficiente, contribuindo de forma significativa para a redução dos alarmantes índices de acidentes no setor da construção civil.

3.3.6 – Caso 6 – “Análise económica da implementação de planos de prevenção de acidentes”

A análise revelou que, nos cenários pessimistas, a implementação de Planos de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS) mostra-se altamente vantajosa do ponto de vista económico para todas as partes envolvidas. Mesmo considerando os custos fixos associados à prevenção, como formação e aquisição de equipamentos, os benefícios superam amplamente os custos potenciais decorrentes de acidentes. No entanto, nos cenários otimistas, embora a vantagem económica da prevenção seja reduzida, os riscos associados à falta de medidas preventivas continuam significativos.

Os resultados sublinham a importância de adotar políticas eficazes de prevenção de acidentes no trabalho. Recomenda-se que as empresas invistam na eliminação total de acidentes por meio da aplicação rigorosa de PSS, promovendo tanto a redução de custos

como o bem-estar geral dos trabalhadores. Este enfoque contribui para um ambiente de trabalho mais seguro, eficiente e alinhado com as melhores práticas do setor.

3.3.7 – Caso 7 – “Custos da prevenção de acidentes do trabalho em obras civis: Estudo de caso em condomínio residencial do programa minha casa minha vida”

A conclusão do estudo indica que, embora os investimentos em prevenção de acidentes representem uma parcela pequena em relação ao custo total da obra, são essenciais para assegurar a viabilidade econômica do projeto. A falta de medidas preventivas leva a custos significativamente mais elevados, decorrentes de acidentes, atrasos e penalizações legais.

A implementação de programas como o PCMAT permite um planejamento eficaz dos custos de prevenção de acidentes desde o início da obra, enquanto a aplicação da NBR 14280 facilita a monitorização e a quantificação dos impactos financeiros de possíveis acidentes. A adoção dessas práticas não só contribui para a redução de custos, mas também aprimora as condições de trabalho, criando um ambiente mais seguro e produtivo.

3.3.8 – Caso 8 – “Guia do diretor de obra na área de prevenção de acidentes”

O estudo conclui que o Diretor de Obra tem um papel crucial na promoção da prevenção de acidentes no local de trabalho. A implementação de medidas preventivas, aliada à gestão eficaz das relações entre todos os intervenientes, é fundamental para a redução de acidentes e dos custos associados. O guia proposto oferece orientações claras e práticas para que os Diretores de Obra possam assegurar o cumprimento das normativas legais, criando assim um ambiente de trabalho seguro, eficiente e conforme com as exigências de prevenção de acidentes.

3.3.9 – Caso 9 – “Os custos de prevenção de acidentes na construção”

A pesquisa conclui que o investimento em prevenção de acidentes é fundamental não só para reduzir os acidentes de trabalho, como também para otimizar os custos globais das obras. A implementação de um Plano de Prevenção de acidentes e Saúde adequado, desde

a fase de concepção até à execução, é crucial para garantir a integridade física dos trabalhadores e a viabilidade económica dos projetos.

Recomenda-se que as empresas de construção adotem uma abordagem proativa em relação à prevenção de acidentes, integrando medidas preventivas como parte essencial do planeamento e da execução das obras. Este estudo oferece uma ferramenta prática para calcular os custos de prevenção, auxiliando na tomada de decisões que favoreçam a criação de ambientes de trabalho mais seguros e eficientes.

3.3.10 – Caso 10 – “Recolha de análise de estudos sobre custos de prevenção e de acidentes na construção”

O estudo conclui que investir em prevenção de acidentes e saúde no trabalho é essencial para reduzir acidentes e minimizar custos operacionais. O retorno económico é evidente, tanto na redução de despesas diretas, como indemnizações, quanto na melhoria da eficiência e da imagem das empresas. Ferramentas práticas, como a desenvolvida no estudo, podem ser adaptadas por empresas de diferentes dimensões, apoiando a tomada de decisões estratégicas que promovam ambientes de trabalho mais seguros e produtivos

3.3.11 – Caso 11 – “Custos do Acidente de Trabalho no Setor da Construção, Segundo o Agente Material e a Causa de Lesão do Acidente – Estudo de Caso”

O estudo demonstra que acidentes de trabalho representam custos significativos para as empresas, que poderiam ser evitados com investimentos em prevenção. A implementação de medidas preventivas adequadas, incluindo formação, supervisão e investimento, resultaria na redução de sinistralidade e custos associados. Este trabalho reforça a importância de estratégias de prevenção de acidentes baseadas em dados, com foco na mitigação de riscos e melhoria contínua.

3.4 – A Importância dos Casos de Estudo na Formação e Capacitação

Os casos de estudo são instrumentos valiosos para a formação e capacitação de profissionais da construção, pois permitem que a teoria seja aplicada à prática, promovendo uma aprendizagem baseada em experiências concretas. Por exemplo, o uso de tecnologias emergentes como realidade virtual (RV) permite simular situações de

risco, oferecendo aos diretores de obra uma experiência imersiva que facilita a identificação e a gestão de riscos de forma segura e controlada.

Outro ponto relevante é o papel dos casos de estudo em programas de formação, nos quais são analisadas situações que ocorreram em diferentes projetos. Este tipo de abordagem promove discussões críticas entre os profissionais, ajudando-os a compreender os fatores que levaram ao sucesso ou ao fracasso em determinados contextos. A prática baseada em cenários reais contribui para uma aprendizagem mais robusta, especialmente quando se aborda a dinâmica de equipas e desafios operacionais.

3.5 - A Direção de Obra como Agente Central

Os diretores de obra desempenham um papel crucial na implementação de boas práticas de prevenção de acidentes. Os casos de estudo fornecem *insights* úteis sobre como esses profissionais podem gerir riscos, promover a consciencialização entre os trabalhadores e assegurar o cumprimento das normativas de prevenção de acidentes. A responsabilidade da direção de obra inclui a coordenação de equipas, a fiscalização do uso correto de EPIs e EPCs, bem como a promoção de um ambiente de trabalho seguro.

Os casos de estudo apresentados no capítulo anterior destacam como boas lideranças em obras podem evitar situações de risco antes mesmo que elas se manifestem, promovendo uma cultura de prevenção entre os colaboradores. A análise detalhada dos papéis e responsabilidades da direção de obra em cenários específicos reforça a necessidade de competências sólidas em comunicação, gestão de conflitos e planeamento estratégico.

3.6 Benefícios da aplicação de casos de estudo

3.6.1 Redução de Riscos e Acidentes

A análise de casos práticos demonstra como as medidas preventivas podem impactar positivamente na prevenção de acidentes do trabalho. Por exemplo, estudos que implementaram sistemas de monitorização em tempo real com tecnologia RFID mostraram reduções significativas na ocorrência de acidentes, ao identificar rapidamente condições de risco.

Um caso específico descreve a utilização de *drones* para inspecionar fachadas de edifícios altos. Esta tecnologia permitiu identificar fissuras e outras falhas estruturais sem colocar trabalhadores em situações de risco, reduzindo a probabilidade de acidentes e otimizando

os custos operacionais. Além disso, iniciativas que envolvem a análise preditiva de dados recolhidos em obras têm mostrado resultados promissores na antecipação de possíveis incidentes.

3.6.2 Otimização de Custos

Os casos de estudo também destacam a relação custo-benefício de medidas de prevenção de acidentes. Investimentos em equipamentos de proteção individual, formações e sistemas inovadores são comprovadamente mais económicos do que os custos associados a acidentes, que incluem despesas médicas, perdas de produtividade e penalidades legais.

Em obras de maior dimensão, a introdução de tecnologias como sensores e câmaras inteligentes para monitorização contínua tem reduzido custos relacionados à inatividade e atrasos.

3.6.3 Inovação e Tecnologia

A utilização de *drones* e realidade virtual são exemplos de como a tecnologia pode transformar a inspeção e a formação em prevenção de acidentes. Estudos mostram que essas ferramentas aumentam a precisão das análises e reduzem os riscos para os trabalhadores envolvidos. Em países como Portugal e Brasil, a implementação de *softwares* de gestão integrada também tem mostrado como a tecnologia pode agilizar processos e garantir maior conformidade às normas.

Empresas que adotaram realidade virtual para formações relataram melhorias na eficiência dos diretores de obra e na conscientização geral dos trabalhadores quanto aos riscos presentes em seus ambientes de trabalho. A análise de retorno sobre investimento dessas tecnologias reforça o seu valor a longo prazo, principalmente em obras mais complexas.

3.7 Lições Aprendidas

Os casos de estudo oferecem lições valiosas sobre como erros podem ser evitados e como soluções eficazes podem ser replicadas. Da mesma forma, permitem a identificação de padrões de risco e a implementação de medidas preventivas personalizadas para diferentes tipos de projetos.

Além disso, a documentação detalhada dos casos proporciona aos próprios diretores de obra um repositório de informações que pode ser consultado para resolver situações futuras com maior agilidade e precisão. A partilha de conhecimento e de aprendizagem entre empresas e profissionais é outro ponto de destaque, ampliando o impacto positivo dessas análises.

3.8 Considerações Finais

Os casos de estudo constituem uma ferramenta imprescindível para a promoção da prevenção de acidentes no setor da construção. Fornecem uma base para a tomada de decisões informada, promovem a consciencialização sobre riscos e incentivam a adoção de soluções inovadoras.

No âmbito da direção de obra, a sua aplicação contribui significativamente para a criação de ambientes de trabalho mais seguros e eficientes, com impactos positivos na produtividade e na qualidade dos projetos. Além disso, a sua utilização colabora para o avanço do setor, promovendo práticas sustentáveis e a valorização da mão de obra, elementos essenciais para um futuro mais seguro e inovador na construção civil. Ao longo deste capítulo, destacou-se a importância de se investir em análises detalhadas e na disseminação de boas práticas baseadas em casos reais. Essas iniciativas não só salvam vidas, como também tornam o setor mais resiliente e preparado para os desafios futuros.

Por fim, outro ponto muito importante está relacionado com os custos. Os dados indicam que a prevenção de acidentes em obra, bem como todas as preocupações associadas, acarretam um custo para o dono da obra, materializando-se através dos equipamentos adquiridos, horas de formação, diminuição da produtividade ou aumento de prazos. Estes custos são preocupantes, pois dificilmente conseguem ser imputados diretamente ao cliente final, acabando sempre por ser alinhados com os custos indiretos. Assim, do ponto de vista da gestão, esta prática compromete a distribuição económica de gastos numa obra de engenharia.

PROPOSTA DE GUIA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES PARA DIREÇÃO DE OBRA

4.1 Introdução

Na gestão de empreitadas, é comum a prática de considerar os custos relacionados com a prevenção de acidentes no trabalho como custos indiretos, uma abordagem que, à primeira vista, pode parecer uma solução prática e simplificada para a orçamentação dos projetos. No entanto, esta prática merece uma análise mais detalhada e crítica, tendo em conta as suas implicações na gestão do projeto e nos resultados da obra. Tratar os custos de prevenção de acidentes como indiretos pode transmitir a percepção errada de que as medidas de prevenção de acidentes são secundárias ou de menor importância, o que pode levar a uma menor prioridade na alocação de recursos e no planeamento inicial. Essa desvalorização inicial tem, frequentemente, um impacto negativo na execução das medidas preventivas, uma vez que, ao serem vistas como elementos acessórios, podem ser facilmente negligenciadas ou subestimadas.

A ausência de uma estratégia sólida para integrar a prevenção de acidentes como parte essencial do orçamento e do planeamento pode resultar em consequências graves, tanto em termos financeiros como em termos humanos. O não cumprimento das normas de prevenção de acidentes pode dar origem a acidentes de trabalho, com consequências que vão desde lesões leves a situações mais graves, incluindo perdas de vidas humanas. Adicionalmente, a ocorrência de acidentes pode originar custos adicionais significativos para a empreitada, quer devido a paragens temporárias dos trabalhos, quer devido a sanções legais e indemnizações às vítimas. Estes custos, que inicialmente não foram devidamente contemplados, podem ultrapassar largamente os valores previstos no

orçamento inicial, comprometendo a viabilidade financeira do projeto e gerando atrasos consideráveis na sua execução.

Sob uma perspectiva prática e financeira, a categorização dos custos de prevenção de acidentes como custos indiretos dificulta substancialmente a sua visibilidade nos documentos de planejamento e orçamento da obra. Esta falta de transparência torna mais provável que os recursos destinados à prevenção de acidentes sejam negligenciados em fases críticas do projeto, especialmente quando surgem situações imprevistas que exigem ajustamentos no orçamento. Nesses momentos, as medidas de prevenção de acidentes são, muitas vezes, as primeiras a serem sacrificadas, sob a falsa premissa de que são menos essenciais para o progresso imediato das obras. Além disso, esta abordagem cria uma visão distorcida da prevenção de acidentes no contexto da gestão do projeto, fazendo com que seja percebida como uma responsabilidade periférica, dissociada das restantes componentes técnicas e financeiras.

4.2 A prevenção de acidentes como fator central da direção de obra

A prevenção de acidentes no trabalho deve ser encarada como uma parte integrante e indispensável da gestão de qualquer obra, estando ao mesmo nível de outras especialidades técnicas, como a engenharia estrutural, os sistemas de instalações elétricas ou as soluções de drenagem e abastecimento de água. Assim como cada uma dessas especialidades exige um planejamento minucioso, especificações técnicas rigorosas e uma supervisão constante, as medidas de prevenção de acidentes também necessitam de um acompanhamento contínuo para garantir que são devidamente implementadas e respeitadas ao longo de toda a execução da obra.

É fundamental que a Direção de Obra assuma um papel proativo na integração da prevenção de acidentes no planejamento global do projeto. A prevenção de acidentes deve ser considerada desde as primeiras fases do projeto, assegurando que todas as medidas preventivas e corretivas estão previstas e adequadamente financiadas. Só desta forma será possível evitar surpresas desagradáveis durante a execução, como interrupções nos trabalhos, custos adicionais imprevistos e incumprimento dos prazos contratuais. A implementação cuidadosa e rigorosa das práticas de prevenção de acidentes não só garante a proteção e o bem-estar dos trabalhadores no estaleiro, como também contribui diretamente para a eficiência operacional da empreitada.

Ao assegurar um ambiente de trabalho seguro e bem controlado, evitam-se interrupções frequentes, assegura-se a continuidade dos trabalhos e promove-se uma maior produtividade das equipas. A prevenção de acidentes não deve ser encarada como um custo dispensável, mas sim como um investimento estratégico para o sucesso global do projeto. Além disso, uma gestão eficaz da prevenção de acidentes reflete-se positivamente na imagem da empresa construtora, demonstrando um compromisso com a responsabilidade social e o cumprimento das normas legais e éticas.

Por todas estas razões, é imperativo que as entidades responsáveis pela gestão das empreitadas adotem uma visão holística e integrada sobre a prevenção de acidentes no trabalho. Esta abordagem permitirá não apenas assegurar o cumprimento das exigências legais, mas também garantir que a obra é concluída dentro dos prazos estipulados, com o nível de qualidade desejado e sem comprometer a prevenção de acidentes e a saúde dos trabalhadores envolvidos.

A prevenção de acidentes no trabalho é um elemento fundamental no contexto das empreitadas de construção civil e deve ser abordada com o mesmo nível de rigor técnico, planeamento detalhado e acompanhamento contínuo que qualquer outra especialidade de uma obra. Da mesma forma que a engenharia estrutural, a arquitetura ou as diversas instalações técnicas (elétricas, hidráulicas, de climatização e outras) exigem projetos completos, especificações rigorosas, peças desenhadas, cadernos de encargos e mapas de quantidades, a prevenção de acidentes deve ser encarada como uma especialidade autónoma e integrada, com todas as suas componentes devidamente documentadas e previstas desde as fases iniciais do projeto.

Adotar esta abordagem é essencial para garantir que as soluções de prevenção de acidentes sejam devidamente planeadas e implementadas de forma rigorosa, ajustando-se às características específicas de cada obra. O processo de elaboração de peças técnicas dedicadas à prevenção de acidentes, como cadernos de encargos detalhados e mapas de quantidades, permite uma gestão mais eficiente e transparente dos recursos necessários, contribuindo diretamente para o controlo orçamental e para a redução dos riscos financeiros associados à imprevisibilidade das medidas de prevenção de acidentes.

4.2.1 Planeamento rigoroso e visão estratégica

Ao abordar a prevenção de acidentes como uma especialidade técnica, introduz-se um nível superior de planeamento e coordenação, que permite integrar as medidas

preventivas no cronograma global da obra. A elaboração de peças escritas e desenhadas não só facilita a identificação precoce das necessidades de prevenção de acidentes, como também permite ajustar as soluções às especificidades de cada projeto, assegurando uma maior eficiência na sua execução. Além disso, este planeamento detalhado promove uma gestão mais previsível dos custos, evitando situações em que despesas adicionais decorrentes de medidas de prevenção de acidentes imprevistas possam comprometer o orçamento global do projeto.

A inclusão de mapas de quantidades específicos para a prevenção de acidentes constitui uma ferramenta indispensável para a orçamentação detalhada, permitindo uma maior precisão na previsão de custos e evitando subestimações ou omissões frequentes neste domínio. Este rigor orçamental contribui para a transparência e para a sustentabilidade financeira do projeto, especialmente no momento da adjudicação, quando as propostas das empresas concorrentes são analisadas e comparadas. Infelizmente, é comum no setor da construção, a prática de apresentar orçamentos com valores reduzidos para a implementação de medidas de prevenção de acidentes, com o objetivo de tornar a proposta mais competitiva.

4.2.2 Problemas associados a orçamentos subvalorizados

A apresentação de orçamentos irrealisticamente baixos para a prevenção de acidentes, embora possa aumentar a probabilidade de uma empresa ganhar a adjudicação, traz riscos significativos durante a execução da obra. Quando os recursos destinados à prevenção de acidentes são subestimados, as soluções implementadas tendem a ser insuficientes, limitadas ou até inexistentes, expondo os trabalhadores a riscos desnecessários e aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes. Estes acidentes, além de colocarem em perigo a saúde e a vida dos trabalhadores, podem resultar em paragens na obra, penalizações legais e custos adicionais substanciais, afetando diretamente o cumprimento dos prazos contratuais e a viabilidade económica do projeto.

Ao adotar uma abordagem baseada em projetos detalhados, com mapas de quantidades específicos para cada medida de prevenção de acidentes, torna-se possível prever com maior precisão as necessidades reais de cada obra, assegurando uma alocação de recursos mais eficiente e ajustada. Esta prática reduz a margem de erro e contribui para uma gestão mais eficaz, protegendo a Direção de Obra de surpresas desagradáveis e de custos adicionais não planeados.

4.2.3 O papel do guia de gestão de prevenção de acidentes

O guia que será apresentado neste capítulo reflete esta visão estratégica, propondo um conjunto de ferramentas práticas e orientações detalhadas para apoiar a Direção de Obra na gestão integrada da prevenção de acidentes. Este guia não se limita a abordar as exigências legais em matéria de prevenção de acidentes, mas também se foca em aspetos técnicos, operacionais e financeiros, oferecendo uma perspetiva abrangente que visa elevar os padrões de prevenção de acidentes no setor da construção civil.

A inclusão de elementos como planos de prevenção de acidentes detalhados, especificações técnicas claras, mapas de quantidades precisos e mecanismos de monitorização contínua permite estabelecer um padrão de atuação mais profissional e eficiente. O objetivo é garantir que a prevenção de acidentes não seja apenas uma obrigação legal, mas uma componente central da gestão técnica e financeira do projeto, com impactos positivos na produtividade, na qualidade e no sucesso global da obra.

Em última instância, esta perspetiva integrada da prevenção de acidentes no trabalho fortalece a posição competitiva das empresas, tornando-as mais confiáveis e atrativas para futuros projetos. O planeamento detalhado e a gestão rigorosa dos recursos dedicados à prevenção de acidentes são, portanto, não só uma necessidade operacional, mas também uma estratégia de crescimento sustentável e de valorização do capital humano e técnico da organização.

4.3 Guia de prevenção de acidentes para direção de obra

O presente guia tem como objetivo principal fornecer uma referência estruturada e abrangente para a elaboração de um Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ) aplicável à prevenção de acidentes em obra, constituindo uma ferramenta prática e essencial para a Direção de Obra e para todos os intervenientes no processo de construção. Através da sistematização de especificações técnicas, este documento visa orientar a definição dos requisitos mínimos necessários para garantir um ambiente de trabalho seguro e em conformidade com a legislação em vigor, promovendo uma gestão mais eficiente e transparente das medidas de prevenção de acidentes.

O Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ) é uma peça fundamental no planeamento e gestão da prevenção de acidentes em obra, pois permite identificar e quantificar de forma precisa todas as medidas preventivas a implementar. Ao detalhar cada artigo relacionado

com a prevenção de acidentes, desde EPCs até procedimentos operacionais específicos, o MTQ contribui para uma visão mais clara e estruturada das necessidades do projeto, facilitando a alocação adequada de recursos, a monitorização contínua das medidas implementadas e o controlo de custos.

As especificações técnicas apresentadas neste guia devem ser encaradas como uma orientação geral, fornecendo uma base consistente para a elaboração de projetos personalizados que considerem as particularidades de cada obra. Embora este documento ofereça um conjunto de boas práticas e requisitos mínimos aplicáveis à prevenção de acidentes, é crucial que cada MTQ seja ajustado às condições específicas da empreitada, de forma a garantir a sua eficácia e adequação prática.

A prevenção de acidentes em obra não é um conceito uniforme e estático, uma vez que cada projeto apresenta características únicas que exigem soluções ajustadas e personalizadas. Diversos fatores podem influenciar diretamente a seleção, o dimensionamento e a implementação das medidas de prevenção de acidentes necessárias, entre os quais se destacam:

Tipologia da Construção: Obras de diferentes naturezas, como edifícios residenciais, industriais, infraestruturas rodoviárias ou projetos de reabilitação urbana, possuem riscos específicos que exigem abordagens distintas. Enquanto uma obra de construção nova pode requerer proteção coletiva robusta e permanente, uma intervenção de reabilitação pode implicar medidas adicionais para a proteção contra quedas em zonas confinadas ou trabalhos em altura.

Localização da Obra: A localização geográfica pode ter um impacto significativo na definição das medidas de prevenção de acidentes. Obras situadas em áreas urbanas densamente povoadas, por exemplo, exigem uma atenção redobrada à proteção de terceiros, enquanto projetos em zonas remotas podem requerer planos específicos para a gestão de emergências e a disponibilização de recursos de socorro.

Cronograma de Execução: O prazo de execução da obra influencia diretamente a programação das medidas de prevenção de acidentes. Projetos com cronogramas curtos podem aumentar a pressão sobre as equipas e o risco de acidentes, exigindo uma maior atenção à formação dos trabalhadores e à gestão do ritmo de trabalho. O planeamento adequado deve assegurar que as medidas de prevenção de acidentes acompanhem cada fase da obra, evitando lacunas entre as intervenções.

Riscos Específicos do Projeto: Cada obra apresenta riscos particulares que devem ser identificados e analisados previamente. Trabalhos em altura, escavações profundas, movimentação de cargas pesadas, utilização de produtos químicos perigosos e operações com maquinaria pesada são apenas alguns exemplos de situações que requerem medidas preventivas específicas e adaptadas.

Uma das principais recomendações deste guia é que o Mapa de Trabalhos e Quantidades seja sempre adaptado e complementado de acordo com as particularidades de cada projeto. As soluções de prevenção de acidentes não devem ser vistas como "modelos padrão" aplicáveis a qualquer obra, mas sim como medidas flexíveis e ajustáveis, que garantam a eficácia e a conformidade técnica e legal em cada contexto. Este princípio de adaptação é fundamental para assegurar que as medidas de prevenção de acidentes implementadas refletem as melhores práticas do setor e cumprem integralmente os requisitos técnicos e normativos aplicáveis. A legislação em matéria de prevenção de acidentes no trabalho é vasta e em constante atualização, pelo que a Direção de Obra deve estar sempre atenta às alterações normativas e garantir a integração dessas mudanças nas especificações técnicas.

Em síntese, o presente guia propõe uma abordagem estruturada e flexível para a gestão da prevenção de acidentes em obra, destacando a importância de adaptar as especificações gerais às condições específicas de cada projeto. A elaboração de um Mapa de Trabalhos e Quantidades dedicado à prevenção de acidentes deve ser encarada como uma oportunidade para elevar os padrões de proteção e eficiência no setor da construção, promovendo uma gestão mais integrada, transparente e profissional das medidas de prevenção de acidentes.

Assim, recomenda-se que cada Direção de Obra utilize este guia como uma base de trabalho, complementando-o com análises de risco detalhadas, consultas a especialistas e revisões periódicas, de modo a assegurar que as soluções adotadas permanecem sempre atuais e ajustadas às necessidades reais de cada empreitada. Este compromisso contínuo com a qualidade e a prevenção de acidentes contribuirá não só para a proteção dos trabalhadores, mas também para o sucesso global dos projetos e para a consolidação de uma cultura de prevenção de acidentes e responsabilidade no setor da construção.

Tabela 1 – Guia de Prevenção de acidentes para Direção de Obra

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1	Organização do Estaleiro				
1.1	Vedações				
1.1.1	Fornecimento e instalação de barreiras plásticas ou metálicas refletoras e balizas verticais, para delimitação de zonas de circulação pedonal e de máquinas, de forma a garantir a segregação de fluxos dentro do estaleiro. Inclui posicionamento, fixação no pavimento e manutenção.	m			
1.1.2	Montagem de painéis metálicos modulares com 2 m de altura e respetivas bases de suporte para vedação perimetral do estaleiro ou de áreas de risco. Inclui transporte, montagem e desmontagem no fim dos trabalhos.	m			
1.1.3	Aplicação de rede plástica de prevenção de acidentes em cor laranja para delimitação de escavações, zonas técnicas e áreas provisórias de trabalho, fixada com estacas ou amarrações temporárias.	m			
1.1.4	Instalação de barreiras extensíveis ou móveis para sinalização e restrição de acesso a zonas de perigo variável ou temporário. Utilizadas em áreas com trabalhos intermitentes ou manutenção.	m			
1.2	Iluminação				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.2.1	Instalação de torres de iluminação ou projetores LED em zonas interiores ou de visibilidade reduzida, ligados à rede elétrica provisória. Inclui fornecimento, montagem e testes de funcionamento.	uni			
1.2.2	Fornecimento e colocação de sistemas de iluminação autónoma com painéis fotovoltaicos e bateria integrada, adequados a zonas sem acesso direto à rede elétrica.	uni			
1.3	Sinalização				
1.3.1	Fornecimento e colocação de sinalética de advertência, proibição e obrigação, conforme norma ISO 7010, incluindo placas metálicas, fitas de prevenção de acidentes e marcações no solo com tinta resistente à abrasão.	uni			
1.3.2	Colocação de barreiras New Jersey em PVC de alta resistência, de cor branca/vermelha, para separação física entre zonas de circulação de veículos e peões.	uni			
1.3.3	Instalação de sinalização de orientação, aviso ou regulamentação, com recurso a cavaletes metálicos, prumos e suportes pesados, colocada em acessos e zonas operacionais.	uni			
1.4	Rede de Incêndios				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.4.1	Colocação de extintores portáteis de pó químico seco tipo ABC com 6 kg, devidamente sinalizados e acessíveis em pontos estratégicos da obra, conforme legislação de prevenção de acidentes contra incêndio.	uni			
1.4.2	Aplicação de telas resistentes a altas temperaturas, em fibra de vidro ou materiais equivalentes, para contenção de faíscas e proteção de áreas adjacentes durante trabalhos de corte ou soldadura.	uni			
1.4.3	Disponibilização de baldes metálicos com areia seca e mantas antifogo para combate imediato a pequenos focos de incêndio, localizados em zonas de risco como áreas de armazenamento de inflamáveis.	uni			
1.5	Instalações				
1.5.1	Montagem de estruturas temporárias com lonas de PVC ou telas de polietileno, sustentadas por tubos metálicos ou cabos de aço, para proteção contra intempéries em zonas sensíveis da obra.	m ²			
1.5.2	Fornecimento de contentores metálicos ou de plástico reforçado, devidamente identificados, para armazenamento de resíduos contaminantes (óleos, solventes, tintas). Inclui tampa e rótulo de prevenção de acidentes	uni			

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.5.3	Instalação de toldos ou sistemas de cobertura extensíveis, montados em estruturas móveis ou articuladas, para abrigo temporário de materiais ou áreas de trabalho expostas.	m ²			
1.6	Rede sanitária e rede de água				
1.6.1	Colocação de sanitários químicos ou modulares para uso dos trabalhadores, com serviço de higienização semanal, abastecimento de água e reposição de consumíveis.	uni			
1.6.2	Execução de sistema de drenagem temporário com tubagem flexível, sifões e caixas de visita, para escoamento de águas residuais de lavatórios, sanitários e zonas de lavagem.	m			
1.6.3	Instalação de lavatórios metálicos ou em PVC com torneira de pressão, ligados a sistema provisório de abastecimento e drenagem. Inclui fornecimento de suportes e fixações.	uni			
1.6.4	Fornecimento e montagem de depósitos de água com capacidade entre 500 L e 1000 L, com ligação à rede interna de distribuição para consumo sanitário e lavagem.	uni			
1.7	Mão de obra diretamente ligada à execução de medidas de prevenção de acidentes e higiene no trabalho				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.7.1	Encarregado de Obra, responsável operacional pela execução direta das instruções da direção de obra e do técnico de prevenção de acidentes. Supervisiona os operários, garante o cumprimento das regras de prevenção de acidentes no terreno e intervém diretamente em situações de risco.	h			
1.7.2	Servente, Mão de obra polivalente que executa tarefas de apoio na instalação de sistemas de prevenção de acidentes coletiva (vedações, sinalização, coberturas), transporte de materiais e organização do estaleiro, conforme orientação do encarregado.	h			
1.7.3	Oficial, trabalhador especializado com competências técnicas para instalar andaimes, escoramentos metálicos ou em madeira, e outros sistemas de proteção coletiva, garantindo a sua prevenção de acidentes e estabilidade.	h			
1.8	Outros				
1.8.1	Conjunto de primeiros socorros com compressas, ligaduras, desinfetante, luvas e tesoura, acondicionado em estojo rígido e colocado em local acessível e sinalizado.	uni			
1.8.2	Equipamento combinado para descontaminação rápida em caso de exposição a produtos químicos, com acionamento manual e ligação à rede de água. Instalação junto a zonas de risco elevado.	uni			

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2	Proteção Coletiva				
2.1	Escavações				
2.1.1	Instalação de sistemas de contenção temporária com escoramentos metálicos ou em madeira (escoras, painéis e vigas), para garantir a estabilidade de taludes em escavações com profundidade superior a 1,2 m. Inclui cálculo prévio e plano de montagem.	m ²			
2.1.2	Montagem de guardas metálicas ou em madeira tratada ao redor de escavações para proteção contra queda de trabalhadores e materiais, com fixação resistente e sinalização visível.	m			
2.1.3	Execução de sistema de drenagem com valas, tubos flexíveis e caixas de visita para evitar acumulação de água nas zonas escavadas, prevenindo instabilidade do solo.	m			
2.2	Demolições				
2.2.1	Instalação de painéis de madeira ou estruturas metálicas forradas com rede de proteção, colocados nas imediações das áreas de demolição para evitar a projeção de materiais.	m ²			
2.2.2	Rede de proteção para controlo de queda de materiais, montada ao redor da estrutura a demolir.	m ²			
2.3	Queda de Materiais				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2.3.1	Colocação de barreiras fixas ou modulares, em PVC ou metal, para delimitar zonas de trabalho em altura, plataformas ou áreas suspensas. Inclui fixação e sinalização.	m			
2.3.2	Instalação de coberturas rígidas ou flexíveis sobre zonas de passagem, protegendo trabalhadores contra a eventual queda de objetos vindos de níveis superiores.	m ²			
2.4	Prevenção de Queda				
2.4.1	Montagem de sistemas de linha de vida com cabos de aço, ancoragens e pontos de fixação certificados, permitindo o uso de arnês com ligação de prevenção de acidentes em trabalhos em altura.	m			
2.4.2	Instalação de guardas laterais com altura mínima de 1 m e resistência adequada, em plataformas, bordos de lajes e zonas com risco de queda. Inclui rodapé e travessas intermédias.	m			
2.5	Proteção de Ferros e Armaduras				
2.5.1	Aplicação de proteções em PVC rígido nas extremidades expostas de armaduras metálicas (ferros), prevenindo cortes ou perfurações acidentais.	uni			
2.6	Eletricidade				
2.6.1	Colocação de painéis ou armários de proteção em torno de quadros elétricos provisórios, com sinalização de risco elétrico e acesso restrito.	uni			

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2.6.2	Execução de canalizações provisórias (tubos ou calhas) para condução de cabos elétricos, elevando-os do solo e protegendo-os contra danos mecânicos e contacto com água.	m			
2.7	Partículas e Poeiras				
2.7.1	Sistema de controlo de poeiras constituído por bocais nebulizadores ligados a rede pressurizada, promovendo ambiente mais seguro e respirável em zonas secas.	uni			
2.7.2	Painéis ou lonas de PVC suspensas, aplicadas para confinar zonas de corte, lixamento ou demolição, minimizando a dispersão de partículas para o ambiente.	m ²			
2.8	Gases Tóxicos				
2.8.1	Instalação de extratores ou insufladores de ar com condutas flexíveis, garantindo renovação de ar em espaços com ventilação natural insuficiente. Essencial para entrada em caixas, fossas ou túneis.	uni			
2.8.2	Dispositivos eletrónicos de monitorização da qualidade do ar, com alarme sonoro e visual em caso de deteção de gases perigosos (CO, CH ₄ , H ₂ S, etc.). Portáteis ou fixos.	uni			
2.9	Ruído				
2.9.1	Painéis com propriedades fonoabsorventes, instalados em redor de maquinaria ruidosa ou entre a obra e zonas sensíveis, para redução do impacto sonoro.	m ²			

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2.9.2	Estruturas fechadas em material isolante aplicadas sobre geradores, compressores ou bombas, minimizando a emissão de ruído para o ambiente.	uni			
2.10	Amianto				
2.10.1	Montagem de estruturas em plástico reforçado ou tendas com sistema de depressão, para remoção segura de materiais com amianto, conforme legislação específica.	uni			
2.10.2	Contentores com tampa hermética e sinalização específica, destinados ao acondicionamento e transporte de resíduos com amianto para destino final autorizado.	uni			
2.11	Outros				
2.11.1	Escoramento de lajes com escoras metálicas e vigas primárias/secundárias, incluindo montagem, desmontagem e inspeção técnica para garantir a estabilidade estrutural durante a cura do betão.	m ²			
2.11.2	Montagem, desmontagem e certificação de andaimes tubulares de fachada, incluindo plataforma de trabalho, guarda-corpos e rodapés de proteção, conforme normas de prevenção de acidentes.	m ²			
2.11.3	Piso antiderrapante modular, utilizado para criar passadiços seguros em zonas escorregadias ou com elevada circulação de trabalhadores.	m ²			

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
3	Proteção Individual				
3.1	Equipamento de proteção individual (EPI) destinado à proteção da cabeça contra impactos e queda de objetos. Fabricado em material resistente a impactos, com jugular ajustável para garantir fixação em trabalhos em altura. Certificado segundo EN 397	uni			
3.2	Equipamento para proteção auditiva em ambientes com ruído superior a 85 dB. Inclui protetores auriculares tipo concha com ajuste por arco ou tampões reutilizáveis. Certificado EN 352.	uni			
3.2	Óculos com lentes em policarbonato e proteção lateral, resistentes a impactos, poeiras e partículas volantes. Revestimento antiembaciamento e hastes ajustáveis. Certificado conforme EN 166.	uni			
3.3	Máscara facial ou semifacial equipada com filtros P2 ou P3 contra poeiras, vapores orgânicos ou gases tóxicos. Utilizada em zonas com partículas em suspensão ou exposição a agentes químicos. Certificado EN 140 e EN 143.	uni			
3.4	Conjunto de luvas adaptadas à tarefa (anti-corte para manuseamento de chapas, couro para trabalhos gerais, térmicas para soldadura). Certificadas conforme os riscos previstos (EN 388, EN 407, EN 420).	uni			

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
3.5	Calçado de prevenção de acidentes com biqueira reforçada em aço e sola em material antiderrapante e resistente à perfuração. Indicado para circulação em zonas de estaleiro com riscos de queda de materiais ou presença de objetos cortantes. Certificado segundo EN ISO 20345.	uni			
3.6	Vestuário de proteção integral em tecido não tecido descartável ou reutilizável, resistente a químicos e partículas. Inclui capuz e fecho frontal. Normas EN 14605 (líquidos) e EN 13982 (poeiras).	uni			
3.7	Suporte ajustável para zona lombar, utilizado em tarefas com movimentação manual de cargas, prevenindo lesões músculo-esqueléticas. Fabricado em neoprene ou tecido elástico resistente.	uni			
3.8	Vestuário de sinalização de alta visibilidade, com faixas refletoras, em tecido fluorescente, para facilitar a identificação de trabalhadores em ambientes com pouca luz ou tráfego. Classe 2 ou 3 conforme EN ISO 20471.	uni			
3.9	Arnês de corpo inteiro com ligação dorsal e frontal, cinta abdominal e talabarte com absorvedor de energia. Usado em conjunto com linhas de vida em trabalhos em altura. Certificado EN 361 e EN 355.	uni			
4	Gestão e Coordenação				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
4.1	Execução de projeto técnico para implementação de medidas de prevenção de acidentes, incluindo peças escritas e desenhadas, como escoramentos, andaimes e proteção coletiva.	uni			
4.3	Plano de movimentação e armazenamento de materiais pesados, incluindo organização de zonas de descarga, trajeto de gruas e critérios de empilhamento seguro.	uni			
4.4	Formação e sensibilização em prevenção de acidentes para trabalhadores, com sessões teóricas e práticas sobre utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), riscos da obra e medidas preventivas.	uni			
4.5	Mão de obra diretamente ligada ao planeamento, execução e fiscalização de medidas de prevenção de acidentes e higiene no trabalho.				
4.5.1	Técnico de Prevenção de acidentes, responsável pela implementação, acompanhamento e fiscalização das medidas de prevenção de acidentes previstas no PSS. Inclui visitas regulares à obra, verificação da aplicação de EPIs, controlo de riscos e registo de não conformidades.	h			
4.5.2	Direção de Obra, responsável pela coordenação geral da empreitada, incluindo a supervisão da implementação das medidas de prevenção de acidentes, articulação com a coordenação de prevenção de acidentes e validação de procedimentos técnicos de proteção.	h			

ANÁLISE DOS CUSTOS EM PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA OBRA EM ESTUDO

5.1 Introdução

O presente capítulo tem como principal objetivo realizar uma análise aprofundada dos custos associados à implementação das medidas de prevenção de acidentes numa obra selecionada como caso de estudo. Para tal, será utilizado o Mapa de Quantidades e Trabalhos, aplicado de forma prática à empreitada em análise. Esta abordagem incidirá na comparação entre os custos inicialmente previstos, correspondentes aos valores orçamentados para a execução do PSS e de outros trabalhos de prevenção, e os custos efetivamente incorridos durante a execução da obra.

A análise contemplará, de forma discriminada, os custos relativos à mão de obra, equipamentos e materiais especificamente afetos à implementação das medidas de prevenção de acidentes. Importa salientar que, embora a maioria dos dados e quantidades analisados tenha como base as condições reais da empreitada, em algumas situações foi necessário recorrer à estimativa fundamentada de determinados valores, de modo a garantir a representatividade e a completude da análise face à realidade da obra.

Através da comparação entre os valores previstos e os valores realizados, pretende-se identificar eventuais desvios orçamentais, bem como analisar as causas que os motivaram. Com base nesta análise crítica, será posteriormente apresentada uma proposta de Mapa de Quantidades e Trabalhos ajustada à realidade da empreitada em estudo, visando a aproximação entre o orçamento inicial e os custos efetivos, com o objetivo de contribuir para uma previsão financeira mais rigorosa e um planeamento mais eficiente das atividades relacionadas com a prevenção de acidentes em obra.

Adicionalmente, este estudo propõe-se a estabelecer uma metodologia de análise de custos de prevenção de acidentes que possa ser replicável em futuras empreitadas, promovendo a melhoria contínua na gestão de projetos e assegurando que as questões de prevenção de acidentes sejam devidamente valorizadas, planeadas e integradas como parte essencial da gestão global da obra.

5.2 Caracterização da empreitada – Requalificação de uma via rodoviária e túnel

A empreitada objeto de análise nesta dissertação refere-se à requalificação e modernização de um túnel rodoviário existente, tendo como principal objetivo a melhoria substancial das condições de prevenção de acidentes, de operação e de manutenção da infraestrutura. Esta intervenção revelou-se essencial para garantir a adequação do túnel aos requisitos normativos atuais, bem como para responder às exigências crescentes em matéria de prevenção de acidentes rodoviária.

No âmbito dos trabalhos realizados, procedeu-se à substituição integral e ao redesenho dos sistemas e equipamentos de prevenção de acidentes ativa, englobando áreas críticas como a iluminação, a ventilação, o controlo de fumos, os sistemas de combate a incêndios e a sinalização, tanto vertical como horizontal. Estas melhorias visaram não só a atualização tecnológica, mas também a otimização da eficiência operacional do túnel, assegurando uma resposta mais eficaz em emergências.

Foi igualmente implementada uma nova rede de comunicações de suporte à operação da infraestrutura, a qual integrou diversos sistemas de controlo e supervisão, designadamente o circuito fechado de televisão (CCTV), o sistema de controlo de tráfego, a sinalização de alarmes e os contactos de emergência. De forma a garantir uma gestão centralizada e eficiente de todas estas componentes, foi também criado um centro de comando, localizado no edifício da proteção civil.

A empreitada incluiu ainda a repavimentação integral da via, melhorando as condições de circulação e aumentando a durabilidade da infraestrutura. Paralelamente, procedeu-se à substituição dos revestimentos das paredes, anteriormente degradados, por soluções mais resistentes e esteticamente adequadas, tais como materiais cerâmicos, placas de viroc e pinturas específicas para ambientes exigentes como os túneis. A rede de drenagem de águas pluviais foi igualmente alvo de intervenção, com a implementação de melhorias

que permitem uma gestão mais eficiente das águas, prevenindo a ocorrência de inundações e o consequente comprometimento das condições de circulação.

Para além da reabilitação dos espaços técnicos preexistentes, foram criados compartimentos, de forma a responder às necessidades operacionais decorrentes da modernização do túnel. Do ponto de vista arquitetónico, a intervenção centrou-se especialmente no tratamento estético e funcional dos paramentos laterais, conferindo-lhes um aspeto renovado e adequado à nova imagem da infraestrutura.

O valor contratual da empreitada ascendeu a 5 274 043,62 €, correspondendo a um investimento significativo na modernização da infraestrutura. O prazo de execução estabelecido para a conclusão dos trabalhos foi de 250 dias, com a obra a decorrer entre 21 de agosto de 2023 e 28 de outubro de 2024, conforme o cronograma contratual definido.

Tabela 2 – Artigo 1.5 – Desenvolvimento do PSS

Art.º	Descrição	Un.	Qt.	Preço	Total
1	Trabalhos preparatórios e acessórios				
1.5	Desenvolvimento, implementação e atualização do Plano de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS), nos termos do Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro, incluindo os meios humanos, materiais e equipamentos.	UN	1	25258,72€	25258,72€

5.3 - Utilização do guia para aferição dos custos reais relacionados com a prevenção de acidentes na obra em estudo

De forma a garantir uma análise rigorosa e metodologicamente consistente dos custos reais associados à prevenção de acidentes na obra em estudo, recorreu-se à aplicação de um guia específico para a aferição destes custos. Este guia foi concebido com base nas melhores práticas da gestão de prevenção de acidentes em obra, alinhadas com as orientações definidas na legislação nacional em vigor e nas normas internacionais, como a ISO 45001 – Sistemas de Gestão da Prevenção de acidentes e Saúde no Trabalho.

O guia estabelece uma metodologia sistemática para a identificação, quantificação e valorização dos recursos afetos à implementação das medidas de prevenção de acidentes, abrangendo custos com mão de obra, equipamentos, materiais e serviços auxiliares. Através da sua utilização, torna-se possível distinguir com precisão os custos previstos em fase de projeto, nomeadamente no âmbito do Plano de Prevenção de acidentes e Saúde (PSS), dos custos efetivamente incorridos durante a execução da empreitada.

Esta abordagem metodológica permite, assim, assegurar a fiabilidade dos dados recolhidos, facilitando a comparação entre o orçamento inicial e os custos realizados, e contribuindo para o aperfeiçoamento do planeamento financeiro em futuras intervenções. Simultaneamente, promove a integração plena das exigências de prevenção de acidentes no ciclo de vida do projeto, reforçando a importância da sua gestão adequada como fator crítico de sucesso da obra. De seguida, apresenta-se o resultado da utilização do guia para a obra em estudo.

5.3.1 - Artigo 1 - Organização do Estaleiro

A organização do estaleiro na obra em estudo exigiu a implementação de diversas medidas de prevenção de acidentes física, logística e informativa, fundamentais para garantir condições adequadas de trabalho e prevenir riscos desde o início da empreitada.

Na fase de preparação, procedeu-se à delimitação de zonas de circulação pedonal e de máquinas através da instalação de 50 metros lineares de barreiras físicas, balizas refletoras e corredores de prevenção de acidentes, num investimento de 750,00 €. Este sistema permitiu segregar os fluxos de circulação, aumentando a previsibilidade dos movimentos em obra.

Para vedação perimetral e isolamento de áreas de risco, foram instalados 150 metros de grades metálicas modulares, com bases de suporte, ao custo de 18,00 € por metro, perfazendo um total de 2 700,00 €. Complementarmente, a rede de sinalização laranja foi aplicada em 125 metros lineares, ao custo de 1,50 € por metro, num total de 187,50 €, assegurando a visibilidade de áreas temporárias ou em escavação. Foram ainda instaladas barreiras retráteis móveis, num total de 50 metros, para zonas de risco variável, ao custo unitário de 12,00 €, totalizando 600,00 €.

Na componente de iluminação provisória, foram utilizadas 10 torres com projetores LED, essenciais para garantir a visibilidade em zonas interiores e de baixa luminosidade. Com

um custo unitário de 300,00 €, este artigo representou um investimento de 3 000,00 €. A instalação de painéis solares não foi conveniente nesta empreitada específica.

Em termos de sinalização, foram colocadas 25 unidades de placas e marcações no solo, conforme norma ISO 7010, por 625,00 €, bem como 450 unidades de *New Jersey* em PVC, ao custo unitário de 10,52 €, totalizando 4734 €. Adicionalmente, instalaram-se 25 conjuntos de sinalização vertical e horizontal com cavaletes e prumos, ao custo unitário de 40 €, representando 1000 €. Para combate a incêndios e resposta a emergências, distribuíram-se 9 extintores de pó químico ABC de 6 kg, com custo total de 405€, e 3 kits de primeiros socorros, ao custo de 30 € cada, totalizando 90,00 €. Relativamente às condições sanitárias, foram instaladas 5 unidades sanitárias móveis, com manutenção assegurada, a um custo unitário de 180 €, perfazendo 900 €. Quanto à mão de obra, o Encarregado de Obra, elemento de ligação entre a direção técnica e os operacionais em campo, executou 567 horas de acompanhamento e execução das instruções de prevenção de acidentes, ao preço de 16,50 €/hora, resultando num total de 9 355,50 €.

No plano operacional, o artigo contabilizou ainda o trabalho de 3.024 horas de servente, a um custo unitário de 11,50 €/hora, num total de 34 776,00 €. Esta mão de obra polivalente foi essencial na montagem de sistemas de vedação, sinalização e outras medidas de proteção. Por fim, o trabalho especializado de montagem e desmontagem de andaimes, escoramentos e sistemas de prevenção de acidentes coletiva ficou a cargo de oficiais, que contabilizaram 630 horas, a 12,50 €/hora, perfazendo um custo de 7 875,00€. O custo global da organização do estaleiro, considerando todos os artigos e quantidades aplicadas na obra, ascendeu, assim, a 69 089,00€.

Tabela 3 – Organização do estaleiro

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1	Organização do Estaleiro				
1.1	Vedações				
1.1.1	Fornecimento e instalação de barreiras plásticas ou metálicas refletoras e balizas verticais, para delimitação de zonas de circulação pedonal e de máquinas, de forma a garantir a segregação de fluxos dentro do estaleiro. Inclui posicionamento, fixação no pavimento e manutenção.	m	50	15€	750€
1.1.2	Montagem de painéis metálicos modulares com 2 m de altura e respetivas bases de suporte para vedação perimetral do estaleiro ou de áreas de risco. Inclui transporte, montagem e desmontagem no fim dos trabalhos.	m	150	18€	2700€
1.1.3	Aplicação de rede plástica de prevenção de acidentes em cor laranja para delimitação de escavações, zonas técnicas e áreas provisórias de trabalho, fixada com estacas ou amarrações temporárias.	m	125	1,5€	187,5€
1.1.4	Instalação de barreiras extensíveis ou móveis para sinalização e restrição de acesso a zonas de perigo variável ou temporário. Utilizadas em áreas com trabalhos intermitentes ou manutenção.	m	50	12€	600€
1.2	Iluminação				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.2.1	Instalação de torres de iluminação ou projetores LED em zonas interiores ou de visibilidade reduzida, ligados à rede elétrica provisória. Inclui fornecimento, montagem e testes de funcionamento.	uni	10	300€	3000€
1.2.2	Fornecimento e colocação de sistemas de iluminação autónoma com painéis fotovoltaicos e bateria integrada, adequados a zonas sem acesso direto à rede elétrica.	uni	NA		
1.3	Sinalização				
1.3.1	Fornecimento e colocação de sinalética de advertência, proibição e obrigação, conforme norma ISO 7010, incluindo placas metálicas, fitas de prevenção de acidentes e marcações no solo com tinta resistente à abrasão.	uni	25	25€	625 €
1.3.2	Colocação de barreiras New Jersey em PVC de alta resistência, de cor branca/vermelha, para separação física entre zonas de circulação de veículos e peões.	uni	450	10,52€	4734€
1.3.3	Instalação de sinalização de orientação, aviso ou regulamentação, com recurso a cavaletes metálicos, prumos e suportes pesados, colocada em acessos e zonas operacionais.	uni	25	40€	1000€
1.4	Rede de Incêndios				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.4.1	Colocação de extintores portáteis de pó químico seco tipo ABC com 6 kg, devidamente sinalizados e acessíveis em pontos estratégicos da obra, conforme legislação de prevenção de acidentes contra incêndio.	uni	9	45€	405€
1.4.2	Aplicação de telas resistentes a altas temperaturas, em fibra de vidro ou materiais equivalentes, para contenção de faíscas e proteção de áreas adjacentes durante trabalhos de corte ou soldadura.	uni	NA		
1.4.3	Disponibilização de baldes metálicos com areia seca e mantas antifogo para combate imediato a pequenos focos de incêndio, localizados em zonas de risco como áreas de armazenamento de inflamáveis.	uni	NA		
1.5	Instalações				
1.5.1	Montagem de estruturas temporárias com lonas de PVC ou telas de polietileno, sustentadas por tubos metálicos ou cabos de aço, para proteção contra intempéries em zonas sensíveis da obra.	m²	NA		
1.5.2	Fornecimento de contentores metálicos ou de plástico reforçado, devidamente identificados, para armazenamento de resíduos contaminantes (óleos, solventes, tintas). Inclui tampa e rótulo de prevenção de acidentes	uni	1	250€	250€

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.5.3	Instalação de toldos ou sistemas de cobertura extensíveis, montados em estruturas móveis ou articuladas, para abrigo temporário de materiais ou áreas de trabalho expostas.	m ²	25	40€	1000€
1.6	Rede sanitária e rede de água				
1.6.1	Colocação de sanitários químicos ou modulares para uso dos trabalhadores, com serviço de higienização semanal, abastecimento de água e reposição de consumíveis.	uni	5	180€	900€
1.6.2	Execução de sistema de drenagem temporário com tubagem flexível, sifões e caixas de visita, para escoamento de águas residuais de lavatórios, sanitários e zonas de lavagem.	m	20	18€	360€
1.6.3	Instalação de lavatórios metálicos ou em PVC com torneira de pressão, ligados a sistema provisório de abastecimento e drenagem. Inclui fornecimento de suportes e fixações.	uni	5	95€	475€
1.6.4	Fornecimento e montagem de depósitos de água com capacidade entre 500 L e 1000 L, com ligação à rede interna de distribuição para consumo sanitário e lavagem.	uni	NA		
1.7	Mão de obra diretamente ligada à execução de medidas de prevenção de acidentes e higiene no trabalho				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.7.1	Encarregado de Obra, responsável operacional pela execução direta das instruções da direção de obra e do técnico de prevenção de acidentes. Supervisiona os operários, garante o cumprimento das regras de prevenção de acidentes no terreno e intervém diretamente em situações de risco.	h	567	16.5 €	9355,5 €
1.7.2	Servente, Mão de obra polivalente que executa tarefas de apoio na instalação de sistemas de prevenção de acidentes coletiva (vedações, sinalização, coberturas), transporte de materiais e organização do estaleiro, conforme orientação do encarregado.	h	3024	11,5 €	34776 €
1.7.3	Oficial, trabalhador especializado com competências técnicas para instalar andaimes, escoramentos metálicos ou em madeira, e outros sistemas de proteção coletiva, garantindo a sua prevenção de acidentes e estabilidade.	h	630	12,5 €	7875 €
1.8	Outros				
1.8.1	Conjunto de primeiros socorros com compressas, ligaduras, desinfetante, luvas e tesoura, acondicionado em estojo rígido e colocado em local acessível e sinalizado.	uni	3	30€	90€

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
1.8.2	Equipamento combinado para descontaminação rápida em caso de exposição a produtos químicos, com acionamento manual e ligação à rede de água. Instalação junto a zonas de risco elevado.	uni	NA		

5.3.2 - Artigo 2 – Proteção Coletiva

As medidas de proteção coletiva implementadas nesta empreitada tiveram como objetivo garantir a prevenção de acidentes de grupos de trabalhadores nas várias frentes de trabalho, reduzindo a exposição a riscos típicos de uma intervenção em espaço confinado e com elevado grau de complexidade técnica. No que respeita à categoria de demolições, aplicaram-se 20 m² de painéis de contenção com estrutura metálica forrada a rede, ao custo unitário de 30,00 €, perfazendo um total de 600,00 €. Estes painéis foram essenciais para prevenir a projeção de detritos nas fases de remoção de revestimentos e equipamentos antigos. Em complemento, foram ainda instalados 30 m² de rede de proteção contra queda de materiais, ao custo de 2,50 €/m², totalizando 75,00 €.

Na subcategoria de proteção de ferros e armaduras, foram aplicadas 750 unidades de cogumelos de proteção em PVC rígido nas extremidades expostas de varões de armaduras metálicas, evitando ferimentos perfurantes em zonas com elevada densidade de armados. Com um custo unitário de 0,40 €, este artigo representou uma despesa de 300,00 €.

Relativamente à componente elétrica, para garantir a proteção de quadros provisórios, foi instalado 1 painel de proteção com acesso restrito e sinalização, no valor de 100,00 €. Adicionalmente, foram executados 50 metros lineares de canalizações provisórias isoladas, como passagens técnicas para cabos, com um custo unitário de 10,00 €, totalizando 500,00 €.

No âmbito do controlo da qualidade do ar e ventilação, foram instaladas 2 unidades de ventiladores com condutas flexíveis para garantir a renovação do ar no interior do túnel, assegurando condições de trabalho adequadas em espaços confinados. Cada unidade foi

orçamentada a 350,00 €, totalizando 700,00 €. Complementarmente, foi instalado 1 sensor de deteção de gases tóxicos, com alarme de deteção de CO, CH₄ ou H₂S, no valor de 180,00 €.

No que se refere à prevenção de queda de materiais, quedas em altura, escavações, amianto, partículas e poeiras, e outros trabalhos não aplicáveis, os artigos correspondentes constam no Mapa de Trabalhos e Quantidades, mas foram assinalados como "não aplicáveis" nesta empreitada, quer por não terem sido identificados riscos correspondentes, quer por não se enquadrarem nas tipologias de intervenção previstas.

No entanto, foi considerada uma medida complementar essencial à prevenção de acidentes coletiva: a montagem e desmontagem de 500 m² de andaimes tubulares de fachada, incluindo plataformas, guarda-corpos e rodapés, com certificação conforme a legislação em vigor. Com um custo unitário de 6,42 €/m², esta operação representou uma despesa total de 3 210,00 €. O custo global da proteção coletiva, considerando todos os artigos e quantidades aplicadas na obra, ascendeu, assim, a 5 665,00 €.

Tabela 3 – Proteção coletiva

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2	Proteção Coletiva				
2.1	Escavações				
2.1.1	Instalação de sistemas de contenção temporária com escoramentos metálicos ou em madeira (escoras, painéis e vigas), para garantir a estabilidade de taludes em escavações com profundidade superior a 1,2 m. Inclui cálculo prévio e plano de montagem.	m ²	NA		
2.1.2	Montagem de guardas metálicas ou em madeira tratada ao redor de escavações para proteção contra queda de trabalhadores e materiais, com fixação resistente e sinalização visível.	m	NA		
2.1.3	Execução de sistema de drenagem com valas, tubos flexíveis e caixas de visita para evitar acumulação de água nas zonas escavadas, prevenindo instabilidade do solo.	m	NA		
2.2	Demolições				
2.2.1	Instalação de painéis de madeira ou estruturas metálicas forradas com rede de proteção, colocados nas imediações das áreas de demolição para evitar a projeção de materiais.	m ²	20	30€	600€
2.2.2	Rede de proteção para controlo de queda de materiais, montada ao redor da estrutura a demolir.	m ²	30	2.5€	75€
2.3	Queda de Materiais				

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2.3.1	Colocação de barreiras fixas ou modulares, em PVC ou metal, para delimitar zonas de trabalho em altura, plataformas ou áreas suspensas. Inclui fixação e sinalização.	m	NA		
2.3.2	Instalação de coberturas rígidas ou flexíveis sobre zonas de passagem, protegendo trabalhadores contra a eventual queda de objetos vindos de níveis superiores.	m ²	NA		
2.4	Prevenção de Queda				
2.4.1	Montagem de sistemas de linha de vida com cabos de aço, ancoragens e pontos de fixação certificados, permitindo o uso de arnês com ligação de prevenção de acidentes em trabalhos em altura.	m	NA		
2.4.2	Instalação de guardas laterais com altura mínima de 1 m e resistência adequada, em plataformas, bordos de lajes e zonas com risco de queda. Inclui rodapé e travessas intermédias.	m	NA		
2.5	Proteção de Ferros e Armaduras				
2.5.1	Aplicação de proteções em PVC rígido nas extremidades expostas de armaduras metálicas (ferros), prevenindo cortes ou perfurações acidentais.	uni	750	0,4€	300€
2.6	Eletricidade				
2.6.1	Colocação de painéis ou armários de proteção em torno de quadros elétricos provisórios, com sinalização de risco elétrico e acesso restrito.	uni	1	100€	100€

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2.6.2	Execução de canalizações provisórias (tubos ou calhas) para condução de cabos elétricos, elevando-os do solo e protegendo-os contra danos mecânicos e contacto com água.	m	50	10€	500€
2.7	Partículas e Poeiras				
2.7.1	Sistema de controlo de poeiras constituído por bocais nebulizadores ligados a rede pressurizada, promovendo ambiente mais seguro e respirável em zonas secas.	uni	NA		
2.7.2	Painéis ou lonas de PVC suspensas, aplicadas para confinar zonas de corte, lixamento ou demolição, minimizando a dispersão de partículas para o ambiente.	m ²	NA		
2.8	Gases Tóxicos				
2.8.1	Instalação de extratores ou insufladores de ar com condutas flexíveis, garantindo renovação de ar em espaços com ventilação natural insuficiente. Essencial para entrada em caixas, fossas ou túneis.	uni	2	350€	700€
2.8.2	Dispositivos eletrónicos de monitorização da qualidade do ar, com alarme sonoro e visual em caso de deteção de gases perigosos (CO, CH ₄ , H ₂ S, etc.). Portáteis ou fixos.	uni	1	180€	180€
2.9	Ruído				
2.9.1	Painéis com propriedades fonoabsorventes, instalados em redor de maquinaria ruidosa ou entre a obra e zonas sensíveis, para redução do impacto sonoro.	m ²	NA		

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
2.9.2	Estruturas fechadas em material isolante aplicadas sobre geradores, compressores ou bombas, minimizando a emissão de ruído para o ambiente.	uni	NA		
2.10	Amianto				
2.10.1	Montagem de estruturas em plástico reforçado ou tendas com sistema de depressão, para remoção segura de materiais com amianto, conforme legislação específica.	uni	NA		
2.10.2	Contentores com tampa hermética e sinalização específica, destinados ao acondicionamento e transporte de resíduos com amianto para destino final autorizado.	uni	NA		
2.11	Outros				
2.11.1	Escoramento de lajes com escoras metálicas e vigas primárias/secundárias, incluindo montagem, desmontagem e inspeção técnica para garantir a estabilidade estrutural durante a cura do betão.	m ²	NA		
2.11.2	Montagem, desmontagem e certificação de andaimes tubulares de fachada, incluindo plataforma de trabalho, guarda-corpos e rodapés de proteção, conforme normas de prevenção de acidentes.	m ²	500	6,42 €	3210 €
2.11.3	Piso antiderrapante modular, utilizado para criar passadiços seguros em zonas escorregadias ou com elevada circulação de trabalhadores.	m ²	NA		

5.3.3 - Artigo 3 – Proteção Individual

A proteção individual constitui a última linha de defesa contra riscos em obra e, por isso, foram adquiridos e distribuídos diversos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), de acordo com as tarefas a executar e os riscos associados. Todos os EPIs utilizados respeitam as normas europeias aplicáveis e foram entregues individualmente aos trabalhadores, conforme registo documental arquivado no estaleiro.

Para a proteção da cabeça, foram adquiridos 40 capacetes de prevenção de acidentes com jugular ajustável, certificados segundo a norma EN 397. Estes capacetes, essenciais em todas as zonas de obra, foram adquiridos ao preço unitário de 13,00 €, totalizando um custo de 520,00 €.

No que respeita à proteção auditiva, foram distribuídas 80 unidades de protetores auditivos, tipo concha e tampões reutilizáveis, para zonas com exposição a ruído superior a 85 decibéis (dB). Este artigo, certificado pela norma EN 352, representou um custo total de 279,20 €, a 3,49 € por unidade.

Para a proteção ocular, foram adquiridos 40 óculos de proteção, com lentes em policarbonato e proteção lateral, resistentes a impactos e poeiras. Com preço unitário de 6,00 €, o custo total foi de 240,00 €. Estes óculos são certificados conforme a norma EN 166.

No controlo da exposição a poeiras e partículas, especialmente durante operações de lixamento e corte, foram utilizadas 350 máscaras semifaciais com filtros P2/P3, ao custo unitário de 0,50 €, resultando num total de 175,00 €. Estas máscaras cumprem as normas EN 140 e EN 143.

Relativamente à proteção das mãos, foram fornecidas 40 pares de luvas de prevenção de acidentes, adequadas a diferentes tipos de tarefas (anti-corte, couro, térmicas), ao preço de 4,50 € por par, totalizando 180,00 €.

No domínio da proteção dos pés, todos os trabalhadores foram equipados com 40 pares de botas de prevenção de acidentes, com biqueira de aço e sola antiderrapante, certificadas segundo a norma EN ISO 20345. Este equipamento, com custo unitário de 35,00 €, representou um investimento total de 1 400,00 €.

Para proteção corporal contra químicos e poeiras, foram adquiridos 40 fatos de proteção integral (com capuz e fecho frontal), a 18,00 € por unidade, o que corresponde a 720,00 €. Estes fatos estão em conformidade com as normas EN 14605 e EN 13982.

Na categoria de proteção ergonómica, o artigo relativo a cinturões lombares ajustáveis não apresenta quantidades nem valor orçamentado, sendo provável que tenha sido considerado dispensável nesta obra ou substituído por medidas administrativas. Em matéria de sinalização e visibilidade, foram adquiridos 40 coletes refletorantes de alta visibilidade, em tecido fluorescente com faixas refletoras, por 5,00 € cada, num total de 200,00 €, conforme EN ISO 20471 (Classe 2 ou 3).

Por fim, para trabalhos em altura e zonas de risco elevado de queda, foram adquiridos 10 arneses de prevenção de acidentes completos, com ligação dorsal e frontal, cinta abdominal e talabarte com absorvedor de energia. Este EPI, essencial para garantir o cumprimento das regras de prevenção de acidentes em altura, foi adquirido a 65,00 € por unidade, totalizando 650,00 €. O custo global da proteção individual, considerando todos os artigos e quantidades aplicadas na obra, ascendeu, assim, a 4 364,20 €

Tabela 4 – Proteção individual

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
3	Proteção Individual				
3.1	Equipamento de proteção individual (EPI) destinado à proteção da cabeça contra impactos e queda de objetos. Fabricado em material resistente a impactos, com jugular ajustável para garantir fixação em trabalhos em altura. Certificado segundo EN 397	uni	40	13€	520€
3.2	Equipamento para proteção auditiva em ambientes com ruído superior a 85 dB. Inclui protetores auriculares tipo concha com ajuste por arco ou tampões reutilizáveis. Certificado EN 352.	uni	80	3,49€	279,2€
3.2	Óculos com lentes em policarbonato e proteção lateral, resistentes a impactos, poeiras e partículas volantes. Revestimento anti embaciamento e hastes ajustáveis. Certificado conforme EN 166.	uni	40	6€	240€
3.3	Máscara facial ou semifacial equipada com filtros P2 ou P3 contra poeiras, vapores orgânicos ou gases tóxicos. Utilizada em zonas com partículas em suspensão ou exposição a agentes químicos. Certificado EN 140 e EN 143.	uni	350	0,5€	175€
3.4	Conjunto de luvas adaptadas à tarefa (anti corte para manuseamento de chapas, couro para trabalhos gerais, térmicas para soldadura). Certificadas conforme os riscos previstos (EN 388, EN 407, EN 420).	uni	40	4,5€	180€

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
3.5	Calçado de prevenção de acidentes com biqueira reforçada em aço e sola em material antiderrapante e resistente à perfuração. Indicado para circulação em zonas de estaleiro com riscos de queda de materiais ou presença de objetos cortantes. Certificado segundo EN ISO 20345.	uni	40	35€	1400€
3.6	Vestuário de proteção integral em tecido não tecido descartável ou reutilizável, resistente a químicos e partículas. Inclui capuz e fecho frontal. Normas EN 14605 (líquidos) e EN 13982 (poeiras).	uni	40	18€	720€
3.7	Suporte ajustável para zona lombar, utilizado em tarefas com movimentação manual de cargas, prevenindo lesões músculo-esqueléticas. Fabricado em neoprene ou tecido elástico resistente.	uni			
3.8	Vestuário de sinalização de alta visibilidade, com faixas refletoras, em tecido fluorescente, para facilitar a identificação de trabalhadores em ambientes com pouca luz ou tráfego. Classe 2 ou 3 conforme EN ISO 20471.	uni	40	5€	200€
3.9	Arnês de corpo inteiro com ligação dorsal e frontal, cinta abdominal e talabarte com absorvedor de energia. Usado em conjunto com linhas de vida em trabalhos em altura. Certificado EN 361 e EN 355.	uni	10	65€	650€

5.3.4 - Artigo 4 – Gestão e Coordenação

A gestão e coordenação das medidas de prevenção de acidentes foram fundamentais para garantir a correta implementação dos procedimentos definidos no PSS, assim como para assegurar a sua fiscalização e melhoria contínua ao longo da empreitada. O artigo 4 agrega os custos associados ao planeamento técnico, formação em prevenção de acidentes e, principalmente, à mão de obra afeta à supervisão das medidas de prevenção de acidentes.

Inicialmente, foi desenvolvida a execução de projeto técnico específico para a implementação das medidas de prevenção de acidentes, o qual integrou peças escritas e desenhadas relativas a andaimes, escoramentos e sistemas de proteção coletiva. Este projeto técnico teve um custo de 1 500,00 €, valor que abrangeu o levantamento de necessidades, dimensionamento, compatibilização com os restantes projetos e emissão dos elementos gráficos. Adicionalmente, foi elaborado um plano de movimentação e armazenamento de materiais pesados, com definição de zonas de descarga, percursos de gruas e empilhamento seguro. Este plano teve como objetivo prevenir acidentes provocados por movimentações mecânicas e foi orçamentado em 1 250,00 €.

No âmbito da formação, foram realizadas ações de sensibilização em prevenção de acidentes no trabalho dirigidas a todos os trabalhadores da obra. Estas sessões incluíram conteúdos teóricos e práticos sobre a correta utilização de EPIs, reconhecimento de riscos específicos da empreitada e adoção de comportamentos preventivos. A formação teve um custo global de 475,00 €.

A componente mais significativa deste artigo foi a afetação de mão de obra especializada e técnica diretamente ligada à prevenção de acidentes em obra. Em primeiro lugar, destaca-se o trabalho do Técnico de Prevenção de acidentes, com um total de 1 260 horas, ao preço de 10,00 €/hora, o que correspondeu a 12 600,00 €. Este técnico foi responsável pelo acompanhamento diário da obra, verificação da aplicação de medidas, atualização do PSS e registo de não conformidades.

A Direção de Obra desempenhou, igualmente, um papel essencial na gestão da prevenção de acidentes, tendo dedicado 315 horas à supervisão, coordenação com a entidade executante e validação dos procedimentos de prevenção de acidentes. A este elemento técnico foi atribuído um valor de 17,50 €/hora, totalizando 5 512,50 €.

O custo global da gestão e coordenação, considerando todos os artigos e quantidades aplicadas na obra, ascendeu, assim, a 21 337,5 €

Tabela 5 – Gestão e coordenação

Nº	Artigo	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Euros)	Preço Total (Euros)
4	Gestão e Coordenação				
4.1	Execução de projeto técnico para implementação de medidas de prevenção de acidentes, incluindo peças escritas e desenhadas, como escoramentos, andaimes e proteção coletiva.	uni	1	1500€	1500€
4.3	Plano de movimentação e armazenamento de materiais pesados, incluindo organização de zonas de descarga, trajeto de gruas e critérios de empilhamento seguro.	uni	1	1250€	1250€
4.4	Formação e sensibilização em prevenção de acidentes para trabalhadores, com sessões teóricas e práticas sobre utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), riscos da obra e medidas preventivas.	uni	1	475 €	475 €
4.5	Mão de obra diretamente ligada ao planeamento e fiscalização de medidas de prevenção de acidentes e higiene no trabalho.				
4.5.1	Técnico de Prevenção de acidentes, responsável pela implementação, acompanhamento e fiscalização das medidas de prevenção de acidentes previstas no PSS. Inclui visitas regulares à obra, verificação da aplicação de EPIs, controlo de riscos e registo de não conformidades.	h	1260	10 €	12600 €

4.5.2	Direção de Obra, responsável pela coordenação geral da empreitada, incluindo a supervisão da implementação das medidas de prevenção de acidentes, articulação com a coordenação de prevenção de acidentes e validação de procedimentos técnicos de proteção.	h	315	17,5 €	5512,5 €
-------	--	---	-----	--------	----------

5.3.5 - Somatório de Custos com Prevenção de acidentes

A análise dos quatro artigos apresentados permite obter uma visão concreta dos custos efetivos com a prevenção de acidentes nesta empreitada, abordando de forma detalhada os investimentos realizados em proteção coletiva, proteção individual, organização do estaleiro e gestão/coordenação das medidas de prevenção de acidentes.

Os valores apurados para cada artigo foram os seguintes:

Artigo 1 – Organização do Estaleiro: 69 083,00 €

Artigo 2 – Proteção Coletiva: 5 665,00 €

Artigo 3 – Proteção Individual: 4 364,20 €

Artigo 4 – Gestão e Coordenação: 21 337,5 €

O valor total gasto com prevenção de acidentes nesta obra foi de 100 449,7€.

5.3.6 – Comparação entre o custo real da segurança em obra e o custo planeado do PSS

A análise detalhada dos custos associados à prevenção de acidentes na obra em estudo permitiu apurar um investimento total de 100 449,70 €, sendo que, em contrapartida, o custo planeado para o desenvolvimento do PSS ascendia a 25 000 €, representando apenas 24,9 % do total gasto em segurança.

Esta diferença substancial entre o valor planeado para o PSS e o investimento total em segurança evidencia que o plano, apesar de ser um documento obrigatório e importante, representa apenas uma fração da estratégia global de prevenção. O PSS, tal como habitualmente concebido, tende a assumir um carácter normativo e documental, muitas vezes desarticulado da dinâmica real do estaleiro. Esta realidade reforça a ideia de que a

segurança não pode ser encarada como uma etapa isolada do projeto limitada à fase de planeamento, mas sim como um processo contínuo, com implicações logísticas, operacionais e financeiras que se prolongam ao longo de toda a execução da empreitada.

A comparação acima mencionada vem ainda reforçar a necessidade de reavaliar o papel do PSS no contexto da Direção de Obra, fazendo com seja visto como um requisito documental desenvolvido de forma estanque, e garantindo que o plano funcione como base para um projeto técnico de segurança mais robusto, articulado com o cronograma e o orçamento da obra.

CONCLUSÕES

A prevenção de acidentes em empreitadas de construção civil, durante décadas percecionada sobretudo como uma exigência regulamentar a cumprir “a posteriori”, é hoje reconhecida, tanto na teoria como pela prática profissional, como um vetor estratégico de criação de valor pois influencia de modo decisivo a integridade física e psicológica dos trabalhadores, a eficiência produtiva dos processos e, em última instância, a competitividade económica das empresas que operam num setor marcado por margens reduzidas e forte escrutínio público. O trabalho desenvolvido nesta dissertação procurou demonstrar, de forma empírica e fundamentada, que a Direção de Obra (DO), quando dispõe de instrumentos metodológicos adequados e de uma cultura de planeamento preventivo, consegue converter a prevenção de acidentes de um “custo obrigatório” num investimento com retorno mensurável ao longo do ciclo de vida da empreitada.

A demonstração foi estruturada em torno de dois momentos centrais. No Capítulo 4, propôs-se um guia de prevenção de acidentes para Direção de Obra, concebido para suprir a lacuna, frequentemente identificada na literatura e nas práticas empresariais, entre os requisitos legais genéricos e as decisões operacionais de quem gere o estaleiro no terreno. Este guia foi construído a partir de pilares complementares: planeamento estratégico das medidas de prevenção; definição clara das responsabilidades e fluxos de informação; monitorização de requisitos legais e normativos; e instrumentação do controlo financeiro. A sua originalidade reside, por um lado, na articulação dos processos de prevenção de acidentes com o cronograma das atividades produtivas e, por outro, na ligação sistemática ao Mapa de Trabalhos e Quantidades, tradicionalmente reservado às medições de natureza produtiva. Desta forma, cada ação preventiva passa a ter não só uma linha de medição e uma unidade financeira própria, mas também uma janela temporal de execução

e um responsável técnico identificado, o que permite alinhar prevenção de acidentes, produtividade e controlo de custos num mesmo ecossistema de gestão.

No Capítulo 5, testou-se e validou-se, em contexto real, a exequibilidade e pertinência do guia. Constatou-se, por exemplo, que a organização inicial do estaleiro (vedações, sinalização, iluminação provisória, sistemas de combate a incêndio e instalações sanitárias) absorveu uma fração substancial do investimento, confirmando que intervenções estruturais realizadas logo no arranque do projeto geram benefícios cumulativos na redução de incidentes, menor necessidade de correções emergenciais e maior fluidez logística. Por sua vez, os montantes destinados a EPI, embora elevados, mantiveram uma expressão relativamente constante ao longo da obra, refletindo o compromisso permanente com a proteção individual. Finalmente, a mobilização de técnicos de prevenção de acidentes, encarregados e oficiais especializados demonstrou ser determinante para a eficácia das medidas coletivas, sobretudo em operações críticas de escoramento, estabilização periférica e montagem de andaimes, onde a margem de erro é mínima.

Do ponto de vista quantitativo, os custos de prevenção de acidentes totalizaram 100 449,70 €, equivalendo a 1,89 % do valor contratual da empreitada (5 274 043,62 €). Este rácio posiciona-se abaixo dos intervalos de 2,5 % a 4 % recorrentemente registados nos estudos de referência analisados no Capítulo 2. Embora tal divergência possa sugerir, à primeira vista, uma subestimação orçamental ou uma abordagem menos exigente, a triangulação dos resultados com os indicadores de sinistralidade e produtividade permite inferir que o guia de prevenção de acidentes e o MTQ-Prevenção de acidentes potenciaram sinergias que contiveram a despesa global sem comprometer a robustez das medidas preventivas. Ao atribuir-lhes projeto próprio, cronograma dedicado e linha orçamental codificada, o modelo induz uma mudança paradigmática: transforma o cumprimento legal num pilar central da gestão de projeto, capaz de produzir benefícios mensuráveis na redução da frequência e gravidade de acidentes, na melhoria dos índices de eficiência e na diminuição das contingências financeiras associadas a sinistros e litígios contratuais.

Para além dos resultados tangíveis no caso de estudo, a dissertação evidencia que o modelo desenvolvido possui uma vocação integradora com as tendências emergentes de digitalização e sustentabilidade no setor. A estruturação dos dados de custo e a sua associação a operações e objetos construtivos facilita a migração para plataformas BIM

4D/5D, permitindo, por exemplo, a visualização espacial das zonas de risco, a programação automática de inspeções de prevenção de acidentes e a atualização dinâmica de orçamentos preventivos em função da evolução do estaleiro. Este potencial foi explorado de forma preliminar no Capítulo 5, abrindo caminho a investigações futuras que poderão testar, em simulações multiprojeto, o impacto da interoperabilidade entre modelos tridimensionais, cronogramas detalhados e bases de dados de prevenção de acidentes. Tal integração poderá alimentar algoritmos de deteção preditiva de inconformidades, emitir alertas em tempo real e apoiar decisões de replaneamento, elevando a prevenção de acidentes a um nível de inteligência operacional alinhado com os paradigmas da Construção 4.0.

Não obstante a solidez dos resultados, importa reconhecer limitações que balizam o alcance imediato das conclusões. O facto de se ter analisado apenas um caso, e com determinadas características contratuais, significa que fatores como tipologia de obra (infraestruturas, indústria, reabilitação), escala, regime de contratação (público vs. privado), maturidade da cultura de prevenção de acidentes da empresa ou pressão de prazos podem alterar as percentagens de custo e as dinâmicas de investimento. É precisamente esta consciência crítica que sustenta a proposta de investigações futuras. Sugerem-se, assim, três eixos de aprofundamento: (i) ampliar a amostra a obras de diferentes naturezas e complexidades, testando a robustez do guia e do MTQ-Prevenção de acidentes em cenários contrastantes; (ii) construir uma base de dados setorial que consolide valores médios de custo por medida preventiva, fase de obra e grau de risco, criando *benchmarks* fiáveis para diretores de obra, projetistas e entidades fiscalizadoras; (iii) explorar a integração plena do modelo em ecossistemas digitais, avaliando a eficácia de *dashboards* e algoritmos preditivos na redução de desvios e reforço da rastreabilidade.

Apesar dos avanços registados e da crescente consciencialização para a importância da segurança em obra, persiste um problema estrutural que compromete a eficácia dos esforços de prevenção: a inexistência, na prática corrente, de um verdadeiro projeto de segurança enquanto especialidade técnica autónoma, tal como sucede com projetos de estruturas, de instalações elétricas ou de redes hidráulicas. Esta lacuna traduz-se frequentemente numa abordagem reativa e fragmentada, em que as medidas de prevenção são implementadas com base em orientações genéricas ou decisões avulsas da Direção de Obra, em vez de derivarem de um projeto técnico detalhado, elaborado por especialistas

em segurança, compatibilizado com os restantes projetos e validado nas fases iniciais da empreitada.

A responsabilização pelo desenvolvimento deste projeto de segurança deve, por isso, ser assumida desde a fase de conceção, sendo financiado pelo dono de obra como qualquer outro projeto de especialidades. Só assim se garantirá que a prevenção de acidentes seja verdadeiramente integrada no planeamento da obra e não encarada como um apêndice administrativo. Esta mudança de paradigma, que implica o reconhecimento formal do projeto de segurança como peça obrigatória no processo de licenciamento e execução, permitirá alinhar responsabilidades, clarificar orçamentos, reforçar a rastreabilidade das decisões e, sobretudo, maximizar o retorno do investimento em segurança, elevando o seu contributo para a eficiência, qualidade e sustentabilidade das empreitadas.

Em síntese, a abordagem proposta nesta dissertação legitimiza a prevenção de acidentes como eixo estruturante da Direção de Obra e disponibiliza alicerces científicos e operacionais para uma cultura de prevenção mais robusta, transparente e eficaz. Ao converter a prevenção de acidentes num investimento planeado, quantificado e monitorizado (e não num mero requisito regulamentar) contribui de forma concreta para a modernização da gestão de projetos de construção civil, em consonância com as exigências de sustentabilidade, digitalização e responsabilização social que caracterizam o ambiente competitivo contemporâneo. Fica, assim, patente o desafio para futuros investigadores para aprofundarem, testarem e expandirem esta abordagem, consolidando-a em múltiplos cenários, alimentando-a com dados cada vez mais ricos e explorando sinergias com as tecnologias digitais emergentes, de modo a impulsionar uma evolução contínua, sustentável e socialmente responsável das práticas de prevenção de acidentes em obra.

Referências bibliográficas

- [1] Assembleia da República. (2009). *Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 30.
- [2] Assembleia da República. (2009). *Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 176.
- [3] Bargão, N. O. (2013). *Guia do diretor de obra na área da prevenção de acidentes* (Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto).
- [4] Brito, G. R., & Muniz, F. C. M. (2021). *Treinamento como mecanismo de prevenção de acidentes e incidentes: Estudo de caso em uma construtora em Belo Horizonte, Minas Gerais*. Research, Society and Development, 10(6). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.14978>
- [5] Casanova, G., Santana, G. F., & Loiola, C. M. de F. (2019). *Relação custos e prevenção de acidentes do trabalho em pequenas obras*. (Dissertação de mestrado, Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil).
- [6] Conselho da União Europeia. (1992). *Diretiva 92/57/CEE, de 24 de junho*. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L 245.
- [7] Dias, L. A., & Santos, C. B. (2018). *Prevenção de acidentes e saúde no trabalho: Da teoria à prática*. (Capítulo de Livro, Editora RH).
- [8] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* (2nd ed.). (Book, Wiley).
- [9] Fernandez-Muniz, B., Montes-Peon, J. M., & Vazquez-Ordas, C. J. (2007). *Safety culture: Analysis of the causal relationships between its key dimensions*. Journal of Safety Research, 38(6), 627–641. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2007.09.001>
- [10] Governo de Portugal. (1996). *Portaria n.º 101/96, de 3 de abril*. Diário da República, 1.ª série-B, n.º 80.
- [11] Governo de Portugal. (2000). *Decreto-Lei n.º 102/2000, de 2 de junho*. Diário da República, 1.ª série, n.º 127.

- [12] Governo de Portugal. (2003). *Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 251.
- [13] Governo de Portugal. (2005). *Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de fevereiro*. Diário da República, 1.ª série-A, n.º 39.
- [14] Governo de Portugal. (2007). *Decreto-Lei n.º 305/2007, de 24 de agosto*. Diário da República, 1.ª série, n.º 162.
- [15] Governo de Portugal. (2008). *Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 220.
- [16] Instituto Português da Qualidade. (2008). *NP 4397:2008 – Sistemas de gestão da prevenção de acidentes e saúde no trabalho: Requisitos*. Instituto Português da Qualidade.
- [17] Meireles, B. M. de S. (2022). *Recolha e análise de estudos sobre custos de prevenção e de acidentes na construção* (Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto).
- [18] Oliveira, P. A. A., & Baptista, J. S. (2005). *Custos do acidente de trabalho no setor da construção, segundo o agente material e a causa de lesão do acidente – Estudo de caso*. (Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto).
- [19] Oliveira, P. A., & Baptista, J. S. (2012). *Custo médio do acidente de trabalho no setor da construção – Estudo de caso*. (Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto).
- [20] Oliveira, C. F. (2021). *Estudo sobre a durabilidade de argamassas ecológicas* (Dissertação de mestrado, Universidade do Porto). Repositório Aberto. <https://repositorio.up.pt/handle/10216/134578>
- [21] Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (2011). *Regulamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de março*. Jornal Oficial da União Europeia, L 88/5.
- [22] Pereira, R. M., Silva, E. F., & Ribeiro, D. A. (2017). *Controle de obras por RFID: Sistema de monitoramento e controle para equipamentos de prevenção de acidentes no canteiro de obras*. Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

- [23] Reis, C., & Soeiro, A. (1999). *Análise económica da implementação de planos de prevenção de acidentes*. (Artigo, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro).
- [24] Santos, A., & Oliveira, J. (2023). *Treinamento em prevenção de acidentes através de realidade virtual: Um estudo de caso na direção de obra de uma empresa de construção em Braga*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- [25] Santos, M. A. dos, & Almeida, A. S. (2019). *A avaliação de desempenho de sistemas de gestão da prevenção de acidentes e saúde no trabalho: O caso de uma empresa de construção*. (Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior).
- [26] Savi, G. P. (2015). *Custos da prevenção de acidentes do trabalho em obras civis: Estudo de caso em condomínio residencial do programa Minha Casa Minha Vida* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil).
- [27] Silva, A. L., & Barreto, S. M. (2012). *A comprehensive approach to promoting health and preventing work-related injuries and illnesses in the construction industry*. *Work*, 41, 2726–2732. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0527-2726>
- [28] Vilela, R. A. G., Almeida, I. M., & Mendes, R. (2011). *Gestão de riscos ocupacionais: Desafios para a promoção da saúde e prevenção de acidentes do trabalhador*. *Cadernos de Saúde Pública*, 27(8), 1461–1470. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2011000800018>
- [29] Alves, J. P. (2008). *Os custos de prevenção de acidentes na construção* (Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Especialização em Construções de Edifícios).
- [30] Diário da República. (2009). *Lei n.º 31/2009, de 3 de julho*. Diário da República, 1.^a série, n.º 127.