



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Flávia da Rocha Sousa

Análise do planeamento e gestão de gruas nos estaleiros de construção em Portugal: Critérios para a seleção e fatores críticos de segurança





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Flávia da Rocha Sousa

Análise do planeamento e gestão de gruas  
nos estaleiros de construção em Portugal:  
Critérios para a seleção e fatores críticos de  
segurança

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação de  
Professor Doutor João Pedro Pereira Maia Couto  
Professora Doutora Emília Kohlman Rabbani

## AGRADECIMENTOS

Um enorme bem-haja aos meus pais Eusébio e Manuela que foram incansáveis ao longo destes anos. Agradeço todo o apoio, incentivo e carinho, só assim foi possível concretizar um dos grandes objetivos da minha vida.

Um obrigado especial ao meu namorado Vasco, por todo o Carinho, compreensão e apoio prestado.

De igual modo, um muito obrigado a toda a minha família, em especial ao meu querido avô Manuel, que olha por mim lá do céu.

Um agradecimento especial aos meus amigos João José e Filipa, por todo o apoio e amizade prestada.

Um agradecimento especial às minhas colegas Raquel, Ana Margarida, Bruna e Vera, um bem-haja!

Um agradecimento muito especial ao professor orientador, João Pedro Couto, pelo apoio, incentivo, compreensão, amizade e pela grande disponibilidade que sempre demonstrou ao longo de todo o percurso. Obrigada por toda a amizade demonstrada!

Um agradecimento à professora co-orientadora, Emília Rabbani, pela disponibilidade, apoio e compreensão em todos os momentos.

Um agradecimento ao professor Aviad Shapira, pela gentileza em disponibilizar o modelo da sua entrevista.

Um agradecimento a todos os entrevistados, pela colaboração e disponibilidade, pois sem eles, nada faria sentido.

Agradeço à Universidade do Minho por toda a formação e tradição académica proporcionada ao longo desta árdua caminhada.

Por último, um obrigada a todos, que de uma forma ou de outra, tornaram este sonho possível.



## RESUMO

Devido à constante evolução da construção, os métodos construtivos tradicionais foram substituídos por processos que requerem equipamentos mais eficazes e é desta forma que as guas surgem como principal equipamento nos estaleiros. A grua torre passou a simbolizar a fase de construção dos edifícios, sendo o equipamento mais visível nos estaleiros, não só devido à sua dimensão, mas também pela sua característica principal, ou seja, a função de executar movimentos indispensáveis tanto na horizontal como na vertical. A presente dissertação desenvolver-se-á em torno de um objetivo principal que se centra em descrever as características específicas do planeamento, seleção e manuseamento das guas utilizadas nos estaleiros e identificar as principais características culturais que afetam o seu estudo e planeamento. Com efeito, este trabalho foi iniciado com o estudo de conceitos, características e particularidades dos diferentes tipos de grua, sendo também estudados os principais movimentos operacionais das guas. De seguida, analisaram-se os critérios considerados na seleção das guas, a cultura relativamente ao uso de guas torre, os fatores que afetam a segurança nos estaleiros com grua, os requisitos de segurança nas operações das guas e o desenvolvimento tecnológico. No âmbito deste trabalho e com propósito de atingir o objetivo principal identificado, desenvolveu-se e aplicou-se uma entrevista num conjunto de estaleiros de construção selecionados, com base no modelo desenvolvido e consolidado em diversos estudos por *Aviad Shapira*. Na seleção dos casos de estudo não foram estabelecidos critérios mínimos, com a exceção da localização geográfica – procurou-se reunir casos de estudo na área geográfica da residência do autor, ou nas proximidades -, pelo que todos os projetos encontrados nesta região que incluíam uma grua torre e cujos responsáveis manifestaram disponibilidade para colaborar, foram objeto de estudo. A entrevista foi estruturada em oito secções: identificação do caso de estudo; dados gerais da obra; informação do edifício/estrutura; informação do estaleiro; dados sobre guas torre; processo de montagem/desmontagem da grua; planeamento de equipamentos – o caso das guas; e fatores que afetam a segurança nos estaleiros. Posteriormente, após a recolha de informação, procedeu-se à análise e tratamento de dados. Os resultados obtidos mostram o elevado nível de importância dado pelos responsáveis dos estaleiros de obra em relação ao planeamento e segurança das guas.

**Palavras-Chave:** Estaleiro, Grua, Planeamento, Segurança, Entrevista.



## ABSTRACT

Due to the constant evolution of construction, traditional building methods have been replaced by processes that require more effective equipment and this is how the cranes emerge as main equipment on construction sites. The tower crane is the symbol of the construction of buildings, not only because of its size but also for its main feature, the function to execute essential moves both horizontally and vertically.

The main objectives of this dissertation are describing the specific characteristics of planning, selection and handling of cranes used on construction sites and identifying key (the main) cultural characteristics that affect its study and planning. Therefore, this work began with the study of concepts, characteristics and peculiarities of different types of cranes, and also (the study of) the principal operating movements of cranes. Then, the criteria considered in the selection, culture of use, factors affecting safety on construction sites, requirements of safety in the operations and technological development of cranes were analyzed.

In this work, and with the purpose of achieving the main objective identified, it was developed and applied an interview in a set of construction sites selected based on the model developed and consolidated in several studies by Aviad Shapira. It wasn't established any minimum criteria in the selection of case studies, with the exception of the geographic location – there was an attempt to gather case studies in the author's geographic area of residence or nearby. So, all the construction sites with a tower crane found in that region, and whose people in charge showed willingness to collaborate, have been studied. The interview was structured into eight sections: identification of the case study; general data of the construction work; information of the building/structure; information of the construction site; data on tower cranes; assembly/disassembly process of the crane; planning of equipment - the case of cranes; and, factors affecting safety on construction sites. After collecting all the information needed, the analysis and data processing was done.

The results obtained show how important is the planning and safety of cranes to the people in charge of those construction sites.

**Key Words:** Construction site, Crane, Planning, Safety, Interview.





# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABELAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos da dissertação .....	2
1.3 Metodologia da investigação .....	3
1.4 Organização da dissertação .....	4
<b>2 GRUAS NOS ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
2.1 Introdução .....	7
2.2 Tipos de grua.....	8
2.2.1 Gruas torre .....	8
2.2.2 Grua de base fixa .....	10
2.2.3 Grua ascensional .....	12
2.2.4 Grua com lança elevatória .....	14
2.2.5 Grua móvel assente em carris .....	14
2.2.6 Grua auto montante .....	16
2.2.7 Síntese.....	17
2.3 Movimentos operacionais das gruas .....	18
2.4 Desenvolvimento tecnológico .....	19
2.4.1 Software de planeamento.....	20
2.4.2 Sistemas de câmaras auxiliares – “blind lift” .....	20
2.4.2.1 Finalidade e organização do sistema.....	23
2.4.2.2 Relevância da implementação do sistema.....	25
2.4.3 Sistemas de anti colisão .....	25
<b>3 CULTURA/HÁBITOS NO PLANEAMENTO E USO DE GRUAS .....</b>	<b>27</b>
3.1 Cultura da utilização de gruas móveis na construção (Aviad Shapira e Jay D. Glascock, 1996) 27	
3.1.1 Variáveis de pesquisa .....	28
3.1.2 Conclusão.....	31
3.2 Seleção de gruas móveis para projetos de construção (Aviad Shapira e Clifford J. Schexnayder, 1999).....	32
3.2.1 Introdução .....	32
3.2.2 Processo de seleção dos fatores para as entrevistas.....	33
3.2.3 Classificação dos fatores que afetam a seleção da grua – grau de importância .....	33
3.2.4 Planeamento do equipamento .....	35
3.2.5 Conclusão.....	38
3.3 Proposta de critérios/fatores a considerar no estudo e seleção de gruas .....	39
<b>4 SEGURANÇA DOS ESTALEIROS COM GRUAS TORRE.....</b>	<b>43</b>
4.1 Identificação e análise dos fatores que afetam a segurança dos estaleiros com gruas torre (Aviad Shapira e Beny Lyachin, 2009).....	43
4.1.1 Introdução .....	43

4.1.2	Metodologia adotada .....	44
4.1.3	Identificação dos fatores que afetam a segurança .....	44
4.1.4	Grau de influência .....	46
4.1.5	Conclusão.....	47
<b>4.2</b>	<b>Causas comuns dos acidentes com grua torre .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3</b>	<b>Segurança com guias torre: Estudo desenvolvido por <i>Vivian Tam</i> e <i>Ivan Fung</i> (2011). 49</b>	<b>49</b>
4.3.1	Introdução .....	49
4.3.2	Fatores que afetam a segurança nas operações de guias de torre .....	49
4.3.2.1	Negligencia dos intervenientes nas operações de guias de torre .....	49
4.3.2.2	Formação inadequada.....	50
4.3.2.3	Práticas de subcontratação nas operações de grua de torre .....	50
4.3.2.4	A pressão dos prazos .....	50
4.3.3	Metodologia de investigação.....	51
4.3.4	Resultados.....	51
4.3.5	Recomendações .....	54
4.3.6	Conclusões .....	55
<b>4.4</b>	<b>Legislação nacional aplicável às guias.....</b>	<b>56</b>
4.4.1	Máquina .....	56
4.4.2	Equipamentos de trabalho com riscos específicos .....	56
4.4.2.1	Verificação dos equipamentos de trabalho.....	57
4.4.3	Equipamentos de trabalho de elevação de cargas.....	57
4.4.3.1	Organização do trabalho na elevação de cargas .....	58
4.4.4	Gruas.....	58
4.4.4.1	Gruas fixas.....	59
4.4.4.2	Gruas móveis.....	59
<b>5</b>	<b>CASOS DE ESTUDO .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1</b>	<b>Identificação e dados gerais dos casos de estudo .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2</b>	<b>Informação sobre os edifícios dos casos de estudo .....</b>	<b>69</b>
<b>5.3</b>	<b>Informação dos estaleiros.....</b>	<b>71</b>
<b>5.4</b>	<b>Dados sobre a grua torre.....</b>	<b>72</b>
<b>5.5</b>	<b>Processo de Montagem/Desmontagem da grua .....</b>	<b>78</b>
<b>5.6</b>	<b>Planeamento dos equipamentos – guias .....</b>	<b>80</b>
5.6.1	Fatores que afetam a seleção e localização das guias.....	82
5.6.1.1	Grau de influência .....	82
5.6.1.2	Fatores com melhor classificação.....	84
5.6.1.3	A classificação dos fatores .....	85
5.6.2	Prioridade dos fatores .....	86
5.6.3	Participantes no processo de seleção .....	88
5.6.4	Plano de equipamentos .....	92
5.6.4.1	Fase de Concurso.....	92
5.6.4.2	Fase de Preparação e Planeamento .....	93
5.6.4.3	Fase da Construção.....	93
5.6.4.4	Conclusão .....	93
5.6.5	Mudanças no projeto .....	94
<b>5.7</b>	<b>Fatores que afetam a segurança das guias nos estaleiros .....</b>	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>103</b>
<b>6.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>103</b>
<b>6.2</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>103</b>
<b>6.3</b>	<b>Proposta para futuros trabalhos.....</b>	<b>107</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>109</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>
	<b>Anexo I: Entrevista realizada nos estaleiros selecionados .....</b>	<b>117</b>
	<b>Anexo II: Guia de orientação para o entrevistador .....</b>	<b>129</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Constituição de uma grua torre.....	9
Figura 2. Esquema de uma grua de base fixa .....	10
Figura 3. Altura livre máxima .....	11
Figura 4. Esquema de uma grua de base fixa com ancoragens ao edifício .....	12
Figura 5. Esquema de uma grua assente em carris .....	15
Figura 6. Grua assente em carris.....	16
Figura 7. Grua fixada no poço do elevador .....	13
Figura 8. Esquema de uma grua com lança elevatória.....	14
Figura 9. Esquema de uma grua auto montante.....	17
Figura 10. Processo de inserção de um elemento da torre durante a telescopagem de uma grua torre fixa. ....	18
Figura 11. Obstrução da visibilidade da área de carga/descarga a partir da cabine do operador .....	21
Figura 12. Amanhecer/anoitecer, fraca visibilidade da área de carga/descarga.....	21
Figura 13. Área da carga/descarga em zonas sombreadas, dificuldade na visualização a partir da cabina .....	22
Figura 14. Área de carga/descarga com pouco ângulo de visão desde a cabine .....	22
Figura 15. Área de carga/descarga a grande distância vertical da cabine .....	23
Figura 16. Vista geral da unidade móvel e da unidade de alimentação de energia .....	24
Figura 17. Fatores que afetam a seleção das gruas – Grau de importância.....	34
Figura 18. Evolução da participação dos funcionários chave no planeamento de equipamentos. ....	37
Figura 19. <i>Ranking</i> relativo à participação de funcionários chave no processo de planeamento dos equipamentos. ....	38
Figura 20. Grau de influência dos fatores que afetam a segurança nos estaleiros com grua torre .....	47
Figura 21. Cineteatro Garrett, Póvoa do Varzim.....	63
Figura 22. Edifício Sustentável do IPVC, Viana do Castelo.....	63
Figura 23. Paço da Giela, Arcos de Valdevez .....	63
Figura 24. Campo de Rugby, Arcos de Valdevez .....	64
Figura 25. Edifício Clara Penha, Ponte de Lima .....	64
Figura 26. Complexo Industrial BRACICLA Unipessoal Lda., Amares.....	64
Figura 27. Edifício com Preservação de Fachada, Monção .....	65
Figura 28. Viaduto 1 - Lote 3 - Subconcessão do Douro Interior, Vila Nova de Foz Côa .....	65
Figura 29. Evolução da participação dos intervenientes na seleção, planeamento e localização da grua. ....	91



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características dos projetos (Shapira and Glascock, 1996).....	28
Tabela 2. Perfil de guas móveis (Shapira and Glascock, 1996).....	28
Tabela 3. Características da cultura do uso de guas móveis (Shapira and Glascock, 1996) ....	31
Tabela 4. Fatores que afetam a segurança dos estaleiros com grua torre (Shapira and Lyachin, 2009).....	45
Tabela 5. Dados gerais dos casos de estudo.....	66
Tabela 6. Informação dos edifícios dos casos de estudo.....	70
Tabela 7. Dados sobre a grua .....	75
Tabela 8. Fatores que afetam a seleção e localização das guas.....	84
Tabela 9. Família de fatores que afetam a seleção da grua de torre .....	86
Tabela 10. Hierarquização da importância dos fatores que afetam a seleção e localização das guas .....	87
Tabela 11. Participantes e nível de envolvimento no processo de seleção dos equipamentos na fase de concurso .....	89
Tabela 12. Participantes e nível de envolvimento no processo de seleção dos equipamentos na fase de preparação e planejamento.....	89
Tabela 13. Participantes e nível de envolvimento no processo de seleção dos equipamentos durante a construção.....	90



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Topografia do estaleiro .....	72
Gráfico 2. Tipo de Grua .....	77
Gráfico 3. Mobilidade da Grua.....	77
Gráfico 4. Tipo de Base .....	77
Gráfico 5. Tipo de Ancoragem.....	78
Gráfico 6. Fatores que afetam a seleção da grua: Grau de influência.....	83
Gráfico 7. Hierarquização dos fatores.....	88
Gráfico 8. Elaboração de plano de equipamentos na fase de concurso .....	92
Gráfico 9. Elaboração de plano de equipamentos na fase de preparação e planeamento .....	93
Gráfico 10. Elaboração de plano de equipamentos na fase da construção.....	93
Gráfico 11. Implementação de mudanças no projeto ou método construtivo .....	94
Gráfico 12. Fatores que afetam a segurança das guas nos estaleiros: Grau de importância (Parte 1) .....	98
Gráfico 13. Fatores que afetam a segurança das guas nos estaleiros: Grau de importância (Parte 2) .....	99





# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Enquadramento**

A construção em Portugal, paralelamente ao que acontece noutros países, tem um peso expressivo na economia nacional. O setor da construção diverge dos outros setores de atividade, no que concerne à sua produtividade e ao mercado de trabalho. Assim, ao longo dos anos, a construção sofreu alterações em relação aos métodos utilizados, equipamentos e materiais.

A evolução da construção fez com que houvesse uma necessidade de progressão, dessa forma passaram a ser utilizados equipamentos mais eficazes e capazes de atender aos curtos prazos impostos à execução das obras (Ferreira, 2012). Neste contexto, a segurança e a eficiência dos equipamentos tornaram-se aspetos fulcrais no sentido de otimizar o tempo de execução da obra, bem como a redução dos custos de mão-de-obra e a perda de materiais.

Com a constante evolução da construção, os métodos tradicionais foram substituídos por processos que requerem equipamentos mais eficazes e funcionais, e é desta forma que as gruas surgem como principal equipamento nos estaleiros de construção.

A grua torre passou a simbolizar a fase de construção dos edifícios, sendo o equipamento mais visível nos estaleiros, não só devido à sua dimensão, mas também pela sua característica principal, ou seja, a função de executar movimentos indispensáveis tanto na horizontal como na vertical (Shapira et al., 2007).

A utilização de gruas marcou pela diferença e pela viabilidade e a tendência é que a sua utilização se torne constante, principalmente com o aumento de habitações (edifícios verticais) e infraestruturas urbanas. A conjugação entre velocidade e produtividade sem o uso da grua é praticamente inexequível, contudo alguns engenheiros mostram alguma apreensão no que diz respeito ao uso e manuseamento das mesmas. A dúvida é natural e aceitável, visto que uma falha no equipamento pode originar acidentes graves ou fatais (Nascimento, 2009).

## **1.2 Objetivos da dissertação**

O tema desta dissertação foca a análise, planeamento e a gestão das gruas nos estaleiros de construção em Portugal, em particular no que concerne aos critérios de seleção das gruas e aos fatores críticos de segurança.

É do conhecimento ecuménico que a organização e funcionalidade dos estaleiros das obras são fatores basilares para assegurar a produtividade pretendida naqueles espaços de trabalho. Em matéria de segurança é conhecida a importância do estudo das características e do dimensionamento dos diversos constituintes do estaleiro com vista a dotar esses espaços das melhores condições de segurança.

Assim, o processo de estudo e seleção das condições de operacionalidade das gruas reveste-se de crucial importância dado o relevo e implicações que estes elementos têm para o adequado funcionamento dos estaleiros.

Em países desenvolvidos e em desenvolvimento, alguns estudos internacionais têm sido realizados, a fim de determinar os fatores que afetam a seleção das gruas nos estaleiros de obras e para determinar o seu grau de influência tendo em conta as diferentes fases construtivas e os atores envolvidos no seu planeamento. Não obstante, em Portugal e no Brasil pouco tem sido feito nesta área.

Este trabalho faz parte de um projeto mais amplo e abrangente que se encontra em desenvolvimento em Israel, Portugal e Brasil. O objetivo geral visa o estudo das práticas e culturas na gestão de gruas nos estaleiros de construção.

O estudo desta dissertação desenvolver-se-á em torno de um objetivo principalmente centrado na descrição das características específicas do planeamento, seleção e manuseamento das gruas utilizadas nos estaleiros, assim como no reconhecimento das características culturais que afetam o planeamento deste tipo de equipamento.

### 1.3 Metodologia da investigação

Tendo como base o modelo de trabalho desenvolvido por *Aviad Shapira*, cuja metodologia é idêntica, aplicar-se-á um inquérito que visa identificar e caraterizar os critérios para a seleção das gruas. Neste estudo implementar-se-á também um capítulo adicional na entrevista que identificará os fatores críticos na gestão da segurança na indústria de construção nacional.

O inquérito é um elemento fundamental dado que é através dele que será realizado o levantamento da informação necessária para o desenvolvimento deste trabalho. Para o efeito, utilizou-se um inquérito já estruturado, desenvolvido por um dos autores já mencionados, um dos principais investigadores desta temática, *Aviad Shapira*, que foi adaptado ao contexto português e que se encontra no Anexo I, bem como o guia de orientação para o entrevistador que foi tido em conta no estudo (Anexo II). Este mesmo inquérito é do tipo misto pois poder-se-ão encontrar questões de resposta aberta e fechada e será realizado nos estaleiros de construção selecionados. Todavia, é de salientar que para a seleção dos casos de estudo não foram estabelecidos critérios mínimos, com a exceção da localização geográfica – procurou-se reunir casos de estudo na área geográfica da residência do autor, ou nas proximidades -, pelo que todos os projetos encontrados nesta região que incluíam uma grua torre e cujos responsáveis manifestaram disponibilidade para colaborar, foram objeto de estudo.

De uma forma geral, com a implementação da entrevista nos estaleiros de obra selecionados, inicialmente, são pretendidas as informações gerais do projeto, os dados gerais da obra, a informação básica do edifício e do estaleiro.

Tendo em vista o objetivo genérico do estudo, a entrevista engloba quatro capítulos fundamentais, onde são pretendidas informações sobre as gruas torre, processo de montagem e desmontagem da grua, sobre o planeamento da grua em concreto, onde serão abordados os fatores que afetam a seleção e a localização da grua, e finalmente informações sobre os fatores que afetam a segurança com as gruas nos estaleiros em geral.

O contato para a possibilidade de implementação da entrevista foi processada através do envio de um e-mail à empresa responsável pela obra ou através de contactos de pessoas que trabalham no ramo. Depois de contactadas as empresas, foi agendada uma data e hora com o

responsável da obra para proceder à visita ao estaleiro de obra, onde foram implementadas as entrevistas.

## **1.4 Organização da dissertação**

A presente dissertação está dividida em seis capítulos: Introdução, Gruas, Cultura/Hábito no Planeamento e no Uso de Gruas de Torre na Construção, Segurança com Grua de Torre na Construção Civil, Casos de Estudo e Considerações Finais.

No capítulo 2 são dadas a conhecer as gruas e é feita uma breve explanação sobre as mesmas. São identificados e caracterizados os principais tipos, descritos os principais movimentos operacionais e relatado o desenvolvimento tecnológico relativo às gruas, onde são descritos os sistemas auxiliares recentes que ajudam na seleção e operação da grua, bem como na manutenção e gestão dos equipamentos.

O capítulo 3 aborda a cultura e o hábito relativamente ao planeamento e à utilização de gruas na construção, onde é descrito, de forma detalhada, os estudos “*Culture of Using Mobile Cranes for Building Construction*” e “*Selection of Mobile Cranes for Building Construction Projects*” desenvolvidos por *Shapira e Glascock* e *Shapira e Schexnayder*, respetivamente. É ainda efetuado um levantamento dos critérios, usualmente, considerados na seleção das gruas.

No capítulo 4 é abordada a segurança com gruas de torre na construção civil, de acordo com os estudos “*Identification and Analysis of Factors Affecting Safety on Construction Sites with Tower Cranes*” desenvolvido por *Shapira e Lyachin* em 2009 e “*Tower Crane safety in the Construction Industry: A Hong Kong Study*” desenvolvido por *Tam e Fung* em 2010. Ainda no mesmo capítulo são analisadas as principais causas dos acidentes com grua de torre e a legislação nacional aplicável, onde é abordada a legislação relativa às máquinas, aos equipamentos de trabalho e às gruas.

O capítulo 5 corresponde aos casos de estudo que engloba toda a análise realizada nos estaleiros de obras selecionados, de forma a cumprir o objetivo principal da dissertação. São apresentados os resultados obtidos no estudo desenvolvido, apresentando toda a informação da entrevista, nomeadamente a identificação dos casos de estudo e dos dados gerais da obra, a informação relativa à estrutura, ao estaleiro e à grua, o planeamento de equipamentos (grua) e

os fatores que afetam a segurança nos estaleiros com guas e, por fim, é analisada toda a informação adquirida através da entrevista.

Por último, no capítulo 6, são apresentadas as conclusões gerais relativas ao processo de seleção e manuseamento das guas utilizadas nos estaleiros bem como as características culturais que afetam o planeamento deste tipo de equipamento.



## 2 GRUAS NOS ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO

### 2.1 Introdução

No grupo designado por “*equipamentos fixos*” estão incluídos todos os equipamentos caracterizados pelo facto de permanecerem fixos no local de implantação no estaleiro, embora possam realizar movimentos de translação na realização das operações para o qual foram destinados (Moreira, 2008). Neste grupo inserem-se os seguintes equipamentos:

- Gruas;
- Gruetas;
- Elevadores de carga;
- Betoneiras.

O tipo e o número de equipamentos fixos a implantar num estaleiro é influenciado pela natureza, duração e dimensão da obra (Moreira, 2008).

As gruas apresentam-se, no contexto nacional, como os principais e mais importantes equipamentos de transporte de movimentação de cargas utilizados nas obras (Couto, 2010). Estes equipamentos são classificados em dois grupos: gruas fixas e gruas móveis. Ao contrário da grua fixa, que é essencialmente um equipamento imóvel, a grua móvel, como o próprio nome indica, é uma máquina móvel capaz de se mover livremente no estaleiro.

Em várias regiões, incluindo a América do Norte, o termo "gruas móveis" é utilizado para se referir a gruas móveis montadas no camião, enquanto que as gruas móveis montadas sobre esteiras são consideradas como sendo outro grupo, ou seja, “gruas sobre esteiras”. Alguns equipamentos são uma combinação entre a grua fixa e a grua móvel, tentando assim conjugar as vantagens das duas (Peurifoy, 2010).



O adequado estudo de implantação deste equipamento é fundamental para a melhor operacionalidade e funcionamento do estaleiro (Couto, 2010). Nesse estudo é necessário prever um espaço livre de forma a que o processo de montagem e desmontagem do equipamento seja viável e seguro (Moreira, 2008). Segundo Fristsche et al. (s.d, cit. por Couto, 2010, p.38), na montagem da grua é necessária uma área de cerca de 2,5x5,00 metros. Moreira (2008) refere que, primeiramente, na montagem das gruas é necessário encontrar uma superfície para instalar a base. Depois procede-se à montagem da lança e, finalmente, são inseridos os troços da coluna para que a lança seja içada até à altura pretendida.

Posto isto, com o presente capítulo pretende-se descrever e caraterizar os principais tipos de gruas utilizadas na construção, com o objetivo de dar a conhecê-las e responder a questões relacionadas com a seleção da grua mais apropriada face à natureza da obra a construir.

## **2.2 Tipos de grua**

### **2.2.1 Gruas torre**

Ao longo dos anos, a grua torre (ver figura 1) tem sofrido enormes progressos em termos de alcance e capacidade de carga, bem como melhorias ao nível dos problemas de implantação e de conveniência operacional. É designada como um equipamento de elevação destinado à elevação e distribuição de cargas através de um gancho ligado a um carro que se movimenta ao longo da lança.

A grua torre é adequada para uma grande diversidade de trabalhos e adapta-se facilmente às condições do local, respondendo assim à grande variedade de necessidades e preferências das empresas de construção e empresas de aluguer de grua. É instalada temporariamente em função da duração da obra, e é projetada para suportar constantes montagens, desmontagens e deslocações entre diferentes locais (Shapira et al., 2007).

Os sistemas operacionais e de controle do equipamento têm sofrido grandes mudanças devido aos desenvolvimentos tecnológicos recentes. Embora a grua torre eletricamente alimentada seja ainda um modelo comum, os modelos movidos a diesel estão disponíveis principalmente na América do Norte.

Em várias partes do mundo, mas particularmente na Europa, as guias torre são utilizadas para todo o tipo de projetos de construção: desde urbanos a rurais, como também em projetos de infraestruturas. Segundo Shapira et al. (2007) trata-se de um equipamento considerado leve, que possui modelos de montagem rápida, constituindo a principal escolha para a construção de estruturas residenciais e comerciais de baixo crescimento.

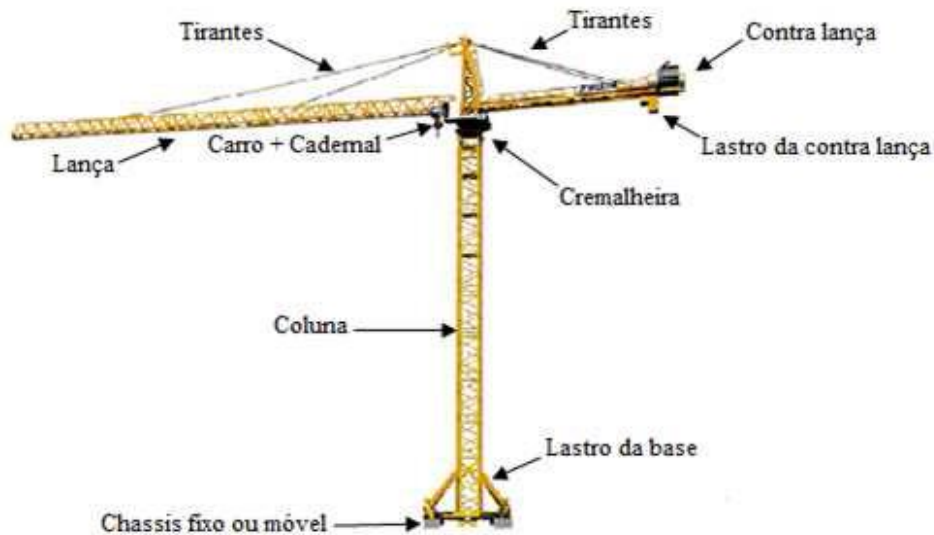


Figura 1. Constituição de uma grua torre (fonte: Azevedo, 2010)

Existem duas categorias de guias torre:

- Guias torre com mecanismo de rotação no topo da coluna (*top-slewing*);
- Guias torre com mecanismo de rotação na base da coluna (*bottom-slewing*).

A grua *top-slewing* é normalmente associada a guias fixas, possuindo uma plataforma de suporte giratório que permite apenas a rotação da lança e contra lança e respetiva cabine do operador. No caso da *bottom-slewing*, a plataforma de suporte giratório faz com que todos os elementos estejam confinados ao movimento da rotação (Peurifoy, 2010).

As guias *bottom-slewing* são adequadas principalmente para durações de serviços de curto prazo em projetos de baixo crescimento, enquanto que as *top-slewing* são mais adequadas para projetos em altura que requerem períodos de serviço longos (Peurifoy, 2010).

As principais diferenças entre os dois tipos são refletidas na montagem, desmontagem e altura máxima do mastro. A montagem e desmontagem da *bottom-slewing* é relativamente simples e rápida, devido à sua altura. A *top-slewing*, por outro lado, leva muito mais tempo a montar e desmontar, o que pode constituir operações complicadas e caras.

### 2.2.2 Grua de base fixa

A grua de base fixa (ver figura 2) surge usualmente na configuração de *Top-slewing* encastrada na base, através de betão armado. No entanto, pode ainda estar assente num chassis sem rodas, localizado sobre uma laje resistente sendo que, neste caso, o equilíbrio de forças é assegurado por um lastro colocado na base. Normalmente, no início da obra, é utilizada uma auto-grua de pequena dimensão para erguer a torre da grua.

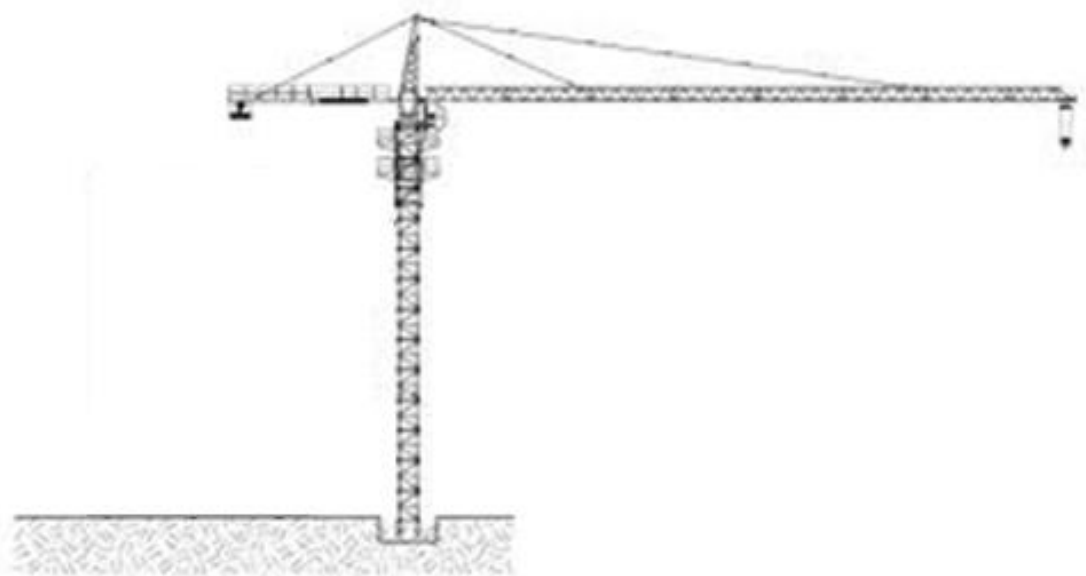


Figura 2. Esquema de uma grua de base fixa (fonte: pingon)

A grua detém a particularidade de ter uma altura livre máxima (ver figura 3). No entanto, para que possa funcionar em segurança, existe um limite para a altura máxima de *free-standing*, ou seja, cerca de 60 metros para configurações de estatura média e 120 metros para configurações de grande estatura. Estes limites são ditados pela capacidade estrutural da torre e são especificados para cada máquina.

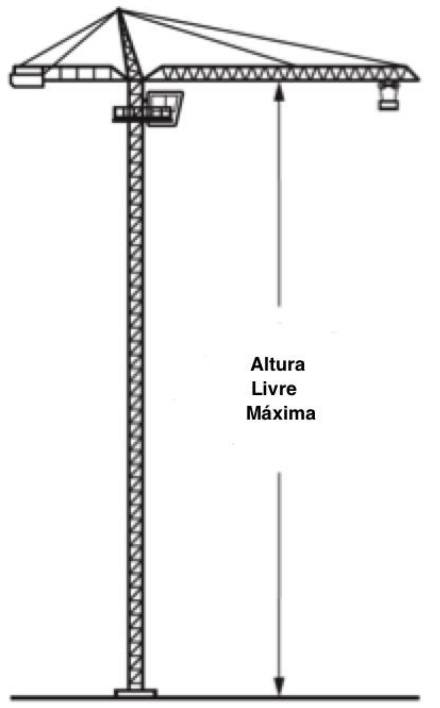


Figura 3. Altura livre máxima (fonte: pingon)

Quando existe a necessidade de exceder o limite de altura máxima, é essencial garantir as condições de segurança e de operacionalidade. Desta forma, utilizam-se ancoragens que garantam o confinamento entre a coluna da grua e a estrutura do edifício. As ancoragens são realizadas através de conjuntos de tirantes metálicos (Peurifoy, 2010).

A grua fixa necessita que os responsáveis pela obra despendam muita atenção às forças horizontais que a grua vai exercendo no edifício face à sua ligação a este (ver figura 4).

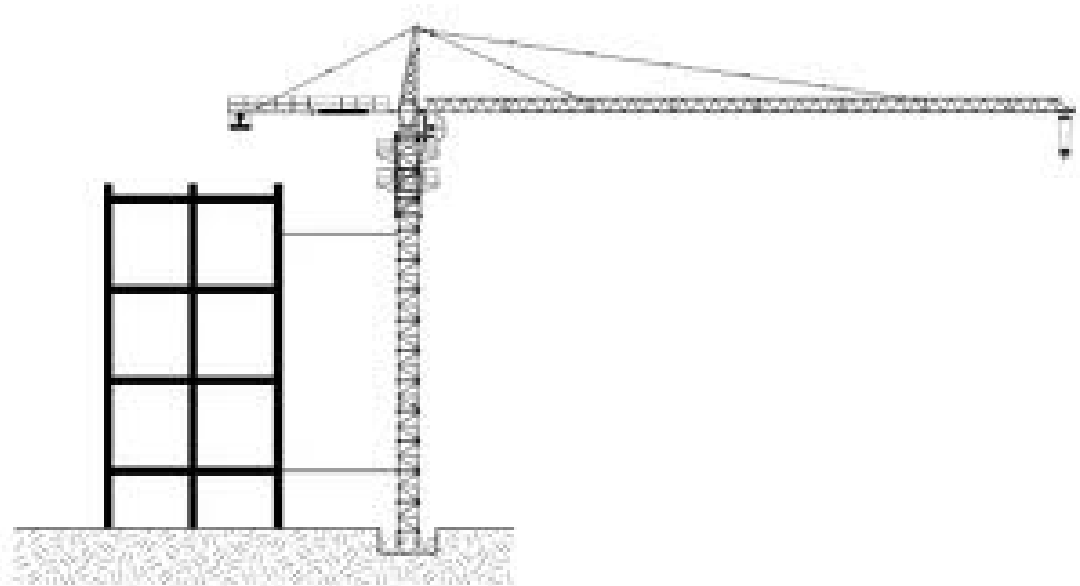


Figura 4. Esquema de uma grua de base fixa com ancoragens ao edifício (fonte: pingon)

Na desmontagem deste equipamento, é necessária a existência de espaço suficiente no estaleiro que permita pousar toda a lança no chão, mas somente depois de retiradas as peças que fixam a grua ao edifício.

As principais vantagens da grua fixa manifestam-se em obras que envolvem a construção de mais do que um edifício, podendo ser localizada de forma a responder a todos os edifícios em construção.

Relativamente às desvantagens da sua utilização, as grandes dimensões que a lança apresenta proporcionam o aumento dos riscos e preocupações relativamente à interferência com os edifícios próximos.

### **2.2.3 Grua ascensional**

A grua ascensional é geralmente conhecida por estar instalada no interior do poço do elevador do edifício (ver figura 5), acoplando-se à estrutura de betão armado. O equipamento é fixado dois pisos abaixo em relação ao último construído. A realização de operações em posições mais elevadas da construção não necessita de adição de elementos de torre, subindo de piso para piso de acordo com o desenvolvimento da construção em altura (Azevedo, 2010).

A seleção da grua ascensional é comum na construção de edifícios com alturas elevadas, tal como a grua de base fixa. Normalmente, a seleção de uma grua ascensional prende-se pelo facto de esta possuir uma elevada capacidade em servir toda a edificação a construir. O seu sistema de ascensão durante a evolução da construção permite-lhe apoiar os trabalhos até uma altura quase ilimitada. Ainda comparativamente com a grua fixa, esta revela-se economicamente mais vantajosa, visto que não necessita de tantas peças de ligação (Peurifoy, 2010).

No entanto, as desvantagens relativas a este tipo de grua recaem no facto da sua instalação ser no poço do elevador, uma vez que o alcance dos depósitos de materiais torna-se quase impossível devido à diferença mínima de comprimentos entre a lança e a construção. A totalidade dos esforços de carga transmitidos ao edifício pode levar a situações perigosas para os trabalhadores, o que também se torna uma desvantagem a nível da segurança.

A desmontagem deste tipo de grua também se apresenta como um inconveniente, uma vez que este processo apenas se realiza quando o edifício está concluído, exigindo por isso cuidados redobrados.

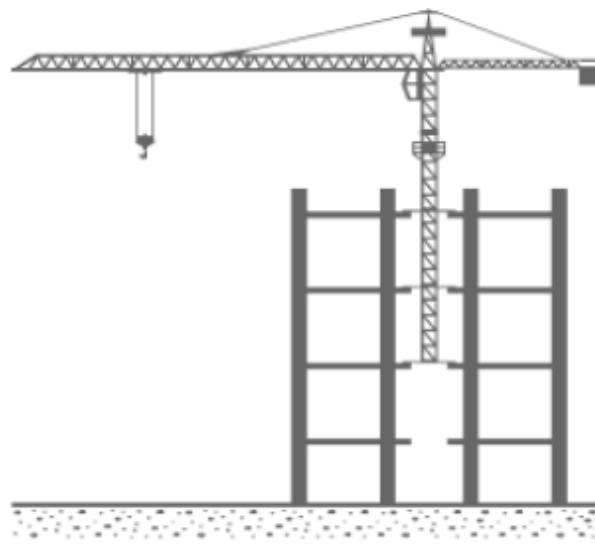


Figura 5. Grua fixada no poço do elevador (fonte: Azevedo, 2010)

### 2.2.4 Grua com lança elevatória

A grua com lança elevatória (ver figura 6) possui uma configuração idêntica à grua torre, sendo a principal diferença a inexistência de um carro, situado na lança, que execute o transporte horizontal da carga. O equipamento possui um mecanismo de rotação instalado na extremidade superior da torre, variando a inclinação da lança para deslocar a carga. A contra lança assume comprimentos variáveis para manter o equilíbrio de forças, ou seja, quanto menor for a inclinação da lança com a horizontal, maior será o comprimento da contra lança e vice-versa.

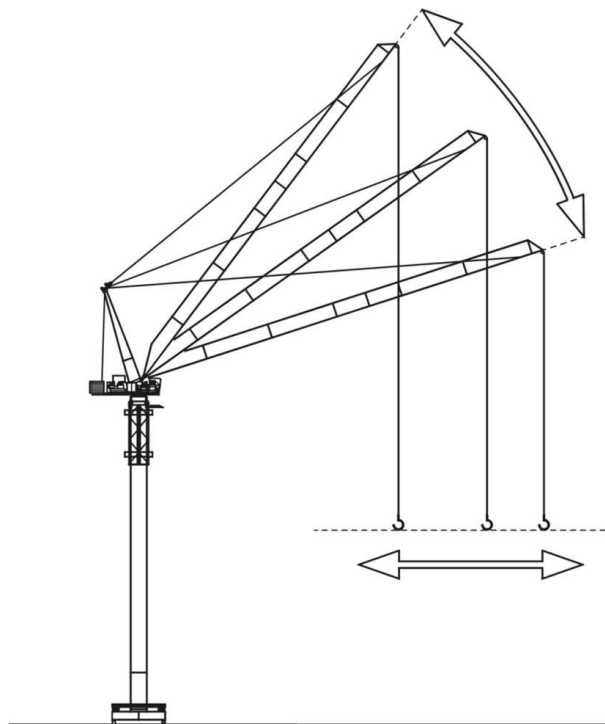


Figura 6. Esquema de uma grua com lança elevatória (fonte: pingon)

### 2.2.5 Grua móvel assente em carris

A base da grua móvel assente em carris (ver figura 7) é definida por um conjunto de carris, permitindo que a grua se mova ao longo dos mesmos com uma carga. Porém, a via-férrea existente deve estar corretamente ancorada ao terreno.

A sua capacidade de poder percorrer todo o comprimento da via-férrea reta ou curva, permitindo-lhe apoiar a construção de um conjunto de habitações ou condomínios com vários

edifícios é a principal vantagem deste tipo de grua (Peurifoy, 2010).

A grua móvel montada em carris é uma solução admissível para projetos em que o método de construção não requeira grandes serviços de guas extensas, ou seja, é bastante útil em obras que se projetem horizontalmente, permitindo cobrir grandes áreas de construção.

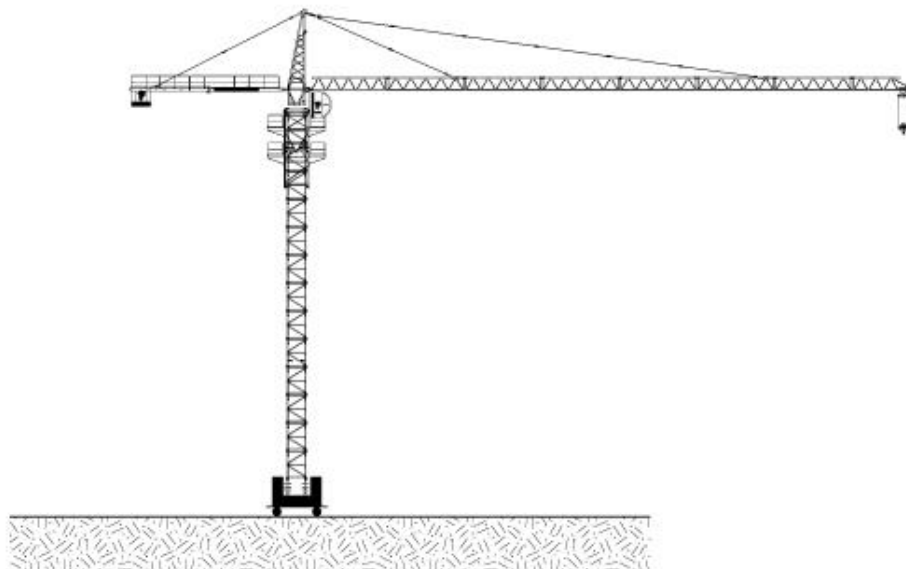


Figura 7. Esquema de uma grua assente em carris (fonte: pingon)

Relativamente às desvantagens, o equipamento possui diversas limitações em relação ao aumento da altura e na distância de alcance, uma vez que estas guas não são presas ao corpo do edifício, e portanto não garantem a sua estabilidade para determinadas alturas. A manutenção da via-férrea (limpeza e amarração ao terreno) apresenta-se como outra desvantagem, devido à exigência da frequente ocupação de uma certa quantidade de trabalhadores uma vez que, se o terreno estiver mal nivelado e/ou consolidado pode originar perigos/acidentes. A existência de uma via-férrea provoca uma diminuição de espaço para a movimentação de veículos e trabalhadores no estaleiro.

Após a análise da montagem, manutenção e desmontagem, este tipo de grua torna-se desvantajoso do ponto de vista financeiro, uma vez que é bastante dispendioso, dado o tempo e o material que são necessários envolver no processo.





Figura 8. Grua assente em carris (fonte: pingon)

### **2.2.6 Grua auto montante**

A grua auto montante (ver figura 9) é composta por elementos semelhantes aos da grua fixa, sendo que a única diferença está no posicionamento do mecanismo de rotação e na flexibilidade. A grua é caracterizada por possuir a base da sua torre sobre um chassis com rodas, permitindo assim o seu reboque nas vias do estaleiro e nas vias públicas. A grua pode realizar operações num raio de 360°, uma vez que a base da coluna gira sobre o chassis. Uma das vantagens deste tipo de grua é a sua localização na obra, uma vez que pode ser erguida em qualquer direção.

Este equipamento é considerado simples, de baixo consumo energético e com uma montagem/desmontagem rápida e segura. O transporte e a deslocação no interior da obra é realizado através de um reboque, concebendo-lhe assim uma maior rapidez nas deslocações, sendo desta forma evitados eventuais atrasos no início ou no desenvolvimento dos trabalhos.

A seleção de guas auto montantes está geralmente associada a projetos de média e baixa dimensão, ou seja, edifícios com 4 a 5 andares. No entanto, é possível a utilização deste equipamento em projetos maiores, uma vez que ainda há espaço para a evolução. O

nivelamento do terreno deve ser sempre verificado se existir a necessidade de transportar a grua para outra parte do estaleiro.

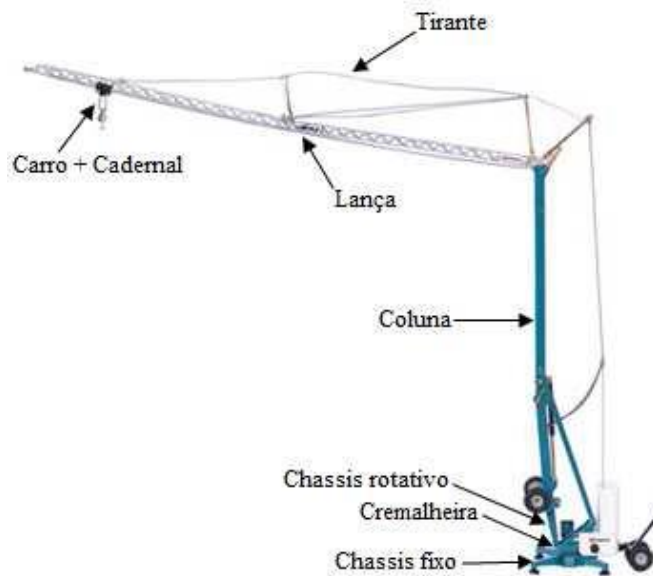


Figura 9. Esquema de uma grua auto montante (fonte: Azevedo, 2010)

### 2.2.7 Síntese

Para melhor percepção, é apresentado de seguida um esquema resumo (ver figura 10), onde são visíveis os vários tipos de grua e os grupos (fixa ou móvel) a que cada tipo pertence.

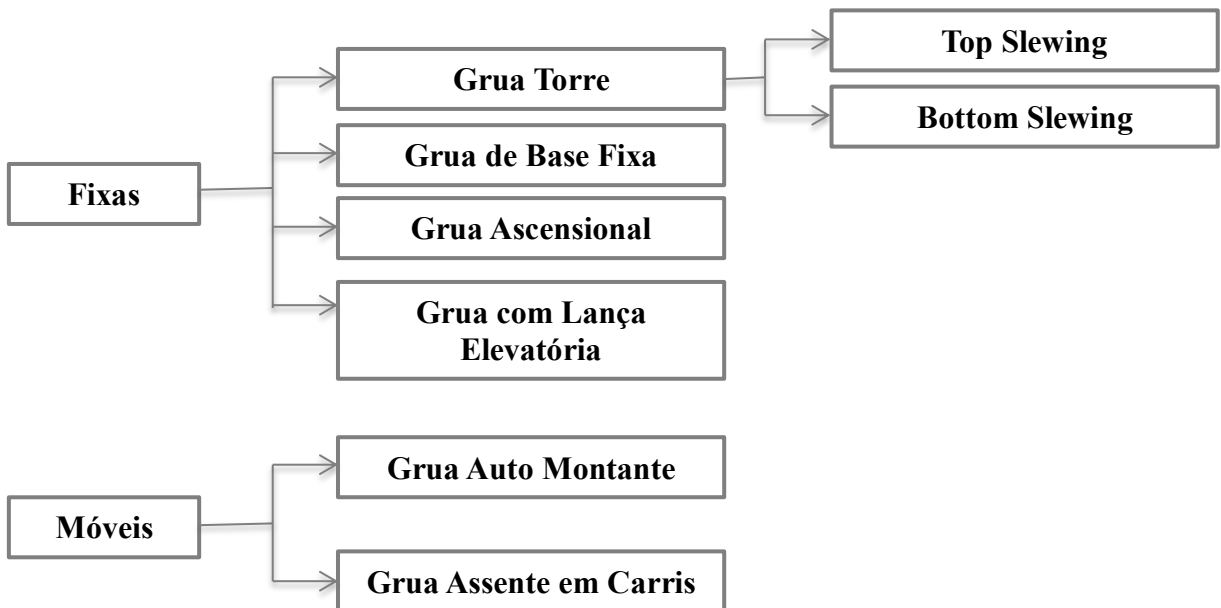


Figura 10. Tipos de Gruas

## 2.3 Movimentos operacionais das gruas

Durante o seu funcionamento, a grua utiliza vários movimentos operacionais, nomeadamente:

1. movimento giratório da lança no sentido horário ou anti-horário;
2. deslocamento do carrinho ao longo da lança;
3. levantamento ou descida de cargas;
4. basculamento da lança da grua;
5. ampliação ou diminuição do comprimento da lança;
6. telescopagem ou ascensões.

Todos os movimentos, exceto a telescopagem, são comandados de forma manual, sendo sempre necessário um operador habilitado para o efeito. Dependendo do tipo, a grua pode ser comandada na cabine superior junto à torre, ou num local próximo da mesma, conectando-a através de um cabo elétrico ou através de um rádio frequência. No caso da telescopagem, Scigliano (2008) considera que é necessária uma equipa especializada para o seu comando.



Figura 11. Processo de inserção de um elemento da torre durante a telescopagem de uma grua torre fixa (fonte: Moura e Carreiro)

O princípio da movimentação de cargas é o mesmo para qualquer tipo de equipamento. A carga é içada através do moitão de cargas e, quando içada, é transportada para o local pretendido através do deslocamento do carrinho ao longo de lança ou através do movimento de rotação da lança. Quando se alcança o local planejado, a carga é descarregada pelo moitão de cargas.

## **2.4 Desenvolvimento tecnológico**

As guias, com a configuração que conhecemos nos dias de hoje, tornaram-se evidentes nos estaleiros de construção no final de 1940, ajudando na reconstrução da Europa após a Segunda Guerra Mundial.

Ao longo dos anos, a grua torre tem sofrido enormes progressos em termos de alcance e capacidade de carga, bem como melhorias ao nível dos problemas de implantação e de conveniência operacional. Com os desenvolvimentos tecnológicos recentes, os sistemas operacionais e de controle do equipamento também têm sofrido grandes mudanças.

A evolução das tecnologias de informação e comunicação são parte integrante do desenvolvimento dos equipamentos de construção. As guias da atualidade são equipamentos complexos que combinam tecnologia de ponta com técnicas de construção antigas.

O desenvolvimento dos equipamentos torna-os mais eficazes e com maior capacidade de resposta às necessidades, reforçando assim a produtividade, operacionalidade e segurança. Atualmente existe uma grande variedade de ofertas de sistemas auxiliares na seleção e operação da grua, bem como na manutenção e gestão deste tipo de equipamentos (Shapira et al., 2007).

Os autores, *Shapira et al.* (2007), abordam três exemplos de desenvolvimentos de sistemas:

- Seleção de software;
- Câmaras auxiliares;
- Sistemas de anti colisão.

### **2.4.1 Software de planeamento**

Para responder de forma simples e eficaz a problemas técnicos de seleção, localização e calendarização desenvolveu-se um software gráfico avançado de modo a minimizar os efeitos causados pelos problemas encontrados. A principal vantagem do software é a facilidade de verificar um grande número de alternativas instantaneamente (*Shapira et al.*, 2007).

Segundo o estudo “*Computer-Aided Site Layout Planning*” desenvolvido por *Sadeghpour* (2006) através de uma ferramenta CAD, foi possível desenvolver um modelo geométrico do estaleiro que permite, mais facilmente, a sua compreensão e interação. O modelo permite observar os problemas que poderiam surgir e que afetariam a produtividade e o cumprimento da calendarização (*Sadeghpour et al.* 2006).

Com o mesmo intuito, *Huang* (2010), através de programação linear, abordou a problemática da otimização, focando-se na localização da grua de torre e dos locais ideais a colocar o fornecimento das matérias-primas (*Huang et al.*, 2010).

### **2.4.2 Sistemas de câmaras auxiliares – “blind lift”**

De acordo com o estudo “*Vision System for Tower Cranes*”, a diferença entre a grua torre e a grua móvel é a localização da cabine do operador (*Shapira et al.*, 2008).

Neste âmbito, foi desenvolvido um estudo sobre um sistema de visão para guias torre realçando que o sistema surge pelas diferentes limitações de visibilidade, típicas do funcionamento das guias.

No seu estudo, os autores apresentam as cinco principais situações que ilustram essas dificuldades, mencionando, em primeiro lugar, a limitação mais comum na maioria das obras que é a obstrução da visão do operador da área de carga/descarga. Este problema é frequentemente denominado por “*blind lift*” (ver figura 11) (*Shapira et al.*, 2008).

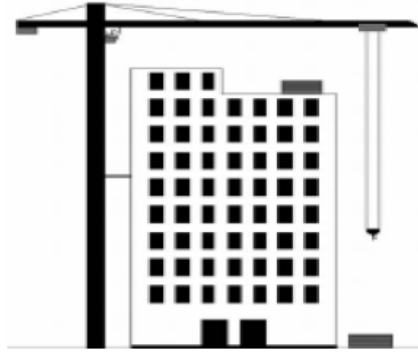


Figura 12. Obstrução da visibilidade da área de carga/descarga a partir da cabine do operador (fonte: Shapira et al., 2008)

A segunda limitação apontada deriva das más condições de iluminação, causadas pela escuridão inerente ao amanhecer ou ao anoitecer (ver figura 12) (Shapira et al., 2008).

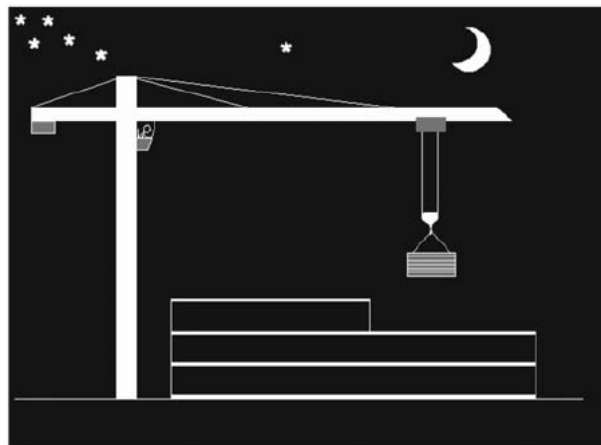


Figura 13. Amanhecer/anoitecer, fraca visibilidade da área de carga/descarga (fonte: Shapira et al., 2008)

A terceira limitação surge quando o operador necessita de mover o gancho da grua de uma área em plena luz do dia para uma área sombreada, provocando mudanças súbitas de intensidade da luz, desafiando a capacidade de visão humana para uma rápida adaptação (ver figura 13) (Shapira et al., 2008).

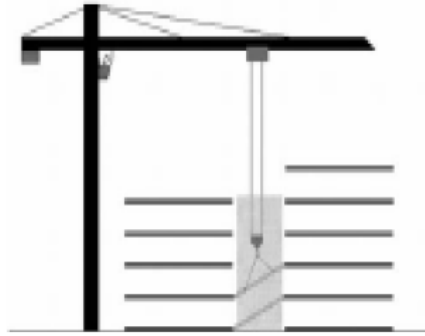


Figura 14. Área da carga/descarga em zonas sombreadas, dificuldade na visualização a partir da cabina (fonte: Shapira et al., 2008)

A quarta limitação indica que, em determinadas situações, o ângulo de visão do operador fica bastante limitado com o aumento da razão entre a distância horizontal de elevação e a distância vertical à área de carga/descarga. Esta limitação incapacita, por exemplo, a movimentação/transporte de cargas pesadas e o posicionamento preciso do gancho de elevação sobre o centro geométrico do material (ver figura 14) (Shapira et al., 2008).

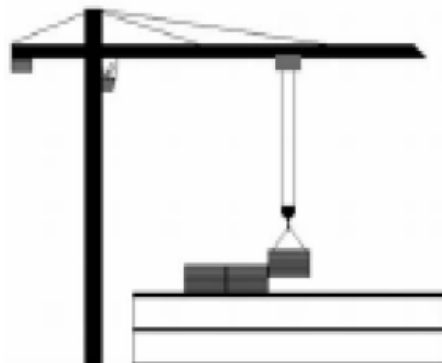


Figura 15. Área de carga/descarga com pouco ângulo de visão desde a cabine (fonte: Shapira et al., 2008)

A quinta limitação exposta é essencialmente vertical, ou seja, a dificuldade de visão das áreas de carga/descarga de materiais por parte do operador da grua (ver figura 15). Esta limitação ocorre habitualmente na construção de edifícios de altura elevada, sendo que, em construções de menor dimensão também pode ocorrer, pois a grua é normalmente instalada com a sua altura total desde o início dos trabalhos, quer seja por motivos de custos, restrições ou interrupções no trabalho devido à montagem dos elementos da grua durante o desenvolvimento dos processos de construção (Shapira et al., 2008).

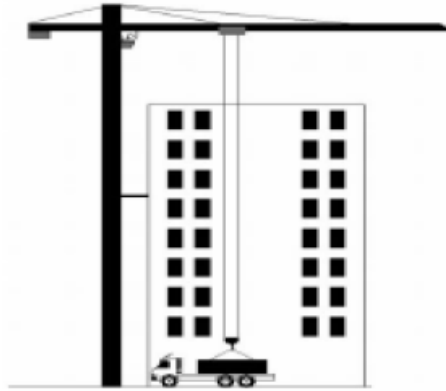


Figura 16. Área de carga/descarga a grande distância vertical da cabine (fonte: Shapira et al., 2008)

#### 2.4.2.1 Finalidade e organização do sistema

A utilização de sinalizadores é uma solução comum adotada em todo o mundo. Um “*blind lift*” seguro não pode ser realizado sem a utilização de um ou mais sinalizadores, como por exemplo, sinais de mão ou comunicação por rádio (Shapira et al., 2007).

Onde quer que haja um projeto com uma grua é obrigatório, pelo menos, um sinalizador. No entanto, a ocorrência de acidentes com guias é frequente, dado que a sinalização não é realizada corretamente. Nos últimos anos, os sistemas de câmara de vídeo têm ajudado a superar a maioria dos problemas de segurança associados aos “*blind lift*” e a aumentar a produtividade do trabalho da grua (Shapira et al., 2007).

O sistema de câmara montado na grua tem como finalidade combater as limitações anteriormente mencionadas e os seus efeitos negativos permitindo, desta forma, alcançar o máximo de eficiência da grua e do seu operador, bem como evitar despesas com a mão-de-obra, geralmente utilizada para orientar o operador através de sinais manuais (Shapira et al., 2008).

O sistema é composto por dois módulos principais: a unidade móvel e a unidade estacionária. A unidade móvel é instalada no carrinho que efetua deslocamentos horizontais ao longo de toda a lança da grua e inclui uma câmara de vídeo de alta resolução com focagem automática. Esta encontra-se direcionada para baixo no sentido da zona de trabalho, estando o gancho



localizado no centro da imagem captada (ver figura 19) (Shapira et al., 2008).

A imagem de vídeo da carga é transmitida de imediato para um monitor localizado na cabine do operador, através de comunicação sem fio, de modo a facilitar as manobras (Shapira et al., 2007).

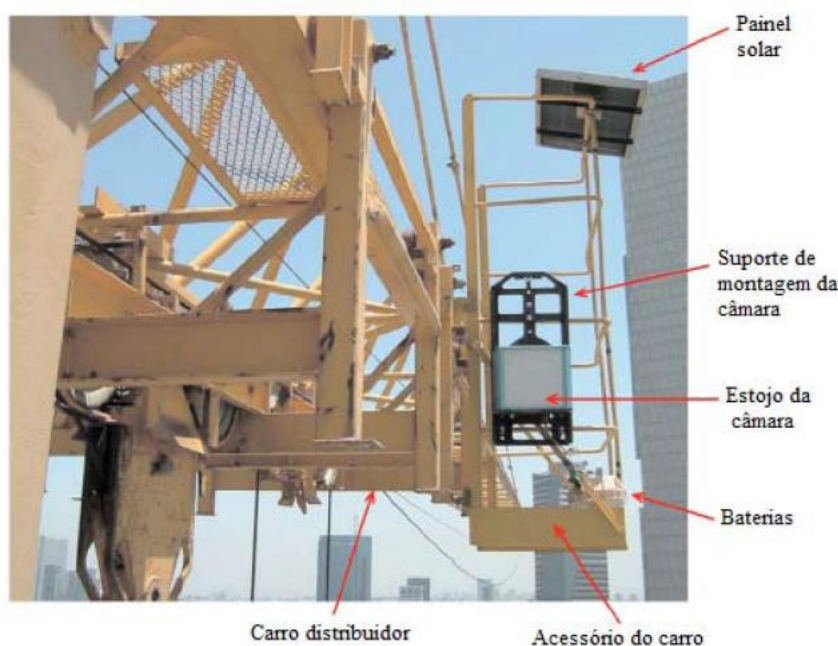


Figura 17. Vista geral da unidade móvel e da unidade de alimentação de energia (fonte: Azevedo, 2010)

A energia da unidade móvel é fornecida através de baterias recarregáveis, ligadas aos painéis solares, geralmente suficientes para manter as baterias sempre carregadas. No entanto, como alternativa aos painéis, as baterias podem ser carregadas em horário pós laboral. Neste caso, será utilizado um carregador situado na cabine com cabo de fácil ligação, sendo que tem como principal função alimentar a unidade estacionária. De modo a economizar energia, se o sistema não estiver a ser usado durante 30 minutos, este desligar-se-á automaticamente (Shapira et al., 2008).

A unidade estacionária, instalada na cabine do operador, recebe e descodifica o sinal de vídeo transmitido pela unidade móvel, exibindo-o ao operador num ecrã de alta resolução, permitindo-lhe observar as zonas de ação do gancho, especialmente as que a olho nu não conseguiria visualizar. O operador pode ainda controlar a imagem e ajustar o zoom conforme achar necessário (Shapira et al., 2008).

### **2.4.2.2 Relevância da implementação do sistema**

Foram realizados alguns casos de estudo com o objetivo de avaliar o efeito deste sistema sobre a operacionalidade da grua. Os estudos consistiram na medição do tempo de vários ciclos da grua com e sem a utilização do sistema. Os autores previam que o sistema de visão seria particularmente eficaz na redução dos tempos de ciclo da grua, o que se confirma após realização do estudo. De modo semelhante, com e sem o sistema, foi verificado que o tempo do ciclo da grua (sem considerar as operações de carga e descarga) diminuía para valores entre os 14-29%, enquanto que, para o total do ciclo grua, este diminuía para valores entre os 11-26%. Os dados obtidos mostram o potencial do sistema de visão e os efeitos que provoca na economia do tempo (Shapira et al., 2008).

O diretor técnico da obra, no qual o sistema foi aplicado, conclui que após a instalação do sistema, a velocidade de trabalho da grua aumentou, permitindo que os trabalhadores terminassem cada dia de trabalho uma hora mais cedo. Assim, ao fim de 11 semanas, tempo de realização das fundações da obra, a empresa executante poupou 550 horas de mão-de-obra, o que, desde logo, assegurou um elevado decréscimo no custo total da mesma (Shapira et al., 2008).

Os autores do estudo salientam que o sistema deve ser visto como um meio de auxílio para o operador e nunca como um substituto dos seus olhos, uma vez que estes têm uma percepção de profundidade diferente que a imagem bidimensional não fornece. Contudo, este fortalece a confiança do operador, visto que a dimensão adicional de visão que dispõe reduz os riscos para o próprio operador e para os trabalhadores, contribuindo assim para a melhoria das condições de segurança nos estaleiros (Shapira et al., 2008).

### **2.4.3 Sistemas de anti colisão**

As zonas de trabalho partilhadas por uma ou mais gruas são um perigo para a segurança dos locais de construção. Desta forma, foram desenvolvidos sistemas de anti colisão por forma a evitar que as gruas que operam nas mesmas zonas de trabalho colidam. Trata-se de um sistema que usa comunicações sem fios e outras tecnologias que permitam o controlo em tempo real das movimentações das gruas torre. O sinal de perigo é processado pela grua fazendo com que os movimentos abradem ou parem por completo (Shapira et al., 2007).

A maioria dos sistemas é capaz de evitar colisões com edifícios adjacentes e outros obstáculos, tais como linhas de energia. Possuem ainda a capacidade de evitar deslocamentos sobre áreas definidas como "zonas proibidas", ou seja, ruas movimentadas e edifícios públicos (Shapira et al., 2007).

A tendência tradicional das empresas de construção é aderir a práticas fiáveis, no entanto, devido aos preços altos dos sistemas, as empresas apenas tem usufruído do sistema em projetos de múltiplas guias. Por outro lado, a implementação deste sistema acaba por ter reflexos negativos diretos no ritmo de produção em obra, o que em conjugação com o fator anterior leva muitos construtores a prescindirem da sua utilização.

### **3 CULTURA/HÁBITOS NO PLANEAMENTO E USO DE GRUAS**

#### **3.1 Cultura da utilização de gruas móveis na construção (Aviad Shapira e Jay D. Glascock, 1996)**

*Shapira e Glascock* (1996) realizaram um estudo com o objetivo de analisar os motivos que influenciam a seleção de um determinado tipo de grua, tendo em conta os requisitos da obra.

A informação foi recolhida através de visitas de campo e entrevistas realizadas em 36 projetos na região sudoeste dos Estados Unidos da América. Os critérios de seleção dos casos de estudo para aplicação do inquérito foram:

1. Projetos de construção, excluindo a construção de estradas, infraestruturas e serviços públicos;
2. Gruas móveis usadas como equipamento principal de elevação;
3. Custo de projeto superior a 1M\$;
4. Duração do projeto superior a três meses.

As entrevistas foram realizadas em 29 empresas de construção diferentes, escolhidas de acordo com os requisitos acima descritos. *Shapira e Glascock* (1996) impuseram um limite de dois projetos por empresa, considerando que desta forma, a amostra recolhida seria mais representativa (Shapira and Glascock, 1996).

A tabela 1 apresenta as características de projetos estudados.

Tabela 1. Características dos projetos (fonte: Shapira and Glascock, 1996)

Tamanho do projeto (1)	Custo do projeto (milhões de dólares)		Duração da construção (meses)		Número de projetos		
	Variação (2)	Mediana (3)	Variação (4)	Mediana (5)	Tipo de instalação		Total (8)
					Comercial e público (6)	Industrial e R&D (7)	
Pequeno	1 - 7	3,75	3 - 15	7,5	20	2	22
Médio	11 - 30	16	10 - 28	18	7	2	9
Grande	50 - 200	50	7 - 24	8	3	2	5
(Total)	1 - 200	5,5	3 - 28	8	30	6	36

A tabela 2 reflete a variedade de guas móveis normalmente encontradas nos estaleiros de construção de obras do sudoeste dos Estados Unidos.

Tabela 2. Perfil de guas móveis (fonte: Shapira and Glascock, 1996)

Tamanho das guas	Rastreador		Hidráulica/lança telescópica sobre o camião		Lança treliçada sobre o camião		Terrenos acidentados			Número total de guas			
	Capacidade de elevação (toneladas**)		Capacidade de elevação (toneladas**)		Capacidade de elevação (toneladas**)		Capacidade de elevação (toneladas**)		Número de guas				
	Variação	Mediana	Variação	Mediana	Variação	Mediana	Variação	Mediana					
Pequeno	50	50	1	20 - 30	25	2	25 - 50	50	5	15 - 27,5	20	12*	20
Médio	65 - 82	73,5	2	50 - 60	55	2	75 - 90	82,5	4	35 - 40	40	9	17
Grande	100 - 230	230	12	70 - 155	90	3	120 - 160	125	3	-	-	-	18
(Total)	50 - 230	150	15	20 - 155	60	7	25 - 160	75	12	15 - 40	27,5	21*	55

\* incluindo guas todo-o-terreno

\*\* A capacidade de elevação é dada em unidades inglesas, como é comum na prática dos EUA e em todas as publicações técnicas e comerciais. Para converter a tonelada (t), multiplicar por 0,9072.

Os entrevistados que possuíam experiência e se encontravam envolvidos no projeto eram selecionados pela direção da empresa. Dos inquiridos selecionados, 10 eram diretores de projeto, 24 eram subempreiteiros e 2 eram engenheiros do projeto. Quando recomendado pelos inquiridos, a entrevista era realizada às empresas de aluguer dos equipamentos. Normalmente, os operadores de grua contribuíam para a discussão relativamente à sua área de responsabilidade (Shapira and Glascock, 1996).

### 3.1.1 Variáveis de pesquisa

As entrevistas realizadas focaram-se em três áreas principais, onde foram avaliadas:

1. As características físicas do projeto;
2. As características operacionais do projeto;
3. As características não específicas do projeto e fatores externos.

As informações foram obtidas por intermédio dos entrevistados através de gravações. Durante a entrevista, estes forneciam informações sobre os seus projetos específicos ou relativas à sua experiência. Cada resposta foi analisada individualmente e correlacionada, tendo em conta as diferentes variáveis:

1. Caraterísticas físicas:

- Dimensão;
- Estrutura;
- Espaço disponível;
- Restrições dos estaleiros;
- Terreno do estaleiro;
- Método de construção;
- Custo e duração de projeto.

2. Caraterísticas operacionais:

- Número de guas usadas durante o projeto;
- Especificações da grua;
- Distância de transporte (entre o estaleiro e a localização da grua);
- Outros equipamentos de elevação ou similares;
- Natureza do planeamento de equipamentos e acordos contratuais;

- Responsabilidades do operador da grua.

### 3. Fatores externos:

- Políticas de aquisição ou aluguer;
- Disponibilidade do equipamento;
- Experiência com guias torre e indústria de construção local.

Tendo em conta as variáveis de pesquisa, os autores concluíram que a existência de características que modelam a cultura do planeamento e uso de guias móveis na construção civil são classificadas com base em dois parâmetros: características específicas de projeto e características externas ao projeto. As segundas estão relacionadas com a disponibilidade do equipamento, ou seja, a grua é selecionada para um determinado projeto, não só porque este necessita da sua utilização, mas também porque a maioria dos projetos nas proximidades possuem características semelhantes. Assim, os autores acharam pertinente estudar a influência destas características na cultura/hábito do uso das guias na construção.

Assim sendo, e segundo a tabela 3 observou-se que as características classificadas como “características de projeto” afetam a seleção do tipo de grua tanto diretamente como através da disponibilidade. Por outro lado, a influência das características externas ao projeto na seleção da grua (ambiente) é essencialmente devido à disponibilidade (Shapira and Glascock, 1996).

Tabela 3. Características da cultura do uso de guias móveis (fonte: Shapira and Glascock, 1996)

Caraterísticas (1)	Projeto/ambiente (2)	Influência (3)	Pré-requisito/Apoio/resultado (4)
Construção de curta duração	Projeto	Direta, embora a disponibilidade	Apoio
Construção económica	Projeto	Direta, embora a disponibilidade	Pré-requisito
Locais espaçosos	Projeto	Direta, embora a disponibilidade	Apoio/Pré-requisito
Propagação da construção	Projeto	Direta, embora a disponibilidade	Apoio
Terreno de apoio	Projeto	Direta, embora a disponibilidade	Pré-requisito
Método construtivo	Projeto	Direta, embora a disponibilidade	Apoio
Repetitividade de edifícios económicos	Projeto	Direta, embora a disponibilidade	Apoio
Subcontratação	Projeto/ambiente	Direta, embora a disponibilidade	Apoio
Planeamento da cultura	Ambiente	Principalmente através da disponibilidade	Apoio
Papel do operador	Ambiente	Principalmente através da disponibilidade	Apoio
Disponibilidade e apoio técnico	Ambiente	Através da disponibilidade	Apoio
Organização do aluguer do equipamento	Ambiente	Através da disponibilidade	Apoio
Influência de projetos de engenharia civil	Ambiente	Através da disponibilidade	Apoio
Falta de experiência com guias	Ambiente	Direta, embora a disponibilidade	Apoio
Infraestrutura viária	Ambiente	Direta, embora a disponibilidade	Apoio
Padrão de emprego	Ambiente/Projeto	Não aplicável	Resultado
Modo de trabalho	Ambiente/Projeto	Não aplicável	Resultado

Segundo *Shapira e Glascock (1996)*, as características/fatores externas ao projeto (ambiente) devem ser consideradas de forma a garantir a harmonia entre a intenção e o desempenho do equipamento, para que o sucesso dos projetos seja garantido.

### 3.1.2 Conclusão

Resumindo, através do estudo foram identificados, analisados e descritos os fatores que caracterizam a cultura/hábito do uso de guias móveis na construção civil. O estudo demonstrou a força da tradição e da cultura em relação a uma questão técnica de engenharia (seleção e operação dos equipamentos). Este também demonstrou que a utilização de guias móveis como elemento de elevação não depende apenas de fatores técnicos, mas também de fatores culturais (*Shapira and Glascock, 1996*).

A seleção de um equipamento, seja fixo ou móvel, não é necessariamente o resultado de um processo de decisão mas sim da prevalência organizacional, ambiental, de mercado e do estado da indústria. Em suma, é o resultado de uma cultura.



## **3.2 Seleção de guias móveis para projetos de construção (Aviad Shapira e Clifford J. Schexnayder, 1999)**

### **3.2.1 Introdução**

A seleção de um determinado tipo de guisa para o estaleiro é um processo complexo e pode ser dividido em duas fases:

1. Decisão geral sobre o tipo de guisa, móvel ou fixa;
2. Seleção do modelo específico de acordo com as necessidades da obra.

Os fatores para a seleção da segunda fase do processo foram determinados através de entrevistas a estaleiros de obras, com os representantes das empresas de construção. Desta forma, foram identificados os fatores que afetam a seleção das guias, classificados e avaliados de acordo com grau de influência.

No estudo “*Selection of mobile cranes for building construction projects*”, Shapira e Schexnayder (1999) investigam a temática relativa à segunda fase do processo de seleção – Seleção do modelo específico de acordo com as necessidades da obra.

Com metodologia paralela ao estudo (“*Culture of using mobile cranes for building construction*”) realizado por Shapira e Glascock (1996), a informação foi recolhida através de visitas ao estaleiro, seguidas de uma entrevista. No entanto, ao contrário do que foi formulado no estudo de Shapira e Glascock (1996), o inquérito foi reformulado. Os autores entrevistaram mais do que um elemento por estaleiro de construção. Assim, para a implementação do inquérito em cinco estaleiros de obra foram entrevistadas 15 pessoas. Os critérios de seleção das obras utilizados foram os mesmos, ou seja, foram tidos em conta o custo, a duração, tipo de projeto e equipamento utilizado (Shapira and Schexnayder, 1999).

Segundo Shapira e Schexnayder (1999), o estudo não incide apenas nos fatores de seleção que afetam a escolha do modelo do equipamento, mas também numa análise sobre os principais intervenientes no processo de seleção, planeamento e seleção dos equipamentos (Shapira and Schexnayder, 1999).

O estudo “*Selection of Mobile Cranes for Building Construction Projects*” mostra que o planeamento do equipamento não é um exercício meramente técnico executado no início da obra, mas sim um processo realizado ao longo da vida do projeto executado por vários intervenientes (Shapira and Schexnayder, 1999).

### **3.2.2 Processo de seleção dos fatores para as entrevistas**

A lista de fatores que afetam a seleção das gruas foi estabelecida numa fase preliminar ao estudo e foi baseada na literatura existente (*Dickie, 1981; Shapiro et al., 1991 and Peurifoy et al., 1996*). Esta incluiu o levantamento das características dos equipamentos, altura, manobrabilidade no local, transporte para o estaleiro, condições da superfície do local, trabalhos preparatórios, cronograma do projeto, operador, segurança e clima.

Os entrevistados abordaram a lista dos elementos apresentados, mas as respostas não se restringiram apenas ao que foi sugerido (Shapira and Schexnayder, 1999).

### **3.2.3 Classificação dos fatores que afetam a seleção da grua – grau de importância**

A classificação dos fatores que afetam a seleção de um determinado modelo de grua foi obtida mediante a atribuição de um valor numérico, numa escala de seis níveis, de 0 a 5. Os fatores classificados como “muito importantes” tomaram valor de 5, enquanto que os fatores considerados “pouco ou nada importantes” obtiveram classificação 0. O resultado das avaliações é apresentado na figura 18 (Shapira and Schexnayder, 1999).

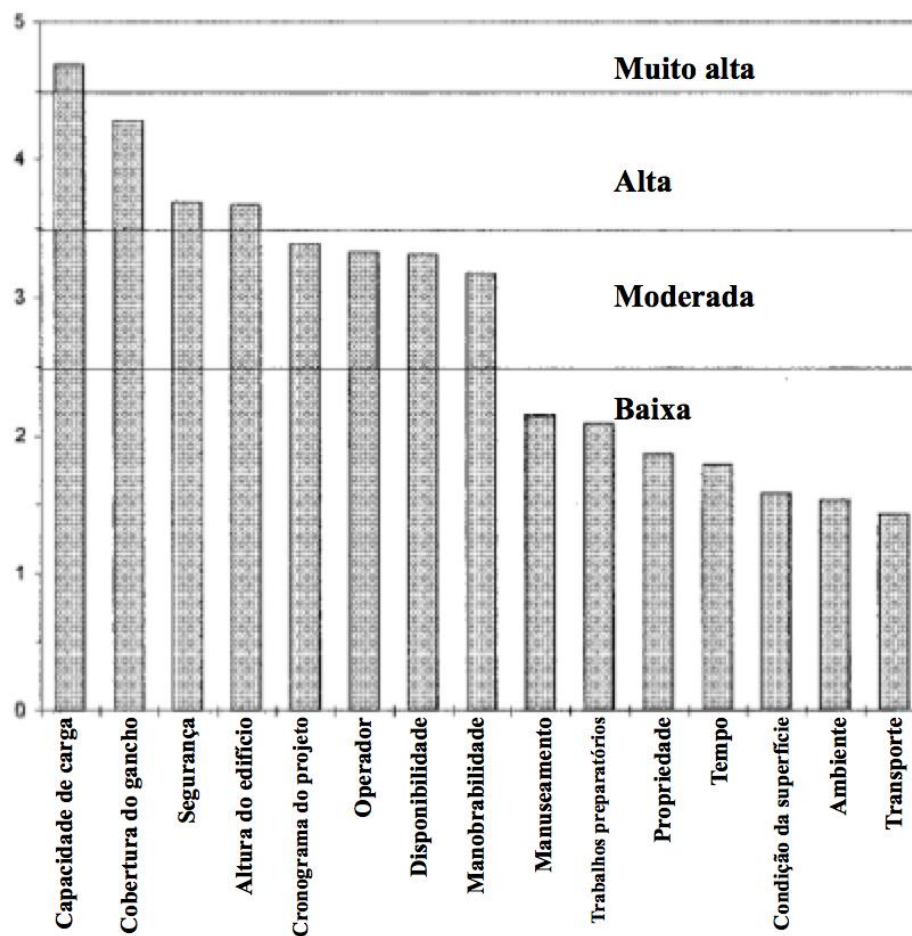


Figura 18. Fatores que afetam a seleção das guas – Grau de importância (fonte: Shapira and Schexnayder, 1999)

Tendo em conta a figura 18, os fatores considerados como “muito importantes” para o processo da seleção da grua, foram a capacidade de carga, a cobertura de gancho, a segurança e a altura do edifício.

Por outro lado, é igualmente importante analisar os fatores considerados como “pouco ou nada importantes” na seleção do equipamento. Por exemplo, esperava-se que as condições de superfície fossem consideradas como um fator relevante no planeamento do equipamento. No entanto, segundo os autores, a baixa pontuação neste item poderá dever-se às condições do solo bastante favoráveis em quase todos os estaleiros analisados. A propriedade do equipamento, tempo, meio ambiente e transporte são outros exemplos de fatores com grau de influência baixa (Shapira and Schexnayder, 1999).

### 3.2.4 Planeamento do equipamento

O envolvimento dos participantes no planeamento dos equipamentos em geral e na seleção das gruas, em particular, foi analisada tendo em consideração o diferente nível de participação de cada um ao longo da vida do projeto. Os resultados foram correlacionados com outras questões abordadas no estudo e com os resultados de estudos anteriores que abordaram questões semelhantes.

Os autores (Shapira e Schexnayder, 1999) classificam a importância dos potenciais intervenientes na seleção dos equipamentos, de acordo com as seguintes fases do projeto:

1. PBP (*Prebid Planning*) - Fase de concurso;
2. PCP (*Preconstruction Planning*) - Fase imediatamente a seguir à adjudicação;
3. DCP (*During-construction Planning*) - Planeamento durante a construção.

Os potenciais participantes no planeamento e seleção do equipamento entrevistados neste estudo foram:

1. Gestor de projeto;
2. Subempreiteiro;
3. Engenheiro de projeto;
4. Escritório/sede (*Home Office*);
5. Subcontratados e fornecedores.

Assim, durante as entrevistas, foi solicitado aos entrevistados que caracterizassem o seu envolvimento no planeamento e seleção das gruas nas diferentes fases de projeto atrás identificadas.

Na figura 19 pode ser observada a evolução dos diferentes níveis de participação dos elementos envolvidos no processo. As percentagens em cima de cada coluna representam o número de projetos em que cada interveniente esteve envolvido, percebendo-se assim em que fase de projeto cada um participou. As linhas que unem os números acima das colunas indicam a evolução da participação de cada interveniente ao longo das três fases do projeto.

Nestas, o planeamento dos equipamentos é sempre realizado por mais do que um interveniente. Logo, o número médio de participantes em cada fase é de 2,39 no PBP, 3,53 no PCP e 3,03 no DCP. A média total em todo o processo foi de 2,98.

No geral, o gestor de projeto tem um nível médio de participação de 70%, enquanto que o subempreiteiro e o encarregado fazem parte da equipa de planeamento dos equipamentos durante a vida do projeto. O escritório/sede (*Home Office*) possui, em média, um nível de participação moderado, cerca de 56%. Por outro lado, a participação do engenheiro de projeto no planeamento dos equipamentos é a mais baixa, com uma média de 34%.

O nível de participação do gestor e do engenheiro de projeto é semelhante durante as três fases de planeamento: um aumento moderado do PBP ao PCP e em seguida uma diminuição mais suave no DCP. O subempreiteiro e os subcontratados mostram não só o mesmo padrão, mas também os mesmos níveis de participação em cada etapa. As suas participações são baixas em PBP, aumentam acentuadamente em PCP e crescem ainda mais em DCP. O escritório/sede (*Home Office*) exibe um padrão oposto: possui a maior percentagem em PBP, uma diminuição acentuada em PCP e um declínio em DCP (Shapira e Schexnayder, 1999).

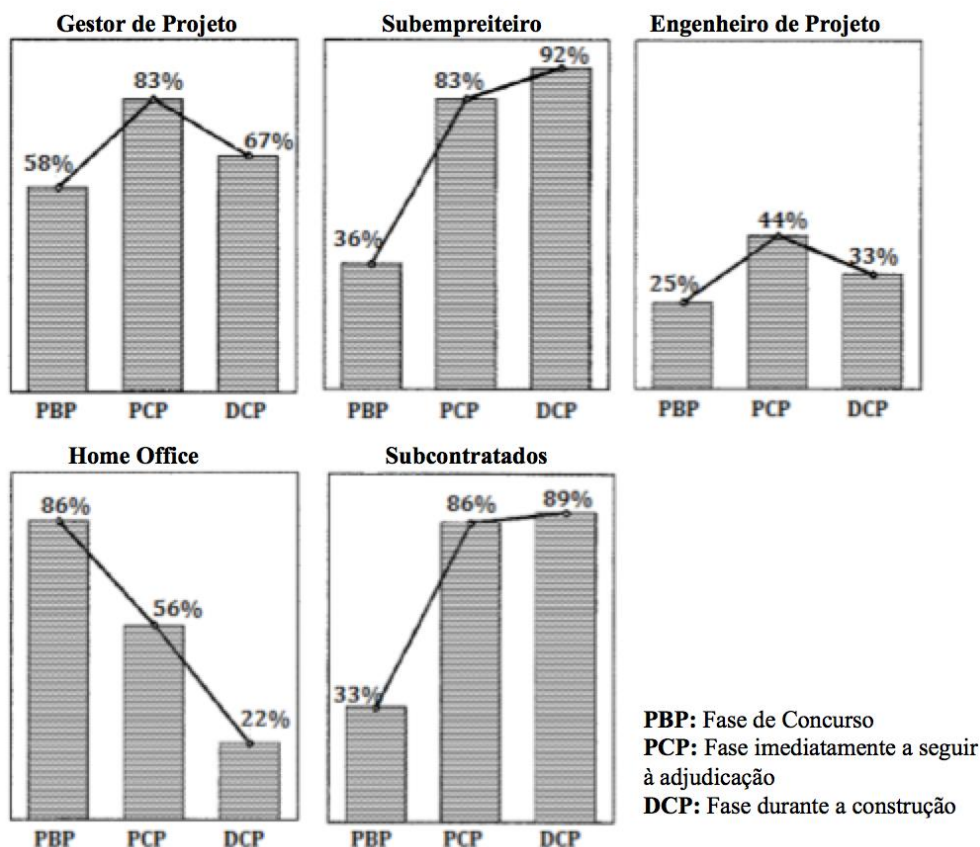


Figura 19. Evolução da participação dos funcionários chave no planeamento de equipamentos (fonte: Shapira and Schexnayder, 1999)

A evolução da participação no planeamento dos equipamentos durante a vida do projeto foi examinada pelo *ranking* relativo a cada participante nas três fases de planeamento (ver figura 20). As classificações foram obtidas por ordem decrescente de participação média de cada interveniente, dentro de cada fase do projeto.

O domínio do gestor de projeto e do subempreiteiro é notório, visto que nunca obtém classificação inferior a três ao longo da vida do projeto. A participação do gestor de projeto diminui gradualmente a partir de PBP para DCP, enquanto o subempreiteiro está em ascensão, assumindo a liderança no DCP. O escritório/sede (*Home Office*) tem mais pontuação em PBP, mas depois cai drasticamente para as duas piores posições no restante processo de planeamento. Os subcontratados, que são fracos no PBP, aumentam as suas posições e estão em primeiro e segundo no PCP e DCP, respetivamente.

O escritório/sede (*Home Office*) e o gestor de projeto (*Project Manager*) são os elementos chave na fase de concurso (PBP). O subempreiteiro, o gestor de projeto e o encarregado são

os elementos dominantes nas fases de adjudicação (PCP) e durante a construção (DCP) (Shapira e Schexnayder, 1999).

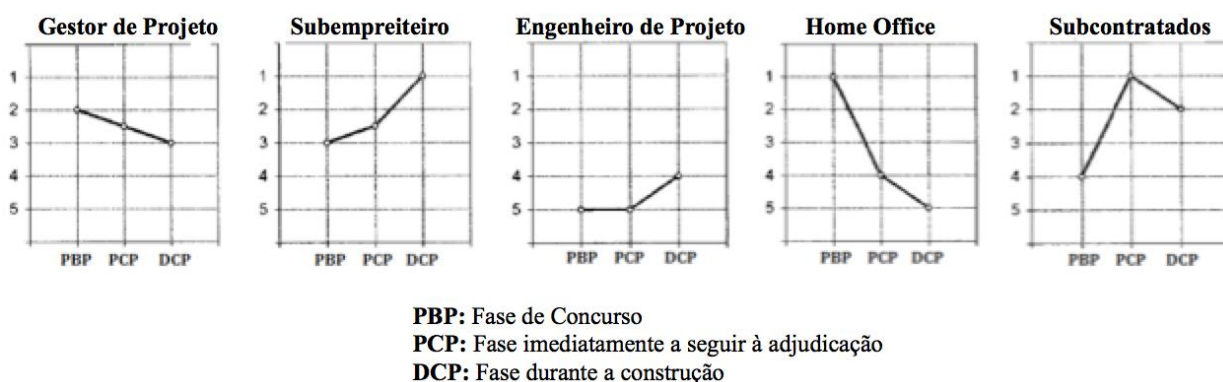


Figura 20. *Ranking* relativo à participação de funcionários chave no processo de planeamento dos equipamentos (fonte: Shapira and Schexnayder, 1999)

### 3.2.5 Conclusão

*Shapira e Schexnayder* (1999) concluem que o processo de seleção de guias nos estaleiros de construção é ainda um problema técnico. Assim, presume-se que as guias sejam selecionadas com base em requisitos distintos, que o processo de seleção ocorra, essencialmente, antes do início da obra e que seja orientada pelo agente incumbido para seleção dos equipamentos. Em suma, observou-se que:

1. O método de seleção de guias obedece essencialmente fatores técnicos, organizacionais e de segurança.
2. O planeamento do equipamento não é um ato único, mas sim um processo contínuo realizado ao longo da vida do projeto.
3. Não existe apenas um interveniente no processo, trata-se de uma tarefa que envolve vários agentes, internos e externos.
4. Os principais intervenientes no planeamento do equipamento são os subempreiteiros (Shapira e Schexnayder, 1999).

### **3.3 Proposta de critérios/fatores a considerar no estudo e seleção de guas**

Na seleção da grua é fundamental que se tenha em atenção as características da obra para que se possibilite o normal desenvolvimento da mesma e se atinjam adequados níveis de produtividade em estaleiro.

O processo de planeamento e seleção das guas nos estaleiros é um processo de alguma complexidade, devido às características dos equipamentos e à complexidade das obras. No entanto, o processo de seleção do equipamento mais adequado para satisfazer as atividades a executar na obra torna-se mais simplificado através do conhecimento das características, vantagens e desvantagens das guas.

Após análise da bibliografia existente, é apresentada de seguida uma lista/proposta de fatores/critérios a atender no estudo e seleção das guas para os estaleiros.

#### **1. Natureza dos trabalhos**

A avaliação do tipo de construção é essencial, ou seja, terá de ser verificado se serão construídos edifícios, casas ou barragens tendo em conta a altura e comprimento da construção. Este fator ajuda a definir o tipo de grua mais apropriado para servir a obra em causa.

#### **2. Perigos na proximidade do local de implantação da grua**

Este aspeto consiste na verificação dos perigos existentes nas imediações do local destinado à implantação da grua. Nesses incluem-se a existência de linhas de eletricidade, fios de telefone, áreas públicas ou outras guas. Tais perigos podem influenciar ou alterar a escolha do tipo de grua.

#### **3. Comprimento da lança**

O objetivo deste fator é determinar o alcance necessário da lança da grua. Neste sentido, deve-se ter em atenção a localização prevista no estaleiro para a implantação da grua e daí analisar a distância horizontal entre esse equipamento e toda a área de trabalho,



nomeadamente os parques de materiais, o local de fabrico de argamassas e betão e, naturalmente, o local de construção.

#### 4. Carga à ponta/ Capacidade máxima de carga

Este critério tem como finalidade analisar o peso máximo que será levantado na extremidade da lança. Deste modo, e considerando que a grua será essencialmente utilizada para realizar cargas e descargas de betão, deve calcular-se o peso máximo dessa carga.

Com a informação relativa ao cálculo do peso total da carga de betão, facilmente se pode excluir as gruas com capacidade de carga na ponta da lança inferior ao valor obtido no cálculo. Refere-se ainda que, independentemente do tipo de material a movimentar, deve ter-se sempre em consideração o maior valor de todos os pesos para a posterior seleção de uma grua com capacidade de carga suficiente.

#### 5. Altura ao gancho

Este fator consiste no procedimento a implementar na determinação da altura de serviço sob o gancho da grua, com o objetivo de aferir a devida altura da mesma. Para que se faça a melhor seleção possível, os fabricantes de gruas fornecem indicações da altura ao gancho para cada modelo. Face a isso pode-se calcular, para cada obra, a altura mais adequada ao gancho. Esta determina-se basicamente com uma análise da altura máxima da obra a construir, acrescida de uma altura de segurança, geralmente entre 3 metros a 4,5 metros e, por fim, mais uma margem extra (altura do balde e as correntes).

#### 6. Condições do solo

Neste fator, realça-se a importância da verificação da estabilidade do solo sobre o qual se prevê a instalação da grua. A pressão que este equipamento exerce sobre o terreno nunca pode ser subestimada. Portanto, deve-se analisar a força de carga que a grua impõe ao terreno, para verificar se existe possibilidade de ocorrerem situações que permitam a destabilização do equipamento.

## 7. Ciclo de trabalho da grua

Este critério incide sobre a avaliação da velocidade dos movimentos de rotação, elevação, distribuição e translação (caso seja grua móvel), originados pelos respetivos motores instalados na grua (pré-selecionada) e responsáveis pela realização dos transportes/movimentações de cargas às frentes de trabalho. Deste modo, a avaliação da velocidade desses movimentos deve verificar as necessidades impostas pelo plano de trabalhos, no sentido de não abrandar ou interromper o ritmo dos processos construtivos da obra (Couto, 2010).



## **4 SEGURANÇA DOS ESTALEIROS COM GRUAS TORRE**

### **4.1 Identificação e análise dos fatores que afetam a segurança dos estaleiros com guias torre (Aviad Shapira e Beny Lyachin, 2009)**

#### **4.1.1 Introdução**

Segundo o estudo “*Contributing factors in Construction accidents*”, Shapira e Lyachin concluíram que os fatores que contribuem para os acidentes na construção são: problemas com trabalhadores ou com a equipa de trabalho (70% dos acidentes), problemas no local de trabalho (49%), deficiências com equipamentos (56%), problemas com a adequação e condição de materiais (27%) e deficiências com a gestão de riscos (84%). O fraco planeamento da segurança na indústria de construção continua a originar preocupações nacionais e internacionais (Haslam et al., 2004).

Neste capítulo será realizada uma análise relativa aos fatores que afetam a segurança dos estaleiros com guias torre, uma vez que as guias são o equipamento principal nos estaleiros de construção. O equipamento é desenvolvido para erguer e transportar cargas. No entanto, estes movimentos são, realizados por cima das pessoas, trabalhando ocasionalmente sob condições de superlotação, com sobreposição de zonas de trabalho e, muitas vezes, com restrições de tempo. Estas condições de trabalho aumentam o risco de segurança nos locais de trabalho.

A operação segura e eficiente com guias requer não apenas um bom planeamento, mas também apoio suficiente e adequado em tempo real. A natureza dinâmica dos locais de construção e as mudanças inesperadas nos estaleiros podem originar novos obstáculos para a guia, podendo causar colisões e acidentes (Zhang and Hammad, 2012).

Surge assim, a necessidade de abordar as questões de segurança relativas à utilização de guias torre nos estaleiros. *Shapira e Lyachin* (2009) procuraram identificar os principais fatores que afetam a segurança dos estaleiros com guias. O estudo também procurou avaliar o grau de influência de cada fator na segurança do local com base no conhecimento de profissionais

especializados em gestão de equipamentos e gestão da segurança que foram envolvidos no processo de identificação dos fatores (Shapira and Lyachin, 2009).

#### **4.1.2 Metodologia adotada**

Os fatores foram identificados através da literatura existente, de inúmeras visitas aos estaleiros e de questionários a 19 peritos de segurança de equipamentos das dez maiores empresas de construção em Israel. O trabalho com guias torre foi observado tanto no solo como na cabine do operador. Durante as visitas foi ainda realizada uma lista de incidentes tendo em conta histórias recolhidas a partir dos operadores de guias. Com base nos questionários e na lista de incidentes foi desenvolvida a lista final dos fatores que afetam a segurança dos estaleiros com guias (Shapira and Lyachin, 2009).

#### **4.1.3 Identificação dos fatores que afetam a segurança**

A Tabela 4 apresenta os 21 fatores identificados no estudo (Shapira and Lyachin, 2009) que afetam a segurança nos estaleiros devido à operação de guias torre. Os fatores são agrupados em quatro categorias, nomeadamente:

1. Condições do projeto;
2. Ambiente;
3. Fator humano;
4. Gestão da segurança.

Tabela 4. Fatores que afetam a segurança dos estaleiros com grua torre (fonte: Shapira and Lyachin, 2009)

Fator	Definição
Condições de projeto	
Obstáculos e local congestionado	Obstáculos (Excluindo linhas de energia) localizados na área de ação da grua
Linhas de energia	Linhas elétricas localizadas na área de ação da grua
Obstrução da visão	Obstrução (carga, descarga e viagem) da visão do operador
Gruas sobrepostas	Sobreposição de uma ou mais gruas
Distância de visibilidade e ângulo	Distância de visibilidade e ângulo das zonas de carga/descarga
Organização do trabalho na cabine	Nível organização do trabalho na cabina do operador
Alteração dos horários de trabalho	As horas extraordinárias (noite) é um indicador de fadiga nos operadores
Vários idiomas	Diferentes linguagens utilizadas no local pelo operador e pela equipa de trabalho
Auxiliares de operador	Com excesso de trabalho é exigido, por normas de segurança, auxiliares de operador para obter uma maior segurança
Tipo de carga	Tipo de carga, incluindo o método de aparelhamento
Ambiente	
Vento	Efeitos do vento na grua
Tempo	As temperaturas extremas e outros fenómenos climatéricos (Excluindo o vento)
Visibilidade	Má visibilidade do operador da grua e dos outros trabalhadores
Fator humano	
Experiência do operador	Experiência e competência do operador da grua
Caráter do operador	Padrões comportamentais e capacidade mental do operador da grua
Fonte de emprego	Operador da grua é funcionário da empresa de construção ou subcontratado
Caráter do diretor de obra	Padrões comportamentais e da capacidade mental do diretor de obra
Experiência dos trabalhadores encarregues da sinalização	Experiência dos trabalhadores encarregues da sinalização
Gestão da segurança	
Gestão do local	Gestão da segurança no local
Gestão da empresa	Política e gestão da segurança da empresa
Gestão da manutenção	Nível de manutenção das gruas e dos acessórios de elevação

No decorrer do estudo foram identificados e discutidos cerca de 40 fatores, mas apenas os 21 acima mencionados compõem a lista final. No entanto, os fatores removidos durante o processo são relevantes e alguns merecem portanto referência, tais como:

- A "montagem e desmontagem da grua" por serem operações únicas, ou seja, são ações que não estão presentes durante a construção, e portanto não podem caracterizar a segurança do trabalho da grua. No entanto, a remoção deste não diminui a sua natureza perigosa ou a necessidade de resolução, uma vez que, por exemplo, a montagem e desmontagem da grua está associada a um alto índice de acidentes (Shapira and Lyachin, 2009).
- A "rotatividade do operador da grua" refere-se à substituição do operador principal (devido à sua ausência) temporariamente. No entanto, durante a substituição do operador os riscos em relação à operação da grua aumentam, pelo menos até que o operador de substituição se torne familiarizado com o local e com as condições de trabalho ou até que o operador principal volte a exercer as suas funções. Sendo assim, este fator foi removido da lista, uma vez que apenas traduz riscos num curto espaço de tempo e não durante toda a construção (Shapira and Lyachin, 2009).
- Os terremotos que, por exemplo, foram considerados casos demasiado extremos, embora no Japão e em Taiwan este fenómeno seja tratado de forma diferente (Shapira and Lyachin, 2009).

#### **4.1.4 Grau de influência**

Como já foi mencionado anteriormente, os 19 peritos de segurança de equipamentos quantificaram os fatores de risco e avaliaram, ainda, a sua influência na probabilidade de ocorrência de um acidente. A avaliação do grau de influência de cada fator foi realizada com base na experiência em vários acidentes, combinando o conhecimento dos peritos com a gravidade dos acidentes ocorridos.

A figura 21 apresenta os resultados por ordem decrescente do grau de influência de cada fator, numa escala de zero a cinco, sendo o zero designado por "nenhuma influência" e o cinco por "influência muito forte".

Cada fator é representado por uma barra composta por 19 quadrados, correspondente ao número de peritos. Os fatores "Caráter do diretor de obra" e "obstáculos e local congestionado" foram considerados como tendo "nenhuma influência" (Shapira and Lyachin, 2009).

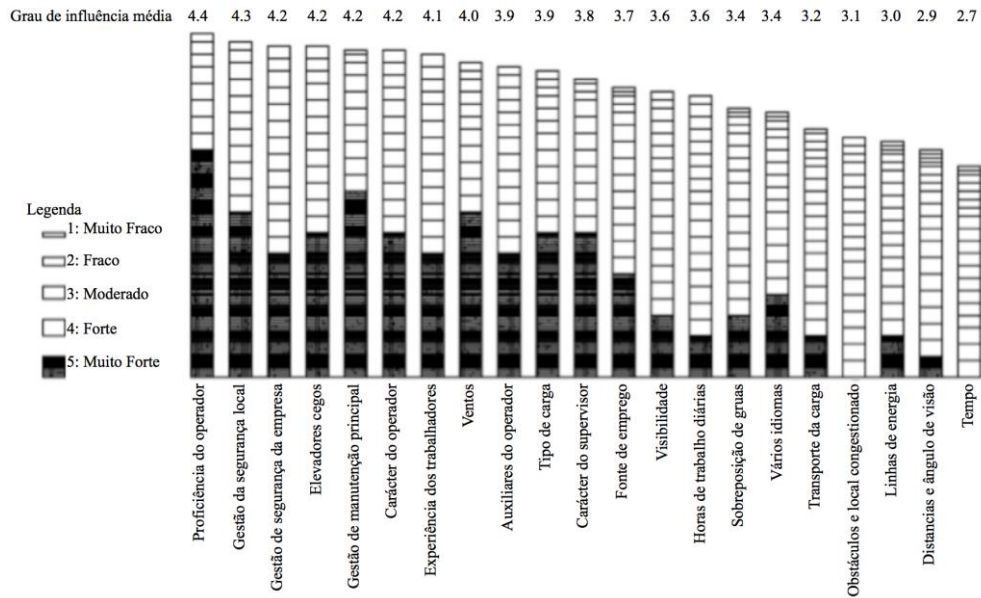


Figura 21. Grau de influência dos fatores que afetam a segurança nos estaleiros com grua torre (fonte: Shapira and Lyachin, 2009)

#### 4.1.5 Conclusão

O estudo “*Identification and Analysis of Factors Affecting Safety on Construction Sites with Tower Cranes*” apresenta uma lista de 21 fatores que afetam a segurança nos estaleiros com grua. A lista foi desenvolvida e consolidada com base na experiência de 19 peritos de segurança de equipamentos das dez maiores empresas de construção em Israel. Os peritos quantificaram os fatores de risco e avaliaram a sua influência, sendo assim possível fazer a distinção dos fatores com maior e menor influência na segurança do local (Shapira and Lyachin, 2009).

O estudo constitui a primeira fase de um plano de pesquisa mais amplo, que visa o desenvolvimento de índices quantitativos que objetivamente refletem os níveis de segurança nos estaleiros de construção, devido à operação de gruas torre (Shapira and Lyachin, 2009).



## 4.2 Causas comuns dos acidentes com grua torre

As gruas são estruturas esbeltas sujeitas a grandes cargas que geram tensões alternadas nas bases. Muitas vezes, os efeitos e implicações dessas cargas variáveis, não são compreendidos e valorizados pelos construtores e operadores, o que pode causar falhas catastróficas. Estas falhas são muito perigosas e, muitas vezes, podem causar consequências fatais. Por esta razão, a investigação acerca das causas básicas para essas falhas é importante para a indústria e para o conhecimento público (Marquez et al., 2014).

É neste sentido que *Marquez et al.* (2014) elaboraram um estudo onde identificaram as causas mais comuns de acidentes com gruas torre relacionadas, na maioria, com a conceção e a elaboração das fundações. As questões de segurança com gruas torre são atribuídas principalmente a fatores humanos. A formação inadequada e a fadiga dos profissionais são o principal motivo para práticas inseguras nas operações com gruas torre. *Swuste* (2013) refere que as principais causas de acidentes com grua estão associadas a erros de operação por parte do operador da grua. As causas para o colapso estrutural são variadas mas devem-se, a sua maioria, ao mau tempo, às deficiências estruturais, aos problemas de fundação, à sobrecarga e a erros durante a desmontagem da grua. As gruas móveis, devido à constante mudança das condições de funcionamento, são mais suscetíveis a acidentes, embora com menor número de vítimas. Para a realização de uma análise profunda das causas é necessário analisar todos os fatores e não apenas aqueles que são imediatamente visíveis (Marquez et al., 2014).

Os riscos ligados às gruas são específicos e, por isso, o planeamento deve ser vinculado a riscos específicos e centrados na grua, tais como aqueles que dizem respeito à sua carga, localização e condições ambientais. Quando ignorados estes fatores, o risco aumentará e poderá gerar acidentes fatais (Swuste, 2013).

## **4.3 Segurança com guas torre: Estudo desenvolvido por Vivian Tam e Ivan Fung (2011)**

### **4.3.1 Introdução**

A grua torre é uma máquina com grandes dimensões utilizada para mover objetos pesados, suspendendo-os a partir de um braço de projeção. Uma das principais causas de morte na construção civil é o uso de guas torre durante as operações de elevação. De forma a evitar acidentes, criaram-se iniciativas para intensificar a promoção de uma utilização segura dos equipamentos e do deslocamento de cargas nos locais de construção. Foi revelado que a segurança das operações com guas torre na construção em Hong Kong é uma das principais preocupações do departamento do trabalho (Tam and Fung, 2011). Desta forma, *Tam e Fung* (2011) elaboraram um artigo em que os principais objetivos eram os seguintes:

1. Examinar os acidentes relacionados com as atividades com grua torre;
2. Identificar os fatores que afetam a segurança nas operações de guas torre;
3. Sugerir recomendações para o melhoramento do desempenho de segurança relacionados com atividades com grua de torre.

### **4.3.2 Fatores que afetam a segurança nas operações de guas torre**

#### **4.3.2.1 Negligência dos intervenientes nas operações de guas torre**

A maioria das mortes na construção civil com guas torre é devida ao descuido do trabalhador, como por exemplo, trabalhar muito perto de linhas de alimentação energéticas, aparelhamento impróprio, ou elevação de cargas superiores às capacidades da grua (Tam and Fung, 2011).

#### **4.3.2.2 Formação inadequada**

Se os trabalhadores não possuem formação ou conhecimento suficiente sobre a sua função, então, não deve ser esperado que consigam identificar as condições inseguras que rodeiam o seu trabalho. A falta de instrução acerca da segurança e de educação formal são fatores de risco para a ocorrência de acidentes. A instrução aumenta significativamente o desempenho da segurança nos estaleiros de obras e, por consequência reduz a ocorrência de acidentes (Tam and Fung, 2011).

#### **4.3.2.3 Práticas de subcontratação nas operações de grua de torre**

Poucas empresas de construção possuem uma grande quantidade de guias torre à disposição, sendo que a maioria é alugada e operada por funcionários da empresa ou pessoal contratado. De acordo com a confederação dos sindicatos de Hong Kong, os sistemas de subcontratação são comuns nas operações de grua torre. Esta subcontratação pode causar muitos problemas, tais como a coordenação, o planeamento, a alocação de responsabilidades de segurança e a comunicação. A mobilidade dos trabalhadores subcontratados pode causar a não familiarização com o local e respetivo ambiente de trabalho, a prática inadequada nas operações de guias torre, a falta de controle do local e, por consequência, altas taxas de acidentes (Tam and Fung, 2011).

#### **4.3.2.4 A pressão dos prazos**

Um cronograma de construção dentro do previsto é o fator mais relevante para garantir a segurança no local de construção. As guias torre são muito utilizadas na construção civil e a velocidade de produção é, muitas vezes, considerada como um fator mais importante do que a própria segurança, tornando-se esta numa grande preocupação. Um trabalho em atraso pode criar uma atmosfera de tensão, tendendo a forçar as pessoas a trabalhar mais rápido do que o habitual, comprometendo assim a segurança. Isto dá origem a riscos para as guias, para os objetos próximos, para a tripulação de aparelhamento e para os trabalhadores na vizinhança (Tam and Fung, 2011).

### **4.3.3 Metodologia de investigação**

De modo a investigar a segurança das gruas torre na construção, os autores realizaram um questionário a 700 trabalhadores, cujas funções estão ligadas à operação de gruas torre, incluindo operadores de grua, sinaleiros, diretores de obra, coordenadores de segurança e engenheiros (Tam and Fung, 2011). O questionário era composto por sete capítulos:

1. Informações gerais;
2. Desempenho dos contratantes: Responsabilidades/Requisitos
3. Desempenho dos operadores de grua e sinalizadores: Responsabilidades/Requisitos
4. Segurança da montagem e desmontagem de gruas torre;
5. Procedimentos e precauções para operações com grua torre;
6. Questões de gestão e de comunicação;
7. Questões de saúde.

Depois de analisados os questionários, foram estruturadas entrevistas individuais. Estas foram feitas a 14 participantes, selecionados a partir de diferentes origens: dois operadores de grua, dois lançadores, um sinalizador, dois capatazes, dois oficiais de segurança, três coordenadores do estaleiro e dois engenheiros (Tam and Fung, 2011).

### **4.3.4 Resultados**

No que diz respeito à formação dos operadores de grua torre, apenas cerca de 57,9% dos entrevistados foram devidamente instruídos, enquanto que cerca de 42,1% não foram (Tam and Fung, 2011).

Os entrevistados destacaram que nem os empreiteiros nem os subempreiteiros exigiam que eles e os seus colegas de trabalho conhecessem as instruções de segurança. Acredita-se que os

empreiteiros deixaram de fornecer as instruções de segurança, devido à inexistência das mesmas ou à falta de informação acerca da importância dos programas de segurança. Desta forma, é possível afirmar que os entrevistados e a maioria dos trabalhadores não entendem os procedimentos exigidos nos programas de segurança da grua nem as suas responsabilidades individuais de segurança. É então necessário promover o desenvolvimento de programas, de forma a que os trabalhadores entendam, claramente, as suas responsabilidades na segurança. O programa de segurança destaca que os empreiteiros têm a responsabilidade de assegurar que o pessoal que opere com grua torre possua experiência. Normalmente, a forma mais simples é exigir ao trabalhador que apresente um certificado válido para a determinação e seleção do pessoal. No entanto, cerca de 34,2% dos entrevistados admite que o empreiteiro não exigiu a apresentação quaisquer certificados válidos. Isso evidencia que existem riscos, significativos nas operações de guias torre (Tam and Fung, 2011).

Os entrevistados revelaram ainda que os operadores de grua trabalham muitas vezes sem visão clara e sem restrições de carga transportada. Isso suscita um aumento no risco de operações de grua torre. Está implícito que a segurança das operações de grua torre deve contemplar uma comunicação eficaz entre os operadores de grua e os sinaleiros. A não implementação de tal comunicação entre os operadores de grua e outros profissionais levará a operações de grua inseguras, o que pode contribuir para a ocorrência de lesões de pessoas. Os sinais de rádio e os sinais de mão são os principais métodos de comunicação entre operadores de grua e sinaleiros. A partir dos resultados da pesquisa, uma percentagem significativa dos entrevistados não é capaz de dirigir o movimento das guias e cargas e compreender inteiramente os sinais de rádio, de forma a garantir a segurança do pessoal. Isto conduz a dúvidas sobre a capacidade e eficácia da sua comunicação e atenção aos perigos durante as operações com grua torre. Para os operadores que possuem menos experiência de trabalho, o entendimento dos métodos de comunicação fica ainda mais prejudicado, aumentando ainda mais as preocupações de segurança (Tam and Fung, 2011).

A maioria dos entrevistados afirmou que, durante a montagem e desmontagem da grua torre, estão a ser supervisionados por uma pessoa competente. No entanto, a partir dos resultados da pesquisa, apenas 50% dos entrevistados foi devidamente instruído para fazê-lo. Os entrevistados referiram ainda que, na indústria da construção civil de Hong Kong, é comum empregar pessoas especializadas para a montagem e desmontagem da grua. Os inquiridos observaram que as pessoas subcontratadas para a montagem e desmontagem de guias torre

precisam de visitar diferentes estaleiros de obras num determinado período de tempo. Eles vão mudando de local de acordo com o programa de estaleiros de cada obra. Essa prática é muito comum na indústria de construção de Hong Kong. Além disso, os entrevistados destacaram que não são responsáveis por apenas um tipo ou um modelo de grua torre (Tam and Fung, 2011).

Tendo em referência os últimos acidentes com grua torre em Hong Kong, pode concluir-se que uma das principais causas dos mesmos é a inadequada inspeção e manutenção dos componentes das guas. A manutenção preventiva pode efetivamente eliminar os acidentes causados por peças defeituosas de guas torre. As verificações de rotina e a inspeção completa são precedentes para uma manutenção preventiva. Portanto, a inspeção é uma das principais precauções, para evitar acidentes de grua torre. Os entrevistados referiram que, em geral, depois da utilização da grua no estaleiro de obras, esta é submetida a uma verificação e a manutenção será efetuada se necessário. Porém, alguns entrevistados indicaram que alguns proprietários de guas omitem as inspeções e manutenção de guas torre. A principal dificuldade é o calendário apertado para as atividades de construção no local a ser realizado. As componentes para guas torre como parafusos, podem ficar com defeito e rachados após cada operação, podendo causar sérios perigos. Além disso, a omissão de inspeções completas podem impossibilitar a identificação das anomalias surgindo, desta forma um aumento do perigo no uso de grua torre (Tam and Fung, 2011).

O encurtamento do período do projeto é um dos principais objetivos para a maioria dos responsáveis na indústria de construção de Hong Kong. Às vezes, os empreiteiros incutem esta regra aos trabalhadores, obrigando-os a agir de forma insegura ao manusear as operações com grua torre. É de salientar, uma vez mais, que a negligência dos trabalhadores contribui para a ocorrência de muitos acidentes. Apenas cerca de 36,8% dos empreiteiros forneceu instruções de segurança na operação de guas torre aos membros da equipa de trabalho. A legislação atual exige apenas que operadores de grua têm de ser instruídos e detentores de certificados válidos para operar com guas torre. No entanto, isto não é suficiente, uma vez que, no decorrer das operações com guas torre, todos os membros da equipa dependem uns dos outros, de forma a tomar as decisões necessárias no momento certo. Se uma das partes não o fizer, pode causar lesões ou até mesmo a morte. Portanto, a instrução adequada a todos os membros da equipa envolvidos nas operações com grua torre é essencial para garantir a segurança (Tam and Fung, 2011).

Os principais motivos para a fadiga são as longas horas de trabalho sem paragem para descansar. A fadiga pode aumentar os erros humanos, incluindo a falta de atenção e de bom senso, resultando em acidentes e lesões. Outra preocupação é a existência de uma grande variedade de nacionalidades, uma vez que este fator agrava os problemas de comunicação restringindo, assim, a produtividade bem como os esforços destinados a garantir a segurança no local. A falta de sistemas de ar condicionado nas cabines de operador é outro dos problemas. O tempo quente pode provocar a desatenção dos operadores, daí que a existência de ventilação seja muito importante. A utilização de equipamentos de proteção individual, como o capacete, é essencial, mas, no entanto, os entrevistados referem que os utilizam mas não os substituem regularmente (Tam and Fung, 2011).

#### **4.3.5 Recomendações**

Com base nos resultados da pesquisa e discussão da entrevista, sugere-se uma série de recomendações para melhorar a segurança nas operações de guias torre no setor da construção (Tam and Fung, 2011):

- Deve ser reforçada, no sector da construção, a promoção do Código de Boas Práticas para utilização segura da grua;
- A segurança no trabalho deve reforçar a instrução para a segurança de todos os membros da equipa;
- Em nenhuma circunstância as inspeções e exames da grua de torre devem ser omitidos;
- A instrução para as diferentes funções com operações de grua torre deve ser intensificada, em particular na operação, montagem e desmontagem da mesma. A instrução para os novos operadores deve ser aumentada;
- A comunicação entre os trabalhadores locais e estrangeiros deve ser aumentada;

- Devem ser fornecidos sistemas adequados de ar condicionado para as cabines de operação, reduzindo assim o stress causado pelo calor;
- Devem ser organizadas pausas suficientes entre os membros da equipa;
- As operações de elevação devem ser cuidadosamente planeadas, de forma a eliminar os efeitos das restrições de tempo para a segurança operacional;
- O número de subcontratados deve ser restringido para reduzir a comunicação insuficiente e falta de formação na condução de operações de guias de torre.

#### **4.3.6 Conclusões**

Após o estudo, é possível concluir que os principais fatores que tornam inseguras as operações com guias (Tam and Fung, 2011), são:

1. A formação inadequada sobre a segurança na operação de guias dos principais responsáveis pela contratação de operadores de guia;
2. Conhecimento insuficiente do Código de Boas Práticas por parte dos membros da equipa;
3. A falta de inspeções completas, devido à urgência da movimentação de guias torre entre estaleiros;
4. A dificuldade de comunicação linguística e gestual entre os membros da equipa e as longas horas de trabalho contínuo (sem intervalos de descanso), causam fadiga;
5. O stress quanto ao cronograma de projeto.



## 4.4 Legislação nacional aplicável às gruas

### 4.4.1 Máquina

De acordo com o Decreto-Lei n.º103/2008<sup>1</sup>, as máquinas<sup>2</sup> devem ser idealizadas e construídas de forma a cumprirem a função a que se destinam e a poderem ser colocadas em funcionamento sem expor as pessoas a riscos quando as operações sejam efetuadas nas condições previstas. No entanto, devem ter em conta situações anómalas previsíveis. No que diz respeito a “*intervenção do operador*”<sup>3</sup>, o equipamento deve ser concebido, fabricado e equipado de forma a limitar a necessidade de intervenção de operadores. Porém, sempre que não seja possível evitar a intervenção do operador, esta deve poder realizar-se de forma fácil e segura.

A “*marcação das máquinas*”<sup>4</sup> é uma fase fundamental que deve conter, de forma visível, legível e permanente, as seguintes indicações mínimas: nome e endereço do fabricante; designação da máquina; marcação CE, designação da série ou do tipo; número de série (caso exista); e ano de fabrico (ano em que o processo de fabrico foi concluído). A máquina deve ainda fazer-se acompanhar de um manual de instruções original ou de uma tradução do original, sendo que neste caso, a tradução deve ser, obrigatoriamente, acompanhada do manual original.

### 4.4.2 Equipamentos de trabalho com riscos específicos<sup>5</sup>

Nos equipamentos de trabalho estão englobadas todas as máquinas, aparelhos, ferramentas ou instalações utilizadas no trabalho. Sempre que a sua utilização apresente riscos para a

---

<sup>1</sup> **Decreto-lei n.º103/2008** de 24 de Junho. Item 1.1.2 – “Princípios de integração da segurança”, Ponto 1 – “Requisitos essenciais de saúde e de segurança”, Anexo I – “Requisitos essenciais de saúde e de segurança relativos à conceção e ao fabrico de máquinas”.

<sup>2</sup> Conjunto equipado com um sistema de acionamento diferente da força humana diretamente aplicada, composto por peças ou componentes ligados entre si, dois quais pelo menos um é móvel.

<sup>3</sup> **Decreto-lei n.º103/2008** de 24 de Junho. Item 1.6.4 – “Intervenção do operador”, Ponto 1 – “Requisitos essenciais de saúde e de segurança”, Anexo I – “Requisitos essenciais de saúde e de segurança relativos à conceção e ao fabrico de máquinas”.

<sup>4</sup> **Decreto-lei n.º103/2008** de 24 de Junho. Item 1.7.3 – “Marcação das máquinas”, Ponto 1 – “Requisitos essenciais de saúde e de segurança”, Anexo I – “Requisitos essenciais de saúde e de segurança relativos à conceção e ao fabrico de máquinas”.

<sup>5</sup> **Decreto-Lei n.º 50/2005** de 25 de Fevereiro. Artigo 6.º - “Equipamentos de trabalho com riscos específicos”, Capítulo I – “Disposições gerais”.

segurança e saúde dos trabalhadores, o empregador deve adotar as medidas necessárias para que a sua utilização seja reservada a operadores habilitados para o efeito.

#### **4.4.2.1 Verificação dos equipamentos de trabalho<sup>6</sup>**

Quando a segurança dos equipamentos de trabalho depender das condições da sua instalação, o empregador deve proceder à sua verificação após a instalação/montagem no estaleiro antes do início dos trabalhos. Devem ser realizadas verificações/manutenções periódicas e extraordinárias quando ocorram acontecimentos excepcionais, como acidentes. As verificações e ensaios devem ser efetuados por pessoas competentes, de modo a garantir a correta instalação e o bom funcionamento dos equipamentos.

#### **4.4.3 Equipamentos de trabalho de elevação de cargas**

Segundo o Decreto-Lei n.º 50/2005<sup>7</sup>, a utilização de equipamentos de trabalho desmontáveis ou móveis destinados a elevação de cargas deve ser efetuada de forma a garantir a sua segurança e estabilidade durante a sua utilização e em todas as condições previsíveis, tendo em consideração as cargas a elevar, as forças exercidas e a natureza do solo. A sua instalação deve ser efetuada de modo a reduzir o risco de colisão entre a carga e os trabalhadores e a queda das cargas.

A elevação de trabalhadores apenas é permitida com equipamentos de trabalho, exceto na cabine do operador e se existirem medidas necessárias para garantir a sua segurança. É proibida a movimentação de cargas por cima de locais de trabalho não protegidos e habitualmente ocupados por trabalhadores, exceto se os trabalhos não possam ser assegurados de outra forma e se forem adotadas medidas de proteção adequadas e necessárias.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 41821<sup>8</sup>, nos equipamentos de trabalho destinados à elevação de cargas é obrigatória a existência, bem visível, da carga máxima admitida, detalhando as cargas máximas nos diversos alcances da lança. Ainda no mesmo decreto-lei é referido que os

---

<sup>6</sup> Decreto-Lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro. Artigo 6.º - “Verificação dos equipamentos de trabalho”, Capítulo I – “Disposições gerais”.

<sup>7</sup> Decreto-Lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro. Artigo 33.º - “Equipamentos de trabalho de elevação de cargas”, Secção I – “Utilização dos equipamentos de trabalho em geral”, Capítulo III – “Regras de utilização dos equipamentos de trabalho”.

<sup>8</sup> Decreto-Lei n.º 41821 de 11 de Agosto. Capítulo I – “Disposições gerais”, Título VI – “Aparelhos elevatórios”.

operadores devem dispor de uma cabine ou posto de comando coberto, que garanta a segurança e perfeita visibilidade durante as manobras. Os operadores de aparelhos elevatórios devem ser pessoas especializadas, com idade mínima de 18 anos.

#### **4.4.3.1 Organização do trabalho na elevação de cargas<sup>9</sup>**

As operações de elevação de cargas devem ser devidamente planeadas, vigiadas e realizadas de forma a proteger a segurança dos trabalhadores. Quando mal planeadas e executadas podem causar acidentes graves, podendo mesmo ocorrer mortes. Nestas operações o operador do equipamento torna-se fundamental, no entanto, nas situações em que o operador não consiga observar todo o trajeto da carga, diretamente ou através de dispositivos auxiliares, deve existir um sinaleiro que em comunicação com o operador do equipamento o oriente de forma a evitar colisão entre a carga e qualquer obstáculo. É de referir que nestes trabalhos, a segurança dos trabalhadores, deve ser sempre a principal preocupação dos responsáveis pela obra.

#### **4.4.4 Gruas<sup>10</sup>**

As gruas não podem ser postas em serviço sem o certificado de exame e ensaio emitido pela autoridade competente com a especificação das cargas úteis admissíveis nos diversos alcances da lança. É ainda necessária a existência de um indicador automático que mostre ao operador a aproximação dos limites de carga útil nos diferentes alcances da lança. Se algum limite for excedido, o dispositivo indicador deve emitir imediatamente um sinal sonoro automático de alarme.

Nas condições normais de trabalho e em situações em que o operador da grua não consiga visibilidade da carga em todas as posições da manobra é obrigatória a existência de um sinalizador para transmitir ao operador os sinais necessários para que a mesma seja executada em segurança. Os sinais devem ser definidos pelos trabalhadores para cada manobra, para que o operador os veja e interprete corretamente.

---

<sup>9</sup> **Decreto-Lei n.º 50/2005** de 25 de Fevereiro. Artigo 35.º - “Organização do trabalho na elevação de cargas”, Secção I – “Utilização dos equipamentos de trabalho em geral”, Capítulo III – “Regras de utilização dos equipamentos de trabalho”.

<sup>10</sup> **Decreto-Lei n.º 41821** de 11 de Agosto. Artigo 128.º, Secção I – “Disposições gerais”, Capítulo IV – “Guindastes”, Título VI – “Aparelhos elevatórios”.

Durante o seu funcionamento devem ser tomadas as providências necessárias para impedir que alguém permaneça ou circule nas zonas em que possa ser atingido pela carga ou por qualquer peça do equipamento. As plataformas das guias devem ser instaladas com a segurança e estabilidade necessárias atendendo à altura, posição, capacidade de carga e potência da guisa. O equipamento só pode ser utilizado para transportar cargas verticalmente, excepto nos casos em que a sua estabilidade não seja afetada.

#### **4.4.4.1 Guias fixas<sup>11</sup>**

As guias fixas devem ser lastradas através de uma carga suficiente e solidamente presa ou eficazmente imobilizadas por outro processo. No caso da estabilização através de lastro, deve ser afixado na cabine do operador um diagrama com indicação da posição e do valor do contrapeso.

#### **4.4.4.2 Guias móveis<sup>12</sup>**

Os carris onde as guias móveis se movem devem possuir secção suficiente e superfície de rolamento contínua. A fixação da guisa ao carril da via de rolamento é realizada através de um dispositivo de fixação. As vias de apoio das guias móveis serão assentes em suportes em bom estado e com a resistência necessária.

---

<sup>11</sup> **Decreto-Lei n.º 41821** de 11 de Agosto. Artigo 128.º, Secção II – “Guindastes fixos”, Capítulo IV – “Guindastes”, Título VI – “Aparelhos elevatórios”.

<sup>12</sup> **Decreto-Lei n.º 41821** de 11 de Agosto. Secção III – “Guindastes móveis”, Capítulo IV – “Guindastes”, Título VI – “Aparelhos elevatórios”.



## **5 CASOS DE ESTUDO**

No âmbito desta investigação foram efetuadas 18 entrevistas em estaleiros de obras selecionados visando a descrição das características específicas do planeamento, seleção e manuseamento das gruas utilizadas no local, bem como o reconhecimento das características culturais que afetam o planeamento deste tipo de equipamento.

A entrevista aplicada nos estaleiros de obras é composta por oito capítulos, nomeadamente: identificação do caso de estudo, dados gerais da obra, informação do edifício/estrutura, informação do estaleiro, dados sobre gruas torre, processo de montagem/desmontagem da grua, planeamento de equipamentos (grua) e fatores que afetam a segurança nos estaleiros com gruas.

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos no estudo das obras proposto neste trabalho. Primeiramente apresenta-se a identificação dos casos de estudo, incluindo os dados gerais, a informação relativa à estrutura, ao estaleiro e à grua. Seguidamente, é apresentado o planeamento dos equipamentos e os fatores que afetam a segurança.

### **5.1 Identificação e dados gerais dos casos de estudo**

Neste subcapítulo são identificados os casos de estudo e os dados gerais da obra: o nome, finalidade, localização, tipo de edifício, custo, prazo de construção, tipo de procedimento contratual adotado, forma de pagamento e os trabalhos que utilizam grua.

Neste sentido, procurou-se analisar obras de tipologias diversas, para que o objetivo principal fosse o mais fiável possível e que não se restringisse apenas a um tipo de obra. As obras estudadas são diversificadas e algumas delas complexas. Seguidamente será apresentada a lista dos casos de estudo, de forma a simplificar a sua identificação.

(1) Ampliação do hospital da misericórdia de Riba D'Ave

- (2) Recuperação e valorização do cineteatro Garrett – Conclusão da obra
- (3) Edifício Sustentável do Instituto Politécnico de Viana do Castelo
- (4) Recuperação do Paço da Giela
- (5) Campo de Rugby
- (6) Moradia Unifamiliar em Ponte de Lima
- (7) Moradia Unifamiliar em Poiares
- (8) Moradia Unifamiliar em Rebordões
- (9) Recuperação dos edifícios Clara Penha
- (10) Moradia Unifamiliar em Cabaços
- (11) Complexo Industrial BRACICLA Unipessoal Lda.
- (12) Construção da ligação pedonal do pátio B da zona sinistrada do Chiado, Largo do Carmo e Terraços do Carmo
- (13) Reconstrução de edifício com preservação de fachadas
- (14) Alteração de Moradia Unifamiliar
- (15) Viaduto 1 – Lote 3 – Subconcessão do Douro Interior
- (16) Parque de estacionamento dos Cardosas
- (17) Centro Escolar Campo Maior
- (18) Pavilhão Gimnodesportivo de Agudela

Para melhor perceção dos casos de estudo será apresentada uma seleção de fotografias de algumas obras.



Figura 22. Cineteatro Garrett, Póvoa de Varzim



Figura 23. Edifício Sustentável do IPVC, Viana do Castelo



Figura 24. Paço da Giela, Arcos de Valdevez





Figura 25. Campo de Rugby, Arcos de Valdevez



Figura 26. Edifício Clara Penha, Ponte de Lima



Figura 27. Complexo Industrial BRACICLA Unipessoal Lda., Amares



Figura 28. Edifício com Preservação de Fachada, Monção



Figura 29. Viaduto 1 - Lote 3 - Subconcessão do Douro Interior, Vila Nova de Foz Côa

De acordo com a informação recolhida e de forma a sintetizar os dados recolhidos relativos à identificação dos casos de estudos e aos dados gerais da obra, a informação será apresentada na tabela 5.

Tabela 5. Dados gerais dos casos de estudo

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
<b>Custo (€)</b>	5 000 000	4 680 000	300 000	680 000	347 446	120 000	100 000	65 000	333 333,33	150 000	1 311 763,2	2 464 218,06	84 235,81	105 000	,	6 845 000	5 397 000	1 284 999
<b>Utilização- Tipo</b>	Hospitais e lares de idosos	Espectáculos e reuniões	Escolares	Museus e Galerias de artes	Desportivos e lazer	Residenciais	Residenciais	Residenciais	Hoteleiros e restauração	Residenciais	Industriais, oficinais e armazéns	Serviços	Comerciais e gares de transporte	Residenciais	Serviços	Serviços	Escolares	Desportivos e lazer
<b>Finalidade</b>	Hospital	Teatro	Escolar	Museu	Desporto	Residencial	Residencial	Residencial	Restauração	Residencial	Industrial	Serviços	Comercial	Residencial	Serviços	Serviços	Escolar	Desporto
<b>Localização</b>	Riba D’Ave	Povoa do Varzim	Viana do Castelo	Arcos de Valdevez	Arcos de Valdevez	Ponte de Lima	Ponte de Lima	Ponte de Lima	Ponte de Lima	Ponte de Lima	Amares	Lisboa	Monção	Ponte de Lima	Vila Nova de Foz Côa	Porto	Campo Maior	Lavra

<b>Principais trabalhos subcontratados que utilizem grua</b>	<b>Forma de pagamento</b>	<b>Tipo de procedimento contratual adotado</b>	<b>Prazo de Construção (meses)</b>
Estrutura de Betão Armado	Preço Global	Concurso Público	15
-	Série de Preços	Concurso Público	14
Montagem Andaime e Estrutura	Preço Global	-	8
-	Série de Preços	-	14
-	Série de Preços	-	8
Estrutura de Betão Armado e Alvenarias de tijolo e bloco	Série de Preços	Concurso Público	7
Estrutura, Cobertura e Alvenarias	Série de Preços	-	8
Estrutura e Cobertura	Série de Preços	-	5
Trabalhos de Demolição, Estrutura e Cobertura	Série de Preços	-	10
Estrutura	Percentagem	-	12
Estrutura de Betão Armado e Carga/Descarga de Materiais	Série de Preços	Empreitada	12
Estrutura de Betão Armado e Carga/Descarga de Materiais	Série de Preços	Concurso Público	15
Trabalhos de Demolição, Estrutura e Cobertura	Série de Preços	-	12
Estrutura, Cobertura e Alvenarias	Série de Preços	-	6
Armação de Ferro e Cofragem	Série de Preços	-	3
Trabalhos de Betão Armado	Preço Global	-	12
Estrutura de Betão Armado e Alvenarias	Preço Global	-	14
Estrutura de Betão	Preço Global	-	10

De acordo com a informação recolhida através da entrevista, é de referir que o caso de estudo nº11, denominado de Complexo Industrial BRACICLA Unipessoal Lda., possui como finalidade o tratamento de resíduos não perigosos. A obra é das mais complexas, uma vez que é composta por quatro edifícios.

Relativamente aos casos de estudo nº12, nº15 e nº16 (construção da ligação pedonal do pátio B da zona sinistrada do Chiado, Largo do Carmo, Terraços do Carmo e o Viaduto 1 – Lote 3 – Subconcessão do Douro Interior e Parque de estacionamento dos Cardosas), não sendo estes considerados um edifício ou parte dele, não poderão estar incorporados nas utilizações-tipo de edifícios e recintos do Artigo 8.º do capítulo III do Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro. Sendo assim, e de acordo com a resposta dos inquiridos, a sua tipologia será designada por “serviços”, uma vez que são de acesso público.

Em relação ao tipo de procedimento contratual adotado, o “concurso público” foi a resposta mais registada. O concurso público é quase sempre o método mais utilizado em obras públicas. É um procedimento pré-contratual através do qual todos os concorrentes podem apresentar uma proposta, tendo acesso livre a todos os potenciais interessados, desde que devidamente habilitada, no que diz respeito às “autorizações” que possui no seu certificado de empreiteiro de obras públicas (Couto, 2010).

De uma forma geral, os principais trabalhos subcontratados que utilizam grua são idênticos na maioria dos casos: a execução da estrutura, da cobertura e das alvenarias são os trabalhos mais especificados na resposta dos inquiridos. É evidente que a utilização da grua para a carga/descarga de materiais também é um trabalho frequente, no entanto apenas alguns entrevistados referiram este aspeto. No caso dos edifícios “Clara Penha” e do edifício com preservação de fachadas, cujas obras são de recuperação, também são referidos os trabalhos de demolição.

Para sintetizar a informação, foi elaborada uma tabela onde se encontram apresentadas as características de projetos estudados, segundo a sua dimensão.

Tabela 6. Caraterísticas dos projetos estudados

Tamanho do projeto	Custo do projeto (mil euros)		Duração da construção (meses)		Número de projetos				
					Tipologia				Total
	Variação	Mediana	Variação	Mediana	Comercial	Industrial	Público	Habitacional	
Pequeno	1 – 150	75,5	5 - 12	8,5	1	0	0	5	6
Médio	151 – 999	575	8 – 14	11	1	0	3	0	4
Grande	1000 – 7000	4000	10 – 15	12,5	0	1	7	0	8
(Total)	1 - 7000	3500,5	5 – 15	10	2	1	10	5	18

## 5.2 Informação sobre os edifícios dos casos de estudo

Neste subcapítulo serão recolhidas informações acerca do edifício/estrutura, de forma a perceber qual o número de andares do edifício, o principal método construtivo utilizado, estado da construção no momento da entrevista e quais os equipamentos adicionais presentes nos estaleiros de obra.

As obras seleccionadas para a entrevista têm caraterísticas próprias e bastante distintas entre si, portanto, a informação recolhida será apresentada em forma de tabela.

Tabela 7. Informação dos edifícios dos casos de estudo

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Nº Andares	Acima do solo	3	6	1	2	2	1	1	1	3	2	-	0	3	1	-	6	2	1
	Abaixo do solo	2	2	1	0	0	0	1	1	0	0	-	0	0	0	-	6	0	0
Principal Método Construtivo		Betão	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto	Betão Pronto e Pré-Fabricado; Aço	Betão; Aço	Betão Pronto; Estrutura Metálica
Estado da Construção		Estrutura de Betão	Acabamentos	Acabamentos	Escavação	Escavação	Escavação	Estrutura	Cobertura	Acabamentos	Fundações	-	Fundações	Acabamentos	Estrutura	Acabamentos	Concluído	Acabamentos	Estrutura Metálica

Relativamente ao caso de estudo nº11 (Complexo Industrial da BRACICLA), obras de maior dimensão, a sua estrutura é muito complexa, sendo que no conjunto dos quatro edifícios possui no máximo três pisos acima do solo e uma altura máxima de 11,50 metros. O edifício P1 encontra-se em fase de acabamentos, o P2 na elaboração das fundações e os edifícios P3 e P4 na escavação.

No método construtivo constatou-se que cerca de 80% das obras são realizadas com betão pronto, sendo as restantes em betão, betão pré-fabricado e aço.

Em relação aos equipamentos adicionais em estaleiro as respostas são diversificadas e complexas, visto que um estaleiro implica uma grande organização de espaço e de tempo. Os equipamentos presentes no estaleiro podem não permanecer durante toda a empreitada, uma vez que existem equipamentos que surgem no início ou outros com o desenvolver da obra. Contudo, pelas respostas analisadas, para além da grua, elemento principal no estaleiro, os equipamentos mais evidentes são os contentores, elemento comum em todas as obras, retroescavadora, giratória, destinada à escavação, cilindro, betoneira, máquinas de corte de madeira e máquinas de corte de ferro.

### **5.3 Informação dos estaleiros**

O estaleiro é um dos pontos mais importantes e imprescindíveis numa obra. Um estaleiro bem situado e com bons acessos faz com que a obra tenha um maior dinamismo e proveito. O estaleiro deve ser organizado da melhor forma possível, sempre de acordo com as dimensões da obra, pois é o local que melhor mostra os defeitos e as qualidades da organização. A segurança e higiene no estaleiro são fatores fulcrais. É necessário obedecer às normas de segurança em vigor.

Relativamente à entrevista, no capítulo relativo à informação do estaleiro, tentou-se perceber através da mesma e da visita ao estaleiro a topografia do estaleiro e se o solo constitui algum problema para a elaboração das fundações da grua.

Após a concretização de todas as entrevistas é possível afirmar que em mais de 85% dos casos o terreno era plano e não constituía nenhum problema para a elaboração das fundações.



É de referir que apenas três dos casos tiveram problemas com o solo, que foi o caso da ampliação do “Hospital da Misericórdia”, de Riba D’Ave, uma vez que o solo era bastante rochoso, o que dificultou a abertura dos caboucos. Outro dos casos é o viaduto 1 – Lote 3 – Subconcessão do Douro Interior, visto que foi necessário realizar um aterro compactado com outro material, posteriormente foram necessários testes de verificação. Por último, o terceiro caso de estudo cujo solo apresentava problemas para a execução das fundações da grua foi o caso nº16, “Parque de estacionamento dos Cardosas”.

Através das entrevistas verificou-se que em muitos casos são elaborados estudos com vista à verificação do solo para a realização das fundações da grua, o que mostra preocupação por parte das empresas aquando da montagem das mesmas.

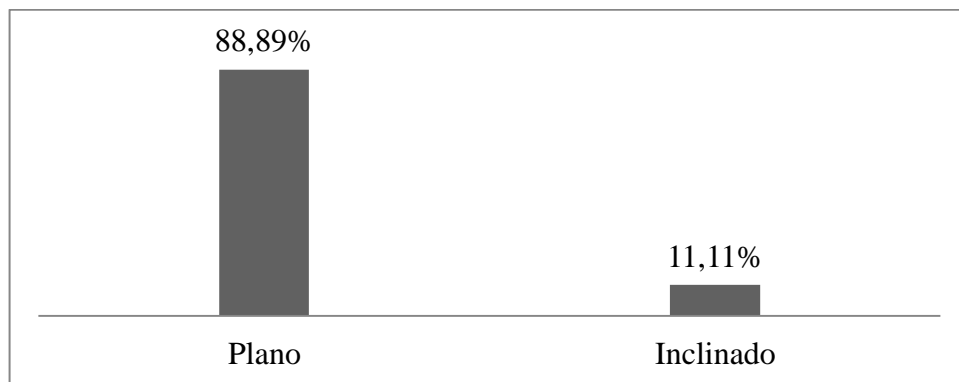


Gráfico 1. Topografia do estaleiro

#### 5.4 Dados sobre a grua torre

“A grua torre é dos equipamentos mais utilizados e versáteis nas obras de Engenharia Civil pela sua capacidade em racionalizar o transporte e a elevação dos materiais no estaleiro” (Henriques, 2013, p.21). A grua torre é um equipamento constituído por uma torre metálica, montada numa base fixa ou móvel, possui uma lança e uma contra-lança, que se equilibram através de blocos de betão.

Relativamente ao mecanismo de rotação, as gruas torre podem ser consideradas de dois tipos:

- *Bottom-Slewing* (mecanismo localizado na base);

- *Top-Slewing* (mecanismo localizado no topo).

O mecanismo de rotação localizado na base está, normalmente, associado a guias de montagem/desmontagem automática.

A parte superior da torre é composta pela lança e pela contra-lança, que equilibra a lança. Reis (2010) (cit. por Henriques, 2013) refere que a contra-lança pode não existir, sendo, neste caso, o equilíbrio realizado através de cabos ligados à base.

A grua torre quando montada é submetida a forças: peso próprio da estrutura, carga que eleva o gancho e ao vento. O funcionamento da grua torre é idêntico a uma estrutura metálica com uma fundação na base, representando um encastramento. As cargas exercidas sobre a grua são encaminhadas para a fundação, originando forças, que serão transmitidas ao solo através da fundação da grua. Desta forma, a base da grua deve ser dimensionada, de forma a absorver as cargas e controlar as deformações a que o equipamento está sujeito (Henriques, 2013).

Relativamente à mobilidade da grua, esta pode ser fixa ou móvel (sobre carris). A grua fixa é um equipamento imóvel, fixado apenas num local do estaleiro. Porém, como o próprio nome indica, a grua móvel é uma máquina móvel, capaz de se mover livremente no estaleiro.

No que concerne à base da grua, esta pode ser projetada de diversas formas, nomeadamente, encastrada no solo (sapatas de betão) ou através do assentamento de blocos. A segunda forma é a mais comum e visível em obra, sendo realizada através do assentamento de blocos de betão por cima da base metálica da grua torre. No entanto, este tipo de base poderá causar algumas desvantagens, principalmente, no que diz respeito à diminuição de trabalhos em obra, sobretudo escavações. É ainda necessário proceder ao correto dimensionamento dos blocos, para que a grua resista ao momento de derrubamento originado na base.

A primeira solução é normalmente utilizada em guias de grandes dimensões. A sapata de betão poderá estar enterrada ou à superfície, e da mesma forma, deve proceder-se ao correto dimensionamento, para que os esforços sejam absorvidos pela sapata. Nesta solução, a base da torre apresenta-se enterrada no betão da sapata ou fixa de ligações de ancoragem. Se o solo apresentar más condições de fundações, torna-se necessário estudar outro método (tipos de fundação) que descarreguem a carga para um solo firme (por exemplo a rocha). Nestes casos,

opta-se por realizar as fundações através de estaca de betão armado (Henriques, 2013).

Durante a entrevista, no capítulo relativo aos dados sobre a grua torre, conseguiu-se averiguar o tipo, modelo, marca e ano de produção, altura abaixo do gancho, comprimento e capacidade máxima da lança, máxima capacidade de elevação e raio máximo de rotação, assim como o modo de operação: mobilidade, base e ancoragem. Relativamente aos dados sobre o modelo, marca, ano de produção, máxima capacidade de elevação e raio máximo de rotação, em muitos casos, não foi possível adquirir os dados, visto que os inquiridos não estavam preparados para este tipo de pergunta.

Tabela 8. Dados sobre a grua

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
<b>Tipo</b>	Top Slewing (hammerhead)	Top Slewing (hammerhead)	Auto Montante	Top Slewing (hammerhead)	Top Slewing (hammerhead)	Auto Montante	Auto Montante	Top Slewing (hammerhead)	Auto Montante	Top Slewing (hammerhead)	Auto Montante	Top Slewing (hammerhead)	Auto Montante	Auto Montante	Top Slewing (hammerhead)	Top Slewing (hammerhead)	Top Slewing (hammerhead)	Top Slewing (hammerhead)
<b>Modelo, Marca e Ano de Produção</b>	-	IT 60 FD (2008)	-	SOIMA SGT 5012TL	SOIMA SGT 85	-	-	-	POTAIN 215D	POTAIN 210	-	POTAIN MC 68C	POTAIN HD 10A (1998)	POTAIN 215D	SOIMA SGT 5510TL	-	-	POTAIN MC65 (1998)
<b>Altura abaixo do gancho (m)</b>	-	-	15	-	-	26	-	-	20	15	18	40	19	20	36	45	-	25
<b>Comprimento da Lança (m) e Capacidade Máxima (Kg)</b>	50 -	60 1200	26 800	50 -	50 -	30 750	- -	18 150	25 1000	20 750	18 700	46 1000	16 600	25 1000	55 1000	60 3000	40 1800	45 1000

Propriedade	Modo de Operação			Máxima Capacidade de Elevação (Kg) e Raio Máximo de Rotação (m)																	
	Ancoragem	Base	Mobilidade																		
	Empresa	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	2000	-	-	2000	-	-	3000	1000	2000	1000	3000	1800	2500
Alugada	Apenas com lastro	Encastrada no Solo	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empresa	Apenas com lastro	Encastrada no Solo	Fixa	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empresa	Apenas com lastro	Encastrada no solo	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empresa	Apenas com lastro	Encastrada no solo	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empresa	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	2000	-	-	2000	-	-	3000	1000	2000	1000	3000	1800	2500	
Empresa	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empresa	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empresa	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Apenas com lastro	Apenas com lastro	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alugada	Confinada à estrutura do edifício	Encastrada no solo	Fixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para melhor percepção dos dados do tipo de grua e modo de operação serão apresentados gráficos com as percentagens relativas a todos os casos de estudo.

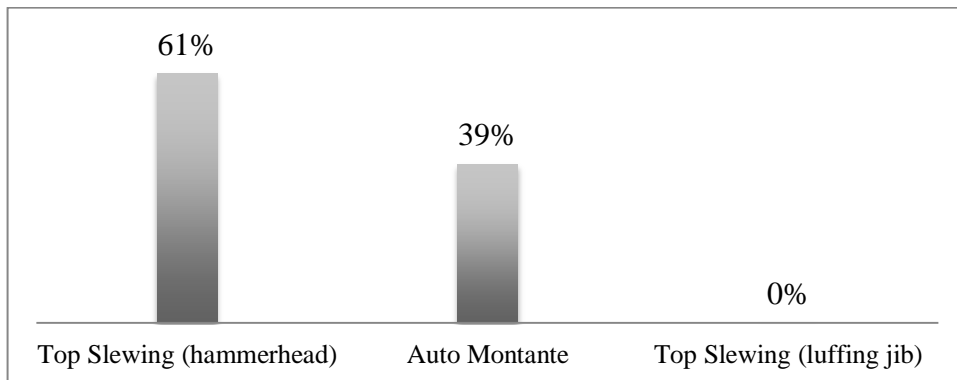


Gráfico 2. Tipo de Grua

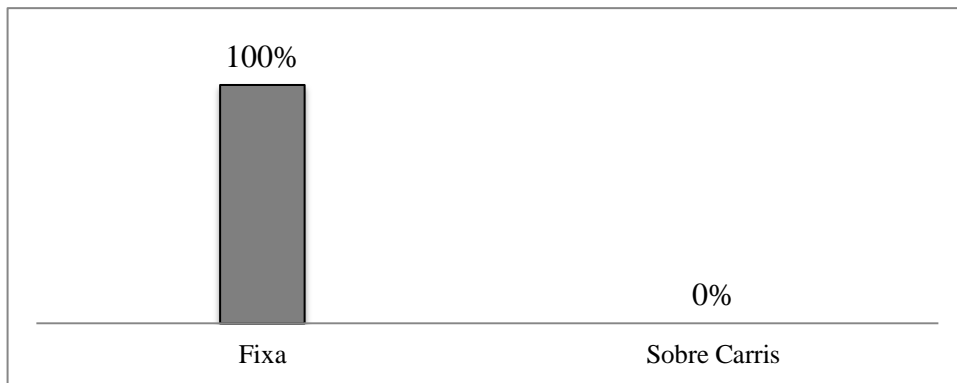


Gráfico 3. Mobilidade da Grua

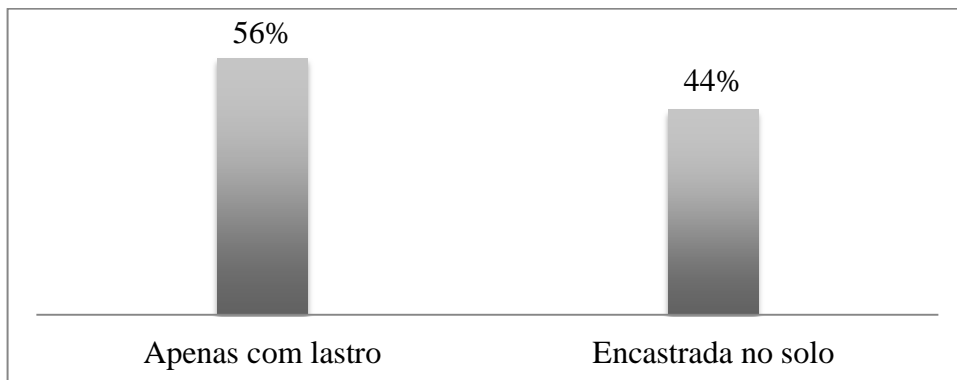


Gráfico 4. Tipo de Base

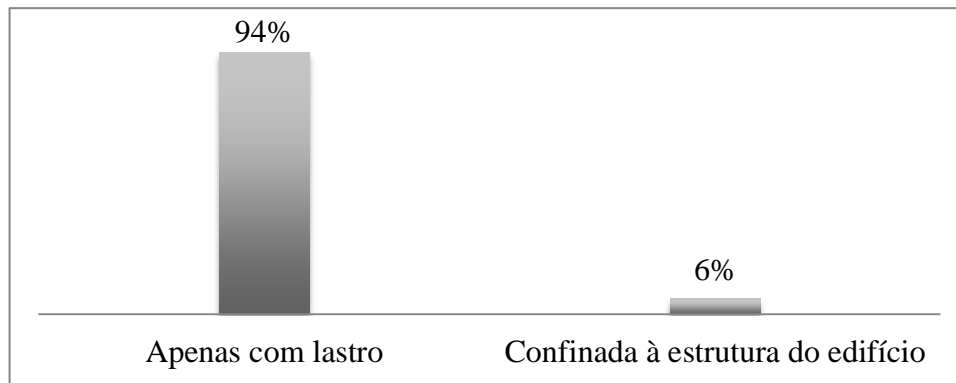


Gráfico 5. Tipo de Ancoragem

## 5.5 Processo de Montagem/Desmontagem da grua

O processo de montagem/desmontagem da grua é um processo muito trabalhoso que requer muitos cuidados e, principalmente, profissionais habilitados para o efeito.

Atualmente existem no mercado vários tipos e subtipos de guas, bem como os seus modelos associados. Desta forma, é possível distinguir e definir as guas em função da sua montagem e desmontagem:

- Grua torre de montagem/desmontagem manual ou por partes;
- Grua torre de montagem/desmontagem automática.

A primeira está associada à grua torre tradicional, cujo mecanismo de rotação e cabine do operador se encontram na parte superior da torre da grua. A montagem desta grua é realizada com recurso a uma grua móvel sobre um camião, que se desloca ao estaleiro com este propósito (Henriques, 2013).

Relativamente ao segundo tipo, o processo de montagem/desmontagem é simples, rápido e automático. Porém, a capacidade de elevação comparativamente com as anteriores é inferior, e o ponto de rotação e a cabine do operado encontram-se localizados na base. O transporte desta grua é simples, devido à sua dimensão reduzida. A montagem dá-se pelo desenrolar de lanças ligadas entre si através de cabo de aço até atingir a posição pretendida. A base desta grua é composta por uma plataforma metálica com quatro elementos estabilizadores. Para

garantir o equilíbrio com os esforços aquando da elevação de cargas, são usados blocos de betão empilhados na plataforma metálica (Henriques, 2013).

Ainda no que diz respeito à montagem e desmontagem da grua, é necessário definir a grua e o local de implantação. É imperativo preparar o estaleiro, conhecer as características técnicas da grua, fornecidas pelo fabricante, e preparar cargas para ensaios: carga à ponta, carga máxima e velocidade.

Depois de definida a grua, é necessário conhecer o raio de ação (comprimento da lança), carga máxima/carga à ponta e a altura abaixo do gancho. A escolha do local de implementação requer vários estudos, deve sempre evitar-se taludes, desterrros e zonas de fragilidade do terreno, como por exemplo canalizações.

É essencial garantir uma envolvente sem interferências: edifícios, outras gruas e qualquer estrutura em geral, garantindo uma distância de segurança em relação aos cabos de tensão.

A preparação do estaleiro é uma das fases mais importantes do processo, deve-se preparar os muros de montagem com a resistência e dimensões necessários. As condições de acesso e a potência elétrica necessária para a alimentação da grua devem ser garantidas. Para que eventuais acidentes possam ser evitados, as empresas especializadas devem utilizar equipamento de segurança, nomeadamente o capacete, botas especiais, luvas e cinto de segurança.

Neste capítulo da entrevista pretende-se que os inquiridos façam uma descrição sucinta sobre o método de montagem e desmontagem da grua, mencionando os custos associados, distâncias, meios de transporte, processo de realização das fundações.

De acordo com os dados analisados, entende-se que as empresas têm especial cuidado neste processo. A resposta é unânime, em todos os casos de estudo o processo de montagem/desmontagem passa por uma empresa especializada para o efeito, com certificado de montagem. O processo é idêntico, sendo que se processa com o auxílio de uma auto grua, utilizando o caminho de acesso. O transporte da grua para a obra é realizado com recurso a um camião “zorra”. Para a descarga é utilizada uma retroescavadora, um trator ou uma empilhadora telescópico. Os custos associados ao processo de montagem/desmontagem da



grua são considerados custos de estaleiro. Contudo, caso haja aluguer de grua são considerados os custos de montagem, desmontagem e ainda o aluguer da grua mensalmente, englobados da mesma forma nos custos de estaleiro.

O processo de montagem/desmontagem da grua é um processo cuidadoso e trabalhoso, que quando mal executado, pode ser fatal ou provocar danos severos.

Assim, as empresas entrevistadas demonstraram grande sensibilidade neste campo, preferindo sempre contratar empresas/técnicos especializados para o efeito, e desta forma garantir a segurança dos trabalhadores, da grua e da obra.

## **5.6 Planeamento dos equipamentos – gruas**

Barbosa (2009) refere que a grua é um equipamento fixo na obra e desta forma, a sua utilização deve ser planeada previamente, tanto ao nível da localização no estaleiro de obra, bem como toda a logística da obra, consumo de energia a ser utilizado pela grua, a construção da base de fundação. O responsável pela definição do equipamento deve ter em sua posse todos os pormenores que envolvem essa escolha.

Tendo em conta tudo o que envolve uma grua torre, um planeamento bem organizado terá de ser efetuado de forma a selecionar o melhor equipamento (Henriques, 2013). Assim, a primeira fase de planeamento para a utilização da grua torre no estaleiro da obra é estudar a sua viabilidade, para isso é necessário elaborar, antes da construção, um estudo prévio do estaleiro que inclua logística, transportes, locais de receção de materiais e acessos. Após a elaboração do plano é possível conhecer o que a grua movimentaria e fazer uma comparação de produtividade, perda de materiais e velocidade de execução.

A localização da grua torre no estaleiro da obra é um ponto fulcral, não apenas para combater acidentes, mas também para facilitar a rapidez de execução das operações durante a construção. A tarefa é árdua e complexa uma vez que requer a análise de muitos fatores, nomeadamente a otimização da utilização do equipamento e a ausência de interferências e conflitos. A escolha do local correto para a localização da grua deve ser devidamente estudada durante o projeto de estaleiro (Henriques, 2013). Assim, o local deverá ser amplo, de forma a facilitar a disposição de todos os constituintes da grua durante a montagem e a

garantir o acesso dos restantes equipamentos que assistem o processo de montagem/desmontagem da mesma. Para a definição do local, o responsável terá de ter atenção aos seguintes aspetos (Henriques, 2013):

- o gancho deverá abranger todos os pontos fundamentais da área de trabalho;
- evitar as zonas de obstáculos;
- evitar locais adjacentes a taludes, terrenos acidentados ou com pouca fragilidade;
- garantir distância mínima de segurança dos cabos elétricos;

Apenas com um correto planeamento da grua se poderá garantir as condições necessárias para a obtenção de ganhos de eficiência e de segurança.

Relativamente ao estudo do planeamento dos equipamentos, mais propriamente das gruas, estruturou-se um capítulo composto por cinco questões, de forma a identificar as informações mais relevantes neste contexto.

Na primeira questão (7.1) é apresentada uma lista de fatores que afetam a seleção e localização das gruas e pretende-se que o inquirido indique o grau de influência de cada fator neste processo.

Na questão 7.2 é apresentada a mesma lista de fatores, mas neste caso, é pedido ao inquirido que hierarquize por ordem de importância os fatores que considerou com “muita influência” em 7.1.

A questão 7.3 corresponde ao planeamento do equipamento ao nível da empresa construtora, nomeadamente os participantes no processo, a fase e o seu nível de envolvimento.

Os inquiridos são ainda questionados acerca da elaboração de planos de equipamentos nas diferentes fases da obra (questão 7.4) e sobre a implementação de mudanças no projeto ou método construtivo em resultado do processo de análise e seleção da grua (questão 7.5).

## 5.6.1 Fatores que afetam a seleção e localização das gruas

Como já foi referido, nesta questão foi solicitado aos inquiridos que, perante a lista de fatores apresentada, indicassem o nível de influência de cada um, no que diz respeito à seleção e localização da grua no estaleiro.

### 5.6.1.1 Grau de influência

A classificação dos fatores que afetam a seleção, planeamento e localização da grua foi obtida mediante a atribuição de um valor numérico (de 0 a 3) à escala de quatro níveis de influência (muita, moderada, baixa e nula). Ou seja, os fatores classificados como “muita influência” tomaram o valor de 3, enquanto que os fatores considerados como “nenhuma influência” obtiveram classificação de 0. Este agrupamento em quatro níveis foi utilizado porque, desta forma, é possível fazer a distinção dos vários fatores.

No fator denominado de “outros”, os inquiridos que o consideraram como resposta consideraram o custo da grua com uma influência nula no processo de seleção e localização da grua.

A análise dos resultados das respostas dos inquiridos é apresentada no gráfico 6, com uma classificação média de 2,72, que corresponde a uma classificação alta na escala de 0 a 3, surge o fator mais influente na seleção da grua: **Altura da estrutura (edifício)**. Este fator foi classificado como muito influente em 14 das 18 obras selecionadas.

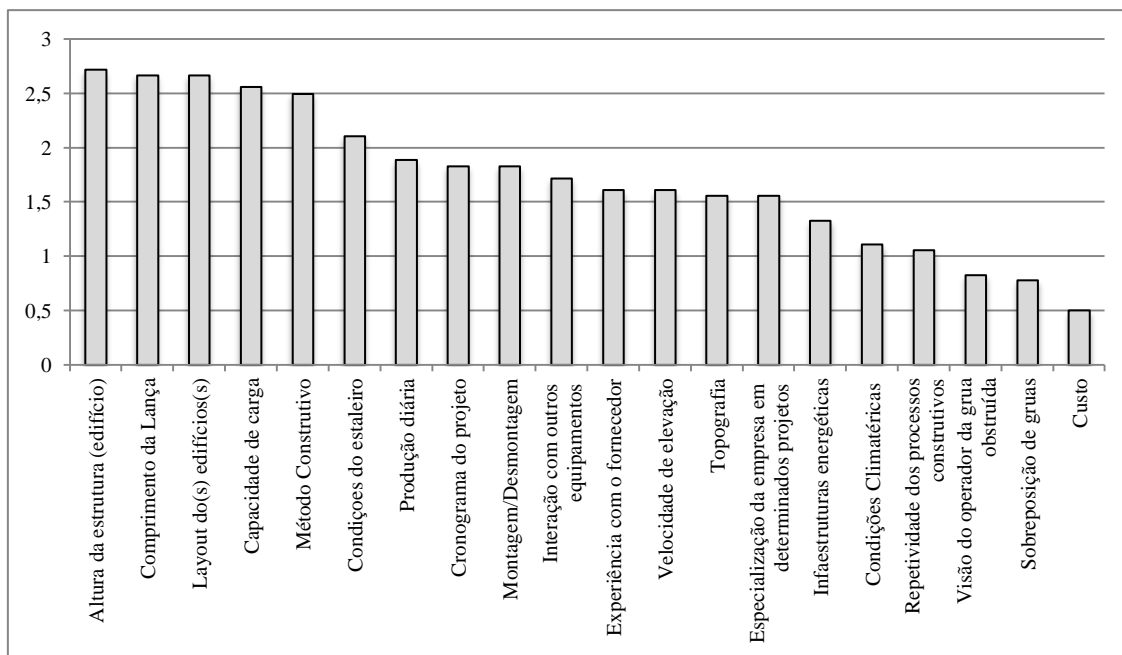


Gráfico 6. Fatores que afetam a seleção da grua: Grau de influência

O conjunto de fatores classificados como “muito influentes” para o processo da seleção da grua (com classificações entre 2,5 e 2,7), foram a **altura da estrutura**, o **layout do edifício**, o **comprimento da lança**, o **método construtivo** e a **capacidade de carga**. A altura da estrutura e o comprimento da lança já eram esperados como fatores de elevada influência.

As condições de estaleiro (classificação 2,1) era um fator igualmente esperado para a obtenção de uma classificação elevada, devido ao tema da segurança, principalmente, na seleção da localização da grua e na elaboração da fundação da grua. A elevada classificação obtida revela que os responsáveis pela obra estão atentos a estas questões, acabando por revelar que, muitas vezes, são elaborados estudos com vista à verificação do solo para a realização das fundações da grua.

Por outro lado, é igualmente importante analisar os fatores considerados como “nada influentes” na seleção e planeamento do equipamento. Os fatores com classificação abaixo de 1, com avaliações entre o 0,5 e 0,83, foram: a sobreposição de guas, a visão do operador obstruída e o custo da grua.

Por exemplo, esperava-se que a sobreposição de guas e a visão do operador fossem consideradas como fatores relevantes no planeamento do equipamento. Porém, a baixa classificação do fator “sobreposição de guas” pode dever-se ao facto de apenas 4 dos 18

projetos incluir mais do que uma grua. Relativamente ao fator “visão do operador”, pode ser considerado como prova das condições de visão serem favoráveis em quase todos os locais investigados, uma vez que apenas 4 dos 18 projetos consideraram este fator com muita influência.

No que diz respeito ao grupo “outros”, apenas 3 dos 18 projetos consideraram o custo como um fator com elevada influência na seleção da grua.

### 5.6.1.2 Fatores com melhor classificação

Na análise anterior foi utilizada uma classificação média como ferramenta de análise, no entanto, foi ainda realizada uma análise em termos percentuais para cada nível da escala e relativamente a cada fator, mostrando assim, a concertação de votos reais. Por exemplo, dois fatores podem obter uma classificação média semelhante, mas a média é o resultado de uma concentração substancial de classificações elevadas equilibrada por uma concentração substancial de classificações baixas.

Assim, foram efetuadas duas análises para diferenciar a influência dos fatores. Os cinco fatores que apresentam a maior proporção de respostas de “muita” influência são os mesmos da análise anterior, apresentado percentagens entre os 61% e os 78%.

Seguidamente é apresentada a tabela com a percentagem de respostas para cada fator relativamente ao nível de influência considerado.

Tabela 9. Fatores que afetam a seleção e localização das gruas

Fatores	Influência			
	Muita	Moderada	Baixa	Nula
Montagem/Desmontagem	39%	11%	44%	6%
Cronograma do projeto	33%	39%	6%	17%
Método Construtivo	61%	28%	11%	0%
Repetitividade (ciclos repetitivos) dos processos construtivos	0%	44%	17%	33%
Altura da estrutura (edifício)	78%	17%	6%	0%
Layout do(s) edifícios(s)	67%	33%	0%	0%
Topografia	11%	44%	33%	11%
Comprimento da Lança	67%	33%	0%	0%
Capacidade de carga	61%	33%	6%	0%

Velocidade de elevação	22%	33%	28%	17%
Condições do estaleiro	39%	44%	6%	11%
Infraestruturas energéticas	11%	22%	56%	11%
Produção diária	28%	39%	28%	6%
Interação com outros equipamentos	22%	39%	28%	11%
Sobreposição de guias	22%	6%	0%	67%
Visão do operador da grua obstruída	22%	6%	6%	67%
Condições Climatéricas	6%	28%	39%	28%
Experiência com o fornecedor	11%	50%	28%	6%
Especialização da empresa em determinados projetos	0%	72%	11%	17%
Outros	17%	0%	0%	78%

Relativamente aos fatores considerados com um nível de influência elevado, nota-se a frequência de respostas em cinco fatores, nomeadamente, a **altura da estrutura (78%)**, o **layout do edifício (67%)**, o **comprimento da lança (67%)**, o **método construtivo (61%)**, e a **capacidade de carga (61%)**.

Note-se que o fator “**especialização da empresa em determinados projetos**” é um dos fatores mais pontuados a nível de percentagem (72%), no entanto, é um fator considerado com influência moderada.

### 5.6.1.3 A classificação dos fatores

A seleção da lista de fatores utilizados neste estudo foi realizada de forma a garantir uma lista que se adequasse à realidade, mas também, para que os fatores fossem independentes. A análise das respostas aos diferentes fatores com diferentes níveis pode produzir resultados diversos.

Para ultrapassar este problema, as respostas foram analisadas não só como fatores individuais, mas também por grupos de fatores. Quando se analisa os 20 fatores de acordo com a sua natureza é possível subdividi-los em duas famílias e cinco subfamílias (Tabela 9). As duas colunas da direita mostram a frequência relativa dos fatores classificados como muito influentes no processo de seleção e planeamento da grua por subfamília e família. Os resultados (percentagens) para cada subfamília foram obtidos através da média das frequências relativas (nas respostas classificadas como muito influentes) dos fatores de cada

subfamília. A frequência relativa por família foi obtida através da soma das frequências relativas por subfamília.

Os fatores específicos do projeto, tanto a nível da estrutura, estaleiro ou operação exerceu uma grande influência no processo de seleção e planeamento das guas. Relativamente aos fatores não específicos do projeto, o estudo revela que cerca de 23% dos fatores altamente classificados estão relacionados com a envolvente do projeto.

Tabela 10. Família de fatores que afetam a seleção da grua de torre

Família	Subfamília	Fator	Frequência relativa dos fatores classificados como “Muito” Influentes	
			Subfamília	Família
Projeto	Estrutura	Altura da estrutura (edifício)	43%	77%
		Layout do(s) edifícios(s)		
		Comprimento da Lança		
		Capacidade de carga		
		Velocidade de elevação		
	Estaleiro	Topografia	14%	
		Condições do estaleiro		
		Infraestruturas energéticas		
	Operação	Cronograma do projeto	20%	
		Método Construtivo		
		Repetitividade dos processos construtivos		
		Produção diária		
		Interação com outros equipamentos		
Envolvente	Empresa	Experiência com o fornecedor	7%	23%
		Especialização da empresa em determinados projetos		
		Custo		
	Física	Montagem/Desmontagem	16%	
		Condições Climáticas		

## 5.6.2 Prioridade dos fatores

Ainda no que diz respeito ao planeamento dos equipamentos, surge a questão 7.2, que se destina à hierarquização, por ordem de importância, dos fatores considerados de muito influentes na seleção e localização das guas.

Na questão 7.1, os inquiridos selecionaram os fatores que consideraram mais influentes no processo de seleção e localização da grua e, só após esta seleção é que surgiu a questão 7.2, onde hierarquizaram os fatores considerados de “Muita influência”. Porém, nos diferentes casos de estudo surgiram números diferentes de respostas, visto que o número de fatores considerados de “Muita influência” também eram diferentes.

Para que os resultados fossem credíveis, o processo de análise dos dados foi efetuado de forma diferente. Foi elaborada uma tabela, onde estão visíveis os fatores que afetaram a seleção e localização das gruas e as respostas dos inquiridos em forma de número, em que o número 1 corresponde ao fator mais influente no processo e o número 20 ao fator menos influente. No entanto, os fatores não foram todos hierarquizados. Sendo assim, nestes casos, atribuí a pontuação máxima, 20. Posto isto, e de forma a analisar os dados, foi realizado o somatório das respostas a cada fator e, posteriormente feita a divisão desse resultado pelo número de casos de estudo. Daí resultou uma pontuação para cada fator, resultado este que pode ser consultado na tabela seguinte. A pontuação com menor valor corresponde ao fator mais influente no processo de seleção e localização das gruas e a pontuação com maior valor ao fator com menos influência.

Tabela 11. Hierarquização da importância dos fatores que afetam a seleção e localização das gruas

<b>Fatores</b>	<b>Pontuação</b>
Montagem/Desmontagem	12,2
Cronograma do projeto	13,3
Método Construtivo	<b>7,7</b>
Repetitividade (ciclos repetitivos) dos processos construtivos	19,1
Altura da estrutura (edifício)	<b>5,0</b>
Layout do(s) edifícios(s)	<b>9,3</b>
Topografia	16,8
Comprimento da Lança	<b>7,6</b>
Capacidade de carga	<b>7,6</b>
Velocidade de elevação	15,3
Condições do estaleiro	11,4
Infraestruturas energéticas	17,9
Produção diária	14,5
Interação com outros equipamentos	15,4
Sobreposição de gruas	16,5
Visão do operador da grua obstruída	17,3
Condições Climatéricas	18,6
Experiência com o fornecedor	16,5



Especialização da empresa em determinados projetos	17,8
Outros	17,1

De acordo com a pontuação obtida, elaborou-se um gráfico com a hierarquização dos fatores, por ordem de importância e considerados com maior prioridade no processo de seleção e localização das guas.

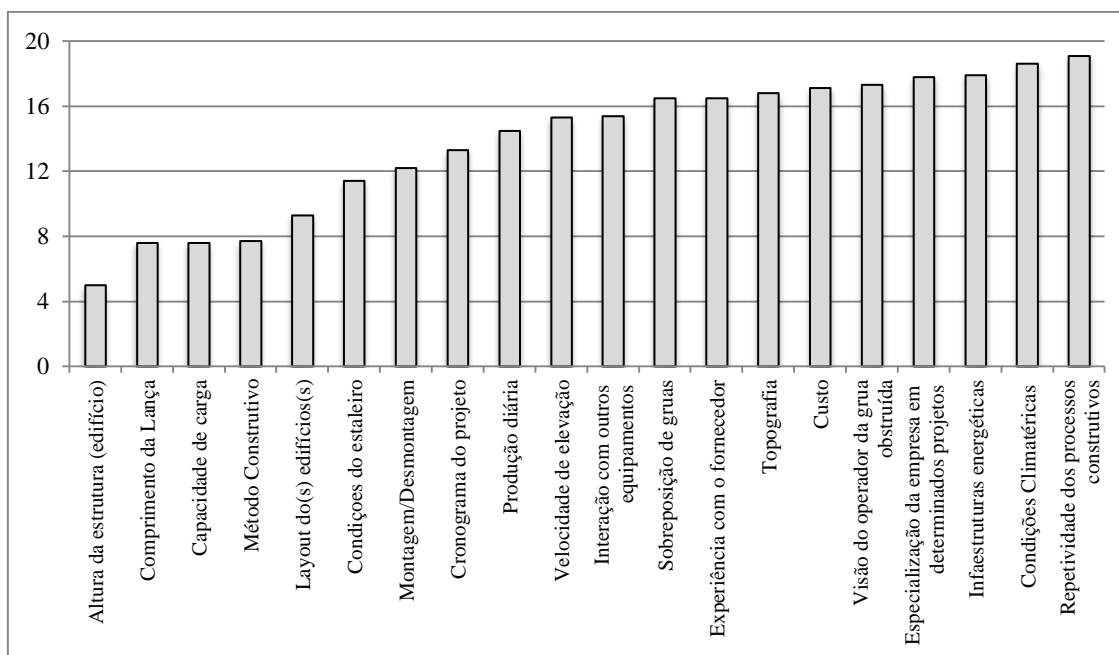


Gráfico 7. Hierarquização dos fatores

De acordo com o gráfico 7, pode-se afirmar que os cinco fatores mais pontuados na seleção, planeamento e localização da grua, foram também classificados como os cinco fatores prioritários neste processo, embora por ordens diferentes. Sendo assim, por ordem de importância, os fatores considerados mais prioritários no processo de seleção, planeamento e localização da grua são a **altura da estrutura**, o **comprimento da lança**, a **capacidade de carga**, o **método construtivo** e o **layout do edifício**.

### 5.6.3 Participantes no processo de seleção

Quando se refere à seleção do equipamento e respetivo planeamento, sabe-se, à partida, que existem pessoas envolvidas no processo. Contudo, nunca se sabe realmente quais as pessoas e quais os cargos que estas desempenham na empresa ou na obra.

O capítulo da entrevista foi fundamental para identificar os participantes e o nível de envolvimento de cada um, nas diversas fases do projeto: fase de concurso, fase de preparação e planeamento e durante a construção.

Seguidamente, são apresentados os resultados obtidos através da entrevista nas diferentes fases.

Tabela 12. Participantes e nível de envolvimento no processo de seleção dos equipamentos na fase de concurso

Participantes	Nível de Envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Proprietário da Empresa	11%	22%	0%	67%
Direção de Produção	17%	22%	6%	56%
Engenheiro de diretor de obra	61%	0%	11%	28%
Encarregado	28%	11%	6%	56%
Subempreiteiros	0%	0%	22%	78%
Fornecedor de guas	17%	6%	11%	67%
Responsável pela formulação da proposta	44%	6%	11%	39%
Outros	0%	0%	0%	100%

Após a análise de dados e observando a tabela anterior é facilmente perceptível que na fase de concurso o principal responsável pelo processo de seleção dos equipamentos é o **Engenheiro Diretor de Obra (61%)**. Sendo que em alguns casos o **responsável pela formulação da proposta (44%)** e o **encarregado (28%)** também participam no processo com elevado nível de envolvimento.

Tabela 13. Participantes e nível de envolvimento no processo de seleção dos equipamentos na fase de preparação e planeamento

Participantes	Nível de Envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Proprietário da Empresa	22%	11%	0%	67%
Direção de Produção	39%	33%	6%	22%
Engenheiro de diretor de obra	72%	28%	0%	0%
Encarregado	33%	28%	0%	39%
Subempreiteiros	6%	22%	28%	44%
Fornecedor de guas	28%	50%	6%	17%
Responsável pela formulação da proposta	33%	6%	17%	44%
Outros	6%	0%	0%	94%

Na fase de preparação e planeamento da obra, o **Engenheiro Diretor de Obra (72%)**, é novamente, a pessoa mais responsável no processo, com um nível de envolvimento alto. Seguidamente, a **direção de produção (39%)** e o **encarregado (33%)** são os participantes mais ativos nesta fase, de igual modo, como um nível de envolvimento elevado.

Nesta fase, a direção de produção já dá o seu contributo no processo, o que na fase anterior, era notório, mas com menos frequência. É de referir que o **fornecedor de guas (50%)** está também envolvido no processo de seleção dos equipamentos, no entanto, o seu nível de envolvimento é considerado moderado. No grupo denominado por “outros”, apesar da percentagem ser bastante reduzida, uma vez que apenas se verificou num dos casos de estudo, é de referir que o inquirido se referia ao estaleiro central.

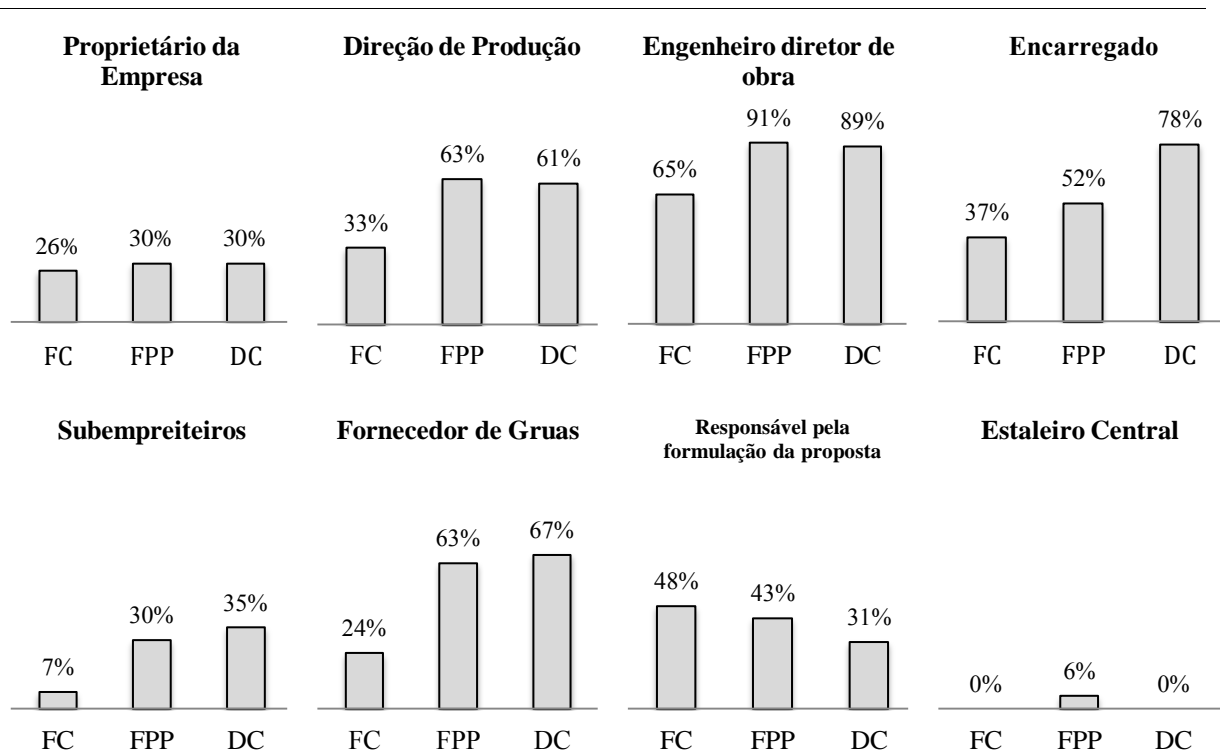
Tabela 14. Participantes e nível de envolvimento no processo de seleção dos equipamentos durante a construção

Participantes	Nível de Envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Proprietário da Empresa	22%	11%	0%	67%
Direção de Produção	44%	22%	6%	28%
Engenheiro de diretor de obra	78%	17%	0%	6%
Encarregado	67%	17%	0%	17%
Subempreiteiros	17%	22%	11%	50%
Fornecedor de guas	39%	39%	6%	17%
Responsável pela formulação da proposta	22%	6%	17%	56%
Outros	0%	0%	0%	100%

Durante a fase de construção, o processo de seleção dos equipamentos é na maioria dos casos da responsabilidade do **Engenheiro Diretor de Obra (78%)**. Sendo que, o **encarregado da obra (67%)** também está bastante envolvido no processo, com nível de envolvimento considerado elevado.

Em suma, verificou-se que nenhum participante é o único a planear o equipamento em qualquer fase do projeto. No geral, é notório o envolvimento do engenheiro diretor de obra, com um nível de envolvimento bastante elevado, em todas as fases do projeto.

Depois de percebermos quais os intervenientes no processo e qual o seu nível de envolvimento nas diferentes fases do projeto, é necessário analisar a evolução do nível de participação das fases da vida do projeto, cujos resultados são apresentados na figura 29.



**Figura 30. Evolução da participação dos intervenientes na seleção, planeamento e localização da grua.**

As percentagens acima de cada barra correspondem ao nível de envolvimento de cada participante nas diferentes fases do projeto. A barra FC corresponde à fase de concurso, a FPP à fase de preparação e planeamento e a DC à fase de construção.

A direção de produção, o encarregado e o fornecedor de guas são três participantes com padrões semelhantes a nível de envolvimento no processo de seleção da grua.

Relativamente aos padrões de evolução, o proprietário da empresa, o encarregado, os subempreiteiros e o fornecedor de guas apresentam padrões de participação análogos, ou seja, aumentam o nível de envolvimento da fase de concurso até a fase da construção. No entanto, apenas o encarregado e o fornecedor de guas apresentam níveis de envolvimento significativos.

A direção de produção e o engenheiro diretor de obra apresentam padrões de evolução semelhante, aumentando os níveis de envolvimento da fase de concurso para a fase de preparação e planeamento, mas com uma queda na fase da construção. Porém, o engenheiro

diretor de obra é o participante que apresenta um nível de envolvimento mais elevado em todas as fases da vida do projeto.

O responsável pela formulação da proposta exibe um padrão oposto, onde a maior percentagem surge na fase de concurso, diminuindo ligeiramente da fase de preparação e planeamento e, sofrendo uma queda ainda maior na fase de construção.

Concluindo, o engenheiro diretor de obra é o interveniente que mais se surge em todas as fase da vida do projeto, porém, a direção de produção, o encarregado e o fornecedor de guias são participantes dominantes na fase de preparação e planeamento e na fase de construção.

#### **5.6.4 Plano de equipamentos**

Relativamente a esta questão, era pretendido que os inquiridos indicassem a emissão ou não de algum plano de equipamentos após o planeamento de equipamentos. A questão foi subdividida nas três fases do projeto, nomeadamente na fase de concurso, na fase de preparação e planeamento e na fase de construção.

##### **5.6.4.1 Fase de Concurso**



Gráfico 8. Elaboração de plano de equipamentos na fase de concurso

#### 5.6.4.2 Fase de Preparação e Planeamento

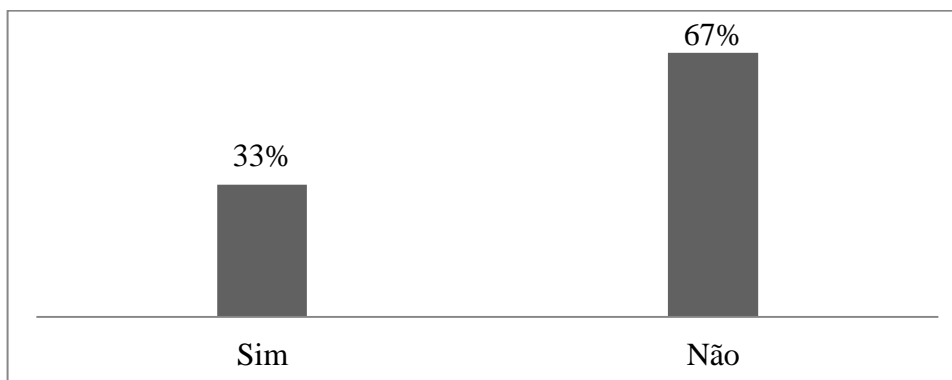


Gráfico 9. Elaboração de plano de equipamentos na fase de preparação e planeamento

#### 5.6.4.3 Fase da Construção

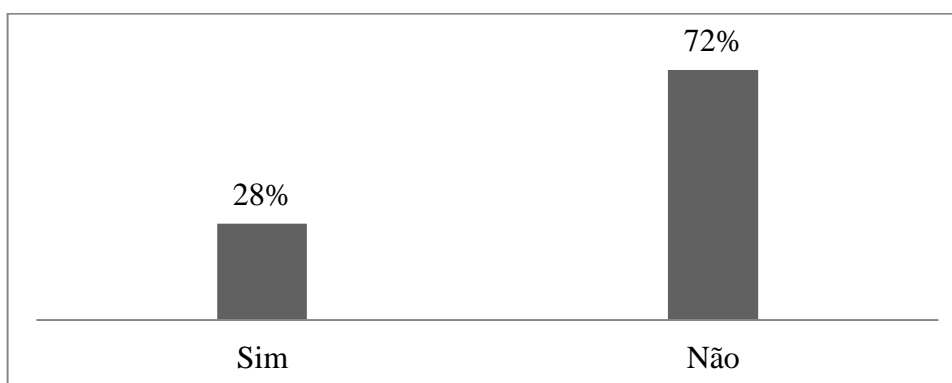


Gráfico 10. Elaboração de plano de equipamentos na fase da construção

#### 5.6.4.4 Conclusão

Relativamente aos planos emitidos depois do planeamento dos equipamentos, no caso de estudo nº 1, ampliação do “Hospital da Misericórdia de Riba D’Ave”, foram emitidos planos na fase de concurso e na fase de preparação e planeamento, nomeadamente a planta de localização com indicação das alturas.

O inquirido do caso de estudo nº 2, recuperação e valorização do “Cineteatro Garrett” – conclusão da obra, mencionou que foi emitido um estudo de implantação de estaleiro e um registo de manutenção, fornecido pelo fornecedor, nas fases de preparação e planeamento e na fase de construção, respetivamente.

No caso de estudo nº 11 “Complexo Industrial BRACICLA Unipessoal Lda.” foi emitida uma planta de estaleiro na fase de preparação e planeamento e na fase da construção.

No caso de estudo nº 12, construção da ligação pedonal do pátio B da zona sinistrada do Chiado, Largo do Carmo e Terraços do Carmo, foram emitidos plano de trabalho na fase de preparação e planeamento e na fase da construção.

Por último, nos casos de estudo nº 16 e 17, “Parque de estacionamento dos Cardosas” e “Centro Escolar Campo Maior”, os inquiridos responderam que foram emitidos planos de equipamentos, em formato PDF, nas três fases do projeto: fase de concurso, fase de preparação e planeamento e durante a construção.

### 5.6.5 Mudanças no projeto

Para finalizar, no capítulo relativo ao planeamento dos equipamentos, surge a questão relativa à implementação de mudanças no projeto. Nesta questão foi solicitado aos inquiridos que mencionassem se tinham ocorrido mudanças no projeto ou método construtivo em resultado do processo de análise e seleção da grua.

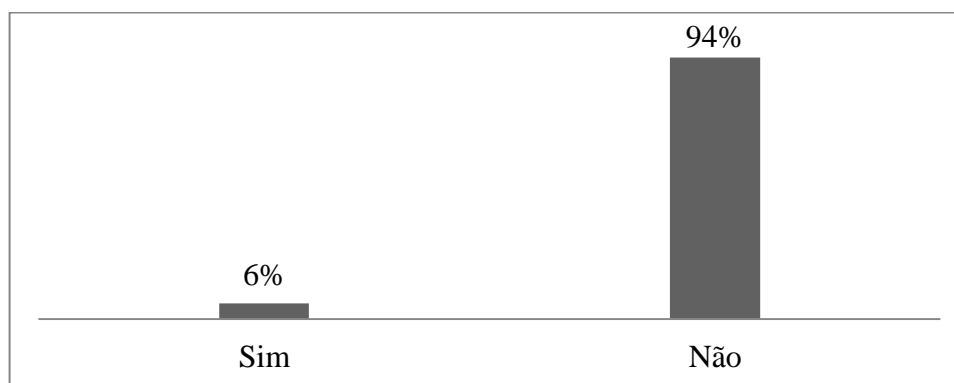


Gráfico 11. Implementação de mudanças no projeto ou método construtivo

Após análise dos inquéritos, verificou-se que em apenas um dos casos, caso de estudo nº5, se procedeu a mudanças no projeto. Assim, pode concluir-se, que em relação aos projetos e métodos construtivos, mais de 90% dos casos efetuou o planeamento da grua corretamente.

## 5.7 Fatores que afetam a segurança nos estaleiros com guas

A operacionalização de guas não consiste apenas em colocar um operador a comandar o equipamento e iniciar as movimentações de cargas, dentro do estaleiro da obra. Existe uma série de normas a obedecer antes e durante a ação da grua, principalmente como requisito de segurança. Para a operação de guas no Brasil, a norma que rege todos os procedimentos é a NR 18 (NR 18.14.24 - Guas). Segundo a NR 18 (item 18.14.24.11), a grua deve, obrigatoriamente, dispor dos seguintes itens de segurança:

- a) *Limitador de momento máximo;*
- b) *Limitador de carga máxima para bloqueio do dispositivo de elevação;*
- c) *Limitador de fim de curso para o carro da lança nas duas extremidades;*
- d) *Limitador de altura que permita frenagem segura para o moitão;*
- e) *Alarme sonoro para ser acionado pelo operador em situações de risco e alerta, bem como de acionamento automático quando o limitador de carga ou momento estiverem atuando;*
- f) *Placas indicativas de carga admissível ao longo da lança como especificado pelo fabricante;*
- g) *Luz de obstáculo (lâmpada-piloto);*
- h) *Travão de segurança no gancho do moitão;*
- i) *Cabos-guia para fixação do cabo de segurança para acesso à torre, lança e contra-lança.*
- j) *Limitador do raio de rotação quando a grua não dispuser de coletor elétrico;*
- k) *Anemômetro;*



- l) Dispositivo instalado nas polias que impeça a saída accidental do cabo de aço;*
- m) Proteção contra a incidência de raios solares na cabine do operador;*
- n) Limitador de curso para o movimento de translação de guias instaladas sobre trilhos;*
- o) Guarda-corpo, corrimão e rodapé nas transposições de superfície;*
- p) Escadas fixas que obedecem às disposições do item 18.12.5.10 da norma NR18;*
- q) Limitador de curso para o movimento da lança (aplicável a guias de lança móvel ou retrátil).*

Depois da colocação da grua em serviço, deverá ser garantida a máxima qualidade, produtividade e segurança. Assim, e de acordo com a literatura existente e a informação da norma NR18, foi implementado um capítulo adicional sobre os fatores que afetam a segurança das guias nos estaleiros.

Na questão foi apresentada uma lista de fatores que afetam a segurança das guias nos estaleiros e os inquiridos teriam de indicar o nível de importância, segundo uma escala de cinco níveis (muito importante, importante, moderado, pouco importante e nenhuma importância), relativamente a cada fator.

Este capítulo não existia na entrevista desenvolvida pelo professor *Aviad Shapira*, no entanto, devido à importância do assunto, achou-se pertinente acrescentar o mesmo, de forma a tentar estudar a problemática da segurança das guias. É de referir que neste capítulo da entrevista, o objetivo não era a análise da obra em questão, mas sim uma breve análise através da experiência do inquirido relativamente às obras em geral. Desta forma, o número de respostas (16) é inferior ao número de entrevistas (18), uma vez que dois casos de estudo (duas entrevistas) pertencem à mesma empresa, cujo inquirido é o mesmo engenheiro diretor de obra, acontecendo o sucedido duas vezes. Daí a eliminação das respostas dos casos de estudo nº 5 e 8 a esta questão.

A classificação dos fatores que afetam a segurança nos estaleiros com guias foi obtida mediante a atribuição de um valor numérico (de 0 a 4) à escala de cinco níveis de importância (muito importante, importante, moderado, pouco importante e nenhuma importância). Ou seja, os fatores classificados como “muito importante” tomaram o valor de 4, a passo que os fatores considerados como não tendo “nenhuma importância” obtiveram classificação de 0. O resultado das respostas dos inquiridos é apresentado nos gráficos 12 e 13. Com uma classificação média de 3,7, que corresponde a uma classificação alta na escala utilizada (0 a 4), surgem os dois fatores considerados como os mais importantes na segurança dos estaleiros com guias.

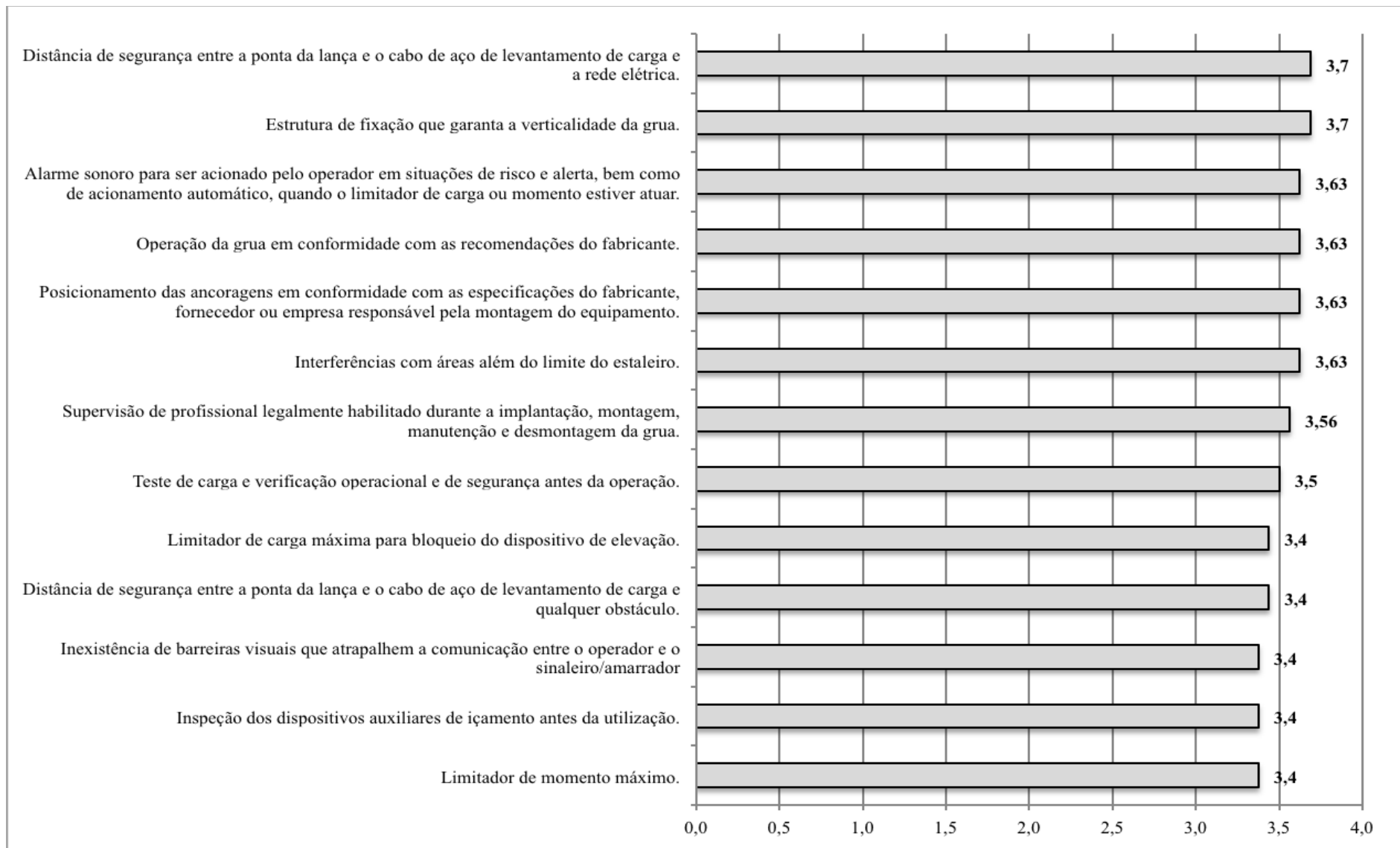


Gráfico 12. Fatores que afetam a segurança nos estaleiros com guias: Grau de importância (Parte 1)

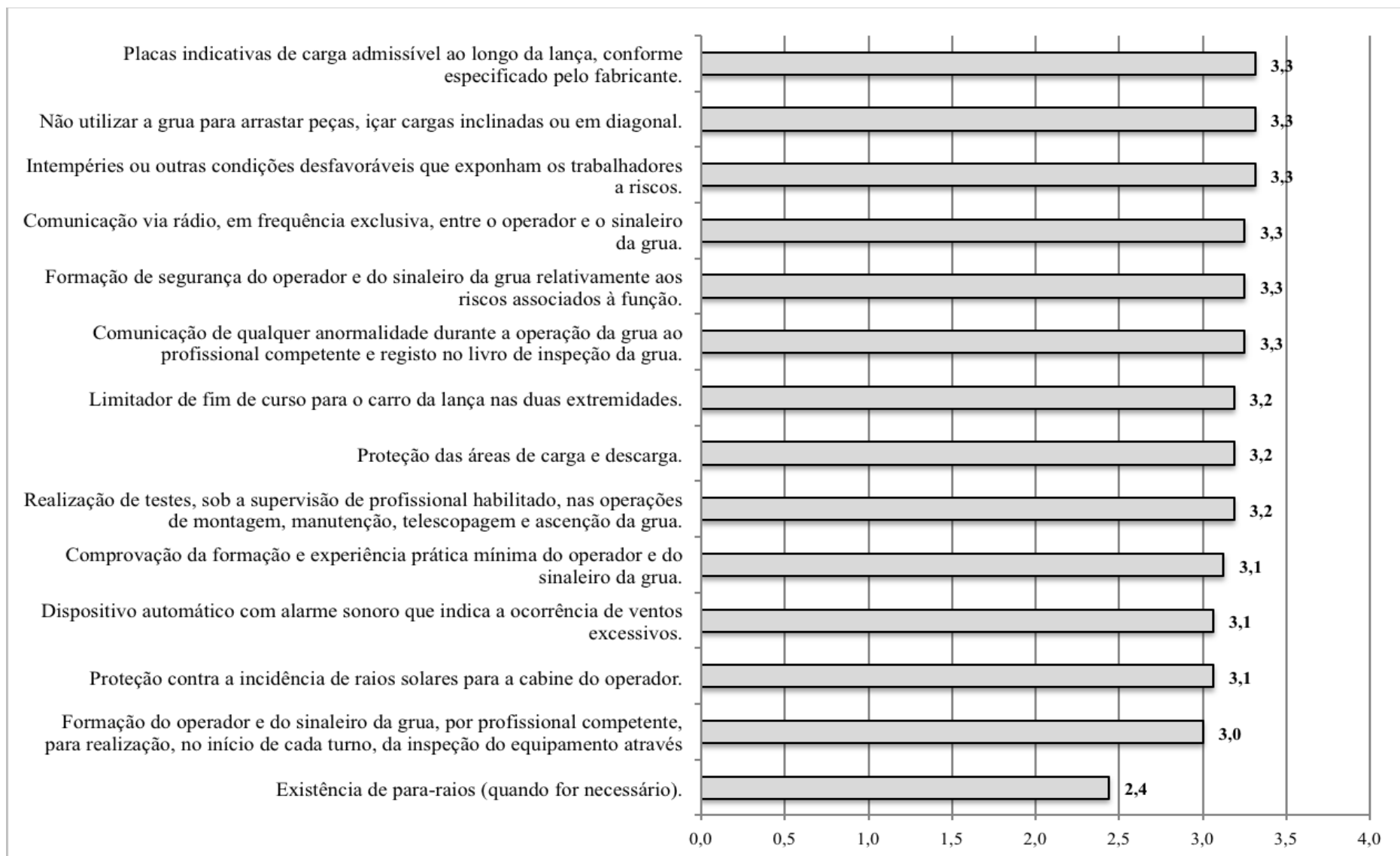


Gráfico 13. Fatores que afetam a segurança nos estaleiros com guas: Grau de importância (Parte 2)

Após análise dos dados, verificou-se que os inquiridos classificam oito fatores como “muito importantes” para a segurança nos estaleiros com guas (com classificações entre 3,5 e 3,7), nomeadamente:

1. a **distância de segurança entre a ponta da lança e o cabo de aço de levantamento de carga e a rede elétrica;**
2. a **estrutura de fixação que garanta a verticalidade da grua;**
3. o **alarme sonoro para ser acionado pelo operador em situações de risco e alerta, bem como de acionamento automático, quando o limitador de carga ou momento estiver atuar;**
4. a **operação da grua em conformidade com as recomendações do fabricante;**
5. o **posicionamento das ancoragens em conformidade com as especificações do fabricante, fornecedor ou empresa responsável pela montagem do equipamento;**
6. a **interferência com áreas além do limite do estaleiro;**
7. a **supervisão de profissional legalmente habilitado durante a implantação, montagem, manutenção e desmontagem da grua;**
8. o **teste de carga e verificação operacional e de segurança antes da operação.**

Em geral, é visível a importância que se dá às recomendações do fabricante (ao nível da operação da grua e da sua montagem), à supervisão da montagem, implantação, manutenção e desmontagem da grua, e às distâncias de segurança/interferências com obstáculos.

A segurança é fulcral para o bom funcionamento da obra e para evitar a ocorrência de acidentes. Neste sentido, durante a entrevista foi perceptível a importância que se dá à segurança hoje em dia nos estaleiros. De acordo com os resultados obtidos, é visível (gráfico 13) que apenas um fator é considerado com grau de importância moderado, todos os outros são considerados como importantes ou muito importantes na segurança dos estaleiros com

gruas. O fator considerado com importância moderada foi a “**existência de para-raios (quando for necessário)**”. Alguns autores referem que a grua deve possuir para-raios 2 metros acima da parte mais alta da torre, no entanto, os responsáveis pelas obras referem que este é um fator moderado no que diz respeito à segurança da grua.



## **6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **6.1 Introdução**

Ao longo do tempo têm vindo a ser desenvolvidos e realizados estudos internacionais em vários países, com o objetivo de determinar os fatores que afetam o planeamento e seleção das gruas nos estaleiros, bem como identificar o seu grau de influência neste processo.

A presente dissertação enquadra-se num projeto mais abrangente (*Tower Crane Practices*) em desenvolvimento em Israel, Portugal e Brasil, e que pretende estudar as características específicas do planeamento, seleção e manuseamento das gruas utilizadas nos estaleiros e identificar as características culturais que afetam o planeamento deste tipo de equipamentos naqueles países.

Para facilitar não só a interpretação de resultados mas também a sua leitura, considerou-se conveniente apresentar em detalhe as conclusões no final de cada subcapítulo correspondente à entrevista. Neste capítulo são apresentadas algumas conclusões sumárias resultantes da interpretação de todo o trabalho desenvolvido, do reflexo da revisão bibliográfica e da análise das entrevistas realizadas. As conclusões são apresentadas sem nunca esquecer o objetivo primordial desta dissertação, isto é, identificar as características específicas do planeamento, seleção e manuseamento das gruas utilizadas nos estaleiros e identificar os fatores críticos que afetam a segurança dos estaleiros com gruas em Portugal.

### **6.2 Conclusões**

Uma das conclusões mais relevantes decorrentes da análise bibliográfica efetuada prende-se com o facto do processo de seleção de gruas nos estaleiros de construção ainda se revelar um problema. O método de seleção de gruas obedece, essencialmente, a fatores de gestão, de organização e de segurança. Outra das conclusões retiradas é que o planeamento do equipamento não se resume a um ato único, mas sim a um processo contínuo realizado ao longo da vida do projeto, envolvendo vários intervenientes.



Relativamente à segurança nos estaleiros com guias, foi possível concluir que os principais fatores que tornam inseguras as operações com guias são a formação inadequada sobre a segurança por parte dos responsáveis quando contratam operadores de guias; a falta de conhecimento do código de boas práticas, a falta de inspeções completas, as dificuldades de comunicação entre os membros da equipa, a fadiga e o stress motivado pelas exigências do cronograma de projeto.

Atendendo ao objetivo principal da presente investigação, aplicou-se um inquérito a fim de identificar e caracterizar não só os critérios de seleção das guias, bem como os fatores críticos na gestão da segurança das mesmas nos estaleiros nacionais de construção. O inquérito desenvolvido por *Aviad Shapira* revelou-se adequado para o estudo desta dissertação. No entanto, é de referir que a entrevista desenvolvida por *Shapira* foi realizada para uma realidade diferente de Portugal, onde as obras apresentam complexidade e dimensão substancialmente maiores. Inicialmente, foi complicada a adaptação da entrevista para uma realidade distinta, porém, de forma a combater este problema, foi implementada a entrevista em dois estaleiros de construção como forma de teste – estudos piloto, o que permitiu fazer as adaptações e ajustes necessários para a adaptação ao contexto nacional. Esse processo de adaptação foi fundamental para a concretização do objetivo principal do estudo, na medida em que a sua compreensão pelos entrevistados revelou-se fácil, e a implementação e tratamento dos dados recolhidos não evidenciaram problemas.

A principal dificuldade durante o desenvolvimento deste estudo consistiu na reduzida disponibilidade/receptividade das empresas para responder à entrevista. Das empresas contactadas por email, foram muito poucas as que se disponibilizaram para o efeito. As obras estudadas foram conseguidas por intermédio do contacto direto com pessoas do meio, nomeadamente através do professor orientador e de engenheiros civis conhecidos do autor do estudo.

Após o tratamento e a análise dos dados recolhidos das entrevistas, as principais conclusões obtidas foram as seguintes:

- a) Os principais trabalhos – quase sempre subcontratados – que utilizam guias são idênticos na maioria dos casos de estudo, nomeadamente na execução da estrutura, cobertura e alvenarias. Apesar de ter sido referido apenas por alguns inquiridos, a

carga/descarga de materiais também foi considerado um trabalho frequente com grua. O facto deste ser referido apenas por alguns entrevistados pode dever-se, essencialmente, por estar implicitamente englobado nos restantes trabalhos referidos;

- b) Cerca de 89% dos estaleiros estudados possui topografia plana;
- c) 61% das gruas são do tipo Top Slewing (hammerhead);
- d) 100% dos projetos estudados possuem gruas sem mobilidade (fixas);
- e) 50% das gruas utilizadas pertencem às empresas de construção;
- f) O processo de montagem/desmontagem da grua é efetuado por uma empresa especializada para o efeito, com certificado de montagem;
- g) O método de seleção de gruas obedece, essencialmente, às características do projeto (altura da estrutura, layout do(s) edifícios e método construtivo) e às características operacionais (comprimento da lança e capacidade de carga). Em suma, a seleção da grua depende, essencialmente, de fatores organizacionais e de fatores técnicos;
- h) Os fatores específicos do projeto (estrutura, estaleiro ou operação) têm uma grande influência no processo de seleção e planeamento das gruas;
- i) 23% dos fatores classificados como “muito influentes” estão relacionados com a envolvente do projeto, ou seja, são fatores não específicos do projeto;
- j) Os cinco fatores considerados como mais influentes na seleção, planeamento e localização da grua foram também classificados, na questão da hierarquização, como os cinco fatores prioritários neste processo, embora por ordens diferentes. Esta conclusão é igualmente evidente no estudo “Selection of mobile Cranes for Building Construction Projects” de Aviad Shapira e Clifford Schexnayder em 1999;

- k) À semelhança do estudo de Shapira e Schexnayder (1999), concluiu-se que o processo de planeamento da grua não é realizado apenas num momento, mas sim um processo contínuo ao longo da vida do projeto;
- l) Quando comparado com o estudo desenvolvido por Shapira e Schexnayder em 1999, é possível concluir que o processo de seleção, planeamento e localização da grua não se trata de uma tarefa realizada apenas por um interveniente, mas de uma tarefa que envolve várias pessoas, internas e externas à empresa;
- m) O principal interveniente no planeamento do equipamento em todas as fases da vida do projeto é o engenheiro diretor de obra; porém, a direção de produção, o encarregado e o fornecedor de gruas são também participantes influentes na fase de preparação e planeamento, assim como na fase de construção;
- n) Relativamente a mudanças no projeto ou método construtivo em resultado do processo de análise e seleção da grua, verifica-se que apenas um caso de estudo teve de proceder às mesmas. Desta forma, pode concluir-se que cerca de 90% dos casos de estudo efetuou o processo de análise e seleção da grua corretamente;
- o) Diversos fatores foram considerados de elevada importância para a segurança dos estaleiros com gruas, designadamente: a distância de segurança entre a ponta da lança/cabo de aço de levantamento de carga e a rede elétrica; a estrutura de fixação que garanta a verticalidade da grua; o alarme sonoro a ser acionado pelo operador em situações de risco e alerta, bem como de forma automática, quando o limitador de carga ou momento estiver atuar; a operação da grua em conformidade com as recomendações do fabricante; o posicionamento das ancoragens em conformidade com as especificações do fabricante, fornecedor ou empresa responsável pela montagem do equipamento; a interferência com áreas além do limite do estaleiro; a supervisão de um profissional legalmente habilitado durante a implantação, montagem, manutenção e desmontagem da grua; o teste de carga e verificação operacional e de segurança antes da operação;
- p) É visível a preocupação dos entrevistados relativas às recomendações do fabricante, à supervisão das operações de montagem, implantação, manutenção e desmontagem da grua, e também com as distâncias de segurança.

- q) Apenas um fator foi considerado com grau de importância moderado (existência de para-raios – quando for necessário), todos os outros foram considerados como importantes ou muito importantes para a segurança nos estaleiros com grua;

Relativamente ao capítulo sobre o planeamento da grua, é visível a semelhança entre os resultados obtidos nos estudos realizados em Portugal e Israel, principalmente quanto ao processo de seleção do participantes, planeamento e localização da grua.

No que diz respeito a segurança do trabalhadores, é visível a preocupação por parte dos responsáveis pelas obras em Portugal, uma vez que dão importância à correta montagem e desmontagem da grua e à lista de fatores apresentada relativamente à segurança com gruas nos estaleiros.

Neste sentido, como conclusão geral deste trabalho, pode-se dizer que os responsáveis pelas obras em Portugal dão importância ao processo de seleção e planeamento das gruas bem como à segurança dos trabalhadores e das gruas nos estaleiros.

### **6.3 Proposta para futuros trabalhos**

A segurança nos estaleiros de obra pode ser afetada por vários fatores, uns inerentes à própria grua e outros de natureza humana. No presente trabalho estudou-se o grau de importância de uma lista de fatores relativos à segurança nos estaleiros com grua. No entanto, embora o tema tenha sido abordado, não foram aprofundados os fatores/causas das operações inseguras com gruas. Nesta medida, um dos trabalhos que merece análise futura, relativamente à segurança com gruas, passa por identificar e analisar os principais fatores/causas para operações inseguras com grua (por exemplo: comunicação entre membros de equipa; formação desses membros; stress e fadiga dos mesmos; inspeções periódicas às gruas). O estudo passará pela elaboração e aplicação de uma entrevista aos responsáveis pela contratação dos operadores de grua, bem como aos próprios operadores e sinaleiros das mesmas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo, André - Organização e Gestão de Estaleiros de Construção. Guimarães: 2010. Dissertação apresentada à Universidade do Minho.

Barbosa, R. - Guindaste móvel e grua fixa no canteiro de obras. Salvador, Bahia. Universidade Católica do Salvador: Trabalho de Conclusão de Curso (2009).

Brasil. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora - NR 18. Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, 08 de junho de 1978. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em 07 de outubro de 2010.

Carreiro, A., Moura, C. (2010) A Utilização da grua de torre fixa em obras imobiliárias. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Católica de Salvador (2010).

Couto, João Pedro - Organização de Estaleiros e Planeamento Geral de Obras. Fascículo I: Projeto e planeamento físico de estaleiros de construção. Apontamentos da unidade curricular de organização e gestão da construção II. Guimarães: Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, 2010.

Couto, João Pedro – Fascículo IV: Concursos Públicos. Apontamentos da unidade curricular de organização e gestão da construção I. Guimarães: Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, 2010.

Engel, J., Ferreira, E. (2008) A segurança na utilização da grua na construção do edifício. Brasil: 2008.

Haslam, R., Hide, S., Gibb, A., Gyi, D., Pavitt, T., Atkinson, S., Duff, A. (2004) Contributing factors in Construction accidents. Applied Ergonomics. 401-415.

Henriques, F. (2013) – Equipamentos de elevação de materiais em obra. Lisboa: 2013. Dissertação apresentada ao Técnico de Lisboa.

Huang, C., Wong, C.K., Tam, C.M. (2010) Optimization of Tower Crane and Material Supply Locations in a High-rise Building Site by Mixed-integer Linear Programming. *Automation in Construction*. 20(1), 571-580.

Laufer, A., Shapira, A., Cohenca-Zall, D., Howell, G. (1993) Prebid and Preconstruction Planning process, *Journal of Construction Engineering and Management*. 426-444.

Marquez, A., Venturino, P., Otegui, J.L. (2014) Common root causes in recent failures of cranes. *Engineering Failure Analysis* 39 (2014) 55-64.

Moreira, Anabela Mendes - Organização de estaleiros. Apontamentos da disciplina gestão e segurança de obras e estaleiros. Tomar: Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Departamento de Engenharia Civil, 2008.

Peurifoy, R., Schexnayder, J.C., Shapira, A., Schmitt, R. (2010) *Construction Planning, Equipment, and Methods*. 8th ed. United States of America: McGraw-Hill Education. 533-579.

Sadeghpour, P., Moselhi O., Alkass S. (2006) Computer-Aided Site Layout Planning. *Journal of Construction Engineering and Management*. 132, 143-151.

Scigliano, Walter António. *Manual de utilização de Gruas*. São Paulo: Pini, 2008.

Shapira, A., Lucko, G., Schexnayder, C.J. (2007) Cranes for Building Construction Projects, *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(9), 690-699.

Shapira, A., Rosenfeld, Y., Mizrahi, I. (2008) Vision System for Tower Cranes. *Journal of Construction Engineering and Management*. 134, 320-332

Shapira, A., Schexnayder, C.J. (1999) Selection of Mobile Cranes for Building Construction Projects. *Construction Management and Economics*, E & FN Spon, 17(3), 519-527.

Shapira, A., Glascock, J.D. (1996) Culture of Using Mobile Cranes for Building Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*. 122(4), 298-307.

Shapira, A., Lyachin, B. (2009) Identification and Analysis of Factors Affecting Safety on Construction Sites with Tower Cranes. *Journal of Construction Engineering and Management*. 135(1), 24-33.

Swuste, P. (2013) A “normal accident” with a tower crane? An accident analysis conducted by the Dutch Safety Board. *Safety Science* 57 (2013) 276-282.

Tam, V., Fung, I. (2011) – Tower crane safety in the construction industry: A Hong Kong study. *Safety Science* 49 (2011) 208-215.

Zhang, C., Hammad, A. (2012) Improving lifting motion planning and re-planning of cranes with consideration for safety and efficiency. *Advanced Engineering Informatics*. 396-410.



## **Legislação**

**Decreto-Lei n.º 48 871** de 19 de Fevereiro, relativo às empreitadas e aos fornecimentos de obras públicas.

**Decreto-Lei n.º 220/2008** de 12 de Novembro, relativo à caracterização dos edifícios e recintos.

**Decreto-Lei n.º 103/2008** de 24 de Junho, relativo ao estabelecimento das regras a que deve obedecer a colocação no mercado e a entrada em serviço das máquinas bem como a colocação no mercado das quase-máquinas.

**Decreto-Lei n.º 50/2005** de 25 de Fevereiro, relativo à regulação das prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de trabalho.

**Decreto-Lei n.º 41 821** de 11 de Agosto, relativo ao regulamento de segurança no trabalho da construção civil.

## **Endereços da internet**

A segurança na utilização da grua na construção do edifício. Disponível em  
<http://www.metallica.com.br/a-seguranca-na-utilizacao-da-grua-na-construcao-do-edificio>  
Visitado em 17 de Agosto de 2014

City lifting. Disponível em:  
<http://www.citylifting.co.uk>  
Visitado em 3 de Fevereiro de 2014.

Grua Ascensional, Fixa, Móvel. Disponível em:  
<http://www.centrallocadora.com.br>.  
Visitado em 3 de Fevereiro de 2014.

Gruas Automontantes. Disponível em:  
<http://www.revmaq.com/Arquivo/96/fmgru96.htm>.  
Visitado em 3 de Fevereiro de 2014.

Gruas. Disponível em:  
<http://revista.construcaomercado.com.br/negociosincorporacaoconstrucao/32/artigo121986-1.asp>.  
Visitado em 4 de Fevereiro de 2014.

Grua Tipo Torre. Disponível em  
[http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/grua-nicolau\\_bello.pdf](http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/grua-nicolau_bello.pdf)  
Visitado em 17 de Agosto de 2014

Manitowoc, Crane Care. Disponível em  
[http://www.estig.ipbeja.pt/~rasmi/seminarios/1\\_ciclo/SEGURANCA\\_EM\\_GRUAS](http://www.estig.ipbeja.pt/~rasmi/seminarios/1_ciclo/SEGURANCA_EM_GRUAS)  
Visitado em 17 de Agosto de 2014

Mantis, Cranes Group. Disponível em:  
<http://www.mantiscranes.ie/why-self-erectors/what-is-an-setc/>  
Visitado em 8 de Setembro de 2014.

Pingon – Elevadores e Gruas Disponível em: [www.pingon.com.br](http://www.pingon.com.br). Visitado em 12 de Fevereiro de 2014.

Self-Erecting Cranes. Disponível em:

<http://www.vansoncranes.com/cranes/vansonvc29.asp>.

Visitado em 12 de Fevereiro de 2014.

Relatório sobre guas. Carmix do Brasil. Disponível em:

<http://www.carmix.com.br>.

Visitado em 12 de Fevereiro de 2014.

Tower Crane. Disponível em:

<http://www.towercranetraining.co.uk/towercranetypes.htm>

Visitado em 4 de Fevereiro de 2014.

## **ANEXOS**



**Anexo I:** Entrevista realizada nos estaleiros seleccionados



## Guia para entrevista

2014

# Estudo das práticas de planeamento e gestão de guias nos estaleiros de construção

### Investigadores:

Dr. Aviad Shapira©

Technion-Israel Institute of Technology, Israel

Dra. Emília Kohlman Rabbani

Universidade de Pernambuco, Brasil

Dr. João Pedro Couto

Universidade do Minho, Portugal

### Orientandos:

Flávia da Rocha Sousa

Universidade do Minho, Portugal

Frederico José Barros Santos

Universidade de Pernambuco, Brasil

Nome do entrevistador: \_\_\_\_\_

Número do caso de estudo<sup>13</sup>: \_\_\_\_\_

Nome do projeto - caso de estudo<sup>14</sup>: \_\_\_\_\_

Data da entrevista (dd/mm/aaaa): \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

---

<sup>13</sup> Número do projeto.

<sup>14</sup> Nome do projeto pelo qual será referenciado nas discussões (Nome completo aparecerá na página 2)



## 1. Identificação do caso de estudo

1.1. Nome: \_\_\_\_\_

1.2. Finalidade/uso: \_\_\_\_\_

1.3. Localização: \_\_\_\_\_

1.4. Nome do dono de obra/cliente: \_\_\_\_\_

1.5. Nome/endereço da empresa construtora: \_\_\_\_\_

1.6. Entrevistado #1

Nome: \_\_\_\_\_

Função: \_\_\_\_\_

1.7. Entrevistado #2

Nome: \_\_\_\_\_

Função: \_\_\_\_\_

## 2. Dados gerais da obra

2.1. Tipo de edifício

- |                                      |                                      |                                   |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Residencial | <input type="checkbox"/> Escritórios | <input type="checkbox"/> Hotel    |
| <input type="checkbox"/> Comercial   | <input type="checkbox"/> Industrial  | <input type="checkbox"/> Serviços |

Outros: \_\_\_\_\_

2.2. Custo: \_\_\_\_\_

2.3. Prazo de construção (meses)<sup>15</sup>: \_\_\_\_\_

2.4. Tipo de procedimento contratual adotado<sup>16</sup>: \_\_\_\_\_

2.5. Forma de pagamento:

- |  |                                      |                                       |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Série de preços | <input type="checkbox"/> Percentagem | <input type="checkbox"/> Preço global |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|

2.6. Principais trabalhos subcontratados que utilizam grua (especifique se o subempreiteiro usa a sua própria grua ou utiliza a grua do empreiteiro geral): \_\_\_\_\_

## 3. Informação do edifício/estrutura

3.1. Número de andares e altura acima e abaixo do solo<sup>17</sup>: \_\_\_\_\_

<sup>15</sup> Caso o projeto faça parte de um projeto maior escreva apenas a duração da parte em estudo.

<sup>16</sup> Utilize a folha "Notas" para registrar informações adicionais, especialmente se forem relevantes para a seleção/operação do equipamento.

<sup>17</sup> Sempre que possível anexar plantas que facilitem a leitura do projeto.

3.2. Dimensões gerais do edifício e área de implantação (desenhe o layout do edifício):

3.3. Principal método construtivo (selecione uma ou mais opções e quando necessário sustente as suas opções):

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Betão <sup>18</sup> | <input type="checkbox"/> Betão pré-fabricado |
| <input type="checkbox"/> Betão pronto        | <input type="checkbox"/> Aço                 |

Outros: \_\_\_\_\_

3.4. Estado da construção no momento da entrevista: \_\_\_\_\_

3.5. Equipamentos adicionais em estaleiro (tipos, quantidades e principais atividades)<sup>19</sup>: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 4. Informação do estaleiro

4.1. *Layout* do estaleiro<sup>20</sup>:

- Envoltente do edifício
- Localização da(s) grua(s)
- Envoltente do estaleiro
- Acessos



4.2. Dimensões/área do estaleiro: \_\_\_\_\_

4.3. Topografia do estaleiro:

- |                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Plano | <input type="checkbox"/> Inclinado |
|--------------------------------|------------------------------------|

<sup>18</sup> Betão realizado *in situ*.

<sup>19</sup> Excluindo as guas, enumerar outros equipamentos presente nos estaleiro tais como: auto guas, bombas de elevação de betão, empilhadores, entre outros. No caso de se verificar a presença de uma ou mais auto guas é importante classificá-las quanto à sua utilização (permanente/temporária e principal/auxiliar).

<sup>20</sup> Utilize a *check list* para verificar a presença de todos os elementos no desenho.

4.4. O solo constituiu algum problema para a elaboração das fundações da grua?

---

---

## 5. Dados sobre guias torre

5.1. Tipo<sup>21</sup>:

Top slewing (hammerhead)

Top slewing (luffing jib)

Auto montante (bottom slewing)

Outros<sup>22</sup>: \_\_\_\_\_



5.2. Modelo, marca e se disponível ano de produção: \_\_\_\_\_

---

5.3. Altura abaixo do gancho: \_\_\_\_\_

5.4. Comprimento da lança e capacidade máxima<sup>23</sup>: \_\_\_\_\_

---

5.5. Qual a máxima capacidade de elevação e qual o raio máximo de rotação:

---

---

5.6. Modo de operação:

---

<sup>21</sup> Quando o estaleiro possui mais do que uma grua é necessário proceder à sua numeração (p. e.: grua nº1, grua nº2, etc.).

<sup>22</sup> Configurações de grua não referenciadas na lista (p. e.: *hammerhead* com combinação de secções/mastro telescópico, *hammerhead* sem o mastro superior “*cathead*”)

<sup>23</sup> A capacidade máxima é registada no ponto mais distante da lança.

Mobilidade:

- Fixa                                       Sobre carris

Outro: \_\_\_\_\_

Base:

- Encastrada no solo       Apenas com lastro

Outro: \_\_\_\_\_

Ancoragem:

- Confinada à estrutura do edifício       Apenas com lastro

5.7. A grua é:

- Propriedade da empresa<sup>24</sup>                                       Alugada

5.8. Se é propriedade da empresa:

- Comprada (como:  Nova ou  Usada)
- Propriedade da empresa há \_\_\_\_ anos.

## **6. Processo de montagem/desmontagem da grua<sup>25</sup>**

6.1. Transporte para o estaleiro: distância, meio de transporte, descarga e custos associados<sup>26</sup>: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6.2. Descrição técnica do método de montagem e especificação do processo de realização das fundações e outras especificidades<sup>27</sup>: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6.3. Requisitos e custos associados à preparação, montagem e fixação: mão-de-obra, equipamentos, cronograma, problemas e atrasos encontrados<sup>28</sup>: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<sup>24</sup> Propriedade da empresa construtora.

<sup>25</sup> É necessário proceder a uma descrição detalhada da informação recolhida. Em caso de necessidade utilize a página “Notas” como espaço adicional.

<sup>26</sup> Detalhar o meio de transporte e os custos associados.

<sup>27</sup> Referenciar o tipo de fundação e como foi realizada. Outras especificações como a ancoragem da grua à estrutura são importantes e requerem descrição neste ponto.

<sup>28</sup> Os problemas encontrados podem estar associados aos acessos ou mesmo às condicionantes da envolvente do estaleiro.

6.4. Processo de desmontagem e custos associados: \_\_\_\_\_

## 7. Planejamento de equipamentos – o caso das guas

7.1. Fatores que afetaram a seleção e localização das guas para esta obra em análise. Utilizando a escala indicada na tabela abaixo indique o grau de influência de cada fator no processo de estudo e seleção das guas.

Fatores	Influência				Hierarquia
	Muita	Moderada	Baixa	Nula	
Montagem/desmontagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cronograma do projeto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Método construtivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Repetitividade (ciclos repetitivos) dos processos construtivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Altura da estrutura (edifício)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Layout do(s) edifício(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Topografia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Comprimento da lança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capacidade de carga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Velocidade de elevação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Condições do estaleiro <sup>29</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Infraestruturas energéticas <sup>30</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Produção diária	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Interação com outros equipamentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sobreposição de guas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Visão do operador da grua obstruída	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Condições climáticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Experiência com o fornecedor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Especialização da empresa em determinados projetos <sup>31</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

7.2. Hierarquize na coluna “Hierarquia” da tabela anterior por ordem de importância<sup>32</sup> os fatores considerados mais influentes.

7.3. Planejamento do equipamento ao nível da empresa construtora: quais foram os participantes neste processo, em que fase e qual o seu nível de envolvimento:

<sup>29</sup> Espaço/congestionado, incluindo obstáculos (ver seção 4).

<sup>30</sup> Este item relaciona-se com a presença de linhas/cabos suspensos nas imediações do estaleiro que condicionem a grua.

<sup>31</sup> Empresas especializadas em determinados processos construtivos tendem, mais que outras, a comprar os equipamentos em vez de alugá-los.

<sup>32</sup> P.e.: “1”, “2”, “3”, etc.

7.3.1. Planeamento de equipamentos na fase de concurso:

Participantes	Nível de envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Proprietário da empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Direção de produção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro de diretor da obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Encarregado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Subempreiteiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecedor de guas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Responsável pela formulação da proposta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.3.2. Planeamento de equipamentos na fase de preparação e planeamento:

Participantes	Nível de envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Proprietário da empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Direção de produção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro de diretor da obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Encarregado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Subempreiteiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecedor de guas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Responsável pela formulação da proposta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.3.3. Planeamento de equipamentos durante a construção:

Participantes	Nível de envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Proprietário da empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Direção de produção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro de diretor da obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Encarregado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Subempreiteiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecedor de guas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Responsável pela formulação da proposta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.4. Foi emitido algum plano de equipamentos depois do planeamento de equipamentos:

- Fase de concurso  Sim  Não
- Fase de preparação e planeamento  Sim  Não
- Fase de construção  Sim  Não

Se sim, em que formato: \_\_\_\_\_

7.5. Foram implementadas mudanças no projeto ou método construtivo em resultado do processo de análise e seleção da grua?

- Sim  Não

## 8. Fatores que afetam a segurança nos estaleiros com guas

8.1 Fatores que afetam a segurança nos estaleiros com guas. Utilizando a escala apresentada, indique o nível de importância relativamente a cada fator na segurança do estaleiro.

Fator	Importância				
	Muito Importante	Importante	Moderado	Pouco Importante	Nenhuma Importância
Distância de segurança entre a ponta da lança e o cabo de aço de levantamento de carga e qualquer obstáculo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interferências com áreas além do limite do estaleiro.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distância de segurança entre a ponta da lança e o cabo de aço de levantamento de carga e a rede elétrica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intempéries ou outras condições desfavoráveis que exponham os trabalhadores a riscos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de para-raios (quando for necessário).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dispositivo automático com alarme sonoro que indica a ocorrência de ventos excessivos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Não utilizar a grua para arrastar peças, içar cargas inclinadas ou em diagonal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Posicionamento das ancoragens em conformidade com as especificações do fabricante, fornecedor ou empresa responsável pela montagem do equipamento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teste de carga e verificação operacional e de segurança antes da operação.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrutura de fixação que garanta a verticalidade da grua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Operação da grua em conformidade com as recomendações do fabricante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limitador de momento máximo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limitador de carga máxima para bloqueio do dispositivo de elevação.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limitador de fim de curso para o carro da lança nas duas extremidades.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alarme sonoro para ser acionado pelo operador em situações de risco e alerta, bem como de acionamento automático, quando o limitador de carga ou momento estiver atuar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Placas indicativas de carga admissível ao longo da lança, conforme especificado pelo fabricante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proteção contra a incidência de raios solares para a cabine do operador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proteção das áreas de carga e descarga.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspeção dos dispositivos auxiliares de içamento antes da utilização.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Supervisão de profissional legalmente habilitado durante a implantação, montagem, manutenção e desmontagem da grua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realização de testes, sob a supervisão de profissional legalmente habilitado, nas operações de montagem, manutenção, telescopagem e ascensão da grua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formação do operador e do sinaleiro da grua, por profissional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

competente, para realização, no início de cada turno, da inspeção do equipamento por meio da Lista de Verificação de Conformidade.					
Comprovação de formação e experiência prática mínima do operador e o sinaleiro da grua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comunicação de qualquer anormalidade durante a operação da grua ao profissional competente e registo no livro de inspeção da grua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formação de segurança do operador e do sinaleiro da grua relativamente aos riscos associados à função.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inexistência de barreiras visuais que atrapalhem a comunicação entre o operador e o sinaleiro de carga da grua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comunicação via rádio, em frequência exclusiva, entre o operador e o sinaleiro da grua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 9. Notas

---



---



---



---



---





## **Anexo II:** Guia de orientação para o entrevistador



## Aviad Shapira© – Práticas de Grua Torre – Notas e guia para o entrevistador<sup>33</sup>

O propósito deste documento é:

1. Servir de guia para preparar e conduzir a entrevista.
2. Elaborar, com maior detalhe, questões que pertencem à secção das “notas de rodapé” no Guia para entrevistas.

*Este documento deve ser lido por ambos, o Professor/principal investigador e seu assistente/entrevistador.*

---

- O Guia para entrevista não deve ser utilizado como um questionário a ser preenchido pelo entrevistado.
- Os estaleiros seleccionados para conduzir as entrevistas devem atender a três critérios: (1) deve ter no mínimo uma grua torre como principal provedor de serviço de elevação; (2) um entrevistado que coopere, disposto a dispor tempo suficiente para responder a entrevista de forma completa; e (3) um entrevistado experiente no assunto, cujo envolvimento no projeto possibilita que ele(a) responda à maioria das perguntas.
- Como primeiro estaleiro, de vários visitados, deve seleccionar um projeto simples, cuja completa cooperação do entrevistado seja garantida previamente.
- O entrevistador principiante deve estar pronto para sentir algum incómodo na sua primeira entrevista. Isto é bastante natural. De uma entrevista para a outra, o desempenho do entrevistador irá melhorar, assim como a sua confiança. A partir da terceira ou quarta entrevista, o entrevistador vai deixar de ser (de certa forma) "estatístico", que faz apenas perguntas e regista respostas, para se tornar um parceiro numa discussão.
- É altamente aconselhável (e ainda quando se tratar de um entrevistador iniciante) que as duas primeiras entrevistas sejam realizadas em conjunto com o investigador principal (o Professor juntamente com o assistente de pesquisa).
- O entrevistador principiante vai descobrir rapidamente que não há casos simples, completamente claros e compreensíveis. Deve, portanto, preparar-se para lidar com essa situação. Como sugestão, deixe a classificação da enorme quantidade de informações coletadas para uma fase posterior, em que pode editar e reorganizar o material, e preparar o relatório final do estaleiro. Durante a entrevista, se não perceber onde pertence alguma informação dita pelo entrevistado, basta escrevê-la na página das "Anotações" pela ordem em que foram ditas.

---

<sup>33</sup> Os comentários e diretrizes neste documento foram compilados a partir de briefings orais dos entrevistadores. Eles são baseados na realização de inúmeras visitas a estaleiros e entrevistas de ambos entrevistadores, novatos e experientes. Este documento não se destina a "colocar palavras na boca" do entrevistador, nem insinua que o entrevistador não pode viver sem ele. No entanto, objetivando ajudar o entrevistador a se preparar melhor para as entrevistas, acredita-se que a leitura e aplicação cuidadosa e destas orientações garantirá a obtenção de resultados completos e confiáveis. Se qualquer das orientações/comentários neste documento não for relevante, ignore-o.

- Associadas a alguns factos simples (por exemplo, marca e modelo da grua, tamanho do local), há descrições de processos que necessitam de análise mais detalhada por parte do entrevistado. Servem para ajudar o entrevistado a pensar e/ou simplificar a questão, mas sem perder informação.
- Não perca o objetivo por causa de pequenos detalhes, ou os principais problemas por causa dos menores. O foco/objetivo deve estar constantemente em: (1) planeamento de equipamentos e (2) montagem/localização (*set-up*) de equipamentos, nesta ordem. O primeiro é o foco central e mais importante para este estudo.
- A entrevista, observada pelo investigador principal, tendo como base o “Guia para Entrevista” preenchido, deve fornecer uma visão abrangente sobretudo relacionado com as gruas torre do estaleiro: o planeamento, montagem, operação e outros equipamentos que interagem com eles. Se a situação exigir, permita que o entrevistado se expresse livremente. É claro que, no final da entrevista certifique-se que todos os itens do Guia foram abordados.
- O entrevistador deve estar intimamente familiarizado com o Guia para Entrevista, de modo a que ele(a) possa navegar pela entrevista. Antes de iniciar a série de entrevistas, certifique-se que você sabe, controla e entende tudo que está no Guia, incluindo as notas de rodapé.
- Recomenda-se que conduza a entrevista e faça as perguntas pela ordem que aparecem no Guia. No entanto, a discussão pode ser desviada para outras direções/questões. Portanto, deve conhecer bem não só o Guia, mas o conteúdo do assunto, a fim de saber onde introduzir as informações que ouve (isto é, que **resposta** pertence a determinada **pergunta**). De qualquer maneira, conduza a discussão de volta ao local onde ocorreu o desvio.
- O entrevistado deve ter a sensação de que o entrevistador sabe o que ele(a) está pedindo/falando, e que há uma lógica interna e sequência estruturada no questionário. Não há problema, se for necessário, em determinada situação, interromper o entrevistado porque mudou de assunto, e dizer-lhe, "Isso é realmente importante, mas por favor, vamos esperar até chegarmos lá, porque há uma questão específica para este assunto". Noutras ocasiões - não interrompa, deixe que a discussão se desenvolva. (Saber quando empregar este ou aquele modo de entrevista é realmente uma questão de análise situacional.)
- Foi mencionado no Guia, mas deve ser lembrado novamente: os entrevistados têm uma tendência natural de dizer o que é usualmente feito, o que deve ser feito, ou o que costumava fazer em seus projetos recentes. Certifique-se que eles respondem à maioria das perguntas (a menos que especificamente pedido), dizendo o que eles fizeram sobre este projeto específico, em análise, e discutindo com eles.
- Às vezes, deve "fazer o entrevistado falar", isto é, seus entrevistados - se adequadamente selecionados - são provavelmente experientes e competentes no que fazem, no entanto, muitas vezes eles não são muito bons em transmitir aos outros, de forma estruturada, o que sabem. Além disso, eles podem considerar alguns aspectos óbvios, e, portanto, não apresentá-los na entrevista. Portanto, às vezes, poderá ter que lembrar-lhes algum aspeto e fazer-lhes perguntas direcionadas, particularmente relacionadas com a escolha de alternativas (de tipos de grua, localização da grua no estaleiro, etc.). Por exemplo, quando

se discute a seleção da grua, veja-se uma sugestão para como poderá ser feita a pergunta: "Por que selecionou uma base estática e não uma ponte rolante sobre trilhos?" Ou, "Por que não adicionou ao projeto uma outra grua?" Evidentemente que cada pergunta tem de fazer sentido e se relacionar de alguma forma com a questão discutida.

- Escreva tudo, como se estivesse usando um gravador (use um gravador, com o consentimento do entrevistado e se este se sentir confortável). Prepare-se: não é de forma alguma, simples conduzir e direcionar uma entrevista, e, ao mesmo tempo, escrever tudo.
- A julgar por entrevistas já realizadas com base no Guia para Entrevista, uma entrevista considerada no nível "Bom", normalmente dura pelo menos três horas (excluindo visita ao estaleiro e tirar as fotos), se o entrevistador é experiente. O novíço deve considerar pelo menos quatro horas para considerar tudo corretamente. Portanto, algumas entrevistas podem ter que ser divididas em até duas sessões separadas, em duas datas diferentes, pois a maioria dos entrevistados provavelmente são muito ocupados para poder conceder uma sessão tão longa.
- Edite o material e prepare o relatório final de cada entrevista (ou seja, uma cópia "limpa" do Guia) logo após a visita ao estaleiro, não devendo passar da noite do mesmo dia. Haverá sempre aspetos que não conseguiu escrever durante a própria entrevista, podendo esquecer essas factos no dia seguinte. Depois de preparar o material imediatamente após a entrevista, poderá, eventualmente, ligar para o entrevistado (enquanto ainda o assunto é recente) e corrigir informações erradas, ou terminar as questões que foram deixadas em aberto. Naturalmente, através da preparação de seu relatório final sobre o local no mesmo dia, não irá confundir este com o próximo.
- Use a página de "Anotações" no final do Guia, para exemplos e material descritivo, para o qual não foi dada uma resposta direta ("Sim/Não"), ou uma resposta que marque um certo item. Além disso, deverá usar a página das "Anotações" sempre que o espaço dado não for suficiente, como por exemplo, para esboços, etc.
- Poderá ter que voltar a consultar um estaleiro: (1) se após o processamento da informação descobrir que algo está a faltar (a menos que possa ser discutido por telefone), ou (2) se o entrevistado não tem a resposta para uma certa questão, e precisa de mais tempo para descobrir ou para preparar o material solicitado, ou (3) se precisa de encontrar-se com outro funcionário no mesmo e para completar o material no Guia.
- Num projeto com mais de uma grua torre, é necessário cuidado para não confundir as informações. É fundamental que se compreenda as instruções dadas no Guia, no que diz respeito ao planeamento global e informação que pertence a cada grua separadamente. Em caso extremo (não muito provável, mas ainda é possível) é que um projeto complexo com mais de uma grua torre possa ser considerado como dois projetos separados (para o qual dois guias separados devem ser preenchidos).
- A terminologia é de extrema importância. Muitas vezes as pessoas usam nomes diferentes para o mesmo objeto, ou o mesmo nome para objetos diferentes. Certifique-se sempre que você e seu entrevistado estão considerando o mesmo significado para determinado referente. Consulte o seu professor (investigador principal) sempre que tiver alguma dúvida.

- A pergunta 7.3 tem um certo conceito a ela associada, por isso, é importante que antes de começar a perguntar, o entrevistador explique ao entrevistado a "visão geral", ou seja, que dividiu o processo de planeamento em três estágios (explicações fornecidas nas notas de rodapé), identificou sete partes que participam potencialmente do processo de planeamento de equipamentos, e criou uma escala de 4 níveis para a avaliação do envolvimento de cada parte no processo.
- Este comentário é uma expansão da nota 7 no Guia para Entrevista. Em estaleiros servidos principalmente por guas torre, as guas móveis podem ser observadas, operando num dos seguintes modos (ou tipos de serviços):
  1. Grua de carácter temporário trazido ao local por períodos curtos (horas/dias), para executar tarefas de elevação que não podem ser requisitadas da grua torre (quer devido a limitações de raio/capacidade de carga, limitações da agenda de uso da grua de torre, ou por conveniência administrativa). Por exemplo: montagem de painéis pré-fabricados de grandes dimensões. Neste tipo de serviço, a auto grua é geralmente de grande tamanho e montado em camião do tipo lança-telescópica.
  2. Grua permanente auxiliar utilizada, ao lado da grua torre, para diversas tarefas (muitas vezes semelhante a uma empilhadora telescópica, ou manipulador de material, mas com melhor alcance). Neste tipo de serviço a grua móvel é normalmente de pequeno a médio porte e do tipo que se adapta a terrenos íngremes.
  3. Grua principal permanente, juntamente com a grua torre. A auto grua é responsável por parte do edifício/estaleiro fora do alcance da grua torre, ou para atividades de elevação para os quais a grua torre pode estar muito ocupado para executar. Neste modo de serviço, a auto grua é normalmente de tamanho médio a grande, e de qualquer um dos tipos (apesar da vantagem das guas sobre esteiras, ou das guas montadas em camião com lança treliçada por causa de seu menor custo de operação, sendo uma preocupação quando há serviços de longa duração).
  4. Outro modo de serviço é aquele em que a auto grua permanece no local por algumas semanas ou mesmo meses, realizando tarefas que não são típicas de a guas torre, principalmente relacionadas com infraestrutura (e muito provavelmente, nas primeiras fases da construção). A maioria destas guas são grandes “*crawlers*” com lanças de treliça e outros acessórios fixados na extremidade.
- O Guia de Entrevista foi realmente utilizado e testado em muitos estaleiros, mas há sempre espaço para melhorias. Se, no decurso da realização das entrevistas, descobrir que pode haver um problema relacionado com a compreensão de uma questão, a sequência de perguntas, termos ambíguos, um tema inadequadamente abordado, ou qualquer outro problema, certifique-se de anotá-lo no espaço fornecido (capítulo 9).

### Notas de introdução da entrevista

1. Explique ao entrevistado que a confidencialidade dos dados recolhidos está totalmente garantida, sendo apenas utilizados para tratamento de forma agregada e análise académica.
2. Explique de forma sucinta ao entrevistado que a entrevista focar-se-á em dois pontos:
  - a) **Planeamento de equipamentos**<sup>34</sup>, ou seja, qual o processo de seleção dos

---

<sup>34</sup> A definição dada aqui para “planeamento de equipamentos” será utilizada no decorrer da entrevista.

equipamentos (gruas) e determinação da sua localização no estaleiro, e **b) montagem *in situ* das gruas**<sup>35</sup>.

3. Se o projeto é complexo e possui mais que um edifício, servido por uma ou mais gruas, identifique inicialmente (relativamente à seleção e operação da(s) grua(s)) se deve ser considerado como um projeto ou mais projetos diferentes, ou seja, se implica guias para entrevista diferentes.
4. Clarifique ao entrevistado que as questões (a não ser que seja especificamente requisitado) realizadas correspondem ao projeto em discussão. Assim sendo, o entrevistado deve responder às questões baseando-se apenas nas práticas utilizadas no projeto em questão<sup>36</sup>.
5. Adquira os cartões de vista dos entrevistados e anexe-os, agraphando-os, à página inicial do guia de entrevista.
6. Quando o espaço fornecido para responder não for o suficiente utilize a secção de “Notas” para descrever/detalhar a informação.
7. Durante a entrevista, tire fotografias relativas à localização da grua no estaleiro em relação ao edifício, à visão global da grua, ao método de montagem da mesma e alguns detalhes do modo de fixação.

---

<sup>35</sup> A não ser que seja especificamente expresso, a palavra Grua no contexto da entrevista refere-se a gruas torre.

<sup>36</sup> Esta instrução é dada com o intuito de evitar que as questões sejam respondidas com conhecimento baseado noutros projetos do conhecimento do entrevistado.