

Equipamentos de Elevação de Materiais em Obra

Frederico Maio Henriques

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Júri

Presidente: Prof.^a Doutora Ana Paula Patrício Teixeira Ferreira Pinto França de Santana

Orientador: Prof. Doutor Luís Manuel Alves Dias

Vogal: Prof. Doutor Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Julho de 2013

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação foi realizada com o apoio continuado do Prof. Luís Alves Dias, a quem agradeço toda a disponibilidade e orientação prestada com o intuito de a desenvolver o melhor possível.

Agradeço ainda ao Instituto Português da Qualidade, e à Direcção Regional de Economia de Lisboa e Vale do Tejo, em particular à Dona Cristina, pela simpatia e disponibilidade que demonstrou na consulta de normas europeias, que ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

À empresa Vendap agradeço a prontidão das respostas a algumas questões técnicas referentes aos equipamentos de elevação.

Por fim, agradeço à minha família e aos meus amigos o apoio constante ao longo do período referente à realização da dissertação e a todos estes anos de curso.

RESUMO

A segurança e a utilização de equipamentos de elevação colocam desafios a todos os profissionais da construção, designadamente no processo de selecção, recepção e controlo, em particular de gruas torre, gruas móveis e elevadores de obra.

A presente dissertação tem como objectivo complementar as técnicas de apoio à gestão de uma obra no que respeita aos equipamentos, e assegurar a sua permanência em obra com os níveis adequados de segurança.

Inicialmente analisou-se o processo de inserção das máquinas no mercado europeu, descrevendo os principais passos que a legislação em vigor, designadamente a Directiva Máquinas 2006/42/CE (transposta para o direito interno português pelo Decreto-Lei 103/2008) obriga a seguir, no sentido de obter máquinas conformes e com a marcação CE.

Com a Normalização Europeia, realizou-se uma descrição técnica dos principais equipamentos de elevação utilizados na construção (gruas torre, móveis e elevadores de obra), referindo os principais componentes e modos de funcionamento. De seguida, descreveram-se os principais critérios de selecção que a gestão da obra deverá ter em conta, para a escolha do equipamento adequado.

No que respeita à segurança dos equipamentos, foram descritos os critérios de recepção e controlo em obra, sendo que realizou-se um levantamento dos principais planos de inspecção que estas máquinas deverão estar sujeitas em obra, bem como as pessoas envolvidas e designadas, pela gestão da obra, para levar a cabo tais planos.

Por último, apresentam-se as verificações que os equipamentos de elevação deverão estar sujeitos antes, durante e após a operação de cada dia de trabalho.

Palavras-Chave: grua torre, grua móvel, elevador de obra, segurança na construção.

ABSTRACT

The safety and usage of lifting equipment challenges all construction professionals, particularly in the process of selection, receiving and inspection, especially tower cranes, mobile cranes and construction hoists.

This dissertation is developed to complement the management of a construction work in relation to the management of the equipment, as to ensure its use with appropriate levels of safety.

For this purpose, it was analyzed the process of the introduction in the European market of the machinery, describing the main steps required by the legislation, namely the Machinery Directive 2006/42/EC (transposed into Portuguese law by Decree-Law 103/2008), to assess compliance and placement the CE marking on the machines.

With the support of European Standards, it was held a technical description of the main types of lifting equipment used in construction (tower and mobile cranes, and construction hoists), referring the main components and operating modes. Then it was described the main selection criteria that the construction management should take into account for choosing the suitable equipment.

Regarding the safety of the lifting equipment, it was described the process of receiving and inspection of the equipment. For this purpose, it was referred the main inspection plans that these machines should be subject during their permanence in the construction site, as well as the people involved and designated by the construction management, to carry out such plans.

Finally, during the course of this study, it was analyzed several practical checks to be carried out, before, during and after operating the equipment every working day.

Keywords: tower crane, mobile crane, construction hoist, construction safety.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objectivos da dissertação	2
1.2. Organização da dissertação.....	3
2. REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA APLICADA AOS EQUIPAMENTOS DE ELEVAÇÃO ...	5
2.1. Considerações gerais.....	5
2.2. Directiva Máquinas e o Decreto-Lei 103/2008	6
2.2.1. Motivação e âmbito de aplicação da Directiva Máquinas.....	6
2.2.2. Definições	6
2.2.3. Colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas.....	7
2.3. Normas técnicas harmonizadas e Marcação CE	10
2.4. Aplicação aos equipamentos de elevação	12
2.4.1. Evolução histórica dos equipamentos de elevação.....	12
2.4.2. Aspectos específicos dos equipamentos de elevação	17
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS GRUAS TORRE	21
3.1. Descrição e tipos de gruas torre	21
3.1.1. Gruas torre em função do mecanismo de rotação	21
3.1.2. Gruas torre em função da configuração da lança	23
3.1.3. Gruas torre em função da sua montagem e desmontagem	25
3.1.4. Fundações de gruas torre.....	28
3.1.5. Sistemas de estabilização lateral de gruas torre	33
3.1.6. Principais componentes de protecção e segurança nas gruas torre	35
3.2. Selecção de gruas torre	37

3.3.	Recepção e Controlo de gruas torre em obra.....	43
3.3.1.	Estudo da localização da grua torre no estaleiro	43
3.3.2.	Recepção da grua torre na obra.....	43
3.3.3.	Controlo da grua torre na obra	44
3.4.	Segurança na utilização de gruas torre.....	47
4.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS GRUAS MÓVEIS.....	51
4.1.	Descrição e tipos de gruas móveis	51
4.1.1.	Tipos de gruas móveis em função da estrutura da base.....	52
4.1.2.	Tipos de gruas móveis em função da lança acoplada	55
4.1.3.	Principais componentes de protecção e segurança nas gruas móveis	58
4.2.	Seleção de gruas móveis	59
4.3.	Recepção e Controlo de gruas móveis em obra.....	63
4.3.1.	Recepção da grua móvel na obra.....	63
4.3.2.	Controlo da grua móvel na obra	63
4.4.	Segurança na utilização de gruas móveis	65
5.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS ELEVADORES DE OBRA	69
5.1.	Descrição e tipos de elevadores de obra	69
5.1.1.	Elevadores de obra do tipo cabo	71
5.1.2.	Elevadores de obra do tipo cremalheira	72
5.1.3.	Principais componentes de protecção e segurança nos elevadores de obra	73
5.2.	Seleção de elevadores de obra	73
5.3.	Recepção e Controlo de elevadores em obra.....	76
5.3.1.	Recepção dos elevadores na obra	76
5.3.2.	Controlo dos elevadores na obra.....	77
5.4.	Segurança na utilização dos elevadores de obra	79
6.	CONCLUSÕES	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Placa tipo identificadora da marcação CE para uma grua torre (Adaptado de EN 14439, 2009)	10
Figura 2: Logotipo do CEN (CEN, 2012).....	10
Figura 3: Marcação CE (LNEC, 2011)	11
Figura 4: Sistema Shaduf na recolha de água no Egipto Antigo (Bachmann, et al., 1997).....	12
Figura 5: Representação da primeira grua grega (Bachmann, et al., 1997)	13
Figura 6: Grua romana em representação do sistema <i>Polypastos</i> (Bachmann, et al., 1997)	13
Figura 7: Representação da grua de lança da Idade Média (Bachmann, et al., 1997)	14
Figura 8: Mecanismo de elevação na época renascentista (Bachmann, et al., 1997)	15
Figura 9: Primeira grua giratória de grande porte segundo Da Vinci, século XV (Bachmann, et al., 1997).....	15
Figura 10: Grua metálica a vapor por Frenchmen Couvreur em 1855 (Bachmann, et al., 1997)	15
Figura 11: Grua locomotiva de 1905 da Bechem & Keetman (Bachmann, et al., 1997)	15
Figura 12: A K10000 foi a maior Grua Torre do mundo em 1975 (Bachmann, et al., 1997)	16
Figura 13: Grua Torre de lança inclinável - Austrália 1989 (Bachmann, et al., 1997)	16
Figura 14: Grua móvel sobre pneus (Liebherr, 2012)	16
Figura 15: Dispositivo de elevação de cargas (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)	18
Figura 16: Ficha tipo de controlo de equipamentos de apoio e acessórios (Adaptado de Alves Dias, 2011)	20
Figura 17: Grua torre com mecanismo de rotação inferior (Liebherr, 2012)	22
Figura 18: Grua torre do tipo “flat-top” com mecanismo de rotação superior (Liebherr, 2012) ..	22
Figura 19: Constituição geral de uma grua torre (Adaptado de ASME, 2012)	22
Figura 20: Tipos de guias torre em função da lança (Adaptado de Nunnally, 2007)	23
Figura 21: Grua torre de lança inclinável (Liebherr, 2012)	24
Figura 22: Grua de torre de lança inclinável (Citylifting, 2012)	25
Figura 23: Desmontagem de uma grua torre com recurso à grua móvel	26
Figura 24: Grua torre de montagem/desmontagem automática (Mantis, 2012)	27
Figura 25: Grua torre de montagem/desmontagem automática (Liebherr, 2012)	28
Figura 26: Base fixa de uma grua torre com blocos de betão (Cosmocranes, 2012)	29
Figura 27: Execução de uma sapata de betão armado para a fundação de uma grua torre	30
Figura 28: Esquema exemplificativo de uma fundação por estacas para guias torre (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)	30
Figura 30: Sistema auto-icável externo (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)	31
Figura 31: Sistema auto-icável interno (DEYING, 2012)	31
Figura 29: Base móvel de uma grua torre (Shapiro, et al., 2011).....	31
Figura 32: Esquema do sistema auto-icável interno	32
Figura 33: Sistema de estabilização lateral de grua torre (Adaptado de Shapiro, et al., 2011) .	34
Figura 34: Esquema de escoramento de uma grua por tirantes de aço (ASME, 2012)	35

Figura 35: Protecção de escada da torre de acesso à cabine (Liebherr, 2012)	36
Figura 36: Escada de acesso da grua com inclinação e plataforma de descanso (Liebherr, 2012)	36
Figura 37: Exemplo de diagrama de cargas de uma grua torre (Adaptado de Alves Dias, 2012)	39
Figura 38: Mapa de ventos da Europa (EN 14439, 2009)	42
Figura 39: Placa identificadora da capacidade de carga de uma grua torre (Arslan et. al, 2008)	49
Figura 40: Constituição geral da superestrutura de uma grua móvel de lança telescópica (Adaptado de EN 13000, 2010).....	52
Figura 41: Grua móvel com base de esteiras e lança telescópica (Liebherr, 2012).....	53
Figura 42: Grua móvel sobre camião de pneus do tipo todo-o-terreno (Shapiro, et al., 2011) ..	54
Figura 43: Estrutura estabilizadora de uma grua móvel de camião (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)	55
Figura 44: Grua móvel de lança treliçada (Liebherr, 2012)	56
Figura 45: Várias combinações de lanças (Adaptado de EN 13000, 2010)	57
Figura 46: Grua móvel de lança telescópica com lança extensível – <i>fly jib</i> (Shapiro, et al., 2011)	57
Figura 47: Diagrama de cargas de uma grua móvel (Adaptado de Borgercranes, 2012)	61
Figura 48: Elevador de obra do tipo cabo (Adaptado de Viana, et al., 2001)	70
Figura 49: Elevador de obra do tipo cremalheira (Adaptado de PINGON, 2012).....	71
Figura 50: Elementos de estabilização da torre de um elevador de obra (Adaptado de Viana, et al., 2001).....	73
Figura 51: Elevador de obra em operação numa torre de arrefecimento (MetroElevator, 2013)76	

1. INTRODUÇÃO

O sector da construção da União Europeia constitui um dos principais componentes da economia, com uma produção de cerca de 1200 milhões de euros por ano (FIEC, 2012). Em Portugal, para além de outros países, atravessa-se nos dias de hoje uma crise geral neste sector, assistindo-se a uma redução significativa de produção nacional, que poderá arrastar também à diminuição dos investimentos referentes aos equipamentos de apoio, em particular os de elevação.

Relacionado com o que é intrínseco no decorrer da actividade da construção, nomeadamente ao nível da obra, surgem muitas vezes problemas que fazem aumentar o prazo de execução, o prejuízo e que muitas vezes comprometem a qualidade e a segurança das obras.

É conhecido que os principais problemas existentes na construção ao nível nacional são a baixa produtividade, a baixa qualidade com que se executam os empreendimentos de construção e a carência de segurança no acto de construir (Branco, 2009).

Em termos de segurança na construção, tem-se vindo a observar um problema grave em Portugal, onde os indicadores apontam para um elevado nível de sinistralidade no sector. A causa, em geral apontada para justificar tal nível de sinistralidade, está muitas vezes ligada à obsolescência de regulamentação técnica portuguesa sobre a segurança nos estaleiros. Como exemplos, são o regulamento de segurança no trabalho da construção civil e o regulamento das instalações provisórias do pessoal empregue nas obras, datados de 1958 e 1965 respectivamente, e que não sofreram nenhuma actualização face à evolução tecnológica que desde então ocorreu no sector.

Em termos estatísticos, as principais causas dos acidentes ocorridos no sector da construção são as quedas em altura com cerca de 50% das causas mortais, seguido o esmagamento com cerca de 20%, e o soterramento e electrocussão com cerca de 10%, sendo que os cerca de 10% restantes estão associados a outras causas (Alves Dias, 2011).

Perante estes valores, sobretudo no que diz respeito às quedas em altura e ao esmagamento, existe um elo de ligação entre estas causas e os equipamentos, cujo conhecimento sobre a sua utilização e manutenção, pelos utilizadores, pode contribuir para a ocorrência de acidentes, por disfunção dos equipamentos de apoio, em geral, e dos de elevação em particular (Adaptado de Alves Dias, 2011).

A importância dos equipamentos de construção tem sido cada vez maior, sobretudo nos países com o sector em forte desenvolvimento, como no caso do Brasil e da China, tradicionalmente com uma elevada incorporação de mão-de-obra interna. Entre 2010 e 2011 a China tornou-se o maior mercado de equipamentos de construção do mundo, com mais de 250.000 máquinas de construção fabricadas por ano (Rego, 2012). Deste modo, e para atender à problemática da baixa produtividade na construção e ao elevado ritmo de produção dos empreiteiros, tem-se verificado um crescente aumento na utilização de equipamentos de obra cada vez mais eficientes. Nesse conjunto de

equipamentos inserem-se os equipamentos de elevação, transporte e movimentação vertical e horizontal de materiais, tais como as gruas torre, as gruas móveis e os elevadores de obra (Engel e Ferreira, 2008).

Quando se opta por incluir numa obra um equipamento de elevação de grande porte, (e.g. uma grua torre), é previsível que um bom planeamento tenha que ser realizado em termos de prazos, custos e coordenação dos trabalhos, dado que em termos económicos, os equipamentos de elevação têm uma grande importância no orçamento das obras. Por outro lado, quando se observa o funcionamento deste tipo de equipamento, é fácil perceber as fortes potencialidades de ocorrência de acidentes durante a sua permanência em obra, especialmente quando os seus operadores são menos qualificados. Para atender à problemática da segurança, em torno dos equipamentos de elevação, é fundamental conhecer correctamente as suas características técnicas e levar a cabo a realização de boas práticas em torno da sua gestão em obra, nomeadamente em termos de um programa de manutenções e inspecções (Adaptado de Alves Dias, 2012).

1.1. Objectivos da dissertação

O tema desta dissertação centra-se essencialmente na segurança da construção, em particular no que respeita a utilização dos equipamentos de elevação, sendo muitas vezes ignorados alguns princípios que comprometem a segurança.

Perante o elevado número de acidentes na construção, envolvendo estes equipamentos, torna-se útil produzir um documento que pretenda dar a conhecer, especialmente para quem lida com estes equipamentos em obra, uma descrição técnica sobre os principais tipos de equipamentos, nomeadamente a sua composição, instalação, funcionamento e utilização.

A presente dissertação inicia-se com um levantamento dos principais equipamentos de elevação de materiais utilizados correntemente nas obras de construção civil. Em particular, são objecto de estudo as gruas torre, as gruas móveis e os elevadores de obra.

Faz também parte dos objectivos desta dissertação apresentar o processo de avaliação da conformidade dos equipamentos de acordo com a legislação nacional apoiada nas Directivas comunitárias e nas normas técnicas europeias harmonizadas, que visam a marcação CE das máquinas.

Como objectivos finais da dissertação, o estudo pretende, após conhecer os vários tipos de equipamentos e as suas características técnicas, fornecer directrizes aos responsáveis pela gestão de uma obra, no sentido de reunir a informação e dar apoio às decisões de selecção dos tipos de equipamentos mais adequados a cada situação. Será também abordado o processo de recepção e controlo em obra de cada tipo de equipamento, descrevendo os principais pontos que compõem os programas de manutenção e inspecção, os principais riscos e medidas mitigadoras, e por último, as

acções e verificações práticas a ter em conta no sentido de obter bons níveis de segurança durante a permanência em obra dos equipamentos.

1.2. Organização da dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos, sendo que o conteúdo de cada capítulo se explicita, em seguida, numa breve descrição.

No primeiro e presente capítulo (Introdução), introduz-se o tema da dissertação, descrevendo o seu enquadramento, os seus objectivos e a sua organização.

No segundo capítulo (Regulamentação técnica aplicada aos equipamentos de elevação), é abordada a legislação e a regulamentação na União Europeia e em Portugal no âmbito dos equipamentos de elevação. Neste capítulo, é feita uma descrição dos documentos legislativos e dos principais procedimentos necessários a ter em conta para a colocação dos equipamentos no mercado com a respectiva marcação CE. Para isso, é abordada a Directiva comunitária europeia que rege a entrada das máquinas no mercado, Directiva Máquinas – 2006/42/CE, transposta para o direito interno de Portugal através do Decreto-Lei 103/2008. É também neste capítulo que se introduzem as normas técnicas europeias harmonizadas como elemento fundamental para assegurar a conformidade das máquinas ao abrigo da legislação, sendo que é descrito o procedimento para a marcação CE nos equipamentos. Neste capítulo é ainda realizada uma pequena descrição histórica dos equipamentos de elevação, expondo o seu aparecimento e evolução ao longo das décadas. Por último, são apresentados aspectos específicos dos equipamentos de elevação, que englobam informação referente a qualquer tipo de aparelho de elevação.

No terceiro capítulo (Características técnicas das gruas torre) apresenta-se os vários tipos de gruas torre mais utilizados na prática corrente da construção, e de que maneira a respectiva norma técnica europeia actua ao nível dos componentes de protecção e segurança. Apresenta-se também neste capítulo os principais pontos a ter em conta no processo selecção, recepção e controlo em obra destas gruas, fazendo referência às principais inspecções a ter em conta e os principais riscos e medidas preventivas associadas a cada equipamento durante a sua utilização.

O quarto capítulo (Características técnicas das gruas móveis) é dedicado aos vários tipos de gruas móveis mais utilizados na construção. Apresenta-se neste capítulo os principais pontos a ter em conta no processo selecção, recepção e controlo em obra destas gruas, fazendo referência às principais inspecções a ter em conta e os principais riscos e medidas preventivas associadas a cada equipamento durante a sua utilização.

No quinto capítulo (Características técnicas das gruas torre) referem-se os vários tipos de elevadores de obra para pessoas e materiais, e a abordagem da respectiva norma técnica. Apresenta-se também neste capítulo os principais pontos a ter em conta no processo selecção, recepção e controlo em obra

dos elevadores, fazendo referência às principais inspecções a ter em conta e os principais riscos e medidas preventivas associadas a cada equipamento durante a sua utilização.

Por último, é no sexto capítulo que se apresentam as conclusões retiradas após o estudo elaborado, no sentido de apresentar as principais ideias a ter em conta em estaleiros que utilizam este tipo de equipamentos, e de que maneira essas ideias podem contribuir para um melhoramento dos níveis de segurança nas obras.

2. REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA APLICADA AOS EQUIPAMENTOS DE ELEVAÇÃO

O presente capítulo será dedicado ao enquadramento legal e técnico dos equipamentos de elevação, na União Europeia e em Portugal. Desta forma, será abordado o procedimento da colocação das máquinas no mercado e a sua marcação CE.

2.1. Considerações gerais

Nos dias de hoje, com o objectivo de obter resultados positivos ao nível da qualidade dos equipamentos, foram criados documentos regulamentares que permitem controlar o fabrico, a utilização e a manutenção de máquinas.

Ao nível da União Europeia, foram definidas Directivas baseadas na Nova Abordagem, que desempenham um papel fundamental no sentido de assegurar a livre circulação dos produtos no mercado europeu.

Um dos objectivos da Nova Abordagem é fazer um elo de ligação entre a regulamentação, a normalização, os ensaios e a certificação. As Directivas que compõem a Nova Abordagem estabelecem controlos aos produtos (antes e depois de inseridos no mercado), com o objectivo de asseverar um nível elevado de segurança e qualidade dos mesmos. Como consequência prática, qualquer equipamento fabricado nos dias de hoje é submetido a ensaios que avaliam a sua conformidade com os requisitos apresentados nas Directivas comunitárias da Nova Abordagem. A prova de conformidade das máquinas é assegurada também por normas técnicas harmonizadas, estas de carácter voluntário, que complementam os requisitos de avaliação e a sua utilização torna-se, por vezes, de carácter obrigatório pelas Directivas da Nova Abordagem.

Ao nível da União Europeia, a consequência prática de uma avaliação de conformidade positiva para qualquer produto, é descrita como a presunção de conformidade, isto é, presume-se que uma máquina fabricada e devidamente ensaiada de acordo com as Directivas comunitárias e com as normas técnicas harmonizadas está conforme com os requisitos essenciais de saúde e segurança dessas mesmas normas. Desta forma, o fabricante pode aplicar ao produto ou máquina a marcação CE. Para isso, deve seguir os procedimentos definidos, podendo em alguns casos envolver um organismo notificado.

No contexto dos equipamentos de construção, os principais documentos normativos e regulamentares são: Directiva Máquinas – 2006/42/CE que para o caso particular de Portugal esta Directiva foi transposta pelo Decreto-Lei 103/2008, e as normas técnicas europeias harmonizadas.

É ainda pertinente referir que no âmbito dos documentos regulamentares, que abrangem a utilização dos equipamentos de construção em Portugal, importa também ter em conta o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil de 1958.

2.2. Directiva Máquinas e o Decreto-Lei 103/2008

A Directiva 2006/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 17 de Maio de 2006, designada abreviadamente por Directiva Máquinas, é uma Directiva comunitária europeia da Nova Abordagem. Esta Directiva é relativa a máquinas e estabelece as exigências essenciais de segurança e saúde aplicáveis às máquinas no seu processo de concepção e fabrico, tendo também implicações na sua utilização, dado que, juntamente com a normalização técnica europeia definem directrizes para a realização do manual de instruções.

Em Portugal, esta Directiva foi transposta para o Decreto-Lei 103/2008, contemplando para a realidade nacional as disposições dessa Directiva. Como exemplo, são os organismos notificados, que são definidos por cada Estado-Membro, sendo em Portugal definidos pelo Instituto Português da Acreditação (IPAC).

O custo social decorrente do elevado número de acidentes directamente provocados pela utilização de máquinas pode ser reduzido através da integração da segurança na concepção e no fabrico das máquinas, bem como através de uma instalação e manutenção correctas (Directiva Máquinas, 2006).

2.2.1. Motivação e âmbito de aplicação da Directiva Máquinas

O principal objectivo da Directiva Máquinas consiste em assegurar a qualidade dentro da comunidade europeia no tocante ao fabrico e utilização das máquinas, em particular os equipamentos de elevação, minimizando os riscos. Esta Directiva tem como principais alvos de aplicação todas as máquinas produzidas dentro e fora da comunidade, bem como todas as máquinas provenientes de fora da comunidade e que tiveram que ser submetidas a processos de recondicionamento. Assim, se todos os equipamentos (novos ou não) forem submetidos a ensaios e testes de acordo com todos os requisitos da Directiva Máquinas, bem como requisitos das normas técnicas harmonizadas, é possível afirmar que são máquinas que satisfazem a qualidade necessária em matéria de segurança e saúde.

Para efeitos de aplicação da Directiva, os produtos abrangidos são: Máquinas; Equipamento intermutável; Componentes de segurança; Acessórios de elevação; Correntes, cabos e correias; Dispositivos amovíveis de transmissão mecânica; Quase-máquinas (Directiva Máquinas, 2006).

2.2.2. Definições

Segundo a Directiva Máquinas (2006), uma Máquina entende-se como um conjunto, equipado ou destinado a ser equipado com um sistema de acionamento diferente da força humana ou animal directamente aplicada, composto por peças ou componentes ligados entre si, dos quais pelo menos um é móvel, reunidos de forma solidária com vista a uma aplicação definida.

Considera-se também que um Acessório de elevação é um componente ou equipamento não ligado à máquina de elevação, que permite a preensão da carga e é colocado entre a máquina e a carga ou sobre a própria carga, ou destinado a fazer parte integrante da carga e que é colocado isoladamente no mercado. São igualmente considerados como acessórios de elevação as lingas e seus componentes (Directiva Máquinas, 2006).

2.2.3. Colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas

Segundo a Directiva Máquinas (2006), é da responsabilidade do fabricante, antes de colocar uma máquina no mercado, ou de a pôr em serviço, certificar-se o cumprimento dos seguintes elementos:

- Requisitos essenciais de saúde e de segurança relativos à concepção e ao fabrico de máquinas, contidos no Anexo I da Directiva Máquinas;
- Processo técnico para as máquinas;
- Manual de Instruções da máquina;
- Procedimentos de avaliação de conformidade da máquina;
- Declaração CE de conformidade;
- Marcação CE.

a) Requisitos essenciais de saúde e de segurança relativos à concepção e ao fabrico de máquinas

O Anexo I da Directiva Máquinas estabelece os princípios de saúde e segurança para o decorrer da fabricação das máquinas de modo a obter equipamentos com um grau de risco minimizado aquando em situações de perigo. Este anexo é composto por inúmeras cláusulas, destacando-se no seu conteúdo os seguintes elementos: princípio de integração da segurança; princípios de ergonomia de modo a minimizarem o incómodo do trabalhador; princípios de segurança e fiabilidade dos sistemas de controlo dos equipamentos; princípio para paragem total do equipamento; entre outros. Está ainda previsto, segundo este anexo que todas as máquinas devem possuir: dispositivos de alerta; marcação das máquinas (número de série, identificação do fabricante, Marcação CE); manual de instruções da máquina; entre outros.

b) Processo técnico para as máquinas

O processo técnico do Anexo VII da Directiva deve ter como principal composição, elementos que permitam demonstrar a conformidade da máquina com os requisitos da Directiva. Este processo técnico deve incluir elementos tais como, uma descrição geral da máquina, peças desenhadas, descrições sobre o seu funcionamento, resultados de ensaios, declaração CE de conformidade, entre outros.

c) Manual de Instruções da máquina

O fabricante deve realizar e colocar à disposição o Manual de Instruções da Máquina. Este deve ser realizado de acordo com as respectivas normas técnicas harmonizadas, e deve conter informação

respeitante à máquina, nomeadamente, identificação da máquina, ou seja, o seu número de série, tipo e modelo, a declaração de conformidade CE, os desenhos e descrições de utilização, os programas de manutenção, de reparação e de inspecção da máquina, instruções relativas à montagem, instalação e ligação da máquina, instruções sobre medidas de segurança a ter em conta na utilização da máquina, entre outras, sendo que este manual de instruções deverá estar escrito na língua do país de utilização.

d) Procedimentos de avaliação de conformidade da máquina

Para certificar a conformidade da máquina com o disposto na Directiva Máquinas, o fabricante terá que aplicar um dos três procedimentos de avaliação seguintes:

- Sempre que a máquina não esteja referida no Anexo IV, o fabricante aplica o procedimento de avaliação da conformidade com controlo interno do fabrico da máquina previsto no Anexo VIII;
- Sempre que a máquina esteja referida no Anexo IV e seja fabricada respeitando as normas técnicas harmonizadas, o fabricante aplica um de três procedimentos de avaliação da conformidade;
- Sempre que a máquina esteja referida no Anexo IV e não seja fabricada respeitando as normas harmonizadas, o fabricante deve aplicar um de dois procedimentos de avaliação da conformidade;

Relativamente ao primeiro procedimento (máquina não referida no anexo IV), destacam-se como as principais máquinas contidas no anexo, as máquinas de serrar e outras serras, as máquinas de moldar materiais, os aparelhos de elevação de pessoas ou materiais, entre outras. O controlo interno do fabrico da máquina em vigor no Anexo VIII é realizado através da execução do processo técnico apresentado no Anexo VII. Por último, o fabricante deve garantir a conformidade da máquina com o processo técnico executado.

Quanto ao segundo procedimento (máquina referida no anexo IV e fabricada segundo as normas técnicas harmonizadas) o fabricante aplica um de três procedimentos de avaliação da conformidade, nomeadamente:

- ✓ Procedimento de avaliação da conformidade com controlo interno do fabrico na máquina previsto no Anexo VIII;
- ✓ Procedimento de exame CE de tipo, e ainda controlo interno do fabrico da máquina na fase de produção previsto no Anexo VIII;
- ✓ Procedimento de garantia de qualidade total, referente ao Anexo I.

Por fim, o último procedimento (máquina referida no anexo IV e que não foi fabricada segundo as normas técnicas), o fabricante deve aplicar um de dois procedimentos seguintes:

- ✓ Procedimento de exame CE de tipo, previsto no Anexo IX, e ainda controlo interno do fabrico da máquina na fase de produção previsto no Anexo VIII;
- ✓ Procedimento de garantia de qualidade total, referente ao Anexo I.

O exame CE de tipo é o procedimento pelo qual um organismo notificado verifica e certifica que um exemplar representativo de um equipamento satisfaz as disposições da Directiva Máquinas. Em termos práticos, o organismo notificado tem como principais funções analisar e examinar o processo técnico da máquina, bem como mandar efectuar ensaios e medições que comprovam a conformidade da máquina com a Directiva e as normas técnicas harmonizadas. Se o organismo notificado verificar e certificar que o exemplar da máquina satisfaz a Directiva, procede à emissão de um certificado do exame CE de tipo.

O procedimento de garantia de qualidade total visa a avaliação da conformidade feita pelo organismo notificado ao sistema de qualidade implementado no fabricante. Este sistema de qualidade deve conter alguns elementos, tais como, descrição dos objectivos em matéria de concepção de máquinas, especificações técnicas de concepção das máquinas, técnicas de controlo e verificação no decorrer da fabricação, entre outros.

e) Declaração CE de conformidade

O fabricante deve elaborar a declaração CE de conformidade da máquina. Esta deve acompanhar a máquina e ser constituída por alguns elementos importantes tais como, a identificação do fabricante, a descrição e identificação da máquina, a declaração que traduz que a máquina satisfaz todas as disposições relevantes da Directiva Máquinas, a identificação do organismo notificado que realizou o exame CE de conformidade à máquina, a referência às normas técnicas harmonizadas utilizadas para garantir o processo de conformidade, entre outros.

f) Marcação CE

O procedimento de colocação da marcação CE, e as respectivas considerações, são expostas no subcapítulo seguinte (Normas técnicas harmonizadas e Marcação CE). Na figura 1, apresenta-se um exemplo de uma placa identificadora da marcação CE de uma máquina.

Identificação do equipamento		CE		
Typen:			Werk-Nr:	
Type:	*****		Serial-No..	*****
Type:			N° de série:	
Baujahr:	****			
Year of construction:				
Année de construction:				
Name und Adresse von dem Hersteller Name and adress of the manufacturer Nom et adresse du fabricant				

Figura 1: Placa tipo identificadora da marcação CE para uma grua torre (Adaptado de EN 14439, 2009)

2.3. Normas técnicas harmonizadas e Marcação CE

No subcapítulo anterior, expôs-se a abordagem da Directiva Máquinas no sentido de satisfazer os objectivos de segurança e qualidade das máquinas.

No seguimento da aplicação da Directiva Máquinas, surgem como forma de complementar as exigências essenciais do processo de avaliação da conformidade dos equipamentos e produtos, normas técnicas europeias realizadas pelo CEN (*Comité Européen de Normalisation*) (Figura 2).

Este comité é constituído por peritos técnicos, que produzem normas de modo a refletirem as características técnicas dos equipamentos. A sua aplicação é obrigatória quando a legislação assim o obriga.



Figura 2: Logotipo do CEN (CEN, 2012)

A identificação de uma norma técnica europeia faz-se através da sigla EN que significa na língua anglo-saxónica *European Standard* (Norma Europeia). Quando essa norma europeia é aplicada a cada Estado-Membro, adiciona-se a sigla de cada país antes de EN. Desta forma, ao longo da presente dissertação, sempre que haja necessidade de invocar uma norma técnica europeia será representada pela respectiva sigla EN, seguida do número identificativo da norma.

No tocante aos equipamentos de elevação de materiais, estão previstas normas técnicas europeias, que são de uso obrigatório aquando a utilização da Directiva Máquinas. Tais normas técnicas, quando são invocadas na Directiva, denominam-se de normas técnicas europeias harmonizadas.

A Marcação CE é o símbolo que permite evidenciar que determinado produto ao qual se aplica cumpre os requisitos de conformidade impostos pelas Directivas comunitárias da Nova Abordagem aplicáveis a esse produto. É assim um passaporte que permite comprovar que o produto colocado, disponibilizado ou a circular no mercado comunitário, goza de conformidade com a legislação comunitária por estar em concordância com as especificações técnicas aplicáveis que, no caso dos produtos de construção, são as normas técnicas europeias harmonizadas (LNEC, 2011).

A Directiva Máquinas (2006) refere que a Marcação CE (*Conformité Européen*) (Figura 3) deverá ser plenamente reconhecida como a única que garante a conformidade da máquina com os requisitos da Directiva e das normas técnicas europeias. Qualquer marcação suscetível de induzir terceiros em erro, relativamente ao significado ou ao grafismo, ou a ambos, da Marcação CE deverá ser proibida.

Como apresentado no subcapítulo antecedente, segundo a Directiva é obrigatório na fase de produção e colocação no mercado, a ostentação da Marcação CE em qualquer equipamento. Esta marcação deverá estar presente no equipamento, na proximidade imediata do nome do fabricante.

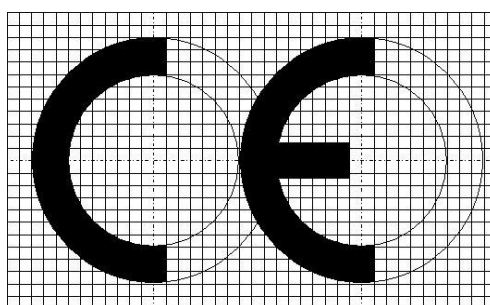


Figura 3: Marcação CE (LNEC, 2011)

Como acto de presunção, os Estados-Membros devem considerar que as máquinas que ostentam a Marcação CE e sejam acompanhadas da declaração CE de conformidade, cumprem as disposições da Directiva Máquinas. Ao mesmo tempo, presume-se que uma máquina fabricada de acordo com as normas técnicas europeias harmonizadas é conforme com os requisitos essenciais de saúde e de segurança abrangidos por essas normas, sendo que estão em condições de possuir a Marcação CE. Assim, para qualquer máquina dita conforme e marcada pela Marcação CE, a confiança por parte dos utilizadores será cada vez maior no que respeita a segurança e saúde do equipamento.

2.4. Aplicação aos equipamentos de elevação

O presente subcapítulo é dedicado à descrição histórica dos equipamentos de elevação e a sua evolução ao longo dos anos. Seguidamente é exposta uma descrição dos aspectos específicos dos equipamentos de elevação.

2.4.1. Evolução histórica dos equipamentos de elevação

Desde do momento em que o Homem deixou de ser primitivo, o seu desejo pela elevação de objectos foi crescente. Quando o Homem teve a necessidade de erguer estruturas cada vez mais elevadas a sua expedição aos equipamentos de elevação começou, desde elevar blocos de pedra de toneladas a gigantescos troncos de árvores para secções de pontes. Com a concepção de novas construções os povos começaram a imaginar outras possíveis soluções para a elevação de cargas.

Provavelmente, o primeiro equipamento de elevação foi utilizado no período dos faraós egípcios (3000 A.C.), com a invenção daquilo que se designa por *Shaduf* (Figura 4) um dispositivo especial usado para a colheita de água dos rios.



Figura 4: Sistema Shaduf na recolha de água no Egipto Antigo (Bachmann, et al., 1997)

Com o decorrer dos anos, as civilizações tiveram a necessidade de construir estruturas e edifícios cada vez maiores e mais alargados, sendo que a elevação passou a ter um papel cada vez mais importante.

Uma das mais impressionantes e poderosas construções em pedra são do Egipto (2500 a 3000 A.C.), com as famosas pirâmides e templos. Um exemplo é a Pirâmide de Quéops, uma estrutura que envolveu aproximadamente 2.300.000 blocos de pedra, e por conseguinte aproximadamente 5.750.000 toneladas de pedra foram elevadas num período de 23 anos.

No entanto, ainda hoje são desconhecidos os métodos exactos que foram utilizados para tais construções sobretudo em matéria de elevação.

Ao contrário do desconhecido no antigo Egipto, a história da antiga Grécia é bem documentada, e é aqui que aparecem as primeiras guas de elevação.

É suspeito que as guias utilizadas para a elevação dos milhões de blocos de pedra que constitui as grandes estruturas do Egipto são muito semelhantes com as utilizadas na Antiga Grécia. Surgem então, os primeiros desenhos que serviram de réplica para aquilo que se diz ser a primeira grua existente no mundo, constituída por um conjunto de roldanas presas a blocos de madeira, com o gancho na ponta (Figura 5).

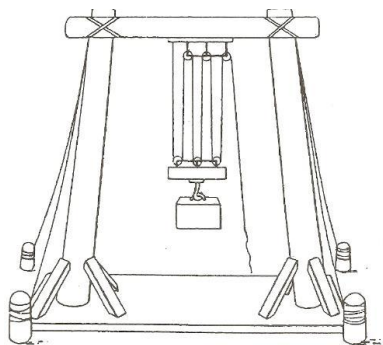


Figura 5: Representação da primeira grua grega (Bachmann, et al., 1997)

Com o passar dos anos, outras guias foram sendo desenvolvidas, nomeadamente as romanas, cujo elemento mais importante a ser elevado eram as colunas que constituíam a maioria dos edifícios públicos e templos. Um dos grandes pioneiros nesta matéria foi Marcus Vitrúvio que através do seu trabalho abriu horizontes para a utilização de dispositivos de elevação para cargas elevadas. Com a ideia de Vitrúvio, nascia assim a chamada *Polypastos* (Figura 6), uma máquina constituída por roldanas, um poste de madeira central, e um conjunto de cordas em tracção puxadas pela força humana.

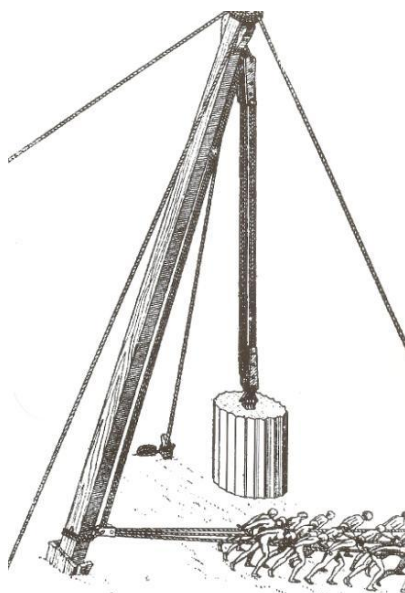


Figura 6: Grua romana em representação do sistema *Polypastos* (Bachmann, et al., 1997)

A partir de 800 D.C., com o fluir dos anos, observou-se cada vez mais evoluções ao nível dos equipamentos de elevação, e um desses avanços foi o começo da utilização da roda como elemento principal de uma grua. Esta invenção foi um grande avanço em matéria de elevação e com forte utilização a partir da Idade Média com a rápida expansão na construção de catedrais. As guias-roda eram constituídas por rodas grandes de madeira maciça a funcionar em rotação com cordas puxadas pela força humana, esta força produzia energia necessária à elevação de cargas muito pesadas quanto maior o número de trabalhadores envolvidos.

Com o rápido crescimento da construção de catedrais, nesta época, surgia uma dificuldade acrescida, as guias teriam de ser cada vez mais versáteis e terem capacidade de se adaptar à altura da construção. Foi então na Idade Média que surgiram as primeiras guias com lança e guincho operadas manualmente e suportadas através de uma coluna (Figura 7).



Figura 7: Representação da grua de lança da Idade Média
(Bachmann, et al., 1997)

Foi também nessa altura, que surgiram as primeiras guias torre, que não eram mais do que as guias-roda com capacidade giratória. Com o início do Renascimento e o aparecimento de outro tipo de construções, outros aparelhos de elevação foram desenvolvidos baseados na ideia de Vitruvius, aparelhos essencialmente compostos por mecanismos baseados na roda (Figura 8).

Uma importante influência teve também Leonardo Da Vinci que através dos seus desenhos, projectou aquilo que foi a primeira grande grua torre giratória, constituída por uma lança considerável e essencialmente solicitada para construir fundações (Figura 9).

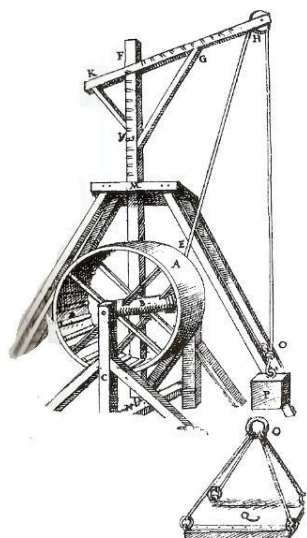


Figura 8: Mecanismo de elevação na época renascentista (Bachmann, et al., 1997)

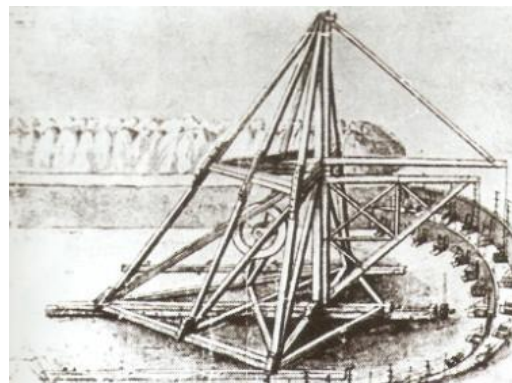


Figura 9: Primeira grua giratória de grande porte segundo Da Vinci, século XV (Bachmann, et al., 1997)

Com o passar dos anos, o tipo de equipamento de elevação baseado na roda de madeira estaria a terminar. Com o começo da revolução industrial, e o respectivo aparecimento do ferro/aço e da grande necessidade em construir estruturas novas e diferentes, novas técnicas foram desenvolvidas. Dado este acontecimento, rapidamente deu-se o início da revolução no mundo dos equipamentos de elevação, surgindo os primeiros dispositivos em estrutura metálica (Figura 10).

O rápido crescimento no mundo da elevação, a partir da revolução industrial, deve-se sobretudo à crescente necessidade de adoptar equipamentos compatíveis com as novas construções, sendo que, um grande avanço que permitiu que se desenvolvessem novos aparelhos de elevação do tipo grua, especialmente móveis, foram as obras extensas como o caminho-de-ferro (Figura 11).

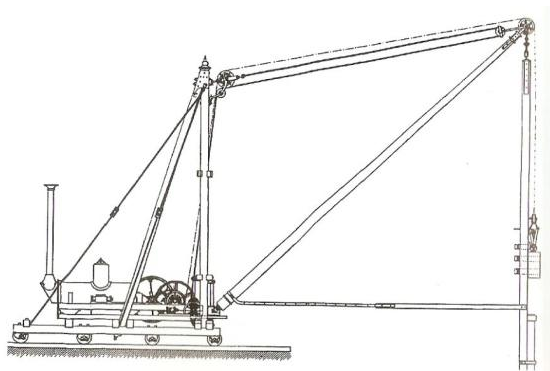


Figura 10: Grua metálica a vapor por Frenchmen Couvreur em 1855 (Bachmann, et al., 1997)

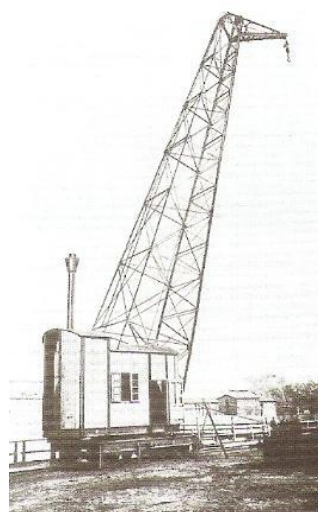


Figura 11: Grua locomotiva de 1905 da Bechem & Keetman (Bachmann, et al., 1997)

O conceito básico do equipamento de elevação dos dias de hoje, em particular a grua, não é diferente daquele apresentado anteriormente, desde o Egito à revolução industrial a passar pela Idade Média. Porém, novos materiais e métodos energéticos foram sendo desenvolvidos, mantendo constantes os pormenores em termos dos mecanismos mecânicos. Basicamente, a energia animal ou manual foi substituída pela energia obtida através da electricidade e dos combustíveis, e novos acessórios foram desenvolvidos tais como os cabos de aço de elevada resistência e as lanças hidráulicas telescópicas. Tudo isto permitiu de certa maneira contribuir para atingir cada vez maiores capacidades de carga aliada a uma crescente produtividade e segurança na utilização destes equipamentos. Por fim, as figuras seguintes mostram a evolução das gruas ao longo do século XX e XXI (Figuras 12 e 13), com particular atenção para a última grua, móvel, e que nos dias de hoje é a grua móvel mais potente do mundo, com uma capacidade de elevação de aproximadamente 1200 toneladas (Figura 14).

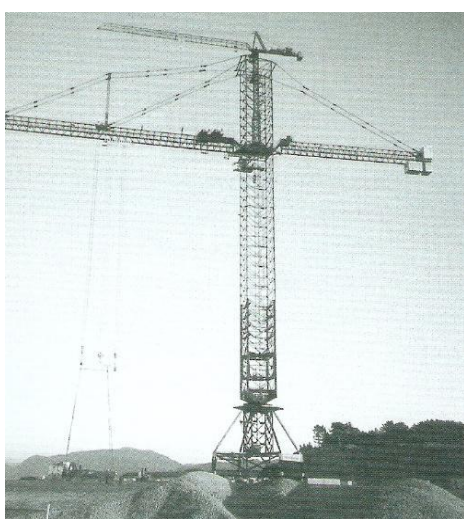


Figura 12: A K10000 foi a maior Grua Torre do mundo em 1975 (Bachmann, et al., 1997)



Figura 13: Grua Torre de lança inclinável - Austrália 1989 (Bachmann, et al., 1997)



Figura 14: Grua móvel sobre pneus (Liebherr, 2012)

2.4.2. Aspectos específicos dos equipamentos de elevação

Para quem tem a responsabilidade da gestão de uma obra, torna-se imprescindível conhecer detalhadamente os equipamentos de elevação, de modo a assegurar, por um lado saber escolher o equipamento de elevação correcto e adaptá-lo à situação certa, tendo em conta o seu custo e as suas especificações técnicas, por outro lado, uma vez escolhido o equipamento, saber proceder à sua recepção e ao seu controlo no estaleiro.

Tal como descrito anteriormente, o âmbito da presente dissertação centra-se na abordagem à segurança dos principais equipamentos de elevação em obra. Como tal, o estudo foca-se em três principais tipos de equipamentos de elevação:

- Gruas Torre, concebidas, fabricadas e utilizadas com base na EN 14439;
- Gruas Móveis, concebidas, fabricadas e utilizadas com base na EN 13000;
- Elevadores de obra para transporte de pessoas e materiais, concebidas, fabricadas e utilizadas com base na EN 12159;

Especificamente, a caracterização de cada tipo de equipamento de elevação acima referido, será apresentado nos capítulos 3, 4 e 5 respectivamente.

Os equipamentos de elevação, em particular as gruas, são definidos como equipamentos que elevam as cargas através de sistemas de cabos e roldanas, movendo-as vertical e horizontalmente.

Quando se discute acerca dos equipamentos de elevação de obra, surgem questões técnicas fundamentais tais como a velocidade a que a elevação da carga é realizada, o tipo e peso de carga que pode ser elevado, as alturas mínimas e máximas regulamentares a que essas cargas podem ser elevadas, e sobretudo como e onde instalar os equipamentos de elevação no estaleiro, garantindo a máxima segurança, produtividade e qualidade.

Como tal, torna-se imprescindível identificar e saber lidar com a natureza das acções que actuam nos equipamentos de elevação, não só de um modo geral as cargas que elevam, mas a sua forte exposição ao ambiente que os rodeia, sobretudo as acções decorrentes do vento.

A variedade de formas, ambientes e regimes de operação que estes equipamentos estão sujeitos no decorrer da sua actividade, faz com que seja uma tarefa complexa a sua escolha, instalação e controlo em obra, sobretudo quando se pretende atingir níveis máximos de produtividade.

Tecnicamente, os equipamentos de elevação são complexos, pois a sua funcionalidade e constituição depende fortemente de vários ramos da engenharia envolvidos numa máquina.

Exemplo disso, é o caso de uma grua móvel telescópica, que apresenta uma ampla informação de motor a *diesel*, transmissões hidrodinâmicas e hidrostáticas, controlos electrónicos e computacionais e alguma hidráulica pneumática. Por forma a conjugar esta informação complexa e organizar a informação tanto para o fabrico como para a utilização deste tipo de equipamentos, foram criadas normas técnicas sobre equipamentos de elevação como referidas no capítulo anterior. No presente capítulo analisar-se-á o conteúdo destas normas para os equipamentos de elevação de utilização corrente mais importantes, por forma a clarificar e simplificar o modo de racionalizar e utilizar este tipo de equipamento, em particular em obra.

Como introdução aos conceitos de elevação é pertinente referir a forma como se processam. Na maioria dos equipamentos de elevação, o processo de elevação, baseia-se no mecanismo básico de elevação que se apresenta a seguir (Figura 15).

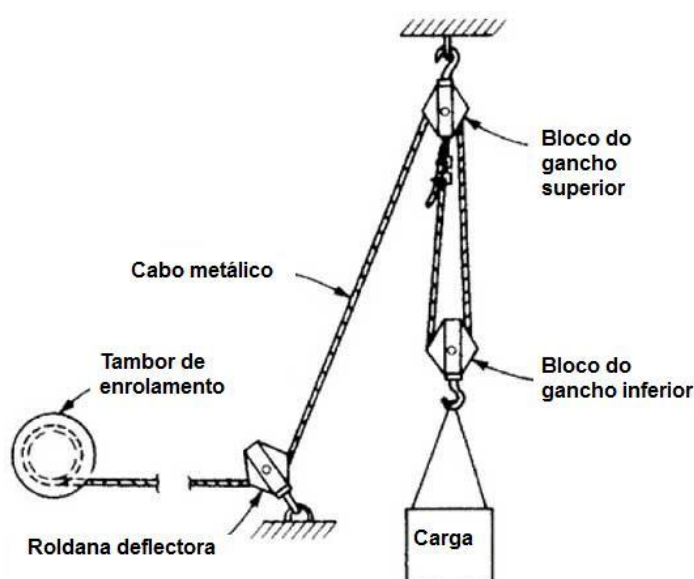


Figura 15: Dispositivo de elevação de cargas (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)

Os dispositivos básicos de elevação, que constituem os equipamentos, possuem normalmente dois blocos de ganchos, um superior e um inferior. O bloco inferior, aquele onde é presa a carga, é constituído por roldanas e suportado por, no mínimo, dois cabos suspensos pelo bloco superior. O número de cabos é importante, pois a divisão do peso da carga é directamente proporcional ao número de cabos, tornando o sistema de elevação mais vantajoso à medida que aumentam o número de cabos, e por conseguinte, tornando a força necessária para a elevação menor (Shapiro, et al., 2011).

No primeiro caso, a roldana deflectora, tem a função de orientar e direccionar os cabos para que estes mantenham a sua tensão necessária para proceder à correcta elevação. No segundo caso, o tambor de enrolamento, tem como principal característica ser a massa de inércia do sistema, e tem como funções manter a força dos cabos uniforme e estática, e fazer o equilíbrio do cabo devido à fricção nas diferentes etapas de elevação da carga.

No que diz respeito à selecção, recepção e controlo destes equipamentos em obra, é de referir que se deve fazer distinção entre fabricante, distribuidor e proprietário. Neste sentido, o fabricante do equipamento surge como a entidade que tem como funções o fabrico e concepção da máquina, bem como a respectiva colocação da marcação CE de acordo com a regulamentação legal e técnica. O distribuidor é a entidade devidamente certificada que procede à venda directa ao cliente final do equipamento, ou seja o proprietário, mediante negociação com o fabricante. Proprietário é, como referido, o cliente final do equipamento e aquele que possui o poder de tomar todas as decisões referentes ao equipamento. É de notar que, no caso em que não existe venda do equipamento a uma determinada obra, mas sim aluguer, o proprietário é neste caso a empresa de aluguer.

Em termos de segurança em obra dos equipamentos de elevação, há que mencionar a sua importância nos dias de hoje, devido ao elevado número de acidentes ocorridos na construção. Para assegurar um correcto desempenho em termos de segurança no estaleiro, relativamente a todas as operações de construção e à utilização dos equipamentos, nomeadamente as gruas torre, é da obrigação do responsável de obra, a realização íntegra de todos os documentos preventivos ao abrigo do Decreto-Lei 273/2003 (Directiva Estaleiros).

Ao abrigo desta Directiva, deve ser nomeado um coordenador de segurança em obra capaz de resolver as questões fundamentais que envolvem a segurança de tudo o que se encontra no estaleiro. Deverão ainda ser realizados os documentos fundamentais que contribuem para a prevenção de riscos profissionais, bem como as respectivas medidas preventivas face a esses riscos. Fazem parte desse conjunto de documentos a Comunicação Prévia, o Plano de Segurança e Saúde (PSS), a Compilação Técnica e as Fichas de Procedimentos de Segurança.

O documento que toma mais atenção é o Plano de Segurança e Saúde, cujo conteúdo deve reunir todas as informações e indicações relevantes em matéria de segurança e de saúde que se mostrem necessárias para reduzir o risco de ocorrência de acidentes de trabalho durante a execução da obra (Alves Dias, 2011).

No que respeita à segurança envolvida com os equipamentos, na elaboração do PSS deverá constar um ponto que se designa por acções para a prevenção de riscos.

O conteúdo desse ponto assenta na definição de vários documentos importantes, entre os quais se destaca a realização de uma ficha de Controlo de Equipamentos de Apoio e Acessórios. Neste documento, o empreiteiro deverá assegurar que todos os equipamentos de apoio existentes no estaleiro com riscos associados, incluindo acessórios não ligados ao equipamento, estejam em bom estado de funcionamento. Assim, cabe ao responsável pela obra assegurar a manutenção da ficha de Controlo do Equipamento de Apoio e Acessórios, que deve apresentar como conteúdo, a informação necessária para comprovar a sua conformidade com a legislação e normalização. Como exemplo dessa ficha, apresenta-se de seguida uma ficha tipo (Figura 16).

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS GRUAS TORRE

No presente capítulo apresentam-se as características técnicas das guias torre mais utilizadas na prática. Inicia-se com uma breve descrição dos principais tipos existentes, seguidamente é analisada a selecção, recepção e controlo das guias, sendo que é também analisada a forma segundo a normalização europeia sobre este tipo de equipamentos.

3.1. Descrição e tipos de guias torre

Como ponto de partida para a caracterização deste equipamento de elevação, faz sentido em primeiro lugar defini-lo. Em termos gerais, dá-se o nome de guisa torre a um equipamento constituído por uma torre metálica, montada numa base fixa ou móvel, sobre rodas ou lagartas, constituída por uma lança e uma contra-lança, que se equilibram através de blocos de betão. A guisa 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.

A EN 14439 (2009), que normaliza este equipamento, define guisa torre como sendo uma guisa constituída por uma lança giratória no topo de uma torre metálica, que se mantém aproximadamente vertical, na posição de trabalho, sendo uma máquina motorizada e equipada com meios de elevação e movimentação de cargas, através do movimento radial, giratório e/ou de translação.

De acordo com a EN 14439 (2009), os principais mecanismos que constituem uma guisa torre são os seguintes:

- Mecanismo de elevação, constituído por um sistema de polias e cabos de aço entrelaçados, no qual acopla o gancho que amarra as cargas;
- Mecanismo de rotação, no qual se dá a rotação da lança, através de um ponto giratório;
- Mecanismo de translação do carrinho, que se movimenta ao longo da lança e é constituído por um conjunto de rodas e cabos que se accionam através do sistema de comandos da guisa;
- Mecanismo dos carris, no caso de guias de base móvel, sendo constituído por rodas.

Na presente dissertação definem-se três principais tipos de guias torre:

- Em função do mecanismo de rotação;
- Em função da configuração da lança;
- Em função da sua montagem e desmontagem.

3.1.1. Guias torre em função do mecanismo de rotação

As guias torre podem ser de dois tipos, no que diz respeito ao mecanismo de rotação. Este pode localizar-se na base (*Bottom-Slewing*) (Figura 17), ou no topo da guisa (*Top-Slewing*) (Figura 18 e 19).

O caso em que o mecanismo de rotação está localizado na base está, muitas vezes, associado às gruas de montagem/desmontagem automática.



Figura 17: Grua torre com mecanismo de rotação inferior (Liebherr, 2012)



Figura 18: Grua torre do tipo "flat-top" com mecanismo de rotação superior (Liebherr, 2012)

A parte superior da torre é constituída pela lança e pela contra-lança, que equilibra a lança. A contra-lança pode não existir, efectuando-se nesse caso o equilíbrio por cabos ligados à base (Reis, 2010). A grua é constituída por várias secções, cada uma tipicamente de 3 a 6 metros de comprimento (podendo existir secções superiores a 6 metros), sendo que todos os elementos apresentam-se ligados através de parafusos metálicos de elevada resistência e devidamente dimensionados. Na figura seguinte apresenta-se a constituição geral de uma grua torre (Figura 19).

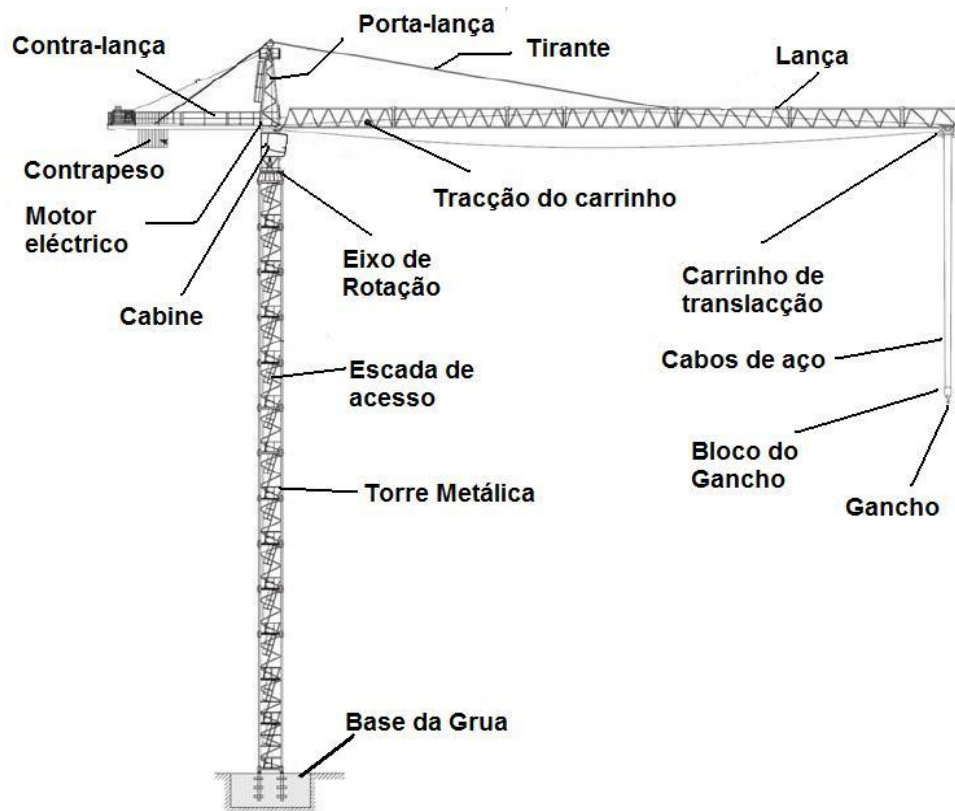


Figura 19: Constituição geral de uma grua torre (Adaptado de ASME, 2012)

3.1.2. Gruas torre em função da configuração da lança

Presentemente existem três principais tipos de gruas torre (Figura 20), em função da configuração da lança (Shapiro, et al., 2011):

- Gruas de lança horizontal;
- Gruas de lança inclinada;
- Gruas de lança articulada.

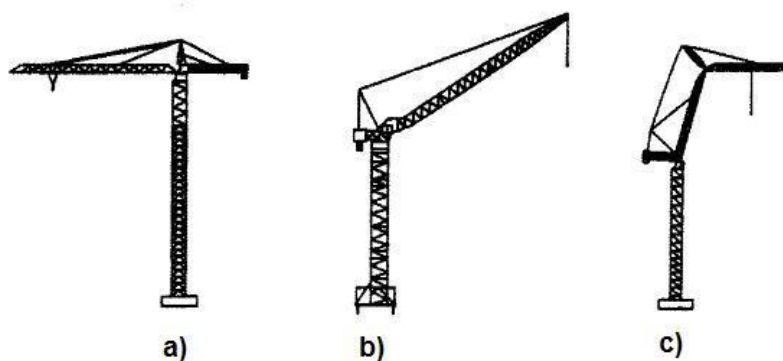


Figura 20: Tipos de gruas torre em função da lança (Adaptado de Nunnally, 2007)

a) Gruas de lança horizontal

É provavelmente o tipo de grua mais utilizado na indústria da construção em Portugal e no resto da Europa. Neste tipo, a lança possui apenas movimentos radiais em função do poder giratório da grua, sendo que é provável a passagem pela lança por áreas fora do estaleiro. Estas gruas possuem duas configurações diferentes em função da existência da porta-lança, ou torre da lança. No caso de existir este elemento é uma grua do tipo representado na Figura 19, e no caso de ser inexistente o respectivo elemento, dá-se o nome de *Flat Top* (Figura 18).

A lança é composta por um carril que contém o gancho que carrega a carga. Este carril tem a capacidade de percorrer o comprimento total da lança de modo a poder operar sob o raio pretendido. Do lado oposto encontra-se a contra-lança que contém os blocos de betão que fazem o equilíbrio da lança. Entre a lança e a contra-lança encontra-se a cabine de controlo, local onde se situa o operador da grua e também o ponto giratório que fornece ao operador a possibilidade de operar em qualquer direcção.

É de notar que no que respeita às operações de montagem as gruas torre que possuem a porta-lança apresentam-se como sendo mais trabalhosas quando comparadas com as de *Flat Top*, sobretudo devido à colocação dos tirantes que suportam as lanças. No entanto, estas últimas não permitem os alcances tão elevados como as anteriores.

b) Gruas de lança inclinada

O princípio destas guias é o mesmo que o das guias de lança horizontal, sendo também estas constituídas por uma torre metálica assente numa base, com um mecanismo giratório superior que faz a ligação entre a lança e a respectiva torre metálica, com a vantagem de permitir inclinar a lança para outros ângulos de trabalho (Figura 21).



Figura 21: Grua torre de lança inclinável (Liebherr, 2012)

A inclinação da lança é realizada através de cabos de tracção que se ligam por um sistema de polias aos contrapesos da grua, fornecendo a possibilidade da lança operar em diversos ângulos. No entanto, estas guias são mais pesadas quando comparadas às de lança horizontal da mesma categoria, e por isso tornam-se bastante diferentes no que respeita ao raio mínimo e máximo percorrido pelo gancho, tornando-se o seu emprego fortemente dependente do tipo de construção. Está também associado ao elevado peso, que se verifica neste tipo de guias, uma maior dificuldade na tarefa de erguer a lança, tornando-a assim mais complexa a sua montagem.

c) Gruas de lança articulada

Existem diversas configurações para este tipo de lança, mas de uma forma geral, uma grua de lança articulada é uma grua de lança inclinável com o pormenor de que possui um ponto de articulação a meio do comprimento da lança, permitindo deste modo obter ângulos e alcances diferentes, tornando-se muito versátil na execução de determinados trabalhos (e.g. Elevação de cargas para locais cuja envolvente é composta por edifícios ou obstáculos de grande dimensão) (Figura 22).

A lança contém ao longo do seu comprimento um carril onde acopla o gancho de elevação. Neste tipo de grua é possível, de forma fácil, manter a altura do gancho constante à medida que o raio de acção se altera, e por outro lado, em guias de montagem automática, o ponto de articulação torna-se particularmente vantajoso no transporte da grua pois confere-lhe alguma capacidade de dobragem.

Em geral, são guas com pouca utilização na construção em Portugal, no entanto, apresentam bastante expressão em Inglaterra, nos Estados Unidos e Austrália (Bachmann, et al., 1997).



Figura 22: Grua de torre de lança inclinável (Citylifting, 2012)

3.1.3. Gruas torre em função da sua montagem e desmontagem

Nos dias de hoje estão previstos no mercado inúmeros tipos e subtipos de guas torre, bem como os seus modelos associados. No entanto, para além da definição de guas torre em função do tipo de lança, é também possível fazer uma distinção geral no que respeita ao tipo de guas torre em função da sua montagem e desmontagem.

Deste modo, definem-se dois tipos de guas consoante a sua montagem e desmontagem:

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

O primeiro tipo (guas de montagem e desmontagem manual ou por partes) está associado à grua torre tradicional, conhecida e encontrada em estaleiros de obras de pequena, média e grande dimensão, cujo seu mecanismo giratório, juntamente com a cabine do operador, localiza-se na parte superior da torre da grua (Figuras 18 e 19).

A montagem deste tipo de grua é feita habitualmente com recurso a uma grua móvel sobre camião de pneus que se desloca ao estaleiro com este propósito (Figura 23).



Figura 23: Desmontagem de uma grua torre com recurso à grua móvel

No segundo tipo de gruas (montagem/desmontagem automática), o processo é relativamente mais simples, mas o âmbito de aplicação é diferente. São gruas de capacidade de elevação significativamente inferior, e têm habitualmente o seu ponto de rotação e a cabine do operador localizados na base.

Estas gruas foram concebidas com o objectivo de acelerar o processo de transporte e montagem/desmontagem de equipamentos de elevação do tipo grua, pois com o seu sistema automático assemelham-se a uma grua móvel mas trabalhando tecnicamente como uma grua torre.

Este tipo de equipamento é facilmente transportado para o estaleiro, pois a sua dimensão é significativamente pequena quando comparada aos outros tipos de gruas torre abordados anteriormente. O seu processo de montagem e desmontagem é simples, rápido e automático, sendo composto pelo desenrolar de lanças ligadas entre si através de cabos de aço até atingir a posição de trabalho pretendida (Figuras 24 e 25).

O facto de ser de montagem/desmontagem automática torna a grua bastante vantajosa em certas condições, especialmente se momentaneamente as condições climáticas forem potencialmente

fortes, e a grua tiver que ser desmontada. Por outro lado, as suas capacidades de carga não são demasiadamente elevadas, o que torna este tipo de grua usualmente objecto de obras de menor dimensão. Ainda assim, actualmente as gruas automáticas de maiores capacidades atingem os 54 metros de altura e 35 metros de alcance da lança e são capazes de elevar cerca de 4 a 8 toneladas (Liebherr, 2012).



Figura 24: Grua torre de montagem/desmontagem automática (Mantis, 2012)

A base deste tipo de gruas é constituída por uma plataforma metálica com quatro elementos estabilizadores, tal como se utiliza na estabilização de gruas móveis. Por forma a garantir o equilíbrio com os esforços envolvidos na actividade de elevação de cargas, bem como forças exteriores como o vento, são utilizados blocos de betão empilhados e devidamente dimensionados assentes na plataforma metálica.

A grua é constituída por duas lanças, uma primeira lança telescópica vertical composta por uma secção tubular metálica ou treliçada, que por vezes possui uma certa inclinação de modo a aproximar-se da construção, e uma segunda lança de concepção metálica treliçada, horizontal ou inclinável, que se liga articuladamente à lança vertical e à base através de um sistema de cabos e tirantes.

Na generalidade dos casos, o campo de aplicação deste tipo de gruas é construções de pequena dimensão, porém a tendência é expandir para aplicações a construções de média e grande dimensão, associado aos fáceis processos de montagem e desmontagem. A figura 25 ilustra uma grua torre de montagem/desmontagem automática.



Figura 25: Grua torre de montagem/desmontagem automática (Liebherr, 2012)

Como forma de salvaguardar a qualidade, a segurança e a saúde na construção, aquando o fabrico e utilização deste tipo de equipamentos, é de notar que as gruas de montagem/desmontagem automática estão também cobertas pela normalização europeia, nomeadamente ao abrigo da mesma norma das gruas torre de montagem/desmontagem por partes, isto é a EN 14439 (2009).

3.1.4. Fundações de gruas torre

Quando uma grua torre é instalada e colocada em funcionamento é submetida a forças, nomeadamente devidas ao peso próprio da estrutura, à carga que eleva no gancho, e ao vento, sendo que o seu funcionamento é semelhante a uma estrutura metálica com uma fundação na base que estruturalmente representa um encastramento. Assim, todas as cargas serão encaminhadas para a fundação, originando forças verticais, forças horizontais, e momentos flectores e torsões, sendo que estes terão que ser de seguida transmitidos ao solo, através da fundação da grua.

O modelo de grua torre é, na maioria dos casos, uma torre independente. Contudo, as bases destas gruas necessitam de ser dimensionadas correctamente de modo a conseguir absorver as cargas e controlar as deformações a que a grua fica sujeita.

Shapiro et al. (2011) destaca três tipos de bases/fundações para guias torre, sendo estas de base fixa, de base móvel, e de base auto-icável ou sistema *Climbing*.

a) Guas de base fixa

Existem diversas formas de projectar uma base fixa. Actualmente, a forma mais comum é através do assentamento de blocos de betão por cima da base metálica da guia torre (Figura 26).



Figura 26: Base fixa de uma guia torre com blocos de betão (Cosmocranes, 2012)

O sistema de blocos de betão permite que se realizem um menor número de trabalhos em obra, nomeadamente escavações. Contudo, é essencial proceder a um dimensionamento correcto dos blocos, com o objectivo de fornecer capacidade à guia para resistir ao momento de derrubamento originado na base.

No entanto, para guias torre tipicamente de grandes dimensões, estão previstas outras disposições construtivas para uma base fixa, nomeadamente através de uma sapata de betão armado, enterrada ou superficial, devidamente dimensionada e de modo a serem correctamente absorvidos os esforços pela sapata. Neste caso, a base metálica da torre deverá estar devidamente enterrada no betão da sapata ou fixa através de ligações de ancoragem. Este sistema está representado na Figura 27.

Por outro lado, se o solo apresentar más condições de fundação, é necessário prever outros tipos de fundações que descarreguem a carga para solo firme, como rocha. Para tal, opta-se muitas vezes por realizar fundações através de estacas de betão armado (Figura 28).



Figura 27: Execução de uma sapata de betão armado para a fundação de uma grua torre

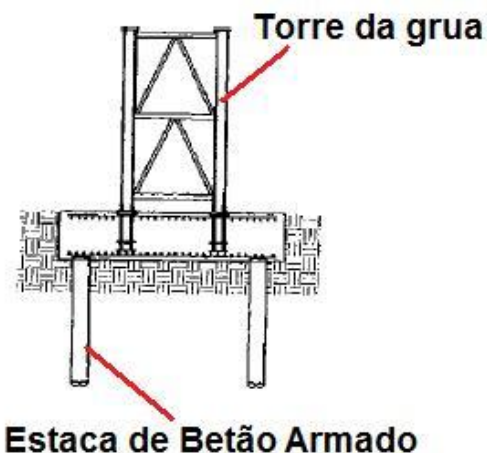


Figura 28: Esquema exemplificativo de uma fundação por estacas para gruas torre (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)

b) Gruas de base móvel ou rolante

Este tipo de base compreende o assentamento de blocos de betão devidamente dimensionados e empilhados por cima da base metálica da torre, que por sua vez assenta através de rodas num carril metálico também conhecido como *boggie*, semelhante a uma pequena plataforma ferroviária. Desta forma, é possível transmitir à grua movimentos ao longo do carril através de um motor eléctrico por forma a torna-la útil noutros pontos do estaleiro (Figura 29).

Para este tipo de base, o traçado da linha férrea onde assenta a base da grua deverá possuir o máximo de linearidade possível. Em relação a um traçado curvilíneo, este é praticável, requerendo um dimensionamento cuidado relativamente à possível instabilização da grua pelas forças geradas pelo vento.

O movimento de qualquer grua torre, com base móvel sobre carris, é em geral lento, na ordem dos 20 m/min sem carga (Alves Dias, 2012). Por esta razão, o movimento da grua com carga no gancho ao longo dos carris deverá ser evitado, não só por questões de segurança, mas também por questões de produtividade.



Figura 29: Base móvel de uma grua torre (Shapiro, et al., 2011)

c) Gruas de base auto-icável ou sistema *Climbing*

Apesar do presente tipo de base ser muito pouco utilizado em Portugal, o sistema de base auto-icável encontra-se descrito na normalização técnica europeia. Assim, a EN 14439 (2009) classifica este sistema como um componente específico de uma grua torre de forma a fazer crescer ou decrescer a altura da grua.

Este sistema é particularmente útil pelo facto de acompanhar o avanço da estrutura, e desta forma não ser necessário adquirir uma grua demasiadamente alta no início da obra, devido ao facto desta ir-se adaptando à altura da construção.

No que respeita aos tipos de sistemas de gruas torre de base auto-icável, ou sistema *Climbing*, estão previstas duas variantes: o sistema auto-icável externo (Figura 30) e o sistema auto-icável interno (Figura 31).



Figura 30: Sistema auto-icável externo (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)



Figura 31: Sistema auto-icável interno (DEYING, 2012)

Relativamente ao sistema auto-içável externo, a base da grua é uma base do tipo fixa e o componente içável da grua é constituído por uma unidade denominada de grupo hidráulico. Esta unidade seccional localiza-se na parte superior da grua, onde assenta a plataforma giratória e a cabine do operador. Quando se pretende fazer elevar a grua torre, o sistema hidráulico movimenta-se permitindo libertar um espaço, onde de seguida se acrescenta a secção de torre com comprimento tipicamente entre os 3 a 6 metros. Deste modo, vai-se acrescentando secções até alcançar a altura desejada para a grua torre (Figura 30).

No sistema auto-içável interno, a grua encontra-se localizada na parte interna e central do edifício a construir através de aberturas nas lajes, permitindo, com o raio de acção da lança, abranger toda a área de construção. Neste sistema, a grua é montada inicialmente assente numa base fixa, e à medida que a construção da estrutura progride em altura, tipicamente a partir do primeiro piso, a base da grua é rigidamente ligada à estrutura dos pisos, ascendendo-se através de um sistema hidráulico (Figura 32).

A ascensão e a amarração da grua são realizadas através de duas plataformas estruturais principais (superior e inferior) que transmitem as cargas da grua para a estrutura durante a operação de subida. Existem também plataformas intermédias que garantem apenas a fixação da grua aos pisos e serão utilizadas em função da altura da estrutura a construir. As plataformas estruturais (superior e inferior) são constituídas por perfis metálicos aparafusados à torre da grua. A plataforma superior contém a unidade hidráulica, que garante as características de ascensão da grua e a sua fixação aos pisos. A plataforma inferior é a responsável pela base da grua que tem a característica de fixar a grua aos pisos inferiores já construídos.

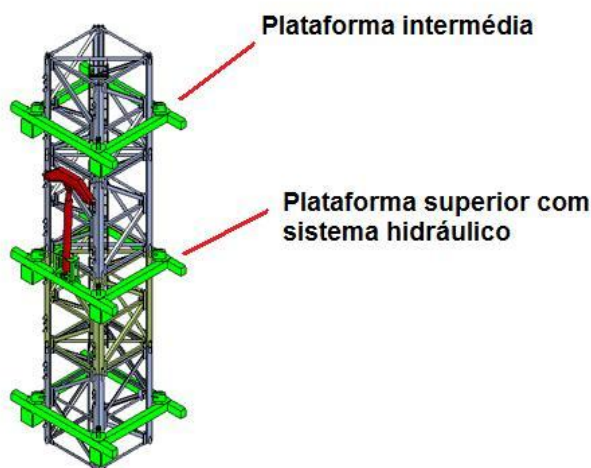


Figura 32: Esquema do sistema auto-içável interno

Por forma a garantir a estabilidade do sistema auto-içável interno, está prevista a instalação de elementos que reforcem a resistência da base e da estrutura da torre. Destacam-se elementos tais como, prumos de madeira ou metálicos entre as plataformas da base e dos pisos, sistemas de contraventamento em madeira, cunhas que ligam rigidamente a torre da grua às lajes dos pisos através de ligações aparafusadas, entre outros.

O sistema auto-içável interno é particularmente vantajoso, pelo facto do comprimento da grua manter-se aproximadamente constante e apenas fica sujeito a movimentos de translação por parte da grua, de piso para piso, e ao longo da altura da estrutura a construir. Em geral, este sistema permite incrementar as velocidades de construção, contribuindo para um aumento da produtividade da obra.

Segundo a EN 14439 (2009) ambos os sistemas auto-içáveis, externo e interno, deverão ser alvo de velocidades de ascensão não superiores a 1,5 m/min., e as estruturas hidráulicas deverão ser idealizadas de modo a que seja possível uma inspecção visual dos pontos críticos do sistema. É também necessário em obra ter atenção às condições ambientais, nomeadamente à velocidade do vento, pois a operação de ascensão da grua é influenciada por este factor.

3.1.5. Sistemas de estabilização lateral de guias torre

Na instalação de guias torre associadas à construção de elevada altura, a deformabilidade associada à forte flexibilidade da torre metálica da grua faz com que seja necessário antever a instalação de sistemas de amarração que garantam a sua estabilização lateral e evitem uma possível torção da grua. Estes sistemas são, na maioria dos casos, constituídos por braçadeiras e escoras, que rigidamente fixam a torre da grua à estrutura em construção, e deste modo possibilitam a transmissão de cargas e o controlo das deformações (Figura 33). Este sistema está fortemente associado à utilização do sistema auto-içável das guias, descrito no subcapítulo anterior.

As braçadeiras e as escoras são elementos metálicos que formam uma estrutura interligada e rígida através de ligações aparafusadas. A fixação da torre aos pisos deverá apresentar espaçamentos tipicamente de 10 a 20 metros. As braçadeiras são elementos rígidos que abraçam a torre da grua de modo a absorver correctamente as deformações da grua e a transmitir as cargas às escoras. Por sua vez, as escoras encaminham as cargas a pontos rígidos dos pisos, nomeadamente às lajes ou pilares (Figura 33). No caso da estrutura em causa ser de concepção metálica, as escoras deverão estar amarradas à própria estrutura metálica, o que necessariamente conduz a um custo menor do que no caso de ser uma estrutura de betão armado, pois não é necessária a execução de elementos adicionais de fixação ao betão.

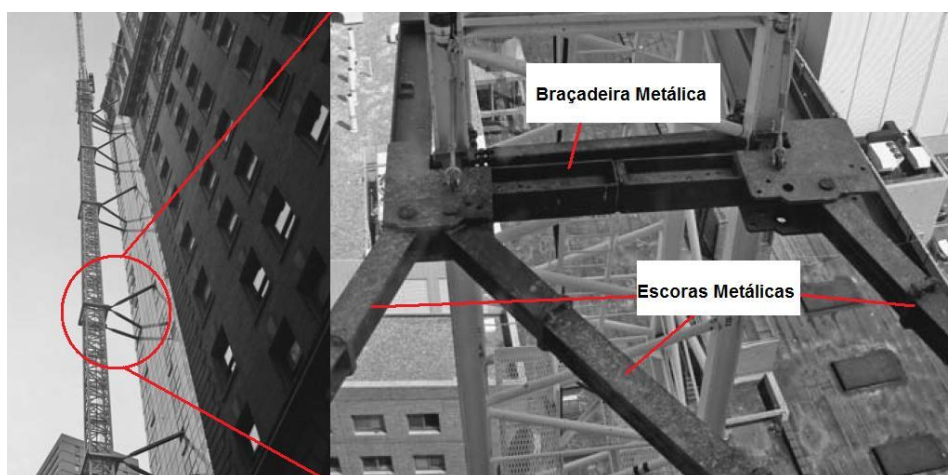


Figura 33: Sistema de estabilização lateral de grua torre (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)

No caso em que é inexistente uma estrutura rígida na proximidade da grua, capaz de amarrar a respectiva torre, e dessa forma garantir a sua estabilidade lateral, está prevista a utilização de sistemas de guias laterais constituídos por tirantes, de modo a escorar a grua ao solo ou a outros pontos rígidos (Figura 34). A utilização de tirantes que suportam a grua são especialmente utilizados em caso de ventos fortes e quando a grua se encontra fora de serviço como medida de segurança.

Um sistema de tirantes de estabilização de uma grua torre é constituído usualmente por quatro tirantes de aço traccionados, que se encontram amarrados radialmente à torre da grua aparafusados numa braçadeira (Figura 34). Segundo a normalização, deverá dar-se atenção ao manual de instruções quando houver necessidade de instalação destes sistemas, de modo a verificar se estão reunidas as condições necessárias.

A instalação dos sistemas de tirantes deve ser feita sob algumas regras normativas, nomeadamente no que se refere à altura a que se situa a braçadeira que liga os tirantes à torre da grua.

Autores como Shapiro et al. (2011) afirmam que esta localização da braçadeira deve estar aproximadamente a dois terços da altura total da torre da grua a partir do solo, e o ângulo que os tirantes fazem com o solo deve ser preferencialmente 45 graus sendo que são aceitáveis ângulos até 60 graus (Figura 34).

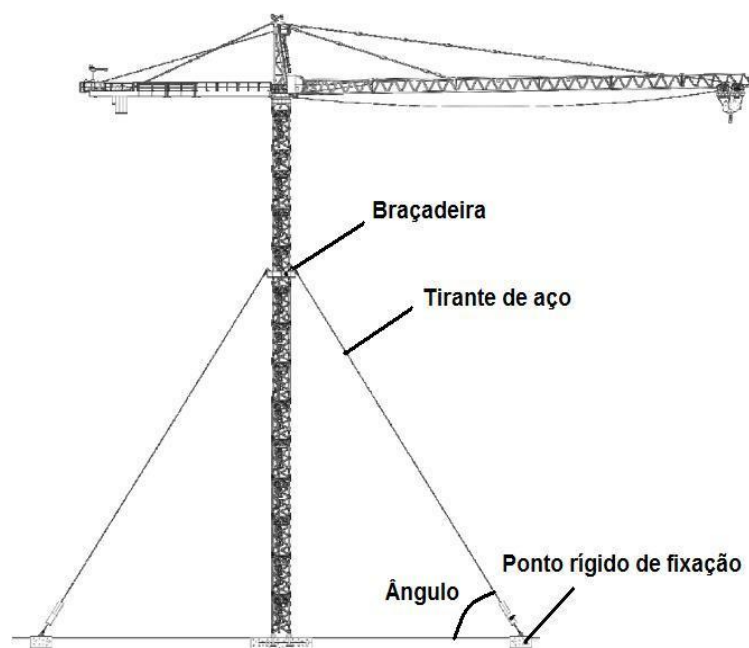


Figura 34: Esquema de escoramento de uma grua por tirantes de aço (ASME, 2012)

3.1.6. Principais componentes de protecção e segurança nas gruas torre

Para assegurar um nível elevado de segurança deste tipo de equipamentos, a EN 14439 (2009) define requisitos específicos que deverão fazer parte da constituição de uma grua torre. Fazem parte do conjunto desses requisitos, componentes técnicos como os comandos de controlo das gruas e dispositivos de limitação e indicação. Estes últimos são os limitadores e indicadores de carga máxima, os limitadores de movimento, os dispositivos anti-colisão, e os anemómetros.

Os limitadores de carga máxima permitem estipular um valor máximo de capacidade a elevar pela grua, por forma a impedir o operador de elevar no gancho carga superior à que tecnicamente a grua tem capacidades para elevar. O indicador de carga máxima é um dispositivo a instalar numa grua torre, com o objectivo de dar indicação ao operador na situação em que a carga no gancho é superior à capacidade máxima da grua, disparando um sinal indicativo (luminoso e sonoro) quando a carga atinge 90 a 95% da capacidade máxima da grua.

Os limitadores de movimento são dispositivos que têm como objectivo, impedir o movimento dos componentes de uma grua para certas posições consideradas excessivas ou de risco. Como exemplo, de limitadores que estão ao abrigo deste sistema, são os limitadores de movimento do gancho de elevação, que permite estipular uma distância de segurança em relação ao solo. Outros limitadores são relativos ao movimento do carrinho de translação ao longo da lança, da translação sobre os carris, no caso de a grua ter uma base móvel, limitadores de movimento rotativo da lança, quando esta entra em zonas de perigo ou de sobreposição com outras gruas, limitadores da velocidade dos mecanismos, entre outros.

Os dispositivos de anti-colisão deverão ser instalados em todas as gruas torre, com o objectivo de alertar o operador, ou parar os mecanismos, quando a grua entra numa zona proibida ou de risco de colisão, quer seja com elementos envolventes ou com outras gruas em serviço.

Deverão ainda, todas as gruas, possuir indicadores que forneçam a informação acerca da velocidade do vento, tais como os anemómetros, cujo aviso é dirigido ao operador através de sinais de aviso ou de alarme. Outros sinais de aviso deverão estar disponíveis de serem accionados, nomeadamente sonoros e luminosos.

A EN 14439 (2009), também fornece indicações para a constituição dos elementos das gruas, nomeadamente em relação ao acesso, por parte dos trabalhadores, aos vários elementos susceptíveis de serem caminhados. Estes requisitos de acesso deverão estar conformes a EN 13586 (2010). Como exemplo, são as escadas que compõem as gruas torre, que deverão possuir uma protecção metálica circular com, no máximo 1 metro de diâmetro (Figura 35), na prática designada por vezes escadas tipo marinheiro.

Para gruas com secções de elevada altura, tipicamente superior a 6 metros, os lances de escadas deverão ter 10 metros de comprimento máximo, deverão apresentar uma certa inclinação, e possuírem uma plataforma de descanso devidamente protegida com guarda-corpos (Figura 36).



Figura 35: Protecção de escada da torre de acesso à cabine (Liebherr, 2012)



Figura 36: Escada de acesso da grua com inclinação e plataforma de descanso (Liebherr, 2012)

O acesso à lança e contra-lança da grua, para eventuais inspecções e verificações, é assegurado pela existência de plataformas acopladas à lança. Quando esta é suficientemente longa, por forma a caminhar sobre ela para eventuais inspecções, deverá possuir protecções laterais ou dispositivos individuais contra quedas.

Por fim, todas as gruas torre deverão, de acordo com a tecnologia mais avançada, ser capazes de emitir o menor ruído possível aquando o seu funcionamento, respeitando os requisitos necessários e descritos pela normalização.

Por parte do fabricante, é necessário que este verifique, mediante testes, se a grua foi concebida correctamente, nomeadamente em relação aos componentes de protecção e segurança, referidos anteriormente. Esses testes de verificação têm como objectivo a posterior colocação da marcação CE e deverão ser realizados tendo em conta os critérios de segurança da norma técnica europeia EN 14439 (2009).

3.2. Selecção de gruas torre

Numa perspectiva de obra quando é necessária a utilização de uma grua torre, o responsável por solicitar o equipamento deve ter plena noção de todos os pormenores envolventes nessa escolha. Com o variado leque de situações importantes que envolve uma grua torre, um planeamento bem organizado terá que ser realizado por forma a seleccionar o melhor equipamento. Faz parte desse planeamento, o estudo prévio do estaleiro, incluindo os caminhos internos, a localização da portaria e a consequente entrada de materiais e equipamentos.

Segundo Alves Dias (2012), os principais critérios a ter em conta, quando se pretende adquirir para uma obra uma grua torre, são: a altura desejada a atingir pela grua; a capacidade máxima de carga no gancho; e o alcance máximo por parte da lança, isto é, o comprimento da lança. Por outro lado, surgem outros critérios, não tanto gerais, mas também importantes a considerar na selecção das gruas e que se relacionam com a produtividade do equipamento. Um desses critérios é a velocidade dos movimentos da grua, ou seja, a velocidade de rotação da lança, a velocidade de elevação do gancho, a velocidade do carrinho que percorre a lança e, caso a base da grua seja do tipo móvel, a velocidade sobre os carris onde assenta a grua. No processo de selecção das gruas torre, é também necessário atender ao espaço disponível no estaleiro, sobretudo quando é necessário a presença de mais do que uma grua torre.

Numa abordagem mais específica, Shapiro, et al. (2011), considera que os critérios a ter em conta, no processo de selecção de gruas torre, devem atender aos seguintes pontos:

- Preferência do utilizador por determinada grua;
- Disponibilidade da grua;
- Fonte de alimentação da grua;
- Alcance e capacidade da grua;
- Custo da grua;
- Eficiência da grua;
- Envolvente do estaleiro;

- Tipo de vento na região da obra;
- Facilidade de montagem e desmontagem da grua.

a) Preferência do utilizador por determinada grua

O responsável por seleccionar a grua (em geral o Director de Obra) deverá atender a este ponto, se possuir experiência na selecção destes equipamentos, nomeadamente se tem conhecimento de algum fabricante/distribuidor específico que outrora o tenha servido, ou, se por outro lado, algum modelo de grua que tenha utilizado tenha trazido benefícios positivos em obras passadas.

b) Disponibilidade da grua

Quando se pretende seleccionar uma determinada grua torre, sob determinadas condições, corre-se o risco de determinado equipamento não estar disponível para requisição próximo do local do estaleiro, o que leva o responsável a realizar uma pesquisa organizada. Nesta pesquisa, dever-se-á ter em conta o tempo necessário para o transporte, para a montagem/desmontagem do equipamento, e o custo envolvido nestas decisões.

c) Fonte de alimentação da grua

Aquando da selecção de uma grua torre, dever-se-á realizar um levantamento da energia disponível no estaleiro, ou a energia necessário a incrementar para futura alimentação do equipamento. Para tal, há que ter em conta que a maioria das guas torre funciona através de um motor eléctrico com uma determinada voltagem, e que apenas algumas são alimentadas através de um motor a gasóleo.

Assim, a escolha do equipamento terá que ir ao encontro da energia disponível do local e no custo envolvido nessa forma de energia. Como ordens de grandeza de consumo por potência total requerida pelas guas torre, refere-se o intervalo de valores de 30 a 50 kVA, que multiplicando este valor pelo factor de potência próprio do equipamento (em função de cada grua), obtém-se o valor em kW. Em termos de tensão requerida para uma grua torre refere-se como ordem de grandeza o intervalo de valores entre 400 a 500 Volts (SOIMA, 2013). É de notar que este valor é fortemente afectado pelos consumos dos vários mecanismos que compõem a grua, e essencialmente pela capacidade de carga do equipamento.

d) Alcance e capacidade da grua

Este ponto assume-se como um dos mais importantes ao nível da selecção de uma grua torre, não só depende dos elementos que posteriormente a grua terá que elevar, mas também do local de implantação da grua no estaleiro. Deste modo, o responsável pela selecção de uma grua torre, terá que ter noção de todos os processos construtivos associados à obra, bem como dos principais elementos a elevar pela grua, nomeadamente, se a estrutura é metálica ou de betão, o tipo de revestimento das fachadas, se existe equipamentos a instalar posteriormente à realização da obra, isto é, torres de ventilação, equipamentos de ar condicionado, antenas, entre outros elementos de peso considerável.

O alcance da grua pode ser encarado como dois elementos, o alcance vertical da grua, ou seja, a altura máxima do gancho, e o alcance horizontal e radial da grua, ou seja, o comprimento da lança. Por sua vez, a altura total da grua terá que ser seleccionada, por forma a ir ao encontro das necessidades de construção da estrutura, designadamente a sua altura máxima prevista, isto é, o número de pisos da estrutura a construir, a sua forma, etc. Em geral, as gruas de lança inclinada têm a vantagem de conseguir alcances ligeiramente superiores às gruas de lança horizontal, tendo a possibilidade de utilizar gruas de menor altura.

O alcance da grua é seleccionado em função da organização do estaleiro e da existência ou não de mais do que uma grua no estaleiro, em geral, o alcance depende não só da localização onde ficará a grua, mas também da área e perímetro da obra, bem como do peso na ponta da lança.

Na questão da altura a atingir pela grua, pode ser discutível a inserção em obra de uma grua torre tradicional, isto é, com uma altura única e pré-definida, ou por outro lado, a inserção de uma grua torre do tipo auto-icável, como apresentado no subcapítulo anterior desta dissertação. A selecção de um sistema auto-icável de gruas torre, está intimamente relacionado com a construção de estruturas de grande altura, devido ao facto de nestes casos não ser logicamente rentável colocar, no arranque da obra, uma grua com uma altura igual à altura final prevista para a estrutura. Ainda assim, para estruturas de elevada altura, estão disponíveis gruas torre tradicionais, isto é, sem serem do tipo auto-icável, porém, uma possível desvantagem é o facto de em determinada fase construtiva da estrutura, a adição de secções de grua estar associada a uma maior mobilização de recursos.

A capacidade de uma grua torre é uma característica a ter em conta no processo de selecção do equipamento, pois como referido, dela depende o tipo de cargas que se pode colocar no gancho da grua. A capacidade é calibrada através do equilíbrio de forças e momentos na base da estrutura da grua, e o resultado é o diagrama de cargas fornecido pelo fabricante. (Figura 37).

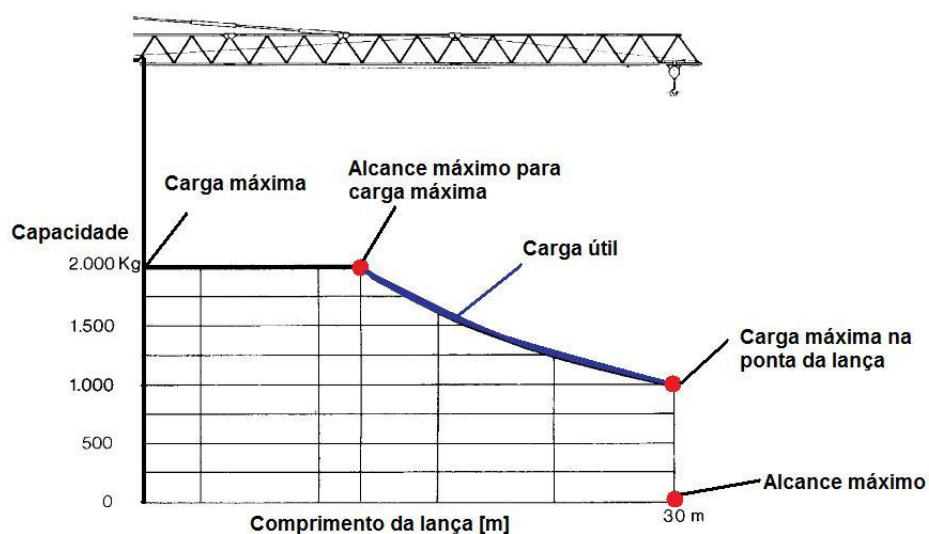


Figura 37: Exemplo de diagrama de cargas de uma grua torre (Adaptado de Alves Dias, 2012)

Este diagrama é um gráfico definido pelas abcissas, que representam valores do comprimento da lança, e pelas ordenadas, que representam os valores da carga, em kg ou toneladas, cujo significado é a capacidade de elevação máxima da grua. A Figura 37 representa um exemplo de um diagrama de cargas de uma grua torre, que deverá fazer parte do seu manual de instruções e das suas fichas técnicas.

e) Custo da grua

O custo é um elemento fulcral a considerar na selecção de uma grua torre, e o qual requer alguma atenção por parte da pessoa responsável por seleccionar o equipamento. Quando se pretende realizar um estudo de custos, por forma a efectuar a selecção de uma grua, deve-se não só atender ao custo do aluguer ou venda do equipamento, mas também a todos os custos envolvidos desde a recepção da grua à sua total desmontagem e remoção do estaleiro.

Os custos envolvidos com uma grua torre são vários, e são influenciados por diversos factores tais como:

- O transporte da grua, que pode ou não estar incluído no preço do aluguer ou venda acordado com o fabricante/vendedor;
- A montagem e desmontagem da grua, que são operações que afectam o modo de selecção desta, pois em geral, a altura da grua ou o peso de cada elemento que a constitui variam em cada modelo. Tal implica que os métodos envolvidos nas operações de montagem e desmontagem variem, o que por conseguinte leva à variação do preço da grua;
- A substituição prematura dos cabos, o que leva a um gasto adicional por parte da entidade gestora da grua. Como tal, o responsável pela sua selecção deve certificar-se da correcta adaptabilidade dos cabos à grua, por forma a evitar possíveis substituições precoces;
- O consumo de energia da grua, que pode ser maior ou menor dependendo de cada modelo de grua;
- O tempo de inactividade da grua, que não só afecta drasticamente o custo, como também mete em causa a segurança do equipamento, ou seja, a grua deverá ser seleccionada de modo a render em obra, e a sua taxa de utilização deverá ser elevada;
- A velocidade da grua e os ciclos de trabalho, que são factores que também afectam o custo da grua, porque durante a utilização de uma grua numa obra, as operações repetem-se milhares de vezes, o que leva a que um demasiado tempo perdido implique aumento de custos. Desta forma, a velocidade e os ciclos de trabalho, que dependem de cada modelo de grua torre, juntamente com a perícia do manobrador, podem levar à diminuição de custos;
- O tipo de fundação adoptada, que depende directamente da capacidade de elevação da grua e dos seus elementos constituintes, nomeadamente a torre, lança e contra-lança;
- Os dispositivos de controlo de estabilização lateral de guias torre, nomeadamente as braçadeiras, escoras e tirantes que suportam as guias com elevada altura.

Desta forma, a selecção de uma grua torre tendo em conta a questão do preço, deve ter em conta todos os custos envolvidos de modo a obter a solução economicamente mais rentável, aliando as necessidades com os variados modelos existentes no mercado.

f) Eficiência da grua

Na selecção de uma grua torre, deve-se procurar obter do equipamento a máxima eficiência, isto é, guas com elevada capacidade de serviço ao nível da velocidade dos ciclos de trabalho, e na precisão do controlo da execução das tarefas, juntamente com a perícia oferecida pelo operador. A velocidade de um ciclo de trabalho de uma grua torre é caracterizada pelos movimentos de elevação do gancho, rotação da lança e translação do carrinho da lança, estes movimentos podem, em certos modelos de guas, ser executados em simultâneo tendo em conta a limitação da energia consumida e tendo em conta a carga no gancho, isto é, certamente alguns movimentos serão mais lentos com carga do que sem carga.

A eficiência de uma grua é também vista como a habilidade que certa grua possui na elevação de cargas de dimensões elevadas, designadamente estruturas pré-fabricadas de betão e metálicas. Desta maneira, o responsável por seleccionar uma grua torre deve atender a uma grua com um elevado grau de eficiência.

g) Envolvente do estaleiro

É também numa fase de selecção da grua, no que diz respeito ao alcance e altura máxima, que deverá ser feito um levantamento da envolvente do estaleiro e dos principais elementos que o compõem. Tal justifica-se pelo facto de permitir evitar os conflitos e interferências causados entre os equipamentos e os obstáculos, nomeadamente outras estruturas pré-existentes, ou pela sobreposição de lanças de outras guas. Desta forma, as dimensões gerais da grua, ou seja, a sua altura e o comprimento da lança, deverão ser seleccionados de modo a garantir, após montagem, a imposição de distâncias mínimas entre a grua e os obstáculos envolventes ou, no caso em que existem mais do que uma grua no estaleiro, distâncias mínimas entre as várias lanças das guas. Devem também ser definidas distâncias mínimas entre as bases das guas torre e os obstáculos que compõem a envolvente.

No caso em que, por algum motivo, não seja permitida a passagem da lança por áreas exteriores à obra, ou por outro lado, existe uma densidade elevada de obstáculos no estaleiro, torna-se vantajoso rejeitar o modelo de grua do tipo lança horizontal, e adoptar assim um modelo de lança inclinada, estando no entanto, estes últimos associados a custos mais elevados e a manutenções e montagens mais complexas.

h) Tipo de vento na região da obra

Em relação ao vento, a EN 14439 (2009) também fornece directrizes para quem selecciona o tipo de grua, pelo facto do vento poder vir a colocar em risco a segurança do equipamento. A segurança da

grua fica comprometida, em relação ao vento, não só pela interacção entre o vento e a carga, mas também quando a grua se encontra fora de serviço. O responsável por seleccionar a grua deverá fazer um levantamento em relação aos registos meteorológicos acerca do vento na região da obra, por forma a seleccionar a grua correctamente, tendo em conta esta acção. Deste modo a norma acima referida inclui um mapa de ventos da Europa, sendo que para cada zona define o principal tipo de grua mais adequado (Figura 38).

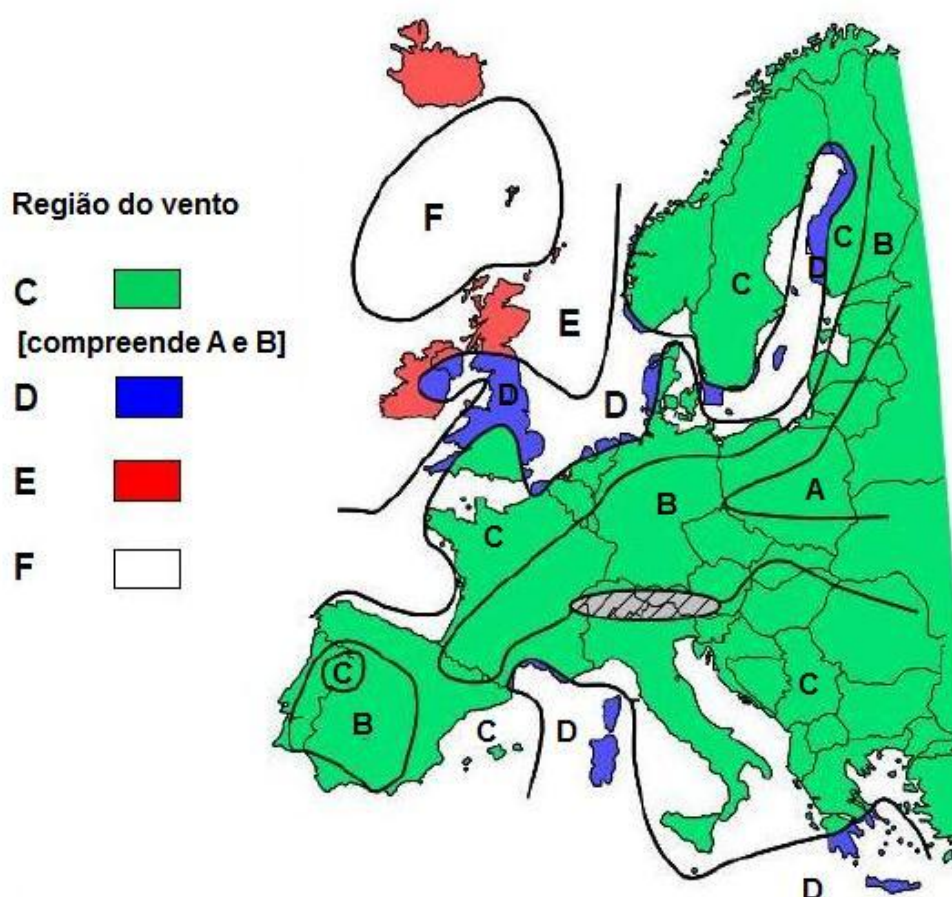


Figura 38: Mapa de ventos da Europa (EN 14439, 2009)

i) Facilidade de montagem e desmontagem da grua

Em qualquer obra, o prazo e o custo são pontos fundamentais para atingir um bom resultado final. Desta forma, o processo de selecção da grua torre deve conduzir a um equipamento cujas operações de montagem e desmontagem sejam o menos onerosas possível e que acarrete os menores riscos de segurança. O responsável pela sua selecção deve fazer uma pesquisa do mercado sobre os modelos tecnologicamente mais avançados, cujos constituintes das gruas sejam leves e possíveis de ser facilmente manobrados por gruas móveis de dimensão reduzida. Para o caso de obras de pequeno a médio porte, é vantajoso ponderar a hipótese de adopção de gruas de montagem/desmontagem automática (Figura 25).

3.3. Recepção e Controlo de guias torre em obra

Após a correcta selecção de uma guisa torre, atendendo a todos os objectivos e critérios pretendidos, segue-se uma correcta preparação do estaleiro, com o objectivo de receber correctamente a guisa, possibilitando cumprir os prazos e não incrementando custos inesperados. Desta maneira, o espaço é um elemento importante no que respeita o planeamento e recepção destes equipamentos, pois é dele que depende a organização e movimentação do equipamento. A localização da guisa no estaleiro é um ponto importante, não apenas para combater os acidentes, nomeadamente interferência de várias guias, ou de guias com obstáculos da envolvente, mas também facilitar a rapidez de execução das operações de construção inerentes à guisa. Esta localização é realizada através do projecto de estaleiro, no qual deverá estar contido a exacta localização da guisa ou das guias, no caso de se adoptar mais do que uma.

3.3.1. Estudo da localização da guisa torre no estaleiro

A localização de uma guisa torre é uma tarefa que exige atenção especial para o gestor da obra, e requer a união de muitas considerações importantes, tais como a optimização da utilização do equipamento e a forma mais correcta de evitar interferências e conflitos. O local correcto, a escolher para a localização de uma guisa torre deverá ser alvo de estudo durante o projecto de estaleiro. Este deverá ser suficientemente amplo e aberto, por forma a ser fácil dispor rapidamente de todos os constituintes da guisa durante a sua montagem, e garantir um excelente acesso por parte dos equipamentos auxiliares às operações de montagem e desmontagem, designadamente as guias móveis. A partir da zona destinada para a guisa, o gancho terá que ser capaz de abranger todos os pontos fundamentais da área de trabalho. Assim, zonas com um grande número de obstáculos deverão ser evitadas, bem como evitar colocar a guisa em locais adjacentes de taludes, em terrenos acidentados ou com pouca fragilidade, e garantir que a guisa está a uma distância mínima de segurança de cabos de electricidade, baixa e alta tensão. Uma correcta localização da guisa é uma condição necessária para obter ganhos de eficiência e de segurança satisfatórios.

3.3.2. Recepção da guisa torre na obra

Depois de efectuado o estudo da localização de uma guisa no estaleiro de obras, esta é solicitada para incorporar a obra. A montagem e a desmontagem são realizadas de acordo com a normalização em vigor, e é da responsabilidade do proprietário, a sua correcta montagem e posterior desmontagem, sendo que este deverá ter a plena noção de todos os riscos envolvidos, e de todas as medidas preventivas e de segurança a cumprir.

Após a montagem, a empresa responsável pela guisa realiza uma primeira inspecção ao equipamento, verificando se este está apto a ser entregue à obra e se encontra em correctas condições para a sua futura colocação em serviço, nomeadamente através de inspecções visuais, estruturais, testes aos dispositivos de segurança, testes de carga, verificação dos documentos que caracterizam a guisa, entre outros. Deverá ser entregue de seguida, ao responsável da obra, o manual de instruções da guisa, no idioma do país utilizador da guisa, bem como todos os documentos que

identificam a grua e a sua conformidade com as respectivas Directivas comunitárias e normas técnicas.

Após a montagem e verificação da grua, realizada pelo proprietário do equipamento, é da responsabilidade da gestão da obra realizar, caso não seja a empresa gestora da obra a proprietária do equipamento, uma inspecção de aceitação da grua torre. Esta inspecção tem como objectivos confirmar a qualidade e a correcta montagem e instalação da grua e de todos os dispositivos que a constituem. É de notar que no caso de a grua ser de aluguer, o responsável pela obra terá que designar correctamente um operador devidamente qualificado e certificado. Assim sendo, os principais pontos que o responsável pela obra deverá ter em conta, na primeira inspecção de aceitação da grua, são os seguintes:

- Confirmar a identificação (série e modelo), marcação e declaração CE da grua, bem como o manual de instruções;
- Realizar testes funcionais aos componentes de protecção e segurança da grua torre, designadamente aos dispositivos indicadores e limitadores;
- Testes de cargas à grua.

Os testes funcionais deverão ser realizados para todos os movimentos possíveis da grua, elevação, rotação, e movimento do carrinho de translação da lança a velocidades máximas admissíveis, com carga e sem carga.

Os testes de carga deverão ser realizados, de forma a causar as máximas tensões e máximas cargas possíveis nos elementos principais da grua, e com a carga localizada nas posições mais críticas, de acordo com o fabricante. Estão previstos dois testes de carga, o teste estático e o teste dinâmico.

3.3.3. Controlo da grua torre na obra

A partir do momento em que a grua é colocada em serviço, deverá ser garantida a máxima qualidade, produtividade e segurança. Para tal, a gestão da obra deverá ser capaz de levar a cabo acções de controlo à grua.

Para obter o referido nível de controlo, cabe ao responsável pela obra a correcta nomeação de técnicos especializados com o objectivo de procederem à realização de um plano de inspecção e manutenção ao equipamento. Tal plano deverá estar descrito no manual de instruções e deverá ser alvo de consulta e conhecimento dos técnicos especializados. Para o efeito, a EN 14439 (2009) define que o plano de inspecção e manutenção das gruas torre tem como directrizes as definidas pela Federação Europeia de Manutenção (F.E.M. 1.007). Este conjunto de normas fornece informações sobre a correcta designação das pessoas certas para procederem às respectivas inspecções, remetendo para outras normas determinados aspectos específicos.

Nestas normas estão definidos cinco níveis de inspecção:

- Diárias;
- Frequentes;
- Periódicas;
- Profundas;
- Excepcionais.

a) Inspeções diárias

Estas inspeções deverão ser realizadas a cargo do operador da grua, que deverá ser habilitado através de um certificado de aptidão profissional declarado por uma entidade credenciada que atesta as suas competências. São realizadas através de verificações visuais e gerais à grua, não sendo necessário efectuar qualquer desmontagem. Ainda no seio destas inspeções, são realizados testes funcionais que contemplam a verificação do funcionamento dos mecanismos, como os travões, verificação do funcionamento dos dispositivos limitadores e indicadores da grua e observação de defeitos aparentes da grua, como é o caso dos cabos e acessórios que constituem os diversos mecanismos, como o gancho.

b) Inspeções frequentes

Estas inspeções são da responsabilidade de técnicos especializados, que segundo a ISO 9927 (2009), deverão ser pessoas que possuem uma larga experiência e conhecimento de gruas torre, e que se sentem suficientemente à vontade com a regulamentação em vigor. Funcionam também como inspeções visuais, não sendo necessário proceder à desmontagem de nenhuma parte da grua. Estas inspeções deverão ter uma periodicidade mensal e semestral.

Fazem parte do grupo dos elementos com visualização mensal: a visualização do nível de lubrificantes e as possíveis fugas existentes; a visualização do equipamento hidráulico; a existência de deformação ou desgaste dos ganchos e engates; a visualização das ligações e juntas e a possível existência de corrosão.

Fazem parte do grupo dos elementos com visualização semestral: a verificação do desgaste dos travões; a visualização das tubagens hidráulicas e pneumáticas, principalmente as que se encontram inclinadas durante a operação; a visualização das instalações eléctricas e a possível existência de degradação; e por fim, a visualização das ancoragens da grua e dos sistemas de estabilização lateral, como braçadeiras e escoramentos, no caso de gruas de elevada altura.

c) Inspeções periódicas

As inspeções periódicas são da responsabilidade de técnicos especializados, e têm como objectivo uma verificação visual e geral à grua sem proceder à desmontagem de nenhum elemento. O conteúdo das inspeções periódicas é o mesmo que o conteúdo efectuado nas inspeções

frequentes, com o acrescento de algumas verificações tais como, a verificação da identificação da grua torre e placas, a presença do manual de instruções, a verificação dos registos de manutenção, a verificação dos componentes e da estrutura de aço da grua, a verificação das condições do equipamento que alerta sobre possíveis danos (ruídos incomuns, temperaturas demasiado elevadas, corrosão, perda de ligações, avarias no gancho e nas cordas, entre outros), a realização de testes funcionais (ao funcionamento e eficiência com carga de serviço, e testes aos limitadores e indicadores), a verificação da estrutura de aço e carris quanto à sua corrosão e deformação excessiva e a verificação do suporte da grua torre.

Cada inspecção periódica deverá ser realizada anualmente e sempre que existir uma re-montagem do equipamento. Não é considerada re-montagem uma possível extensão da lança ou da torre da grua, e para guias de montagem/desmontagem automática apenas alguns pontos do conteúdo da inspecção periódica são necessários realizar.

d) Inspeções profundas

São inspeções realizadas a cargo de engenheiros especialistas, que segundo a norma internacional ISO 9927 (2009) deverão ser técnicos com formação superior e experiência na área do dimensionamento, projecto, construção e manutenção de guias, e com um conhecimento suficientemente alargado da regulamentação e normalização, de forma a levar a cabo as inspeções. É ainda a pessoa capaz de definir um estado de segurança do equipamento, no sentido de decidir quais as medidas a tomar em relação ao equipamento para que este consiga continuar a operar em segurança.

O conteúdo das inspeções profundas compreende todo o conteúdo das inspeções periódicas, incluindo os testes funcionais aos dispositivos de segurança (limitadores e indicadores), podendo requerer testes não-destrutivos e a desmontagem de algumas partes da grua.

No decorrer de uma inspecção profunda é necessário tomar atenção a vários factores, nomeadamente, à existência de vibrações, ruído ou temperaturas não usuais, existência de corrosão, alinhamento da máquina, motores, engrenagens, carris, rodas e lanças, travões, ligações, parafusos e cavilhas.

É necessário proceder a inspeções profundas nos intervalos de 4, 8, 10, 12, 14 anos e após perfazer os 14 anos a inspecção passa para carácter anual. É ainda, necessário proceder a uma inspecção profunda no momento seguinte a ser encontrado um defeito ou que se proceda a uma modificação. Esta modificação inclui a mudança de mecanismos da grua, mudança da fonte de alimentação, o aumento da capacidade da grua, entre outros.

e) Inspeções excepcionais

São inspeções que estão a cargo de engenheiros ou técnicos especialistas, dependendo no tipo de verificação a efectuar. Deverão ser realizadas após situações tais como, condições climatéricas severas, sismos de média e alta intensidade, colisão da grua e perturbações na fundação, entre outras. São ainda necessárias em casos de verificação de modificações substanciais na grua, tais como, o aumento da capacidade de elevação, modificação dos mecanismos, alterações da estrutura da grua ou no sistema de controlo, entre outras.

Para cada tipo de inspecção é estritamente necessário proceder à realização de registos que identifiquem todas as intervenções e datas de realização, anomalias e defeitos encontrados e todas as técnicas e procedimentos adoptados para a sua reparação.

3.4. Segurança na utilização de gruas torre

Para além dos planos de inspecção e manutenção, o responsável pela gestão da obra deverá conhecer e colocar em prática algumas medidas no decorrer da utilização destes equipamentos. Para isso, é fundamental conhecer *a priori* os riscos envolvidos na utilização das gruas torre.

Como primeira medida mitigadora de riscos, a gestão da obra deve possuir todos os elementos identificativos e informativos referentes às gruas torre, formando o *dossier* da grua, que é composto pelos principais elementos:

- Identificação do fabricante;
- Credenciais de comprovem a conformidade do equipamento;
- Manual de instruções;
- Inspeções realizadas, e os respectivos registos efectuados;
- Identificação dos operadores;
- Características da grua;
- Dispositivos de segurança da grua;
- Velocidades de trabalho e zonas interditas pela lança;

No decorrer do processo de utilização de uma grua torre, é da responsabilidade do operador da grua estar consciente de todos os riscos e respectivas medidas preventivas e correctivas, para desta forma atingir a qualidade máxima e evitar problemas que coloquem em causa a segurança no estaleiro.

Assim, destacam-se como principais riscos e respectivas medidas preventivas a ter em conta no decorrer do processo de utilização de uma grua torre (Silveira, 2012):

- O risco de desequilíbrio ou queda de elementos devido à má estabilização do equipamento, que poderá ser evitado se a grua apresentar um correcto nivelamento e o operador evitar accionar, de forma brusca, os movimentos da grua.
- O risco de desequilíbrio ou queda de elementos devido à elevação de carga excessiva. Assim, deverá estar sempre presente o diagrama de cargas (Figura 35) bem visível na proximidade da grua e assinalados os pontos-chave, ao longo do comprimento da lança, com a respectiva carga máxima admissível;
- O risco de desequilíbrio ou queda de elementos devido ao embate da grua com outros obstáculos ou devido aos conflitos com outras guas. Deste modo, deverão estar garantidas todas as distâncias mínimas de segurança e em funcionamento todos os limitadores e indicadores da grua;
- O risco de desequilíbrio ou queda de elementos devido a utilizações inadequadas dos equipamentos. Este risco poder-se-á evitar com a presença de operadores qualificados para o efeito, bem como um controlo apertado pela gestão da obra sobre os trabalhadores.
- O risco de queda de carga devido à ruptura dos cabos. Assim, estes devem possuir os limitadores bem calibrados e sempre em funcionamento, devem ser substituídos sempre que se rompa algum cordão e proceder à substituição sempre que estes entrem em deformação ou estrangulamento.
- O risco de contacto da grua com redes eléctricas próximas. Este risco pode ser evitado através do correcto isolamento eléctrico dos componentes e das linhas, ao respectivo desvio ou enterramento, bem como ao controlo das distâncias mínimas de segurança entre as linhas e o equipamento.
- O risco associado ao desequilíbrio/queda da grua ou de algum elemento que envolva a grua, quando esta é sujeita a ventos fortes. O operador deverá colocar a grua em situação de fora de serviço, sempre que as velocidades do vento forem superiores às especificadas pelo fabricante, no manual de instruções.

Relativamente às velocidades de referência, a situação que leva à colocação da grua numa situação de fora de serviço depende de vários factores. No caso dos equipamentos se encontrarem envolvidos por outras estruturas, ou de certa forma protegidos pelo vento (meio urbano denso), poderão operar a velocidades até cerca de 46 km/h. No caso das guas se encontrarem situadas com uma envolvente aberta, estas poderão funcionar para velocidades do vento até cerca de 65 km/h (Alves Dias 2011).

Quanto às velocidades máximas admissíveis para situações de ventos extremos, isto é, situações em que a grua não está em serviço, mas encontra-se instalada na obra, estas variam em função da altura do equipamento. Para guas até 20 metros de altura, define-se uma velocidade máxima de 130 km/h, sendo que para guas com altura entre 20 e 100 metros, bem como para guas com alturas superiores a 100 metros, as velocidades máximas admissíveis são aproximadamente de 150 e 166 km/h respectivamente (Alves Dias, 2011).

No que respeita às distâncias mínimas de segurança, por forma a evitar o contacto do equipamento com as linhas eléctricas, estas dependem da legislação de cada país, podendo considerar-se por exemplo os seguintes valores: para linhas cujo valor é inferior a 50.000 Volts a distância mínima recomendada são 3 metros; para valores entre 50.000 e 250.000 Volts a distância será de 5 metros; para valores de 250.000 a 500.000 Volts a distância mínima será de 8 metros; e por fim para valores superiores a 500.000 Volts a distância mínima de segurança deverá ser de 10 metros (Alves Dias, 2011).

Por fim, para um perfeito controlo em obra, há ainda algumas acções ou verificações que se deverá levar a cabo antes, durante e após a utilização de uma grua torre, e cujo conteúdo deverá estar presente no manual de instruções da grua.

As verificações antes de colocar a grua torre em serviço, incluem:

- ✓ Verificar se todos os movimentos se efectuem em perfeitas condições;
- ✓ Verificar/estimar o peso da carga a elevar;
- ✓ Avaliar as condições do vento e a sua interacção em função da forma da carga a elevar, sendo que muitas vezes é necessário estimar a força que o vento actua sobre a carga, $F = c \times A \times q$, sendo que A é área do objecto exposto ao vento, q a pressão do vento e c o coeficiente aerodinâmico. Como referência poderá tomar-se o valor de $1,2 \text{ m}^2/\text{ton}$ por forma a estimar a carga exposta ao vento sem causar riscos;
- ✓ Verificar se todos os dispositivos de segurança, limitadores e indicadores, se encontram em perfeitas condições de funcionamento;
- ✓ Colocar os comandos na posição neutra;
- ✓ Verificar se se encontra afixado no interior da cabine e no exterior da grua o diagrama de cargas, bem como a placa identificadora da capacidade da grua (Figura 39)

m	t	max
60,0m	1,65t	20,6m 6t
55,0m	2,10t	22,6m 6t
50,0m	2,70t	25,1m 6t
45,0m	3,25t	26,3m 6t

Figura 39: Placa identificadora da capacidade de carga de uma grua torre (Arslan et. al, 2008)

As verificações durante a operação com a grua torre, incluem:

- ✓ Manter as cargas e o equipamento afastados das linhas eléctricas de acordo com as distâncias de segurança mencionadas anteriormente, a propósito dos riscos;
- ✓ Não elevar cargas nem movimentar o gancho a menos de 2 metros do solo;
- ✓ Não elevar objectos com os cabos em posição oblíqua;
- ✓ Não puxar outros veículos com o gancho;
- ✓ Não elevar carga presa ao solo ou a qualquer outro ponto fixo;
- ✓ Não elevar cargas mal acondicionadas;
- ✓ Evitar deixar cair o gancho no solo, mantendo sempre os cabos em tensão;
- ✓ Não elevar uma carga com duas gruas em simultâneo;
- ✓ Evitar movimentos bruscos dos elementos da grua;
- ✓ Colocar a grua fora de serviço sempre que as velocidades do vento atinjam os valores indicados críticos (definidos no ponto 3.4);
- ✓ Para velocidades do vento, de aproximadamente 50km/h, não realizar a operação de ascensão de gruas auto-igáveis;
- ✓ O operador nunca se poderá ausentar da cabine deixando carga pendurada no gancho;
- ✓ Observar sempre a carga quando esta é transportada;
- ✓ Verificar se existe mau enrolamento dos cabos nos respectivos tambores;
- ✓ Não elevar pessoas na grua.

As verificações após a operação com a grua torre, incluem:

- ✓ Subir o gancho para o topo e encaminhar o carrinho de translação para junto da torre da grua;
- ✓ Não deixar carga suspensa no gancho;
- ✓ Colocar a lança da grua como cata-vento, com o ponto rotativo destrancado e direccionado a favor do vento;
- ✓ Desligar a corrente eléctrica da grua;
- ✓ Trancar os carris da grua, caso seja de base móvel.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS GRUAS MÓVEIS

No presente capítulo apresentam-se as características técnicas das gruas móveis mais utilizadas na prática. Inicia-se com uma breve descrição dos principais tipos existentes, sendo que de seguida é analisada a selecção, recepção e controlo destas gruas.

4.1. Descrição e tipos de gruas móveis

Tal como na situação das gruas torre, abordadas no capítulo anterior, as gruas móveis são cobertas pela normalização técnica europeia, designadamente pelas normas EN. Neste caso, a norma que cobre este tipo de equipamentos é a EN 13000 (2010), que tem como título *Cranes – Mobile Cranes* (Aparelhos de elevação de carga suspensa – Gruas Móveis).

Esta norma é focada para o projecto, construção, instalação de dispositivos de segurança, testes e utilização de gruas móveis. Estas poderão ser utilizadas quando em conformidade com a EN 13000 (2010) e com a Directiva Máquinas, abordada anteriormente na presente dissertação. É ainda de referir que ao longo desta norma técnica são mencionadas várias outras normas, nomeadamente 40 normas internacionais ISO, 35 normas técnicas europeias EN, e algumas regras das normas F.E.M. (Federação Europeia de Manutenção).

A EN 13000 (2010) define grua móvel como uma grua de lança, com um motor incorporado, capaz de se movimentar por ela própria e sem necessitar de caminhos fixos, do tipo carril. Sendo que durante a operação de elevação de carga, a grua é estática.

Hoje em dia, as gruas móveis são equipamentos dotados de grande capacidade de elevação de carga, havendo mesmo modelos a atingirem a capacidade de 1200 toneladas, possuindo a versatilidade de se poderem movimentar, dentro e fora do estaleiro.

Em termos gerais estão definidos inúmeros tipos para as gruas móveis. Contudo, no que diz respeito à prática da construção civil, esses modelos assentam em dois grupos:

- **Gruas móveis em função da estrutura da base:**

- ✓ Gruas móveis sobre esteiras ou lagartas;
- ✓ Gruas móveis sobre pneus.

- **Gruas móveis em função da lança acoplada:**

- ✓ Gruas móveis de lança treliçada;
- ✓ Gruas móveis de lança telescópica.

Cada tipo de lança é utilizado em qualquer um dos tipos do primeiro grupo, isto é, existem guias móveis sobre camião de pneus com lança telescópica ou treliçada, mas também existem guias móveis sobre esteiras com lança telescópica ou treliçada.

Nos dois tipos de guias, incluídos no primeiro grupo, a superestrutura é idêntica (Figura 40) e é constituída por uma estrutura rotativa, lança, cabos, polias, gancho, cabine do operador e contrapesos, que incrementam a resistência das guias face ao derrubamento. A superestrutura compreende ainda, a parte do controlo funcional, que é executado através de dispositivos e ligações mecânicas, pneumáticas, hidráulicas e eléctricas. Os contrapesos têm a capacidade de se separar do conjunto, particularmente devido a eventuais interferências de trânsito durante o transporte, tal como outros componentes, dependendo da dimensão da guia. Em geral, à medida que a dimensão das guias aumenta, o número de componentes que se tornam separáveis da superestrutura também aumenta, caso contrário, ocorreriam problemas no transporte da guia ao longo da via pública.

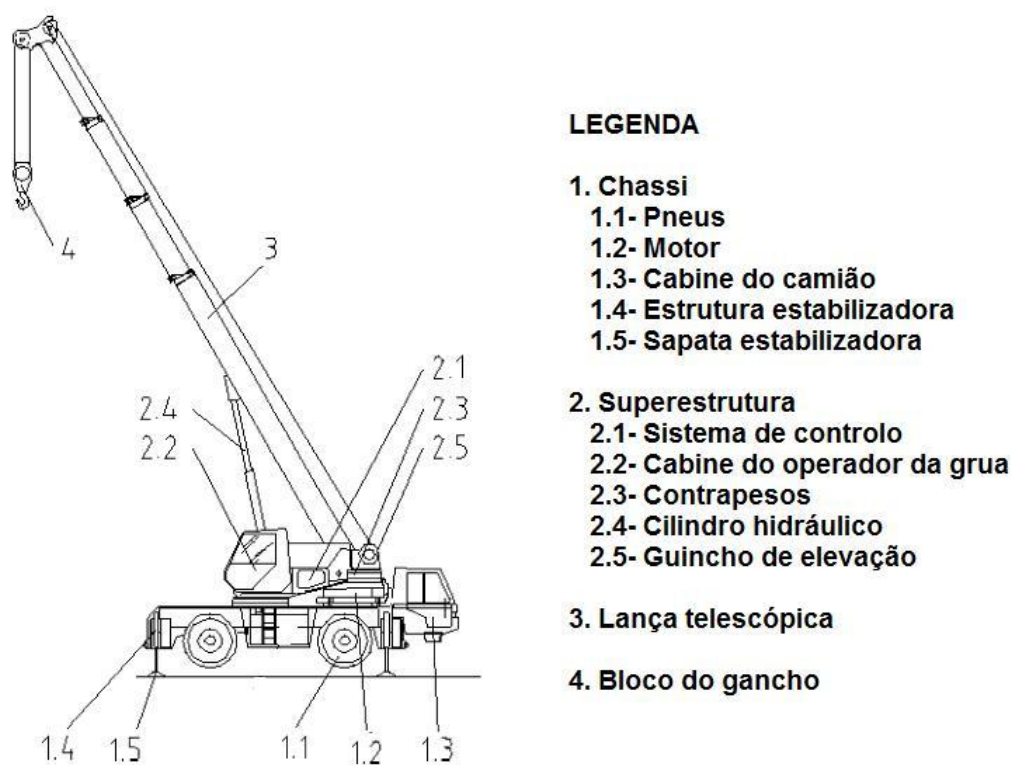


Figura 40: Constituição geral da superestrutura de uma grua móvel de lança telescópica (Adaptado de EN 13000, 2010)

4.1.1. Tipos de guias móveis em função da estrutura da base

Como referido acima, dentro do grupo das guias móveis em função do tipo de base destacam-se dois subtipos: as guias móveis sobre esteiras ou lagartas e as guias móveis sobre pneus. Referem-se a seguir as principais características de cada uma destas.

a) Gruas móveis sobre esteiras ou lagartas

As gruas móveis sobre esteiras, ou lagartas (Figura 41), são vocacionadas para se movimentarem unicamente no estaleiro, sendo transportadas por reboque. São especialmente úteis em terrenos acidentados, pois possuem uma elevada força de tracção.



Figura 41: Grua móvel com base de esteiras e lança telescópica (Liebherr, 2012)

Estas gruas são fabricadas de maneira a que se pode acoplar dois tipos de lanças, uma lança telescópica tubular e extensível ou uma lança em treliça, tornando-se esta última mais usual para a base de esteiras.

Apresentam-se ainda como gruas que proporcionam uma elevada capacidade de carga, especialmente se forem constituídas pela lança em treliça, devido ao versátil acoplamento de contrapesos adicionais.

O aumento da distância entre as esteiras da base origina uma elevada área de distribuição, característica que oferece uma boa capacidade de distribuição de cargas ao solo, e por conseguinte um incremento de capacidade de carga. A grande área gerada pela base, também proporciona o incremento da resistência ao derrubamento da grua o que permite a adição de mais contrapesos. Ainda assim, é necessário ter em conta a forte possibilidade de criar desequilíbrios, originados pelos contrapesos. Para a maioria das gruas do tipo esteiras é possível remover a superestrutura da base, ou desmontar a própria base, deste modo, é certo que o seu transporte face a restrições de espaço na via pública fica facilitado não só pela redução de dimensão, como pela redução de peso.

b) Gruas móveis sobre camião de pneus

As gruas móveis sobre camião de pneus são constituídas por um veículo de suporte, no qual é acoplada a superestrutura da grua. O chassi, que constitui esse veículo, é uma estrutura metálica que contém os estabilizadores, por vezes designados por sapatas, que garantem o equilíbrio e evitam o derrubamento da grua durante as operações. Para uma grua móvel corrente, o camião deverá possuir tantos eixos quanto maior a capacidade da grua, mas em geral não ultrapassa os 9 eixos (Figura 41) (Shapiro, et al, 2011).

Estas gruas são extremamente versáteis, pois apresentam a vantagem de possuir motor próprio e com isso, movimentam-se não só no interior do estaleiro, mas também nas vias públicas, incluindo ruas e autoestradas. A movimentação em terrenos muito inclinados e com má qualidade é condicionada pelo modelo do camião. Em geral, para certas situações existem camiões específicos, nos quais o tipo de pneus varia. Para ultrapassar as dificuldades de solos pouco coerentes em obra, e ao mesmo tempo serem versáteis a andar em caminhos asfaltados da via pública, existem modelos de gruas móveis de camião cujos pneus têm características técnicas que permitem incutir ao equipamento capacidades do tipo todo-o-terreno. Nestes modelos, de todo-o-terreno, para atingir um maior grau de manobrabilidade do equipamento, em situações de mudança de direcção, todos os eixos têm a capacidade de rodar (Figura 42) (Shapiro, et al, 2011).



Figura 42: Grua móvel sobre camião de pneus do tipo todo-o-terreno (Shapiro, et al., 2011)

De um modo geral, as gruas móveis do tipo camião são caracterizadas por possuírem uma elevada capacidade de carga, aliada a uma estrutura rígida e resistente à torção para evitar problemas de derrubamento na elevação das cargas (Shapiro, et al, 2011).

Em termos da mobilidade deste tipo de base, pode-se afirmar que em termos de velocidade de movimento, as gruas móveis sobre camião de pneus podem atingir os 80 km/h (Shapiro, et al, 2011).

A estabilidade das gruas móveis sobre camião de pneus é assegurada através de estruturas estabilizadoras que se expandem, por um sistema hidráulico, no momento em que o equipamento se prepara para iniciar a sua actividade de elevação. Tal estrutura, terá que ser dimensionada para que a grua tenha perfeita resistência ao derrubamento durante o processo de elevação de cargas. Para

que a estabilização seja devidamente executada, os pneus do camião não poderão ter qualquer contacto com o solo devido ao facto da sua pressão sobre o solo originar um momento contrário ao de estabilização da grua. Deste modo, é possível a transmissão das forças apenas pela estrutura estabilizadora (Figura 43) (Shapiro, et al, 2011).

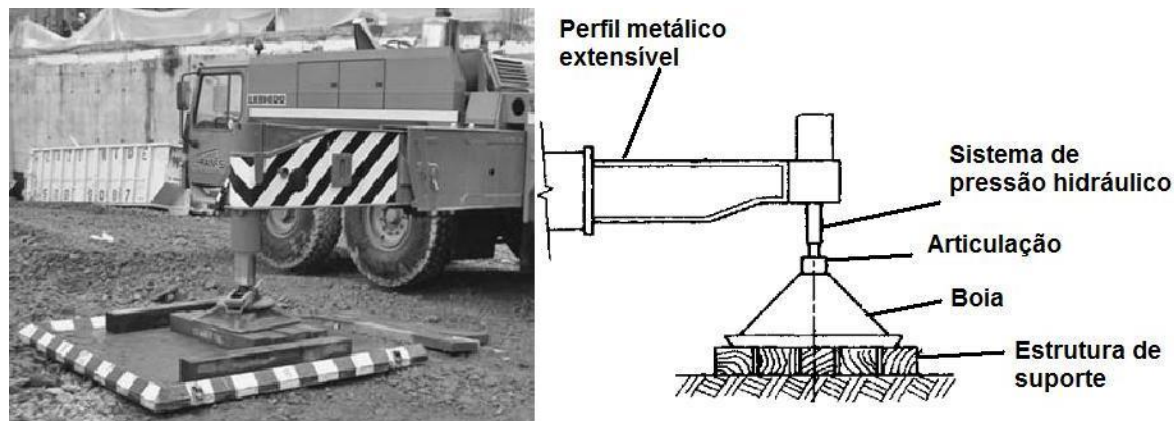


Figura 43: Estrutura estabilizadora de uma grua móvel de camião (Adaptado de Shapiro, et al., 2011)

Cada estrutura estabilizadora é composta por dois elementos principais, o sistema hidráulico, responsável pela extensão da estrutura, e pela sapata, estando ambos os elementos ligados por um perfil metálico (Figura 43) (Shapiro, et al, 2011).

A sapata é constituída por um sistema de pressão hidráulico e por um ponto de articulação. O sistema de pressão hidráulico é responsável por garantir a correcta elevação, em relação ao solo, dos pneus do camião e a articulação garante a correcta direcção do conjunto. Por fim, a este ponto de articulação acopla-se o elemento boia que faz o contacto da estrutura com o solo. No caso em que as condições do solo são fracas, a boia estabilizadora deverá estar sempre assente sobre uma estrutura suficientemente rígida que evite assentamentos excessivos. Estes assentamentos deverão ser rigorosamente controlados, através dos sensores de segurança incorporados na grua, que avisam no caso de ocorrer possíveis assentamentos da base da grua. Tal estrutura estabilizadora deverá ser capaz de absorver as tensões e evitar que haja qualquer movimento vertical da grua. Este suporte é, geralmente, em madeira ou aço, devidamente projectado para o efeito (Figura 43) (Shapiro, et al, 2011).

4.1.2. Tipos de guas móveis em função da lança acoplada

Como explicado anteriormente, o segundo grupo considerado de guas móveis é descrito em função da lança acoplada. Existem dois tipos guas móveis possíveis em função da configuração da sua lança: guas móveis de lança treliçada e guas móveis de lança telescópica. Referem-se de seguida as características de cada tipo.

a) Guas móveis de lanças de treliça

As lanças do tipo treliça foram utilizadas desde a existência das guas móveis, no entanto, a sua utilização tem vindo a ser substituída pelas lanças telescópicas. Quanto às lanças de treliça, estas

têm a vantagem de apresentar um peso menor do que as telescópicas, devido à sua estrutura constituída por barras tubulares. A maioria das lanças de treliça é constituída por três tipos de secções, a secção da base, a secção intermédia e a secção extrema, sendo que as secções da base e extrema apresentam, geralmente, uma ligeira variação de secção. A secção da base faz a ligação entre a lança e a superestrutura da grua. A secção intermédia é a responsável por dar a dimensão desejada à lança e geralmente apresenta dimensões na ordem dos 3 metros. Quanto à secção extrema, esta é constituída pelos dispositivos de elevação (Figura 44) (Shapiro, et al, 2011).



Figura 44: Grua móvel de lança treliçada (Liebherr, 2012)

No topo da secção extrema de uma lança treliçada, acopla-se um sistema de roldanas, que por sua vez, através de cabos de suspensão, liga-se a dois mecanismos. O primeiro mecanismo é o sistema de contrapesos da grua, o segundo mecanismo é o conjunto do bloco do gancho, cujas características são idênticas às de qualquer equipamento de elevação. O mecanismo formado pelos elementos, descritos atrás, permitem fornecer um certo grau de inclinação à lança, conforme as necessidades em causa (Figura 44) .

Em termos gerais, as secções que compõem uma lança de treliça são de fácil montagem em obra, o que torna o seu transporte realizável sem preocupações quanto à sua dimensão.

Por fim, é de notar que existem diversas combinações possíveis com este tipo de lança, cuja constituição inclui várias lanças de treliça ligadas entre si. Este conjunto funciona através de sistemas de polias e cabos que proporcionam maior precisão e alcance nas operações de elevação, fornecendo inclinação à lança. Algumas dessas combinações estão descritas na EN 13000 (2010) e são apresentadas na Figura 45.

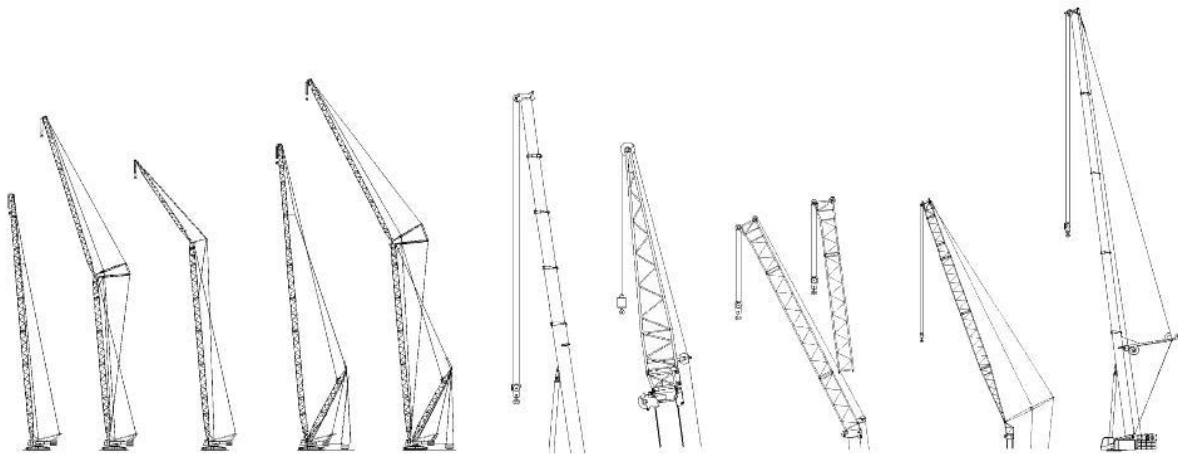


Figura 45: Várias combinações de lanças (Adaptado de EN 13000, 2010)

b) Gruas móveis de lanças telescópicas

A lança telescópica é composta por três tipos de secções aninhadas: a secção da base, as secções intermédias e a secção extrema. Todas as secções, que compõem a lança telescópica, têm dimensão fixa, e por acção do controlador é possível a sua extensão de forma automática, através de um sistema de cilindros hidráulicos até a lança atingir um comprimento máximo ou desejado. A extensão da lança telescópica é executada através de um sistema de cilindros hidráulicos que se encontram no seu interior.



Figura 46: Grua móvel de lança telescópica com lança extensível – *fly jib* (Shapiro, et al., 2011)

Assim que as diversas secções se expandem, estas são bloqueadas através de pinos metálicos, que têm como funções fornecer à lança resistência à flexão, e transmitir a carga entre as várias secções até à base. A expansão das várias secções que compõem a lança só pode ser feita, por questões técnicas, de acordo com o comprimento total de cada secção e sempre na ausência de carga no gancho.

Em alguns casos está prevista uma secção em treliça, que se acopla posteriormente à secção extrema de uma lança telescópica, através de um ponto rotativo, permitindo alcançar inclinações diferentes. Esta secção tem como objectivo o incremento de inclinação e de capacidade da grua, designando-se por lança extensível ou *fly jib* (Figura 46).

No topo da última secção da lança telescópica, encontra-se o bloco do gancho e um conjunto de polias que se ligam através de cabos, pela parte exterior da lança, até aos contrapesos, que se encontram localizados na base da grua.

De uma forma geral, é predominante a existência deste tipo de lança em gruas móveis com a base de camião de pneus, no entanto, pode ser acoplada a qualquer tipo de estrutura subjacente, dependendo do fabricante, do tipo de operação em questão e da respectiva carga a elevar. Por forma a evitar problemas de instabilidade, face ao modelo de consola deste tipo de lança, o que para a base de camião é frequente, são utilizadas estruturas estabilizadoras ou sapatas que fornecem, durante as operações de elevação, um incremento de resistência ao derrubamento (Figura 43).

A lança telescópica tem sido alvo de grandes inovações ao longo do tempo, tais inovações permitiram dimensionar lanças com comprimentos e alcances cada vez maiores, ao mesmo tempo aliando um peso da lança cada vez mais reduzido.

4.1.3. Principais componentes de protecção e segurança nas gruas móveis

Para assegurar um nível elevado de segurança deste tipo de equipamentos, a EN 13000 (2010) define requisitos específicos que deverão fazer parte da constituição de uma grua móvel. Tais requisitos têm como objectivo proporcionar não só um ambiente sem riscos de acidentes, mas também fornecer condições favoráveis de trabalho para o operador da grua.

Tal como nas gruas torre, as móveis também deverão possuir dispositivos de limitação e indicação, por forma a obter a máxima segurança durante o processo de operação do equipamento. São diversos os dispositivos encontrados nestas gruas, entre os mais importantes destacam-se os:

- Limitadores de movimento, nos quais se integram os de anti-colisão;
- Limitadores de desempenho;
- Limitadores de carga, cuja função é definirem um limite máximo admissível de carga para ser elevada;

- Indicadores de carga que avisam o operador em relação à carga que se encontra no gancho e de eventuais situações de aproximação do limite máximo;
- Indicadores de nível cuja função é permitirem que as estruturas estabilizadoras tenham o nivelamento horizontal e vertical perfeito;
- Limitadores de elevação e de rebaixamento que permitem estipular as distâncias de prolongamento dos cabos e do gancho;
- Limitadores telescópicos, cuja função é permitirem estipular uma extensão máxima e mínima de segurança para a lança;
- Limitadores de rotação da superestrutura;
- Limitadores de ângulo, no caso de lanças inclinadas;
- Limitadores de raio, entre outros.

4.2. Selecção de gruas móveis

Para atingir um bom nível de segurança, qualidade e produtividade no estaleiro, a gestão da obra deverá proceder a uma correcta selecção da grua móvel. O primeiro passo é realizar um planeamento detalhado, contendo os principais pontos-chave que envolvem as operações de construção que utilizarão o equipamento, e as principais características e condicionantes da envolvente da obra, avaliando a necessidade ou não de ocupação da via pública. Esse planeamento influencia a selecção do equipamento, na medida em que, conhecendo todas as acções críticas associadas à grua, é possível definir critérios de escolha, e assim proceder à correcta selecção da grua móvel.

Entre vários critérios de selecção que o responsável deverá atender, destacam-se designadamente as seguintes (Shapiro, et al, 2011):

- Disponibilidade e familiaridade com a grua;
- Localização da obra;
- Capacidade, altura e alcance da grua;
- Tipo de solo;
- Custo;
- Natureza e duração dos trabalhos.

a) Disponibilidade e familiaridade com a grua

São dois factores que influenciam a escolha, devido ao facto de haver um vasto número de modelos de gruas móveis e fabricantes. O responsável por seleccionar a grua deve ter em conta a disponibilidade do equipamento no mercado, e se possível adoptar modelos que tenha utilizado em obras anteriores e que tenha obtido sucesso, pelo que este aspecto incute à obra um certo grau de confiança.

b) Localização da obra

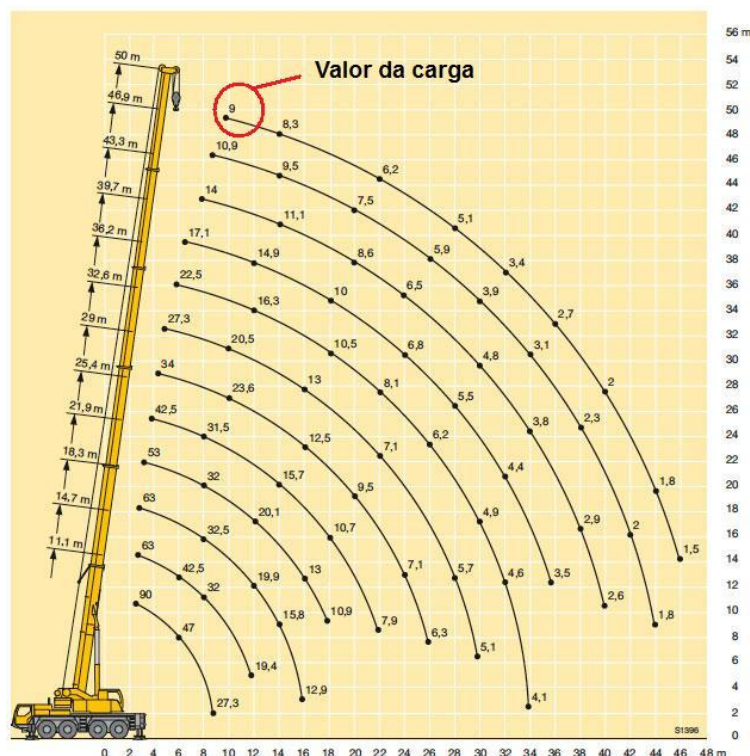
A localização do estaleiro influencia o modelo de grua móvel a seleccionar, devido ao facto de a maioria destes equipamentos serem máquinas de elevada dimensão. Dependendo se a localização do estaleiro é numa zona urbana ou rural, com vias de comunicação e acessos largos ou estreitos, com elevado ou fraco trânsito, é feita a selecção da melhor grua, por forma a facilitar o seu acesso e mobilidade dentro e fora da obra. Como exemplo, são as gruas de esteiras, que apresentam em geral elevada largura, sendo que a sua base torna-a intransitável ao longo de superfícies acabadas. Assim, é impossível o seu transporte na via pública senão através de um camião transportador, o que ocupa certamente uma área considerável.

Por outro lado, a localização da obra é um factor importante, na medida em que depende das estatísticas do vento da região. Para tal, o responsável por seleccionar o equipamento deverá consultar o mapa de ventos da Europa e verificar, segundo a EN 13000 (2010), qual o tipo de grua móvel que melhor se adequa à zona em questão.

c) Capacidade, altura e alcance da grua

Estes critérios são fundamentais para proceder a uma correcta escolha de uma grua móvel. O responsável por seleccionar a grua deverá ter a plena noção do tipo de cargas a serem elevadas no gancho da grua, e garantir que o equipamento a seleccionar apresenta capacidades técnicas suficientes para proceder à elevação. Em relação ao alcance e altura a atingir, a escolha é feita permitindo todos os movimentos, com e sem carga, sem que haja qualquer interferência ou conflito entre a lança e qualquer outro objecto ou estrutura na envolvente, incluindo a própria carga.

Desta maneira, durante o processo de selecção, deverá ser consultado o diagrama que agrega a informação sobre a capacidade de carga tecnicamente viável da grua, com as suas características de altura e alcance, nomeadamente o raio de acção. Este diagrama é o designado diagrama de cargas, semelhante ao definido anteriormente para as gruas torre, e fornece para cada modelo de grua móvel, o comprimento da lança, o raio admissível de acção, a altura atingida pelo gancho, bem como o nível de carga que a lança tem capacidade de elevar para cada ponto descrito pelo raio (Figura 47).



e) Custo

Nos tempos que correm, o custo apresenta-se como um dos factores decisivos na escolha de um equipamento deste tipo. Os elementos que compõem o custo são essencialmente o transporte da grua, no caso das de lagartas, a montagem e desmontagem, de alguns acessórios que a compõem, e o tempo de aluguer no espaço do estaleiro. De uma forma geral, as gruas móveis são equipamentos considerados caros quando a sua presença é elevada no estaleiro. Contudo, as gruas móveis sobre camião de pneus apresentam um custo mais baixo do que as de esteiras, devido ao facto destas últimas não poderem ser transportadas por si próprias fora do estaleiro, e por esse facto necessitarem de equipamento auxiliar. Associada às gruas de base de esteiras está a utilização da lança de treliça que, relativamente à lança telescópica, acarreta custos superiores devido ao facto de ser dispendioso o transporte das várias secções que a compõem, bem como a sua montagem e desmontagem.

f) Natureza e duração dos trabalhos

O tipo de trabalho envolvido nas operações de construção tem influência na escolha do equipamento. De uma maneira geral, a grua móvel é essencialmente requisitada quando se trata de trabalhos associados a uma intervenção rápida ou pontual na obra, pela razão do seu aluguer ser geralmente caro. As razões de selecção de gruas móveis sobre camião com lança telescópica prendem-se a uma grande multiplicidade de tarefas. Tais tarefas incluem, geralmente, cargas e descargas de valor variado, apoio na montagem de outros equipamentos como a grua torre, construção de edifícios pequenos, ainda que muitas vezes nestes casos é substituída pela grua torre, instalação de equipamentos em edifícios, como é o caso de aparelhos de ar condicionado de elevado peso, entre outros.

A selecção de uma grua de lança treliçada, geralmente acoplada a uma base de esteiras, está associada a trabalhos de muito maior duração que no caso das gruas móveis de camião, devido ao facto da sua deslocação e montagem serem mais complexas. Por outro lado, estão associadas também a ciclos de trabalho muito intensivos e repetitivos, aliados a um terreno mais acidentado.

Qualquer dos dois modelos de gruas móveis são extremamente eficientes em termos de produtividade, pois têm a capacidade de operar em vários pontos do estaleiro. No entanto, para trabalhos que requerem o transporte horizontal da carga, as gruas móveis tornam-se inviáveis pela lentidão nestas condições. Ainda assim, para um melhor aproveitamento da mobilidade da grua, no sentido de transportar cargas entre vários pontos do estaleiro, é importante ter em conta efeitos dinâmicos a que a carga fica sujeita, como tal deverá ser consultado cuidadosamente o manual de instruções de cada modelo.

Como nota final, a selecção de uma grua móvel, como qualquer outro equipamento de obra, é um processo muito importante e que tem consequências no futuro do decorrer da obra. Como tal, deverá ser feito um estudo especializado e baseado na informação relativa às características dos principais

modelos existentes, fazendo um elo de ligação entre as principais vantagens e desvantagens de cada tipo com as condicionantes da obra, permitindo optar pelo melhor equipamento.

4.3. Recepção e Controlo de gruas móveis em obra

Após ter sido seleccionada a grua que melhor se adequa à obra em causa, o responsável pela gestão da obra, deverá solicitar a grua e a respectiva entrega. É inteiramente da responsabilidade do proprietário a correcta viagem entre o local onde se encontra a grua e o estaleiro e vice-versa, garantindo o correcto acondicionamento dos diversos acessórios que compõem a grua.

4.3.1. Recepção da grua móvel na obra

Antes da chegada da grua à obra, deverá ser realizado um trabalho preparatório de modo a prever conflitos que envolvam o equipamento. Tais trabalhos visam muitas vezes compatibilizar a entrada do estaleiro com a dimensão da grua, e assegurar a sua passagem por terrenos mais inclinados, sendo muitas vezes necessário proceder a pequenas terraplenagens.

Depois de instalados todos os acessórios pertinentes que compõem a grua, é da responsabilidade do proprietário da grua elaborar uma verificação ao equipamento antes de ceder a grua à obra. Esta inspecção assenta numa verificação visual geral ao equipamento, permitindo avaliar os principais componentes de protecção e segurança e deverá ser realizada pelo operador da grua, devidamente certificado.

No fim, o proprietário deverá entregar na obra o manual de instruções da grua no idioma do país de utilização, bem como todos os documentos que identificam a grua e a sua conformidade com as respectivas directivas comunitárias e normas técnicas. É de notar, que no caso da empresa gestora da obra ser o proprietário do equipamento, este processo não ocorre, e apenas é necessário proceder à sua colocação no estaleiro.

Por último, deverá estar previsto no projecto de estaleiro, locais próprios para o correcto estacionamento das gruas móveis, de tal maneira que não interfiram com outros equipamentos nem nenhum outro elemento presente no estaleiro, evitando problemas de segurança.

4.3.2. Controlo da grua móvel na obra

Como medida de segurança em torno da utilização da grua móvel deverá ser levado a cabo, pela gestão da obra, um controlo eficaz através da realização de um plano de inspecção e manutenção periódicas. Para isso, o responsável pela obra deverá levar a cabo o programa de manutenções e inspecções, através da correcta nomeação de pessoas habilitadas para o efeito e conhecedoras da normalização em vigor.

Este plano inclui a periodicidade e o tipo de cada intervenção e deverá estar especificado pelo fabricante do equipamento no respectivo manual de instruções da grua.

No que diz respeito ao conteúdo do plano de inspecção e manutenção, a norma técnica EN 13000 (2010) aponta directrizes na norma internacional ISO 12480 (1997) e ISO 9927 (2009).

Nestas normas, tal como para as normas relativas às gruas torre, estão previstos cinco níveis de inspecção:

- Diárias;
- Frequentes;
- Periódicas;
- Profundas;
- Excepcionais;

a) Inspeções diárias

Deverão ser realizadas a cargo do operador da grua, que deverá ser habilitado através de um certificado de aptidão profissional declarado por uma entidade credenciada que atesta as suas competências. Estas inspeções caracterizam-se por serem uma verificação visual e geral à grua, através da observação do sistema hidráulico, do nível do óleo, do equipamento eléctrico e não eléctrico, da pressão dos pneus, dos travões, dos dispositivos limitadores e indicadores de segurança, dos cabos e acessórios que compõem os mecanismos, como o gancho, entre outros. É de notar que para este tipo de inspecção não é necessário a remoção de nenhum elemento constituinte da grua.

b) Inspeções frequentes

São inspeções que devem ser realizadas a cargo de um engenheiro especialista ou de um técnico especializado, cujas formações são idênticas às definidas no caso das gruas torre. Deverão ter uma periodicidade mensal e semestral. São analisados mensalmente os elementos tais como, os níveis do óleo e lubrificante, o desgaste e deformação dos acessórios (ganchos, engates e cabos), a verificação das ligações e possível existência de corrosão. Semestralmente são analisados os travões, os sistemas hidráulicos e pneumáticos, as instalações eléctricas, os possíveis mecanismos de degradação dos acessórios, a possível deformação excessiva das secções que compõem as lanças, entre outros elementos especificados no manual de instruções.

c) Inspeções periódicas

Estas inspeções devem ser realizadas a cargo de um engenheiro especialista ou de um técnico especializado, tal como no caso das inspeções frequentes. Para além dos testes funcionais realizados ao equipamento, deverá ser verificada a validade dos documentos que identificam a grua e a sua conformidade com documentos técnicos. Deverão ser também analisados nesta fase os

registos das inspecções realizadas anteriormente ao equipamento. Nesta inspecção é examinada a estrutura metálica da lança e os ganchos, nomeadamente quanto à deformação e corrosão, à falta de parafusos e outras ligações. Deverão ser realizadas anualmente ou sempre que se verifica alguma re-montagem de algum acessório.

d) Inspecções profundas

São inspecções a cargo de engenheiros especialistas cuja formação é idêntica à referida para o caso das gruas torre. O conteúdo das inspecções profundas inclui todas as acções tomadas nas inspecções anteriores e pode requerer a desmontagem de alguma parte da grua ou a realização de algum teste não-destrutivo. A periodicidade destas inspecções é nos intervalos de 4, 8, 10, 12 e 14 anos, sendo que após os 14 anos passa a carácter anual. Todos os elementos que compõem esta inspecção são especificados pelo fabricante no manual de instruções.

e) Inspecções excepcionais

São inspecções de carácter pontual, realizadas a cabo de engenheiros especialistas e que só se realizam se alguma condição excepcional acontecer ao equipamento, tal como a queda de algum objecto, condições climáticas extremas, perturbações nos elementos estabilizadores, colisões, entre outros elementos descritos no manual de instruções.

Para cada tipo de inspecção é necessário proceder à realização de registos que identifiquem todas as intervenções e datas de realização, as anomalias e defeitos encontrados e todas as técnicas e procedimentos adoptados para a sua reparação.

4.4. Segurança na utilização de gruas móveis

Para além dos planos de inspecção e de manutenção levados a cabo, para garantir a segurança durante a utilização das gruas móveis no estaleiro, deverá ter-se noção dos riscos associados a este tipo de equipamento e das respectivas medidas preventivas. É da responsabilidade da gestão da obra desenvolver documentos de gestão da segurança, cujo objectivo é o planeamento dos riscos inerentes à utilização do equipamento, bem como medidas que previnam esses riscos.

O conjunto desses documentos deverá estar ao abrigo da legislação, e cujo conteúdo é semelhante àquele que foi descrito para o caso das gruas torre, anteriormente nesta dissertação. Um exemplo de documento, cujo modelo tipo está apresentado na figura 16, é a ficha de Controlo de Recepção de Equipamentos.

Na prática corrente, existem vários riscos e medidas preventivas no decorrer da utilização das gruas móveis. Desses riscos destacam-se como os mais frequentes os seguintes (Silveira, 2012):

- O risco de tombamento da grua;

- O risco de queda de carga ou qualquer outro objecto;
- O risco do contacto da grua com linhas eléctricas.

O risco de tombamento pode ocorrer por nivelamento defeituoso, por falha do terreno onde assentam os elementos de estabilização, pelo excesso de carga ou pelo efeito do vento. Para tal, é necessário atender ao diagrama de cargas por forma a elevar apenas a carga tecnicamente permitida associado à respectiva inclinação, raio e comprimento da lança. Desta maneira, o diagrama de cargas, (Figura 44), deverá estar afixado e bem visível na grua.

Outra medida preventiva, face ao risco de tombo do equipamento, é garantir a resistência do solo e assim evitar o afundamento da grua durante a operação de elevação. Para tal, quando o terreno apresentar condições fracas de resistência, deverá ser aumentada e reforçada a área onde assentam os estabilizadores, utilizando perfis metálicos ou barrotes de madeira.

É também considerado um risco quando a localização dos elementos estabilizadores da grua estão próximos de taludes instáveis ou de desníveis com má contenção periférica. Como tal, é necessário instalar os elementos estabilizadores a uma distância de pelo menos o dobro da profundidade do talude que lhe está próximo. No caso de não serem utilizados os elementos estabilizadores em gruas móveis de camião, deverá ser verificada a pressão dos pneus.

No que respeita ao risco de queda de carga, ou de qualquer outro objecto, dever-se-á ter especial cuidado relativamente à queda de objectos por potenciar outros riscos, nomeadamente o esmagamento. Este risco é proporcionado através de defeitos ocorridos nos acessórios que compõem os mecanismos de elevação como os cabos, eslingas, ganchos, ou devido ao choque da carga com algum obstáculo da envolvente. Em relação aos acessórios de elevação, as principais medidas preventivas devem-se basear na perfeita manutenção dos mesmos, e proceder à sua substituição pontual. No que diz respeito ao choque da carga com obstáculos da envolvente, é necessário atender às manobras efectuadas com a máquina, no sentido de evitar a interferência com pessoas ou outros objectos existentes no estaleiro. Desta forma, é importante a correcta sinalização de pessoas e obstáculos e garantir a máxima visibilidade do operador. No caso de não ser possível a visibilidade máxima, deverá ser garantida a perfeita comunicação entre pessoas auxiliares e o operador.

Relativamente ao risco do contacto da grua com linhas eléctricas, dever-se-á estabelecer uma distância de segurança durante o processo de elevação de cargas, entre a linha e o equipamento e os seus elementos constituintes, como a lança, o gancho e os cabos. Outras medidas de prevenção passam pela desactivação, remoção, isolamento ou desvio das linhas eléctricas. Em caso de impossibilidade de alguma das acções anteriores é necessário sinalizar correctamente a linha e a zona de proximidade. Se houver contacto entre a grua e uma linha eléctrica, o operador deverá sair

da cabine do equipamento sem que toque simultaneamente na máquina e no solo. É de referir que as distâncias de segurança estão referidas no ponto 3.4. (Segurança na utilização de gruas torre).

Por fim, para completar um perfeito controlo das gruas móveis em obra, estão definidas na, EN 13000 (2010), algumas verificações práticas a ter em conta, principalmente de carácter diário, pelo operador da grua antes, durante e após o processo de operação.

As verificações antes de colocar a grua móvel em serviço, incluem:

- ✓ Avaliar o acondicionamento e o peso da carga antes de a elevar;
- ✓ Verificar a posição da grua, o seu nivelamento, as condições do terreno e a horizontalidade dos elementos estabilizadores;
- ✓ Avaliar as condições do vento e a sua interacção em função da área da carga exposta ao vento, sendo que muitas vezes é necessário estimar a força que o vento actua sobre a carga, $F = c \times A \times q$, sendo que A é área do objecto exposto ao vento, q a pressão do vento e c o coeficiente aerodinâmico. Como referência poderá tomar-se o valor de 1,2 m²/ton por forma a calcular a carga exposta ao vento sem causar riscos;
- ✓ Efectuar uma verificação rápida dos cabos e dos mecanismos de elevação;
- ✓ Verificar alguns elementos mecânicos da grua, tais como o funcionamento do motor, a pressão hidráulica, o sistema eléctrico, entre outros;
- ✓ Verificar o correcto funcionamento dos movimentos da grua;
- ✓ Verificar se está desimpedida a vista para a área de trabalho, caso contrário, acertar a comunicação entre o operador e a pessoa auxiliar;
- ✓ Verificar o correcto funcionamento dos dispositivos de protecção e segurança (indicadores e limitadores da grua);
- ✓ Verificar se está apta a comunicação entre o operador e as pessoas envolvidas no processo de elevação;
- ✓ Verificar, para situações onde é necessário utilizar as estruturas estabilizadoras, que os pneus estão completamente elevados em relação ao solo.

As verificações durante a operação com a grua móvel, incluem:

- ✓ Efectuar uma correcta colocação da carga em relação às correntes, eslingas e gancho;
- ✓ Parar os movimentos da grua em caso de emergência;
- ✓ Verificar que as condições não se aproximam das condições limite, nomeadamente a carga;
- ✓ Não arrastar as cargas;
- ✓ Respeitar todos os avisos emitidos pelos limitadores e indicadores da grua;
- ✓ Evitar o contacto da carga com a superestrutura ou qualquer outro acessório da grua;
- ✓ Alertar através de avisos luminosos e/ou sonoros aquando duma situação de perigo;
- ✓ Não fazer movimentos bruscos com a carga, evitando oscilações;
- ✓ Não utilizar a inversão dos movimentos para parar outros;

- ✓ Manter distâncias de segurança entre a grua e quaisquer elementos que possam ser obstáculos incluindo as linhas eléctricas;
- ✓ Deverá proceder-se à colocação da grua em situação de fora de serviço para velocidades do vento definidas no ponto 3.4.

As verificações após a operação com a grua móvel, incluem:

- ✓ Colocar a grua numa posição de fora de serviço;
- ✓ Parquear correctamente a grua no estaleiro;
- ✓ Verificar que as estruturas estabilizadoras estão devidamente recolhidas;
- ✓ Verificar que a lança da grua, no caso de ser telescópica, encontra-se devidamente recolhida;
- ✓ Não deixar cargas suspensas no gancho;
- ✓ Desligar o motor e a fonte de energia;
- ✓ Verificar o estado dos cabos e outros acessórios que compõem a grua;
- ✓ Trancar a cabine do operador e do camião;
- ✓ Tomar as devidas precauções no caso de tempestade.

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS ELEVADORES DE OBRA

No presente capítulo apresentam-se as características técnicas dos elevadores de obra, descrevendo os dois tipos mais utilizados na prática. Inicia-se com uma breve descrição dos principais tipos existentes, e posteriormente é analisada de que forma a normalização europeia cobre este tipo de equipamentos.

5.1. Descrição e tipos de elevadores de obra

Com a necessidade de aumentar os níveis de produtividade na construção, especialmente ao nível dos acabamentos em edifícios altos, os elevadores de obra para transporte vertical de materiais têm vindo a ganhar um espaço considerável no que diz respeito à sua utilização. O aumento significativo na procura por estes equipamentos levou a que se investigasse no sentido de procurar soluções que visam aliar a segurança e qualidade em torno da sua utilização.

Como em qualquer equipamento ou máquina, os elevadores de obra são alvo de um processo de marcação CE, cujo objectivo é assegurar que estão aptos a serem utilizados na construção. Essa marcação deverá ser feita por organismos notificados e de acordo com a Directiva Máquinas e respectivas normas técnicas europeias. No campo da normalização técnica europeia, estes equipamentos estão cobertos pelas EN 12158 (2010) e EN 12159 (2012), dedicadas respectivamente aos elevadores de obra para materiais e para pessoas e materiais. Esta norma define princípios relativamente aos elevadores que abrangem o seu projecto, fabrico, verificação e directrizes para a sua correcta utilização.

Como nota introdutória, é de referir que há ligeiras diferenças entre elevadores de transporte de pessoas e materiais e elevadores apenas de transporte de materiais. Ao nível da presente dissertação, abordar-se-á o segundo caso, que corresponde a elevadores de obra de transporte de pessoas e materiais, sendo que é este o mais utilizado na prática.

A EN 12159 (2012) define elevadores de obra, como sendo equipamentos de carácter temporário que servem os vários patamares construtivos do elemento em fase de construção, compostos essencialmente por uma plataforma ou cabine para transporte, devidamente protegida, que se encontra aparelhada a uma torre através de guias que a estabilizam e que por acção de um mecanismo lhe incute movimentos verticais ao longo dessa torre.

A referida norma técnica fornece, ao nível europeu, directrizes técnicas ao fabricante sobre o correcto dimensionamento, projecto e especificação técnica dos elevadores, incluindo os principais componentes e requisitos de protecção e segurança. Fornece também informações sobre a correcta utilização em obra, nomeadamente ao nível de inspecções, manutenções e controlo.

Na prática é possível definir-se dois tipos diferentes de elevadores de obra para transporte de pessoas e materiais, sendo estes:

- Elevadores de cabo (Figura 48);
- Elevadores de cremalheira (Figura 49).

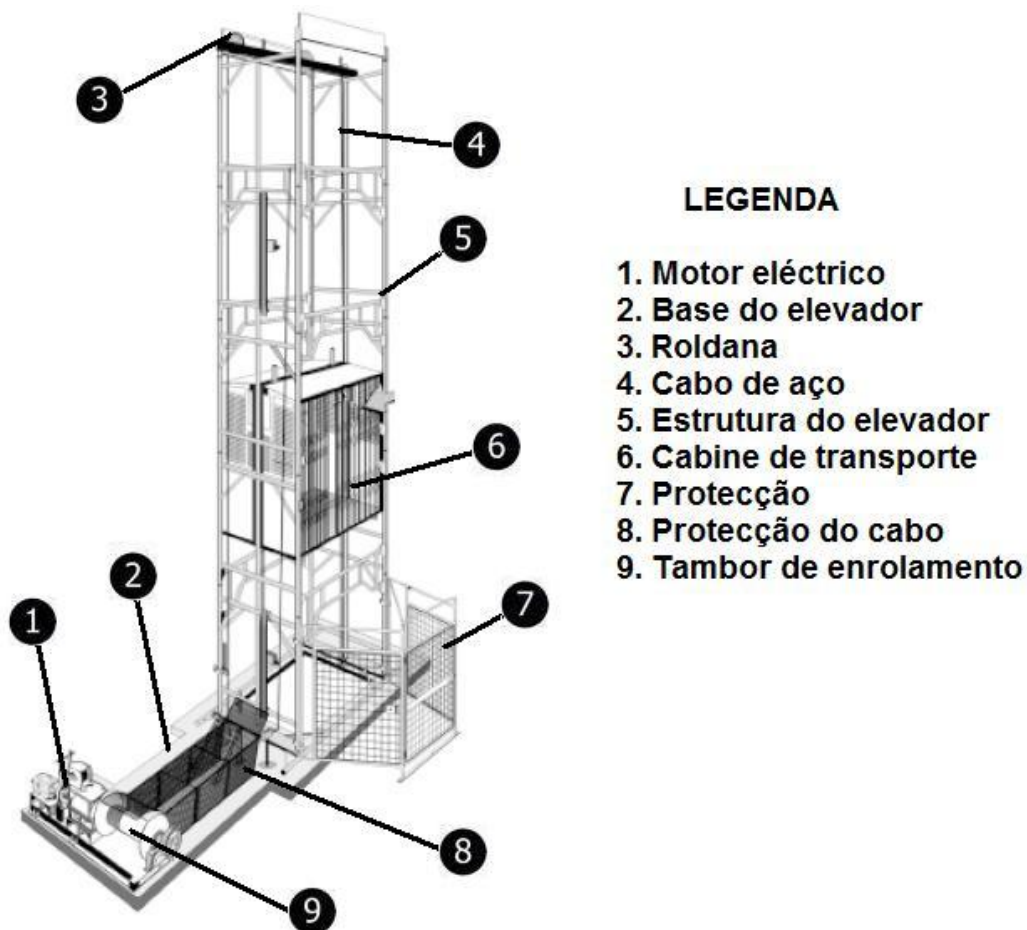


Figura 48: Elevador de obra do tipo cabo (Adaptado de Viana, et al., 2001)

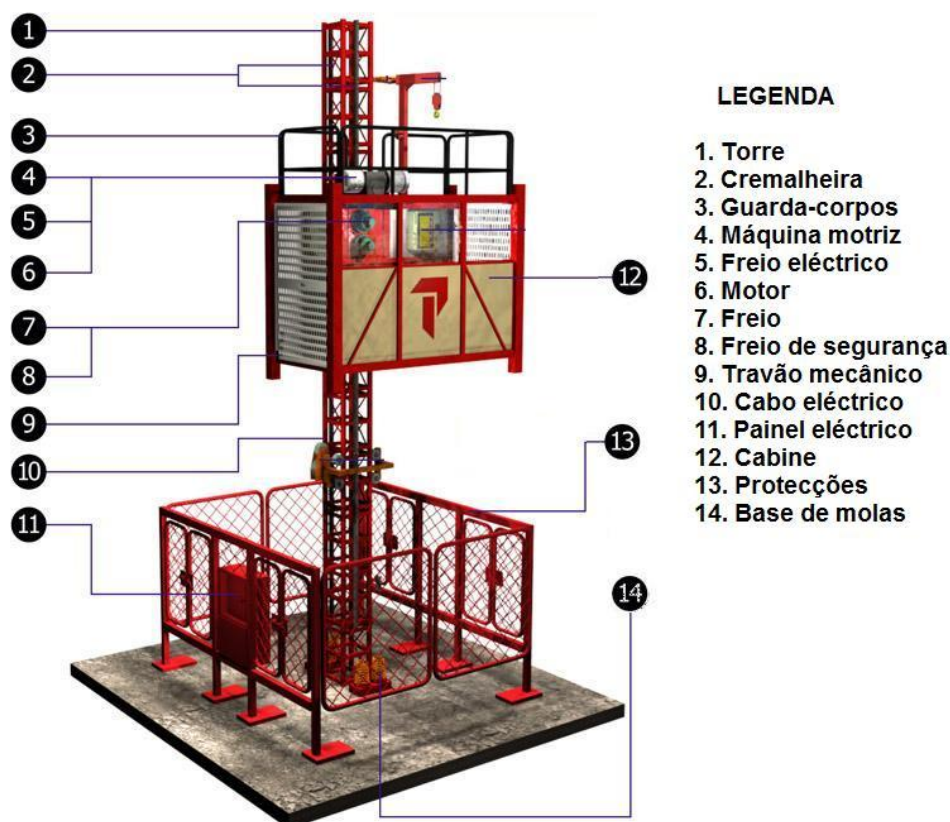


Figura 49: Elevador de obra do tipo cremalheira (Adaptado de PINGON, 2012)

Ambos os tipos de elevadores podem ser controlados por um operador na cabine, ou ainda por uma unidade de controlo localizada no solo. Em qualquer uma das situações terá que haver uma comunicação perfeita entre o pessoal que opera com o transporte do material, em cada piso, e o operador da cabine ou o que possui o sistema de controlo (Lima, et al., 2007).

5.1.1. Elevadores de obra do tipo cabo

São elevadores caracterizados por assentarem numa base devidamente projectada e nivelada em betão armado ou chapa metálica. A base é constituída por uma peça única, que contém três elementos, o local de encastramento das guias metálicas que compõem a torre, no interior das quais está localizado a plataforma de transporte, o motor eléctrico responsável pelo movimento do cabo, e um tambor segundo o qual é enrolado o cabo. Na base encontra-se um sistema de amortecimento no qual assenta o elevador absorvendo correctamente os esforços (Adaptado de Viana, et al., 2001).

Os elevadores de cabo diferem-se dos elevadores de cremalheira, na medida em que o seu mecanismo de funcionamento é accionado através de um guincho electromecânico, que está ligado ao tambor que faz o enrolamento do cabo de aço. À medida que o motor exerce a força, o cabo é traccionado e enrolado no tambor, através de roldanas, proporcionando o movimento vertical da cabine do elevador. É de notar que se devem adoptar para este tipo de sistemas de protecção em

rede metálica em torno do cabo, por forma a evitar o contacto entre este e qualquer outro objecto (Adaptado de Viana, et al., 2001).

A plataforma que constitui a cabine de transporte é constituída por um pavimento metálico e antiderrapante. A cobertura e as paredes da cabine são normalmente materiais opacos, possuindo, na parte lateral, cancelas em rede metálica que possibilitam a entrada e saída da carga. O acesso da cabine aos pisos construídos é executado através de uma rampa devidamente dimensionada, encontrando-se rigidamente afixada à plataforma da cabine (Adaptado de Viana, et al., 2001).

5.1.2. Elevadores de obra do tipo cremalheira

O elevador do tipo cremalheira é constituído por uma torre em estrutura metálica tubular, na qual está acoplada uma estrutura de cremalheira. A cabine de transporte é constituída por um piso, normalmente em chapa metálica antiderrapante rodeado por uma vedação opaca e metálica. No topo da plataforma está localizado o sistema que constitui o motor do equipamento e que contribui para o movimento da cremalheira, que é constituído por um motor eléctrico e pelos freios de segurança que servem como travões de emergência, podendo ser manuais ou automáticos (Adaptado de Viana, et al., 2001).

Na base da torre do elevador está localizado o painel eléctrico que alimenta o motor do equipamento através de cabos eléctricos que ligam o painel ao respectivo motor. Este pequeno sector de comando está rodeado por uma vedação metálica constituída por cancelas, que por razões de segurança devem-se manter trancadas, abrindo-se só aquando do carregamento e descarregamento do elevador. A base do elevador deverá ser devidamente projectada e nivelada para o efeito e poderá ser constituída por uma laje de betão armado. É na base que se localiza também um sistema de molas e amortecedores que amortecem a paragem do elevador (Adaptado de Viana, et al., 2001).

Sendo os dois tipos de elevadores (cremalheira e cabo) sujeitos a cargas elevadas no decorrer da sua utilização, e ambos serem guiados por torres metálicas usualmente esbeltas, é de prever que estas mesmas torres fiquem sujeitas a problemas de estabilização e falta de verticalidade, principalmente com o movimento do elevador e com a acção do vento. Neste sentido é extremamente importante, aquando da instalação dos elevadores, prever sistemas que evitem a instabilização lateral das torres. Tal instabilização é evitada escorando e espiando a torre metálica à estrutura rígida do edifício através de tubos metálicos ou tirantes devidamente ligados e fixados (Figura 50) (Adaptado de Viana, et al., 2001).

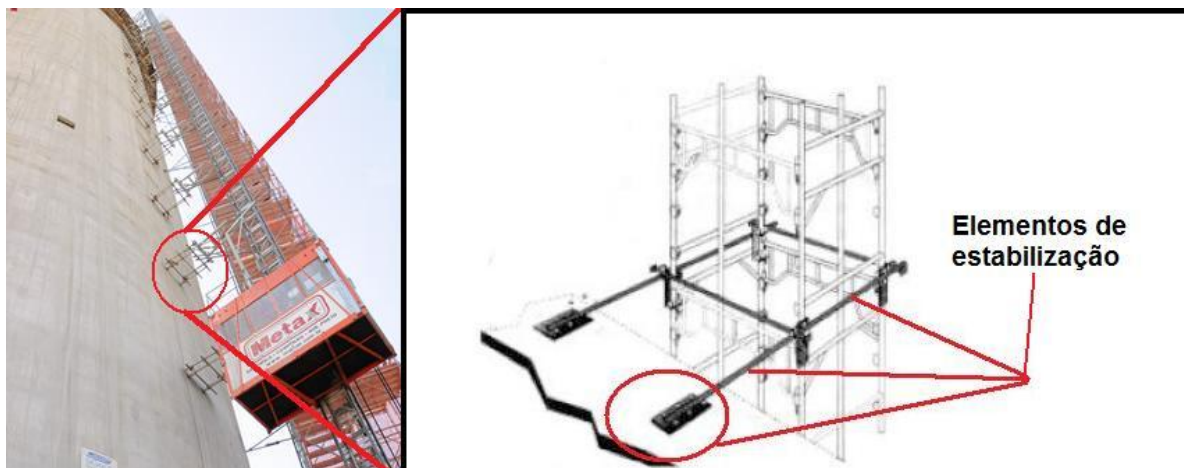


Figura 50: Elementos de estabilização da torre de um elevador de obra (Adaptado de Viana, et al., 2001)

5.1.3. Principais componentes de protecção e segurança nos elevadores de obra

A normalização técnica aplicada aos elevadores, tal como acontece em qualquer outro equipamento, fornece directrizes e especificações aos fabricantes sobre os dispositivos de segurança que deverão fazer parte dos equipamentos.

Desta maneira, no que concerne às protecções e dispositivos de segurança, o equipamento do tipo elevador deverá estar munido principalmente de elementos de controlo, limitadores e indicadores. Fazem parte desses elementos: sensores na entrada da plataforma que não permita o seu funcionamento com a cancela aberta ou incorrectamente fechada; dispositivos que bloqueiem as aberturas, em cada nível de acesso à plataforma; limitador de velocidade, limitador de carga, que impede o funcionamento do elevador com carga superior à tecnicamente permitida; dispositivos limitadores de fim de curso, para cima e para baixo; sistema de controlo de verticalidade e horizontalidade dos elementos; freios de emergência e segurança, sistema de avisos sonoros e luminosos, entre outros (EN 12159, 2012).

É da responsabilidade do fabricante, ao abrigo da normalização, levar a cabo testes e verificações durante o processo de fabrico de todos os requisitos e componentes de protecção e segurança, por forma a ser capaz de levar a cabo um processo de marcação e certificação à máquina positivos.

5.2. Selecção de elevadores de obra

Por forma a obter um certo nível de segurança, qualidade e produtividade no estaleiro, a gestão da obra deverá proceder à correcta selecção do tipo de elevador a instalar na obra. Primeiramente deve ser realizado um planeamento detalhado, com vista a determinar as operações que mais utilizarão o equipamento.

Quando se pretende obter um elevador de obra deve-se, como em qualquer outra situação, começar por definir os objectivos do equipamento e reflectir acerca dos seus critérios de selecção. O responsável pela selecção do equipamento deve-se basear em vários critérios de escolha, nomeadamente (Adaptado de Shapiro, et al, 2011):

- Disponibilidade no mercado e familiaridade com equipamento;
- Energia disponível no estaleiro;
- Localização da obra;
- Tipo de elemento a transportar;
- Capacidade e tipo de carga;
- Produtividade do elevador;
- Custo do elevador;
- Segurança do elevador.

a) Disponibilidade no mercado e familiaridade

Deve-se procurar utilizar equipamentos que estejam bem integrados e disponibilizados no mercado, sendo que para isso é necessário fazer um levantamento das principais empresas que fornecem este tipo de máquinas. Por outro lado, o responsável por seleccionar o equipamento pode sentir alguma confiança em certos tipos de elevador, que outrora tenha seleccionado e tenha obtido níveis de segurança, qualidade e produtividade satisfatórios.

b) Energia disponível no estaleiro

Tal como no caso das gruas torre, o problema da energia acentua-se no caso dos elevadores, pois está-se perante equipamentos que requerem bastante energia disponível para desempenhar correctamente as suas funções, especialmente os arranques.

c) Localização da obra

Quando se realiza a selecção de um elevador de obra, a localização da obra é um factor importante, na medida em que depende das estatísticas do vento da região. Para tal, o responsável por seleccionar o equipamento deverá consultar o mapa de ventos da Europa e verificar, segundo a EN 12159 (2012), qual o tipo de elevador que melhor se adequa à zona em questão. No entanto é de referir que a interacção do vento com o elevador depende da envolvente da obra, e apenas se torna preponderante em alguns tipos de estrutura, como o representado na figura 51.

d) Tipo de elemento a transportar

Neste sentido, é necessário reflectir acerca do tipo de elevador que se pretende, nomeadamente se este terá funções que correspondam ao transporte de apenas materiais ou, se por outro lado, de materiais e pessoas. Este facto vai implicar a escolha em relação ao tipo de elevador e respectiva configuração da cabine.

e) Capacidade e tipo de carga

Como para qualquer equipamento de elevação, em particular nos elevadores, o tipo e capacidade de carga são factores fundamentais, na medida em que não só afectam a produtividade como quando mal geridos, podem originar acidentes. Desta forma, e para prevenir eventuais contratempos de excessos de carga, o responsável por seleccionar o equipamento deverá quantificar e qualificar o tipo de carga que futuramente é alvo de transporte por parte do elevador, algo que depende de um estudo rigoroso das operações de construção e do caderno de encargos da obra. Com isto, é claro que a pesquisa no mercado e a busca pelo melhor modelo será simplificada, sendo que os elevadores se encontram apresentados no mercado fundamentalmente em função da capacidade de carga que suportam. Esta carga pode variar em geral entre 800 a 1000 kg para elevadores de cabo e de 800 a 2000 kg para elevadores de cremalheira (Mecan, 2013)

Em relação ao tipo de carga, é necessário saber definir qual o objectivo de transporte dos elevadores, sendo que um passo importante é determinar se o elevador tem como alvo de transporte pessoas ou apenas materiais ou pequenos equipamentos. A necessidade ou não de transportar pessoas vai fazer depender a escolha do modelo de elevador, isto é, em caso afirmativo, o equipamento terá que possuir cabine de operador. A própria cabine de transporte vai depender do tipo de materiais a carregar, nomeadamente o seu volume, dimensões, entre outros.

f) Produtividade do elevador

A produtividade é um aspecto que afecta qualquer obra, como tal, há que saber seleccionar o elevador que melhores níveis de produtividade oferece. É implícito que tal depende, naturalmente, do tempo de montagem, desmontagem e utilização, sendo que a velocidade de transporte é um factor importante a ter em conta no processo de escolha do elevador. A produtividade está também intimamente ligada com a duração estipulada para o elevador permanecer na obra, isto é, no caso de este permanecer pouco tempo é natural que se opte por um elevador mais rápido. Em geral, os elevadores de cremalheira são mais produtivos que os de cabo, não só pelos processos de montagem e desmontagem, como pelas velocidades que atingem durante o transporte das cargas (Lagares, et al., 2012).

g) Custo do elevador

Os elevadores são elementos que encarecem uma obra, mas que por outro lado trazem níveis de produtividade elevados em obras de grande altura. Em geral, Lagares et al. (2012) afirma que os elevadores de cremalheira exigem maiores custos de compra ou aluguer que os elevadores de cabo, ditados pela sua tecnologia de ponta. Por outro lado, os de cremalheira estão associados a custos de instalação e manutenção menores que os de cabo, devido não só ao facto destes últimos estarem sujeitos a substituições correntes dos cabos, que se vão degradando, mas também pela mais rápida corrosão dos seus elementos constituintes.

h) Segurança do elevador

Actualmente, com o grau de exigência de segurança em obra, é previsível que o responsável por seleccionar o elevador de obra tenha que reflectir sobre este aspecto. Por conseguinte, a selecção do melhor tipo de elevador a colocar em obra depende dos níveis de segurança oferecidos pelo equipamento. Lagares et al. (2012) afirma que os elevadores de cremalheira têm padrões mais elevados de segurança do que os elevadores de cabo, não só durante a sua utilização mas também durante a sua instalação. Este facto deve-se sobretudo devido à composição e ao tipo de estrutura utilizada nos dois tipos de elevadores que são bastante diferentes, estando os elevadores de cabo dependentes de um maior nível de manutenção do que os de cremalheira.

i) Tipo de elemento a construir

A forma e dimensão do elemento a construir influenciam o processo de selecção dos elevadores de obra. Sendo que os elevadores de cabo estão mais aptos a estruturas como edifícios correntes de habitação. Já no âmbito dos edifícios de elevada altura ou estruturas não tão habituais, como é o caso de torres de chaminés (Figura 51), estruturas de suporte de antenas ou barragens, tornam-se mais eficientes os elevadores de cremalheira.



Figura 51: Elevador de obra em operação numa torre de arrefecimento (MetroElevator, 2013)

5.3. Recepção e Controlo de elevadores em obra

Após uma correcta selecção e escolha do tipo de elevador, a gestão da obra solicita-o a um fabricante ou empresa de aluguer/venda habilitada para o efeito. A entrega, a montagem e desmontagem do equipamento deverá ser a cargo do fornecedor e este deverá obedecer às regras descritas pela normalização em vigor.

5.3.1. Recepção dos elevadores na obra

Antes da chegada do equipamento ao estaleiro, a gestão da obra deverá realizar um planeamento de actividades que englobam o elevador, no sentido de obter bons níveis de produtividade com o

equipamento. No decorrer deste planeamento deverá ser também realizado o projecto de estaleiro que implica a perfeita definição e localização do elevador.

A localização do elevador requer um estudo específico no sentido de obter o melhor nível de produtividade e segurança. Uma localização possível passa por colocar o elevador de obra no poço que será ocupado futuramente por um eventual elevador do edifício. Esta decisão tem como vantagem não interferir com os trabalhos que envolvem a fachada do edifício, e assim proceder à conclusão desta com maior facilidade. Outra localização possível, e corrente na construção de edifícios, é na área destinada a varandas, facilitando o acabamento da fachada do edifício. Por outro lado, a localização deverá ser tal que ofereça a melhor fixação dos elementos de escoramento que asseguram uma estabilidade lateral da torre do elevador, e diminua a possibilidade de eventuais conflitos e interferências entre o equipamento ou qualquer outro obstáculo da envolvente, nomeadamente, linhas eléctricas (Adaptado de Souza, 2006).

Depois da respectiva chegada e instalação do equipamento por parte do fabricante, é da responsabilidade deste, através de um engenheiro especialista, realizar uma inspecção e verificação de acordo com os critérios normativos, estando descritos no manual de instruções do elevador. Tal inspecção visa a verificação aos dispositivos principais de protecção e segurança, bem como a verificação da estabilidade estrutural do elevador. No acto da entrega do equipamento à obra terá que ser fornecido o respectivo manual de instruções, incluindo o plano de inspecção e manutenção.

Depois de recebido o equipamento, a gestão da obra deverá efectuar também uma inspecção de aceitação, que engloba apenas uma verificação geral ao equipamento. Deverá também identificar todo o conjunto de documentos que identificam o equipamento, nomeadamente, se o modelo e série é aquele que foi realmente seleccionado, a declaração e marcação CE de conformidade, o manual de instruções, entre outros.

5.3.2. Controlo dos elevadores na obra

O controlo do equipamento como medida de segurança durante a permanência do elevador na obra, deverá ser feito através da realização do plano de inspecção e manutenção especificado pelo fabricante no manual de instruções, contendo a descrição dos principais pontos a actuar e a respectiva periodicidade.

O manual de instruções é uma peça fulcral para o correcto funcionamento e controlo do equipamento, na medida em que descreve todos os pormenores de utilização a que o elevador deverá estar sujeito, nomeadamente a sua velocidade máxima de funcionamento, carga máxima admissível, sistemas de emergência, temperaturas de funcionamento, os ventos de serviço e fora de serviço, distâncias de segurança, os planos de inspecção com a respectiva periodicidade, verificações a realizar e as pessoas autorizadas a fazê-lo, entre outros.

Segundo a normalização britânica, designadamente a norma BS 7212 (2006), é estritamente necessário que o responsável pela obra proceda à correcta nomeação de pessoas habilitadas para levar a cabo as directrizes do plano de inspecção e manutenção do elevador. Tais pessoas devem possuir a devida experiência e conhecimento dos sistemas que compõem o elevador, bem como as normas e regulamentos em vigor.

A norma BS 7212 (2006) aponta directrizes, juntamente com a EN 12159, para a execução do plano de inspecção aos elevadores durante a sua permanência em obra. Tal plano é composto por, para além das verificações diárias (Ver 5.4.), e do plano de manutenção (prevenir a degradação do elevador), inspecções diárias, profundas e excepcionais que deverão ser realizadas periodicamente.

Tais inspecções deverão ser levadas a cabo pelo operador do elevador e engenheiros especialistas respectivamente, estando os engenheiros especialistas geralmente associados à empresa fabricante do elevador.

Quando às inspecções diárias, estas são realizadas através de pequenas verificações dos elementos principais e dos dispositivos de segurança.

As inspecções profundas deverão ser realizadas com três objectivos:

- Determinar se o elevador foi correctamente instalado e está apto, em termos de segurança, para operar;
- Para detectar eventuais mecanismos de degradação, durante a sua utilização;
- Para verificar se alguma alteração ou reparação, outrora realizada, tenha colocado o elevador em perfeitas condições de funcionamento.

Em condições normais, as inspecções profundas têm um carácter meramente preventivo, na medida em que servem para incrementar a segurança do elevador durante a sua utilização. Tais inspecções, em condições usuais, visam uma verificação estrutural, uma verificação aos dispositivos de segurança (limitadores e indicadores), verificação dos cabos, da cremalheira, da cabine, do sistema eléctrico, entre outros.

Em termos de periodicidade, para elevadores com função de transporte de pessoas e materiais as inspecções deverão ser realizadas semestralmente. Caso contrário, para elevadores com função de apenas transporte de materiais essa inspecção é em geral anual.

Estão ainda previstas inspecções profundas aos elevadores em condições excepcionais sempre que, em relação ao equipamento, tenha ocorrido algum acontecimento de carácter excepcional. Tais acontecimentos prendem-se com situações tais como, a modificação significativa de alguma parte do elevador, a ocorrência de uma situação de sobrecarga, a danificação do equipamento após acidentes

ou colisões, sempre que tenha ocorrido fenómenos especiais, como por exemplo condições climatéricas extremas, sismos, entre outros.

Como nota final, após a realização de qualquer plano de inspecção ou manutenção a um elevador de obra, é necessário proceder à realização de registos que identifiquem todas as intervenções e datas de realização, as anomalias e defeitos encontrados e todas as técnicas e procedimentos adoptados para a sua reparação.

5.4. Segurança na utilização dos elevadores de obra

Para obter níveis de segurança na utilização do elevador e reduzir ou evitar o número de acidentes deve-se, para além de realizar o plano de inspecção e manutenção, conhecer e informar os trabalhadores sobre todos os riscos e medidas preventivas inerentes ao equipamento. Tal como descrito para as gruas, é da responsabilidade da gestão da obra manter os documentos de gestão da segurança que especifiquem os riscos e as respectivas medidas preventivas no processo de utilização do elevador de obra. Tal documento é, por exemplo, a ficha de Controlo de Recepção de Equipamentos (Figura 16).

Na prática, os riscos associados ao equipamento do tipo elevador de obra são numerosos, bem como as respectivas medidas que proporcionam a sua mitigação. Em geral, como em qualquer equipamento de construção, o principal risco de acidentes com os elevadores é o não cumprimento completo do plano de inspecção e manutenção. Neste sentido, como medida mitigadora desse risco é o correcto cumprimento desse plano levado a cabo pelo responsável da obra, durante a permanência do equipamento no estaleiro.

Consideram-se como principais riscos associados à utilização do elevador (Lima, et al., 2007):

- O risco de transporte de pessoas quando o elevador é estritamente para transporte de materiais;
- O risco associado à descida em queda livre;
- O risco associado à abertura das cancelas quando o elevador se encontra em movimento ou em locais impróprios;
- O risco associado ao rompimento do cabo, caso o elevador seja de cabo;
- O risco associado ao contacto do elevador com linhas eléctricas;
- O risco associado à queda de objectos durante a movimentação.

Relativamente ao risco de transporte de pessoas quando o elevador é estritamente para transporte de materiais dever-se-á manter os trabalhadores devidamente informados do objectivo de utilização do elevador, e proceder à fixação de várias placas de aviso descrevendo a proibição de entrada de pessoas.

No que respeita ao risco associado à descida em queda livre, deverão ser levados a cabo os vários itens do plano de inspecção e manutenção, em especial no que se refere à verificação das estruturas do elevador e dos respectivos cabos.

Quanto ao risco associado à abertura das cancelas quando o elevador se encontra movimento ou em locais impróprios, estas deverão ser trancadas sempre que se utiliza o elevador e deverá ser feita a respectiva verificação dos dispositivos de protecção respeitantes ao bloqueio automático das cancelas.

O risco associado ao rompimento do cabo é mitigado através da correcta manutenção e inspecção de modo a proceder à sua substituição, sempre que necessário.

No que se refere ao risco associado ao contacto do elevador com linhas eléctricas, dever-se-á tomar como prevenção deste risco a ligação à terra da estrutura do elevador, bem como o afastamento ou encerramento de todas as linhas eléctricas próximas do local de instalação do equipamento.

Por último, para evitar o risco associado à queda de objectos durante a movimentação, os trabalhadores deverão ser obrigados a proceder à utilização dos respectivos dispositivos de protecção individual, nomeadamente o capacete e as botas. Nos casos em que seja possível, deverá ser previsto um sistema de guarda-corpos ou redes de protecção contra a queda de objectos.

As acções e verificações a ter em conta antes, durante e após a utilização de um elevador de obra são da responsabilidade de um técnico, geralmente o operador, com a devida experiência e conhecimento do equipamento. Este deverá possuir um certificado de aptidão que o permita desenvolver tais funções. Tais acções deverão ser levadas a cabo com uma periodicidade diária, no sentido de proporcionar um ambiente de segurança em torno dos elevadores (BS 7212, 2006).

As verificações antes de colocar o elevador em serviço, incluem:

- ✓ Verificação se está feita a fixação da placa, próximo do elevador, contendo a carga máxima;
- ✓ Verificação do correcto funcionamento de todos os mecanismos e dispositivos limitadores e indicadores;
- ✓ Verificação do correcto funcionamento das cancelas e rampas de acesso à cabine;
- ✓ Verificar os interruptores e travões de emergência;
- ✓ Verificação da existência de barulhos estranhos;
- ✓ Verificar o correcto enrolamento dos cabos;
- ✓ Verificar/estimar o peso da carga a elevar, de modo a não ultrapassar a capacidade do elevador;
- ✓ Verificação da correcta lubrificação dos cabos do elevador;
- ✓ Verificar se o vão interno da torre do elevador se encontra livre e desobstruído;

- ✓ Verificar a perfeita comunicação entre as pessoas envolvidas na utilização do elevador.

As verificações durante a operação com o elevador, incluem:

- ✓ Respeitar a lotação máxima da cabine de transporte;
- ✓ Não sobrecarregar a cabine;
- ✓ Verificar que a velocidade da cabine do elevador não excede os 25 km/h;
- ✓ Parar o funcionamento do elevador para velocidades do vento próximas de 70 km/h;
- ✓ Realizar uma distribuição uniforme das cargas na cabine para não provocar desequilíbrios;
- ✓ Não transportar materiais ou objectos que podem causar conflito com elementos exteriores à cabine;
- ✓ Não abrir as cancelas da cabine sem que esta esteja completamente parada no sítio próprio;
- ✓ Proibição da entrada de pessoas a elevadores que são estritamente de transporte de cargas;
- ✓ Baixar correctamente a rampa de acesso aos pisos;
- ✓ Colocar o elevador fora de serviço no caso de existirem vibrações ou movimentos anormais;
- ✓ Verificar se o enrolamento do cabo de aço em torno do tambor está a fazer-se correctamente;
- ✓ Evitar travagens bruscas com o elevador.

As verificações após a operação com o elevador, incluem:

- ✓ Parar o elevador junto ao solo;
- ✓ Trancar as cancelas de acesso à plataforma;
- ✓ Limpar a cabine e os acessos aos vários níveis, mantendo-os desobstruídos;
- ✓ Verificar o estado dos cabos de aço;
- ✓ Desligar o motor e o sistema eléctrico do elevador;
- ✓ Proceder a lubrificações periódicas dos cabos de aço.

6. CONCLUSÕES

A presente dissertação insere-se no âmbito da segurança na construção. Referiu-se a existência de valores elevados de sinistralidade laboral, sendo o sector da construção, um dos sectores de actividade profissional com um maior número de acidentes e mortes nos dias de hoje.

Um dos factores que contribui para o elevado nível de acidentes na construção, está relacionado com os equipamentos de apoio existentes no estaleiro. Estes equipamentos são por vezes subestimados em matéria de inspecção e manutenção, sendo que muitas vezes não são cumpridos os respectivos manuais de instruções. Por vezes, observa-se na prática que os planos de inspecção e manutenção são executados por pessoas não habilitadas para o efeito. Com o intuito de aumentar a segurança no estaleiro, em particular ao nível dos equipamentos de apoio, destaca-se a elevada importância que a gestão da obra, designadamente o responsável pela obra, tem no sentido de levar a cabo os planos de inspecção e manutenção, nomeando para o efeito pessoas com a devida habilitação e experiência.

Deste modo, a presente dissertação dedicou-se ao estudo dos equipamentos de apoio em obra, especificamente os de elevação de materiais, sendo que foram abordadas as gruas torre, as gruas móveis, e os elevadores de obra para transporte de pessoas e materiais.

Com o objectivo de perceber o funcionamento destas máquinas em obra, realizou-se no presente estudo uma descrição das máquinas por tipos. As gruas torre são definidas em três principais grupos em função: do mecanismo de rotação; da configuração da lança; e do tipo de montagem e desmontagem. Em relação às gruas móveis estas enquadram-se em dois principais grupos: gruas móveis em função da estrutura da base; e gruas móveis em função do tipo de lança. Por último, em relação aos elevadores de obra para transporte de pessoas e materiais, definiu-se dois tipos: os elevadores de cabo; e os elevadores de cremalheira.

Nesta dissertação foi também realizado um enquadramento legal e técnico referente aos equipamentos de elevação, atendendo a dois elementos fundamentais. Por um lado, a forma como estes equipamentos são colocados no mercado, por outro, quais os procedimentos que o fabricante tem que cumprir legalmente, no fabrico das máquinas. Para tal, foi analisada uma directiva comunitária, designada por Directiva Máquinas (2006/42/CE), que foi transposta para a lei portuguesa através do Decreto-Lei 103/2008. Através deste documento legislativo foi possível observar que o fabricante, aquando da colocação de uma máquina no mercado do espaço europeu, terá que cumprir seis pontos fundamentais:

- Os requisitos essenciais de saúde e de segurança relativos à concepção e ao fabrico de máquinas, contidos no Anexo I da Directiva Máquinas;
- O processo técnico para as máquinas;
- O manual de instruções da máquina;

- Os procedimentos de avaliação de conformidade da máquina;
- A declaração CE de conformidade;
- A marcação CE.

No decorrer da análise da Directiva Máquinas, constatou-se que esta invoca diversas normas técnicas europeias, no sentido de fornecer directrizes aos fabricantes e aos utilizadores das máquinas, nas quais se integram os equipamentos de elevação. Tais directrizes assentam fundamentalmente em dois aspectos: por um lado os principais requisitos técnicos a cumprirem no fabrico dos equipamentos, e por outro, os principais requisitos que os utilizadores deverão cumprir, no sentido de satisfazer as acções de inspecção e manutenção de tais equipamentos.

Desta forma, analisaram-se diversas normas técnicas europeias, destacando-se designadamente a EN 14439 de 2009, a EN 13000 de 2010 e a EN 12159 de 2012 relacionadas directamente com as guias torre, as guias móveis e os elevadores de obra, respectivamente.

Relativamente à ligação dos equipamentos de elevação com a obra, foram estudadas três situações importantes, a selecção, a recepção e o controlo dos equipamentos na obra.

Em torno da selecção, observou-se que é das acções mais importantes para que a obra consiga prosseguir sem imprevistos em termos de prazo e custo, sendo que existem inúmeros factores que o responsável por seleccionar o equipamento terá de ter em conta.

No que respeita à recepção dos equipamentos na obra, destaca-se a importância de atender a dois factores fundamentais: por um lado a verificação correcta do equipamento seleccionado e os respectivos documentos que comprovam a sua conformidade aquando a sua chegada ao estaleiro, nomeadamente a marcação CE e declaração CE de conformidade, e por outro, proceder a uma correcta localização do equipamento na obra, factor que influencia fortemente o bom decorrer dos trabalhos.

Por último, em relação ao controlo, observou-se que é deveras importante ser realizado a tempo e horas, sendo que o responsável pela obra deverá nomear pessoas habilitadas para o efeito que procedam à realização dos planos de inspecção e manutenção. De uma forma geral, é possível identificar para as guias torre e guias móveis cinco níveis de inspecção: diárias, periódicas, frequentes, profundas e excepcionais. Relativamente aos elevadores de obra, estão previstos três níveis de inspecção, diárias, profundas e excepcionais. Algumas destas inspecções poderão ser realizadas a cargo do operador do equipamento, e outras a cargo apenas de engenheiros ou técnicos especialistas.

Por último, no que respeita à segurança, deve-se conceber documentos que contemplem os riscos e respectivas medidas mitigadoras associadas a cada equipamento. Como tal, destacou-se na presente

dissertação os principais riscos e acções a levar a cabo diariamente antes, durante e após a operação com os equipamentos.

Como desenvolvimentos futuros, é viável contribuir para o incremento de um ambiente rico em segurança e saúde no decorrer do trabalho da construção, e especificamente durante a utilização dos equipamentos de apoio. Tal esforço só será válido, e alcançável, se existir uma cooperação mútua entre os vários intervenientes, desde o dono da obra, projectistas, responsáveis de obra e trabalhadores.

No sentido de uniformizar e aplicar a informação descrita na presente dissertação, sugere-se num estudo futuro o levantamento estatístico de algumas obras e proceder a uma verificação da conformidade dos equipamentos presentes nessas obras, bem como às disfunções e acidentes ocorridos com este tipo de equipamentos.

Os factores importantes a avaliar no estudo dessas obras, seria a existência ou não de controlo dos equipamentos, isto é, se o responsável pela obra cumpre correctamente as suas funções ao designar as pessoas certas para procederem aos planos de inspecção e manutenção dos equipamentos, bem como às verificações diárias antes, durante e após a operação com cada equipamento. No decorrer desse estudo, seria também pertinente avaliar o estado de conservação dos equipamentos presentes nas respectivas obras.

Outra sugestão de complemento ao estudo seria verificar nas respectivas obras de estudo, se os planos de segurança e saúde cumprem de facto a lógica descrita na presente dissertação acerca dos riscos inerentes a cada equipamento, e se são tomadas as respectivas medidas mitigadoras desses riscos.

Por último, como elemento acessório ao estudo estatístico das obras, seria ainda importante verificar o modo como os responsáveis por essas obras procedem à selecção e recepção dos equipamentos, e se de facto têm em consideração alguns dos vários pontos descritos na presente dissertação, sobre essa matéria.

É de referir que para além dos elementos abordados na presente dissertação, poder-se-á desenvolver como estudos futuros uma análise específica a certos elementos que afectam a segurança da utilização dos equipamentos de elevação, designadamente as eslingas. Face à sua importância e interacção com bom desempenho da elevação de materiais, sugere-se uma análise à normalização técnica referente a este acessório, e à forma que estes documentos normativos abordam a sua marcação CE, os seus planos de manutenção, e sobretudo as directrizes para uma correcta utilização em obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves Dias, Luís (2011): Segurança e Saúde no Trabalho da Construção. Documento de apoio às aulas da Disciplina de Qualidade, Segurança e Ambiente na Construção do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, 2011.

Alves Dias, Luís (2012): Organização e gestão de obras. Documento de apoio às aulas da Disciplina de Organização e Gestão de Obras do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2012.

Arslan M.H.; Kaltakci M.Y., (2008): Analysis of a Tower Crane Accident, Selcuk University, Engineering and Architecture Faculty, Department of Civil Engineering, Konya, Turkey.

Bachmann, Oliver; Cohrs, Heinz-Herbert; Whiteman, Tim; Wislicki, Alfred (1997): The Classic Construction Series – The History of Cranes, KHL International Ltd, United Kingdom, 1997.

Branco, Fernando (2009). Aspectos gerais da indústria da construção, Tecnologia da Construção de Edifícios do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2009.

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

Engel, Jaqueline; Ferreira, Emerson (2008). A segurança na utilização da grua na construção do edifício, Departamento de Construção, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2008.

Lagares, Fátima; Porto, Fábio; Batista, Lucas (2012). NR-18 Aplicada aos canteiros de obras, Ministério do Trabalho e Emprego, Brasil, 2012.

Lichtenstein, Norberto (1987). O uso da grua na construção do edifício, Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

Lima, Mickael Santos; Lima, Adams Patrick Santos (2007): O elevador de materiais e pessoas: A segurança na sua operação, Universidade da Amazônia, Pará, 2007.

LNEC (2011). Perguntas Frequentes – FAQs, Guidance Paper da Comunidade Europeia, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2011.

Nunnally, S. W. (2007). Construction Methods and Management - 7th Edition, Prentice-Hall, New Jersey, United States of America, 2007.

Rego, Milton (2012): “Aprender a falar mandarim – Competitividade, Infra-estruturas”, Brasil, 2012.

Reis, A. Correia (2010). Organização e Gestão de Obras, Edições Técnicas ETL, Lisboa, 2010.

Shapiro, Lawrence; Shapiro Jay (2011). Cranes and Derricks, 4th Edition, McGraw-Hill, New York, United States of America, 2011.

Souza, Ubiraci (2006). Elevador de Obra, Transporte seguro. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, 2006.

Souza, Ubiraci; Franco Luiz (1997). Subsídios para a opção entre: Elevador ou grua, andaime fachadeiro ou balancim, argamassa industrializada ou produzida em obra. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, 1997.

Viana, Maurício; Souza Paulo (2001). Recomendação técnica de procedimentos. Movimentação e transporte de materiais e pessoas – Elevadores de obra, Ministério do Trabalho e Emprego, Brasil, 2001.

Normas NP

NP 1939, Norma Portuguesa, “Aparelhos de elevação e movimentação. Aparelhos pesados. Regras de Segurança.”, Instituto Português da Qualidade, Caparica, 1988.

NP 3848, Norma Portuguesa, “Gruas e aparelhos de elevação. Características técnicas e documentos de aceitação.”, Instituto Português da Qualidade, Caparica, 1992.

Normas NP EN

NP EN 12077, Norma Europeia, “Segurança dos aparelhos de elevação de carga suspensa. Requisitos relativos à saúde e segurança.”, European Committee for Standardization (CEN), 2011.

NP EN 13157, Norma Portuguesa, “Aparelhos de elevação de carga suspensa. Segurança. Aparelhos de elevação manuais.”, European Committee for Standardization (CEN), 2004.

Normas EN

EN 12158, European Standard, “Builders Hoists for goods” – “Elevadores de transporte de materiais”, European Committee for Standardization (CEN), 2010.

EN 12159, European Standard, “Builders hoists for persons and materials with vertically guided cages” – “Elevadores de transporte de pessoas e materiais com cabine guiadas verticalmente”, European Committee for Standardization (CEN), 2012.

EN 12644, European Standard, “Cranes – Information for use and testing” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Gruas – Informação para o uso e testes”, European Committee for Standardization (CEN), 2001.

EN 12999, European Standard, “Cranes – Loader Cranes” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Gruas de Carga”, European Committee for Standardization (CEN), 2002.

EN 13000, European Standard, “Cranes - Mobile Cranes” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Gruas Móveis”, European Committee for Standardization (CEN), 2004.

EN 13001, European Standard, “Crane Safety – General Design, Load Actions” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Regras de dimensionamento, Acções”, European Committee for Standardization (CEN), 2011.

EN 13135, European Standard, “Cranes – Equipment” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Gruas – Equipamento não eléctrico”, European Committee for Standardization (CEN), 2004.

EN 13155, European Standard, “Cranes – Safety – Non fixed load lifting attachments” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Segurança – Gruas – Equipamentos móveis para elevação de carga”, European Committee for Standardization (CEN), 2003.

EN 13557, European Standard, “Cranes – Control and control stations” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Comandos e postos de controlo”, European Committee for Standardization (CEN), 2005.

EN 13586, European Standard, “Cranes – Access” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Gruas – Acesso”, European Committee for Standardization (CEN), 2004.

EN 14439, European Standard, “Cranes – Safety – Tower Cranes” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Segurança – Gruas Torre.”, European Committee for Standardization (CEN), 2009.

EN 14492, European Standard, “Cranes – Power driven winches and hoists.” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Guinchos motorizados”, European Committee for Standardization (CEN), 2009.

EN 14985, European Standard, “Cranes – Slewing jib cranes” – “Aparelhos de elevação de carga suspensa – Gruas de lança giratória”, European Committee for Standardization (CEN), 2012.

Normas BS

BS 7212, British Standard, “Code of practice for safe use of construction hoists” – “Segurança da construção de elevadores”, British Standards (BS), 2006.

Normas ISO

ISO 9927, International Standard, “Cranes – Inspections” – “Inspeções de Gruas”, International Organization for Standardization, 2009.

ISO 12480, International Standard, “Cranes – Safe use” – “Gruas – Utilização segura”, International Organization for Standardization, 1997.

Legislação

Decreto-Lei n.º 103/2008 de 24 de Junho, relativo à colocação no mercado e a entrada em serviço das máquinas, transpondo para o ordenamento jurídico interno a Directiva n.º 2006/42/CE na parte que respeita as máquinas e quase-máquinas.

Decreto-Lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro, relativo às prescrições mínimas de segurança e saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de trabalho.

Directiva 2006/42/CE – “Directiva Máquinas”, do Parlamento Europeu e do Conselho de 17 de Maio de 2006 relativa às máquinas.

Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro, Relativo às condições de segurança no trabalho desenvolvido em estaleiros temporários ou móveis.

Endereços da Internet

ASME, American Society of Mechanical Engineers, obtido em Dezembro de 2012 de web site:
<http://www.asme.org/>

BORGER, Cranes Group, obtido em Dezembro de 2012 de web site:
<http://www.borgercranes.com/index.asp>

BUILDERNET, Buildernet, obtido em Outubro de 2012 de web site: <http://www.buildernet.ru/>

CEN, European Committee for Standardization, obtido em Outubro de 2012 de web site: www.cenorm.be

CITYLIFTING, Crane Company, Londres, obtido em Fevereiro de 2013 de web site:
<http://www.citylifting.co.uk>

COSMOCRANES, Cranes Group, Australia, obtido em Novembro de 2012 de web site:
<http://cosmocranes.com.au>

DEYING, Tower Crane Group, China, obtido em Dezembro de 2012 de web site:
<http://www.towercrane-cn.com/>

Dias, Ernesto (2012), Verlag Dashofer – Segurança do Trabalho na Construção, obtido em Outubro de 2012 de web site: <http://seguranca-na-construcao.dashofer.pt/>

EQUIPAFORT, Materiais de construção e equipamento, obtido em Novembro de 2012 de web site:
<http://www.equipafort.pt/>

EUROPA, Europa.eu – Web Site oficial da União Europeia, obtido em Outubro de 2012:
http://europa.eu/index_pt.htm

FIEC, European Construction Industry Federation, Obtido em Maio de 2013 de web site:
<http://www.fiec.eu/>

HERCULES, Elevadores de Obra, obtido em Novembro de 2012 de web site:
<http://www.herculeselevadores.com.br/>

IPQ, Instituto Português da Qualidade, obtido em Outubro de 2012 de web site: www.ipq.pt

JONOBAS, Materiais de construção, obtido em Novembro de 2012 de web site: <http://www.jonobras.pt>

LIEBHERR, obtido em Outubro de 2012 de web site de LIEBHERR – Portugal: <http://www.liebherr.com/pt-PT/>

LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, obtido em Outubro de 2012 de web site: www.lnec.pt

MANITOWOC, Cranes Group, obtido em Fevereiro de 2013 de web site: <http://www.manitowoccranes.com/>

MANTIS, Cranes Group, obtido em Dezembro de 2012 de web site: <http://www.mantiscranes.ie/why-self-erectors/what-is-an-setc/>

Mecan, Equipamentos de elevação, Grupo Orguel, obtido em Julho de 2013 de web site: <http://www.mecan.com.br/>

MetroElevator, Blog Cranes, obtido em Janeiro de 2013 de web site: <http://www.metroelevator.com/hoist-safety-and-reliability>

PINGON, Elevadores & Gruas, obtido em Novembro de 2012 de web site: <http://www.pingon.com.br/>

Silveira, Alberto (2012), Verlag Dashofer – Segurança do Trabalho na Construção, obtido em Janeiro de 2013 de web site: <http://seguranca-na-construcao.dashofer.pt/>

SOIMA, obtido em Maio 2013 de web site: www.soima.com

TENSOR, Grupo Tensor – Tecnologia em sistemas para construção, obtido em Novembro de 2012 de website: <http://www.grupotensor.com/>