



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

FREDERICO JOSÉ BARROS SANTOS

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE GRUAS FIXAS EM
CANTEIROS DE OBRAS NA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE: CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO E USO**

Recife, PE
2015



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

FREDERICO JOSÉ BARROS SANTOS

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE GRUAS FIXAS EM
CANTEIROS DE OBRAS NA REGIÃO METROPOLITANA DO
RECIFE: CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO E USO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Profª. Dra. Emilia R. Kohlman Rabbani

Co-Orientadores: Prof. Dr. Aviad Shapira

Prof. Dr. João Pedro P. M. Couto

Recife, PE
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco – Recife

S237a Santos, Frederico José Barros
Análise do planejamento e gestão de guias fixas em
canteiros de obras na Região Metropolitana do Recife:
Critérios para seleção e uso / Frederico José Barros Santos. –
Recife: UPE, Escola Politécnica, 2015.
115 f.: il.

Orientador: Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Co-orientador: Dr. Aviad Shapira; Dr. João Pedro Pereira
Maia Couto

Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade
de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil, 2015.

1. Construção Civil 2. Gestão na Construção 3.
Edificações Verticais 4. Canteiro de Obras 5. Planejamento
6. Equipamentos de Elevação Vertical 7. Guias I.
Engenharia Civil - Dissertação II. Kohlman Rabbani, Emilia
Rahnemay (orient.) III. Shapira, Aviad (co-orient.) IV.
Couto, João Pedro P. M. (co-orient.) V. Universidade de
Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção
Civil. IV. Título.

CDD 624

FREDERICO JOSÉ BARROS SANTOS

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE GRUAS FIXAS EM
CANTEIROS DE OBRA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE:
CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO E USO**

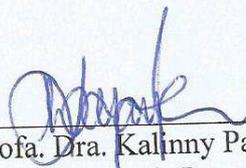
BANCA EXAMINADORA:

Orientadora:

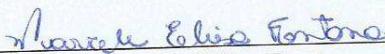


Prof. Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Universidade de Pernambuco – UPE

Examinadores:



Prof. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette
Universidade de Pernambuco - UPE



Prof. Dr. Marcele Elisa Fontana
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

DEDICATÓRIA

À minha mãe, pelo exemplo de dedicação e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus,

Aos meus pais, pelo amor, apoio, dedicação e pela minha formação.

À minha orientadora, Profa. Dra. Emilia R. Kohlman Rabbani, pela amizade, compreensão, apoio e incentivo desde a Iniciação Científica ainda na Graduação em Engenharia Civil.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. João Pedro Couto, pelo apoio, amizade, receptividade e hospitalidade durante o período em que a dissertação foi desenvolvida na Universidade do Minho.

Ao Prof. Dr. Aviad Shapira, pelos ensinamentos e supervisão durante a elaboração da dissertação.

À Profa. Dra. Filipa Malafaya-Baptista, pela amizade e valiosas sugestões que muito contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

Aos amigos mestrados e Sara Holmes, pelo apoio e momentos de descontração.

À Adrienne Alheiros, aluna da graduação e bolsista de Iniciação Científica da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco, pelo auxílio no desenvolvimento desta dissertação.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco, pelos conhecimentos obtidos e contribuição à minha formação.

À Escola Politécnica de Pernambuco, pela concessão da bolsa de mestrado.

EPÍGRAFE

“Cada dia que amanhece assemelha-se a uma página em branco, na qual gravamos os nossos pensamentos, ações e atitudes. Na essência, cada dia é a preparação do nosso próprio amanhã.”

Psicografia de Francisco Cândido Xavier

RESUMO

As guias desempenham um importante papel dentro do canteiro de obras, ao realizar o transporte de cargas de elevado peso e volume de forma eficiente. A utilização da guisa, além de diminuir o contingente de mão de obra e propiciar que os mesmos se dediquem a serviços de maior qualificação, possibilita a introdução de novas técnicas construtivas somente possíveis com a utilização destes equipamentos. Estudos realizados internacionalmente demonstraram que o processo de planejamento destes equipamentos é complexo, envolve vários intervenientes e é influenciado por duas classes de fatores: os *hardfactors*, que envolvem as características técnicas do equipamento (dimensões físicas do local e capacidade de carga requerida) e os *softfactors*, que incluem especificações qualitativas e de natureza informal (aspectos de segurança da empresa, políticas de compra/aluguel e limitações ambientais). Neste contexto, o entendimento do processo de planejamento (escolha e localização) de guias fixas utilizadas nos canteiros de obras de edificações verticais torna-se de fundamental importância para a melhoria dos sistemas de gestão destes equipamentos. Por isso, objetiva-se realizar um estudo acerca das práticas do uso de guias fixas em canteiros de obras de edificações verticais na Região Metropolitana do Recife (RMR), a fim de diagnosticar o estágio atual da prática de seleção e uso destes equipamentos. O estudo foi realizado em dez edificações verticais (oito localizados em Recife e duas em Jaboatão – PE) pertencentes a oito construtoras distintas escolhidas por conveniência. O protocolo utilizado foi desenvolvido com ajuda de expert internacional no estudo de guias, aprimorado a partir de aplicações em 18 projetos de construções Portuguesas e adaptado a realidade das construções brasileiras a partir da aplicação piloto em duas edificações verticais do Recife. Os protocolos foram preenchidos a partir de visitas e entrevistas semi-estruturadas, pessoais com duração média de quatro horas. Foram entrevistados dois supervisores de obras, um engenheiro mecânico e dez engenheiros civis residentes nos projetos analisados. A fim de aumentar a confiabilidade da pesquisa utilizaram-se múltiplas fontes de dados complementares às entrevistas, como a documentação do canteiro, observação direta da operação da guisa e registros fotográficos. A análise dos dados se deu por meio de planilhas Excel e indicaram a existência de fatores culturais na seleção e localização dos equipamentos, evidenciando a predileção pelo uso de guias do tipo ascensional localizadas no poço do elevador social dos empreendimentos. De acordo com os entrevistados, a escolha, planejamento e localização das guias ocorrem exclusivamente na etapa de preparação e planejamento (preconstruction) do projeto construtivo, sendo o supervisor da construtora e o engenheiro residente os principais intervenientes envolvidos neste processo. O estudo apresentou limitações quanto à generalização dos resultados em função do tipo de amostragem adotado. Por isso, sugere-se a ampliação do número de canteiros de obras analisados e o desenvolvimento de um modelo multicritério de apoio à decisão que possam auxiliar o processo de seleção e localização de guias na RMR.

Palavras-chave: *Construção civil, gestão na construção, edificações verticais, canteiro de obras, planejamento, equipamentos de elevação vertical, guias.*

ABSTRACT

Cranes play an important role at construction sites, transporting heavy loads and large volumes efficiently. The use of the crane, besides reducing manual labor and requiring a more skilled workforce, enables the introduction of new building techniques only possible with the use of this equipment. International studies have shown that the planning process for this equipment is complex, involving multiple stakeholders, and is influenced by two types of factors: hardfactors, such as the technical characteristics of the equipment (physical dimensions of the site and required load capacity) and softfactors, which include qualitative specifications of an informal nature (safety characteristics of the company, purchasing/rental policies, and environmental constraints). In this context, understanding the planning process (selection and location) of fixed cranes used at vertical building sites is of paramount importance in order to improve management systems for this equipment. Therefore, the objective of this work is to conduct a study of the use of fixed cranes at vertical construction sites in the Recife Metropolitan Area (RMR) in order to determine the current state of practice for selecting and using this equipment. The study was conducted at ten vertical building sites (eight in Recife and two in Jaboatão - PE) belonging to eight different construction companies chosen for convenience. The survey form was developed with help from an international expert in the study of cranes, was improved through application at 18 Portuguese building projects, and adapted to the reality of Brazilian buildings through a pilot project at two construction sites in Recife. The forms were filled out during personal visits and semi-structured interviews, lasting an average of four hours. Two worksite supervisors, one mechanical engineer, and ten civil engineers residing at the analyzed sites were interviewed. In order to increase the reliability of the research, complementary data from multiple sources was used to augment the interviews, such as construction documentation, direct observation of crane operation, and photographic records. Data analysis was performed using Excel spreadsheets and this indicated the existence of cultural factors in the selection and location of equipment, such as a predilection for the use of ascensional type cranes located in the service elevator pit.. According to the interviewees, the selection, planning, and location of cranes happen solely during the preparation and planning phases (preconstruction) of the construction project, with the construction supervisor and the resident engineer being the key stakeholders involved in this process. The study presents limitations regarding the generalization of results depending on the sample type adopted. Therefore, it is recommended to increase the number of construction sites analyzed and develop a multi-criteria decision support model that can assist the process of selection and location of cranes in the RMR.

Keywords: *Construction, construction management, vertical buildings, construction site planning, vertical lifting equipment, cranes*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos tipos de guas	20
Figura 2 - Grua fixa do tipo torre	21
Figura 3 - Grua fixa do tipo ascencional	23
Figura 4 – Detalhe do quadro de ascensão da grua do tipo ascencional	23
Figura 5 - Grua móvel do tipo automontante	25
Figura 6 - Grua móvel do tipo torre	26
Figura 7 – Estado da prática do processo de seleção de guas	33
Figura 8 – Estado da prática do processo de seleção de guas	34
Figura 9 - Natureza, forma de abordagem, objetivos e procedimentos técnicos empregados na presente pesquisa	42
Figura 10 – Condução do estudo de múltiplos casos	44
Figura 11 – Planta de lay-out do canteiro do projeto I	52
Figura 12 – Projeto II	53
Figura 13 – Detalhe da lança da grua instalada no projeto III sobre a via	54
Figura 14 – Projeto IV	54
Figura 15 – Planta de lay-out do canteiro do projeto V	55
Figura 16 – Planta de lay-out do canteiro do projeto VI	55
Figura 17 – Planta de lay-out do canteiro do projeto VII	56
Figura 18 – Projeto VIII	56
Figura 19 – Projeto IX	57
Figura 20 – Projeto X	58
Figura 21 – Guas instaladas nas Torres A e B, respectivamente, do projeto I	60
Figura 22 – Grua ascencional de fabricação nacional instalada no projeto II	61
Figura 23 – Grua ascencional instalada no projeto III	61
Figura 24 – Grua ascencional instalada no projeto IV	62
Figura 25 – Grua ascencional instalada no projeto V	62
Figura 26 – Grua ascencional instalada no projeto VII	63
Figura 27 – Grua ascencional instalada no projeto VII	63
Figura 28 – Grua ascencional instalada no projeto VIII	64
Figura 29 – Mini-grua instalada no projeto IX	65
Figura 30 – Grua ascencional instalada no projeto X	65
Figura 31 – <i>Softfactors</i> que afetam a seleção da grua nos projetos analisadas da RMR	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número estimado de guas nos EUA, países da Europa, Brasil e Coreia do Sul	14
Tabela 2 – Estudos realizados acerca do planejamento e seleção de guas em canteiros de obras	27
Tabela 3 – Características dos projetos analisados por Shapira e Glascock (1996)	28
Tabela 4 – Características dos projetos analisados por Shapira e Goldenberg (2007)	32
Tabela 5 – Estudos realizados acerca da segurança na utilização de guas em canteiros de obras	35
Tabela 6 – Fatores humanos que afetam a segurança nos canteiros de obras	37
Tabela 7 – Condições do ambiente que afetam a segurança nos canteiros de obras	38
Tabela 8 – Fatores de gestão de segurança que afetam a segurança nos canteiros de obras	38
Tabela 9 – Condições de projeto que afetam a segurança nos canteiros de obras	38
Tabela 10 – Dados gerais dos projetos analisados	49
Tabela 11 – Dados das edificações estudadas	51
Tabela 12 – Características das guas dos projetos analisados	59
Tabela 13 - Distribuição de frequência da participação dos intervenientes no processo de seleção e localização da grua na etapa de preparação e planejamento (<i>preconstruction</i>) nos projetos analisados	67
Tabela 14 – Distribuição de frequência dos <i>softfactors</i> que afetam o processo de seleção e localização da grua nos projetos analisados	68
Tabela 15 – Pontuação média obtida pelos <i>softfactors</i> que afetam o processo de seleção e localização da grua nos projetos analisados	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Considerações iniciais	13
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo geral	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 Estrutura da dissertação	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1 As Gruas	19
2.1.1 Gruas fixas	21
2.1.2 Gruas móveis	24
2.2 Revisão da Literatura.....	27
2.2.1 Processo de planejamento e escolha do equipamento	27
2.2.2 Segurança na operação de guas	35
3 METODOLOGIA.....	42
3.1 Classificação da Pesquisa	42
3.2 Delineamento da pesquisa	44
4 RESULTADOS	49
4.1 Caracterização dos projetos analisados	49
4.2 Caracterização das guas.....	58
4.3 Envolvimento no planejamento de equipamentos	68
4.4 <i>Softfactors</i> que afetam a seleção da grua	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
5.1 Conclusões.....	73
5.2 Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros	76

REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A	82
APÊNDICE B.....	97
APÊNDICE C.....	109

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado um breve panorama da construção civil, abordando aspectos relacionados ao processo de industrialização do setor oriundo da inserção de técnicas construtivas modernas que demonstram a necessidade da utilização de guas. Também é apresentada a justificativa para o desenvolvimento desse estudo, ao se evidenciar os ganhos de produtividade e o aumento dos riscos associados à utilização de guas em canteiros de obras e a necessidade de vinculação desses aspectos à etapa de planejamento e seleção do equipamento. Por fim, apresentam-se os objetivos da presente dissertação, bem como a estruturação adotada.

1.1 Considerações iniciais

O setor da construção civil apresenta-se de um modo geral como um dos setores basilares das economias em diferentes países. Também no Brasil a indústria da construção civil desempenhou um papel importante no cenário econômico do país, sendo determinante na diminuição da taxa de desemprego.

Os dados do setor demonstram a sua importância e evidenciam a sua capacidade de geração de empregos. Em 2012, segundo a Pesquisa Anual da Construção (PAIC) (IBGE, 2015a), foram empregadas cerca de 2,5 milhões de pessoas na indústria da construção civil. Os dados do setor mostram-se ainda mais expressivos quando considerados os empregos informais. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios - Pnad (IBGE, 2015b), o setor contabilizou cerca de 7,8 milhões de trabalhadores formais e informais em 2014.

O processo de aquecimento do setor da construção civil observado até meados de 2014 foi acompanhado pela crescente aquisição de máquinas e equipamentos, tornando-o mais competitivo, evidenciando a necessidade de melhorias na produtividade e diminuição de custos.

De acordo com Cichinelli (2014), a utilização de guas em canteiros de obras no Brasil cresceu consideravelmente a partir de 2005. A capitalização de muitas empresas construtoras

no país levou à busca pela industrialização dos sistemas construtivos adotados o que culminou, inclusive, na falta de equipamentos no mercado.

Para Scigliano (2008), a utilização da grua, além de diminuir o contingente de mão de obra e propiciar que os mesmos se dediquem a serviços de maior qualificação, também possibilita a introdução de novas técnicas construtivas somente possíveis com a utilização destes equipamentos, já que garantem o transporte de grandes cargas no canteiro de obras até os pontos de aplicação com presteza e sem perdas.

Todavia, apesar do forte incremento, a utilização de guas nas obras brasileiras ainda é discreta quando comparada a outros países. Em 2013, Cichinelli (2014) estimou que houvesse aproximadamente 1.300 equipamentos em operação no país. Nos EUA, por exemplo, em 2008, existiam aproximadamente 96.000 guas e guindastes operando no país, incluindo 2.100 guas do tipo torre. Países europeus como Inglaterra, Espanha, Portugal e Itália totalizam aproximadamente 11.500 guas em operação em um território que somado equivale a um oitavo do território brasileiro. A Tabela 1 apresenta o número de guas estimado em diferentes países de acordo com referências nacionais e internacionais.

Tabela 1 – Número estimado de guas nos EUA, países da Europa, Brasil e Coreia do Sul

País	Número estimado de guas	Ano de referência	Fonte
EUA	2100	2008	Cranes Today (2015)
Inglaterra	1500	2006	Skinner (2006)
Espanha	2500	2002	Greman (2003)
Italia	5000	2003	Dalrymple (2003)
Portugal	2500	2013	Cichinelli (2014)
Brasil	1300	2013	Cichinelli (2014)
Coreia do Sul	3300	2005	Lee (2009)

Fonte: Esta pesquisa.

Vários autores ao longo dos anos ratificam a importância da utilização destes equipamentos no transporte vertical e horizontal de materiais de grande volume e peso elevado dedicando-se ao entendimento e aprimoramento do processo de planejamento e seleção desses equipamentos (ver, por exemplo, trabalhos de: Shapira; Glascock, 1996; Shapira; Goldenberg, 2005; Shapira; Lucko; Schexnayder, 2007; Sousa, 2014). Contudo, verifica-se uma carência desse tipo de estudo no Brasil.

Shapira e Schexnayder (1999) identificaram em seu estudo entre outros aspectos que o processo de seleção da grua não dependia apenas de fatores óbvios como as especificações

técnicas dos equipamentos mas estava também relacionado às condições organizacionais e ao ambiente macroeconômico.

Shapira e Goldenberg (2007) sintetizam a problemática acima evidenciada, estabelecendo duas classes de fatores que influenciam no processo de seleção da grua: os *hardfactors*, que envolvem as características técnicas do equipamento (dimensões físicas do local e capacidade de carga requerida) e os *softfactors*, que incluem especificações qualitativas e de natureza informal (aspectos de segurança da empresa, políticas de compra/aluguel e limitações ambientais). Estes últimos possuem uma dificuldade inerente de serem avaliados, todavia, apresentam um papel significativo na escolha da grua.

Sousa (2014) desenvolveu um estudo recente concomitante a esta dissertação objetivando descrever as características específicas do planejamento, seleção e manuseamento das gruas utilizadas nos canteiros de obras de Portugal em um projeto conjunto que visa identificar os critérios de seleção e as características culturais do planejamento da utilização de gruas no Brasil e em Portugal.

É do conhecimento geral que a organização e funcionalidade dos canteiros são fatores determinantes para assegurar a produtividade desejada numa obra. Assim, o processo de planejamento e seleção da gruas implica diretamente sobre o adequado funcionamento dos projetos. Neste contexto, o entendimento do processo de planejamento (escolha e localização) de gruas fixas utilizadas nos canteiros de obras de edificações verticais será de crucial importância para a melhoria dos sistemas de gestão destes equipamentos.

1.2 Justificativa

Segundo o Ministério da Previdência Social (BRASIL, 2015), em 2013 foram registrados 717.911 mil casos diversos de acidentes de trabalho, sendo 61.889 específicos da construção civil. As estatísticas de acidentes de trabalho no Brasil demonstram a necessidade de se investir em ferramentas de gestão que considerem entre outros aspectos a segurança do trabalhador ainda na fase de planejamento.

As gruas são consideradas equipamentos de grande complexidade dentro de um canteiro de obras, visto que essas máquinas são bastante evidentes e apresentam grande potencial para ocorrência de acidentes relacionados ao trabalho, se aliados a canteiros congestionados ou pequenos e uma mão de obra desqualificada (SILVA, 2013).

Shapira, Simcha e Goldenberg (2012) alertam para o crescente número de acidentes envolvendo estes equipamentos verificados nos últimos anos. Vários estudos têm sido desenvolvidos relativamente a esta temática (ver, por exemplo, trabalhos de: Shapira; Lyachin, 2009; Shapira; Simcha, 2009; Tama; Fung, 2011 e Zhang; Hammad, 2012). Mediante esses estudos, verifica-se a necessidade de explorar o planejamento para a seleção e uso das gruas fixas nos canteiros de obras a fim de aumentar a eficiência, diminuir custos e riscos de acidentes.

Em sua análise referente às não conformidades com a Norma Regulamentadora nº 18 – NR-18 (BRASIL, 2015) encontradas em máquinas e equipamentos da construção civil obtidos pelo Projeto de Condições Inseguras em Obras da Construção Civil, realizado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco - SINDUSCON/PE, no período de 1999 a 2011, Silva (2013) concluiu que a carpintaria e os equipamentos de movimentação e transporte de materiais e pessoas (elevadores e gruas) são os setores que apresentaram as maiores médias de não conformidade com a referida norma na Região Metropolitana do Recife (RMR).

De acordo com Swuste (2013), os riscos associados às gruas são específicos e, por isso, o planejamento do equipamento deve ser vinculado a esses riscos, da mesma forma como os relacionados à capacidade de carga do equipamento, localização e condições ambientais. O autor enfatiza que quando estes fatores são negligenciados, o risco associado ao equipamento aumenta, expondo os operários à ocorrência de acidentes que podem ser até fatais.

Acidentes como o ocorrido com a grua instalada na Arena Corinthians em 2013 evidenciam deficiências no processo de planejamento. Dois operários morreram após o tombamento da grua que atingiu parte da estrutura das arquibancadas e um caminhão que estava parado no local. No momento do acidente, a grua içava o último módulo da estrutura da cobertura metálica do estádio provocando a queda de uma peça metálica de 420 toneladas sobre parte da área de circulação do prédio leste.

Desta forma, fica evidente a necessidade de se investigar o processo de planejamento e seleção e de gruas em canteiros de obras, uma vez que a utilização destes equipamentos implica em ganhos em termos de produtividade, mas associado a isto está o aumento dos riscos de acidentes nos canteiros de obras, que incorrem prejuízos para as empresas, trabalhadores e sociedade.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é diagnosticar o estágio atual da prática de seleção e uso de guias fixas em canteiros de obras de edificações verticais na RMR, dando ênfase aos *softfactors* que influenciam este processo.

1.3.2 Objetivos específicos

A fim de se atingir o objetivo proposto, estabeleceu-se como objetivos específicos os seguintes itens:

- Descrever as características específicas de planejamento e seleção de guias fixas utilizadas numa amostra de canteiros de obras onde a guia é o principal equipamento utilizado no transporte de cargas;
- Identificar os critérios (*softfactors*) que afetam o planejamento de tais equipamentos nos projetos estudados; e
- Identificar quais os intervenientes que influenciam de forma efetiva a seleção e localização guias nas diversas fases construtivas.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta uma introdução sobre a problemática estudada, a importância do tema proposto, bem como os objetivos e a estrutura da dissertação.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico sobre guias, baseado na bibliografia clássica, essencial para o entendimento de tais equipamentos e o estado da arte acerca do planejamento e localização dos equipamentos, bem como dos fatores de segurança que afetam esse processo.

O Capítulo 3 aborda o procedimento metodológico utilizado nesta pesquisa, detalhando a classificação e o delineamento da pesquisa, composta pela definição da estrutura conceitual

teórica, planejamento dos casos de estudo, aplicação de teste piloto, coleta e tratamento dos dados e, por fim, a geração do documento final.

O Capítulo 4 abrange a apresentação dos principais resultados obtidos no estudo, juntamente com breves discussões, onde foram caracterizados os projetos, as gruas, os critérios que influenciaram a seleção dos equipamentos, bem como os intervenientes nesse processo.

Por fim, tem-se o Capítulo 5 que apresenta as conclusões resultantes do desenvolvimento desta dissertação, as limitações, dificuldades enfrentadas e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem por objetivo apresentar a fundamentação teórica que serviu de alicerce para o desenvolvimento deste trabalho. Desta forma, primeiramente são conceituados os termos referentes aos equipamentos em estudo, bem como os tipos e a classificação destes. Em seguida é apresentada uma revisão do estado da arte, organizada por tema, que pretende mostrar as diversas pesquisas que vem sendo desenvolvidas nesses campos de estudo, demonstrando as peculiaridades inerentes ao assunto tratado nesta dissertação.

2.1 As Gruas

De acordo com Scigliano (2008), a grua, também chamada de guindaste universal de torre é um equipamento que foi desenvolvido objetivando o transporte de cargas, tanto na horizontal como na vertical. Foi concebido bem antes da 2ª Guerra Mundial na Europa e se mantém sem grandes alterações na concepção inicial até os dias atuais.

Trata-se de um equipamento que possui uma estrutura metálica de grande porte que abrange uma altura de trabalho usual variando entre 10 m e 150 m, podendo alguns equipamentos possuir uma altura ainda maior. É um equipamento versátil e possui grande durabilidade desde que possua manutenção adequada (SCIGLIANO, 2008).

Para Ferreira (2011) uma das grandes vantagens da utilização da grua no canteiro de obras está relacionada à sua maior capacidade de carga e a não limitação de volume em comparação a outros equipamentos de transporte. Segundo o autor, outro diferencial é a possibilidade de descarregar o material diretamente onde será utilizado.

Shapira, Lucko e Schexnayder (2007) enfatizam a utilização das gruas na construção de arranha-céus, uma vez que constituem a única solução para a elevação de materiais, elementos de construção, armações e fôrmas. No entanto, segundo os autores, em muitas partes do mundo, especialmente na Europa, as gruas são amplamente utilizadas para todos os tipos de construção e projetos, urbanos e rurais.

De acordo com Peurifoy, Schexnayder e Shapira (2006), as gruas são o epítome da crescente industrialização da construção testemunhada nas últimas décadas. Cada tipo de grua é

projetada e fabricada para trabalhar economicamente nas condições específicas do canteiro, desde que seu planejamento e escolha sejam executados de forma correta. As guias são geralmente classificadas em duas famílias principais: as fixas e as móveis, que por sua vez se subdividem como o apresentado na Figura 1.

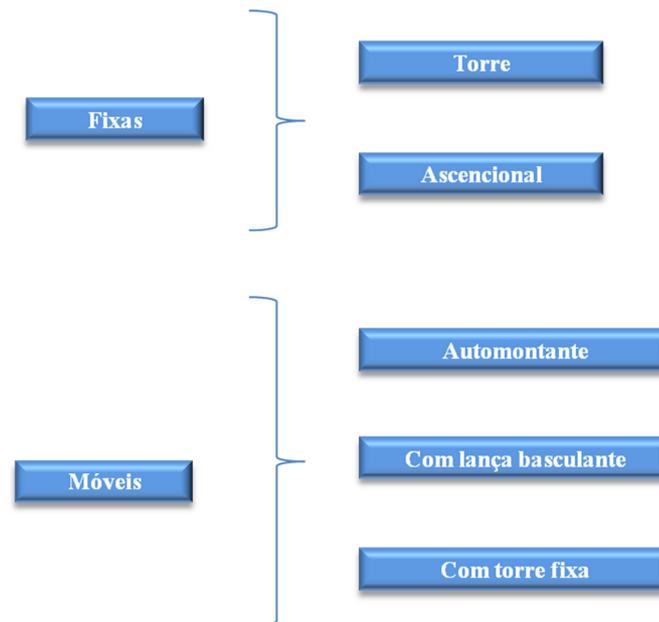


Figura 1 – Classificação dos tipos de guias.
Fonte: Esta pesquisa.

O emprego da palavra "família", utilizada na classificação das guias, implica na existência de muitos tipos de equipamentos e configurações distintas. Entretanto, sob cada um destes dois termos (guias fixas e guias móveis) há uma falta de classificação universalmente aceita. Além disso, a taxonomia para guias atesta também a grande variedade existente. Segundo Shapira, Lucko e Schexnayder (2007), em alguns casos há tipos muito semelhantes de equipamentos que possuem uma classificação diferente.

Esta falta de classificação padrão, muitas vezes leva a uma confusão quando se discute questões relativas a tais equipamentos. Decidiu-se neste trabalho utilizar as definições apresentadas no livro didático dos autores acima referenciados e no Manual de Scigliano (2008).

2.1.1 Gruas fixas

A grua fixa é um equipamento que proporciona uma ótima altura de elevação. Segundo Peurifoy, Schexnayder e Shapira (2006), este tipo de grua fornece um bom raio de trabalho, sendo bastante indicada quando se tem uma área muito limitada no canteiro.

Estes equipamentos apresentam baixa capacidade de elevação e mobilidade reduzida, comparadas a guas móveis, devida a distribuição das cargas serem através da utilização de um gancho suspenso por um cabo ligado a um carro que se movimenta ao longo da lança. Segue um relato breve sobre as características das guas torre e ascensionais.

A grua torre é montada e posicionada em uma área externa ao edifício, sua fixação é feita em uma base de concreto devidamente chumbada ao terreno, conformr pode ser observado na Figura 2. Guas torre possuem uma torre fixa e um raio de giro montado no topo, permitindo que apenas os recuos (lança principal e contra-lança) e a cabine do operador possam girar (PEURIFOY; SCHEXNAYDER; SHAPIRA, 2006).

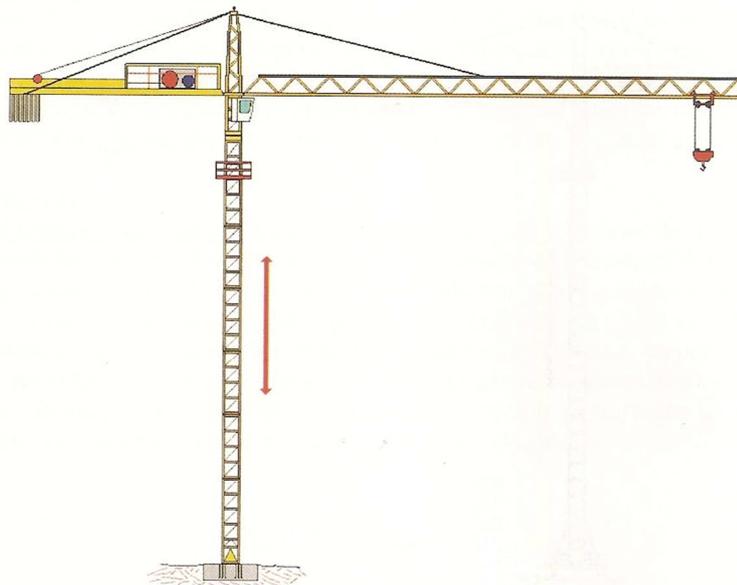


Figura 2 - Grua fixa do tipo torre.
Fonte: Scigliano (2008).

De acordo com Coelho (2010), a grua torre também pode ser estaiada ou presa ao corpo do edifício. O autor destaca que para o processo de desmontagem do equipamento, deve haver espaço disponível no canteiro para que toda a lança fique no chão após a retirada das peças da estrutura.

Ainda segundo o autor supracitado, em obras que envolvem a construção de mais de um edifício a grua torre é bastante indicada e utilizada, sendo uma das vantagens da utilização deste tipo de equipamento. Nos processos de montagem e desmontagem os problemas originados são mínimos. Quando comparadas às guas ascensionais, as guas torre apresentam maior capacidade de carga e maior comprimento de lança, além de não interferir na evolução normal dos trabalhos executados ao nível das lajes.

De acordo com Peurifoy, Schexnayder e Shapira (2006), os problemas e desvantagens na utilização deste tipo de grua estão relacionados ao tamanho da lança que propiciam o aumento dos riscos e as preocupações relativas a interferências com os imóveis vizinhos, linhas telefônicas, etc. Os responsáveis pela obra devem ter atenção nas forças horizontais exercidas na estrutura da obra pela grua. Também existem guas que centram a sua gravidade através do lastro colocado na sua base, sendo estas montadas sobre chassis que deve ser apoiado numa laje resistente.

Coelho (2010) ainda complementa dizendo que devido à relação entre peso e altura, a grua torre necessita de fundação própria. O autor ainda alerta para a necessidade de se levar em consideração no cálculo da estrutura a carga horizontal provocada pelo estaiamento ou fixação da torre no prédio. Por fim, a grua torre apresenta custo médio mais alto que as ascensionais, uma vez que possui mais peças.

Já a grua ascensional é posicionada e fixada no poço do elevador, encontrando-se nos dois pisos abaixo do ultimo pavimento construído, adaptando-se plenamente a estrutura de concreto armado, conforme pode ser observado na Figura 3.

A relevância na escolha deste tipo de grua esta na elevada capacidade de servir toda edificação, devido à ascensão deste equipamento durante o período da construção que pode apoiar os trabalhos até uma altura quase ilimitada, uma vez que não se faz necessário a adição de elementos de torre para operações em pontos mais altos, mas apenas do seu levantamento para lajes superiores, subindo de piso para piso de acordo com o desenvolvimento relativo à altura da construção. Na desmontagem deste tipo de grua deve-se pousar a lança sobre uma laje livre de obstáculos, por motivos de segurança (PEURIFOY; SCHEXNAYDER; SHAPIRA, 2006).

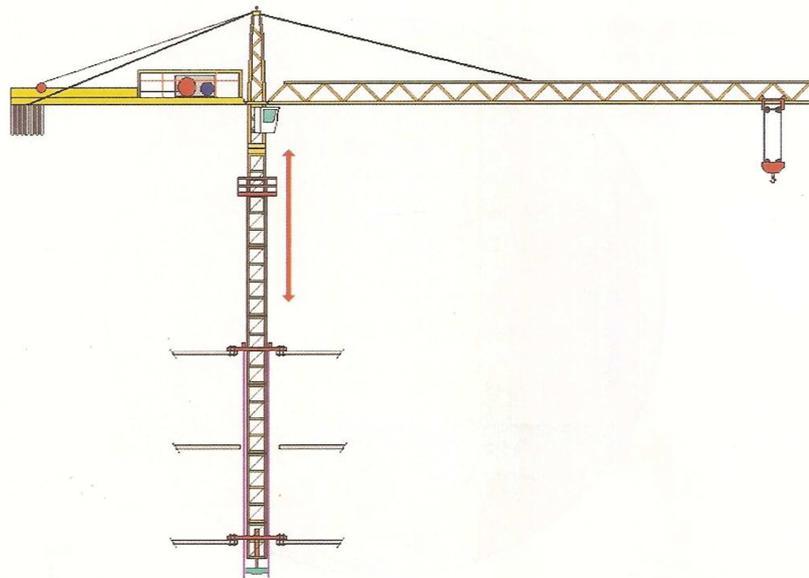


Figura 3 - Grua fixa do tipo ascensional.
Fonte: Scigliano (2008).

De acordo com Scigliano (2008), a altura do equipamento é limitada em aproximadamente 18 m a 30 m. Inicialmente a instalação da grua ascensional é igual à grua torre sendo a utilização de chumbadores de base opcional. À medida que a construção vai sendo erguida, a torre da grua vai sendo fixada à estrutura por intermédio de um conjunto de vigas de aço também chamado de quadro de ascensão (ver detalhamento na Figura 4).

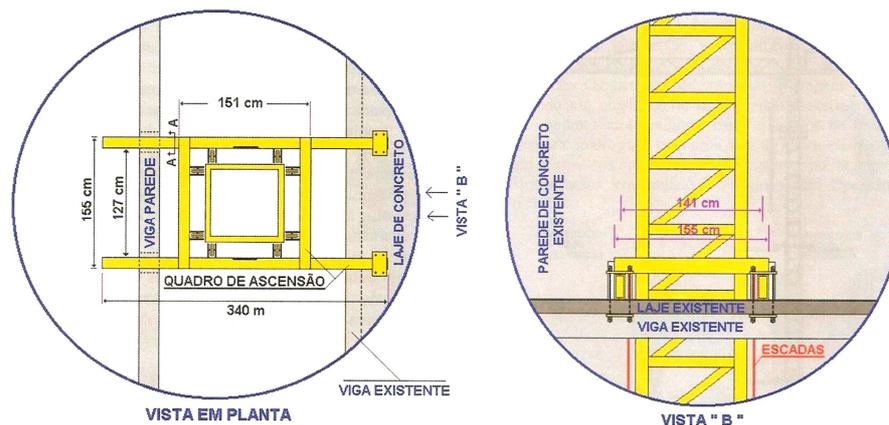


Figura 4 – Detalhe do quadro de ascensão da grua do tipo ascensional.
Fonte: Scigliano (2008).

São necessários três conjuntos de quadro por grua, um inferior, um intermediário e um superior, sendo os quadros formados por quatro vigas de aço interligadas, formando um quadrado que envolve a torre da grua. Sobre os quadros de ascensão são fixadas duas régua

de aço com vazados, chamadas de escadas de ascensão que são pulsadas por um sistema de êmbolo hidráulico ou um sistema de cabos de aço, fazendo com que ela seja elevada. Este procedimento é repetido quantas vezes forem necessárias até atingir a altura prevista para a complementação da obra.

Todos os esforços produzidos por este tipo de grua são absorvidos pela estrutura da construção. Por isso, ao realizar a opção pela grua ascensional, deve-se levar em consideração no cálculo estrutural da edificação os esforços transmitidos pela grua devido a instalação e operação deste equipamento (PEURIFOY; SCHEXNAYDER; SHAPIRA, 2006).

As comparações entre a grua ascensional e grua fixa são fatores determinantes para a escolha do tipo ideal de grua para a obra. A grua ascensional é economicamente mais vantajosa, visto que não há necessidade de tantas peças de ligação (entre a grua e a edificação), entretanto, às desvantagens na escolha deste tipo de grua está relacionada à instalação no poço do elevador, fato que impossibilita o alcance da grua no depósito de materiais presente no canteiro (COELHO, 2010).

Outra desvantagem ligada à instalação do equipamento no poço do elevador está relacionada com a desmontagem da grua. Segundo Peurifoy, Schexnayder e Shapira (2006), este processo é considerado lento, pois a retirada do equipamento se dá quando o edifício já está construído, sendo necessária a execução de um bom planejamento para evitar gastos e riscos às obras e funcionários.

2.1.2 Gruas móveis

Este tipo de grua é caracterizada por ser montada sobre esteiras paralelas providas de rodas apoiadas em trilhos. O deslocamento dos equipamentos é feito horizontalmente (movimento de translação) ao longo de uma trajetória reta ou de uma curva com grande raio de curvatura.

Muitos fabricantes apresentam opções de diferentes pacotes que permitem a configuração do guindaste a uma determinada aplicação, elevador padrão, unidade da torre, ou ciclo de trabalho. Para tudo isso é necessária a existência de uma via férrea ancorada ao terreno com blocos de concreto formando um lastro a fim de abaixar o centro de gravidade do equipamento e trazer mais estabilidade à grua (PEURIFOY; SCHEXNAYDER; SHAPIRA, 2006).

De acordo com Shapira, Lucko e Schexnayder (2007), a utilização desse tipo de equipamento é bastante vantajosa quando as gruas são utilizadas em obras horizontais como um conjunto de construções ou condomínios com vários edifícios, por proporcionar a cobertura de grandes áreas de construção. Já as desvantagens encontradas na utilização deste tipo de grua esta na limitação no aumento da sua altura, pois como a grua não está presa ao edifício não se obtém a estabilidade necessária para manter os níveis de segurança estabelecidos.

Para Peurifoy, Schexnayder e Shapira (2006), outra desvantagem observada na escolha deste tipo de equipamento é a constante manutenção da via férrea (limpeza e amarração ao terreno), necessitando de certa quantidade de funcionários para executar essa função, outro fator determinante é o terreno que deve ser nivelado para o bom desempenho e estabilidade da grua, caso contrário a má consolidação do espaço torna perigosa a movimentação das cargas no canteiro. A via férrea também reduz a movimentação de carros e trabalhadores.

Do ponto de vista econômico, esta grua torna-se bastante cara em consequência da montagem, manutenção e desmontagem deste equipamento, devido ao tempo e material que é necessário (PEURIFOY; SCHEXNAYDER; SHAPIRA, 2006).

De acordo com Peurifoy, Schexnayder e Shapira (2006), a grua automontante (ver Figura 5) é caracterizada pela base da sua coluna (torre) ser instalada sobre chassis com rodas, a lança não girar em relação à coluna e o contrapeso (lastro) estar localizado na base da grua.

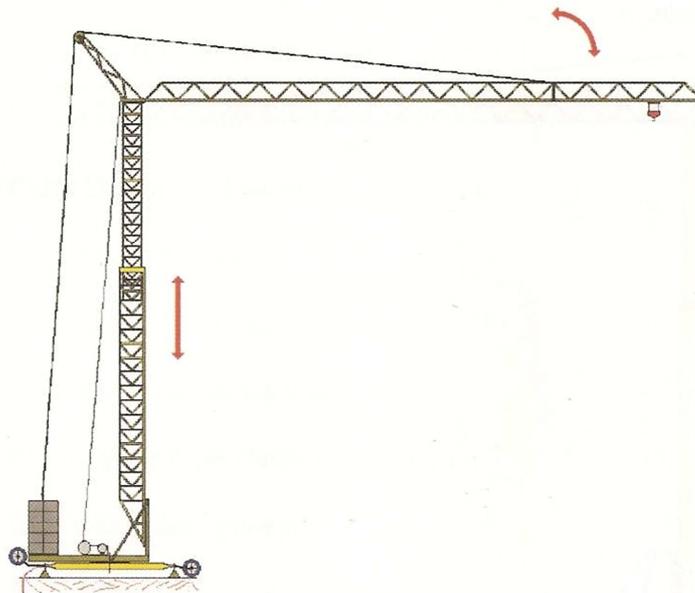


Figura 5 - Grua móvel do tipo automontante.
Fonte: Scigliano (2008).

Esse tipo de equipamento traz bastante versatilidade ao trabalho, pois as guias automontantes podem ser erguidas em qualquer direção. Outras vantagens na sua utilização são: baixo consumo energético, montagem e desmontagem rápida, transporte facilitado para obra, deslocamento no canteiro realizado através de reboque proporcionando maior rapidez e facilidade na coordenação das operações na grua, custos relacionados à instalação inferiores a outro tipo de grua e menor emissão de ruídos (PEURIFOY; SCHEXNAYDER; SHAPIRA, 2006).

Os autores supracitados relacionam as desvantagens na utilização destes equipamentos à altura máxima atingida pela grua, uma vez que este tipo específico só atende a obras com pequenas alturas. Como em toda grua móvel, deve-se verificar questões relacionadas ao nivelamento do terreno.

De acordo com Coelho (2010), Grua móvel com lança basculante é constituída normalmente por uma torre equipada com cabos e roldanas que são utilizadas para levantar e abaixar as cargas. São habitualmente estruturas temporárias montadas num veículo especial. Silva (2013) enfatiza que esse tipo de grua não é frequentemente utilizada em obras, assim como guias com quadro de giro situado na parte inferior da torre e guias que possuem lança articulável, fato este ocasionado pela angulação da lança.

Segundo Silva (2013), a grua móvel com torre fixa (ver Figura 6) apresenta toda a sua estrutura se movimenta sobre os trilhos ou rodas. Em caso de movimentação sobre trilhos, este é feito através de um equipamento montado sobre uma base com rodas metálicas.

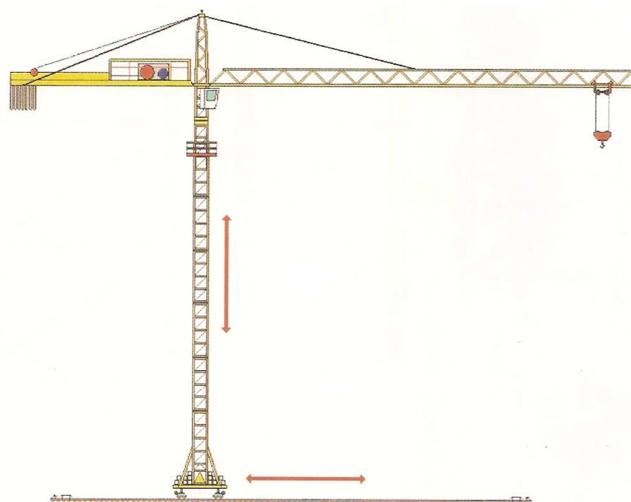


Figura 6 - Grua móvel do tipo torre.
Fonte: Scigliano (2008).

Para Coelho (2013), este tipo de grua pode atender a diversos edifícios em condomínios com várias torres, como por exemplo, conjuntos habitacionais. Entretanto, por não possuir estaiamento, nem ser fixada ao corpo de um edifício, apresenta altura limitada.

2.2 Revisão da Literatura

Diversos trabalhos vem sendo desenvolvidos acerca do planejamento e escolha de guas em canteiros de obras considerando, entre outros aspectos, a segurança na utilização. Nesta seção apresenta-se uma breve revisão do estado da arte sobre os temas anteriormente citados.

2.2.1 Processo de planejamento e escolha do equipamento

Ao longo dos anos o processo de planejamento e seleção de guas em canteiros de obras foi e ainda vem sendo objeto de estudo de trabalhos espalhados por várias partes do mundo. Apresentam-se aqui os trabalhos desenvolvidos sobre esta temática em ordem cronológica. A Tabela 2 apresenta um breve resumo dos artigos apresentados em seguida.

Tabela 2 – Estudos realizados acerca do planejamento e seleção de guas em canteiros de obras

Autores	Objetivo	Metodologia	Principais resultados
Shapira e Glascock (1996)	Analisar a cultura do uso de guas móveis	Visitas a 36 canteiros e realização de entrevistas nos EUA	Utilização de autogruas não dependia apenas de fatores técnicos, mas também de fatores culturais
Shapira e Schexnayder (1999)	Analisar o processo de escolha de um modelo específico de grua móvel	Visitas a cinco canteiros e realização de 15 entrevistas nos EUA	O processo de seleção não depende apenas de fatores óbvios O processo de seleção é gradualmente conduzido, durante todo o projeto Não há apenas um interveniente neste processo.
Shapira e Goldenberg (2005)	Desenvolver um modelo de apoio à decisão	Utilização do método de análise hierárquica AHP e validação em um canteiro em Israel.	O modelo se mostrou adequado para seleção da grua, uma vez que permite a consideração da percepção e preferências da equipe de seleção de equipamentos, bem como da configuração particular da empresa de construção
Shapira e Goldenberg (2007)	Realizar um levantamento dos <i>softfactors</i> que afetam a seleção das guas.	Visitas a seis projetos de construção em Israel e entrevistas a seis gerentes de projeto	Foram estabelecidas duas classes de fatores que influenciam no processo de seleção da grua: os <i>hard e softfactors</i> . Estes últimos possuem uma dificuldade de serem avaliados, mas são importantes para seleção
Sousa (2014)	Descrever as características específicas do planejamento, seleção e manuseamento das guas utilizadas nos canteiros de obras em Portugal	Visitas a dezoito projetos de construção em Portugal e entrevistas a dezoito gerentes de projeto	O processo de planejamento da grua não é realizado ao longo da vida do projeto O processo de seleção, planejamento e localização da grua envolve várias pessoas, internas e externas à empresa O principal interveniente no planejamento do equipamento em todas as fases da vida do projeto é o engenheiro diretor de obra

Fonte: Esta pesquisa.

Numa primeira fase, Shapira e Glascock (1996) realizaram um estudo que apresentava como questão central analisar os motivos que levam à existência de diferentes tipos de grua,

podendo ser móvel ou fixa, ou serem adotados em diferentes projetos, onde ambas seriam opções viáveis. Para isso, foi examinada a cultura de utilização de guias móveis em projetos de construção civil.

Para o efeito, a informação foi recolhida através de visitas de campo e entrevistas realizadas *in loco* em 36 projetos na região sudoeste dos Estados Unidos da América. Os critérios de seleção para aplicação do inquérito incluíam: (1) projetos de construção que não fossem: a) vias de comunicação; b) equipamentos coletivos; c) infraestruturas; (2) projetos em que o equipamento central de elevação fosse uma, ou mais guias moveis; (3) orçamento superior a 1M\$; (4) a duração de projeto não poderia ser inferior a três meses.

As entrevistas foram realizadas em 29 empresas de construção diferentes que atendiam aos requisitos anteriormente citados. Os autores impuseram um limite de apenas dois projetos por empresa objetivando uma maior representatividade nas amostras recolhidas. A Tabela 3 apresenta as características dos projetos analisados.

Tabela 3 – Características dos projetos analisados por Shapira e Glascock (1996)

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

Fonte: Adaptado de Shapira e Glascock (1996).

Foram entrevistados dez diretores de projeto, vinte e quatro subempreiteiros e dois engenheiros de projeto, todos indicados pelas empresas de construção selecionadas por possuírem experiência e envolvimento com os projetos analisados.

As entrevistas eram gravadas e cada resposta foi analisada individualmente e correlacionada, tendo em vista as diferentes variáveis: (1) características físicas do projeto: a) dimensão; b) estrutura; c) espaço disponível; d) restrições nos canteiros; e) terreno do canteiro; f) sistema construtivo; g) custo e duração do projeto; (2) características operacionais do projeto: a) número de guias utilizadas durante o projeto; b) especificações da guisa; c) distância de transporte; d) outros equipamentos de elevação ou similares; e) natureza do planejamento e acordos contratuais; f) responsabilidades do operador da guisa; (3) características não específicas do projeto e fatores externos: a) políticas de aquisição ou aluguel; b)

disponibilidade do equipamento; c) experiência com guas torre e indústria de construção local.

Com este estudo, os autores concluíram que a utilização de guas móveis como elemento de elevação não depende apenas de fatores técnicos, mas também de fatores culturais, chegando a fazer referência à tradição associada a este processo. A seleção de um equipamento, seja fixo ou móvel, não é necessariamente o resultado de um processo de decisão técnica, fatores como o prevailecimento organizacional, ambiental, de mercado e do estado da indústria apresentam forte influência neste processo.

Assim sendo e dando continuidade ao estudo, Shapira e Schexnayder (1999) exploraram a temática relativa à segunda fase do processo de seleção – a escolha de um modelo específico que corresponda às necessidades de projeto. Para eles, o complicado processo de seleção de um determinado tipo de grua para o canteiro está dividido em duas fases: (1) decisão geral sobre um determinado tipo de grua: móvel ou fixa; (2) seleção de um modelo específico que corresponda às necessidades de projeto.

Com uma metodologia paralela ao estudo realizado por Shapira e Glascock (1996), a informação foi recolhida através de visitas aos canteiros de obras, seguida de uma entrevista. Ao contrário do primeiro estudo, foi entrevistado mais de um elemento do mesmo projeto tendo sido realizadas visitas a cinco projetos e realizadas 15 entrevistas no total. Foram também utilizados os mesmos critérios de seleção de projetos, tendo em conta o seu custo, duração, tipo de projeto, e no máximo duas entrevistas por companhia.

Shapira e Shexnayder (1999) abordaram neste estudo não só os fatores de seleção que afetam a escolha de um determinado modelo de equipamento, mas também analisaram os principais intervenientes no processo da sua seleção, assim como o momento (referência temporal) em que é feito e a importância destas entidades na mediação da seleção.

Os autores verificaram que a área de abrangência do equipamento (raio de giro), a segurança, a altura do edifício e a tipologia dos trabalhos a desempenhar pelo equipamento foram considerados os critérios mais influentes no processo da seleção da grua.

O envolvimento dos intervenientes no processo de seleção da grua foi analisado considerando mudanças no grau de participação de cada nas diferentes fases do projeto. A distinção entre as

fases do projeto seguiu o mesmo raciocínio adotado por Shapira e Laufer (1993), segundo o qual o projeto de construção pode ser dividido em três etapas:

1. Pré-candidatura (fase de concurso) – *Prebid Planning* (PBP): ocorre antes da apresentação da proposta. Sua duração varia muito, podendo durar de alguns dias a vários meses, dependendo principalmente do tipo de contrato.
2. Preparação e planejamento – *Preconstruction Planning* (PCP): inicia-se imediatamente após a adjudicação do contrato e continua até certo ponto da construção, normalmente não mais do que dois meses adicionais para além da mobilização.
3. Durante a construção – *During-construction Planning* (DCP): começa um a dois meses após a mobilização e dura por toda a vida do projeto, apresenta mudanças de intensidade e segue um padrão repetitivo.

Os potenciais participantes no planejamento e seleção do equipamento que foram especificados nas entrevistas foram: (1) diretor de projeto; (2) subempreiteiro; (3) engenheiro de projeto; (4) escritório de projeto (*Home Office*); (5) subcontratados e fornecedores.

Assim, durante as entrevistas, os autores solicitaram aos entrevistados que caracterizassem o seu envolvimento no planejamento e seleção das gruas no que diz respeito às diferentes fases de projeto.

Shapira e Shexnayder (1999), concluíram que o planejamento dos equipamentos é sempre realizado por mais do que um interveniente nas diferentes fases do projeto. No geral, o diretor de projeto tem um nível médio de participação, enquanto que o subempreiteiro e o encarregado fazem parte da equipe de planejamento dos equipamentos durante todas as fases do projeto.

Como conclusão, Shapira e Schexnayder (1999), observaram que o processo de planejamento da instalação de gruas em canteiros de obras ainda era um problema técnico. Assim sendo observou-se que:

1. O processo de seleção não depende apenas de fatores técnicos dos equipamentos; salientando a importância dos fatores: de gestão, organizacionais, de ambiente macro econômico;
2. O processo de planejamento dos equipamentos não é um ato único e isolado, mas sim um processo que é conduzido durante todo o projeto;

3. Não existe apenas um interveniente neste processo. Trata-se de uma tarefa em que vários agentes intervêm no mesmo, podendo ser agentes internos e externos;
4. Os subempreiteiros emergem como principais intervenientes no planeamento do equipamento.

Shapira e Goldenberg (2005) identificaram que os modelos até então oferecidos pela literatura para seleção de equipamentos em canteiros de obras limitavam-se a apenas uma parte do problema, sem considerar de forma sistemática o planeamento do canteiro como um todo.

Os modelos levavam em consideração principalmente os “hardfactors” como custos e limitações técnicas do projeto, falhando desta forma ao não destinar um estágio para a ponderação de fatores qualitativos, informais e intangíveis, como os relacionados ao ambiente e a organização, também chamados de “softfactors”, apresentando uma solução “universal” que levava a simplificação exarcebada do problema e conseqüentemente, a perda da capacidade de refletir a complexidade do projeto e suas condições contextuais únicas.

Para solucionar os problemas citados acima, foi proposto um modelo baseado no método de análise hierárquica ou *Analytic Hierarquique Process* (AHP). Goldenberg e Shapira (2007) realizaram um estudo de caso da aplicação do modelo proposto. O projeto analisado estava na fase de estrutura e foi escolhido porque possuía um canteiro confinado, localizado dentro de uma área urbana densamente povoada e na proximidade de vias congestionadas em Israel.

Com a aplicação do modelo, Shapira e Goldenberg (2005) verificaram que alternativa escolhida não foi a de menor custo devido ao peso dado a benefícios operacionais. Portanto, a decisão tomada referia-se não só às características do projeto estudado, mas também à percepção e preferências da equipe de seleção de equipamentos, bem como da configuração particular da empresa de construção.

Shapira e Goldenberg (2007) realizaram estudo ainda mais aprofundado objetivando aumentar a conscientização: (1) para a natureza, variedade e riqueza dos *softfactors*; (2) sua importância e impacto sobre a tomada de decisão; e (3) dificuldade inerente de avaliá-los e integrá-los dentro de um processo abrangente de seleção de um equipamento.

Foram realizados seis estudos de caso de projeto de construção em Israel quem incluíam a construção de obras públicas, comerciais e residenciais. Os projetos foram selecionados com base em seu tamanho, complexidade e existência de diferentes tipos de guas. Todos os

projetos estavam localizados em meio urbano, dentro e na proximidade de sistemas rodoviários congestionados. Todos apresentavam canteiros de obras confinados, com obstáculos físicos de vários tipos.

Os seis projetos foram construídos por sete empresas diferentes conhecidas por sua cultura de planejamento altamente desenvolvida, como pode ser observado na Tabela 3. Foram realizadas entrevistas em profundidade com cada um dos seis gerentes de projetos apoiadas por inúmeras visitas ao local durante a construção.

Foram identificados 27 *softfactors* que influenciam o processo de seleção da grua, entre eles a política de compra de equipamentos da empresa e a predileção pela utilização de equipamentos próprios, fatores comerciais, especialização da construtora em um determinado tipo de projeto, tradição e experiências prévias, canteiro congestionado, obstáculos no canteiro, tráfego intenso próximo ao canteiro, acessibilidade ao canteiro, ventos fortes, idade do equipamento e confiabilidade, obstrução da visão do operador da grua, etc. A lista completa e detalhada com explicações e exemplos pode ser consultada no trabalho de Shapira e Goldenberg (2007).

Tabela 4 – Características dos projetos analisados por Shapira e Goldenberg (2007)

Número	Nome e localização	Contratante	Custo (milhares de dólares)	Estrutura principal
1	“City Gate” (Ramat Gan, Israel)	Aviv & Co.	90	Uma torre com 69 andares
2	“Azrieli Center” (Tel Aviv, Israel)	Cemental + Magil	105	Duas torres com 50 e 46 andares
3	“City Tower” (Ramat Gan, Israel)	U. Dori	60	Uma torre com 46 andares
4	“Government City” (Haifa, Israel)	Solel Boneh + Ashtrom	35	Uma torre com 35 andares
5	“Toyota Towers” (Tel Aviv, Israel)	U. Dori	33	Duas torres com 25 e 10 andares
6	“Rubinstein House” (Tel Aviv, Israel)	Ben Yakar–Gat	60	Uma torre com 31 andares

Fonte: Adaptado de Shapira e Goldenberg (2007).

A partir da investigação das práticas utilizadas nas empresas investigadas, Shapira e Goldenberg (2007) concluíram que a consideração dos *softfactors* na seleção de guas para projetos de construção não só é inevitável, como também desempenha um papel importante na decisão da escolha do equipamento.

Segundo os autores, a extensão da consideração dos *softfactors* no processo de decisão depende muito da equipe de planejamento e principalmente do gerente de projeto. A Figura 7 apresenta as principais etapas seguidas na seleção da grua identificadas a partir dos estudos de caso. É possível observar claramente a consideração de *softfactors* no processo, embora não tenha sido estruturada como uma fase separada, nem tenha havido qualquer tentativa deliberada de pesagem entre os *hard* e *softfactors* com as considerações de custo de forma racional e sistemática.

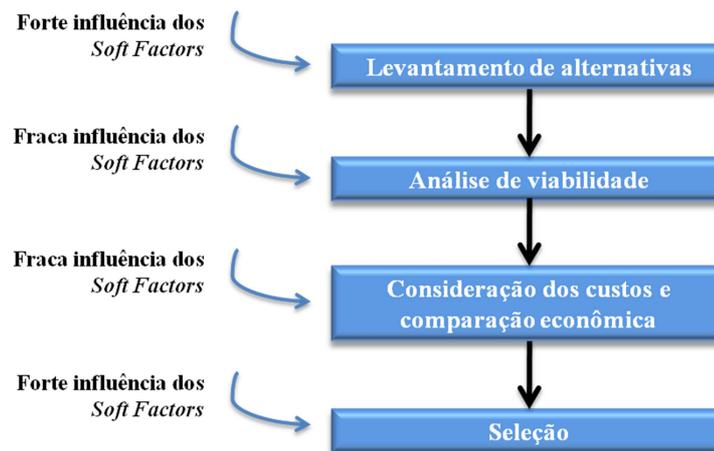


Figura 7 – Estado da prática do processo de seleção de guas.
Fonte: Adaptado de Shapira e Goldenberg (2007).

Como forma de atingir os objetivos propostos em seu estudo, Shapira e Goldenberg (2007) propuseram a introdução de duas novas etapas no processo de escolha de equipamentos para canteiros de obras, conforme pode ser observado na Figura 8. A primeira etapa adicionada está relacionada ao fato de que a “Avaliação dos *Softfactors*” foi considerada de forma separada como sendo uma etapa definida e no mesmo nível que a “Consideração dos custos e comparação econômica”. A segunda etapa introduzida no modelo é a “Avaliação global dos *Soft* e *Hardfactor*” que, diferente do modelo anterior, considerando de forma clara a influência que os *softfactors* tem sobre a escolha do equipamento.

De acordo com Shapira e Goldenberg (2007) a consideração dos *softfactors* de forma alguma diminui a importância da análise dos custos e das comparações econômicas, mas pode ser de grande valia na tomada de decisão caso apresentem-se duas alternativas distintas com custos bem próximos. Para os autores, nestes casos, a escolha poderia depender inteiramente de uma avaliação adequada dos *softfactors*.

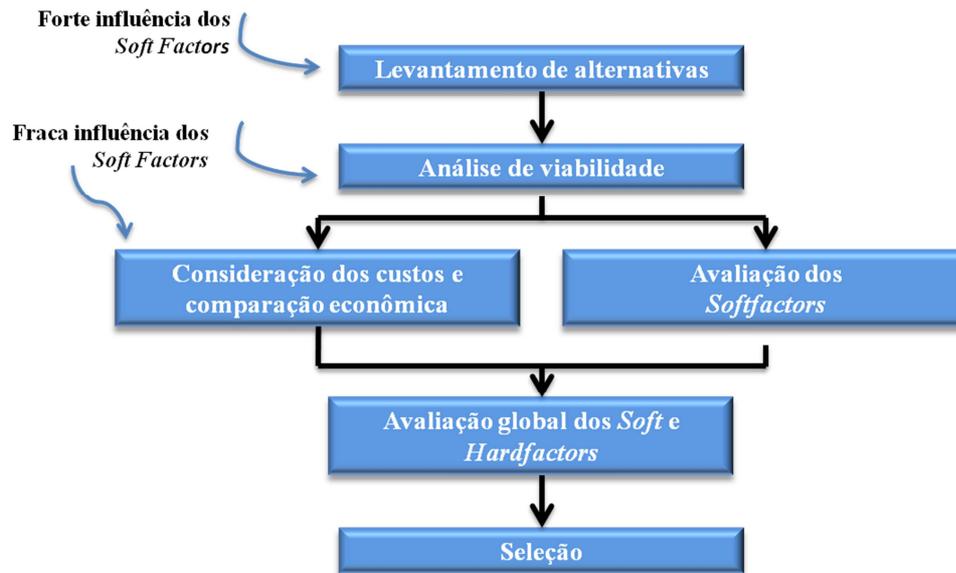


Figura 8 – Estado da prática do processo de seleção de guias.
 Fonte: Adaptado de Shapira e Goldenberg (2007).

É importante salientar que apesar da notação adotada no trabalho ser a mesma utilizada em estudos antecessores (como os apresentados neste subcapítulo) não deve-se de forma alguma estabelecer-se uma notação de importância ou prioridade entre os *hard* e *softfactors*. Como muito bem observado por Shapira e Goldenberg (2007), tanto os *hardfactors* quanto os *softfactors* afetam indiscriminadamente a tomada de decisão desde o início do processo de seleção da grua.

Em uma pesquisa mais recente, Sousa (2014) desenvolveu um estudo que objetivou descrever as características específicas do planejamento, seleção e manuseamento das guias utilizadas nos canteiros de obras em Portugal, identificando as principais características culturais influentes nesse processo.

A autora analisou os critérios considerados na seleção das guias, a cultura relativamente ao uso de guias torre, os fatores que afetavam a segurança nos canteiros portugueses com grua, os requisitos de segurança nas operações das guias e o desenvolvimento tecnológico.

No âmbito de tal trabalho, Sousa (2014) realizou entrevistas com base no modelo desenvolvido e consolidado em diversos estudos comentados anteriormente por Aviad Shapira, num conjunto de 18 canteiros de obras que apresentavam tipologias distintas, incluindo a obras de recuperação e reforma, obras hospitalares, casas unifamiliares e prédios

com no máximo seis andares. Na seleção dos casos de estudo não foram estabelecidos critérios mínimos, com a exceção da localização geográfica – Portugal.

Sousa (2014) concluiu que o método de seleção de guas obedece, essencialmente, às características do projeto (altura da estrutura, layout do(s) edifícios e método construtivo) e às características operacionais (comprimento da lança e capacidade de carga). Em suma, a seleção da grua depende, essencialmente, de fatores organizacionais e de fatores técnicos. Assim sendo, observou que:

1. O processo de planeamento da grua não é realizado apenas num momento, mas sim um processo contínuo ao longo da vida do projeto;
2. O processo de seleção, planeamento e localização da grua não se trata de uma tarefa realizada apenas por um interveniente, mas de uma tarefa que envolve várias pessoas, internas e externas à empresa; e
3. O principal interveniente no planeamento do equipamento em todas as fases da vida do projeto é o engenheiro diretor de obra, porém, a direção de produção, o encarregado e o fornecedor de guas são também participantes influentes na fase de preparação e planeamento, assim como na fase de construção.

2.2.2 Segurança na operação de guas

Inicialmente, os estudos acerca da segurança na utilização de guas nas obras se concentraram na identificação dos critérios que influenciavam a segurança no canteiro. Posteriormente foram desenvolvidos estudos complementares para o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de quantificar a segurança em função dos riscos inerentes à utilização das guas. Os estudos mais recentes sobre a temática discorrem sobre as causas dos acidentes com este tipo de equipamento. A Tabela 5 apresenta um breve resumo dos artigos apresentados nesta seção.

Shapira e Lyachin (2009), na primeira fase de um plano de pesquisa mais amplo que objetivava o desenvolvimento de índices quantitativos que refletissem de maneira eficiente os níveis de segurança nos canteiros de obras com guas, procuraram identificar os principais fatores que afetavam a segurança na operação de tais equipamentos. O estudo também procurou avaliar o grau de influência de cada fator na segurança do local com base no conhecimento de profissionais especializados em gestão de equipamentos e em gestão de segurança.

Os autores identificaram os fatores através: (1) da literatura existente; (2) de inúmeras visitas realizadas a canteiros de obras; e (3) a partir da aplicação de um questionário a 19 peritos de segurança de equipamentos das dez maiores empresas de construção em Israel.

Tabela 5 – Estudos realizados acerca da segurança na utilização de guas em canteiros de obras

Autores	Objetivo	Metodologia	Principais resultados
Shapira e Lyachin (2009)	Identificar os principais fatores que afetavam a segurança na operação de tais equipamentos	Aplicação de um questionário a 19 peritos de segurança de equipamentos das dez maiores empresas de construção em Israel	Foram identificados 21 fatores agrupados em quatro categorias: condições do projeto, ambiente, fator humano, gestão da segurança
Shapira e Simcha (2009a)	Determinação dos pesos dos fatores que influenciavam a segurança na operação de guas	Utilização do método AHP	Foram identificados dois fatores que afetavam consideravelmente a segurança em canteiros com guas torre: a sobreposição de guas e a proficiência de operador
Shapira e Simcha (2009b)	Desenvolvimento de métodos de medição e escalas de risco para os dois principais fatores de segurança relacionados à grua identificados no estudo anterior	Utilização de métodos baseado na probabilidade e elicitação de conhecimento de especialistas através do método AHP	Foram desenvolvidas métricas para o cálculo da influência dos fatores estudados.
Shapira, Simcha e Goldember (2012)	Propor um modelo para quantificação do risco no canteiro	Informatização do modelo e aplicação em dois canteiros em Israel	Foi verificado que o modelo proposto necessita de ajustes para aplicação a construções com características distintas à observada no estudo
Tam e Fung (2011)	Identificar os fatores que afetam a segurança nas operações das guas em Hong Kong	Envio de questionário do tipo <i>survey</i> a 700 trabalhadores ligados à operação de guas torre em Hong Kong e realização de entrevistas estruturadas	Identificou-se a necessidade de reforço na promoção do Código de Boas Práticas. Não omissão das inspeções e exames da grua deviam. Intensificação do treinamento de montagem e desmontagem da grua.
Marquez et al. (2014)	Identificar as causas mais comuns de acidentes com guas torre	Avaliações de campo e análise de dados de construção de dois acidentes com guas	Concluiu-se que a falha está relacionada com a concepção e elaboração das fundações dos equipamentos. A formação inadequada e a fadiga dos profissionais são o principal motivo para práticas inseguras nas operações com guas torre.
Swuste (2013)	Identificação das principais causas de acidentes com guas	Análise documental de acidentes ocorridos com guas	Identificou-se que as causas para o colapso estrutural são variadas, relacionadas à problemas de fundação, à sobrecarga e a erros durante a desmontagem da grua.

Fonte: Esta pesquisa.

O trabalho com guas torre foi observado tanto no solo como na cabine do operador. Durante as visitas os autores recolheram informações acerca da ocorrência de incidentes com os operadores das guas. Com base no questionário e na lista de incidentes foi desenvolvida a lista final dos fatores que afetavam a segurança dos canteiros com guas.

No decorrer do estudo foram identificados e discutidos cerca de 40 fatores que afetavam a segurança nos canteiros devido à operação das guas, todavia, apenas 21 foram selecionados

pelos autores e agrupados em quatro categorias, nomeadamente: (1) condições do projeto; (2) ambiente; (3) fator humano; e (4) gestão da segurança, conforme descrito nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6 – Fatores humanos que afetam a segurança nos canteiros de obras

Fator	Definição
Experiência do operador	Experiência e competência do operador da grua
Caráter do operador	Padrões comportamentais e capacidade mental do operador da grua
Fonte de emprego	Operador da grua é funcionário da empresa de construção ou subcontratado
Caráter do diretor de obra	Padrões comportamentais e da capacidade mental do diretor de obra
Experiência dos trabalhadores encarregados da sinalização	Experiência dos trabalhadores encarregados da sinalização

Fonte: Adaptado de Shapira e Lyachin (2009).

Tabela 7 – Condições do ambiente que afetam a segurança nos canteiros de obras

Fator	Definição
Vento	Efeitos do vento na grua
Tempo	As temperaturas extremas e outros fenômenos climatológicos (excluindo o vento)
Visibilidade	Má visibilidade do operador da grua e dos outros trabalhadores

Fonte: Adaptado de Shapira e Lyachin (2009).

Tabela 8 – Fatores de gestão de segurança que afetam a segurança nos canteiros de obras

Fator	Definição
Gestão do local	Gestão da segurança no local
Gestão da empresa	Política e gestão da segurança da empresa
Gestão da manutenção	Nível de manutenção das gruas e dos acessórios de elevação

Fonte: Adaptado de Shapira e Lyachin (2009).

Tabela 9 – Condições de projeto que afetam a segurança nos canteiros de obras

Fator	Definição
Obstáculos e local congestionado	Obstáculos (excluindo linhas de energia) localizados na área de ação da grua
Linhas de energia	Linhas elétricas localizadas na área de ação da grua
Obstrução da visão	Obstrução (carga, descarga e viagem) da visão do operador
Gruas sobrepostas	Sobreposição de uma ou mais gruas
Distância de visibilidade e ângulo	Distância de visibilidade e ângulo das zonas de carga/descarga
Organização do trabalho na cabine	Nível organização do trabalho na cabine do operador
Alteração dos horários de trabalho	As horas extraordinárias (noite) é um indicador de fadiga nos operadores
Diversidade de idiomas	Diferentes linguagens utilizadas no local pelo operador e pela equipe de trabalho
Auxiliares de operador	Com excesso de trabalho é exigido, por normas de segurança, auxiliares de operador para obter uma maior segurança
Tipo de carga	Tipo de carga, incluindo o método de aparelhamento

Fonte: Adaptado de Shapira e Lyachin (2009).

Shapira e Lyachin (2009) apresentaram em seu estudo uma avaliação da influência de fatores de risco na segurança da operação de gruas torre em canteiros de obras. Os autores utilizaram

uma escala numérica onde cada fator foi avaliado de forma independente. Contudo, para a determinação de pesos relativos dos fatores de modo que eles possam ser utilizados para gerar índices quantitativos de segurança, um método diferente do aplicado deveria ser utilizado.

Para dar continuidade ao estudo iniciado por Shapira e Lyachin (2009), Shapira e Simcha (2009a) desenvolveram um trabalho utilizando o método AHP para determinação dos pesos dos fatores que influenciavam a segurança na operação de guias em canteiros de obras através da elicitación de preferências de especialistas.

Os autores identificaram que dois fatores afetavam consideravelmente a segurança em canteiros com guias torre: (1) a sobreposição de guias; e (2) a proficiência de operador. Esses dois fatores são inerentemente diferentes em suas características e, portanto, necessitavam de métodos distintos para medição do risco e o desenvolvimento de escalas quantitativas de risco nos canteiros.

A medição dos riscos e a utilização de escalas de risco são essenciais para o desenvolvimento de um modelo integrado que visa determinar quantitativamente o nível de segurança dos locais de construção numa base comparativa. Certos disso, Shapira e Simcha (2009b) desenvolveram métodos de medição e escalas de risco para os dois principais fatores de segurança relacionados à grua identificados no estudo anterior.

Um método baseado na probabilidade foi prescrito para a medição de riscos na sobreposição de guias, enquanto que a elicitación de conhecimento de especialistas através do método AHP foi utilizado para desenvolver métricas para o fator proficiência do operador.

O estudo mais amplo foi finalizado por Shapira, Simcha e Goldemberg (2012), que expuseram um modelo capaz de computar um índice global que realisticamente refletisse o nível de segurança em qualquer canteiro devido à operação de guias torre.

O modelo concretizado por Shapira, Simcha e Goldember (2012) integrava quatro módulos: (1) a especificação dos pesos relativos dos fatores de segurança, (2) a medição dos pesos relativos dos fatores de segurança específicos presentes no canteiro; (3) o dimensionamento para correta conversão de cada grandeza de medição em um valor que representasse o risco potencial gerado por cada elemento presente no canteiro de obras; e (4) os fatores de multiplicação para conversão do risco acumulado gerado por todos os fatores em um risco real.

O modelo proposto pelos autores foi informatizado e testado em dois canteiros de obras em Israel. Ele foi baseado em pareceres de peritos e, como tal, a sua aplicação potencial em outras construções com características distintas exige ajustes, que são possibilitados pela arquitetura modular e transparência de conteúdo do modelo.

Outro estudo pertinente a mesma temática foi desenvolvido por Tam e Fung (2011). Ao constatar que a operação de guas em canteiros de obras de Hong Kong era uma atividade perigosa que ocasionava acidentes graves, os autores desenvolveram uma pesquisa objetivando: (1) examinar os acidentes relacionados com as atividades da grua na construção civil; (2) identificar os fatores que afetam a segurança nas operações das guas; e (3) sugerir recomendações para o melhoramento do desempenho de segurança relacionado as atividades com guas.

Para atingir os objetivos propostos, os autores enviaram um questionário do tipo *survey* a 700 trabalhadores ligados à operação de guas torre, cujas funções incluíam: operadores de grua, sinaleiros, diretores de obra, coordenadores de segurança e engenheiros. O estudo foi conduzido a partir das 453 respostas do questionário recebidas pelos autores.

Após o recebimento, foram estruturadas entrevistas individuais, organizadas com 14 participantes, selecionados a partir de diferentes origens: dois operadores de grua, dois lançadores, um sinalizador, dois capatazes, dois oficiais de segurança, três coordenadores do estaleiro e dois engenheiros.

Com base nas respostas obtidas os autores verificaram que nem os empreiteiros nem os subempreiteiros exigiam que seus operários lessem as instruções de segurança. Para os autores, os empreiteiros deixaram de fornecer as instruções de segurança devido à inexistência destas ou até mesmo pela falta de informação acerca da importância dos programas de segurança.

Um dado alarmante identificado por Tam e Fung (2011) consiste no fato dos operadores da grua trabalharem, em muitas ocasiões, com a visão obstruída e sem restrições de carga transportada. Isso implica num aumento do risco na operação da grua. Também se identificou que uma porcentagem significativa dos entrevistados disse não ser capaz de dirigir o movimento das guas e cargas e compreender inteiramente os sinais de rádio, de forma a garantir a segurança do pessoal.

Falhas no processo de montagem e desmontagem das guas foi outro fator identificado na pesquisa. A maioria dos respondentes afirmou que a montagem e a desmontagem da grua não são supervisionadas por uma pessoa competente. Os respondentes referiram que, em geral, depois da utilização da grua no canteiro de obras, esta é submetida a uma verificação e a manutenção só será realizada caso seja necessário. Todavia, alguns indicaram a omissão nas inspeções e manutenções dos equipamentos por parte de alguns proprietários.

Com base nos resultados da pesquisa e discussão da entrevista, a fim de melhorar a segurança na operação das guas no setor da construção civil, Tam e Fung (2011) sugeriram que, entre outros aspectos: (1) deviam reforçar a promoção do Código de Boas Práticas para a utilização segura da grua; (2) em nenhuma circunstância, as inspeções e exames da grua deviam ser omitidos; (3) a instrução para as diferentes funções na operação da grua devia ser intensificada, em particular na operação de montagem e desmontagem do equipamento; e (4) as operações de elevação deviam ser cuidadosamente planejadas, de forma a eliminar os efeitos das restrições do tempo que afetavam a segurança operacional.

A operação segura e eficiente com guas requer um bom planejamento aliado ao apoio suficiente e adequado em tempo real. A natureza dinâmica dos locais de construção e as mudanças inesperadas nos estaleiros podem originar novos obstáculos para a grua, podendo causar colisões e acidentes (ZHANG; HAMMAD, 2012).

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

É neste sentido que Marquez et al. (2014) elaboraram um estudo objetivando identificar as causas mais comuns de acidentes com guas torre relacionadas. Os autores identificaram que, na maioria dos casos, a falha está relacionada com a concepção e elaboração das fundações dos equipamentos. As questões de segurança com guas torre são atribuídas principalmente a fatores humanos. A formação inadequada e a fadiga dos profissionais são o principal motivo para práticas inseguras nas operações com guas torre.

Swuste (2013) refere que as principais causas de acidentes com grua estão associadas a erros de operação por parte do operador da grua. As causas para o colapso estrutural são variadas, mas devem-se, na sua maioria, ao mau tempo, às deficiências estruturais, aos problemas de fundação, à sobrecarga e a erros durante a desmontagem da grua. As gruas móveis, devido à constante mudança das condições de funcionamento, são mais suscetíveis a acidentes, embora com menor número de vítimas. Para a realização de uma análise profunda das causas é necessário analisar todos os fatores e não apenas aqueles que são imediatamente visíveis.

O autor ainda enfatiza que o planejamento da grua deve ser vinculado e centrado nos riscos inerentes relacionados às gruas assim como os relacionados à capacidade de carga do equipamento, localização e condições ambientais. Quando ignorados estes fatores, o risco aumentará e poderá gerar acidentes fatais.

Vale salientar que os fatores, muitas vezes considerados nos estudos aqui discutidos constituem elementos que contribuem para um resultado. Entretanto, quando se trata de um problema de decisão esses fatores passam a ser definidos como critérios. De acordo com Almeida (2013), os critérios constituem as variáveis de decisão de um problema que envolva no mínimo duas alternativas.

2.3 Síntese do capítulo

A partir da revisão do estado da arte constatou-se que em países desenvolvidos o processo de seleção da grua obedece, essencialmente, a fatores de gestão, de organização e de segurança. Também se pôde verificar que nos países analisados, o processo de planejamento do equipamento não se resume a um ato único, mas sim a um processo contínuo realizado ao longo da vida do projeto, envolvendo diversos intervenientes.

Relativamente à segurança nos canteiros com gruas, observou-se que os principais fatores que tornam inseguras as operações com gruas são: a falta de conhecimento do código de boas práticas, a negligência nas inspeções e exames da grua, a falta de capacitação técnica para as operações de montagem e desmontagem do equipamento e a fadiga e o stress motivado pelas exigências do cronograma de projeto que refletiam na operação insegura da grua no canteiro de obras.

3 METODOLOGIA

Este Capítulo aborda o procedimento metodológico adotado no desenvolvimento desta pesquisa, detalhando a classificação e o delineamento da pesquisa, composto pela definição da estrutura conceitual teórica, planejamento dos casos de estudo, aplicação de teste piloto, coleta e tratamento dos dados e, por fim, a geração do documento final.

3.1 Classificação da Pesquisa

De acordo com Gil (2010), a pesquisa pode ser classificada de várias formas, podendo-se caracterizá-la em termos de natureza da pesquisa, abordagem do problema, objetivos almejados e procedimentos técnicos empregados. A Figura 9 apresenta a classificação da presente pesquisa.

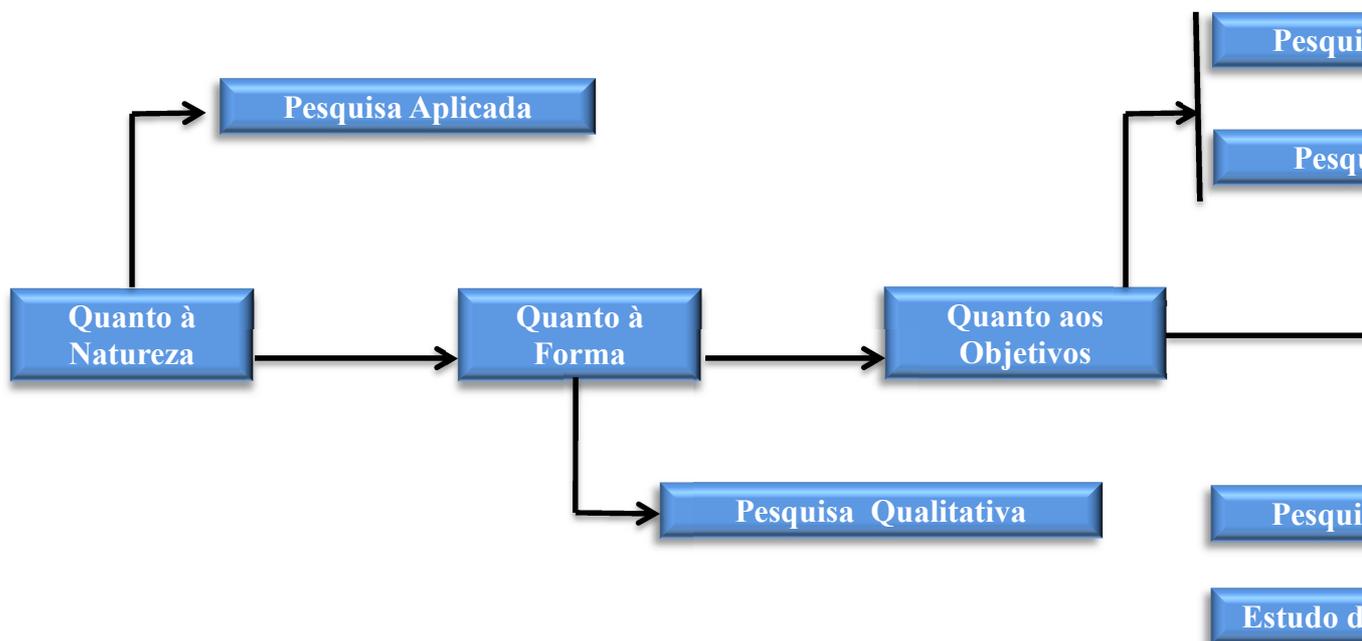


Figura 9 - Natureza, forma de abordagem, objetivos e procedimentos técnicos empregados na presente pesquisa.

Fonte: Esta pesquisa

Quanto à natureza, esta pesquisa enquadra-se como aplicada, uma vez que busca gerar conhecimentos para utilização na solução de problemas existentes. Segundo Matias-Pereira

(2010), a pesquisa aplicada objetiva a obtenção de conhecimentos para a aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos que envolvem interesses locais.

Sob o ponto de vista da abordagem do problema, a presente pesquisa enquadra-se como qualitativa, pois se preocupa em compreender como ocorre o processo de planejamento da grua nos canteiros de obras. Segundo Silva e Menezes (2005), a abordagem qualitativa considera a existência de um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzida em números. Este tipo de abordagem é descritiva e não implica na utilização de técnicas estatísticas.

Em relação aos objetivos, esta pesquisa pode ser considerada exploratória e descritiva. O caráter exploratório consiste no fato de que o assunto escolhido não ter sido explorado em trabalhos anteriores no Brasil. Diante disso, torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis sobre o mesmo. De acordo com Cervo e Bervian (2002), a pesquisa exploratória realiza descrições precisas da situação objetivando descobrir as relações existentes entre os elementos componentes da mesma.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), estudos exploratórios são investigações de pesquisa empírica cujo objetivo consiste na formulação de questões ou de um problema com tripla finalidade: (1) desenvolver hipóteses; (2) aumentar o conhecimento do pesquisador sobre um ambiente ou fato, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa; ou (3) modificar e clarificar conceitos.

A presente pesquisa também é dita é descritiva, pois busca descrever as características específicas de planejamento e seleção de gruas utilizadas nos canteiros de obras de edificações verticais de múltiplos pavimentos da RMR e identificar os critérios (com ênfase nos *softfactors*) que afetam o planejamento de tais equipamentos.

No que tange os procedimentos técnicos adotados, desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica e um estudo de múltiplos casos. De acordo com Marconi e Lakatos (2003), antes de iniciar os estudos de campo é necessária a realização de uma pesquisa bibliográfica cuja finalidade é conhecer o estado da arte do problema e os estudos já realizados correlatos ao tema, constituindo uma etapa inicial aplicável a todas as pesquisas científicas.

Optou-se também por realizar um estudo de múltiplos casos objetivando a realização de uma análise profunda que permitisse um amplo e detalhado conhecimento dos critérios e intervenientes atuantes no processo de planejamento e seleção de guias em canteiros da RMR. De acordo com Yin (2005), o estudo de caso é uma investigação empírica que estuda um fenômeno atual no contexto da vida real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto onde se insere não são claramente definidas.

Segundo o autor supracitado, a pesquisa de estudo de caso inclui tanto estudos de caso único, quanto os de múltiplos casos. Todavia, as evidências oriundas do estudo de múltiplos casos são consideradas mais convincentes do que as resultantes de um estudo de caso único e, por conseguinte, consideradas mais robustas. Para o autor, de nove a 12 casos são suficientes para fornecer uma base substancial a uma proposição.

3.2 Delineamento da pesquisa

A condução dos estudos de caso se baseou na sequência e conteúdo proposto por Miguel (2012). Conforme pode ser observado na Figura 10, foram seguidas seis etapas para atingir os objetivos propostos, nomeadamente: (1) a definição de uma estrutura conceitual teórica; (2) o planejamento dos casos de estudo; (3) a aplicação de testes piloto; (4) a coleta de dados; (5) a análise dos dados coletados; e a geração do documento final.

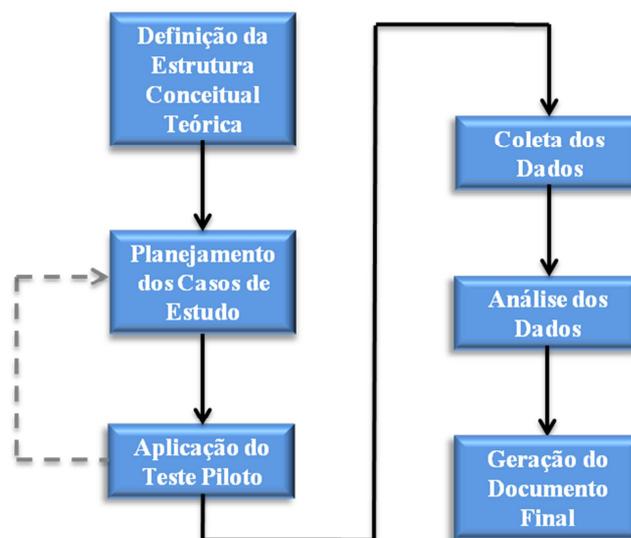


Figura 10 – Condução do estudo de múltiplos casos.

Fonte: Adaptado de Miguel (2012).

A primeira etapa da pesquisa consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica com o intuito de fundamentar teoricamente a importância do tema em estudo. Foi realizada uma revisão do estado da arte relacionada aos fatores que afetam processo de planejamento e escolha das guias, bem como os aspectos de segurança destes equipamentos considerados nesse processo.

Na segunda etapa, optou-se por realizar um estudo de múltiplos casos a partir de uma amostra não probabilística por conveniência. Foram analisados 10 projetos localizados na RMR, mais especificamente, dois no município de Jaboatão dos Guararapes e oito no Recife. Os projetos analisados pertencem a oito construtoras distintas das quais três atuam apenas no estado, quatro abrangem obras espalhadas pela região nordeste do país e uma tem atuação nacional.

Adotou-se, nesta pesquisa, como critério para a seleção dos projetos analisados: (1) aqueles em que o principal equipamento de elevação no canteiro fosse uma, ou mais guias; (2) facilidade de acesso à obra para realização das entrevistas; (3) obras que estivessem na fase de estrutura; (4) consideração de no máximo duas obras por construtora.

Os demais critérios utilizados em estudos anteriores, e.g. Shapira; Glascock (1996) e Shapira; Schexnayder (1999) como projetos de construção que não fossem vias de comunicação, equipamentos coletivos, infraestruturas, obras que possuíssem orçamento superior a 1M\$ (um milhão de dólares) e duração superior a três meses já haviam sido atendidos devido às características das obras em execução que comumente utilizam guias na RMR.

Inicialmente cogitou-se a possibilidade de adotar também como critério para escolha da amostra edificações com mais de trinta pavimentos, entretanto, a existência de um número considerável de edificações, principalmente em áreas mais densas da cidade, que não atenderiam a este critério fez com que ele fosse desconsiderado, pois restringiria e dificultaria ainda mais o acesso ao número de obras desejadas.

O protocolo utilizado nesta pesquisa foi desenvolvido a partir da literatura pertinente e de consultas com gerentes de projeto nos EUA e Israel (SHAPIRA; GOLDENBERG, 2007 e SHAPIRA; LYACHIN, 2009), aprimorado a partir de aplicações em 18 projetos de construções Portuguesas (ver o protocolo utilizado por Sousa, 2014) e adaptado à realidade das construções brasileiras a partir da aplicação piloto em duas edificações verticais do Recife

(ver protocolo original desenvolvido e disponibilizado por Shapira em 2011 para esta pesquisa no Apêndice A, versão traduzida e adaptada no Apêndice B e guia para entrevistas em português no Apêndice C).

Na terceira fase, foi necessária a realização de entrevistas e visita a dois canteiros de obras como forma de teste – aplicações piloto. Segundo Miguel (2012), a aplicação piloto possibilita a verificação da qualidade dos dados obtidos e se estes atendem aos objetivos da pesquisa.

Os testes realizados incorreram em ajustes e adaptações do questionário original (ver Apêndice A) à uma realidade distinta. Esse processo de adaptação foi fundamental para a concretização do objetivo principal do estudo, na medida em que a sua compreensão pelos entrevistados revelou-se fácil e a implementação e tratamento dos dados recolhidos não evidenciaram problemas.

O instrumento de coleta de dados é composto por oito seções: (1) Identificação; (2) Dados gerais do projeto; (3) Dados da edificação/estrutura; (4) Dados do canteiro; (5) Dados sobre as guias; (6) *Softfactors* que afetaram a seleção da grua; (7) Intervenientes no processo de seleção do equipamento; e (8) Conclusão, conforme pode ser visto no Apêndice B.

Na quarta fase, a coleta de dados se deu por meio de visitas e entrevistas semi-estruturadas, pessoais, com duração média de 4 horas, realizadas com representantes de algumas das principais empresas de construção atuantes na RMR. Em alguns casos foi necessário o retorno à obra para complementação de algumas informações.

Foram selecionados para entrevista intervenientes com base na experiência e competência individuais, tendo sido entrevistados dois supervisores de obras, um engenheiro mecânico e dez engenheiros civis residentes nas obras visitadas, intimamente envolvidos no planejamento e operação das guias. As entrevistas, todas realizadas no local da obra, objetivaram absorver o conhecimento e experiência dos entrevistados e abrangeu um amplo leque de temas relacionados com a seleção da grua.

Os entrevistados responderam a perguntas específicas do formulário (Apêndice B) e discussões foram abertas acerca do projeto em particular visitado e a cultura de planejamento da empresa de construção a que pertenciam.

As entrevistas foram complementadas pela observação direta do ambiente natural do estudo, pela obtenção de dados através da documentação do canteiro e registros fotográficos a fim de aumentar a confiabilidade dos dados coletados por meio da multiplicidade de fontes de evidências.

Além das observações diretas da utilização das guas realizadas nos projetos visitados, utilizou-se também como fonte de dados o Plano de Cargas da grua, no que diz respeito principalmente às características técnicas dos equipamentos e do *lay-out* do canteiro. O Plano de Cargas é um documento obrigatório exigido pela legislação brasileira, através da Norma Regulamentadora nº 18 – NR18 (BRASIL, 2015).

A análise dos dados coletados foi realizada na quinta fase desta pesquisa utilizando-se planilhas *Excel*. A descrição detalhada das características dos empreendimentos, bem como dos canteiros e das guas foi realizada por constituir um estágio importante para o entendimento das características específicas dos projetos no Brasil, permitindo, desta forma, um melhor entendimento da etapa de planejamento da grua, dos critérios de seleção do equipamento e dos intervenientes neste processo.

Os entrevistados foram solicitados a avaliar o grau de influência de cada critério na seleção da(s) grua(s) para seus projetos. A influência foi avaliada em uma escala de quatro níveis variando entre “Nula” a “Alta”.

A lista dos *softfactors* utilizada incluía: (1) questões relativas às condições físicas do local do projeto como (a) a proximidade de outras edificações, (b) canteiro congestionado, (c) sobreposição de guas, (d) obstrução da visibilidade do operador, e (e) linhas elétricas aéreas; (2) questões relativas às condições organizacionais das empresas como (a) propriedade do equipamento, (b) experiências prévias com fornecedor da grua, (c) experiência adquirida em projetos anteriores, (d) tradição da empresa na utilização de determinado equipamento e (e) a reputação da empresa; e (3) questões relativas às condições ambientais como (a) tráfego pesado na vizinhança do canteiro, (b) difícil acesso na entrada do canteiro, (c) requisitos específicos de segurança, (d) limites de altura, (e) limitação de hora de trabalho à noite e (f) a ação dos ventos.

A classificação média dos critérios que afetaram a seleção da grua em todos os projetos foi obtida mediante a atribuição de um valor numérico para cada avaliação, em correspondência com a escala de quatro níveis de classificação (0 a 3). Critérios classificados como “Alta”

receberam o valor de 3. Os classificados como “Moderada” receberam o valor de 2 e os classificados como “Baixa”, receberam o valor de 1. Já os fatores classificados como “Nula”, ou seja, os que não influenciaram o processo de escolha do equipamento, receberam o valor de 0.

A fim de identificar os intervenientes e o seu grau de influencia na escolha e envolvimento no processo de planeamento foi solicitado aos entrevistados que caracterizassem o seu envolvimento no planeamento e seleção da grua para os empreendimentos, bem com indicassem quais os outros envolvidos e seus respectivos níveis de participação nas diferentes fases do projeto.

Dez potenciais intervenientes no planeamento e seleção das gruas foram especificados no formulário utilizados nas entrevistas: (1) diretor; (2) engenheiro calculista; (3) projetista do empreendimento; (4) supervisor; (5) engenheiro residente; (6) mestre de obras; (7) fornecedor de gruas; (7) engenheiro/técnico de segurança; e (8) engenheiro mecânico, conforme pode ser observado no ítem 07 do questionário (ver Apêndice B).

A última fase desta pesquisa consistiu na síntese das atividades desenvolvidas nas etapas anteriores que deram origem a presente dissertação.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os principais resultados obtidos no estudo, juntamente com breves discussões. Primeiramente caracterizam-se as obras analisadas, apresentando-se os dados gerais dos projetos e informações sobre a edificação e o canteiro de obras. Em seguida, são apresentados os dados sobre as guas utilizadas e a análise dos *softfactors* que afetaram a sua seleção, bem como os intervenientes e a fase do projeto em que atuaram durante o planejamento e escolha do equipamento.

4.1 Caracterização dos projetos analisados

Neste subcapítulo apresentam-se os dados gerais das obras visitadas, especificando o tipo de edificação, prazo de construção e os principais trabalhos que utilizam a grua. Neste sentido, procurou-se estudar projetos na fase de estrutura, por tratar-se da fase construtiva do empreendimento que apresenta a maior demanda pela utilização da grua. Os dados gerais dos projetos são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Dados gerais dos projetos analisados

Nº do projeto	Prazo de construção (meses)	Estágio da construção no momento da entrevista		Tipo de edificação	Principais trabalhos que utilizam guas
		Meses	%		
I	36	18	30	Residencial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento
II	48	18	18	Residencial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento e descarga de materiais
III	48	09	15	Residencial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento
IV	40	24	59	Residencial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento
V	36	8	27	Empresarial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento
VI	32	15	60	Residencial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento
VII	30	17	57	Residencial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento
VIII	48	26	63	Empresarial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento
IX	28	14	30	Residencial	Içamento de aço e ferragens.
X	48	32	73	Residencial	Auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e escoramento

Fonte: Esta pesquisa.

O prazo previsto de construção dos projetos analisados variou de 28 a 48 meses. É importante ressaltar que os projetos I, II, III, IV, VI e X adotaram o sistema de construção a preço de custo, também chamado de sistema de condomínio, enquanto os demais foram custeados pelas próprias empresas construtoras. No sistema de condomínio, os seis primeiros meses do prazo de construção do projeto são destinados à formação do caixa da obra, a mobilização do canteiro para o início da construção se dá após esse prazo.

O sistema de condomínio é regido pela Lei 4.591 (BRASIL, 1964) e consiste na aplicação do regime de administração. Neste tipo de modalidade, os adquirentes do prédio constituem logo após o lançamento do empreendimento um condomínio e realizam aportes mensais para uma empresa construtora ou incorporadora erguer a edificação. O lançamento do empreendimento é geralmente encabeçado pela própria empresa construtora que será responsável pela construção do empreendimento. A título de remuneração, a empresa construtora ou incorporadora faz aplicar sobre os custos incorridos uma taxa de administração que varia de 10 a 15%, a depender do porte da obra, do prazo de construção e do risco envolvido.

De uma forma geral, as principais atividades desenvolvidas nos canteiros de obras que utilizavam guas são semelhantes em todos os projetos analisados. Incluem as atividades de (1) içamento de fôrmas; (2) içamento de ferragens; (3) içamento de cimbramento e escoramento; e (4) auxílio na concretagem de peças e estruturais e da laje.

O içamento de fôrmas, cimbramento e escoramento possibilitam ganhos de produtividade na fase de estrutura em termos de um maior número de lajes concretadas por mês com um menor número de operários em comparação com projetos que não utilizam guas. A grua auxilia no processo de concretagem prendendo-se o mangote que está bombeando o concreto ao gancho da lança, o que também diminui o número de operários necessários para realização dessa tarefa.

Observou-se também a utilização da grua para a carga/descarga de materiais, entretanto, apenas alguns entrevistados citaram esta utilização da grua em seus projetos. No projeto IX, por tratar-se de uma mini-grua com capacidade de elevação e área de atuação menor que os outros equipamentos analisados, a sua utilização limitou-se ao içamento de aço e ferragens.

Também foram recolhidas informações acerca da edificação/estrutura, como o número de andares do edifício, o principal método construtivo utilizado, estágio da construção no momento da entrevista, o número de lajes concretadas por mês e quais os equipamentos

presentes nos canteiros, excluindo-se as guias (detalhadas no próximo subcapítulo), além dos dados dos canteiros dos projetos analisados. A Tabela 11 apresenta os dados das edificações estudadas.

Tabela 11 – Dados das edificações estudadas

Nº do projeto	Número de andares		Estágio da construção no momento da entrevista		Nº de concretagens/mês	Área da lâmina (m ²)/ Volume de concreto bombeado (m ³)	Equipamentos existentes no canteiro
	Acima do solo	Abaixo do solo	Meses	%			
I	42	-	18	30	5	651,32 - 136	Dois elevadores cremalheira com duas cabines, duas serras circulares, uma betoneira de 120 l e uma betoneira de 400 l
II	36	-	18	18	1	351 - 91	Um elevador cremalheira com duas cabines, uma serra circular, uma betoneira de 120 l e um misturador de argamassa
III	42	-	09	15	3	430,89 - 80	Dois elevadores cremalheira com duas cabines e três betoneiras de 120 l
IV	22	1	24	59	3	432,56 - 79	Um elevador cremalheira com duas cabines, uma serra circular, duas betoneiras de 400 l
V	24	-	8	27	3	245,00 - 59	Um elevador cremalheira com uma cabine, uma serra circular, duas betoneiras de 120 l
VI	30	-	15	60	4	229,00 - 55	Dois elevadores cremalheira com uma cabine, uma serra circular, duas betoneiras de 120 l e uma serra policorte
VII	20	-	17	57	4	444,48 - 82	Dois elevadores cremalheira com duas cabines, uma serra circular, uma betoneira de 120 l e uma betoneira de 600 l
VIII	10	1	26	28	3	652,00 - 135	Uma serra circular e uma betoneira de 120 l
IX	28	-	14	68	3	488,25 - 86	Um elevador cremalheira com duas cabines, uma serra circular, três betoneiras de 400 l e um misturador de argamassa
X	35	-	32	73	4	474,67 - 84	Um elevador cremalheira com duas cabines, uma serra circular e uma betoneira de 400 l

Fonte: Esta pesquisa.

Em relação ao método construtivo constatou-se que todos os projetos utilizavam concreto convencional bombeado, juntamente com a utilização de fôrmas pré-fabricadas reutilizáveis. Tratando-se dos equipamentos adicionais existentes no canteiro, as respostas foram diversificadas, variando em função do subsistema de alvenaria escolhido, por exemplo.

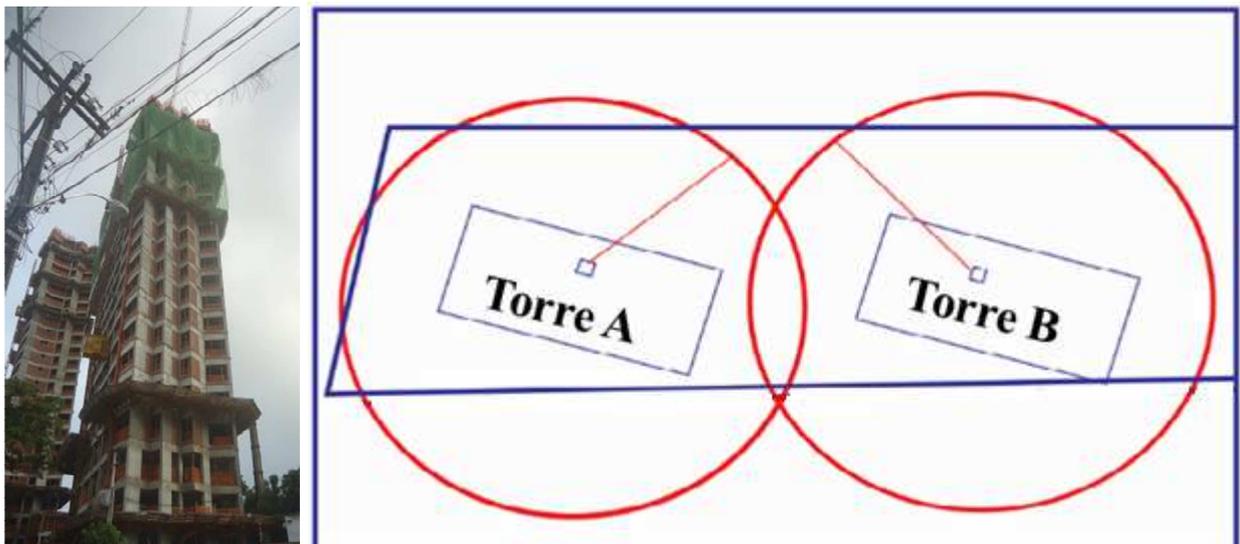
Os equipamentos presentes no canteiro podem não permanecer durante toda a construção, uma vez que existem equipamentos que surgem no início e outros com o desenvolver da obra.

Contudo, pelas respostas analisadas, além da grua, na fase de estrutura, os equipamentos mais frequentemente encontrados foram: (1) elevadores do tipo cremalheira (utilizados para o transporte de operários e matérias primas); (2) betoneiras; e (3) serras circulares.

Ao analisar os dados dos projetos escolhidos percebeu-se também que apenas dois (IV e VIII) possuíam pavimentos semi-enterrados. A RMR é sujeita a lençol freático raso, o que inibe e encarece a construção de pavimentos abaixo do solo.

O projeto I foi o único que possuía duas torres com duas gruas instaladas, uma em cada torre, a fim de atender a demanda intensa de concretagens estabelecida pelo departamento de planejamento da construtora, cinco lajes por mês. Normalmente, observa-se em projetos que utilizam gruas a concretagem de três a quatro lajes de pavimentos-tipo por mês, estando a concretagem de peças estruturais (vigas e pilares) incluídas neste processo.

Conforme pode ser observado na Figura 11, a utilização dos dois equipamentos no canteiro do projeto I deu origem a uma área de sobreposição das gruas. Contudo, este fato não incorreu em prejuízos na execução da obra. Os equipamentos nunca operavam ao mesmo nível, estando, no dia da visita realizada ao canteiro, a grua instalada na Torre A realizando a concretagem da 24ª laje, enquanto que o equipamento instalado na



Torre B realizava a concretagem da 26ª.

Figura 11 – Planta de lay-out do canteiro do projeto I.
Fonte: Esta pesquisa.

O projeto II (ver figura 12) foi o único em que a grua utilizada havia sido comprada especificamente para a obra analisada. A empresa não possuía experiência na utilização de guas em projetos anteriores, fato que ficou evidente ao se observar o ritmo de concretagens da obra, que consistia de uma laje por mês.

O número de concretagens verificado no projeto II não diferia da produtividade das obras realizadas anteriormente pela construtora em que não se fazia uso de guas. A implementação da utilização da grua requer que os funcionários envolvidos (ou intervenientes nesse processo) passem a planejar com antecedência a melhor forma de usufruir o equipamento, o que não foi observado no projeto em questão

Observou-se também a necessidade de reforço estrutural para instalação do equipamento após o início da construção havendo a necessidade de modificação da ferragem de algumas vigas no projeto estrutural proposto inicialmente. Isto é explicado pela não consideração dos esforços absorvidos pela estrutura resultante da ancoragem da grua ascensional gerados pelo içamento e movimentação de cargas no canteiro. Este recalculo poderia ter sido evitado caso o uso da grua estivesse especificado na etapa de concepção do empreendimento.



Figura 12 – Projeto II.
Fonte: Esta pesquisa.

O projeto III está localizado em uma via de tráfego intenso e a movimentação da grua escolhida implicou na operação da lança sobre a via, conforme pode ser observado na Figura 13. Todavia, o transporte de materiais, fôrmas, cimbramento, escoramento e armações estavam restritos aos limites do canteiro.



Figura 13 – Detalhe da lança da grua instalada no projeto III sobre a via.
Fonte: Esta pesquisa.

Os projetos IV e V pertencem à mesma construtora e estão localizados no centro da cidade do Recife. O projeto IV está muito mais avançado em comparação com o V, na verdade houve um *delay* de um ano entre o início das obras dos dois empreendimentos. Este fato facilitou a operação da grua do projeto IV, que não sofreu influência da proximidade com a estrutura da edificação do projeto V, conforme pode ser observado na Figura 14.



Figura 14 – Projeto IV.
Fonte: Esta pesquisa.

O projeto de número V foi o que apresentou canteiro mais congestionado e mais limitações na área de giro do equipamento. A vizinhança de outras edificações (incluindo a do projeto IV) limitou a área de atuação da grua, conforme pode ser observado na Figura 15.

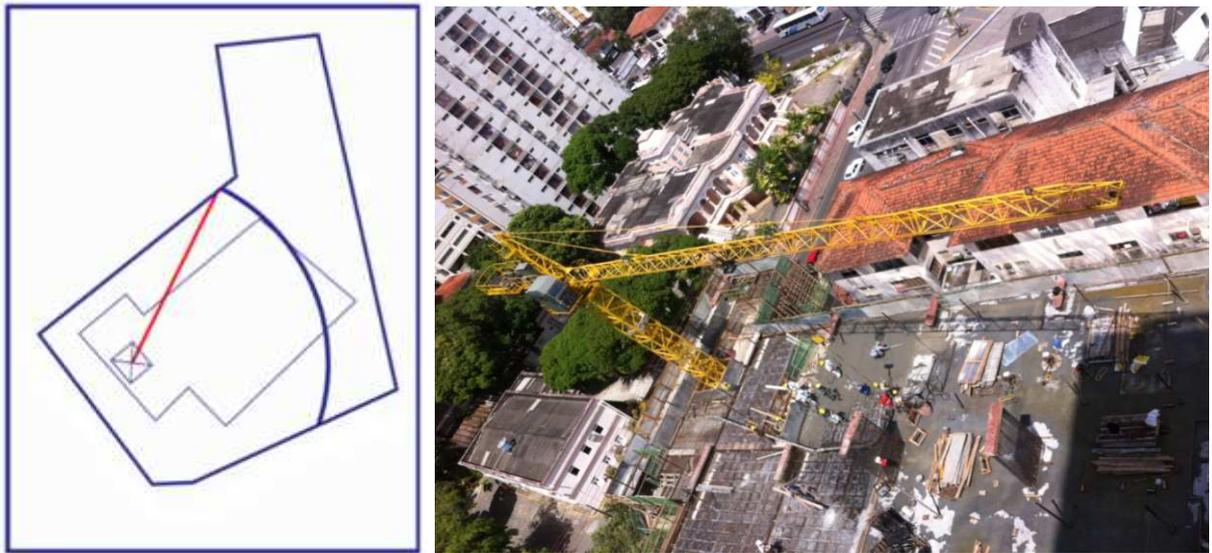


Figura 15 – Planta de lay-out do canteiro do projeto V.

Fonte: Esta pesquisa.

O projeto VI (ver Figura 16) apresentou um estudo quanto a utilização de grua com lança de 14 m ou 18 m. Apesar desse estudo ter sido desenvolvido com equipamentos disponíveis e pertencentes à empresa construtora, ainda assim a decisão não foi tomada a tempo havendo a necessidade da reelaboração do projeto de estruturas que também não considerou inicialmente os esforços oriundos da instalação da grua ascensional no poço do elevador social.

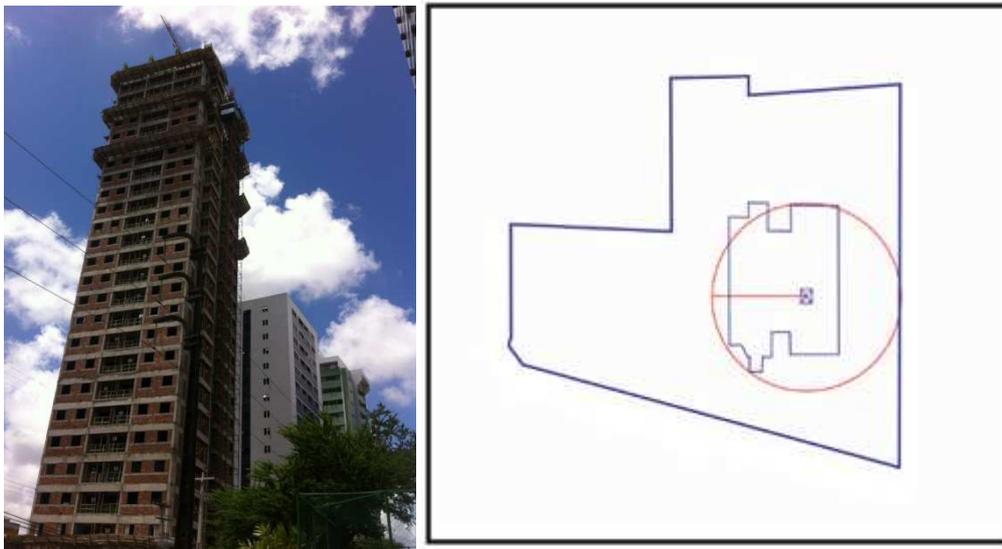


Figura 16 – Planta de lay-out do canteiro do projeto VI.

Fonte: Esta pesquisa.

Assim como o projeto I, o projeto VII também é constituído por duas torres. Inicialmente a equipe responsável pelo planejamento e escolha da grua cogitou a possibilidade da instalação

de dois equipamentos, um em cada torre. Na Torre A seria instalado uma grua com lança de 30 m e na Torre B uma com lança de 15 m, conforme pode ser observado na Figura 17.

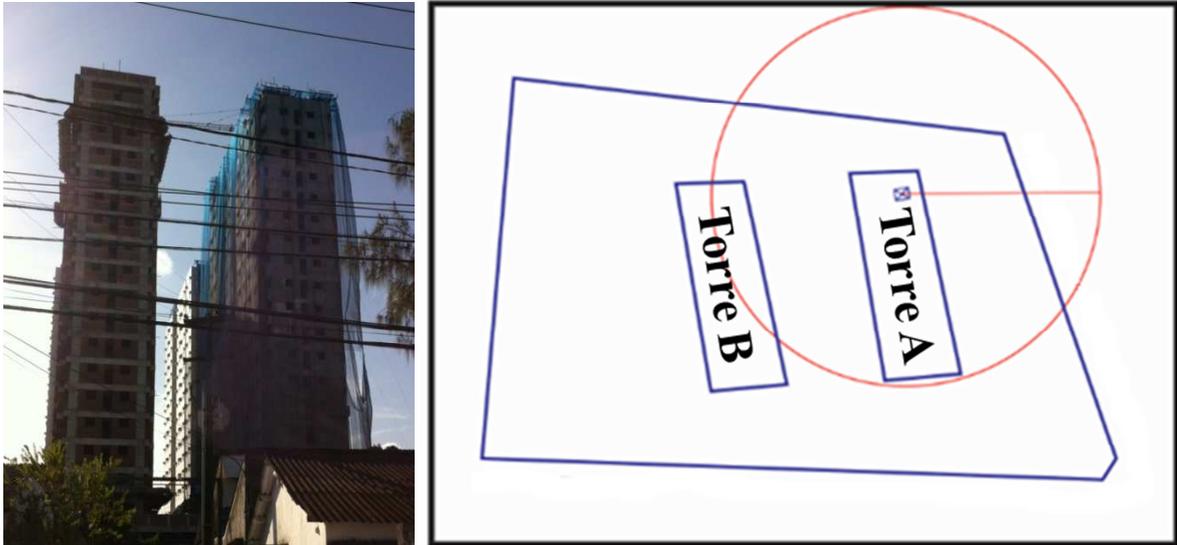


Figura 17 – Planta de lay-out do canteiro do projeto VII.

Fonte: Esta pesquisa.

Essa configuração foi rejeitada devido às implicações na operação dos equipamentos que seriam ocasionadas devido a área de sobreposição das guas. Optou-se então pela instalação apenas da grua com lança de 30 m localizada na Torre A que atende a 100% da lâmina da Torre A e 80% da Torre B.

O projeto VIII (ver Figura 18) está localizado em uma via movimentada de um bairro residencial densamente povoado, com edificações na vizinhança, fato que pesou na escolha da grua detalhada no próximo subcapítulo.



Figura 18 – Projeto VIII.

Fonte: Esta pesquisa.

Diferente dos projetos anteriores que estão localizados em Recife, os projetos IX (Figura 19) e X (Figura 20) estão localizados no município de Jaboatão dos Guararapes, a segunda cidade mais populosa do estado, em uma área que vem sendo recentemente explorada em razão da proximidade do Porto de SUAPE e do Estaleiro Atlântico Sul. Por ser uma área que ainda não apresenta muitos empreendimentos, a escolha da grua não foi influenciada pela existência de edificações adjacentes. O projeto X também apresentou necessidade de reforço estrutural para instalação do equipamento.



Figura 19 – Projeto IX.
Fonte: Esta pesquisa.

Com relação à caracterização dos canteiros analisados, apenas dois foram considerados espaçosos pelos entrevistados, nomeadamente os projetos III e IX. Esses empreendimentos ofereciam uma área construtiva maior que foi utilizada para instalação dos equipamentos de lazer, fato que possibilitou a utilização de uma área maior do terreno durante a construção para disposição das instalações provisórias do canteiro. Já no outro extremo, canteiros congestionados, estão os projetos II, V e VIII. A classificação obtida é em decorrência da localização dos empreendimentos em áreas nobres da cidade do Recife densamente ocupadas. Os demais projetos foram classificados como canteiros moderadamente ocupados.

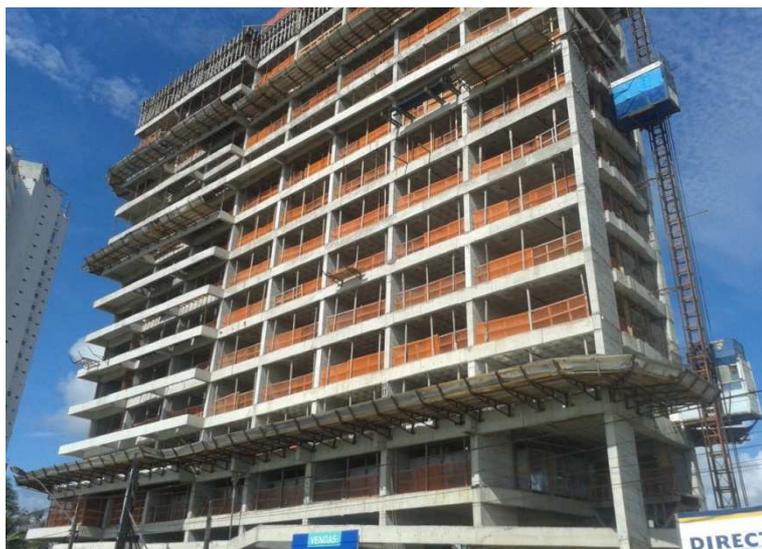


Figura 20 – Projeto X.
Fonte: Esta pesquisa.

Percebeu-se também que a topografia dos terrenos dos projetos analisados era plana e que o solo não constituiu nenhum problema para a fundação das guas. Este fato é explicado pela localização do tipo de equipamento selecionado (guas ascencionais ancoradas à estrutura da edificação instaladas no poço do elevador que já possuía uma fundação) discutidos no próximo subcapítulo. Problemas com o solo e a topografia do terreno tornam-se mais evidentes e são levados em consideração durante a escolha do equipamento quando se opta por utilizar guas móveis sobre trilho ou do tipo torre em que é preciso executar uma fundação específica para o equipamento.

É importante salientar a importância desses aspectos para o processo de seleção da grua. Falhas no dimensionamento e execução das fundações e problemas com o solo estão relacionadas às causas de acidentes com guas. Além disso, a depender das características do solo, a execução da fundação pode requerer um custo bastante elevado e inviabilizar o uso de determinado tipo de equipamento.

4.2 Caracterização das guas

Durante a entrevista, na sessão relativa aos dados sobre a grua, conseguiu-se averiguar o tipo, modelo, marca e ano de produção, altura abaixo do gancho, comprimento da lança, máxima capacidade de elevação e raio máximo de rotação e modo de operação (mobilidade, base e ancoragem) das guas utilizadas nos projetos analisado. Os dados foram compilados e apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Características das guias dos projetos analisados

Nº do projeto	Tipo	Marca, modelo e ano de fabricação	Altura abaixo do gancho (m)	Comprimento da lança (m)	Capacidade máxima de elevação (kg)	Raio Máximo de rotação (m)
I	Ascensional	SKY TOWE, QTG20A, 2010	18	30	650	30
II	Ascensional	SITTI, MI 8.18, 2014	18	18	800	18
III	Ascensional	SKY TOWE, QTG20A, 2010	18	25	850	25
IV	Ascensional	SKY TOWE, QTG20, 2012	18	30	650	30
V	Ascensional	SKY TOWE, QTG20, 2012	18	30	650	30
VI	Ascensional	-	18	18	700	18
VII	Ascensional	SKY TOWE, QTZ20A, 2011	18	30	650	30
VIII	Ascensional	SITTI, MI 8.18, 2001	18	23	600	23
IX	Mini-grua	MGM/13-04	-	6	500	6
X	Ascensional	PINGON, BR 30, 2012	21	30	1000	30

Fonte: Esta pesquisa.

Os dados sobre as especificações dos equipamentos foram obtidos por meio do Plano de Carga das guias. O Plano estava facilmente disponível nos canteiros visitados por ser uma exigência normativa da NR-18 (BRASIL, 2015) que vem sendo cumprida principalmente pelas frequentes fiscalizações e embargos realizados pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Pôde-se verificar que em função do tipo de equipamento selecionado para os projetos analisados ser do tipo ascensional, a altura abaixo do gancho correspondeu ao comprimento da torre das guias. De um modo geral, o comprimento da torre da grua ascensional varia de 18 m a 30 m. Entretanto, como a altura da grua não depende da adição de elementos de torre para operações em pontos mais altos, mas apenas da telescopagem do equipamento para lajes superiores, subindo de piso para piso de acordo com o desenvolvimento relativo à altura da construção, diz-se que este tipo de grua apresenta altura ilimitada.

É importante observar que metade das guias instaladas nos projetos analisados era de fabricação chinesa, especificamente, os equipamentos encontrados nos projetos I, III, IV, V e VII. A importação de guias chinesas é oriunda do processo de capitalização das empresas, justificada também pelos menores preços em comparação com os equipamentos de empresas estabelecidas no país.

No entanto, percebe-se que muitas vezes os equipamentos oferecidos no mercado por empresas orientais além do menor preço também são menos sofisticados. A capacidade real de elevação dos equipamentos chineses foi um fator abordado durante uma das aplicações piloto realizadas para adaptação do instrumento de coleta de dados à realidade brasileira. A grua em operação no projeto analisado naquela fase do estudo não correspondia às solicitações de carga especificadas pelo fabricante (estando bem abaixo do que especificado).

O projeto I apresentava duas torres nas quais foram instaladas uma grua (em cada). As duas gruas apresentavam a mesma marca, modelo e ano de fabricação. A Figura 21 ilustra os equipamentos instalados nas Torres A e B do projeto I.



Figura 21 – Gruas instaladas nas Torres A e B, respectivamente, do projeto I.
Fonte: Esta pesquisa.

A grua instalada no projeto II (ver Figura 22) foi comprada especificamente para esta obra. A equipe responsável pela escolha do equipamento é oriunda da mesma empresa dos projetos I e III. A experiência desses profissionais na utilização de gruas ascensionais em projetos da antiga construtora foi determinante na escolha do equipamento.

Inicialmente cogitou-se a aquisição de uma grua chinesa, que apresentava um custo mais baixo (40% a menos do custo do equipamento adquirido), contudo, a opção pelo modelo de fabricação nacional se deu devido ao acesso a uma linha de crédito para aquisição do equipamento chamada FINAME. O Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME) é um produto financeiro do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) realizado por intermédio de instituições financeiras credenciadas para produção e aquisição de máquinas e equipamentos novos de fabricação nacional para empresas que estejam credenciadas pelo banco.



Figura 22 – Grua ascensional de fabricação nacional instalada no projeto II.
Fonte: Esta pesquisa.

Para o projeto III optou-se pela instalação de um equipamento de fabricação chinesa cujo comprimento da lança era de 25 m e a capacidade de elevação medida na ponta da lança era de 850 Kg. A Figura 23 ilustra o equipamento selecionado e instalado no projeto III.



Figura 23 – Grua ascensional instalada no projeto III.
Fonte: Esta pesquisa.

Os projetos IV e V pertencem à mesma empresa construtora. A equipe responsável pela seleção dos equipamentos optou por instalar duas gruas do tipo ascensional, uma em cada obra, com a mesma capacidade de carga e comprimento da lança, 650 Kg (correspondente a capacidade de elevação na ponta da lança) e 30 m, respectivamente. As Figuras 24 e 25 ilustram os equipamentos selecionados para os projetos em questão.



Figura 24 – Grua ascensional instalada no projeto IV.
Fonte: Esta pesquisa.



Figura 25 – Grua ascensional instalada no projeto V.
Fonte: Esta pesquisa.

A grua existente no projeto VI (ver Figura 26) foi a única que não possuía discriminação da marca, modelo e ano de fabricação por ser um equipamento antigo com mais de 20 anos de uso. De acordo com os laudos e ARTs disponíveis na obra, o equipamento encontrava-se em perfeitas condições de uso. A realização de manutenções na estruturas, componentes mecânicos e sistemas elétricos garantiram a operacionalidade do equipamento.

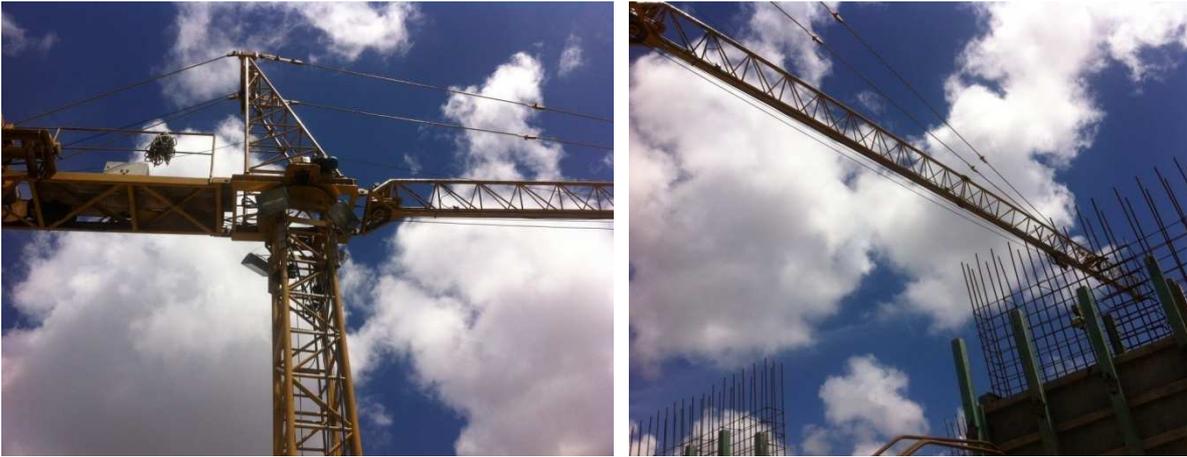


Figura 26 – Grua ascensional instalada no projeto VII.
Fonte: Esta pesquisa.

Assim como os projetos I, IV e V, a equipe responsável pela seleção da grua instalada no projeto VII, também realizou a opção por uma grua chinesa com lança de 30 m. O equipamento apresenta a mesma capacidade de carga dos equipamentos semelhantes instalados nos outros projetos, 650 Kg na ponta da lança. A Figura 27 ilustra a grua presente no projeto VII.



Figura 27 – Grua ascensional instalada no projeto VII.
Fonte: Esta pesquisa.

Conforme dito no subitem anterior, o projeto VIII (ver Figura 28) está localizado em uma área densamente ocupada e com várias edificações vizinhas. As limitações de espaço no canteiro propiciaram a utilização de uma grua do tipo ascensional. Por ser ancorada à própria estrutura

do edifício e geralmente instalada no poço do elevador, a escolha por este tipo de equipamento não implica na utilização de área do canteiro.



Figura 28 – Grua ascensional instalada no projeto VIII.

Fonte: Esta pesquisa.

Tratando-se especificamente do projeto IX, este pertence a uma empresa construtora que atua em todo território nacional e tem uma política de aluguel de equipamentos bem consolidada. Este foi o único projeto que optou por uma mini-grua devido a restrições no orçamento (ver Figura 29). As mini-gruas nada mais são que guias de pequeno porte, geralmente ascensionais, que permitem movimentar cargas sem invadir terrenos vizinhos, avenidas, etc. São de manuseio simples e de fácil montagem. Contudo, a capacidade de carga e raio de atuação são limitados nestes equipamentos se comparados às guias convencionais.

Neste projeto (IX) priorizou-se o aluguel de um elevador do tipo cremalheira com duas cabines por ser utilizado tanto para o transporte de operários quanto para o transporte de blocos de concreto paletizados, argamassa e outros materiais de construção. Na obra analisada, a utilização da mini-grua era restrita ao transporte vertical de aço e fôrmas, sendo o único equipamento a ter sido instalado em uma abertura na laje próxima a borda da lâmina. Todos os demais equipamentos foram instalados no poço do elevador social para permitir a

instalação do elevador de serviço e, por conseguinte, a utilização da grua durante a fase de acabamento.

Apesar de o manual especificar que a capacidade máxima de elevação na ponta da lança de 6 m ser de 500 Kg, por indicação do engenheiro mecânico que realiza a manutenção do equipamento, adotou-se como 250 Kg o limite para utilização do equipamento. Este fato pode estar associado às condições do equipamento alugado, uma vez que tratava-se de uma grua de fabricação nacional com aproximadamente dez anos de uso.



Figura 29 – Mini-grua instalada no projeto IX.
Fonte: Esta pesquisa.

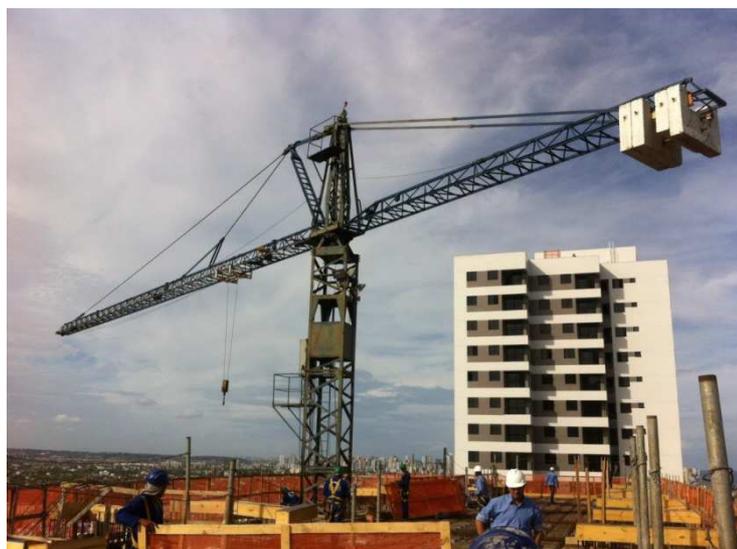


Figura 30 – Grua ascensional instalada no projeto X.
Fonte: Esta pesquisa.

A grua instalada no projeto X (ver Figura 30) também era um equipamento de fabricação nacional e apresentava a maior capacidade de elevação medida na ponta da lança de 30 m, correspondente a 1000 Kg. Os equipamentos instalados nos projetos I, IV, V e VII são de fabricação chinesa e apresentam o mesmo comprimento de lança que a grua instalada no projeto X. Entretanto, os equipamentos chineses apresentaram uma menor capacidade de elevação na ponta da lança segundo as especificações dos próprios fabricantes. Enquanto que a grua de fabricação nacional consegue erguer 1000 Kg, a de fabricação chinesa limita-se a 650 Kg.

Um fato alarmante observado é a forma como as empresas construtoras estão atendendo à exigência da NR-18 (BRASIL, 2015) do manual da grua em português, independente do fabricante ser nacional ou estrangeiro. Observou-se que nos projetos que utilizavam guas chinesas os manuais e os dados dos equipamentos eram cópias uns dos outros e que diferiam do especificado no site do fabricante. Entretanto, como os dados coletados são oriundos de um documento exigido pelo Ministério do Trabalho, resolveu-se adotá-los nesta pesquisa, tomando-os por verdadeiros.

4.1 Envolvimento no planejamento de equipamentos

Relativo ao envolvimento dos intervenientes em cada fase do projeto, os entrevistados foram convidados a abordar, em geral, como era realizado o planejamento e seleção da grua, mesmo que apenas uma das partes participasse do processo. O propósito dessa questão foi realizar uma distinção entre as fases do projeto em que o planejamento foi conscientemente realizado e aqueles em que as questões de seleção da grua podem ter sido abordadas com pouca premeditação.

O envolvimento das partes que participam no planejamento de equipamentos em geral, e na seleção da grua em particular, foi analisado. Entretanto, não foram observadas mudanças do nível de participação de cada uma das partes ao longo da vida do projeto.

Diferente de estudos realizados anteriormente, os entrevistados não apontaram nenhuma atividade relacionada ao planejamento e seleção da grua na fase de pré-candidatura (*prebid*). Pode-se entender a fase de pré-candidatura como a etapa de concepção do empreendimento. De fato, três (II, VI e X) dos dez projetos analisados necessitaram de reforços na estrutura para instalação das guas. Isso implicou na revisão do projeto de estruturas, onde incorreram

custos que poderiam ter sido evitados caso a escolha do equipamento tivesse sido realizada antes do início da construção da edificação.

O planejamento da grua realizado durante a execução da obra também não foi realizado pelos entrevistados nesta pesquisa. Apesar do processo de telescopagem da grua ocorrer à medida que os pavimentos vão sendo concretados, os entrevistados não apontaram este processo como pertinente a uma etapa de planejamento ocorrida durante a execução do empreendimento, por considerarem um processo inerente à utilização de uma grua do tipo ascensional definido na etapa de planejamento.

A participação dos intervenientes na seleção da grua foi apontada apenas na etapa classificada como de preparação e planejamento (*preconstruction*). A Tabela 13 apresenta a distribuição de frequências da percepção dos entrevistados quanto a participação dos intervenientes relativamente ao nível de influência considerado.

Tabela 13 – Distribuição de frequência da participação dos intervenientes no processo de seleção e localização da grua na etapa de preparação e planejamento (*preconstruction*) nos projetos analisados

Participantes	Influência			
	Alta	Moderada	Baixa	Nula
Diretor	10%	0%	0%	90%
Engenheiro calculista	0%	0%	0%	100%
Projetista do empreendimento	0%	0%	0%	100%
Supervisor	90%	0%	0%	10%
Engenheiro residente	90%	0%	0%	10%
Mestre de obras	0%	0%	0%	100%
Fornecedor de gruas	0%	10%	0%	90%
Engenheiro/Técnico de segurança	0%	30%	30%	40%
Engenheiro Mecânico	20%	10%	0%	70%

Fonte: Esta pesquisa.

O supervisor e o engenheiro residente emergem como os intervenientes com maior influência no processo de planejamento do equipamento. A participação do engenheiro mecânico, bem como a dos técnicos/engenheiros de segurança foi pontuada de forma mais discreta, estando a responsabilidade pela escolha do equipamento centrada nos dois atores anteriormente mencionados.

De forma geral, de acordo com os entrevistados a decisão quanto a escolha do equipamento tomada entre o supervisor e o engenheiro residente está calcada na disponibilidade dos

equipamentos da empresa construtora e na análise do comprimento da lança que melhor atenda ao canteiro considerando o pressuposto da instalação da grua ascensional no poço do elevador.

4.2 *Softfactors* que afetam a seleção da grua

Foi solicitado aos entrevistados que indicassem perante uma lista de dezessete *softfactors*, o grau de influência de cada um, no que diz respeito ao processo de seleção e localização das guias nos projetos analisados. Cada entrevistado julgou a influência de cada critério através de uma escala de quatro pontos (variando de “alta” a “nula”).

A Tabela 14 apresenta as distribuições de frequências para cada critério relativamente ao nível de influência considerado em três âmbitos, condições físicas dos locais dos projetos, condições organizacionais das empresas e condições ambientais.

Tabela 14 – Distribuição de frequência dos *softfactors* que afetam o processo de seleção e localização da grua nos projetos analisados

<i>Softfactors</i>	Influência			
	Alta	Moderada	Baixa	Nula
Condições do local do projeto (físico)				
Canteiro congestionado	0%	50%	30%	20%
Canteiro / Edifícios adjacentes	20%	20%	30%	30%
Linhas elétricas aéreas	0%	40%	20%	40%
Gruas sobrepostas	0%	10%	10%	80%
Obstrução da visibilidade do operador	0%	0%	30%	70%
Condições organizacionais da empresa				
Empresa proprietária dos equipamentos	90%	0%	0%	10%
Experiência com o fornecedor do guindaste	10%	0%	0%	90%
Tradição da empresa	90%	0%	10%	0%
Experiência em projeto anterior	90%	0%	0%	10%
Reputação da empresa	0%	0%	0%	100%
Condições ambientais				
Tráfego pesado na vizinhança do canteiro	0%	0%	70%	30%
Difícil acesso na entrada do canteiro	0%	0%	50%	50%
Limitação de hora de trabalho (à noite)	0%	0%	0%	100%
Limite de altura	0%	0%	10%	90%
Requisitos específicos de segurança	20%	30%	50%	0%
Disponibilidade de mão de obra qualificada	0%	10%	60%	30%
Ventos	0%	10%	70%	20%

Fonte: Esta pesquisa.

Para melhor percepção dos dados, a classificação dos *softfactors* foi obtida mediante a atribuição de um valor numérico, numa escala de quatro níveis (0 a 3), conforme explicado na metodologia. Os resultados das avaliações numéricas médias são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Pontuação média obtida pelos *softfactors* que afetam o processo de seleção e localização da grua nos projetos analisados

<i>Softfactors</i>	Pontuação média
Condições do local do projeto (físico)	
Canteiro congestionado	1,3
Canteiro / Edifícios adjacentes	1,3
Linhas elétricas aéreas	1,0
Gruas sobrepostas	0,3
Obstrução da visibilidade do operador	0,3
Condições organizacionais da empresa	
Empresa proprietária dos equipamentos	2,7
Experiência com o fornecedor do guindaste	0,3
Tradição da empresa	2,8
Experiência em projeto anterior	2,7
Reputação da empresa	0,0
Condições ambientais	
Tráfego pesado na vizinhança do canteiro	0,7
Difícil acesso na entrada do canteiro	0,5
Limitação de hora de trabalho (à noite)	0
Limite de altura	0,1
Requisitos específicos de segurança	1,7
Disponibilidade de mão de obra qualificada	0,8
Ventos	0,9

Fonte: Esta pesquisa.

De acordo com a pontuação obtida, elaborou-se um gráfico com a hierarquização dos critérios, por ordem de importância considerando a percepção dos entrevistados, estabelecendo um grau de prioridade dos *softfactors* no processo de seleção e localização das gruas. A classificação dos critérios é apresentada na Figura 31.

A tradição da empresa na utilização de um determinado tipo de equipamento obteve classificação média de 2,8 pontos, seguida pela propriedade do equipamento pelas empresas construtoras e a experiência adquirida em projetos anteriores, que obtiveram classificação média de 2,7 pontos (correspondente a “Alta” na escala de classificação utilizada). Esses critérios foram apontados como os que mais influenciam a seleção das gruas nos projetos analisados.

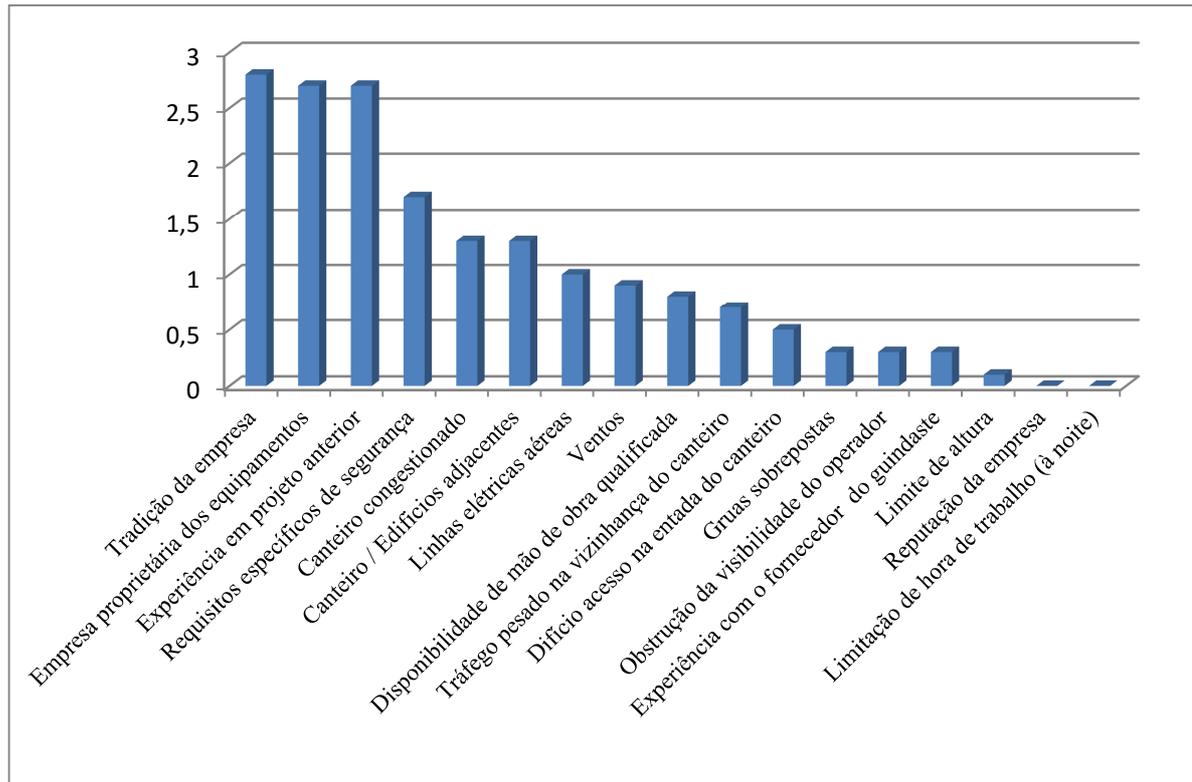


Figura 31 – *Softfactors* que afetam a seleção da grua nos projetos analisados da RMR.
Fonte: Esta pesquisa.

Os critérios apontados como prioritários podem ser interpretados como um indício de um processo cultural de utilização de guias ascensionais na RMR. Nove dos dez projetos analisados optaram por utilizar uma grua do tipo ascensional de propriedade da empresa. Apenas a construtora que possui amplitude nacional não optou por utilizar uma grua do tipo ascensional, priorizando o aluguel do equipamento.

Observa-se a existência de um *know how* acerca da utilização de guias ascensionais desenvolvido ao longo dos anos nos empreendimentos anteriores das empresas analisadas. Esse fato é ratificado pela aquisição de uma grua nova para o projeto II também ser do tipo ascensional. A escolha do equipamento foi balizada por uma equipe (supervisor, engenheiro mecânico e engenheiro residente) oriunda da mesma empresa dos projetos I e III que já trabalhavam com guias do tipo ascensional.

O grupo de critérios classificados com influência moderada na seleção da grua (com classificações médias de 1,03 a 1,07 pontos) inclui a existência de prédios ou obstáculos nas adjacências do projeto, canteiro congestionado e a preocupação com o atendimento aos requisitos de segurança.

Na verdade, a segurança devia ser uma questão crucial em todos os projetos com uso de grua. No entanto, é discutível como este fator é realmente considerado na escolha do tipo de equipamento, uma vez que é dado como certo que as operações no canteiro envolvem riscos de acidentes.

Congestionamento do canteiro, por exemplo, poderia ser um critério que se esperasse obter uma alta influência na seleção da grua, dado o tamanho cada vez mais reduzido dos canteiros em bairros de grande aglomeração. Entretanto, a opção pela instalação da grua do tipo ascensional dentro da própria edificação balizada pela propriedade do equipamento fez com que esse critério obtivesse uma classificação mediana.

Critérios localizados na outra extremidade da escala são também de interesse. Foram classificados com baixa influência na seleção dos equipamentos (com classificações médias de 0,05 a 1,00 ponto) fatores como a proximidade de linhas elétricas, a influência do vento, obstrução da visibilidade do operador, tráfego pesado na vizinhança, sobreposição de guas e experiência com fornecedor.

A instalação da grua ascensional pode ser realizada no início da obra, entretanto é necessária a construção de uma base para sua instalação ou a utilização da fundação do poço do elevador. Desta forma, a grua operaria como uma grua do tipo torre, uma vez que não estaria ancorada à estrutura e operaria chumbada a uma fundação própria. A instalação do equipamento nesta fase do projeto incorreria em um custo adicional associado à construção da base provisória ou da necessidade de reforço na estrutura.

Nas obras visitadas que utilizam este tipo de grua existia a predileção pela instalação do equipamento após a concretagem da quarta ou quinta laje, possibilitando desta forma, a ancoragem do equipamento à estrutura da edificação. Nesta fase da obra a influência da proximidade de linhas elétricas aéreas era quase inexistente.

Apenas um projeto analisado possuía mais de uma grua, o que justifica o baixo desempenho obtido pelo critério de sobreposição de guas. Pensamento análogo pode ser utilizado para justificar o desempenho do critério experiência com fornecedor, apontado por apenas um projeto que alugou o equipamento como influente no processo de seleção do equipamento.

O número reduzido de peças estruturais da grua do tipo ascensional, em comparação com uma do tipo torre, de certa forma facilita o transporte do equipamento, o que explica parcialmente

o desempenho obtido pelos critérios dificuldades no acesso a obra e tráfego pesado na vizinhança do empreendimento.

Por serem equipamentos telescopáveis, o limite de altura não representou praticamente nenhuma influência no processo de seleção das guias ascencionais nos projetos analisados. Por não operarem à noite, o limite de horas de trabalho também não influenciou o processo, assim como o fator reputação da empresa na opinião dos entrevistados. Apesar da operação da grua oferecer riscos de acidentes no canteiro, os respondentes não consideraram, por exemplo, a mácula na imagem da empresa ocasionada por uma fatalidade ocorrida em função da operação da grua durante o processo de planejamento do equipamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões resultantes do desenvolvimento dessa dissertação. Posteriormente, apresenta-se as limitações do estudo e, por fim, algumas recomendações para trabalhos futuros.

5.1 Conclusões

Vários estudos tem sido desenvolvidos nos Estados Unidos e em Israel ao longo dos anos, objetivando determinar os critérios que afetam a seleção de guas em canteiros de obras, bem como identificar o seu grau de influência dos diversos intervenientes neste processo.

A presente dissertação enquadra-se num projeto mais abrangente “*Tower Crane Practices*” desenvolvido numa parceria da Universidade de Pernambuco (Brasil) com o Technion Israel Institute of Technology (Israel) e a Universidade do Minho (Portugal) que pretende estudar as características específicas do planejamento e seleção das guas utilizadas nos canteiros de obras desses países e identificar as características culturais que afetam este processo.

A pesquisa buscou descrever as características específicas do planejamento e seleção de guas em canteiros de obras da RMR. Para isso, optou-se por adotar uma metodologia consolidada ao longo dos anos em trabalhos desenvolvidos sobre temática semelhante. O instrumento de pesquisa adaptado à realidade brasileira mostrou-se adequado para o atendimento dos objetivos desta dissertação.

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

a) Os principais trabalhos que utilizam guas foram semelhantes nos projetos analisados, concentrando-se no içamento de ferragens e armações, no içamento de fôrmas e no auxílio à concretagem de peças estruturais (pilares e vigas) e da laje.

Os serviços que requeriram a utilização da grua refletem as características construtivas observadas nos canteiros visitados. No Brasil, foram analisados projetos de edificações verticais de múltiplos pavimentos em que se empregou a utilização de concreto estrutural com utilização de fôrmas premoldadas e reutilizáveis.

Souza (2014) observou que em Portugal a utilização das guias se concentrava na execução da estrutura, cobertura e alvenarias. A autora analisou projetos de tipologias diversas que incluíam ampliações de hospitais, construção de residências unifamiliares, reforma de teatros e construção de prédios de no máximo seis andares.

Há de se perceber que as características dos projetos analisados em Portugal são distintas dos analisados na presente dissertação. Este fato ratifica a importância da caracterização dos projetos nos diferentes países, uma vez que a seleção e utilização das guias está diretamente relacionada a este fator.

b) A topografia do canteiro bem como as características do solo não constituiu nenhum problema para a instalação do equipamento, nem tampouco influenciaram no processo de seleção.

A opção pela utilização de guias do tipo ascensional ancoradas à estrutura da edificação localizadas dentro do poço do elevador não implicou na necessidade de execução fundação. Comportamento distinto poderia ser observado caso a guia fosse instalada na parte de fora da edificação e necessitasse de uma fundação específica.

Souza (2014) relatou em seu estudo que em três dos 18 projetos analisados foram observadas dificuldades na execução da fundação da guia em razão das características do solo. Sob esse fator incide a influência do tipo de equipamento selecionado. No Brasil, a opção por guias do tipo ascensional ancorada à estrutura da edificação implicou na inexistência de blocos de fundação para os equipamentos.

c) Todas as guias encontradas nos projetos analisados são do tipo ascensional com exceção do projeto IX que apresentou uma mini-guia como equipamento de transporte vertical de cargas.

A mini guia possui estrutura e funcionamento semelhantes a guia do tipo ascensional, diferindo de tal equipamento na capacidade de carga (500 Kg), tamanho reduzido (apenas seis metros) da lança e necessidade de instalação próxima a borda da lâmina do empreendimento.

d) Com exceção do projeto IX, todos os equipamentos foram instalados no poço de elevador social dos empreendimentos, tendo sido esta uma característica observada na escolha da localização do equipamento dos canteiros da RMR.

A opção pelo poço do elevador social possibilita a instalação do elevador de serviço ao final da concretagem das lajes e começa a ser utilizado na obra para transporte de operários e matéria prima antes da desmontagem da grua.

e) Os critérios de seleção das guas obedece, prioritariamente, às condições organizacionais da empresa (propriedade do equipamento, tradição da empresa e experiência em projetos anteriores) e às características operacionais (comprimento da lança e capacidade de carga) inerentes ao processo de escolha do equipamento;

Os critérios considerados pelos entrevistados como mais influentes na seleção, planejamento e localização da grua no Brasil difere de estudos semelhantes desenvolvidos anteriormente como Shapira e Schexnayder (1999) e Sousa (2014) que evidenciaram critérios relacionados às características específicas dos projetos.

f) O processo de planejamento da grua nas obras estudadas na RMR é realizado apenas na etapa de preparação e planejamento (*preconstruction*) e conta com um número reduzido de intervenientes.

Shapira e Schexnayder (1999) e Sousa (2014) observaram que nos EUA e em Portugal o planejamento da grua é um processo contínuo realizado ao longo das três fases do projeto e envolve a participação de vários intervenientes internos e externos à construtora

Observou-se no Brasil uma certa deficiência no planejamento da grua na etapa de concepção do projeto, evidenciada pela necessidade de recalcular o projeto de estruturas em função da instalação dos equipamentos no poço do elevador das edificações. Isto incorre em custos que poderiam ser evitados caso o planejamento e seleção do equipamento fosse realizada com mais premeditação.

h) O principal interveniente no planejamento do equipamento é o supervisor da construtora e o engenheiro residente na obra, observando-se ainda a participação do engenheiro/técnico de segurança e do engenheiro mecânico com menor influência no processo.

Shapira e Schexnayder (1999) observaram que nos EUA a participação dos diversos intervenientes varia em função da fase do projeto. Segundo os autores, na primeira etapa de concepção (*prebid*) evidencia-se a participação do projetista e esta participação diminui nas etapas seguintes. De forma contrária os subcontratados e o diretor do projeto tornam-se mais

influentes no processo de planejamento nas etapas de preparação e planejamento (*preconstruction*) e durante a construção (*during-construction*).

Souza (2014) concluiu que o principal interveniente no planejamento das guias nas três fases do projeto em Portugal é o engenheiro diretor de obra e que a direção de produção, o encarregado e o fornecedor de guias são também participantes influentes na fase de preparação e planejamento, assim como na fase de construção.

Neste sentido, como conclusão geral deste trabalho, pode-se dizer que o processo de planejamento e seleção da guia nos canteiros de obras estudados indica a existência de um processo cultural na seleção do tipo de equipamento e na localização deste no canteiro de obras.

É sabido que as conclusões aqui apresentadas não podem ser generalizadas, dado o tipo de amostragem e o número de estudos de casos, todavia, a existência de uma cultura de seleção e uso de guias ascencionais na RMR pode ser tomada como hipótese para estudos futuros mais aprofundados. Com isto, pode-se dizer que este estudo atendeu ao seu propósito ao realizar um diagnóstico da prática atual do processo de planejamento e seleção de guias, possibilitando um embasamento maior para estudos futuros acerca da temática abordada.

5.2 Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros

O presente estudo apresentou algumas limitações como todo processo de pesquisa científica. A primeira limitação está relacionada ao modo como foi procedida a amostragem. A principal dificuldade durante o desenvolvimento deste estudo consistiu na reduzida disponibilidade/receptividade das empresas para realização das entrevistas que duraram em média quatro horas.

Optou-se então por utilizar uma amostra não probabilística por conveniência, o que pressupõe, conforme abordado anteriormente, certa cautela nas generalizações dos resultados obtidos. Deve-se constatar também que os dados do estudo refletem a percepção dos respondentes, obtidos de forma subjetiva.

Sugere-se como trabalho futuro a ampliação do número de casos de estudo de forma que a amostra contemple projetos localizados em todas as cidades que compõem a RMR. Recomenda-se também a análise do modelo multicritério proposto por Shapira e Goldenberg (2005) e sua

aplicabilidade no Brasil tendo como base os critérios e intervenientes identificados neste estudo.

O modelo proposto por Shapira e Goldenberg (2005) foi baseado no método de análise hierárquica ou *Analytic Hierarquique Process* (AHP). Segundo os autores, a opção pelo método AHP se deu por permitir a consideração de um grande número de critérios, refletindo a realidade complexa e incorporando as condições de contexto únicas dos projetos, possibilitando também a manifestação da experiência do usuário e sua percepção subjetiva.

O modelo de decisão proposto por Shapira e Goldenberg (2005) permitiu a avaliação sistemática dos *softfactors* e a ponderação dos benefícios dos *softfactors* em comparação com os custos da escolha de um determinado tipo de grua. O método possibilitou que os intervenientes na seleção da grua exercessem o seu conhecimento, intuição e seu julgamento profissional durante o processo de seleção do equipamento.

Contudo, recomenda-se também a aplicação de outros métodos multicritério de apoio à decisão mais robustos, como o método de agregação aditivo determinístico ou os métodos de sobreclassificação e a criação de novos modelos de seleção de gruas na construção civil que auxiliem as empresas construtoras durante a etapa de planejamento do projeto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Anuário Estatístico da Previdência Social 2013**. Disponível em: <<http://www.mpas.gov.br>>. Acesso em: 06 ago. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. **Normas Regulamentadoras**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 14 jan. 2014.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 5. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CICHINELLI, G. O mercado de guas cresceu no Brasil nos últimos anos. Mas garantir produtividade e segurança no uso desses equipamentos ainda é um desafio a ser superado. **Revista Construção**, v. 151, p. 21-28, fev. 2014.

COELHO, S. Como locar guas. **Revista Construção**, v. 135, p. 37-42, abr. 2013.

COELHO, L. Logística interna: Como o transporte horizontal e vertical de materiais e pessoas interfere na produtividade e qualidade das obras. **Revista Técnica**, v. 158, p. 72-78, maio 2010.

DALRYMPLE, W. After Tremonti. **Cranes Today**, v. 348, p. 19-21, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDENBERG, M; SHAPIRA, A. Systematic evaluation of construction equipment alternatives: Case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 1, p. 72-85, jan, 2007.

GREMAN, A. The reach of Spanish towers. **Cranes Today**, v. 343, p. 26-27, 2003.

FERREIRA, R. Guas: Montagem, desmontagem, operação e manutenção são itens que não podem faltar no contrato, assim como a altura final que o equipamento deve atingir. **Revista Construção**, v. 119, p. 41-45, jun. 2011.

FUNDACENTRO. **28 de Abril - Dia Mundial da Segurança e da Saúde no Trabalho**. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=CTN&C=904&menuAberto=64>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Mensal de Empregos (PME)**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/Industria_da_Construcao/Pesquisa_Anual_da_Industria_da_Construcao/2015/PAIC2015.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2015a.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2014/Sintese_Indicadores/sintese_pnad2014.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2015b.

LEE, G.; KIM, H.; LEE, C.; HAM, S.; YUN, S.; CHO, H.; KIM, B. K.; KIM, G. T.; KIM, K. A laser-technology-based lifting-path tracking system for a robotic tower crane. **Automation in Construction**, v. 18, n. 7, p. 865-874, nov. 2009.

LIMA, V. R. P. **Análise de viabilidade econômica e financeira**. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/apostila-de-analise-de-viabilidade-economica-e-financeira-vol-i.html>>. Acesso em: 12 set. 2015.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUEZ, A.; VENTURINO, P.; OTEGUI, J. L. Common root causes in recent failures of cranes. **Engineering Failure Analysis**, v. 39, p. 55–64, 2014.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

NAKAMURA, J. Cada vez mais importantes nos canteiros, equipamentos de movimentação de cargas e pessoas precisam de dimensionamento, especificação, instalação e utilização criteriosos para garantir a mecanização bem sucedida dos processos. **Revista Construção**, v. 151, p. 62-71, fev. 2014.

PEURIFOY, R. L.; SCHEXNAYDER, C. J.; SHAPIRA, A. **Construction Planning, Equipment, and Methods**. Boston: McGraw-hill, 2006. 578p.

SHAPIRA, A.; SCHEXNAYDER, C. J. Selection of Mmobile cranes for building in construction projects. **Construction Management and Economics**, v. 17, n. 4, p. 519-527, out. 1999.

SHAPIRA, A.; GLASCOCK, J. D. Culture of using mobile cranes for building construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 122, n. 4, p. 298-307, 1996.

SHAPIRA, A.; GOLDENBERG, M. AHP-Based equipment selection model for construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 12, p. 1263-1273, dez, 2005.

SHAPIRA, A.; GOLDENBERG, M. "Soft" considerations in equipment selection for building construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 10, p. 749-760, out. 2007.

SHAPIRA, A.; LAUFER, A. Evolution of involvement and effort in construction planning throughout project life. **International Journal of Project Management**, v. 11, n. 3, p. 155-164, 1993.

SHAPIRA, A.; LUCKO, G.; SCHEXNAYDER, C. J. Cranes for building cconstruction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 9, p. 690-700, set. 2007.

SHAPIRA, A.; LYACHIN, B. Identification and analysis of factors affecting safety on construction Sites with Tower Cranes. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, N. 1, p. 24-33, jan. 2009.

SHAPIRA, A.; ROSENFELD, Y; MIZRAHI, I. Vision system for tower cranes. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, N. 5, p. 320-332, maio. 2008.

SHAPIRA, A.; SIMCHA, M. AHP-Based weighting of factors affecting safety on construction sites with tower cranes. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, N. 4, p. 307-318, abr. 2009.

SHAPIRA, A.; SIMCHA, M.; GOLDENBERG, M. Integrative model for quantitative evaluation of safety on construction sites with tower cranes. **Journal of construction engineering and management**, v. 138, n. 11, p. 1281–1293, nov. 2012.

SHIFFLER, D. A. Crane city. **Cranes Transportation**, v. 2, n. 12, p. 21–25, 2006.

SHIN, I. J. Factors that affect safety of tower crane installation/dismantling in construction industry. **Safety Science**, v. 72, p. 379–390, 2015.

SILVA, T. R. F. da. **Gestão de segurança do trabalho e da manutenção em máquinas e equipamentos em obras de edificações verticais na indústria da construção**. Recife, 2013. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco. Recife, 2013.

SOUSA, F. da R. **Análise do planeamento e gestão de gruas nos estaleiros de construção em Portugal: Critérios para seleção e fatores críticos de segurança**. Guimarães, 2014. 151 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Guimarães, 2014.

SKINNER, H.; WATSON, T.; DUNKLEY, B.; BLACKMORE, P. **Tower crane stability**. Londres: CIRIA, 2006. 90 p.

SWUSTE, P. A ‘normal accident’ with a tower crane? An accident analysis conducted by the Dutch Safety Board. **Safety Science**, v. 57, p. 276–282, 2013.

TAM, V. W. Y.; FUNG, I. W. H. Tower crane safety in the construction industry: A Hong Kong study. **Safety Science**, v. 49, p. 208–215, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZHANG, H.; HAMMAD, A. Improving lifting motion planning and re-planning of cranes with consideration for safety and efficiency. **Advanced Engineering Informatics**, v. 26, p. 396–410, 2012.

APÊNDICE A - Protocolo original em inglês

INTERVIEW GUIDE

as of 15 Nov 2011

**Comparative Study
of
Tower Crane Practices****Principal Investigator:****ISRAEL: DR. AVIAD SHAPIRA©
Technion–Israel Institute of Technology, Haifa****Co-Principal Investigator:****BRAZIL: DR. EMILIA KOHLMAN RABBANI
University of Pernambuco, Recife***Name of Interviewer:* _____

(Attach business cards of interviewees here)

Project Number¹:**Project Identification²:**

¹ Running number: BR1, BR2, etc.² Concise name, by which the project will be addressed in discussions (full name to appear on p. 3).

Introduction

1. Briefly explain to the interviewee that the interview will focus on two main issues: (a) equipment planning³, namely, the **process of selecting the equipment (mainly tower cranes) for the project and determining its location on site** (also termed “siting”), and (b) on-site set-up of the cranes⁴. However, pertinent background information is requested as well.
2. If the project is complex and has more than one building, serviced by more than one crane, find out right at the beginning if – in terms of crane selection and operation – it should be addressed as one project, or as two (or more) separate projects (namely, separate interview guides).
3. Make it clear to the interviewee that most questions (unless otherwise specifically noted) address the particular project discussed. Thus, when asked about considerations, practices, and the like, he/she should not draw from his/her experience in other projects, or describe what is commonly done. Rather, he/she should focus only on the project discussed⁵.
4. Get business cards from the interviewee(s) and staple them onto the cover page.
5. Use the “Notes” page (p. 18) for further info/details and whenever in shortage of space given. Make sure you provide the item number to which your note refers.
6. At some point of your visit, take pictures: location of the crane on site and vis-a-vis the building, overall view of each crane, the method of setting the crane, and some setting details (3-6 photos for each crane).
7. Remember to take multiple copies, as needed, of pages:
 - 6-7, “Tower Crane Data” (for each tower crane),
 - 8, “Tower Crane Siting” (for each tower crane),
 - 10, “Factors” (for each tower crane, see footnote 23), and
 - 18, “Notes”.

Date of interview: _____

Times of interview: started at _____ **ended at** _____

³ The definition given here for “equipment planning” accompanies this term throughout the interview.

⁴ Unless otherwise specifically noted, the word CRANE in this interview guide refers to tower cranes.

⁵ This instruction is given here because quite often, project managers inadvertently respond to questions relating to a specific project by describing what is commonly done, or by drawing from their experience in recent projects.

1. Identifying Data

- 1.1 Name of project: _____
- 1.2 Purpose/use of project: _____
- 1.3 Location of project: _____
- 1.4 Name of owner/client: _____
- 1.5 Name/address of contractor: _____
- 1.6 Interviewee #1: Name _____
Function _____
- 1.7 Interviewee #2: Name _____
Function _____
- 1.8 On-site telephone number(s) of interviewee(s) (unless in attached business card):

2. General Project Data

- 2.1 Type of facility (check only one, add explanations as needed):
 Residential Offices Hotel Public
 Commercial Industry R&D Engineering
 Other _____
- 2.2 Cost of project⁶: _____
- 2.3 Construction duration (months)⁷: _____
- 2.4 Type of contract/project delivery system: (use "Notes" pages for more info, especially if relevant to equipment selection/operation):

Payment basis: Unit price Cost plus Lump sum Other: ____
 Major works serviced by cranes, that were subcontracted (specify if subcontractor is using general contractor's cranes or his/her own):

⁶ Both local currency and \$US (or exchange rate around time of contracting). If the project/building discussed is part of a larger project, write only the cost of the discussed part.

⁷ If the project/building discussed is part of a larger project, write only the construction duration of the discussed part.

3. Building/Structure Data

- 3.1 Number of stories and total height (separately for each building or wing, separately for above and under ground)⁸: _____

- 3.2 Overall dimensions and footprint⁹ area (by wings; draw the general layout of the building and/or attach a plan): _____

 Overall area: _____
- 3.3 Major construction method (check one or more, add explanations as needed):
 Concrete, conventional Concrete, industrialized¹⁰
 Concrete, precast Steel
- 3.4 Stage of construction at the time of the interview: _____

- 3.5 Equipment on site¹¹ (types and quantities, major tasks):

⁸ Attachment of plan(s) and typical elevation/section(s) is highly desirable.

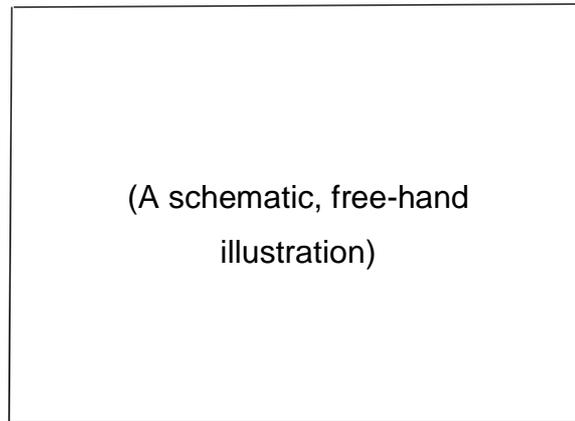
⁹ Footprint may change with the progress of construction, e.g., in the stage of constructing an underground parking, the structure may take up most of the site area, with the entailed implications on the site layout, access routes, and location of equipment. However, when the superstructure rises above ground, it may occupy a smaller part of the site, with the roof of the underground parking also serving as a staging area.

¹⁰ Characterized by heavy mechanization, large formwork panels (e.g., gang wall forms, tunnel forms), and a limited use of precast elements (e.g., for staircases). If most skeleton is precast concrete, check the next box.

¹¹ Excluding tower cranes (detailed later on). Focus on mobile cranes, concrete placing equipment (mainly pumps and booms), telescopic handlers, and other transportation equipment. For mobile cranes, specify type of service: permanent major, permanent auxiliary, temporary (see explanations in the document "Notes and Guidelines for the Interviewer"). For mobile crane types: see Appendix/Fig. 1.

4. Site Data

- 4.1 Site layout:
(check boxes to ensure that all items are drawn)
 Structure
 Crane location(s)¹²
 Staging area(s)
 Access route(s)



(A schematic, free-hand illustration)



- 4.2 Overall site dimensions/area¹³: _____
- 4.3 Topography (verify the answer by your own impression):
 Level ground Moderate slope Steep slope
- 4.4 Surface type (soft, hard & smooth, rough): _____
- 4.5 Did the surface/ground constitute any problem in terms of foundations (for a fixed-base crane) or mobility (for a travelling crane)? _____
- 4.6 Site characterization¹³ (check one; verify the answer by your own impression of the site):
 Spacious Congested Moderate (“In between”)
- 4.7 Obstacles/restrictions (e.g. adjacent structures, power lines); in any event, this answer should provide the reasoning for the interviewee’s response to item 4.6 (for example: site is a long and narrow rectangle, which explains why the site was characterized as “congested” in item 4.6 although the structure takes up only 30% of the site area) _____

¹² If crane(s) shifted positions during project life, show all positions.

¹³ Interesting in terms of available staging areas, site coverage by the crane’s working envelope, etc. Refer to changes which may have occurred during project life, that affected the overall available area (e.g., if construction of a major part of the project started while the rest was already well into construction, then a possibly spacious site became restricted).

5. Tower Crane Data (assign each crane a number: crane #1, #2, etc.)

5.1 Type:

Top slewing hammerhead (saddle jib)

Top slewing luffing

Bottom slewing (telescopic mast)

Other¹⁴



5.2 Make and model¹⁵ (if known: year of manufacturing) _____

5.3 Height (under hook)¹⁶ _____
for climbing crane: full length of mast _____ m, of which _____ m is free.

5.4 Jib length and lifting capacity @ end of jib _____

¹⁴ e.g., top-slewing hammerhead with a combined sections/telescopic mast, top-slewing hammerhead without the upper mast (“cathead”), bottom-slewing with an articulated jib (horizontal jib close to mast, angled jib far from mast), top-slewing with an articulated jib (angled jib close to mast).

¹⁵ e.g., Potain Topkit MD 140 “matic”, or Liebherr 180 EC-B.

¹⁶ By construction phases, if applicable (in some cases the crane is assembled to its final height right from the beginning, while in other cases it “grows” with the structure, or is assembled to a different height upon change of its location on site).

- 5.5 Max. lifting capacity and at what max. radius (if applicable, distinguish between single and double rope) _____
- 5.6 Any additional important information concerning lifting profile

- 5.7 Mode of operation:
Mobility: Fixed Travelling/wheels Travelling/rails¹⁷

- Base (for fixed crane):* On rails Anchored to the ground
Ballast only (no ground anchoring) Other _____

- Vertical support (for fixed crane):* Free standing Tied to the constructed
structure Climbing¹⁸ Other _____

- 5.8 Changes in operation mode (any of the items in 5.7) during construction

- 5.9 Crane is: Owned by the contractor Rented
Other¹⁹ _____
- 5.10 If owned: Purchased (as: new used) toward this project
Owned by the company already for _____ years

¹⁷ Distinguish between rails for: (1) regular daily travelling, (2) one or more changes of on-site location (crane operates on each location mostly as a fixed crane), (3) one-time transport for new on-site location (crane operates as a fixed crane). In case of minimum-length rails (about the length of the crane's undercarriage), with the crane operating as a fixed crane – mark "Fixed" (quite often this is the case, when the crane is already equipped with an undercarriage fitted for rails).

¹⁸ Inside a high-rise building (in an elevator pier, or through openings left in the floors); see also Fig. 1.

¹⁹ e.g., owned by the owner company, owned by subcontractor (for what work?).

6. Tower Crane Siting (space available here is likely to be inadequate; use “Notes” pages for extra space as needed)

Note: the following items require both comprehensive and detailed coverage.

6.1 Transport to site: distance, transportation, unloading (means, inputs, costs) _____

6.2 Technical description (with dimensions) of the assembly method and the foundation (attach sketches, drawings, details, calculations), including rails (earthworks, tracks); same for anchoring to the structure _____

6.3 Inputs and costs for set-up, erection, and foundation: labor crews, equipment, schedule, problems (e.g., difficult access to/on site), delays (e.g., winds); same for anchoring to the structure _____

6.4 Dismantling method and expected costs _____

7. Equipment planning (to be reported on “Notes” pages)

- 7.1 Crane siting plan (“site layout”), including marking of crane radius and work envelopes (by stages, if crane was relocated), major footprint dimensions (of crane undercarriage, crane base, and rails), mast cross-section, distance of crane from structure (both clear distance of crane base and distance of mast center).

Shop drawing enclosed *and/or* Sketch enclosed

- 7.2 Schedule of cranes during project life (see example in Fig. 2)
- 7.3 Main lifting assignments for each crane (if applicable: detailed on the schedule of item 7.2, with crane assigned numbers).
- 7.4 Summary of:
- 7.4.1 Chronological description of the planning/selection process, how it was actually conducted (planning mode²⁰), who participated, what type of information was used as the basis for crane selection, who prepared this information, and who brought it to the attention of other participants.
- 7.4.2 Basic postulations/constraints and major considerations in crane selection for the project²¹.
- 7.4.3 Alternatives of crane type/model and on-site locations considered/examined, including cost estimates/analyses.
- 7.4.4 Load-radius calculations and other analytical checks.
- 7.4.5 Planning of daily craning schedules.

Note: the description of the planning process is a main interview question. Most of the following questions in chapter 7 indeed address this issue in detail, and by division into better-defined sub-topics. However, it is essential to first conduct an open discussion, according to the items in 7.4, in order to provide an overall picture of the planning process and its “anatomy”, by chronological order, and so that the interviewee does not become “captive” of the detailed questions that follow. Thus, he/she should first describe the whole picture of the planning process, and only then address specific issues, according to the following questions, in more detail. Explain that to the interviewee, and add that, naturally, some of the questions to follow will be a repetition of material described under 7.4.

²⁰ e.g., was planning conducted by corridor conversations, with action items written on the back of a cigarette pack, or by regular/special staff meetings with written minutes and instructions? what was the frequency of such meetings (pre- and during construction)? was most (or parts) of the planning work done as individual assignment(s), or through teamwork?

²¹ Address also the preliminary question of tower vs. mobile crane (as the main lifting service provider, for part of, or the whole building). If the question was not raised at all, explain why. If it was raised, specify the pros and cons and explain why a tower crane was preferred.

7.5 Factors that affected crane selection and location^{22,23} - check one box for each factor.

FACTOR	I	N	F	L	U	E	N	C	E	
	High			Moderate			Low		Nil	
Owned by the firm										
Crane setup & dismantling										
Project schedule										
Method of construction ²⁴										
Height of structure										
Layout of building(s)										
Topography ²⁵										
Hook coverage required										
Lifting capacity required										
Hoisting speed desired										
Site conditions ²⁶										
Daily production/timetable										
Interaction w/ other equip. ²⁷										
Safety										
Other (detail which) ²⁸										

7.6 Prioritize those factors checked as “High” by order of importance (with “1”, “2”, “3”, etc.), in the left margin.

²² Make sure it is clear how each affecting factor actually affected the selection (for some factors, e.g. height or lifting assignments, this is obvious, while for others, e.g. safety, it may not be as obvious).

²³ In case of more than one crane, conduct a brief preliminary discussion to determine if the factors are the same for all tower cranes on site, or item 7.5 shall be answered separately for each crane.

²⁴ Conventional/industrialized/precast concrete, steel (see item 3.3).

²⁵ Level/slope, including soil classification (see items 4.3, 4.4).

²⁶ Spacious/congested, including obstacles (see items 4.6, 4.7).

²⁷ Mainly: (1) overlapping of work envelopes in case of more than one crane, (2) task sharing with a mobile crane, (3) assignment sharing with a concrete pump. Evaluate the influence of this factor only if considered *a priori*, in the course of the planning process. Do not evaluate it (i.e., check “Nil”) if, for example, a crane and a concrete pump are indeed used together, but it was the selection of the crane that entailed the use of the concrete pump and dictated its type and size, and not vice versa.

²⁸ e.g., height limitation by airport authorities, prohibition of “oversailing” above the street, good deal on purchasing a used crane, harsh weather such as gusty winds.

7.7 Equipment planning at the construction company level²⁹: who were the parties involved, to what degree, and at what stage:

Prebid Equipment Planning:

PARTY ³⁰	D E G R E E O F I N V O L V E M E N T			
	High	Moderate	Low	Not involved
Owner				
Company management ³¹				
Project manager				
General superintendent ³²				
Project engineer				
Subcontractor(s)				
Crane supplier				

Preconstruction Equipment Planning³³:

PARTY ³⁰	D E G R E E O F I N V O L V E M E N T			
	High	Moderate	Low	Not involved
Owner				
Company management ³¹				
Project manager				
General superintendent ³²				
Project engineer				
Subcontractor(s)				
Crane supplier				

²⁹ If equipment planning (or part of it) was done at the owner level: answer questions 7.7-7.9 accordingly (with the required modifications to participating parties).

³⁰ If any of the given parties does not exist as a separate entity (i.e., a party fulfills the role of another party as well), erase this party and explain (e.g., “project manager is also project engineer”).

³¹ Including staff at the company’s home office (e.g., planning & control, operations & engineering).

³² Sometimes termed “construction manager” or “site manager”.

³³ Starts immediately on the award of the contract, and proceeds to a certain point in the construction, typically not more than two months after mobilization.

During-Construction Equipment Planning³⁴:

PARTY ³⁰	D E G R E E O F I N V O L V E M E N T			
	High	Moderate	Low	Not involved
Owner				
Company management ³¹				
Project manager				
General superintendent ³²				
Project engineer				
Subcontractor(s)				
Crane supplier				

7.8 Was a plan (in the form of a document, of any kind) issued, following equipment planning?

<u>Prebid Planning:</u>	Yes	No
<u>Preconstruction Planning:</u>	Yes	No
<u>During-Construction Planning:</u>	Yes	No

7.9 If “Yes”, in what format? (choose one or more of the following: drawing, table, Gantt, checklist, meeting protocol, standard form, diagram, other; attachment of examples is desirable):

Prebid Planning: _____

Preconstruction Planning: _____

During-Construction Planning: _____

³⁴ Lasts throughout construction, with changing intensities. Typically follows a repetitive pattern. It is essentially periodical (daily, weekly, other) planning, including crane allocation for daily assignments, control of the crane’s timetable, and setting priorities. Add details: Is it done? How often? Who’s in charge?

7.10 Constructibility: what changes in the (1) design, and/or (2) construction method were done *a priori*, as part of the equipment selection process, or during construction³⁵? _____

7.11 Any implications of the selected equipment on the project schedule?³⁶

7.12 Evaluate (mark with an “x” on the given scale) the overall nature and depth of equipment planning (and mainly crane selection) in the project.

8. Conclusion

for the interviewee

12.1 Any comments on the interview/questions? Anything left out that you consider? Any ideas for improvement?

for the interviewer

12.2 Use this space to address any item in this Interview Guide that you think should be changed, removed, or added (including sequence of questioning), to improve the interview:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

12.3 Prepare a neat copy of this report

12.4 Send “Thank You” letter to the interviewee(s)/company

³⁵ e.g., change orientation of precast elements, or move from slipforming to conventional pier forms, due to radius or height limitations of selected crane.

³⁶ e.g., assigning priorities to construction progress in various wings of the building. Note that in most cases it is the opposite, i.e., equipment selection is dictated, among other things, by the project schedule and progress priorities.

APÊNDICE B - Protocolo adaptado à realidade brasileira

Protocolo
2014

Estudo das práticas de planejamento e gestão de guias em canteiros de obras

Investigadores:

Dr. Aviad Shapira©

Technion–Israel Institute of Technology, Israel

Dra. Emilia Kohlman Rabbani

Universidade de Pernambuco, Brasil

Dr. João Pedro Couto

Universidade do Minho, Portugal

Mestrando:

Frederico José Barros Santos

Universidade de Pernambuco, Recife

Flávia da Rocha Sousa

Universidade do Minho, Portugal

Nome do entrevistador: _____

(Anexe o cartão de visitas dos entrevistados aqui)

Número do Projeto de pesquisa³⁷: BR_____

Identificação do Projeto³⁸: _____

³⁷ Número corrente: BR1, BR2, etc.

² Sigla do projeto que será utilizado nas discussões (nome completo aparecerá na página 3).

Introdução

1. Explique brevemente ao entrevistado que a entrevista focará em dois pontos: (a) planejamento de equipamentos³⁹, ou seja, **o processo de selecionar equipamentos (especificamente guindastes/gruas) para um projeto e a determinação de sua localização no canteiro de obras** (também chamado de “*siting*”), e (b) montagem *in loco* das gruas⁴⁰. No entanto, outras informações pertinentes serão também colhidas.
2. Se o projeto for complexo e tiver mais de um edifício, servido por mais de uma grua/guindaste, descubra logo no início se – em relação à seleção da grua e sua operação – deve ser considerada como um único projeto ou como dois (ou mais) projetos diferentes (ou seja, guias para entrevistas diferentes).
3. Deixe claro para o entrevistado que a maioria das questões (a não ser que especificamente requisitado) se relaciona com o projeto específico em discussão. Portanto, quando for perguntado sobre considerações, práticas, e similares, ele (a) não deverá responder baseado em sua própria experiência acumulada em outros projetos, ou descrever o que comumente é feito. Ao invés, ele (a) deverá se basear no projeto em discussão⁴¹.
4. Pegue os cartões de visita de seus entrevistados e grampei na página inicial do guia de entrevista.
5. Use a página de Anotações para incluir informações/detalhes toda vez que não houver espaço suficiente no guia. Se certifique de colocar o número do item ao qual a nota se refere.
6. Em algum momento de sua entrevista, tire fotos: localização da grua no canteiro de obras e sua relação com o edifício, visão global de cada grua, o método de montagem da mesma, e alguns detalhes de sua fixação (3-6 fotos de cada grua).

Data da entrevista: _____

Horários da entrevista: iniciado às _____ finalizado às _____

³⁹ A definição dada aqui para “planejamento de equipamentos” será a usada durante a entrevista.

⁴⁰ A não ser que seja especificamente expresso, a palavra Grua na entrevista se refere a gruas de torre (fixas ou ascensionais).

⁴¹ Esta instrução é dada aqui porque comumente os gerentes de projetos, inadvertidamente respondem a questões relacionadas a um projeto específico descrevendo o que é comumente feito, ou deduzindo a partir de sua experiência em projetos recentes.

1. Identificação

1.1 Nome do projeto: _____

1.2 Propósito/uso do projeto: _____

1.3 Localização do projeto: _____

1.4 Nome do dono/cliente: _____

1.5 Nome/endereço da empresa construtora: _____

1.6 Entrevistado #1: Nome _____

Função _____

Experiência do entrevistado (em anos).	Experiencia em projetos que utilizaram guas.	Numero de projetos que foram utilizadas guas	Numero de guas utilizadas no ultimo projeto.
			Proj. 1:

1.7 Entrevistado #2: Nome _____

Função _____

Experiência do entrevistado (em anos).	Experiencia em projetos que utilizaram guas.	Numero de projetos que foram utilizadas guas	Numero de guas utilizadas no ultimo projeto.
			Proj. 1:

1.8 Número(s) de telefone no canteiro de obras do entrevistado(s):

2. Dados gerais do projeto

2.1 Tipo de edificação (marque apenas um, e adicione explicações quando necessário):

Residencial Escritórios Hotel Público

Comercial Industrial R&D Hotel

Outros _____

2.2 Custo referente ao uso da grua: _____

2.3 Prazo de construção (meses)⁴²: _____

2.6. Principais trabalhos subcontratados que utilizam guas (especifique se o subcontratado usa a sua própria grua ou utiliza a grua do empreiteiro geral): _____

⁴² Se o projeto/edifício em discussão é parte de um projeto maior, escreva apenas a duração da construção da parte considerada.

3. Dados da Edificação/Estrutura

- 3.1 Número de andares e altura acima e abaixo do solo⁴³: _____

- 3.2 Dimensões gerais da Edificação e da área de implantação⁴⁴: _____

- 3.4 Principal método construtivo (selecione um ou mais, inclua explicações quando necessário):
- | | |
|------------------------|---|
| Concreto, convencional | Concreto, industrializado ⁴⁵ |
| Concreto, pré-moldado | Aço |
- Outros: _____
- 3.5 Estágio da construção no momento da entrevista (em porcentagem e número de meses): _____
- 3.6 Número de lajes concretadas por mês: _____
- 3.7 Equipamentos no canteiro⁴⁶ (tipos e quantidades, principais atividades): _____

⁴³ Sempre que possível anexar plantas que facilitem a leitura do projeto.

⁴⁴ Desenhe o layout da edificação na última página do questionário e/ou anexe a planta.

⁴⁵ Caracterizado por mecanização pesada, grandes painéis para fôrmas (e.g., grupo de fôrmas para paredes, fôrmas de túneis), e o uso limitado de elementos pré-fabricados (e.g., para escadas). Se a maior parte do esqueleto é pré-fabricado, assinale o próximo item.

⁴⁶ Excluindo as guias torre (detalhadas mais a frente). Foque nas guias móveis, equipamentos de utilizados para colocação e distribuição do concreto (principalmente bombas de concreto e lanças), manipuladores telescópicos, e outros equipamentos de transporte. Para guias móveis, especifique o tipo de serviço: significativo e permanente, permanente, mas auxiliar, temporário (veja explicações no documento “notas e guia para o entrevistador”).

4. Dados do canteiro

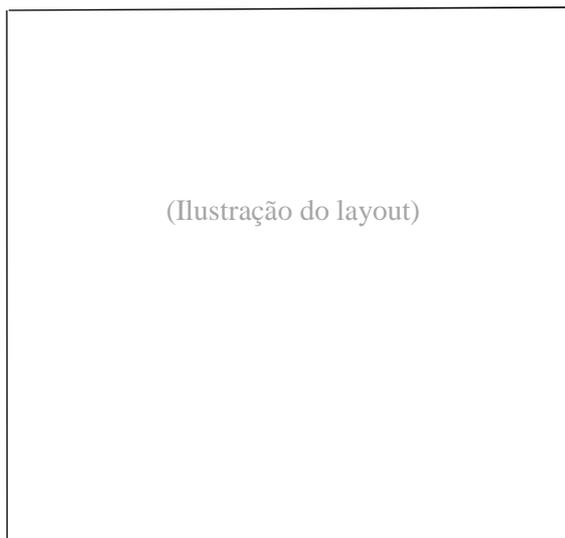
4.1 Layout do canteiro⁴⁷:

Estrutura

Localização da(s) grua(s)⁴⁸

Canteiro de obra(s)

Rota(s) de acesso(s)



4.2 Dimensões/área do canteiro⁴⁹: _____

4.3 Topografia (verifique a resposta com sua própria impressão):

Terreno plano

Inclinação moderada

Íngreme

4.5 O solo constituiu algum problema em relação às fundações (para o uso de um guindaste de base fixa) ou mobilidade (para guias deslizantes)?

4.6 Caracterização do canteiro (marque um; verifique a resposta com sua própria impressão do canteiro):

Espaçoso

Congestionado

Moderado

4.7 Obstáculos/restrições (e.g. prédios laterais, linhas telefônicas)⁵⁰: _____

⁴⁷ Utilize o *checklist* para verificar a presença de todos os elementos no desenho.

⁴⁸ Caso a(s) grua(s) tenha mudado de posição durante a vida útil do projeto, mostre todas as posições.

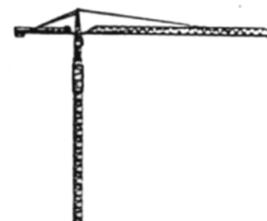
⁴⁹ Interessante em termos de áreas de apoio disponíveis, cobertura do canteiro pela área de trabalho da grua, etc. Mencionar mudanças que ocorreram durante a vida do projeto que afetaram a área total disponível (e.g., se a construção de uma parte importante do projeto foi iniciada enquanto o resto já estava bem avançado, um canteiro possivelmente espaçoso ficou restrito).

⁵⁰ Esta resposta proverá a razão pela qual o entrevistado respondeu o item 4.6 (por exemplo: o canteiro é um retângulo longo, o que explica que o canteiro foi caracterizado com congestionado no item 4.6 apesar de que a estrutura só ocupa 30% da área do canteiro).

5. Dados sobre as guias de torre (atribuir um número a cada guindaste/grua : grua #1, #2, etc.)

5.1 Tipo:

Hammerhead (cremalheira)



Luffing jib



Telescópico



Outros⁵¹ _____

5.2 Modelo e marca⁵² (se souber: ano produzido)

5.3 Altura (em baixo do gancho)⁵³ _____

5.4 Comprimento da lança: _____

5.5 Máxima capacidade de elevação e qual raio máximo (se aplicável, distinguir entre corda única e dupla) _____

⁵¹ e.g., *hammerhead* com uma combinação de seções/mastro telescópico, *hammerhead* sem o mastro superior (“*cathead*”), telescópico com jib articulado (jib horizontal perto do mastro, jib inclinado distante do mastro), *hammerhead* com jib articulado (jib inclinado perto do mastro).

⁵² e.g., Potain Topkit MD 140 “matic”, ou Liebherr 180 EC-B.

⁵³ Por fases construtivas, se aplicável (em alguns casos a grua é montada em sua altura final desde o início, enquanto em outros casos, ele “cresce” com a estrutura, ou é montada em Alturas diferentes com a mudança de sua localização no canteiro).

6. *Soft factors* que afetaram a seleção da grua

6.1 Fatores que afetam a seleção da grua e sua localização. Utilizando a escala indicada na tabela abaixo indique o grau de influência de cada fator no processo de seleção das gruas.

Condições do local do projeto (físico)

1	Fatores	Influência			
		Alta	Moderada	Baixa	Nula
A.1	Canteiro congestionado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A.2	Canteiro / edifícios adjacentes/ obstáculos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A.3	Linhas elétricas aéreas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A.4	Grua sobrepostas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A.5	Obstrução da visibilidade do operador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Condições organizacional da empresa

2	Fatores	Influência			
		Alta	Moderada	Baixa	Nula
B.1	Empresa proprietária dos equipamentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B.2	Experiência com fornecedor de guindaste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B.3	Tradição da empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B.4	Experiência em projeto anterior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B.5	Reputação da empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Condições ambientais

	Fatores	Alta	Moderada	Baixa	Nula
			a		
C.1	Tráfego pesado na vizinhança do canteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.2	Difícil acesso na entrada do canteiro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.3	Limitação de hora de trabalho (à noite)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.4	Limites de altura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.5	Requisitos específicos de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.6	Disponibilidade de mão de obra qualificada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C.7	Ventos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Planejamento de equipamentos na fase de pré-candidatura (prebid):

Participantes	Nível de envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Diretor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro calculista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projetista do empreendimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Supervisor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro residente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mestre de obras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecedor de guas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro/Técnico de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro Mecânico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Planejamento de equipamentos na fase de preparação e planejamento(preconstruction):

Participantes	Nível de envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Diretor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro calculista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projetista do empreendimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Supervisor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro residente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mestre de obras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecedor de guas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro/Técnico de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro Mecânico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Planejamento de equipamentos durante a construção:

Participantes	Nível de envolvimento			
	Alto	Moderado	Baixo	Nulo
Diretor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro calculista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projetista do empreendimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Supervisor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Engenheiro residente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mestre de obras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecedor de guias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro/Técnico de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engenheiro Mecânico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.3 Foi emitido algum plano depois do planejamento de equipamentos:

Fase de pré-candidatura	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Fase de preparação e planejamento	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Fase de construção	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Se sim, em que formato: _____

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

Sim Não

7. Conclusão

Para o entrevistado

- 7.1 Algum comentário sobre a entrevista/perguntas? Gostaria de acrescentar mais alguma coisa que não foi considerado? Gostaria de sugerir alguma melhoria a entrevista?

Para o entrevistador

- 7.2 Use este espaço para colocar qualquer item do Guia para entrevista que você acha que deveria ser modificado, removido ou adicionado (inclua sequência de perguntas), para melhorar a entrevista:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

- 7.3 Prepare uma cópia organizada deste relatório
- 7.4 Envie carta de agradecimento ao(s) entrevistado(s)/empresa

8. Anotações

Práticas de Guindastes de Torre – Notas e guia para o entrevistador⁵⁷

O propósito deste documento é:

1. Servir de guia em como se preparar e conduzir a entrevista.
2. Elaborar com maior detalhe sobre questões que por natureza pertencem à seção das “notas de rodapé” no Guia para entrevistas.

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

- O Guia para Entrevista não deve ser utilizado como um questionário a ser preenchido pelo entrevistado.

- O canteiros selecionados para conduzir as entrevistas devem atender a 3 critérios: (1) deve ter no mínimo uma grua torre como principal provedor de serviço de elevação; (2) um entrevistado que coopere, disposto a dispor tempo suficiente para responder a entrevista de forma completa; e (3) um entrevistado experiente no assunto, cujo envolvimento no projeto possibilita que ele/ela responda a maioria das perguntas.

⁵⁷ Os comentários e diretrizes neste documento foram compilados a partir de briefings orais dos entrevistadores. Eles são baseados na realização de inúmeras visitas a canteiros e entrevistas de ambos entrevistadores, novatos e experientes. Este documento não se destina a "colocar palavras na boca" do entrevistador, nem insinua que o entrevistador não pode viver sem ele. No entanto, objetivando ajudar o entrevistador a se preparar melhor para as entrevistas, acredita-se que a leitura e aplicação cuidadosa e destas orientações garantirá a obtenção de resultados completos e confiáveis. Se qualquer das orientações/comentários neste documento não for relevante para você, ignore-o.

- Como o primeiro canteiro numa série que você visitará, você pode selecionar um projeto simples, cuja completa cooperação do entrevistado seja garantida previamente.
- O entrevistador principiante deve estar pronto para sentir algum incômodo em sua primeira entrevista. Isto é bastante natural. De uma entrevista para a outra, o desempenho do entrevistador irá melhorar, assim como a sua confiança. A partir da terceira ou quarta entrevista, o entrevistador vai deixar de ser um "estatístico" que faz apenas perguntas e registra respostas, para se tornar um parceiro em uma discussão.
- É altamente aconselhável (e ainda quando se tratar de um entrevistador iniciante) que as primeiras uma ou duas entrevistas sejam realizadas em conjunto com o investigador principal (ou seja, o Professor juntamente com o entrevistador, ou seja, o assistente de pesquisa).
- O entrevistador principiante vai descobrir rapidamente que não há casos simples, e que quase nada é "preto e branco". Deve portanto se preparar para lidar com esta situação. Como sugestão, deixe a classificação da enorme quantidade de informações coletadas para uma fase posterior, em que você pode editar e reorganizar o material, e preparar o relatório final do canteiro. Durante a entrevista, se não estiver claro onde certas coisas ditas pelo entrevistado pertence, basta escrever-los na página das "Anotações" pela ordem em que foram ditas.
- Junto a alguns fatos simples (por exemplo, marca e modelo dos guindastes, tamanho do local), há descrições de processos que necessitam de análise mais detalhada por parte do entrevistado. Às vezes, você pode ter para ajudar o entrevistado a pensar e/ou simplificar a questão para ele/ela, mas sem perda de informações.
- Não perca o foco por causa de pequenos detalhes, ou os principais problemas por causa das menores. O foco deve estar constantemente em: (1) planejamento de equipamentos e (2) montagem/localização ("set-up") de equipamentos, nesta ordem. O primeiro é o foco central e mais importante para este estudo.
- A entrevista, no olhar do investigador principal lendo o Guia para Entrevista preenchido, deve fornecer uma visão abrangente sobre tudo relacionado ao guindastes de torre no

canteiro: o planejamento, montagem, operação e outros equipamentos que interagem com eles. Por isso, não "cole" nas questões escritas do Guia durante a entrevista. Se a situação o exigir, permita que o entrevistado se expresse livremente. É claro que, no final da entrevista certifique-se que todos os itens do Guia foram cobertos.

- O entrevistador deve estar intimamente familiarizado com o Guia para Entrevista, de modo que ele/ela possa navegar pela entrevista. Antes de iniciar a série de entrevistas, certifique-se que você sabe, controla e entende tudo que está no Guia, incluindo as notas de rodapé.
- Recomenda-se que se conduza a entrevista e faça as perguntas pela ordem que aparecem no Guia. No entanto, a discussão pode ser desviada para outras direções/questões. Portanto, você deve controlar não só o Guia, mas também a formação profissional, a fim de saber onde de introduzir as informações que você ouve (isto é, que "resposta" pertence a qual questão). De qualquer maneira, conduza a discussão de volta ao local onde ocorreu o desvio.

It is generally recommended to conduct the interview and ask the questions by order of their appearance in the Guide. However, the discussion may be diverted toward other directions/issues. Therefore you must control not only the Guide, but also the professional background, so as to know where to insert stuff you hear (i.e., which "answer" belongs to which question). In any event, lead the discussion back to where the diversion occurred.

- O entrevistado deve ter a sensação de que o entrevistador sabe o que ele/ela está pedindo/falando, e que há uma lógica interna e seqüência estruturada no questionamento. Não há problema, por vezes - se necessário - parar o entrevistado que "pula" para outro assunto, e dizer a ele/ela, "Isso é realmente importante, mas por favor, vamos esperar até chegarmos lá, porque há uma questão específica para este assunto "em outras ocasiões - não pare, mas sim deixe que a discussão se desenvolva. (Saber quando empregar este ou aquele modo de entrevista é realmente uma questão de análise situacional.)
- Foi mencionado no Guia, mas deve ser lembrado novamente: Os entrevistados têm uma tendência natural de dizer o que é comumente feito, o que deve ser feito, ou o que costumava fazer em seus projetos recentes. Certifique-se que eles respondem à maioria das

perguntas (a menos que especificamente por escrito), dizendo o que eles fizeram sobre este projecto específico que você está visitando e discutindo com eles.

- Às vezes, você deve "fazer o entrevistado falar", isto é, seus entrevistados - se adequadamente selecionados - são provavelmente experientes e competentes no que fazem, no entanto, muitas vezes eles não são muito bons em transmitir aos outros, de forma estruturada, o que sabem. Além disso, eles podem considerar alguns aspectos óbvios, e, portanto, não apresentá-los na entrevista. Portanto, às vezes você pode ter que lembrar-lhes coisas e fazer-lhes perguntas direcionadas, particularmente relacionadas a escolha de alternativas (de tipos de guindaste, localização do guindaste no site, etc.). Por exemplo, quando se discute a seleção de guindaste/gura, uma pergunta como essa pode ser feita: "Por que você selecionou uma base estática e não uma ponte rolante sobre trilhos?", Ou, "Por que você não adicionou ao projeto uma outra grua?" é claro que cada questão desta natureza tem de fazer sentido e se relacionarem de alguma forma com a questão discutida.
- Escreva tudo, como se você estivesse usando um gravador (use um gravador, se o entrevistado se sente confortável com isso e dá a sua aprovação). Prepare-se: não é de forma alguma, simples conduzir e direcionar uma entrevista, e ao mesmo tempo escrever tudo.
- A julgar por entrevistas já realizadas com base na Guia para Entrevista, uma entrevista "boa" comumente dura pelo menos três horas (excluindo visita ao canteiro e tirar as fotos), se o entrevistador é experiente. O noviço deve considerar pelo menos quatro horas para considerar tudo corretamente. Portanto, algumas entrevistas podem ter que ser dividido em até duas sessões separadas, em duas datas diferentes, pois a maioria dos entrevistados provavelmente são muito ocupados para poder conceder uma sessão tão longa.
- Edite o material e prepare o relatório final de cada entrevista (ou seja, uma cópia "limpa" do Guia) logo após a visita ao site, não devendo passar da noite do mesmo dia. Haverá sempre coisas que você não conseguiu escrever durante a própria entrevista. Você pode esquecer essas coisas amanhã. Preparando a sua cópia "limpa" imediatamente após a entrevista também irá permitir que você ligue para o entrevistado (enquanto ele/ela ainda "lembra" de você) e corrigir informações erradas, ou "fechar" as questões que foram

deixadas em aberto. Naturalmente, através da preparação de seu relatório final sobre o local no mesmo dia, você também não irá confundir este site com o próximo.

- Use a página de "Anotações" páginas no final do Guia para "wet" and material descritivo, para o qual não foi dado um simples "Sim/Não" ou uma resposta que marque um certo item. Além disso, usá-los sempre que o espaço dado é muito pequeno, para esboços, etc
- Você pode ter que re-visitar um site: (1) se após o processamento da informação você descobrir que algo está faltando (a menos que possa ser discutido por telefone), ou (2) se o entrevistado não tem a resposta para uma certa questão, e precisa de mais tempo para descobrir ou para preparar o material solicitado, ou (3) se você precisa se encontrar com um outro funcionário no mesmo canteiro para compeltar o material no Guia.
- Em um projeto com mais de um guindaste de torre, tome cuidado para não confundir as coisas. Certifique-se de compreender as instruções dadas no Guia, como o que diz respeito ao planejamento global, e que pertence a cada guindaste separadamente. O caso extremo (não muito provável, mas ainda é possível) é que um projeto complexo com mais de um guindaste de torre possa ser considerado como dois projetos separados (para o qual dois guias separados devem ser preenchidos).
- A terminologia é de extrema importância. Muitas vezes as pessoas usam nomes diferentes para a mesma coisa, ou o mesmo nome para coisas diferentes. Certifique-se sempre que você e seu entrevistado estão considerando o mesmo significado. Use Fig. 1 para terminologia referente ao tipo de guindaste. Consulte o seu professor (o investigador principal) sempre que tiver alguma dúvida.
- A Pergunta 7.7 tem, um certo conceito por trás dele. Por isso, é importante que antes de começar a perguntá-lo, o entrevistador explique ao entrevistado a "visão geral (*big picture*)", ou seja, que dividiu o processo de planejamento em três estágios (explicações fornecidas nas notas de rodapé), identificou sete partes que participam potencialmente do processo de planejamento de equipamentos, e criou uma escala de 4 níveis para a avaliação do envolvimento de cada parte no processo.

- (Esse comentário é uma expansão de nota 11 no Guia para Entrevista, relativas as guas móveis.) Em locais atendidos principalmente por guindastes de torre, guas móveis podem ser observadas, operando em um dos seguintes modos (ou tipos de serviços):

(1) Como um guindaste temporário trazido ao local por períodos curtos (horas/dias), para executar tarefas de elevação que não podem ser requisitadas da grua de torre (quer devido a limitações de raio/capacidade de carga, limitações da agenda de uso da grua de torre, ou por conveniência administrativa). Por exemplo: montagem de painéis pré-fabricados de grandes dimensões. Neste tipo de serviço o guindaste móvel é geralmente de grande tamanho e montado em caminhão do tipo lança-telescópica.

(2) Como um guindaste permanente auxiliar utilizado - ao lado do guindaste de torre - para diversas tarefas (muitas vezes semelhante a uma empilhadeira telescópica, ou manipulador de material, mas com melhor alcance). Neste tipo de serviço o guindaste móvel é comumente de pequeno a médio porte e do tipo que se adapta a terrenos íngremes.

(3) Como um guindaste principal permanente, ao lado do guindaste de torre. O guindaste móvel é responsável por parte do edifício/canteiro fora do alcance do guindaste de torre, ou para atividades de elevação para os quais o guindaste de torre pode estar muito ocupado para executar. Neste modo de serviço o guindaste móvel é comumente de tamanho médio a grande, e de qualquer um dos tipos (apesar da vantagem dos guindastes sobre esteiras ou guindastes montados em caminhão com lança treliçada por causa de seu menor custo de operação, que são uma importante preocupação quando há serviços de longa duração).

Outro modo de serviço é aquele em que o guindaste móvel permanece no local por algumas semanas ou mesmo meses, realizando tarefas que não são típicas de guindastes de torre, principalmente relacionadas com infra-estrutura (e muito provavelmente nas primeiras fases da construção). A maioria destes guindastes são grandes crawlers com lanças de treliça e outros acessórios fixados na extremidade.

- O Guia de Entrevista foi realmente utilizado e testado em muitos sites, mas há sempre espaço para melhorias. Se, no decurso da realização da entrevista, se você descobre que pode haver um problema relacionado com a compreensão de uma questão, a seqüência de perguntas, termos ambíguos, um tema inadequadamente coberto, ou qualquer outro

problema, certifique-se de anotá-la (no espaço fornecido na seção 12 do Guia), e chamar a atenção de seu professor, de modo que aprendizado seja feito do processo.

- A leitura mínima exigida para o entrevistador é: (1) Shapiro, Shapiro & Shapiro, *Cranes & Derricks*, 2^a ed, McGraw-Hill, pp 76-92 (seção em guindastes de torre), (2) capítulo 17 do Peurifoy, Schexnayder & Shapira, 7 ed, McGraw-Hill; e (3) Shapira & Glascock, "Cultura de usar guindastes móveis para construção civil", de *J. cons. Engrg. & Mgmt.*, ASCE, 122 (4), pp 298-307.