

Escolha de guias para construção de edificações verticais: Estudo de casos na Região Metropolitana do Recife, Brasil**Crane Selection for High-Rise Construction: Case Studies in the Metropolitan Region of Recife, Brazil**

Recebimento dos originais: 18/06/2019

Aceitação para publicação: 16/07/2019

Frederico José Barros Santos, MSc

Doutorando em Engenharia Civil na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Professor de Engenharia Civil e Engenharia de Produção na Faculdade Nova Roma (FNR)
Estrada do Bongi, 425 - Afogados 50830-260 - Recife, PE, Brasil
E-mail: eng.fredericobarros@gmail.com

Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani, PhD

Professora Associada e Livre docente do Curso de Engenharia Civil
Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (UPE)
Rua Benfica, 455, Bloco I Sala I01 - Madalena 50720-001 - Recife, PE, Brasil
E-mail: emilia.rabbani@upe.br

João Pedro Pereira Maia Couto, PhD

Professor de Engenharia Civil – Gestão da Construção
Escola de Engenharia da Universidade do Minho (UM)
Campus de Azurém, Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal
E-mail: jpc@civil.uminho.pt

Aviad Shapira, DSc,

Professor de Engenharia de Construção e Gestão (Technion)
Rabin Bldg. 821, Technion City, Haifa 3200003, Israel
E-mail: avishap@technion.ac.il

RESUMO

As guias desempenham um importante papel dentro do canteiro das 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 *hard factors*, que envolvem as características técnicas do equipamento (dimensões físicas do local e capacidade de carga requerida) e os *soft factors*, 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 das obras de edificações em altura 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 das obras de edificações em altura 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 em altura (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 guas, aprimorado a partir de aplicações em dezoito projetos de construções Portuguesas e adaptado a realidade das construções brasileiras a partir da aplicação piloto em duas edificações em altura do Recife. Os protocolos foram preenchidos a partir de visitas e entrevistas semi-estruturadas, pessoais com uma duração média de quatro horas. Foram entrevistados dois supervisores de obras, um engenheiro mecânico e dez engenheiros civis residentes nos canteiros dos 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 grua e registros fotográficos. A análise dos dados se deu por meio de planilhas Excel e indicou a existência de fatores culturais na seleção e localização dos equipamentos, evidenciando a predileção pelo uso de guas do tipo ascensional localizadas no poço do elevador social dos empreendimentos. De acordo com os entrevistados, a escolha, planejamento e localização das guas 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 possa auxiliar o processo de seleção e localização de guas na RMR.

Palavras-chave: Construção civil, gestão na construção, planejamento de guas; Região Metropolitana do Recife.

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: hard factors, such as the technical characteristics of the equipment (physical dimensions of the site and required load capacity) and soft factors, 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 tower 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 tower 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. The survey form was developed based on previous studies of cranes in the USA and Israel, 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 preference for the use of internally climbing cranes located in the structural core of the building or running through openings in the floor slabs. 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, cranes planning, Metropolitan Region of Recife.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel importante no cenário econômico brasileiro sendo responsável pela empregabilidade de um contingente representativo de pessoas e proporcionando impactos econômicos, ambientais e sociais significativos para o desenvolvimento do país. Em 2013, segundo a Pesquisa Anual da Construção - PAIC (IBGE, 2016), 2.961.190 milhões de pessoas foram empregadas 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, 2015), 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.

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 Reino Unido, 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)
Reino Unido	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)

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; e Couto, et al., 2014). Contudo, verifica-se uma carência desse tipo de estudos no Brasil.

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 grua implica diretamente sobre o adequado funcionamento dos projetos. Para tanto objetivou-se neste artigo entender o processo de planejamento (escolha e localização) de guas fixas utilizadas nos canteiros de obras de edificações em altura na Região Metropolitana do Recife (RMR), identificar a(s) fase(s) do projeto na(s) qual(is) ele é realizado, qual(is) o(s) interveniente(s) que influencia(m) o planejamento e escolha de guas fixas em canteiros de obras de edificações em altura, bem como os fatores (com ênfase nos *soft factors*) que influenciam este processo. Importa referir que este artigo foi inicialmente publicado em forma de artigo de congresso (Barros, et al., 2016), tendo sido posteriormente escolhido para publicação na atual revista mediante alguns ajustes e atualizações.

2. PROCESSO DE PLANEJAMENTO E ESCOLHA DA GRUA

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 em trabalhos nacionais e principalmente

internacionais. Os mais importantes foram compilados em ordem cronológica e brevemente resumidos na Tabela 2.

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

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 41 canteiros e realização de 51 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 soft factors</i> . Estes últimos possuem uma dificuldade de serem avaliados, mas são importantes para seleção
Sousa (2014)	Descrever as características específicas do planejamento, seleção e	Visitas a dezoito projetos de construção em Portugal e entrevistas a	O processo de planejamento da grua não é realizado ao longo da vida do projeto

	manuseamento das guas utilizadas nos canteiros de obras em Portugal	dezoito gerentes de projeto	<p>O processo de seleção, planejamento e localização da grua envolve várias pessoas, internas e externas à empresa</p> <p>O principal interveniente no planejamento do equipamento em todas as fases da vida do projeto é o engenheiro diretor de obra</p>
--	---	-----------------------------	--

Numa primeira fase, Shapira e Glascock (1996) realizaram um estudo nos EUA 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 guas móveis a partir da visita e aplicação de questionário em 36 projetos de construção civil na região sudoeste dos Estados Unidos da América.

As entrevistas foram realizadas em 29 empresas de construção diferentes. 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. Os autores concluíram que a utilização de guas móveis (os mais usuais no país no período da análise) 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 era apenas o resultado de um processo de decisão técnica, fatores como o prevalectimento 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.

Os autores adotaram uma metodologia similar ao estudo de Shapira e Glascock (1996), tendo sido realizadas visitas a cinco projetos de construção e realizadas 15 entrevistas no total. Shapira e Schexnayder (1999) abordaram neste estudo não só os fatores de seleção que afetavam 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. Concluíram que o processo de seleção da grua não depende

apenas de fatores técnicos dos equipamentos, salientando a importância dos fatores de gestão, organizacionais e do ambiente macro econômico. Verificou-se também que o planejamento dos equipamentos é sempre realizado por mais do que um interveniente nas diferentes fases do projeto.

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 planejamento do canteiro como um todo. Detalharam que os modelos levavam em consideração principalmente os “hard factors” 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 “soft factors”, apresentando uma solução “universal” que levava a simplificação exacerbada do problema e conseqüentemente, a perda da capacidade de refletir a complexidade do projeto e suas condições contextuais únicas. Para solucionar estes problemas os autores propuseram um modelo de seleção de guias baseado no método de análise hierárquica ou *Analytic Hierarquique Process* (AHP).

Em seguida Goldenberg e Shapira (2007) realizaram um estudo de caso da aplicação do modelo proposto por Shapira e Goldenberg (2005). 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. 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 *soft factors*; (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, construídos por sete empresas diferentes conhecidas por sua cultura de planejamento altamente desenvolvida. Foram realizadas entrevistas em profundidade com cada um dos seis gerentes de projetos apoiadas por inúmeras visitas ao local durante a construção.

Foram estabelecidas duas classes de fatores que influenciam o processo de seleção da guia: os *hard factors*, que envolvem as características técnicas do equipamento (dimensões físicas do local e capacidade de carga requerida) e os *soft factors*, que incluem especificações qualitativas e de natureza informal (aspectos de segurança da empresa, políticas de compra/aluguel e limitações ambientais).

A partir da investigação das práticas utilizadas nas empresas investigadas, os autores concluíram que a consideração dos *soft factors* 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 *soft factors* no processo de decisão depende muito da equipe de planejamento e principalmente do gerente de projeto.

Numa pesquisa mais recente, Sousa (2014) desenvolveu um estudo no âmbito da sua dissertação do mestrado integrado em Engenharia Civil, que objetivou descrever as características específicas do planejamento, seleção e manuseamento das guas utilizadas nos canteiros de obras em Portugal, identificando, entre outros aspectos, as principais características culturais. Foram realizadas visitas e entrevistas em 18 canteiros de obras. A autora concluiu que o método de seleção de guas obedece, essencialmente, às características do projeto e às características operacionais. Em suma, a seleção da grua depende, essencialmente, de fatores organizacionais e de fatores técnicos. Além disso, foi verificada a continuidade do processo de planejamento da grua ao longo da vida do projeto, sendo este realizado por vários intervenientes.

3. METODOLOGIA

Optou-se, neste estudo, por realizar um estudo de múltiplos casos a partir de uma amostra não probabilística por conveniência de 10 projetos na RMR. Os projetos analisados pertencem a oito construtoras distintas. Os critérios para a seleção dos projetos analisados foram: (1) aqueles em que o principal equipamento de elevação no canteiro fosse uma, ou mais guas; (2) consideração de no máximo duas obras por construtora; (3) obras que estivessem na fase de estrutura; (4) facilidade de acesso à obra para realização das entrevistas. A Tabela 3 apresenta os dados gerais dos projetos analisados. Os principais trabalhos que utilizam as guas nestes projetos incluíram: auxílio na concretagem, içamento de fôrmas, ferragens, cimbramento e/ou escoramento.

Tabela 3 - Dados gerais dos projetos analisados

Nº do projeto	Prazo de construção (meses)	Estágio da construção no momento da entrevista		Número de andares	Tipo de edificação
		Meses	%		
I	36	18	30	42	Residencial

II	48	18	18	36	Residenc ial
III	48	9	15	42	Residenc ial
IV	40	24	59	22	Residenc ial
V	36	8	27	24	Empresa rial
VI	32	15	60	30	Residenc ial
VII	30	17	57	20	Residenc ial
VIII	48	26	63	10	Empresa rial
IX	28	14	30	28	Residenc ial
X	48	32	73	35	Residenc ial

O protocolo utilizado nesta pesquisa foi desenvolvido a partir da literatura pertinente e de consultas com especialistas na área nos EUA e Israel (Shapira; Goldenberg, 2007 e Shapira; Lyachin, 2009), aprimorado a partir de aplicações em dezoito 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 (o protocolo original desenvolvido e disponibilizado por Shapira em 2011 para esta pesquisa, e sua versão traduzida e adaptada estão apresentados na íntegra em Barros Santos, 2015).

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 guas. As entrevistas, todas realizadas no local da obra, objetivaram ter um melhor entendimento do canteiro de obra de sua relação com a seleção e localização da grua.

Além das observações diretas relacionadas à 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 o *lay-out* estabelecida para o canteiro. O Plano de Cargas é um documento obrigatório exigido pela legislação brasileira, através da Norma Regulamentadora nº 18 – NR18 (Brasil, 2015). Os dados coletados foram analisados utilizando-se planilhas Excel.

4. RESULTADOS

4.1. SOFT FACTORS QUE AFETAM A SELEÇÃO DA GRUA

Foi solicitado aos entrevistados que indicassem perante uma lista de dezessete *soft factors*, o grau de influência de cada um, no que diz respeito ao processo de seleção e localização das guas 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 4 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.

Para melhor percepção dos dados, a classificação dos *soft factors* foi obtida mediante a atribuição de um valor numérico, numa escala de quatro níveis (0 a 3). A Figura 1 apresenta a hierarquização dos critérios, por ordem de importância considerando a percepção dos entrevistados, estabelecendo um grau de prioridade dos *soft factors* no processo de seleção e localização das guas.

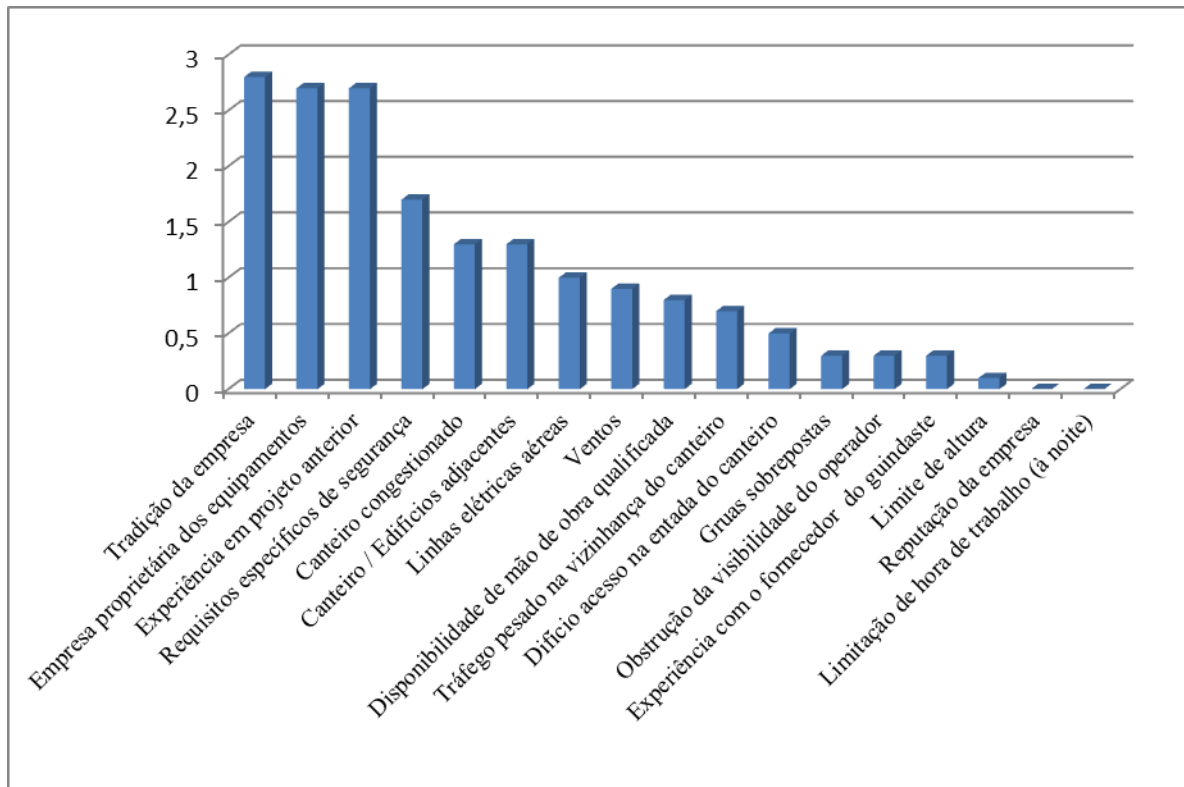
Tabela 4 – Distribuição de frequência dos *soft factors* que afetam o processo de seleção e localização da grua nos projetos analisados

<i>Soft factors</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%

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 grua nos projetos analisados.

Os critérios apontados como prioritários podem ser interpretados como um indício de um processo cultural de utilização de gruas 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.

Figura 1 – *Soft factors* que afetam a seleção da grua nos projetos analisadas da RMR

Observa-se a existência de um *know how* acerca da utilização de guas ascensionais desenvolvido ao longo dos anos nos empreendimentos anteriores das empresas analisadas. Esse fato é ratificado pelo fato ocorrido no projeto II. O projeto II foi o único a comprar uma grua (os demais alugaram o equipamento ou utilizaram os que as empresas construtoras já dispunham) e esta foi 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 equipamentos daquele tipo.

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. 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. Mesmo assim, os projetos II e VI necessitaram de reforço estrutural para instalação do equipamento. Todavia, nesta fase da obra a influência da proximidade de linhas elétricas aéreas era quase inexistente.

Apenas um projeto analisado possuía mais de uma grua (projeto I), 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.

4.2. 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. A participação dos intervenientes na seleção da grua foi apontada apenas na etapa classificada como de preparação e planejamento

(*preconstruction*). A Tabela 5 apresenta a distribuição de frequências da percepção dos entrevistados quanto à participação dos intervenientes relativamente ao nível de influência considerado.

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.

Tabela 5 – 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 guias	0%	10%	0%	90%
Engenheiro/Técnico de segurança	0%	30%	30%	40%
Engenheiro Mecânico	20%	10%	0%	70%

De forma geral, de acordo com os entrevistados a decisão quanto à 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.

5. CONCLUSÕES

O presente artigo buscou descrever as características específicas do planejamento e seleção de guias em canteiros de obras da RMR, identificando os intervenientes no processo e os *soft factors* que influenciavam este processo. Para isso, optou-se por adotar uma metodologia consolidada ao longo dos anos em diversos trabalhos desenvolvidos sobre temática semelhante. O instrumento de pesquisa adaptado à realidade brasileira mostrou-se adequado para o atendimento dos objetivos propostos.

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

Os critérios de seleção das guias obedecem, 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 das guias no Brasil difere dos estudos semelhantes desenvolvidos anteriormente por Shapira e Schexnayder (1999) e Sousa (2014) que evidenciaram critérios relacionados às características específicas dos projetos.

O processo de planejamento da guia 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 guia 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 guia na etapa de concepção do projeto, evidenciada pela frequente necessidade de recálculo do 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.

Os principais intervenientes no planejamento do equipamento nos 10 projetos analisados foram o supervisor da construtora e o engenheiro residente na obra, observando-se ainda a participação do engenheiro/técnico de segurança e do engenheiro mecânico mas 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*).

Sousa (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, conclui-se que o processo de planejamento e seleção da grua nos canteiros de obras estudados indica a existência de um processo cultural na seleção deste tipo de equipamento e na sua localização no canteiro de obras. É sabido que as conclusões aqui apresentadas não podem ser generalizadas, dada a limitação do tipo de amostragem e o número de estudos de caso considerado, todavia, a existência de uma cultura de seleção e uso de gruas na RMR pode ser tomada como hipótese para estudos futuros mais aprofundados.

REFERÊNCIAS

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. 2015.

BARROS SANTOS, F. J. **Análise do planejamento e gestão de gruas fixas em canteiros de obras na Região Metropolitana do Recife: Critérios para seleção e uso**. Recife, 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco. Recife, 2015.

BARROS SANTOS, F.J.; KOHLMAN RABBANI, E.R.; COUTO, J.P.P.M.; SHAPRIA, A. Análise dos “soft factors” que influenciam o processo de planejamento de gruas fixas: estudo de múltiplos casos em edificações verticais da Região Metropolitana do Recife. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP 2016. **Anais ... ABEPRO: João Pessoa**, 2016.

COUTO, J.; KOHLMAN RABBANI, E. R.; DUARTE, J.; SANTOS, F. J. B. **Stakeholder's perspectives on accident causes in rehabilitation and maintenance work in Portugal and Brazil**. In: Arezes, P; Baptista, JS, Barroso, M., Carneiro, P; Cordeiro, P; Melo, R; Miguel, AS; Perestrelo, G.. (Org.). *Occupational Safety and Hygiene II*. 1ed.London: Taylor & Francis, 2014.

CICHINELLI, G. O mercado de gruas 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.

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

GOLDENBERG, M.; SHAPIRA, A. Systematic evaluation of construction equipment alternatives: case study, **Journal of Construction Engineering and Management**, 133(1), 72–85. 2007.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. Rio de Janeiro, 2013. 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. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Anual da Construção Civil (PAIC). Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/paic_2013_v23.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2016.

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.

SHAPIRA, A.; SCHEXNAYDER, C. J. Selection of mobile 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.; LUCKO, G.; SCHEXNAYDER, C. J. Cranes for building construction projects, **Journal of Construction Engineering and Management**, 133(9), 690–700. 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.

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

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.