

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PÓS-GRADUAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

DIEGO STALCHMIDT DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO MELHOR CUSTO-BENEFÍCIO ENTRE GRUAS E
MANIPULADORES TELESCÓPICOS PARA TRANSPORTE DE
MATERIAIS EM CANTEIROS DE OBRA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2015**

DIEGO STALCHMIDT DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO MELHOR CUSTO-BENEFÍCIO ENTRE GRUAS E
MANIPULADORES TELESCÓPICOS PARA TRANSPORTE DE
MATERIAIS EM CANTEIROS DE OBRA**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras - Área de Concentração: Máquinas e Equipamentos.
Orientador: Prof. Dr. Adalberto Matoski.

**CURITIBA
2015**

DIEGO STALCHMIDT DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO MELHOR CUSTO-BENEFÍCIO ENTRE GRUAS E
MANIPULADORES TELESCÓPICOS PARA TRANSPORTE DE MATERIAIS EM
CANTEIROS DE OBRAS**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Curitiba
2015

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da existência.

Aos meus pais, Claudio Davi dos Santos e Christiane Stalchmidt dos Santos, pelos anos de incentivo e apoio, sendo a base que me sustentou para alcançar esse objetivo e a buscar novas conquistas.

À minha namorada, Carine Cristina Vieira, pela paciência nas ausências, pelo incentivo e segurança nos momentos difíceis, pela persistência em me manter focado, pelas inúmeras críticas que ajudaram no desenvolvimento deste trabalho e pelo amor e carinho de sua companhia.

Ao Prof. Dr. Adalberto Matoski, pela disponibilidade em me orientar, pelas aulas ministradas, pelas informações, críticas e sugestões que possibilitaram a conclusão deste projeto.

Aos familiares e amigos que sempre me incentivaram dando confiança para prosseguir.

A todos que tiveram alguma participação no desenvolvimento deste trabalho, em especial, ao Roberto Riaño e à Luciana Dolzan Ambrosi, pelas importantes informações cedidas.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo a comparação de dois dos principais equipamentos utilizados nos transportes, horizontal e vertical, de cargas dentro de canteiros de obras: as guias e os manipuladores telescópicos. Esta comparação tem como foco específico as obras do programa habitacional do governo, Minha Casa Minha Vida, no que tange a melhor relação custo-benefício. Para atingir esse objetivo, foi necessário avaliar estes equipamentos em diferentes aspectos, entre os quais estão: capacidades de cargas, alturas máximas de trabalho, custos que envolvem desde a mobilização e desmobilização, locações, operadores e consumos, e a disponibilidade de implantação nas mais diferentes situações de terrenos, meio ambiente e logística. Todos esses dados foram obtidos por meios de: livros que abordam o tema, manuais disponibilizados pelos fornecedores em sites da internet, reportagens de revistas especializadas, trabalhos acadêmicos relacionados ao assunto e contratos de obras reais do citado programa. Concluiu-se que o manipulador telescópico sobressai perante a guia em alguns dos principais aspectos analisados, tais como: alcance horizontal e custo de locação. O resultado, no entanto, foi obtido visando às prerrogativas propostas para este trabalho, isso significa que poderia haver uma inversão se analisado sob quaisquer outras configurações de obras possíveis.

Palavras-chave: Guias; Manipuladores Telescópicos; Transporte de materiais; Programa Minha Casa Minha Vida e Custo-benefício.

ABSTRACT

This paper aims at comparing two of the main equipment used in transports loads, horizontal and vertical, in construction sites: the tower cranes and the telehandlers. This comparison has as its specific focus on the works of the government housing program, Minha Casa Minha Vida (My Home My Life), regarding the most cost-effective. To achieve this goal it was necessary to evaluate these equipment in different ways, among which are: load capacity, maximum working heights, costs involved from the mobilization and demobilization, rental cost, operators and consumption, to the availability of deployment in many different situations of land, environment and logistics. All these data were obtained by means of: books that address this issue, manuals provided by the vendors on Web sites, reports of journals, academic papers related to this subject and contracts of real works of the said program. It was concluded that the telehandler stood out before the tower crane in some of the main aspects analyzed, such as: horizontal reach and rental cost. This result, however, was obtained by observing the prerogatives proposed for this work, this means that there could be a reversal if analyzed under any other configurations of possible works.

Key words: Tower cranes; Telehandlers; Materials transport; Housing program; Cost-effective.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Utilização da grua em um empreendimento do programa Minha Casa Minha Vida	14
Figura 2 - Ilustração da capacidade de carga da grua J5010, da marca Jaso.	15
Figura 3 - Gráfico esquemático da capacidade de carga da grua J5010, da marca Jaso.....	16
Figura 4 - Gráfico de capacidade de carga da grua Kroll K-10000, pelo alcance da lança, em libras por pés.	17
Figura 5 - Kroll K-10000, uma das maiores torres grua do mundo.....	18
Figura 6 - Manipulador telescópico JLG, modelo SkyTrak® 10054.....	20
Figura 7 - Manipulador telescópico utilizado na construção civil.	20
Figura 8 - Gráfico de cargas em função do comprimento e da inclinação da lança, dos manipuladores.	21
Figura 9 - Manipulador telescópico Manitou, modelo MHT-X 10225.....	21
Figura 10 - Manipulador telescópico Manitou, modelo MRT-X 2540 Privilege Plus. .	22
Figura 11 - Residencial Silvana Cleide – Jaraguá do Sul/SC, empreendimento do programa MCMV.	24
Figura 12 - Implantação esquemática de uma obra.	25
Figura 13 - Disposição das gruas no terreno analisado.	31
Figura 14 - Manipuladores telescópicos no canteiro de obra.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Capacidade de cargas por modelo de grua, da empresa Jaso.	16
Tabela 2 - Comparativo entre consumo e capacidades máximas dos manipuladores.	27
Tabela 3 - Tabela comparativa entre grua e manipulador.....	28
Tabela 4 - Comparativo de custos entre gruas e manipuladores – 24 meses.....	30
Tabela 5 - Análise do equipamento mais adequado em cada aspecto.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	11
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	11
1.2	JUSTIFICATIVA	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS	13
2.2	GRUA	14
2.3	MANIPULADOR TELESCÓPICO	19
2.4	CUSTO BENEFÍCO	22
3	METODOLOGIA	24
3.1	DEFINIÇÃO DO LOCAL	24
3.2	CUSTOS ENVOLVIDOS	26
3.3	TABELA COMPARATIVA	27
4	DISCUSSÕES E RESULTADOS	29
4.1	ANÁLISE DO PROBLEMA	29
4.2	AS OPÇÕES DE ESCOLHA	29
4.2.1	<i>Capacidade de carga</i>	31
4.2.2	<i>Capacidade de ponta</i>	32
4.2.3	<i>Altura máxima</i>	32
4.2.4	<i>Alcance horizontal</i>	33
4.2.5	<i>Consumo</i>	33
4.2.6	<i>Custo do consumo</i>	33
4.2.7	<i>Custo locação mensal</i>	34
4.2.8	<i>Custo de mobilização e desmobilização</i>	34
4.2.9	<i>Operar sob intemperes</i>	34
4.2.10	<i>Operar em qualquer terreno</i>	35
4.3	RESUMO DA ANÁLISE	35
5	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	38

1 INTRODUÇÃO

As grandes cidades brasileiras compartilham de inúmeros problemas de ordens sociais, dentre eles, no âmbito habitacional, destaca-se o déficit de moradias para famílias de baixa renda. Visando reverter esse quadro, o governo federal criou, em 2009, o programa social de habitação Minha Casa Minha Vida, que tem por objetivo facilitar o acesso à moradia às pessoas cuja renda não ultrapasse o teto de cinco mil reais (BRASIL, 2011).

Este programa habitacional criou um novo nicho no mercado nacional de imóveis, o que atraiu o interesse de muitas empresas da construção civil. Nele existem duas opções de contratação de empreendimentos: casas ou apartamentos, contanto que sejam residenciais e unifamiliares (BRASIL, 2013). Um dos requisitos para a contratação desses empreendimentos é que a localização dos empreendimentos seja em áreas urbanas. Com isso, as empresas que manifestaram interesse em construir esbarraram em outro problema das grandes cidades, a especulação imobiliária sobre o valor dos terrenos. Essa situação inviabilizou muitos projetos de condomínios de casas, visto que o valor do terreno é rateado entre todas as unidades. A saída foi a execução de condomínios de apartamentos, onde é possível alocar muito mais unidades num mesmo terreno, se comparado às casas.

No entanto, a legislação nas grandes cidades do país, prevê a obrigatoriedade de instalação de elevadores em prédios com alturas superiores a um determinado limite. No caso do município de Curitiba essa altura limite é de 9,50 metros (CURITIBA, 2007). Ou seja, é outro custo que as unidades teriam que absorver no seu valor final. A saída foi limitar-se às estruturas de até quatro pavimentos. Tais limites e dificuldades remetem ao fato de que para esse programa, o governo estipulou um valor fixo a ser pago para cada unidade que o empreendimento possuir, ou seja, todo custo extra incidirá diretamente sobre o lucro da construtora.

Isso fez com que as empreiteiras fossem buscar novas técnicas e tecnologias para tornar as obras cada vez mais rápidas. Um dos pontos que

influenciam nessa agilidade é o tipo de estrutura a ser utilizada. A convencional é mais lenta e mais onerosa e pode apresentar índices de perdas superiores a 30% (PINI, 2010). A alternativa que se mostrou mais viável foi a utilização de alvenaria estrutural, pois atende aos requisitos de velocidade e custo. Outro ponto importante que influencia diretamente na eficiência da execução das obras diz respeito às máquinas e equipamentos empregados, em especial os relacionados ao transporte e movimentação de materiais nos canteiros. Escolhas equivocadas nesse sentido podem afetar crucialmente o andamento dos empreendimentos.

Existem diversas maneiras de realizar o transporte de materiais em um canteiro de obras. Desde os mais rudimentares e pouco eficientes, como no caso de transporte manual feito por homens, até as mais modernas gruas e guindastes, com grande capacidade de carga e distâncias (NAKAMURA, 2014).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal do presente trabalho é avaliar dois dos principais equipamentos utilizados no país para transporte de materiais em canteiros de obras, as gruas e os manipuladores telescópicos, visando a melhor relação custo-benefício tendo como parâmetro as obras do programa habitacional Minha Casa Minha Vida. Esse objetivo será atingido por meio dos objetivos específicos que analisarão as principais características de cada um dos equipamentos em questão.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Fazer uma revisão dos principais assuntos a serem abordados no trabalho;
- b) Elaborar uma tabela comparativa que apontará os limites das características de cada um dos equipamentos;
- c) Comparar os dois equipamentos em um estudo de caso genérico de obras do programa Minha Casa Minha Vida;
- d) Confrontar as qualidades de ambos os equipamentos, a melhor relação custo-benefício será apontada como escolhida no resultado final.

1.2 JUSTIFICATIVA

Assim como ocorre em vários setores da economia, a produtividade está diretamente ligada à sobrevivência das empresas em mercados concorridos. Na construção civil, isto não é diferente. Um dos fatores do setor que está intimamente ligado à produtividade é o da logística nos canteiros de obras. Logo, o estudo do presente trabalho justificasse pela relevante importância que os equipamentos de transporte de carga possuem na realização dos empreendimentos e, conseqüentemente, na vida útil das empresas diante dessa realidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

Os canteiros de obras são estruturas provisórias que servem para dar condições a todos os processos e pessoas envolvidos na execução de qualquer empreendimento (SANTOS, 2013). Por serem provisórios são adaptáveis às várias fases das obras, podendo ser remanejados mais de uma vez no seu decorrer (SANTOS, 1995).

Muitas empresas elaboram um padrão para execução dessas instalações, sendo recomendado para as que executam obras de mesma tipologia, pois existe a possibilidade dessas instalações serem praticamente idênticas em todas as obras (SAURIN; FORMOSO, 2006). Entretanto, nem sempre o formato do terreno ou o tamanho do canteiro permitem a efetivação desses padrões. Por isso, sua implantação deve ser bem estudada, a fim evitar problemas de ordem logística e no andamento da obra (SANTOS, 1995).

Um dos elementos dessas instalações é o galpão de armazenagem de materiais, que nem sempre é um galpão, pode ser um espaço aberto delimitado por cercas de madeira, ou até mesmo anexado ao almoxarifado. Este local é utilizado para carga e descarga, armazenagem e distribuição de materiais para utilização nos serviços. Portanto, deve ter uma localização de fácil acesso, pois, é diariamente requerido pelos envolvidos na obra.

A questão do transporte desses materiais está diretamente ligada à sua localização, em razão de que, caso não estejam sob o raio de ação das guias, terão que dispor de outros equipamentos para fazer essa interligação, conhecida como duplo manuseio, aumentando o tempo do transporte, o custo em equipamentos para obra e o risco de danos e perdas dos materiais envolvidos (SAURIN; FORMOSO, 2006).

2.2 GRUA

Equipamento da família dos guindastes, as gruas são utilizadas em diversos setores, tais como a indústria, transportes e construção civil. E apresentam-se sob diferentes formatos e tamanhos, mas todas com a mesma função, de deslocamento de cargas (PORTOPÉDIA, 2015).

Na construção civil, apresentam-se basicamente sob a forma de uma torre principal treliçada, com lança e contra lança, contrapeso, tirantes, cabo-guincho e, na maioria das vezes, uma cabine de comando, de onde o operador manipula os instrumentos (AMANITA, 2007). Neste caso, é obrigatória a presença de um auxiliar para a tarefa, conhecido como sinaleiro (GARRIDO, 2006). Existem também modelos em que o operador não necessita subir até a cabine, cuja operação é feita por controle remoto, via rádio ou cabos ligados à grua, permitindo ao operador uma melhor visualização dos movimentos (GONZÁLEZ, 2007).



Figura 1 - Utilização da grua em um empreendimento do programa Minha Casa Minha

Vida

Fonte: Própria.

Tratando-se de um canteiro de obras, onde muitas atividades ocorrem ao mesmo tempo, existe o risco de graves acidentes. Por esse motivo, é obrigatório

seguir normas de segurança quando do funcionamento de guas. Entre essas, destacam-se:

- NBR ISO 4309:2009 - Equipamentos de movimentação de carga - Cabos de aço - Cuidados, manutenção, instalação, inspeção e descarte;
- NBR 10084:1987 - Cálculo de estruturas suporte para equipamentos de levantamento e movimentação de cargas – Procedimento;
- NBR 8400:1984 - Cálculo de equipamento para levantamento e movimentação de cargas – Procedimento;
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - ANEXO III - Plano de Cargas para Guas.

Nessas normas são previstos locais para estocagem e armazenamento de materiais a serem transportados, trajetos e raios por onde a grua deve orientar-se no deslocamento e limites de cargas que cada equipamento possui para içamento.

Para possibilitar o movimento horizontal das cargas pelo comprimento da lança, existem os contrapesos na contra lança, entretanto, estes não são capazes de absorver todos os esforços submetidos à grua. Existe um limite de carga que diminui gradativamente com o afastamento da torre até a extremidade oposta, como exemplifica a Figura 2 e o **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

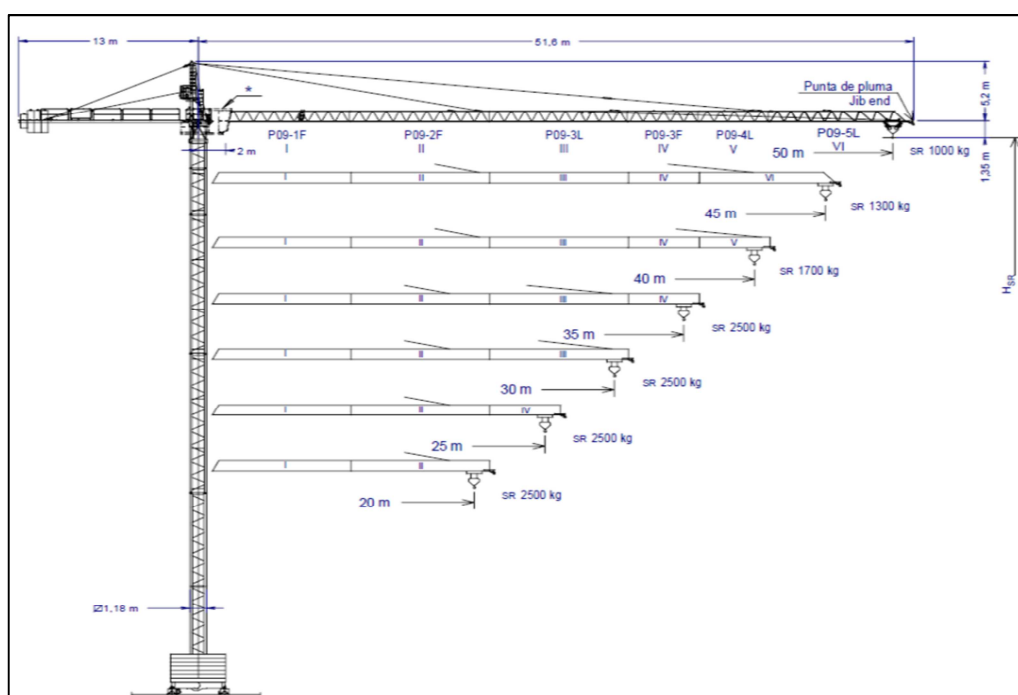


Figura 2 - Ilustração da capacidade de carga da grua J5010, da marca Jaso.
Fonte: JASO, 2015.

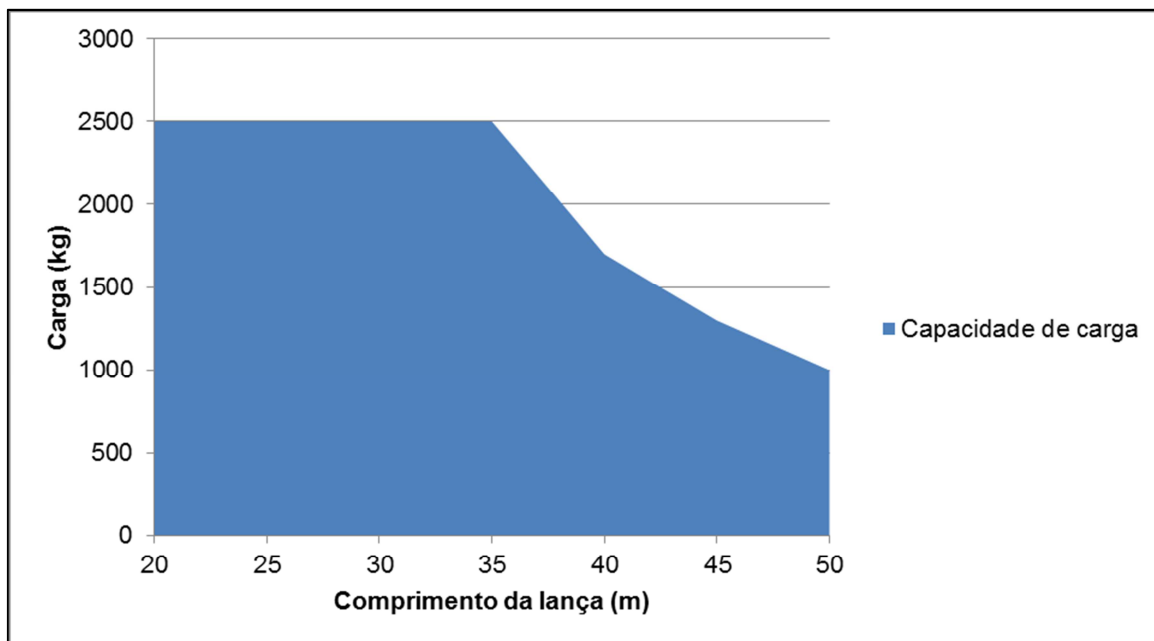


Figura 3 - Gráfico esquemático da capacidade de carga da grua J5010, da marca Jaso. Fonte: JASO, 2015.

Um dos fatores que compõe o cálculo dessa capacidade de carga é o momento, resultado da multiplicação da capacidade de carga pela distância da ponta da lança ao eixo central. Por isso, uma grua pode erguer materiais mais pesados nas partes mais próximas da torre. No entanto, a capacidade de carga também pode ser condicionada pela resistência do conjunto polia-cabo (TÉCHNE, 2003).

Quanto a essa capacidade de carga transportada, existe grande variação em função do tamanho e da forma de como as gruas são montadas. As maiores gruas podem içar quase 240 toneladas (TOWERCRANE,1999) conforme gráfico na Figura 4, entretanto são caras e utilizadas em condições muito específicas. Entre os modelos comumente utilizados em edifícios residenciais, as cargas máximas de içamento podem variar de 2,0 a 5,0 toneladas e as de ponta, entre 0,9 a 1,1 toneladas, conforme Tabela 1, que compara as capacidades de carga de diferentes modelos de gruas da marca *Jaso Tower Crane*¹, da linha City Crane.

Tabela 1 – Capacidade de cargas por modelo de grua, da empresa Jaso.

¹ Jaso Tower Crane: Fabricante espanhola de gruas, fundada em 1975.

Modelo	Altura	Carga Máxima	Carga Ponta	Nº de Segmentos
J36MAC	35 m	2.000 kg	1.000 kg	2
J4010	40 m	2.500 kg	1.000 kg	2
J4510	45 m	2.500 kg	1.000 kg	2
J5010	50 m	2.500 kg	1.000 kg	2
J5510	55 m	2.500 kg	1.000 kg	2
J37NS	37 m	4.000 kg	1.000 kg	2 ou 4
J42NS	42 m	5.000 kg	1.100 kg	2 ou 4
J46NS	47 m	4.000 kg	900 kg	2
J47NS	47 m	5.000 kg	1.000 kg	2 ou 4
J52NS	52 m	5.000 kg	1.100 kg	2 ou 4

Fonte: JASO, 2015.

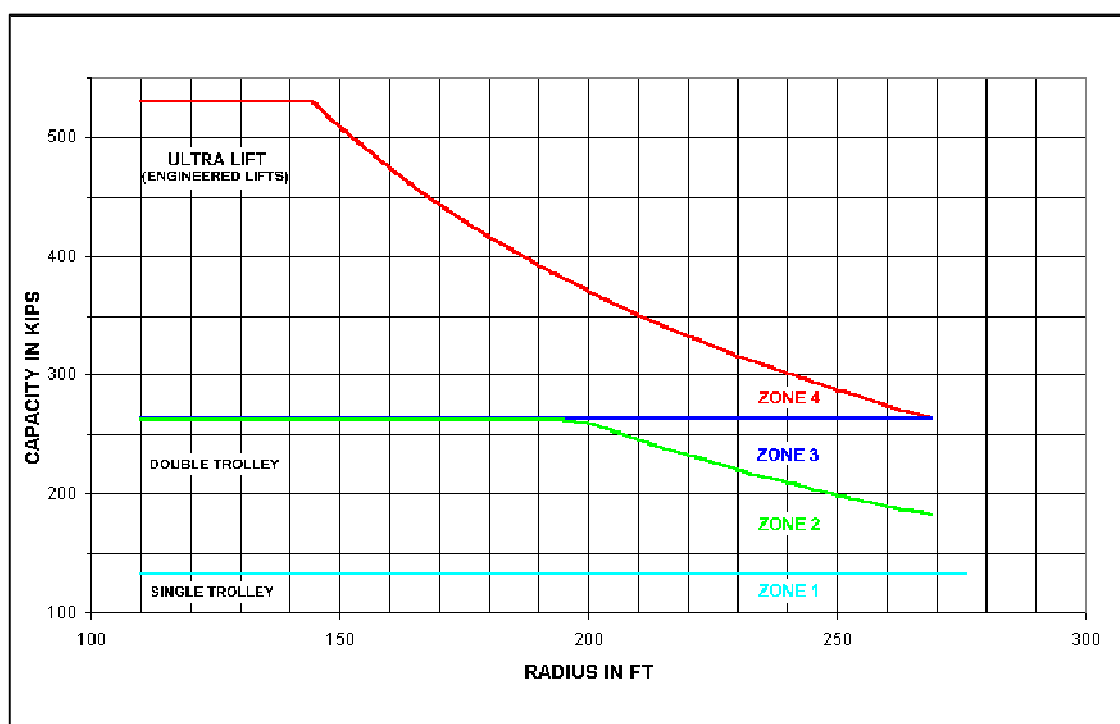


Figura 4 - Gráfico de capacidade de carga da grua Kroll K-10000, pelo alcance da lança, em libras por pés.

Fonte: TOWERCRANE, 1999.



**Figura 5 - Kroll K-10000, uma das maiores torres grua do mundo.
Fonte: PRANDI, 2013.**

Existem diferentes formas de instalação de guias num canteiro de obras, a começar por sua base, que pode ser chumbada a um bloco de concreto executado tal qual um elemento de fundação, como também a utilização de contrapesos pré-moldados, que garante a estabilidade da estrutura (CONSTRUÇÃO, 2010). Outra diferenciação é quanto à altura que podem trabalhar. Existem três principais tipos: as guias fixas, as guias ascensionais e as guias móveis sobre trilhos (SANTOS, 2013). As fixas trabalham individualizadas de qualquer outro tipo de estrutura, as ascensionais possuem altura variável, se elevam em função da estrutura que auxiliam a construir, e as móveis deslocam-se sobre rodas apoiadas em trilhos, como pequenas ferrovias, que devem ser ancoradas no solo (PINIWEB, 2003). Por não possuírem estaiamento e nem serem presas nas estruturas dos edifícios, as guias móveis têm altura limitada. Entretanto, podem atender a diversos edifícios em condomínios com várias torres, como em conjuntos habitacionais (PINIWEB, 2003).

Em algumas circunstâncias, as guias apresentam limitações em sua utilização. Estas aparecem sob diferentes aspectos e podem ser contornadas na fase do planejamento do empreendimento (TÉCHNE, 2003). Questões físicas de arranjo de layout da obra e ambientais, como a impossibilidade de manuseio em situações de chuvas e ventos fortes (ABNT NR 18), são exemplos do que pode influenciar diretamente a opção pelas guias nas execuções.

2.3 MANIPULADOR TELESCÓPICO

Assim como as guias, os manipuladores telescópicos também são equipamentos para transportes de carga. Entretanto, possuem maior mobilidade, pois são providos de tração e direção nas quatro rodas, trafegando na maioria dos terrenos e cobrindo áreas muito maiores do que os raios das guias podem alcançar (PEREIRA, 2011). Por esse motivo, são largamente utilizados em várias áreas da economia, tais como: construção civil, indústria, agricultura, eventos e serviços (MANITOU, 2015). Além das rodas, estes equipamentos também possuem lanças retráteis para o levantamento de cargas, constituídas de segmentos que se encaixam uns nos outros, originando o nome de telescópico (FERNÁNDEZ, 2003). Tal característica propicia outra diferença em relação às guias: a posição do operador do equipamento em relação à carga, cuja distância é bem menor no caso dos manipuladores, podendo diminuir o risco de acidentes no transporte horizontal. Essa vantagem deve-se também à ampla superfície vitrificada da cabine que, em alguns modelos, é superior a 8 m² (oito metros quadrados), proporcionando ao operador um controle total do braço em todas as posições e uma visibilidade ideal em qualquer direção. Deste modo, oferece maior segurança para se trabalhar em espaços limitados (NEW HOLLAND, 2015).



**Figura 6 - Manipulador telescópico JLG², modelo SkyTrak® 10054.
Fonte: JLG, 2015.**



**Figura 7 - Manipulador telescópico utilizado na construção civil.
Fonte: FERREIRA, 2012.**

Os manipuladores também possuem faixas de cargas máximas variáveis em função do comprimento e inclinação de suas lanças, conforme Figura 8. Essas cargas podem atingir 22,5 toneladas, no caso do equipamento MHT-X 10225 do fabricante *Manitou*³, e são capazes de elevar materiais até quase 25 metros de altura, como no caso do modelo MRT-X 2540 Privilege Plus, do mesmo fabricante (MANITOU, 2015). Entretanto, quanto maior a altura de levantamento, maior será a

² JLG: Fabricante americana de manipuladores, foi fundada por John L. Grove em 1969.

³ Manitou: Fabricante francesa de manipuladores, foi fundada por Marcel Braud em 1957.

distância horizontal que o afasta desse local, devido ao ângulo de inclinação da lança, tornando a utilização limitada em locais estreitos e de difícil acesso por baixo.

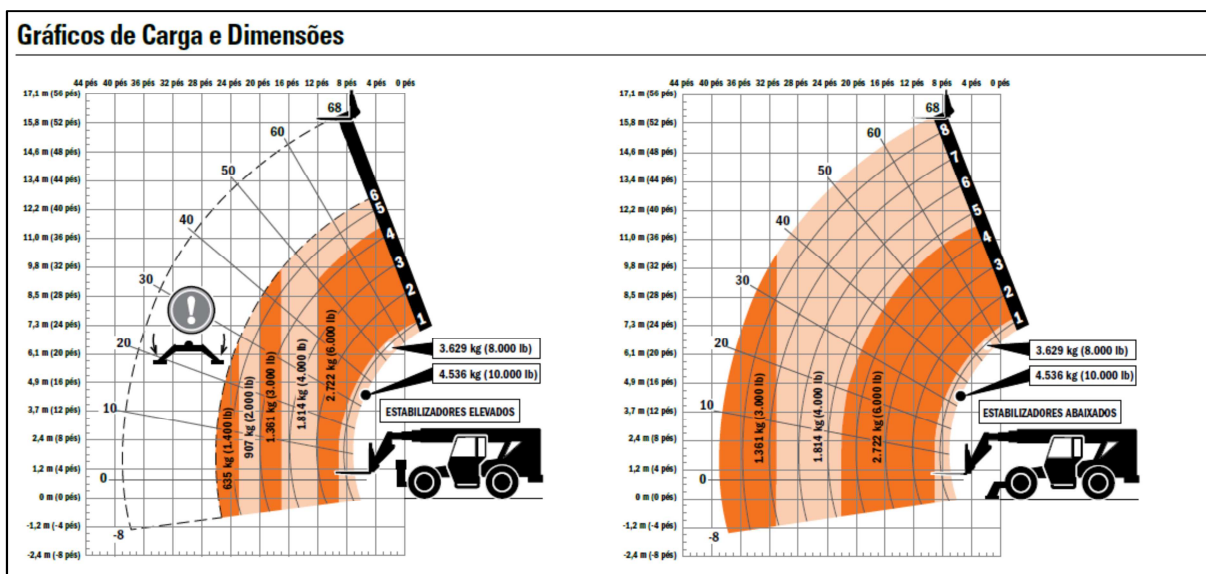


Figura 8 - Gráfico de cargas em função do comprimento e da inclinação da lança, dos manipuladores.

Fonte: JLG, 2015.



Figura 9 - Manipulador telescópico Manitou, modelo MHT-X 10225.

Fonte: MANITOU, 2015.



**Figura 10 - Manipulador telescópico Manitou, modelo MRT-X 2540 Privilege Plus.
Fonte: MANITOU, 2015.**

Uma vantagem dos manipuladores está no fato de não envolverem custo com montagem e desmontagem. Para que o equipamento atinja a produtividade esperada convém solicitar aos fornecedores que os materiais a serem entregues nas obras sejam paletizados. Além disso, é importante que o terreno esteja previamente regularizado, com material graduado, por exemplo (FERREIRA, 2012).

Outra vantagem reside na variedade de acessórios que podem ser acoplados ao braço telescópico. Estes possibilitam os manipuladores escavarem, carregarem material a granel, espalharem estes materiais, além do transporte e elevação de cargas paletizadas (FERNÁNDEZ, 2003).

2.4 CUSTO BENEFÍCIO

A expressão Análise Custo-Benefício designa a comparação entre os custos e os benefícios associados à execução de determinado plano, projeto ou atividade. Pode ser usada para comparar os resultados financeiros obtidos a partir de

diferentes atividades e determinar se uma ação é viável do ponto de vista econômico e financeiro (NUNES, 2011). Ou seja, dizer que determinada atividade tem um bom custo-benefício é reconhecer que os custos relacionados a essa atividade não excedem os benefícios que esta proporciona, caso contrário, o custo-benefício seria ruim.

No entanto, existe uma grande dificuldade na análise custo-benefício que é a tradução em termos monetários de todos os efeitos associados a uma decisão, pois, em determinadas situações, são de impossível ou muito difícil mensuração. Ao mesmo tempo, há efeitos coletivos que não são divisíveis, sendo necessária neste tipo de análise a adoção de pressupostos mais ou menos fortes (PORTO, 2015).

3 METODOLOGIA

3.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL

A análise comparativa, que o presente trabalho almeja estabelecer, considera dois equipamentos de transportes de cargas em canteiros de obras. Entretanto, existe a necessidade de limitar as características do local, em termos de padrões, finalidades, disposições e tamanhos, onde se dará esse comparativo, visto que são inúmeras as possibilidades de terrenos para as mais diversas execuções de obras civis.

Nesse sentido, foi escolhido para local da referida análise um empreendimento genérico do programa habitacional do governo, Minha Casa Minha Vida. Estes empreendimentos apresentam padrões bem definidos quanto à localização, finalidades e público alvo e estão muito em voga, atualmente, no país.



Figura 11 - Residencial Silvana Cleide – Jaraguá do Sul/SC, empreendimento do programa MCMV.

Fonte: Própria.

A configuração mais utilizada pelas construtoras, para esse tipo de empreendimento, é de condomínios de prédios residenciais com quatro pavimentos. Normalmente, estas obras são projetadas para terrenos de grande porte, onde é possível alocar dezenas desses prédios. No citado programa, existe a

recomendação de que não haja mais de 500 unidades unifamiliares por condomínio (BRASIL, DECRETO Nº 7.499, 2011).

Então, para nortear o comparativo deste trabalho, o espaço amostral fica definido como sendo um empreendimento deste programa habitacional, com quinze torres de quatro pavimentos cada, dispostas conforme a Figura 12.

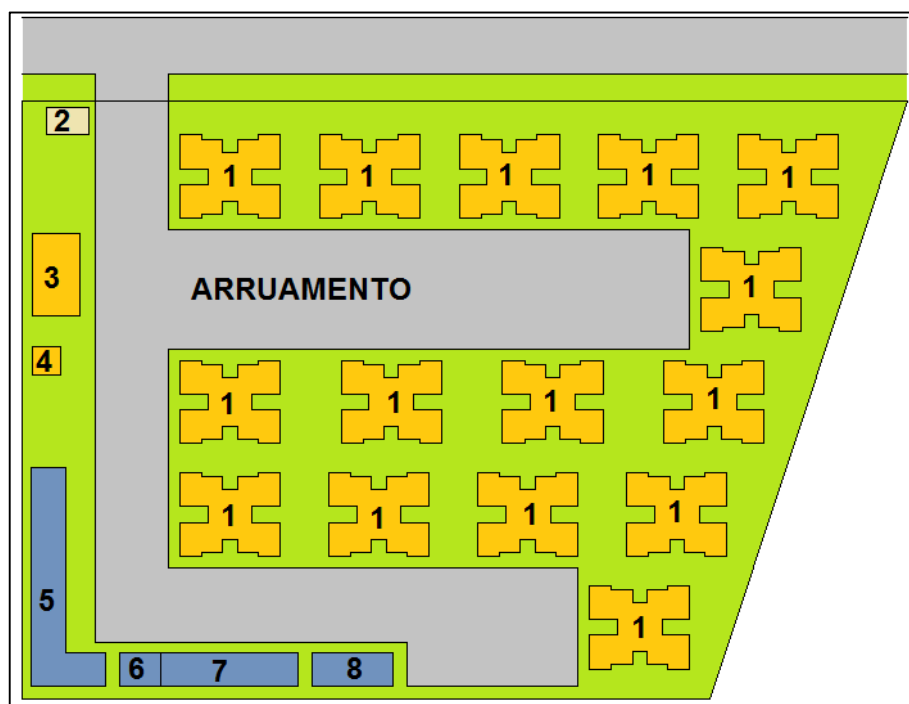


Figura 12 - Implantação esquemática de uma obra.
Fonte: Própria.

Este canteiro de obra possui apenas um acesso e as instalações provisórias, incluindo a área de depósito de armazenagem de material, estão dispostas do lado oposto a este acesso, o que dificulta a logística do canteiro. Os elementos numerados na figura são:

1. As 15 torres;
2. Portaria;
3. Central de corte, dobra e montagem de armaduras;
4. Serra circular;
5. Alojamentos;
6. Escritório de Engenharia;
7. Almoxarifado;
8. Refeitório.

Este terreno possui formato trapezoidal e suas dimensões são de: Comprimento maior – 170 metros; Comprimento menor – 110 metros e Largura – 110 metros.

3.2 CUSTOS ENVOLVIDOS

Ao optar pela utilização desses equipamentos, as empresas têm duas alternativas: a locação ou a compra. Por se tratar de equipamentos caros, segundo o gerente nacional da empresa Jaso Tower Crane, Roberto Riaño, a grua J5010, por exemplo, que tem 50 metros de alcance e capacidade para 2,5 toneladas, chega a custar R\$ 750 mil no Brasil, muitas empresas optam pela locação.

Segundo Riaño (2015), o valor de locação desse mesmo equipamento, para um período de um ano, gira em torno de R\$ 23 mil por mês, já incluindo o valor do operador e de manutenções. Entretanto, em se tratando de guas, existe outro custo envolvido que está relacionado com a mobilização, a montagem e desmontagem do equipamento, conforme explica o gerente da Jaso, que afirma que pode custar até R\$ 15.000,00 para cada uma das operações.

O movimento das guas se dá por meio de um conjunto de motores elétricos que possibilitam o içamento, a translação e a rotação. Para o funcionamento desse conjunto existe a necessidade de uma fonte de energia, que pode ser a rede pública de energia da concessionária local ou, na falta desta, um gerador a combustível fóssil. O custo desse combustível também deve ser considerado. Segundo a reportagem da revista *Téchne* (2003), o consumo médio dos motores de uma grua é de 35 kVA/h (kilo Volt Ampère por hora). Ou seja, para uma jornada de oito horas de trabalho diária em um mês, em que a grua opere em 60% do tempo, esta consumirá cerca de R\$ 2.400,00 com energia, considerando o valor unitário R\$ 0,66/kVAh, valor em exercício no estado do Paraná, no mês de junho de 2015, pela companhia Copel (Companhia Paranaense de Energia).

De forma análoga, os manipuladores também são equipamentos caros para obtenção, um equipamento do modelo Skytrak 8042, ano 2008, usado pode custar R\$ 130 mil (WEBPESADOS, 2015) e por esse motivo também são muito procurados para locação.

Existem inúmeras empresas que locam, e até mesmo vedem, manipuladores telescópicos no país. E, por essa razão, os valores de locação não variam muito. Segundo Luciana Dolzan Ambrosi, responsável pelo setor comercial da empresa Solaris Rental, os valores de locação desses equipamentos costumam variar em função do tempo de locação. Segundo ela, aquele equipamento a venda por R\$ 130 mil, pode ser locado mensalmente por menos de R\$ 15 mil, já incluindo os custos com operador e manutenção.

Os manipuladores são movidos por motores a diesel, cujo consumo varia de acordo com a capacidade de carga e alcance, ver Tabela 2, esses veículos chegam a consumir até 29 litros de combustível por hora de trabalho.

Tabela 2 - Comparativo entre consumo e capacidades máximas dos manipuladores.

ESPECIFICAÇÕES	Unid.	MODELOS DE MANIPULADORES			
		Genie 844	Genie 4514	Houlotte 4017	Genie 1056
Altura de Trabalho	m	13	14	17	17
Capacidade de carga nominal	kg	3.629	4.500	4.000	4.536
Capacidade na elevação máxima	kg	2.722	3.500	2.500	1.814
Capacidade no alcance máximo	kg	907	1.250	700	1.361
Alcance horizontal	m	8	10	13	13
Capacidade tanque combustível	L	114	135	133	132
Consumo de diesel	L/h	19	20	29	29
Autonomia	h	6	6	5	5
Peso	kg	10.206	10.700	12.320	13.608

Fonte: A GERADORA, 2015.

Assim, para uma jornada de trabalho congruente à grua, um manipulador poderá consumir aproximadamente R\$ 8 mil em combustível, considerando o valor do litro de diesel de R\$ 2,7570, divulgado pelo Ministério da Fazenda, por meio do Ato Cotepe/PMPF N° 11 (2015).

3.3 TABELA COMPARATIVA

Com o intuito de facilitar a comparação entre os dois meios de transporte de cargas em canteiros, objetivo deste trabalho, foi elaborada uma tabela que resume as principais características desses equipamentos.

A ampla gama de marcas e modelos de guas e manipuladores, no entanto, fez com que fossem escolhidos dois elementos que se enquadram no esquema de obra proposto pelo item 3.1. São eles: a grua J5010, da Jaso Tower Crane, e o manipulador MT-X 1740 SLT, da Manitou.

Tabela 3 - Tabela comparativa entre grua e manipulador.

Itens	Unidade	Grua J5010	Manipulador MT-X 1740 SLT
Capacidade de carga	kg	2.500	4.000
Capacidade de ponta	kg	1.000	2.500
Altura máxima	m	50	17
Alcance horizontal	m	50	Ilimitado
Consumo	Grua: kVA/h Manipulador: L/h	30	25
Custo consumo	R\$	1.800	6.000
Custo locação mensal, com operador e manutenção	R\$	23.000	16.500
Custo de mobilização / desmobilização	R\$	30.000	1.200
Opera sob intemperes		Não	Sim
Opera em qualquer situação de terreno		Sim	Não

Fonte: JASO, 2015; MANITOU, 2015; COPEL, 2015; PMPF Nº11, 2015; FADRE, 2015.

4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DO PROBLEMA

A principal questão envolvida no presente trabalho é a discussão entorno do melhor custo-benefício para transporte de materiais na situação de obra indicada no item 3.1. Inicialmente, constata-se uma dificuldade de ordem logística quanto à descarga de materiais no local de armazenagem, que encontrasse anexado ao almoxarifado, visto que este local encontra-se do lado oposto ao da entrada do terreno. Esse não é o único problema desta ordem, pois as centrais de corte e dobra de aço e de formas estão afastadas do centro médio das atividades a que fazem parte.

Outro ponto que influencia na escolha do equipamento mais adequado é a questão do espalhamento das torres pelo terreno, cuja área a ser atendida é grande.

No entanto, somente as características técnicas não são capazes de definir a melhor escolha. Pensando em custo-benefício, a questão financeira envolvida em cada equipamento é, também, de extrema importância para essa escolha.

4.2 AS OPÇÕES DE ESCOLHA

Tendo como parâmetros os dados do item 3.3, e a julgar pelo local definido no item 3.1, foi elaborada a Tabela 4 que explora o fator financeiro decorrido em função de cada equipamento. Isto permite analisar com clareza ambas as opções e apontar a melhor escolha.

Para a criação da Tabela 4, foi adotado como pressuposto que o período de execução da obra seria de vinte e quatro meses, cronograma comumente estipulado pelo agente financiador para obras de mesmo padrão.

Em função das dimensões do terreno, da limitação de alcance horizontal da grua e do grande volume de serviços a serem executados simultaneamente, é possível definir outro ponto importante para criação da Tabela 4: a quantidade de equipamentos necessários para execução do projeto. No caso da grua, a dimensão

do terreno inviabiliza a utilização de apenas uma. Para atender todas as torres são necessárias duas guas dispostas conforme Figura 13. Por outro lado, a determinação de quantos manipuladores serão necessários para obter o mesmo desempenho está ligada principalmente a fatores como a quantidade de serviços a serem executados e a logística na distribuição das torres e das instalações provisórias. Considerando essas prerrogativas, foram admitidos dois manipuladores para execução da obra. Embora apenas um manipulador fosse capaz de atender toda extensão do canteiro, trabalharia sobrecarregado, o que aumentaria a possibilidade de quebras demandando manutenções mais frequentes e tirando a máquina de operação. Desse modo não supriria toda a demanda da obra e possivelmente algumas atividades em andamento ficariam ociosas por falta de material.

Tabela 4 - Comparativo de custos entre guas e manipuladores – 24 meses.

Itens	Grua J5010 (x2)	Manipulador MT-X 1740 SLT (x2)
Custo consumo	R\$ 86.400	R\$ 288.000
Custo locação - 24 meses	R\$ 1.104.000	R\$ 792.000
Custo de mobilização / desmobilização	R\$ 60.000	R\$ 2.400
Total	R\$ 1.250.400	R\$ 1.082.400

Fonte: Própria.

A diferença de R\$ 168 mil entre os gastos dos dois tipos de equipamentos ao final do período seria suficiente para arcar com os custos dos dois manipuladores por mais quase quatro meses de trabalho. Sob o aspecto econômico pode-se concluir que o manipulador é a melhor escolha, todavia, conforme observação do item 4.1, não se deve optar por um determinado equipamento baseando-se somente pela questão financeira ou pelas características técnicas, é necessária uma combinação entre estas para se ter a escolha mais adequada.

Dessa forma, cada característica apontada pelas Tabela 3 e Tabela 4, será analisada nos itens a seguir.

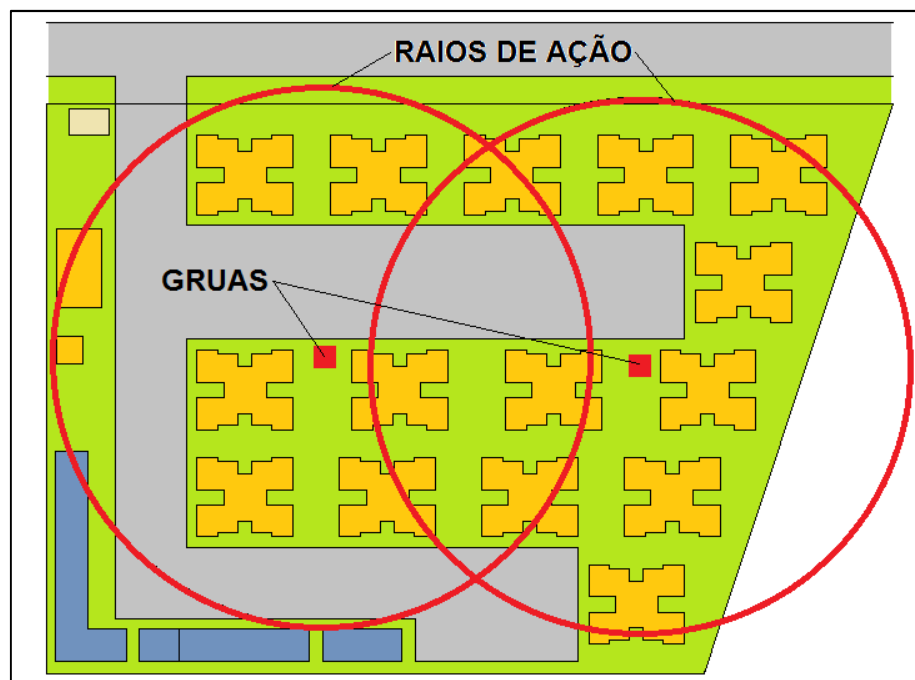


Figura 13 - Disposição das gruas no terreno analisado.
Fonte: Própria.

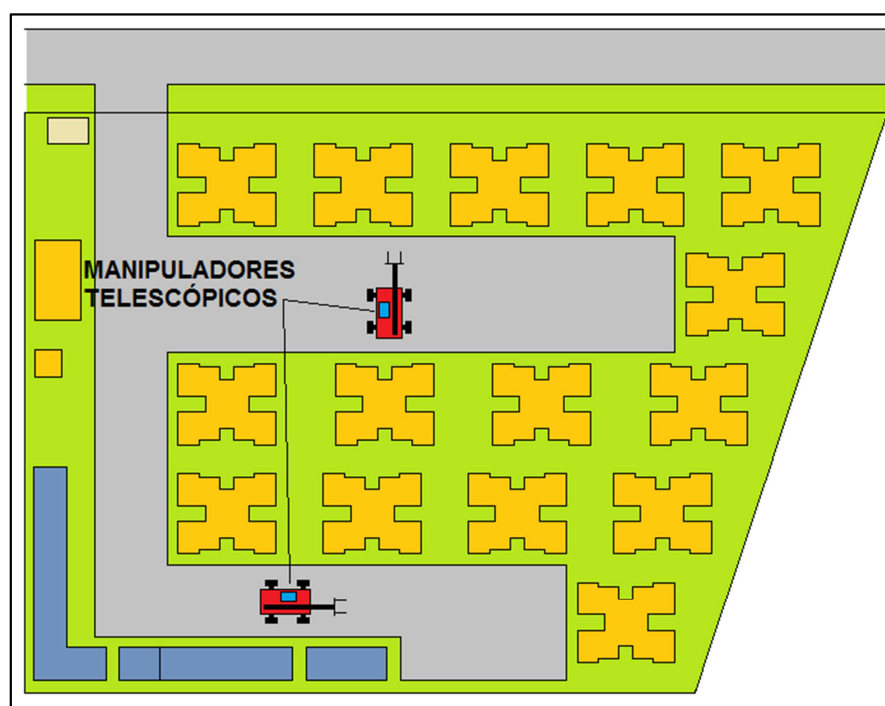


Figura 14 - Manipuladores telescópicos no canteiro de obra.
Fonte: Própria.

4.2.1 Capacidade de carga

Num comparativo direto, pode-se dizer que o manipulador leva vantagem sobre a grua neste quesito, pois consegue suportar 60% a mais de peso numa

mesma ação. Entretanto, essa vantagem só se fará presente se no canteiro de obras existirem atividades que envolvam cargas muito pesadas, como no caso da utilização de pré-moldados. Nas atividades corriqueiras do canteiro de obra, a capacidade da grua é suficiente. Assim sendo, ambos os equipamentos atendem as necessidades da obra em questão.

4.2.2 Capacidade de ponta

Mais relevante do que a capacidade de carga para a situação de obra apresentada, é a capacidade de ponta, uma vez que os postos de trabalho a serem abastecidos com materiais são locais fixos, que obrigam os equipamentos a chegarem até eles. Outra vez, o manipulador leva vantagem por possuir maior capacidade, seus 2.500 kg correspondem a 2,5 vezes a capacidade da grua. O que da mesma forma, só se reflete em atividades com cargas pesadas. No entanto, os manipuladores só conseguem abastecer as periferias das estruturas, ao passo que as gruas são capazes de alcançar as cargas até seu devido local de destino, evitando um transporte secundário que eventualmente acontece com a utilização dos manipuladores.

4.2.3 Altura máxima

Outro ponto a ser percebido na escolha do equipamento de transporte de material mais adequado para uma obra é a altura máxima que tal equipamento consegue elevar os materiais. Isto porque, dependendo da altura da estrutura, não será qualquer elemento que concluirá todas as atividades.

No caso em questão, a grua leva vantagem, pois seu limite de altura é quase o dobro do manipulador. Porém, como o estudo é sobre uma obra com torres de quatro pavimentos, ambos os equipamentos conseguem concluir as tarefas em altura sem problemas.

4.2.4 Alcance horizontal

Este item é de muita importância para a logística do canteiro, pois pode definir a quantidade de equipamentos a serem locados para um determinado empreendimento. Uma obra compacta, que geralmente acontecem em áreas centrais das cidades, onde os terrenos costumam ser menores, o raio das guas normalmente abrangem toda área do canteiro, conseguindo transferir os materiais para qualquer ponto sem dificuldades. Entretanto, para o tipo da obra em questão, onde as dimensões de implantação têm centenas de metros, uma única grua não consegue suprir todas as áreas, ao passo que um único manipulador consegue.

4.2.5 Consumo

Sobre o consumo de cada equipamento, o valor em si apresentado na tabela não é o mais importante, pois os equipamentos possuem unidades de medida diferentes, o que impede uma comparação direta. O relevante sobre esses valores apresentados, é que são os valores de consumo em situações de máximo esforço a que cada um desses equipamentos pode ser submetido, ou seja, existem momentos que, em funcionamento, não consomem essa quantidade de combustível.

A vantagem que a grua leva nesse ponto remete-se à questão socioambiental, pois os manipuladores consomem diesel, que é um combustível fóssil altamente prejudicial ao meio ambiente, enquanto as guas são abastecidas de energia elétrica cujo passivo ambiental é muito menor.

4.2.6 Custo do consumo

O modo encontrado para comparação do consumo entre a grua e o manipulador foi mensurar financeiramente o gasto com suas respectivas fontes de energia. Nesse aspecto, a grua leva larga vantagem sobre o manipulador, pois seu gasto com energia é de apenas 30% do gasto que o manipulador tem com combustível.

4.2.7 Custo locação mensal

Dentre os custos que envolvem os equipamentos, o de locação é o mais importante, pois é fixo por todo o período em que o equipamento esteja disponível à obra. Ou seja, independente de estar em uso ou não, o equipamento custará esse valor ao empreendedor. Isto é importante porque, em determinadas situações, os equipamentos podem ficar parados, seja por intemperes, seja por greves, ou até mesmo paralizações ou embargos, e mesmo assim esse valor será cobrado mensalmente do contratante.

Nesse sentido, o manipulador leva vantagem, não só por possuir menor custo de locação, mas também por ser de mais fácil devolução em casos de parada da obra.

4.2.8 Custo de mobilização e desmobilização

Um custo que não pode ser esquecido no cálculo de viabilidade de uso de um equipamento é o de mobilização e desmobilização, que está relacionado à chegada e a saída deste equipamento do canteiro de obra. Em muitos casos, o único gasto que se tem é o do frete entre o fornecedor e o canteiro, como no caso dos manipuladores. Contudo, as guias possuem o gasto de montagem e desmontagem que encarecem seu custo para obra.

A vantagem nesse caso é do manipulador, pois, além de não ter esse custo de montagem e desmontagem, o gasto que a grua gera com isso é quase o mesmo que dois meses de locação do manipulador.

4.2.9 Operar sob intemperes

Situações de intemperes são comuns em todas as regiões do país, existem locais onde são menos frequentes e locais onde são mais frequentes, épocas do ano que se intensificam outras épocas que se amenizam. Entretanto, não são evitáveis. Chuvas e ventos fortes são possíveis de ocorrer em qualquer canteiro de

obra, e podem influenciar nos prazos de entrega dessas, pois dificultam ou até mesmo impedem algumas atividades.

O transporte de material feito por guias é uma das atividades que são impedidas de ocorrer em situações de más condições do tempo. Isso faz com que os manipuladores tenham vantagem, pois continuam operando ainda que com alguns movimentos reduzidos.

4.2.10 Operar em qualquer terreno

Um das situações que ocorrem com os empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida, está relacionada à sua localização. É comum estarem situados nos bairros periféricos das grandes cidades, conforme explicação dada no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, em função da especulação imobiliária e do valor limitado de repasse do financiamento público, quase sempre estes empreendimentos ficam a mercê de terrenos ruins, seja por grandes desníveis, seja por áreas de proteção ambiental, por fundos de vale, ou até mesmo por várzeas.

Torna-se responsabilidade do planejamento e da logística encontrar maneiras de contornar esses percalços no desenvolvimento dos projetos. Um das ferramentas que são utilizadas nesses processos são os equipamentos escolhidos para trabalhar nesses canteiros.

Os manipuladores são bem vistos para serviços que precisam de robustez e desempenho, e, apesar de possuírem fortes motores a diesel e tração nas quatro rodas, não são capazes de transpor quaisquer obstáculos pelo caminho. Desníveis muito íngremes ou terrenos alagadiços podem deter esses equipamentos. Por outro lado, as guias não sofrem interferências em relação à condição do solo, alimentando os postos de trabalho pelo alto, ultrapassam esses obstáculos sem dificuldades. Portanto, para esse quesito a vantagem maior é da guia.

4.3 RESUMO DA ANÁLISE

A seguir é apresentada uma tabela que resume as explicações do item anterior, de modo a facilitar a visualização.

Tabela 5 - Análise do equipamento mais adequado em cada aspecto.

Itens	Vantagem	Motivo
Carga Máxima	Empate	Ambos atendem a maior parte da demanda de serviços, apesar do manipulador suporta 60% de carga a mais.
Carga de ponta	Grua	Embora ambos atendem a maior parte da demanda de serviços, o manipulador só abastece a periferia das estruturas.
Altura máxima	Empate	Apesar da Grua ter o dobro da capacidade do manipulador, este possui altura suficiente para estruturas de quatro pavimentos.
Alcance horizontal	Manipulador	Pelo fato do raio de ação da grua ser limitado pelo tamanho da sua lança, uma única grua não conseguiria atender a toda obra.
Consumo	Grua	As gruas são alimentadas por energia elétrica cujo passivo ambiental é muito menor que o combustível fóssil dos manipuladores
Custo consumo	Grua	A grua gasta com energia apenas 30% do gasto que o manipulador tem com combustível.
Custo locação mensal	Manipulador	O manipulador possui menor custo de locação.
Custo de mobilização	Manipulador	A grua tem gasto com montagem e desmontagem enquanto o manipulador não.
Opera sob intemperes	Manipulador	Em situações de chuvas ou ventos fortes a grua não opera.
Opera em qualquer situação de terreno	Grua	Apesar de possuírem motores a diesel e tração nas quatro rodas, os manipuladores não são capazes de transpor desníveis muito íngremes ou terrenos alagadiços.

Fonte: Própria.

5 CONCLUSÃO

Analisando cada um dos itens relacionados na tabela comparativa, e levando em consideração o tipo de obra em questão, constituída por grande número de torres de até quatro pavimentos distribuídas em terrenos com grandes dimensões, como no caso dos empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida, pode-se concluir que a melhor escolha pautada pela relação custo-benefício é o manipulador telescópico. Essa conclusão foi estabelecida visando, principalmente, dois aspectos muito relevantes para o bom andamento físico-financeiro do empreendimento, que são o alcance horizontal e o custo mensal de locação.

Em ambos os quesitos o manipulador se sobressai perante a grua, primeiro pelo fato de possuir rodas, que lhe permite cobrir grandes áreas que o empreendimento possa apresentar. No caso da grua implicaria na contratação de mais de um exemplar. Além disso, o manipulador ainda possui um custo fixo mais barato, o que, na atual conjuntura econômica do país, é uma grande vantagem.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

A GERADORA. **Site do fornecedor.** Disponível em: <<http://www.ageradora.com.br/equipamentos/manipuladores-telescopicos/>>. Acessado em: 12 de junho de 2015.

AMANITA. **Tower crane construction, how they do it.** 2007. Disponível em: <<http://forum.skyscraperpage.com/showthread.php?t=135432>>. Acessado em: 29 de maio de 2015.

BRASIL. Decreto Nº 7.499, de 16 de junho de 2011. **Diário Oficial da União.** Poder Executivo, Brasília, DF, 17 jun. 2011. Seção 1, p. 7.

BRASIL. Ministério da Fazenda Ato Cotepe/PMPF Nº 11. **Diário Oficial da União.** Poder Executivo, Brasília, DF, 08 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.sindiposto.com.br/ato-cotepe/>>. Acessado em: 14 de junho de 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora Nº 18. **Diário Oficial da União.** Poder Executivo, Brasília, DF, 08 de agosto de 2011. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm>>. Acessado em: 1º de junho de 2015.

BRASIL. Portaria Ministério das Cidades Nº 168, de 12 de abril de 2013. **Diário Oficial da União.** Poder Executivo, Brasília, DF, 1º fev. 2011. Seção 1, p. 161.

CURITIBA. Decreto Nº 212, de 29 de março de 2007. **Diário Oficial do Município de Curitiba.** Poder Executivo, Curitiba, PR, 10 mai. 2007. Suplemento.

FERNÁNDEZ, Adelardo R. Manipuladores telescópicos: potencia y versatilidad en todo tipo de trabajos. **Revista Agropecuária.** Logroño, Espanha: 2003. Fundación Dialnet – Universidad de la Rioja. Disponível em: <http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_2003_853_532_541.pdf>. Acessado em: 9 de junho de 2015.

FERREIRA, Romário. Aluguel de guincho a cabo X manipulador telescópico. **Revista Construção.** São Paulo, Ed. PINI. Edição 132 – Julho de 2012. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/132/aluguel-de-guincho-a-cabo-x-manipulador-telescopico-maior-298752-1.aspx>>. Acessado em: 04 de junho de 2015.

GARRIDO, Humberto. Carreira – Operador de Grua. **Revista Equipe de Obra**. São Paulo, Ed. PINI. Edição 6 – Julho de 2006. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/6/artigo25596-1.aspx>>. Acessado em: 02 de junho de 2015.

GONZÁLEZ, Miguel A. M. **Manual para la formación de operadores de grúa torre**. Valadoli, Espanha: Editora Lex Nova, 10ª Edição, p. 254-257, 2007. Guindaste. **Portopédia**. Ed. Portogente. Disponível em: <<https://portogente.com.br/portopedia/guindaste-73053>>. Acessado em: 27 de maio de 2015.

JASO TOWER CRANE. **Products**. Disponível em: <<http://www.jaso.com/en/products/our-ranges/city-cranes>>. Acessado em: 02 de junho de 2015.

JLG. **Site oficial do fabricante**. Disponível em: <<http://www.jlg.com/en>>. Acessado em: 8 de junho de 2015.

KROLL GIANT TOWERCRANES. Copyright© 1999 Tower Cranes of America, Inc. Disponível em: <http://www.towercrane.com/K-10000_tower_cranes_23_00.htm>. Acessado em: 08 de junho de 2015.

Locação de guas. **Revista Construção**. Ed. PINI. Edição 105 – Abril de 2010. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/105/artigo298879-1.aspx>>. Acessado em: 05 de junho de 2015.

MANITOU. **Site oficial do fabricante**. Disponível em: <<http://www.manitou.com/>>. Acessado em: 8 de junho de 2015.

NAKAMURA, Juliana. Mecanização do canteiro. **Revista Construção**. São Paulo, Ed. PINI. Edição 151 – Fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/151/artigo304814-1.aspx>>. Acessado em: 02 de junho de 2015.

NEW HOLLAND. **Site oficial do fabricante**. Disponível em: <<http://construction.newholland.com/>>. Acessado em: 8 de junho de 2015.

NUNES, Paulo. Ciências Económicas e Empresariais. **Enciclopédia**. Disponível em: <http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/analise_custo_beneficio.htm>. Acessado em: 10 de junho de 2015.

PEREIRA, Mariana G. **Planejamento de operação dos equipamentos de movimentação de matérias em canteiros de obras:** Diretrizes baseadas em estudo de caso. 2011. 85 páginas. Trabalho de Diplomação - Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 2011.

PINI, Mário S. et al. **Composições de Custos na visão da Engenharia de Custos.** CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2010. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sites/default/files/002_sinapi_pini.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

PORTO. **Dicionário da Língua Portuguesa.** Porto: Porto Editora, 2003-2015. Disponível na Internet: <[http://www.infopedia.pt/\\$analise-custo-beneficio](http://www.infopedia.pt/$analise-custo-beneficio)>. Acessado em: 10 de junho de 2015.

PRANDI, Jair. **A maior grua torre do mundo.** 2013. Disponível em: <<http://gigantesdomundo.blogspot.com.br/2013/10/a-maior-grua-torre-do-mundo.html>>. Acessado em: 08 de junho de 2015.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Método alternativo de intervenção em obras de edifícios enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais:** um estudo de caso. 1995. 170 páginas. Dissertação de Mestrado em Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 1995.

SANTOS, Samuel R. dos. **Utilização de guas em canteiros de obras: estudo de caso.** 2013. 46 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos – Rio Grande do Norte, 2013.

SAURIN, Tarcísio A.; FORMOSO, Carlos T. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos.** Porto Alegre: Prolivros Ltda., 2006.

Tecnologia. A grua certa: fixa, móvel ou ascensional. **Revista Técnica.** São Paulo. Ed. PINI. Edição 71, Fevereiro de 2003. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/71/artigo285258-1.aspx>>. Acessado em: 29 de maio de 2015.

Tipos de guas. Notícias. **PINIWEB.** São Paulo. Ed. PINI. 18 de fevereiro de 2003. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/tipos-de-grua-80482-1.aspx>>. Acessado em: 29 de maio de 2015.

WEB PESADOS. © Copyright 2010-2015 WebPesados. **Site do fornecedor.**
Disponível em: <<http://www.webpesados.com.br/anuncios/ilg-skytrak-8042-manipulador-telescopico-ilg-skytrak-8042--2>>. Acessado em: 11 de junho de 2015.