

CLAUDIO DE JESUS JARDIM

ANÁLISE DA INSTABILIDADE DE GUINDASTES TELESCÓPICOS
EM OPERAÇÕES DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS
EM UM SETOR DA CONSTRUÇÃO.

São Paulo

2018

CLAUDIO DE JESUS JARDIM

ANÁLISE DA INSTABILIDADE DE GUINDASTES TELESCÓPICOS
EM OPERAÇÕES DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS
EM UM SETOR DA CONSTRUÇÃO.

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo
2018

Dedico este trabalho a todas as pessoas que inspiraram a minha trajetória de vida, em especial, às que me serviram de exemplo, tanto do que deve quanto do que não deve ser seguido.

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso verdadeiro pai, pela luz divina, disciplina, perseverança e prudência dadas na condução e evolução deste trabalho.

Aos Professores, do Ensino à Distância em Engenharia de Segurança do Trabalho da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelas aulas ministradas.

Aos IMADS, que nos acompanharam ao longo de toda a jornada do curso de especialização, aos quais tiveram uma participação fundamental, transferindo e trocando experiências, aprimorando e consolidando nosso aprendizado, para uma boa formação profissional.

À minha família, em especial à minha esposa e amada Gisele Jardim e às minhas filhas Paula e Ana Claudia, por todo apoio e compreensão pelas minhas ausências no período de dedicação ao curso.

Pensar é raciocinar, é criar imagens, conceber idéias, construir para o presente e o futuro. É pelo pensamento que a criatura resolve, soluciona, descobre e esclarece os problemas da vida.

Racionalismo Cristão

RESUMO

Diante a alta demanda do mercado de construção civil nos últimos anos, a utilização dos guindastes móveis tem sido cada vez mais empregada e, paralelamente, aliada a escassez de mão de obra qualificada a época, o índice de acidentes com este tipo de equipamento tem aumentado consideravelmente. No presente trabalho é realizada a análise da instabilidade de um guindaste telescópico tendo por consequência o seu tombamento. Tem por foco também, orientar e sinalizar o Engenheiro de Segurança do Trabalho apontando os principais tópicos que devem ser dadas especial atenção no planejamento, supervisionamento, coordenação e orientação técnica das atividades que envolvem este tipo de maquinário, objetivando o sucesso da tarefa. Preliminarmente, foi realizada uma pesquisa literária apontando as principais normas relacionadas à atividade. Posteriormente, foram apresentadas as peculiaridades importantíssimas as quais devem ser consideradas nos projetos de içamento de cargas. A análise do acidente neste estudo é efetuada confrontando os dados levantados em campo com as referências teóricas apresentadas. Para tanto, foram utilizadas informações levantadas da perícia realizada no local do sinistro e analisado o Plano de *Rigging* elaborado pela empresa locadora do equipamento. Após todas as considerações e análises feitas, constata-se entre outras causas que motivaram o tombamento do guindaste, a divergência entre o planejamento e a configuração real de operação. Reforça também a influência de uma manutenção omissa do maquinário em favor do ocorrido e ressalta a importância do envolvimento eficaz e obrigatório da Engenharia de Segurança do Trabalho. Por fim, o objetivo deste trabalho foi atingido com êxito apresentando os agentes diretos motivadores para a ocorrência do incidente além de destacar as causas indiretas que favoreceram o seu episódio.

Palavras-chave: Plano de *Rigging*. *Rigger*. Planejamento. Projeto. Guindaste. Equipamento. Maquinário. Tombamento.

ABSTRACT

Given the high demand of the civil construction market in recent years, the use of mobile cranes has been increasingly employed and, in parallel, allied to the shortage of skilled labor at the time, the index of accidents with this type of equipment has increased considerably. In the present study is carried out the analysis of the instability of a telescopic crane with consequence tipping. Its focus is also to guide and signal the Safety Engineer of Work, pointing out the main topics that should be given special attention in the planning, supervision, coordination and technical orientation of the activities involving this type of machinery, aiming at the success of the task. Preliminarily, a literary research was carried out pointing out the main norms related to the activity. Subsequently, the most important peculiarities were presented, which should be considered in load lifting projects. The analysis of the accident in this study is carried out by comparing the data collected in the field with the theoretical references presented. In order to do so, were used information gathered from the inspection performed at the accident site and analyzed the Rigging Plan elaborated by the equipment rental company. After all the considerations and analyzes made, among other causes that led to the tipping of the crane, the divergence between the planning and the real configuration of operation is verified. It also reinforces the influence of a lack of machinery maintenance in favor of the event and highlights the importance of the effective and obligatory involvement of the Work Safety Engineering. Finally, the objective of this work was successfully achieved by presenting the direct motivating agents for the occurrence of the incident besides highlighting the indirect causes that favored its episode.

Keywords: Rigging Plan. Rigger. Planning. Project. Crane. Equipment. Machinery. Tipping.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Utilização de Guindastes Telescópicos.....	15
Figura 2 – Tombamento de Guindaste Móvel.	16
Figura 3 – Acidente com Guindaste na Arena Corinthians.....	17
Figura 4 – Responsabilidade e Causas Principais de Acidentes.....	18
Figura 5 – Definição do Guindaste: Informações Básicas.....	22
Figura 6 – Definição do Guindaste: Interferências.	23
Figura 7 – Exemplo de <i>Layout</i> de Obra.....	25
Figura 8 – Tabela de cargas de um guindaste telescópico	37
Figura 9 – Perca de estabilidade x Colapso estrutural	38
Figura 10 – Composição do Peso Total	39
Figura 11 – Tabela FAD: Fator de Amplificação Dinâmica.....	40
Figura 12 – Capacidade x Faixa de utilização permitida	41
Figura 13 – Apoio com <i>mats</i> ou dormentes.....	43
Figura 14 – Nivelamento do Guindaste	44
Figura 15 – RS: Raio da Sapata mais próxima	45
Figura 16 – Gráfico: Área permitida x Carga Bruta Estática.....	47
Figura 17 – Tabela: Escala de Beaufort	48
Figura 18 – LMI: Indicador de Momento de Carga	49
Figura 19 – Exposição de Veículos: utilização de Guindaste Telescópico Móvel.	52
Figura 20 – Guindaste Acidentado.....	53
Figura 21 – Destruição do <i>chiller</i>	54
Figura 22 – Destruição parcial da cobertura metálica.	54
Figura 23 – Lança telescópica totalmente estendida.	55
Figura 24 – <i>Jib</i> de 9,5m. montado com ângulo de 0°.	55
Figura 25 – Estabilizadores totalmente estendidos.	56
Figura 26 – Rompimento da haste do estabilizador dianteiro direito.....	56
Figura 27 – Integridade do solo no estabilizador traseiro.....	57
Figura 28 – Integridade do solo no estabilizador dianteiro.	58
Figura 29 – Calço de madeira no acelerador do guindaste.....	59
Figura 30 – Inexistência do <i>display</i> LMI.	60

Figura 31 – Tabelas de cargas da lança telescópica.	61
Figura 32 – Tabela de cargas do <i>jib</i>	61
Figura 33 – Gráfico de levantamento	62
Figura 34 – Carga a ser levantada = 460kg.	63
Figura 35 – Carga a ser levantada = 560kg.	63
Figura 36 – Tabela: Determinação da Capacidade Mínima Requerida (CMR)	65
Figura 37 – CBT máxima com <i>jib</i> à 0°.	67
Figura 38 – RO máximo de trabalho.	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
EST	Engenheiro de Segurança do Trabalho
EUA	Estados Unidos da América
LMI	Indicador de Momento de Carga
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Norma Regulamentadora
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
TC	<i>Truck Crane</i>
Ufes	Universidade Federal do Espírito Santo
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

RO	Raio de Operação
CG	Centro de Gravidade
CE	Carga Estática
CD	Carga Dinâmica
CBT	Capacidade Bruta Tabelada
CBE	Carga Bruta Estática
FCP	Fator de Contingência para o Peso
CMR	Capacidade Mínima Requerida
FAD	Fator de Amplificação Dinâmica
W	Peso Bruto
<i>ton</i>	tonelada
<i>Ue</i>	percentual de utilização estática
FS	Força máxima na Sapata
RS	Raio da Sapata mais próxima
PG	Peso do Guindaste
CW	Peso do Contrapeso adicional
<i>A_{sap}</i>	área mínima de suporte para cada sapata
σ_s	tensão admissível do solo
<i>V_p</i>	velocidade de vento permitida
<i>V_r</i>	velocidade de vento reduzida
<i>A_w</i>	área de exposição da carga ao vento
<i>A_p</i>	área permitida
<i>Kgf</i>	quilograma-força (unidade de peso)

<i>m</i>	metro
<i>Kg</i>	quilograma (unidade de massa)
<i>Mts</i>	metros
<i>TON</i>	tonelada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO	19
1.2 JUSTIFICATIVA	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 LEGISLAÇÃO: NORMAS E REGULAMENTAÇÕES	26
2.1.1 Norma regulamentadora 11	28
2.1.2 Norma regulamentadora 12	29
2.1.3 Norma regulamentadora 18	29
2.1.4 Norma regulamentadora 35	31
2.1.5 Normas técnicas	31
2.1.5.1 Normas ABNT	32
2.1.5.2 Normas internacionais	33
2.1.5.3 Normas internas de empresas	33
2.2 PLANO DE <i>RIGGING</i>	34
2.2.1 Tabela de Cargas	36
2.2.2 Carga Bruta Estática	38
2.2.3 Capacidade Mínima Requerida	40
2.2.4 Coeficientes de segurança	41
2.2.5 Percentual de utilização	42
2.2.6 Área de suporte sob a sapata	43
2.2.7 Velocidade de vento reduzida	46
2.3 INDICADOR DE MOMENTO DE CARGA	48
3 MATERIAIS E MÉTODOS	50
3.1 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	50
3.2 METODOLOGIA	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 DESENVOLVIMENTO DA INSPEÇÃO	53
4.1.1 Análise do local do acidente	53
4.1.2 Configuração do guindaste	55
4.1.3 Verificação do suporte de apoio (solo)	57

4.1.4 Ausência de manutenção e uso irregular do guindaste.....	58
4.1.5 Ausência do <i>display</i> LMI do guindaste.....	59
4.1.6 Posicionamento do guindaste.....	60
4.1.7 Tabelas de cargas e gráfico de levantamento do guindaste	60
4.1.8 Análise da carga movimentada	62
4.1.9 Velocidade do vento	63
4.1.10 Análise do Plano de <i>Rigging</i>	64
4.2 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE MÍNIMA REQUERIDA (CMR)	65
4.3 PERCENTUAL DE UTILIZAÇÃO DO GUINDASTE.....	66
4.4 ANÁLISE DA CAPACIDADE DE CARGA DO GUINDASTE.....	66
4.5 CONSTATAÇÕES DA PERÍCIA REALIZADA	69
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
5 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	74
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	77
ANEXO A – EXEMPLO DE PLANO DE <i>RIGGING</i>.....	78
ANEXO B – POSIÇÃO DO GUINDASTE	79
ANEXO C – PLANO DE <i>RIGGING</i> ELABORADO PELA LOCADORA.....	80
ANEXO D – TABELA DE CARGAS GUINDASTE ZOOMLION QY70V	82
ANEXO E – GRÁFICO DE LEVANTAMENTO GUINDASTE ZOOMLION QY70V ..	83
ANEXO F – CERTIFICADO BRASIF – ZOOMLION	84

1 INTRODUÇÃO

Diante a alta demanda do mercado da construção civil na época, Giribola (2013) destaca, como consequência, a crescente demanda por obras mais rápidas e econômicas, que requerem a execução de estruturas com a utilização de peças pré-fabricadas e pré-montadas cada vez maior, aumentando também a procura por operações de içamento mais complexas. A Figura 1 ilustra a montagem de peças pré-fabricadas em concreto armado com a utilização de guindastes telescópicos.

Figura 1 – Utilização de Guindastes Telescópicos.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2013.

De acordo com Amorim (2011), com a demanda aquecida, a utilização dos guindastes telescópicos tem sido cada vez mais empregada. Destaca ainda a situação inusitada vivenciada por empresas locadoras de guindastes neste cenário, onde chegam a ficar com equipamentos parados em seus pátios pela simples falta de operadores.

Além da preocupação com a escassez de mão de obra qualificada, é importante destacar também os cuidados que se deve ter ao definir o guindaste apropriado para uma determinada aplicação. No tocante à segurança do trabalho, a USP (2016b,

p.314) destaca que “[...] quando se pergunta como será levantada a carga, deve-se definir o equipamento apropriado e com a capacidade de carga correta.”.

Ionescu apud Guindastes.com (2015) destaca em seu artigo o aumento no número de feridos graves e mortes que resultaram de acidentes com guindastes nos últimos anos. Destaca também, como motivo destes acidentes, o tombamento de guindastes (Figura 2), colapso, sobrecarregamento, quedas, falhas mecânicas, erros do operador, manipulação de cargas imprópria, equipamentos com falhas, trabalho em condições meteorológicas adversas tais como ventos fortes, falta de inspeções no guindaste, negligência geral, entre outros.

Figura 2 – Tombamento de Guindaste Móvel.



Fonte: Guindastes.com, 2015.

Roncetti (2012, p. 2) sinaliza que no Brasil não há estatísticas, porém, lista os seguintes índices de acidentes ocorridos nos Estados Unidos da América (EUA):

- 632 mortes ocorreram devido a acidentes com guindastes somente na construção civil entre 1992 e 2006, onde 78% envolveram guindastes móveis;
- 2.668 acidentes ocorridos com guindastes entre 2000 e 2009;
- 433 acidentes com guindastes móveis na Marinha Americana entre 1998 e 2003;

Ainda, segundo Ionescu apud Guindastes.com (2015),

Ainda que o número de acidentes com guindaste tenham aumentado nos últimos tempos, eles ainda são considerados um pouco raro na maioria dos locais de trabalho. Quando eles acontecem, no entanto, lesões muito graves e até mesmo pode resultar em morte. Porque os guindastes são projetados para serem pesados, transportar grandes cargas e levantar objetos bem alto, quando há um acidente (como tombamento, colapso, caída de carga ou outro acidente semelhante), a força natural da gravidade aumenta a gravidade das lesões.

A USP (2016b, p.314) chama a atenção para a área na qual a operação será realizada, ao qual deverá ser devidamente sinalizada e isolada, estando presentes apenas as pessoas diretamente envolvidas no levantamento de carga. Aponta ainda que os colaboradores não deverão permanecer sob a carga em nenhum momento durante a sua movimentação.

Um dos acidentes de grande repercussão no Brasil foi o tombamento de guindaste durante a construção da Arena Corinthians ocorrido em novembro de 2013 (Figura 3). Segundo a Fundacentro (2013), o acidente propiciou a morte de um operador de guindaste e um montador.

Figura 3 – Acidente com Guindaste na Arena Corinthians.



Fonte: Fundacentro, 2013.

Em entrevista ao portal de notícias em dezembro de 2013, a tecnologista da Fundacentro do Rio de Janeiro, Maria Christina Felix enfatiza que:

[...] em todos esses acidentes, a responsabilidade recai no despreparo dos engenheiros e mestres de obras nas questões de segurança e saúde do trabalhador, sobretudo, na inexistência de gestão de SST nos canteiros ou frentes de trabalho. “É imprescindível a capacitação dos gestores, engenheiros ou mestres de obras, assim como, o comprometimento da alta direção ao elaborar uma política clara e objetiva na promoção à integridade física e mental de seus trabalhadores. A segurança e saúde do trabalhador na indústria da construção devem ser levadas a sério, os gestores deverão responder por toda não conformidade com a legislação e consequentemente com todo resultado advindo desta”, finaliza Felix. (FUNDACENTRO, 2013).

Para Beavers et al. (2005 apud FRANCO E CARVALHO, s.d.), o erro humano é a causa de quase 60% dos acidentes com operações de movimentação de carga.

Franco e Carvalho (s.d.) apontam como fatores que promovem os acidentes de trabalho em movimentações de carga na construção civil as “[...] condições de projeto, o fator humano (atos inseguros), falha em equipamentos e a gestão da segurança.”.

Conforme estudo elaborado pela *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), apenas 6% dos acidentes de trabalho é provocado por falhas em máquinas e equipamentos, sendo os outros 94% de responsabilidade humana, conforme apontado na Figura 4. (SERTECH TREINAMENTOS, 2011, p.24).

Figura 4 – Responsabilidade e Causas Principais de Acidentes

RESPONSABILIDADE		CAUSAS	PARTICIPAÇÃO	
HOMEM	GESTÃO	PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO	12%	46%
		NORMAS E PROCEDIMENTOS	7%	
		SUPERVISÃO	27%	
	OPERAÇÃO	DESATENÇÃO	14%	48%
		NEGLIGENCIA	8%	
		IMPERICIA	26%	
EQUIPAMENTO		FALHA MECÂNICA	6%	6%

Fonte: OSHA apud Sertech Treinamentos, 2011.

1.1 OBJETIVO

No presente trabalho será realizada uma análise do acidente ocorrido com um guindaste telescópico favorecido por situações que proporcionaram a sua instabilidade com o consequente tombamento do maquinário. Tem por foco abordar as situações de operações simples e rotineiras, que acontecem com elevada frequência, apresentando quais os pontos de grande importância que devem ser observados pelo Engenheiro de Segurança do Trabalho (EST) no recebimento e leitura do projeto técnico de içamento e movimentação de cargas com a utilização de guindastes telescópicos, em grande parte elaborados à “toque de caixa”, de grande relevância para uma operação segura e sem surpresas (acidentes) e, ressaltar, através do estudo de caso, a importância do tratamento do “Plano de *Rigging*” como um projeto à ser respeitado para a execução da operação objetivando o sucesso da tarefa.

Além de tudo, este trabalho tem por essência orientar e sinalizar o EST sobre a importância e quais os pontos principais que devem ser dadas especial atenção ao receber um Plano de *Rigging* e o seu cumprimento durante a operação, a fim de evitar, através de uma análise primária, a ocorrência de acidentes de maiores gravidades como, por exemplo, o tombamento de guindastes e, em alguns casos, a perda de vidas humanas.

1.2 JUSTIFICATIVA

O autor deste estudo, com seus mais de 15 anos de experiência na atividade de locação de guindastes telescópicos, expõe que é muito comum e rotineiro a contratação, de última hora, de serviços de Movimentação de Cargas com a utilização deste tipo de maquinário, visto que, este tipo de equipamento possui mobilidade ágil, análoga a um caminhão comum. Esses equipamentos, em grande parte dos casos, são locados e, com isso, as empresas contratadas para o

fornecimento do maquinário e execução da operação não dispõem de tempo hábil para uma visita técnica *in-loco* para o ideal planejamento das atividades.

A USP (2016b, p.314) enfatiza que “o correto planejamento e apropriada preparação são essenciais para uma segura e exitosa operação de levantamento de cargas. Deste planejamento e preparação faz parte o plano de levantamento de cargas ou, em inglês, *rigging plan* [...]”.

Porém, é muito comum o *rigging plan* (Plano de *Rigging*) ser tratado apenas como um documento obrigatório pelo setor de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) da obra para a liberação da operação.

Imposto as condições citadas anteriormente, aliado à alta demanda de trabalhos com o aquecimento da construção civil em nosso país nos últimos tempos, mais precisamente entre os anos de 2007 e 2014, o índice de acidentes provenientes de tombamento de guindastes aumentaram vertiginosamente.

No entanto, para a realização destes serviços que são contratados às pressas e/ou emergenciais, alguns cuidados e considerações básicas devem ser tomados e observados, tanto em seu planejamento, quanto na sua execução. É importante salientar que, uma oportuna análise primária do Plano de *Rigging*, conhecido também por “Plano de Cargas”, se faz eficaz na eliminação de um elevado percentual de incidentes em operações rotineiras com a utilização de guindastes telescópicos rodoviários.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Podemos citar as mais diversificadas utilizações em atividades de movimentações de cargas com o emprego de guindastes telescópicos móveis como, por exemplo, o içamento de máquinas, equipamentos, estruturas metálicas, estruturas de concreto armado (elementos pré-fabricados), materiais de construção civil, etc, dos quais, de uma forma indireta, podemos denominar “carga à ser movimentada e/ou içada”. Essas tarefas normalmente são efetuadas ao ar livre (local aberto). Trata-se de um canteiro de obras, uma indústria, uma via pública, podendo ser simplesmente identificados como “local de patolamento do guindaste”.

De acordo com a USP (2016b, p.314), “[...] saber o que será transportado, por que será transportado, onde será executada a operação e para onde deverá ser levado, como deverá ser levantada a carga, quem fará a operação e quando o levantamento será feito são informações básicas.”.

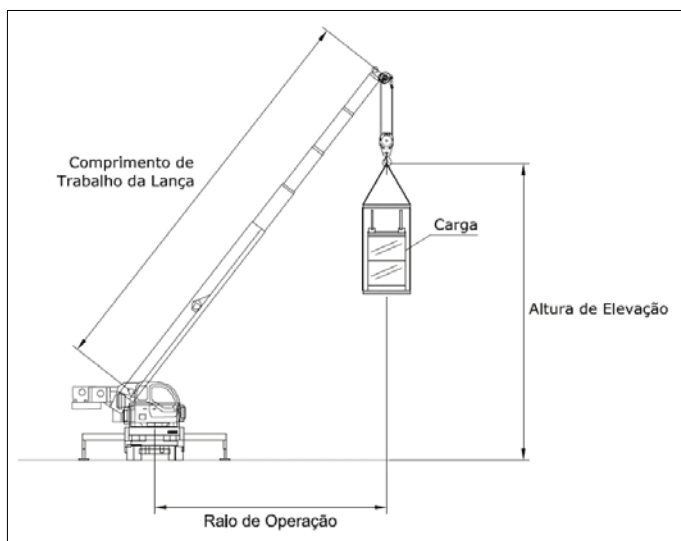
Um estudo deverá ser realizado para definir o equipamento (guindaste) adequado para uma determinada aplicação. Portanto, um plano de içamento deve ser traçado. Para dar início a este planejamento e elaboração do plano de carga, conhecido como Plano de *Rigging*, deve-se levantar preliminarmente o:

- percurso que o guindaste deverá perfazer até o local de trabalho;
- tipo, características e dimensões da carga à ser içada;
- peso total da carga à ser içada e/ou movimentada;
- raio de operação;
- comprimento de trabalho da lança, que é definido através da altura de elevação necessária da carga para a realização da tarefa.

A Sertech Treinamentos (2011, p.123) entende por comprimento de lança “[...] como o comprimento total do pino de articulação a polia da ponta da lança.”. A Figura 5

ilustra a definição do comprimento de trabalho da lança em função da altura de elevação e do raio de operação.

Figura 5 – Definição do Guindaste: Informações Básicas.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018

O raio de operação (RO) é a distância entre o centro do guindaste ao centro da carga. Campbell (2004) define RO como sendo a distância horizontal entre o centro de giro do guindaste e a vertical que passa pelo centro de gravidade (CG) da carga a ser levantada.

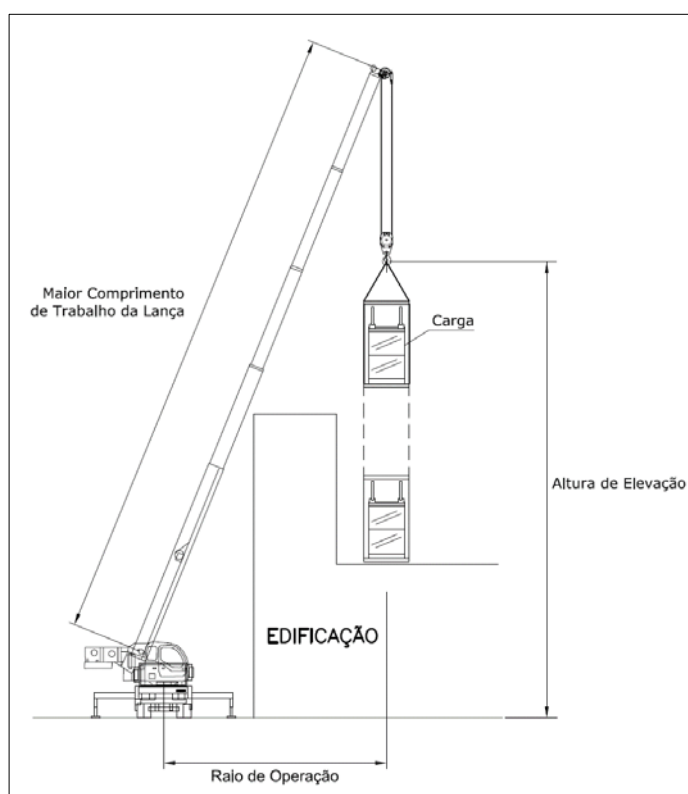
A altura de elevação máxima da carga é definida pela distância vertical entre a linha horizontal sob a máquina e a que passa sobre a lingada da carga em seu ponto mais alto. Ela é responsável por definir o comprimento de trabalho da lança.

Campbell (2004) denomina peso total por carga bruta e define como sendo “a soma do peso de todos os acessórios, carga, lingada, cabos, etc., que se consideram parte da carga [...]”. Portanto, o peso total é composto pelo peso da carga líquida a ser içada acrescido do peso de todos os acessórios de levantamento (moitões, balancins, eslingas, manilhas, cabo do guindaste, etc.) suspenso na ponta da lança do equipamento durante uma operação de levantamento de carga.

Com relação ao percurso, a USP (2016b, p.314) observa que, no trajeto a ser percorrido pelo equipamento, deverá ser verificado a existência de obstáculos que deverão preferencialmente ser removidos ou buscar-se caminhos alternativos.

Outra informação relevante para a definição da máquina, é verificar possíveis interferências, tais como paredes ou edificações elevadas, linhas de energia elétrica, etc, que possam existir entre o ponto de patolamento do equipamento e o ponto de carga ou descarga do objeto a ser movimentado, limitando com isso a inclinação da lança do guindaste, necessitando em alguns casos, conforme pode ser observado na Figura 6, a utilização de grande extensão de lança para se atingir em muitas vezes pequenas distâncias horizontais.

Figura 6 – Definição do Guindaste: Interferências.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018

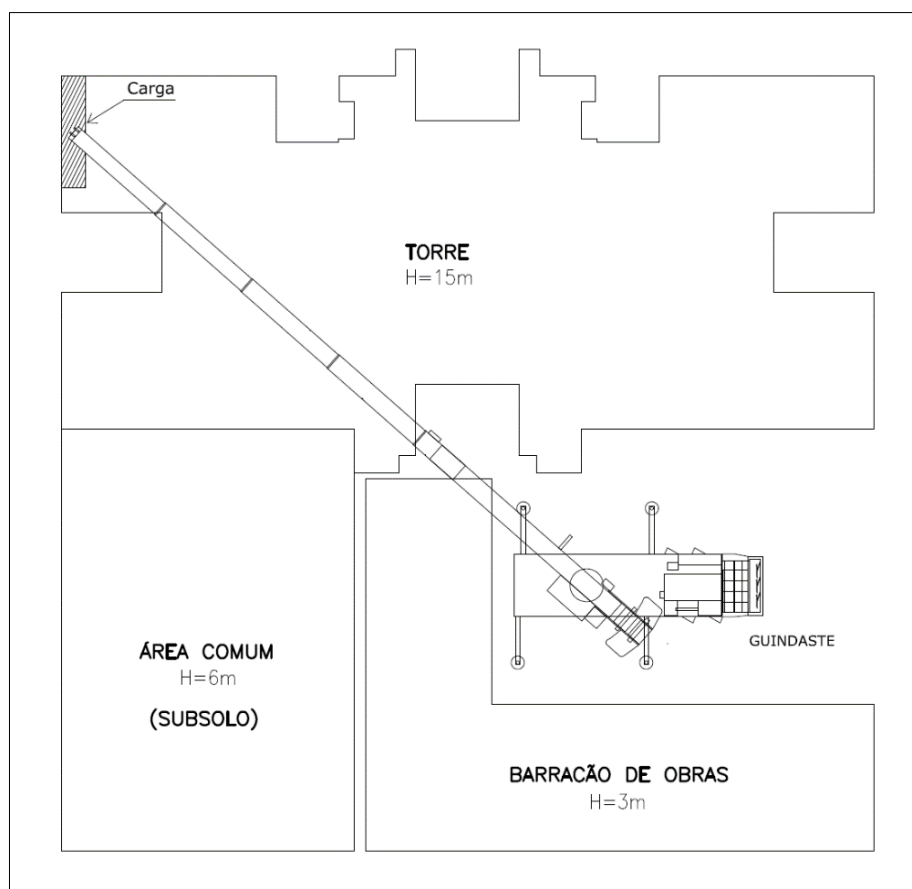
A USP (2016b, p.314) destaca que devido a “[...] limitação de espaço diferentes ângulos e comprimentos de lança deverão ser utilizados. Este tipo de consideração necessariamente deverá ser no local no qual a operação será executada.”.

De posse das informações citadas anteriormente, já é possível estimar o provável equipamento à ser utilizado. Isso pode ser feito através de tabelas e gráficos de carga que os fabricantes de guindastes fornecem, que variam de acordo com cada equipamento.

No entanto, além da Carga Estática (CE), devido ao peso próprio do objeto à ser içado somado à todos os componentes citados anteriormente que compõem o peso total de levantamento, deve-se levar em consideração a Carga Dinâmica (CD), originada por movimentações bruscas durante a operação, que ocorre durante o acionamento (aceleração) e o desacionamento (desaceleração-frenagem) de um comando.

É de suma importância também a aquisição de dados adicionais para a validação da máquina previamente determinada, devendo-se atentar e verificar:

- as dimensões do espaço no local de patolamento do equipamento, o que pode limitar as dimensões do guindaste a ser utilizado;
- a capacidade de suporte de carga do solo;
- se há outras frentes de trabalho no mesmo ponto onde serão executadas as atividades;
- possível alteração de *layout* no local de trabalho no período compreendido entre o estudo levantado e a efetiva data de realização do içamento; entre outros.

Figura 7 – Exemplo de *Layout* de Obra

Fonte: Arquivo Pessoal, 2018

A Figura 7 apresenta o *layout* de um canteiro de obras com a existência de instalações provisórias que podem estar ou não presentes na data da realização das operações com guindastes móveis.

No tocante à influência da evolução tecnológica dos equipamentos de guindar, Van Der Linden (2013) enfatiza que:

A evolução tecnológica e aumento de recursos disponíveis, permitiu o planejamento e realização de trabalhos que requerem extrema precisão com raios de operação cada vez maiores, e eventualmente podem ocorrer fora do campo de visão do operador, o que requer maior qualificação tanto dos profissionais de sinalização, como dos profissionais de planejamento que precisam ter a correta compreensão dos fenômenos envolvidos na atividade.

2.1 LEGISLAÇÃO: NORMAS E REGULAMENTAÇÕES

De acordo com Van Der Linden (2013), não existe no Brasil uma Norma Regulamentadora (NR) específica para movimentação de cargas definindo as atribuições e responsabilidades dos profissionais envolvidos nas atividades de planejamento de movimentações de cargas. No entanto, ele destaca como importantes as NR's 11 e 18 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Segundo o mesmo contexto, Giribola (2013) reforça a ausência de legislação clara no Brasil que regule tanto a execução do planejamento quanto a profissão responsável pela sua elaboração. Comenta ainda que, embora a NR-18 do MTE preconize a obrigatoriedade da elaboração de plano de carga para movimentações com guias, guindastes móveis e guinchos, ela se resume a um único item relacionado a **guindastes de torre** (grifo nosso). Revela que “[...] quando se analisa o glossário e as diretrizes do plano de carga desses equipamentos, observa-se que eles possuem muitas diferenças em relação aos guindastes móveis sobre rodas.”.

Segundo a USP (2016b, p.315), quando forem efetuadas operações de movimentação e içamento de cargas, as NR's 11, 12, 18 e 22 do MTE deverão ser consultadas e respeitadas.

Adiante, em tópico específico, será dedicada atenção pertinente ao tema à que se concerne aos profissionais envolvidos nas atividades de planejamento de movimentações de cargas.

Já no tocante a operacionalização do equipamento, Roncetti (2012, p.4) aponta como responsável por trafegar (conduzir) um guindaste móvel, configurá-lo para o içamento e operação conforme o Plano de *Rigging* é denominado **Operador de Guindaste** (grifo nosso).

A Petrobras (2015, p.4) denomina operador de movimentação de carga àquele “[...] profissional com qualificação e treinamento específico no equipamento que atende aos requisitos da NR-11, NR-18 ou NR-34, onde aplicável.”.

Conforme Brasil (2002a), tem-se para a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), o código 7821-15 - Operador de guindaste móvel – e traz a seguinte descrição:

“Operam máquinas e equipamentos de elevação, ajustando comandos, acionando movimentos das máquinas. Avaliam condições de funcionamento das máquinas e equipamentos, interpretando painel de instrumentos de medição, verificando fonte de alimentação, testando comandos de acionamento. Preparam área para operação dos equipamentos e transportam pessoas e materiais em máquinas e equipamentos de elevação. Trabalham seguindo normas de segurança, higiene, qualidade e proteção ao meio ambiente.”.

Através de seu portal, o Mapa da Obra (2014) sinaliza as NR's 11, 12, 18 e 35 para a definição dos requisitos técnicos legais para operar qualquer tipo de equipamento de içamento de cargas em canteiro de obras no Brasil. Assinala ainda que, para auxiliar o operador durante as operações de movimentação de cargas, deve existir o **Sinaleiro** (grifo nosso), profissional responsável pela amarração da carga e sinalização da operação.

Para a função de Sinaleiro tem-se o código CBO 7821-45 – Sinaleiro – e traz a mesma descrição da classificação do Operador de guindaste móvel apresentada anteriormente.

De forma semelhante, Roncetti (2012, p.4) designa Sinaleiro como sendo o “[...] profissional capacitado responsável por comandar o operador do guindaste quanto aos movimentos necessários ao içamento, geralmente via sinais visuais.”. Denota ainda que, para cada etapa ou operação, deve ser designado apenas um Sinaleiro.

Enfim, para operar um guindaste, é importante que o profissional tenha facilidade para ler e interpretar projetos (Planos de *Rigging*), tabelas e gráficos de carga, a fim de efetuar o manuseio adequado e garantir a segurança das operações. É muito importante também que o operador esteja devidamente descansado e, durante as

operações, tenha atenção exclusiva para as movimentações a serem realizadas. Antes de se iniciar os trabalhos, o operador deve efetuar uma verificação geral do equipamento, do patolamento, dos freios, controles, dispositivos de segurança, mecanismos de abaixamento e levantamento de carga e lança, observar com atenção a presença de veículos e pessoas, etc.

No que concerne as normas regulamentadoras, a Lei nº 8078 de 1990, ao tratar-se dos direitos do consumidor, em seu artigo 39, inciso VIII, expressa:

“Art. 39. É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas:

VIII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro)”. (BRASIL, 1990).

Tendo em consideração a responsabilidade civil e/ou criminal, os atos de negligência, imprudência ou imperícia, caracterizam, conforme previne a USP (2016a, p.135), em culpa...

“[...] cometida pelo empregador ou seus prepostos, abrangendo o pessoal do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT, cuja função, acima da conotação profissional, transforma o agente em preposto do empregador no campo específico de segurança e saúde no trabalho.”.

Por conseguinte, se for caracterizada culpa grave devido a sua intensidade, esta pode ser equiparada ao dolo. Embora possa não existir a intencionalidade que configure o dolo, “[...] não é exagerado supor que, na culpa grave, o agente poderia prever as consequências de sua ação e evitar que fosse consumada.”. (Ibidem).

2.1.1 Norma regulamentadora 11

A NR-11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais - no tocante à utilização de equipamentos de elevação, estabelece os requisitos mínimos

de segurança a serem observados para se evitar acidentes no local de trabalho com a utilização de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras. De acordo com esta NR, o operador deverá receber treinamento específico dado pela empresa que o habilitará nessa função. Em relação aos equipamentos motorizados, estes deverão possuir sinal de advertência sonora (buzina). (BRASIL, 2016a).

2.1.2 Norma regulamentadora 12

A NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos - tem como objetivo garantir que máquinas e equipamentos sejam seguros para o uso do trabalhador. Esta NR junto à seus anexos:

“[...] definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.”. (BRASIL, 2017).

Conforme a NR, entende-se por utilização da máquina ou equipamento, o transporte, a montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e seu desmonte. A NR preconiza ainda, em seu Anexo XII, procedimentos para elevação de pessoas e realização de trabalhos em altura com o emprego de equipamentos de guindar. (BRASIL, 2017).

2.1.3 Norma regulamentadora 18

Na NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - encontra-se:

“[...] o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - PCMAT e estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento, de organização que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção.”. (BRASIL, 1999 apud USP, 2016a, p.209).

Ainda nesta NR, Brasil (2015) dispõe de itens que se relacionam de forma direta às operações com equipamentos de guindar, quais sejam:

- 18.14. Movimentação e Transporte de Materiais e Pessoas;
- 18.16. Cabos de Aço e Cabos de Fibra Sintética;
- 18.22. Máquinas, Equipamentos e Ferramentas Diversas;
- 18.27. Sinalização de Segurança;
- 18.28. Treinamento;
- 18.36.2 Disposições gerais quanto às máquinas, equipamentos e ferramentas diversas;
- 18.36.6 Disposições gerais quanto à movimentação e transporte de materiais e de pessoas;
- 18.37.5 Disposições finais quanto à qualificação dos trabalhadores.

Com respeito ao treinamento dos operadores de máquinas, a norma cita a necessidade do profissional ter ensino fundamental completo e receber **qualificação** (grifo nosso) e treinamento específico no equipamento que irá manusear, com carga horária mínima de dezesseis horas e atualização anual com carga horária mínima de quatro horas. Caso o operador venha a manusear equipamentos com tecnologia diferente à que estava habituado, deverá, obrigatoriamente, ser feito novo treinamento de modo a qualificá-lo à utilização dos mesmos. (ibidem).

São considerados **trabalhadores qualificados** (grifo nosso), segundo Brasil (2015) aqueles que, perante o empregador e a inspeção do trabalho, comprovem sua capacitação, mediante uma entre as três condições a seguir:

- treinamento na empresa, ou;

- curso ministrado por instituições privadas ou públicas, desde que conduzido por profissional habilitado, ou;
- experiência comprovada em Carteira de Trabalho de pelo menos 6 (seis) meses na função.

2.1.4 Norma regulamentadora 35

A NR-35 - Trabalho em Altura – “[...] estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.”. (BRASIL, 2016b).

É considerado, segundo Brasil (2016b), trabalho em altura “[...] toda atividade executada acima de 2,00m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda.”.

O treinamento para trabalhos em altura deve ter carga horária mínima de oito horas e ser realizado bienalmente (a cada dois anos) e sempre que ocorrer mudança nos procedimentos, condições ou operações de trabalho; evento que indique a necessidade de novo treinamento; retorno de afastamento ao trabalho por período superior a noventa dias; mudança de empresa. (ibidem).

2.1.5 Normas técnicas

A frente são listadas as principais normas técnicas que devem ser consideradas e aplicadas pelos profissionais envolvidos direta e/ou indiretamente nas atividades de planejamento, movimentação e içamento de cargas com a utilização de guindastes móveis. Nada menos pertinente denotar a responsabilidade do setor de SST quanto

ao acompanhamento e à fiscalização do planejamento e execução das operações em conformidade com as normas vigentes.

São apresentadas também, como referências, normas internacionais e internas de empresas como possibilidades de alternativa e passíveis de utilização quando mais adequada à uma aplicação específica. Trata-se de uma prática recomendada de caráter não-impositivo quando da ausência de uma determinada matéria em normas nacionais vigentes.

2.1.5.1 Normas ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tendo em consideração as atividades de movimentação e levantamento de cargas, tem por normas que devem ser observadas pela equipe de planejamento e do setor de SST:

- NBR ISO 2408:2008. Cabos de aço para uso geral - Requisitos mínimos.
- NBR ISO 4309:2009. Equipamentos de movimentação de carga - Cabos de aço - Cuidados, manutenção, instalação, inspeção e descarte.
- NBR 11436:1988. Sinalização manual para movimentação de carga por meio de equipamento mecânico de elevação.
- NBR 13541-1:2017. Linga de cabo de aço - Parte 1: Requisitos e métodos de ensaio.
- NBR 13541-2:2017. Linga de cabo de aço - Parte 2: Utilização e inspeção.
- NBR 13545:2012. Movimentação de cargas - Manilhas.
- NBR 15637-1:2017. Cintas têxteis para elevação de cargas - Parte 1: Cintas planas manufaturadas, com fitas tecidas com fios sintéticos de alta tenacidade formados por multifilamentos.
- NBR 15637-2:2017. Cintas têxteis para elevação de cargas - Parte 2 Cintas tubulares manufaturadas, com cordões de fios sintéticos de alta tenacidade formados por multifilamentos.

- NBR 15637-3:2017. Cintas têxteis para elevação de cargas - Parte 3 Cintas tubulares manufaturadas, com cordões de fios sintéticos de ultra-alta tenacidade formados por multifilamentos.
- NBR ISO 16798:2006. Anel de carga Grau 8 para uso em lingas.

2.1.5.2 Normas internacionais

- ASME B30.5:2014. *Mobile and Locomotive Cranes.*
- ASME B30.9:2014. *Slings.*
- ASME B30.10:2014. *Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks, and Slings.*
- ASME B30.20:2013. *Below-the-Hook Lifting Devices.*
- ASME B30.26:2015. *Rigging Hardware.*

2.1.5.3 Normas internas de empresas

- GL NOBLE DENTON 0027/ND. *Guidelines For Marine Lifting Operations.*
- PETROBRAS N-1965:2015. Movimentação de Carga, Inspeção, Manutenção e Operação de Equipamentos Terrestres.
- PETROBRAS N-2869:2016. Segurança em Movimentação de Carga.
- PETROBRAS N-2170:2014. Inspeção em Serviço de Acessórios de Movimentação de Carga.

2.2 PLANO DE *RIGGING*

De acordo com Giribola (2013), Plano de *Rigging* é “[...] o projeto técnico das operações necessárias durante a movimentação de cargas com equipamentos de transporte verticais móveis, como guias e guindastes [...]”.

Para elucidar a definição de Plano de *Rigging*, trata-se de um documento constituído de desenhos e informações técnicas que visam orientar todos os procedimentos de uma movimentação de carga específica, com o objetivo de eliminar por antecipação todas as interferências que possam ocorrer, determinando previamente e de forma segura as operações de locação (posicionamento do guindaste), patolamento (pressão exercida no solo), configuração da máquina (guindaste), e içamento das cargas. Um exemplo de Plano de *Rigging* pode ser observado no Anexo A – EXEMPLO DE PLANO DE *RIGGING*.

O Plano de *Rigging* (*Rigging Plan*), com tradução literal em português como Plano de Içamento, segundo Roncetti (2012, p.4), “[...] é o projeto técnico, seguro, econômico e eficaz das operações necessárias ao içamento, composto de informações técnicas, memórias de cálculo, desenhos técnicos e outros documentos.”. Destaca ainda que:

“[...] é o planejamento amplo da operação de içamento, desenvolvido preliminarmente, que aumentará a segurança, reduzirá imprevistos, preservará a vida, o equipamento e a carga além de otimizar a utilização dos acessórios.”.

Giribola (2013) lembra que entre os estudos citados anteriormente que compõem o plano, há também de se analisar as condições do solo e a ação do vento, além de se atentar às máquinas e acessórios disponíveis.

A NR-12, nas atividades de movimentação de cargas, de forma concisa e completa, denomina Plano de *Rigging* como sendo o estudo que:

“Consiste no planejamento formalizado de uma movimentação com guindaste móvel ou fixo, visando à otimização dos recursos aplicados na

operação (equipamentos, acessórios e outros) para se evitar acidentes e perdas de tempo. Ele indica, por meio do estudo da carga a ser içada, das máquinas disponíveis, dos acessórios, condições do solo e ação do vento, quais as melhores soluções para fazer um içamento seguro e eficiente.”. (BRASIL, 2017).

Entretanto, para o sucesso do planejamento, apesar de importante, a apresentação de desenhos não é fundamental, conforme esclarece Van Der Lindem (2013). Segundo ele, os desenhos:

“[...] podem ser substituídos por representações esquemáticas válidas para realização da atividade, para a qual o fundamental é a correta determinação dos esforços e comportamento da carga a ser movimentada, que deve ser objeto de uma memória de cálculo específica que respalde o plano de Rigging.”.

De acordo com a Sertech Treinamentos (2011), o profissional com formação técnica e que atue na área de engenharia, responsável por calcular, planejar, dimensionar e detalhar todo o procedimento para as operações de movimentação de cargas, recebe a denominação de **Rigger** (grifo nosso).

Roncetti (2012, p.3) deslinda a origem do termo “**RIGGER**”:

“Origina-se no tempo da navegação à vela, onde o RIGGER era o marinheiro responsável pelas operações com cordas, roldanas, ganchos, içamento e amarração das cargas, velas, âncoras e tudo mais que precisava ser fixado, levantado ou movido na embarcação. Nesta época não havia a mecanização. Dependia-se da habilidade e criatividade humana em aplicar os princípios da física conjuntamente com os músculos. Dependia tanto do treinamento, conhecimento e habilidade, que era considerado uma forma de arte.”.

Enfim, *Rigger* é o “profissional habilitado e capacitado responsável pela elaboração do Plano de *Rigging*.”. (ibid, p.4).

Para Petrobras (2015, p.5), *Rigger* é o “[...] engenheiro ou técnico responsável pela elaboração do procedimento e do plano de movimentação de cargas, com treinamento específico para a área e capacitado.”.

Giribola (2013) expõe que não há no Brasil graduação específica para habilitação dessa modalidade de profissional, porém, os Conselhos Regionais de Engenharia e

Agronomia (Creas) admitem que exerçam a função engenheiros que, na faculdade, cursaram disciplinas sobre resistência dos materiais, estruturas isostáticas e hiperestáticas, mecânica dos sólidos e estruturas metálicas ou equivalentes.

Em entrevista à Revista *Téchne*, Leonardo Roncetti, engenheiro civil formado pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e especialista em Planos de *Rigging*, destaca que a capacitação por meio de cursos específicos é indispensável. "Há peculiaridades importantíssimas no desenvolvimento desses projetos que não são aprendidas nas universidades", lembra. (GIRIBOLA, 2013).

A seguir, serão apresentadas as considerações básicas e primárias aos Planos de *Rigging* a fim de promover a estabilidade de um guindaste móvel telescópico do tipo *Truck Crane* (TC) em operações rotineiras no setor da construção.

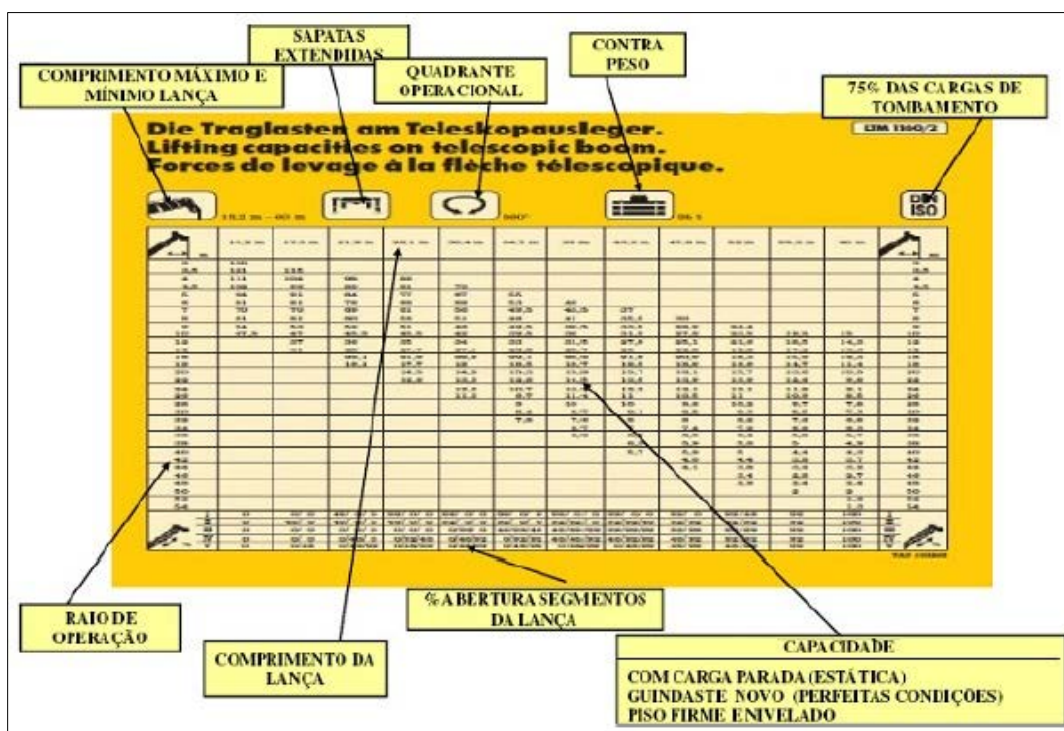
2.2.1 Tabela de Cargas

A USP (2016b, p. 315) define Tabela de Cargas como sendo a combinação entre ângulos e comprimentos de lança do guindaste e, cargas máximas que podem ser levantadas. Explica ainda, com relação ao levantamento de carga, que quanto mais próximo da horizontal o ângulo da lança e/ou quanto maior o seu comprimento, menor a carga capaz de ser içada.

A NR-12 define Tabela de Cargas como um “conjunto de cargas nominais para as configurações estipuladas de equipamentos de guindar e condições operacionais.”. (BRASIL, 2017).

De acordo com o exposto pelo Eng. Mecânico Van Der Linden (2013), Coordenador de Equipamentos do Consórcio EBE-ALUSA na Obra SNOX – RNEST, “[...] a evolução na estrutura dos guindastes telescópicos fez com que as tabelas de carga dos equipamentos fossem parametrizadas pelo raio e comprimento de lança [...]”. A Figura 8 ilustra um exemplo de tabela de cargas de um guindaste telescópico móvel.

Figura 8 – Tabela de cargas de um guindaste telescópico



Fonte: Van Der Linden, 2013

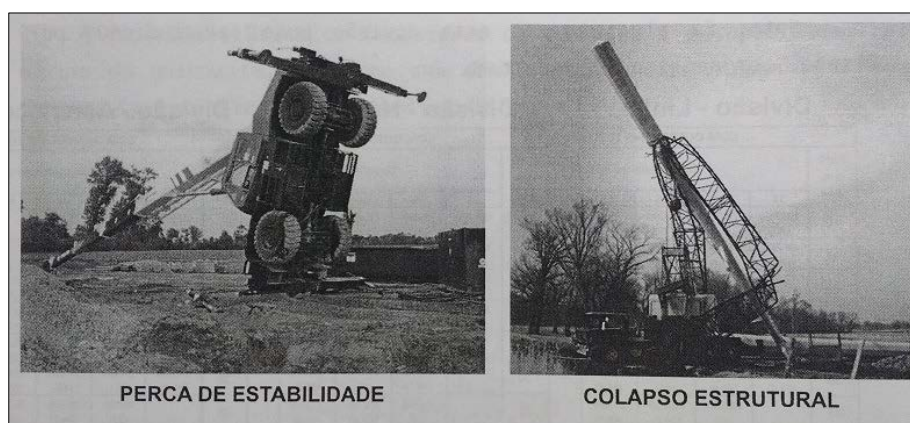
As Tabelas de Cargas de um guindaste móvel têm por função ditar os parâmetros operacionais que são críticos para o uso seguro do equipamento. Nestas Tabelas constam informações sobre as capacidades de carga que o guindaste pode içar em função do raio de operação e da configuração de abertura das lanças telescópicas e/ou da lança fixa (*Jib*).

A Capacidade Bruta Tabelada (CBT), conforme descreve Roncetti (2012, p.52), é a máxima carga que pode ser içada ou movimentada pelo guindaste, e consoante à figura anterior (Figura 8), a tabela de cargas é indicado pelo fabricante do equipamento diante as seguintes considerações:

- Cargas estáticas;
- Equipamento novo;
- Guindaste devidamente nivelado e apoiado sobre solo firme;
- CG da carga alinhado à ponta da lança do guindaste.

A Tabela de Cargas de um guindaste leva em consideração duas categorias gerais: a **estabilidade** e os **fatores estruturais**. Com ótica equivalente, como pode ser observado na Figura 9, é correto afirmar que “os guindastes estão sempre sujeitos a perda de estabilidade ou um colapso estrutural.”. (SERTECH TREINAMENTOS, 2011, p.119).

Figura 9 – Perca de estabilidade x Colapso estrutural

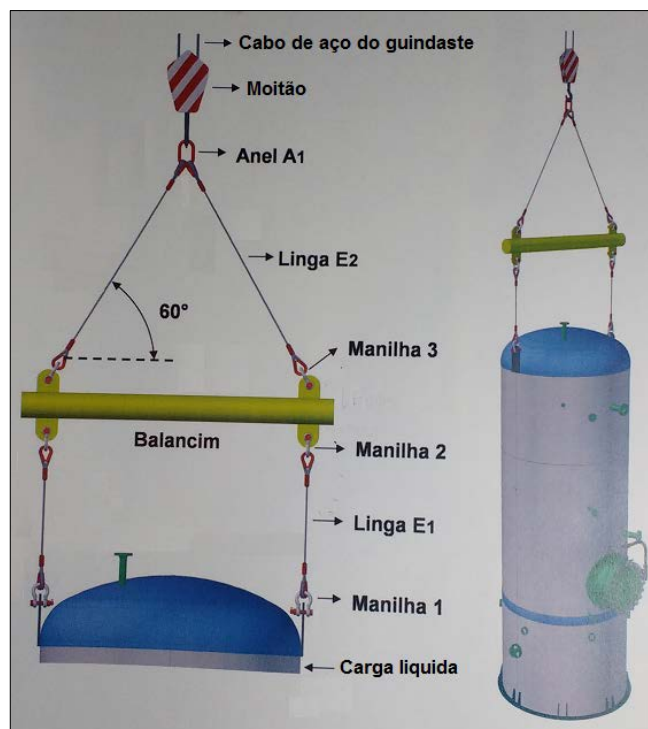


Fonte: Sertech Treinamentos, 2011

2.2.2 Carga Bruta Estática

Campbell (2004) descreve Carga Estática (CE) como sendo o peso total (carga bruta), conforme discutido anteriormente, quando a carga estiver parada. Portanto, todos os pesos pendurados na ponta da lança do guindaste integram o peso total, inclusive seu próprio cabo de aço. A Figura 10 identifica todos os pesos que podem compor a CE:

Figura 10 – Composição do Peso Total



Fonte: Adaptado de Roncetti, 2012

Na Figura 10 há de se considerar ainda, se for o caso, o acréscimo do peso da lança auxiliar “jib”, seu cabo de aço e o gancho “bola”.

A **Carga Bruta Estática (CBE)**, por sua vez, conforme define Roncetti (2012, p.53), é a CE acrescido do Fator de Contingência para o Peso (FCP). Portanto:

$$CBE = CE \times FCP \quad (1)$$

Segundo a Noble Denton (2010, p.18) é permitido adotar $FCP = 1,05$ para os casos aos quais é feito formalmente um controle de peso ou quando se trata de estruturas cuja margem de variação no peso de fornecimento é tradicionalmente menor. Nos demais casos, deve ser aplicado $FCP = 1,10$, salvo quando a carga é previamente pesada, sendo neste último $FCP = 1,03$. Em suma, tem-se:

- $FCP = 1,03 \rightarrow$ carga previamente pesada;
- $FCP = 1,05 \rightarrow$ carga com peso controlado;
- $FCP = 1,10 \rightarrow$ demais casos.

2.2.3 Capacidade Mínima Requerida

Para a determinação da Capacidade Mínima Requerida (CMR), há de se considerar os efeitos produzidos pela Carga Dinâmica. Campbell (2004) caracteriza a CD como àquela produzida pela mudança repentina de velocidade da CE, tais como:

- parada repentina;
- içamento brusco;
- trancos e movimentos rápidos;
- giro repentino do guindaste;
- balanço da carga.

Uma vez definida a CBE, é possível determinar a Capacidade Mínima Requerida. Van Der Linden (2013) assinala a CMR como sendo o valor correspondente à CBE acrescida do Fator de Amplificação Dinâmica (FAD). Tem-se:

$$CMR = CBE \times FAD \quad (2)$$

A menos que estudos específicos de uma determinada operação apontem o contrário, a Noble Denton (2010, p.19) fornece a Tabela 5.1 – Fatores de Amplificação Dinâmica ao Ar Livre – com os valores de FAD à serem aplicados de acordo com a tabela da Figura 11:

Figura 11 – Tabela FAD: Fator de Amplificação Dinâmica

Peso bruto: W (ton)	FAD			
	No Mar	Zona Costeira	Em Terra	
			Movendo	Estático
$W \leq 100$	1,30	1,15		1,00
$100 < W \leq 500$	1,25	1,10		1,00
$500 < W \leq 1.000$	1,20	1,10		1,00
$1.000 < W \leq 2.500$	1,15	1,05		1,00
$2.500 < W \leq 10.000$	1,10	1,05		1,00

Fonte: Adaptado de Noble Denton, 2010

Assim, tratando-se de operações rotineiras (normalmente são as de maior volume) no setor da construção, cujo o peso bruto (W) se enquadram na categoria abaixo de 100 ton ($W \leq 100$), e considerando os efeitos dinâmicos devido as peculiaridades listadas anteriormente, consultando a tabela FAD apresentada na figura anterior (Figura 11), tem-se por resultado na maioria dos casos $FAD = 1,15$.

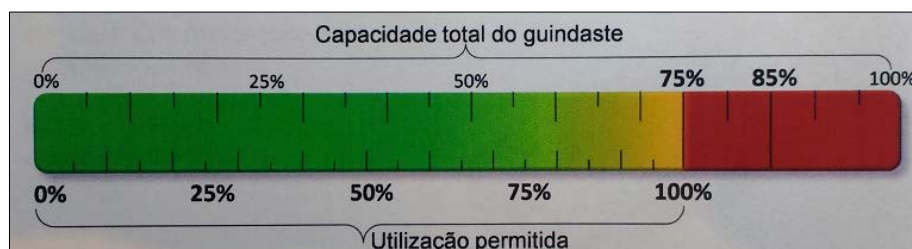
Logo, com base na CMR, é definida a configuração do guindaste e selecionada na tabela de cargas a CBT. Este valor é indicado na tabela de cargas do fabricante. (RONCETTI, 2012, p.52)

2.2.4 Coeficientes de segurança

Nota-se no canto direito superior da Figura 8 apresentada anteriormente a indicação de um valor percentual de cargas referente ao tombamento do maquinário. Trata-se de um limite de segurança do guindaste. Este valor é ditado pelo fabricante do equipamento em atendimento à norma utilizada quando da elaboração da tabela de cargas. Roncetti (2012, p.50) mostra os percentuais de carga de tombamento indicados nas normas:

- Normas DIN/ISO ou EN = 75%;
- Normas ABNT ou ASME = 85%

Figura 12 – Capacidade x Faixa de utilização permitida



Fonte: Roncetti, 2012

A Figura 12 identifica a faixa de utilização permitida do guindaste. Nota-se a diferença existente de 25% ou 15% (função da norma referenciada) para atingir o valor máximo de carga (100%). Não se trata de folgas e não devem ser utilizados, em hipótese alguma, nas operações de içamento de cargas. Estes valores “[...] são para considerar os fatores de variação e segurança internos do guindaste (variação de materiais, desvios de fabricação, etc.)”. (ibid, p.51)

2.2.5 Percentual de utilização

O Percentual de utilização ou Fator de utilização do equipamento, para a Petrobras (2015, p.3), é a “[...] razão entre a carga bruta e a capacidade do equipamento de movimentação de carga na configuração em uso.”.

Para Van Der Linden (2013), e tal-qualmente para Roncetti (2012, p. 51), o fator de utilização (U_e) do guindaste é obtido pela razão entre a CBE e a CBT. Para melhor compreensão desta grandeza, a porcentagem de utilização:

“[...] também chamada de “Eficiência”, indica quantos por cento da capacidade bruta está sendo utilizada. Quanto mais próximo de 0%, menos o guindaste está sendo solicitado. Quanto mais próximo de 100%, mais o guindaste está sendo solicitado.”. (RONCETTI, 2012, P.51)

Assim sendo:

$$U_e (\%) = \frac{CBE}{CBT} \times 100\% \leq 85\% \quad (3)$$

Vale observar que, o limite máximo de 85% exposto na expressão (equação 3) para a taxa de utilização estática (U_e), conforme definido por Roncetti (2012, p.51), trata-se de um valor usual recomendado para operações com a utilização de um único guindaste.

2.2.6 Área de suporte sob a sapata

O guindaste somente poderá iniciar o levantamento da lança e a operação de içamento quando adequadamente apoiado sobre suas patolas (suportes/pés hidráulicos) e devidamente nivelado. O adequado patolamento do equipamento o torna independente de sua suspensão tornando o conjunto mais estável. (USP, 2016b, P.315).

As sapatas sob as patolas deverão ficar sobre apoios rígidos, formados por um conjunto de dormentes ou *mats*, podendo ser de madeira dura (sugere-se maçaranduba ou peroba) ou metálicos, com função de distribuir de maneira uniforme a pressão sobre o piso ou solo que lhe servem de apoio. Por sua vez, o solo deverá ter capacidade de suporte de carga necessária para resistir à pressão gerada pela força na sapata do equipamento.

Figura 13 – Apoio com *mats* ou dormentes



Fonte: Roncetti, 2012

Posto que a força transmitida pelas sapatas das patolas atingem tipicamente valores muito elevados, é bastante comum se valer da utilização destes tipos de apoios, de modo a espalhar a carga e assim reduzir a pressão a valores assimiláveis. (ODEBRECHT, 2011, p.31).

Figura 14 – Nivelamento do Guindaste



Fonte: Arquivo Pessoal, 2014

As imagens anteriores exemplificam o adequado apoio das patolas dos guindastes sobre o piso com a utilização de *mats* de aço e dormentes de madeira (Figura 13) e, o nivelamento realizado com a utilização de *mats* de madeira sob as sapatas das patolas do guindaste (Figura 14).

No que diz respeito ao solo, destaca-se que o profissional *Rigger* não é responsável pelo cálculo da sua resistência. A responsabilidade por se determinar a tensão admissível do piso que irá lhe servir de apoio é do engenheiro civil. Para tanto, ele pode se valer de ensaios de sondagem SPT ou CPT, tomando-se o cuidado de sondar a partir da superfície do terreno. (RONCETTI, 2012, p.55).

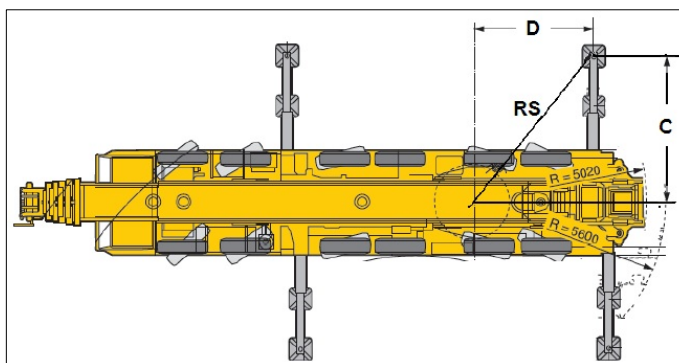
Tanto Van Der Linden (2013), como Roncetti (2012, p. 55), apresentam a mesma equação para quantificar a força máxima na sapata da patola, transmitida ao solo:

$$FS = \frac{CBE \times RO}{RS} + \frac{PG + CW}{4} \quad (4)$$

Onde:

- FS – Força máxima na Sapata;
- CBE – Carga Bruta Estática;
- RO – Raio de Operação;
- RS – Raio da Sapata mais próxima;
- PG – Peso do Guindaste;
- CW – Peso do Contrapeso adicional.

Figura 15 – RS: Raio da Sapata mais próxima



Fonte: Van Der Linden, 2013

O RS, demonstrado na Figura 15, pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$RS = \sqrt{C^2 + D^2} \quad (5)$$

A resistência do terreno deverá ser obtida em interface com a engenharia de fundações da obra onde será realizada as atividades com o guindaste. De posse desta informação, é possível calcular a área mínima que cada sapata irá necessitar para suporte através da seguinte equação:

$$A_{sap} = \frac{FS}{\sigma_s} \quad (6)$$

Onde:

A_{sap} – Área mínima de suporte para cada sapata;

FS – Força máxima na Sapata;

σ_s – Tensão admissível do solo.

2.2.7 Velocidade de vento reduzida

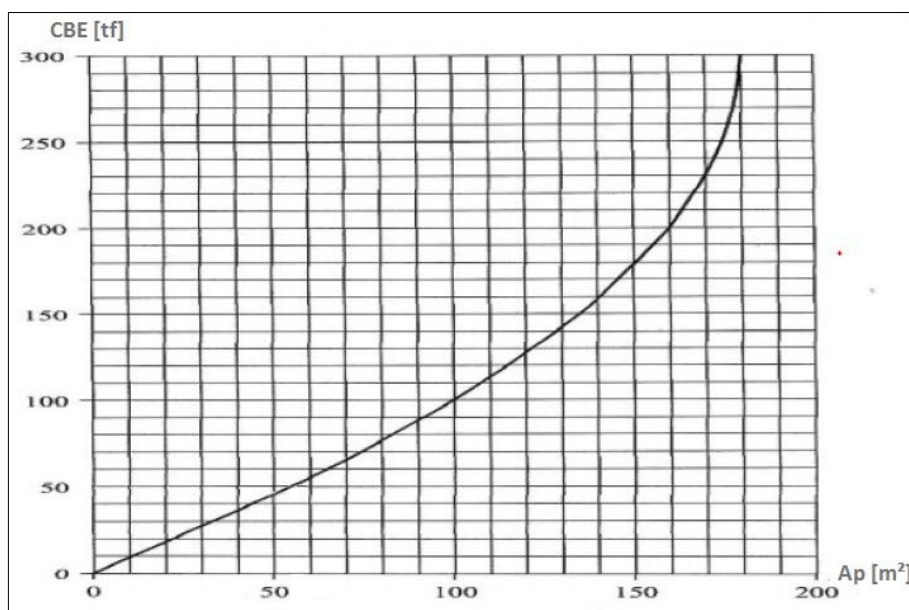
As ações do vento nas operações de movimentação e içamento de cargas podem causar sérios riscos, especialmente quando se faz a utilização de grande extensão de lança e de grande área de exposição da carga. A força imposta pelo vento gera sobrecarga podendo comprometer a resistência estrutural da lança do equipamento e reduzir a sua capacidade ao tombamento. Em alguns casos a operação deve ser interrompida e, no caso de guindastes telescópicos, a lança deve ser recolhida. (SERTECH TREINAMENTOS, 2011, p.113).

A velocidade máxima permitida do vento (V_p) pode variar dependendo do comprimento da lança do guindaste, do modelo do equipamento utilizado e do fabricante do maquinário. No que diz respeito ao planejamento de uma atividade de movimentação de carga, Odebrecht (2011, p.41) denota atenção “para as recomendações do fabricante do guindaste utilizado na operação, apresentadas no manual para uma configuração específica [...]”.

O procedimento de cálculo para a Velocidade de vento reduzida (V_r) é definida conforme especificação de cada fabricante. Geralmente, é função da velocidade de vento permitida (V_p) obtido nos manuais (normalmente nas notas de esclarecimento), da carga bruta estática (CBE) e da área de exposição ao vento (A_w) da carga. (RONCETTI, 2012, p.57).

Abaixo é apresentado o método utilizado para os guindastes LTM Liebherr. Com o valor de CBE determinado nos cálculos anteriores, entra-se no gráfico apresentado na tabela a seguir (Figura 16) e obtém-se a Área permitida (A_p):

Figura 16 – Gráfico: Área permitida x Carga Bruta Estática



Fonte: Adaptado de Van Der Linden, 2013

Com a Área permitida, Van Der Linden (2013) e Roncetti (2012, p. 57) apresentam, para os guindastes LTM Liebherr a expressão utilizada para se calcular a velocidade máxima admissível do vento, ou seja, a velocidade reduzida:

$$V_r = V_p \sqrt{\frac{A_p}{A_w}} \leq V_p \quad (5)$$

Onde:

V_r – Velocidade reduzida admissível na operação específica;

V_p – Velocidade permitida indicada no manual do fabricante;

A_p – Área permitida em função da CBE;

A_w – Área de exposição ao vento da carga à ser içada.

Na ausência de um instrumento de medição, para se ter uma noção da intensidade do vento, pode-se fazer uso da Escala de Beaufort, apresentada na próxima tabela (Figura 17):

Figura 17 – Tabela: Escala de Beaufort

Grau	Designação	nós	km/h	m/s	Aspecto do mar	Efeitos em terra
0	Calmaria	<1	<2	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	Befagem	1 a 3	2 a 6	1 a 2	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direcção do vento
2	Aragem	4 a 6	7 a 11	2 a 3	Ligeira ondulação sem rebentação	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	Fraco	7 a 10	13 a 19	4 a 5	Ondulação até 60 cm, com alguns carneiros	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	Moderado	11 a 16	20 a 30	6 a 8	Ondulação até 1.5 m, carneiros frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Fresco	17 a 21	31 a 39	9 a 11	Ondulação até 2.5 m, muitos carneiros	Movimentação de árvores pequenas; superfície dos lagos ondula
6	Muito Fresco	22 a 27	41 a 50	11 a 14	Ondas grandes até 3.5 m; borrifos	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda chuva aberto
7	Forte	28 a 33	52 a 61	14 a 17	Mar revolto até 4.5 m com espuma e borrifos	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	Muito Forte	34 a 40	63 a 74	17 a 21	Mar revolto até 7.5 m com rebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; circulação de pessoas difícil
9	Duro	41 a 47	76 a 87	21 a 24	Mar revolto até 9 m; borrifos afectam visibilidade	Danos em árvores; impossível andar contra o vento
10	Muito Duro	48 a 55	89 a 102	25 a 28	Mar revolto até 12 m; superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos na estrutura de construções
11	Tempestade	56 a 63	104 a 117	29 a 32	Mar revolto até 14 m; pequenos navios sobem nas vagas	Estragos abundantes em telhados e árvores
12	Furacão	>64	>119	>33	Mar todo de espuma; visibilidade nula	Grandes estragos

Fonte: Odebrecht, 2011

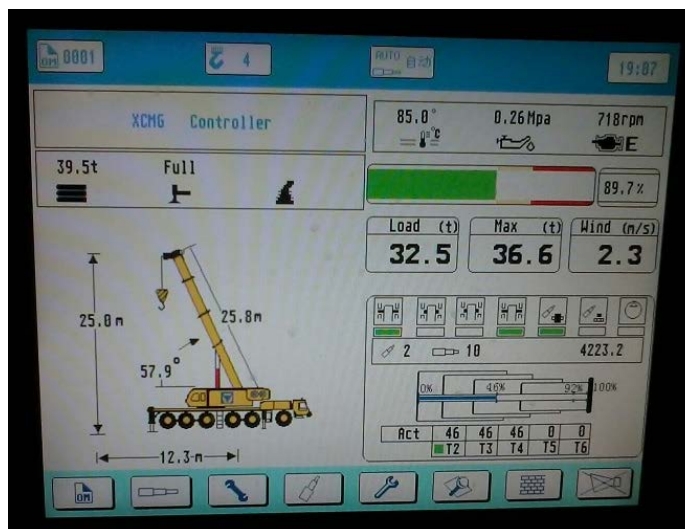
2.3 INDICADOR DE MOMENTO DE CARGA

O Indicador de Momento de Carga (LMI), segundo definição de Campbell (2004) é “[...] um dispositivo visual ou auditivo que fornece ao operador do guindaste todos os dados geométricos e de carga dentro dos parâmetros seguros de operação do guindaste.”.

Conhecido popularmente como o “computador” do guindaste, tem a função de monitorar as operações da máquina, dando ao operador do equipamento, no interior da cabine de operação, **leituras contínuas** (grifo nosso) de movimentos e as condições do guindaste em um LCD digital. O operador recebe informações, incluindo o ângulo e o comprimento de abertura da lança telescópica, o raio de

operação, a capacidade de carga, o peso total levantado e a taxa de utilização (razão entre a carga total levantada e a capacidade de carga).

Figura 18 – LMI: Indicador de Momento de Carga



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

A Figura 18 ilustra o *display* de um LMI com todas as funções citadas anteriormente. Além destas, fundamentalmente necessárias para a efetivação de uma operação segura, o LMI também adverte o operador do guindaste de condições perigosas, soando alarmes e/ou piscando uma luz de aviso. Campbell (2004) reforça ainda que “tal dispositivo automaticamente alertará o operador, paralisará ou restringirá o funcionamento ou movimento do guindaste quando este se aproximar ou ultrapassar a carga de trabalho segura.”.

A NR-12 denomina o componente por **sistema limitador de momento**. Trata-se do “[...] sistema de segurança que atua quando alcançado o limite do momento de carga, impedindo os movimentos que aumentem o momento de carga.”. (BRASIL, 2017).

Apesar de toda esta aparente proteção deve-se ter em mente que a carga apontada pela LMI se refere somente a CE. Portanto, uma margem de segurança se faz necessária, pois sabe-se que além desta, há de ser considerada a CD também.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

No presente estudo é apresentado um sinistro ocorrido com um Guindaste Telescópico TC, modelo ZOOMLION QY70V, ano/modelo 2008/2008, com capacidade de 70.000 kgf à 3m, equipamento este locado (alugado) para a realização de içamentos de dois equipamentos de ar condicionado sobre a cobertura do empreendimento. Trata-se de um estabelecimento em fase final de construção e com inauguração programada. O maquinário perdeu a sua estabilidade no segundo içamento, tendo por consequência o seu tombamento.

O empreendimento em construção localiza-se no interior do estado de São Paulo. A empresa construtora (contratante) locou da empresa locadora (contratada) o guindaste para o levantamento dos dois *chillers* (aparelhos de ar condicionado), responsáveis pela climatização da loja à ser inaugurada, mediante algumas atribuições acordadas que valem destacar para a compreensão deste estudo:

- Guindaste: deverá ter capacidade necessária para o levantamento das cargas indicadas e estar em perfeita condição de funcionamento;
- Mobilização do equipamento ao local da obra: de responsabilidade da locadora;
- Plano de *Rigging*: o levantamento de dados em campo e a elaboração do projeto técnico é de responsabilidade da locadora. Para tanto, a informação do peso máximo líquido dos *chillers* a serem içados é de responsabilidade da construtora;
- Operador de guindaste: profissional qualificado e de responsabilidade da locadora;

Apesar destas atribuições e responsabilidades definidas, vale advertir quanto a responsabilidade solidária entre as partes em eventual sinistro que acarretam prejuízos, sejam à terceiros e/ou cliente final, proprietário do empreendimento em construção.

3.2 METODOLOGIA

No presente trabalho é efetuada uma análise do acidente confrontando os dados levantados em campo com as referências teóricas abordadas, com o intuito de assegurar um desfecho seguro do(s) motivo(s) que levaram a instabilidade do guindaste.

Para tanto, foram utilizadas informações levantadas da perícia realizada no local do sinistro onde, primeiramente, foi efetuada visualmente uma análise das condições físicas (indícios de mau estado de conservação e manutenção) em que se encontrava o equipamento, bem como as condições ofertadas no próprio local, quais sejam, do espaço disponível para o patolamento, das condições do solo que lhe serve de apoio e de possíveis interferências. Posteriormente, com o auxílio de instrumentos de medição, foi levantado o raio de operação e efetuadas as medições das interferências existentes. Foi verificada também a configuração de trabalho do guindaste.

Além da análise da operação física em si, outro objeto de estudo é o projeto técnico de içamento (Plano de *Rigging*) efetuado pela empresa locadora do guindaste, a fim de levantar possíveis falhas em seu planejamento ofertando ao profissional executor (operador do guindaste) um trabalho inseguro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Falar sobre guindastes, é um assunto aparentemente simples, porém de grande profundidade. A utilização de guindastes para içar cargas tem crescido constantemente, e cada vez mais vem sendo empregado a sua aplicação em diversos setores como montagens industriais, construção civil, alterações de *layouts* dentro de uma planta industrial, movimentações de máquinas e equipamentos em geral, montagens de estruturas metálicas, em comunicação visual através das exposições de produtos e marcas, como acontecem em feiras de automóveis, por exemplo. Diversos são a capacidade, o tamanho e a variedade dos guindastes. Por fim, diversas são as situações onde são aproveitadas a sua utilização. A Figura 19 ilustra a utilização de um guindaste em feiras promocionais de automóveis.

Figura 19 – Exposição de Veículos: utilização de Guindaste Telescópico Móvel.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2010.

É importante ressaltar que a definição equivocada deste tipo de equipamento pode trazer desastrosas consequências capazes de gerar enormes prejuízos materiais e, muitos são os casos onde ocasionam perdas irreparáveis, ou seja, vidas de trabalhadores, de pessoas.

O capítulo atual tem como objetivo identificar, da forma mais clara e precisa possível, a(s) causa(s) que ocasionaram a instabilidade do guindaste telescópico, tendo como consequência o seu tombamento, durante a operação de içamento dos aparelhos de ar condicionado sobre a cobertura metálica do empreendimento, fazendo uma análise de toda a matéria envolvida no processo, em busca de possíveis ações e/ou omissões motivadoras para a ocorrência do acidente.

Para efeito comparativo ao caso apresentado, é elaborado um estudo percebendo os requisitos básicos e primários, importantes e necessários, para o correto dimensionamento do guindaste à ser utilizado.

4.1 DESENVOLVIMENTO DA INSPEÇÃO

4.1.1 Análise do local do acidente

O local periciado foi encontrado com o guindaste acidentado, ocasionando danos ao próprio maquinário, da carga objeto de içamento, a destruição parcial da cobertura metálica e a paralisação da obra.

Figura 20 – Guindaste Acidentado.



Fonte: Arquivo Pessoal.

A imagem anterior (Figura 20) e as posteriores (Figuras 21 e 22) ilustram, respectivamente, o guindaste tombado sobre o galpão em fase final de construção, a destruição total do *chiller* em içamento e os danos da cobertura metálica.

Figura 21 – Destruição do *chiller*.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Vale ressaltar que, outro prejuízo relevante se refere ao lucro cessante com a postergação da data de inauguração da loja. Não houveram danos corporais.

Figura 22 – Destruição parcial da cobertura metálica.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.2 Configuração do guindaste

Foi verificada a configuração de trabalho do guindaste. A lança telescópica foi encontrada totalmente estendida utilizando sua extensão máxima, ou seja, com a abertura total de 44m. Em sua ponta foi acoplado o *jib* de 9,5m, montada com ângulo de 0° (zero graus) em relação à lança telescópica, totalizando o montante de 53,5m de lança (Figuras 23 e 24).

Figura 23 – Lança telescópica totalmente estendida.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 24 – *Jib* de 9,5m. montado com ângulo de 0°.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Ainda, no tocante à configuração de trabalho do guindaste, foram encontradas as patolas estabilizadoras totalmente estendidas (Figura 25), exceto a patola frontal direita, onde foi constatado um rompimento da haste cilíndrica hidráulica durante o acidente (Figura 26).

Figura 25 – Estabilizadores totalmente estendidos.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 26 – Rompimento da haste do estabilizador dianteiro direito.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.3 Verificação do suporte de apoio (solo)

Foi efetuada uma verificação visual no suporte de apoio para o patolamento e nivelamento do guindaste com o intuito de visualizar possíveis fissurações, deformações, afundamentos ou deslocamentos do solo, aos quais poderiam ser provocados pelo peso próprio do equipamento e pelo momento de carga proveniente do raio de operação elevado, transferindo grande parte da carga total sobre uma única patola.

Qualquer movimentação do solo pode comprometer a estabilidade do guindaste providenciando o seu tombamento. O local de patolamento do guindaste deve possuir capacidade de suporte mínimo necessário para absorver a pressão exercida pela carga localizada sob a patola com maior carregamento. No entanto, nota-se através das Figuras 27 e 28, a exiguidade de anormalidade, ou seja, no local de patolamento do guindaste, mais precisamente onde ocorreu o acidente, o solo resistiu e permaneceu com as suas condições iniciais íntegras.

Figura 27 – Integridade do solo no estabilizador traseiro.



Fonte: Arquivo Pessoal.

As imagens ilustradas nas Figuras 27 e 28 ilustram a integridade do solo no ponto de patolamento do guindaste identificada pela região onde estão expostos os dormentes. Durante o tombamento, o equipamento se deslocou de posição, propiciando ao solo puncionamentos pontuais das hastes de sustentação dos dois estabilizadores laterais do equipamento.

Figura 28 – Integridade do solo no estabilizador dianteiro.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.4 Ausência de manutenção e uso irregular do guindaste

Foi constatada a utilização de calço de madeira introduzido no mecanismo de aceleração do motor do equipamento, conforme pode ser observado na imagem da Figura 29. A utilização de calço se justifica pela necessidade de manter uma rotação alta durante certas movimentações da carga. Em contrapartida, o calço no acelerador do equipamento mantendo a rotação continuamente alta da máquina durante as movimentações da carga, impossibilita movimentos suaves, exigindo uma atenção demasiada do operador no acionamento e desacionamento dos comandos do guindaste.

Figura 29 – Calço de madeira no acelerador do guindaste.



Fonte: Arquivo Pessoal.

A probabilidade de ocorrer um movimento brusco, tanto na partida quanto na frenagem dos movimentos ao acionar os comandos, é muito alta, quando não, praticamente certa. Os movimentos bruscos ocasionam uma **sobrecarga** à Carga Dinâmica, excedendo os limites previamente estabelecidos em projeto.

4.1.5 Ausência do *display* LMI do guindaste

Foi constatada a falta do *display* LMI, dispositivo de função vital para a realização de uma operação segura. Sem o LMI, tem-se por consequência a omissão total de informações, tais como: ângulo e o comprimento de abertura da lança telescópica, o raio de operação, a capacidade de carga, o peso total levantado e a taxa de utilização. A inexistência do LMI contribui também, para a ausência de alertas e advertências de operações em condições perigosas, através de alarmes sonoros e/ou luz de aviso piscante, além do bloqueio da operação. A Figura 30 evidencia a irregularidade apontada.

Figura 30 – Inexistência do *display* LMI.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.6 Posicionamento do guindaste

Foram realizadas as medições necessárias para apurar o Raio de Operação em que o equipamento estava atuando no momento de seu tombamento. Com o auxílio de uma trena metálica pôde-se medir a distância dos Centros Geométricos (CG) de cada conjunto de dormentes em relação à edificação, utilizados para distribuir a carga e reduzir a pressão sobre o solo. Foi levantada também a distância real do ponto de colocação da carga sobre a edificação totalizando o montante de 36,6m de distância, ou seja, Raio de Operação total de 36,6m.

De posse dos dados levantados, pôde-se ilustrar a posição real do guindaste frente à edificação no momento do tombamento. Este detalhamento está apontado no Anexo B – POSIÇÃO DO GUINDASTE.

4.1.7 Tabelas de cargas e gráfico de levantamento do guindaste

Foram levantadas as tabelas de cargas e o gráfico de içamento do guindaste no próprio equipamento. Estas tabelas ficam disponíveis dentro da cabine de operação

do guindaste para situar previamente ao operador sobre as possíveis configurações de trabalho da máquina. As imagens das Figuras 31 à 33 indicam a existência das tabelas de cargas e do gráfico de levantamento no guindaste.

Figura 31 – Tabelas de cargas da lança telescópica.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 32 – Tabela de cargas do *jib*.

主臂 + 副臂 (m) BOOM + JIB		主臂 + 副臂 (m) BOOM + JIB	
44.0 + 9.5		44.0 + 16.0	
臂架角度	0°	30°	0°
80	5000	3000	3000
78	4700	2850	2700
76	4400	2600	2400
74	4100	2450	2100
72	3800	2300	1850
70	3500	2200	1700
68	3200	2100	1600
66	2800	2000	1500
64	2400	1900	1400
62	2100	1800	1300
60	1850	1650	1200
58	1600	1350	1100
56	1300	1150	1000
54	1000	900	800
52	800		

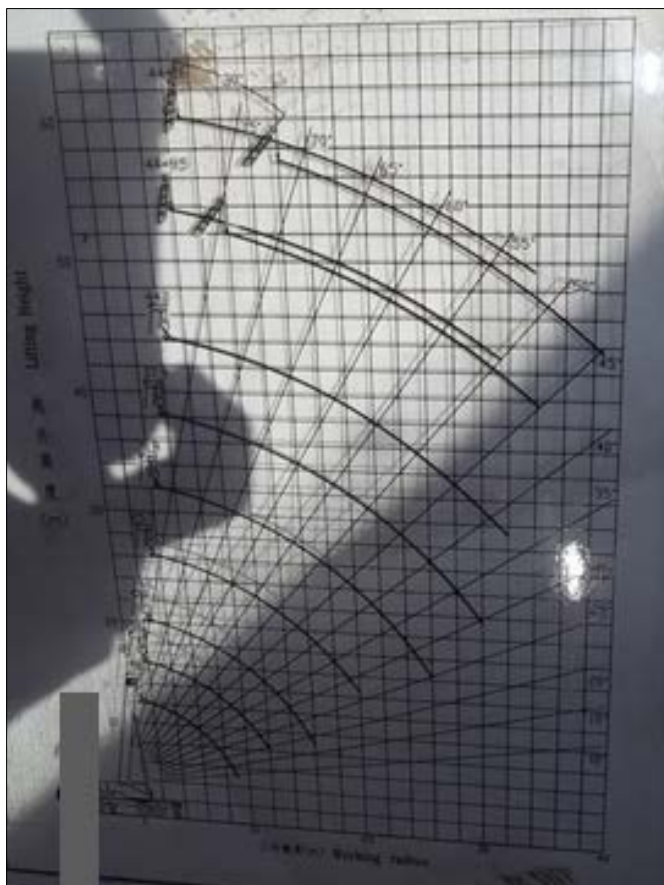
主臂 + 副臂 (m) BOOM + JIB		主臂 + 副臂 (m) BOOM + JIB	
44.0 + 9.5		44.0 + 16.0	
臂架角度	0°	30°	0°
80	4500	2300	2300
78	4300	2200	2200
76	4000	2100	2100
74	3700	2000	2000
72	3400	1900	1900
70	3100	1800	1800
68	2800	1700	1700
66	2500	1600	1600
64	2200	1500	1500
62	1900	1400	1400
60	1600	1300	1300
58	1300	1150	1150
56	1000	900	900
54	800	650	650
52	600	450	450

Notes:

1. Capacities extended to the end of the boom.
2. With the hook at the end of the boom, the capacity is available in front of the hook.
3. Capacities values include the weight of the hookblock and the rope.
4. A radius given on the centerline of the hookblock.
5. If an actual value is larger than the value in the table, the larger one is to be used.
6. When boom is extended, the capacity is reduced.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 33 – Gráfico de levantamento



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.8 Análise da carga movimentada

Com a intenção de apurar se a carga informada pela empresa construtora não ultrapassava o limite estipulado no Plano de *Rigging* elaborado pela locadora, foram verificados os dados constantes nas plaquetas de identificação dos aparelhos de ar condicionado, objetos de içamento.

As imagens das Figuras 34 e 35 denotam o peso de cada equipamento içado, apontando a massa de 560kg (Quinhentos e Sessenta Quilogramas) como a maior carga à ser levantada.

Figura 34 – Carga a ser levantada = 460kg.

WATER FLOW CAUSED BY PLUMBING SYSTEM.

SPRINGER CARRIER

1170

Springer Carrier S.A.

BERTO CIRIO, 521 CANOAS RS CECME-109-48651 / 0001-61

Modelo: **38ABA480386WM** SÉRIE: **2012B45061**

ALIMENTAÇÃO: **380** V **3** PH **60** HZ FUS. **125** COMANDO: **24** V FUS. **1** A

MOTORES:	Q1	LV	CORR. NOM.	ALCORR. PART.	POTENCIA	RES. RELE
EVAPORADOR	1	7.5	11.5	80.5	5520	11.5
CONDENSADOR	2	2	4.36	23.11	1472	4.9
COMPRESSOR	2		27.4	235	16200	
COMPRESSOR						

ALTA: 2827 KPa REFRIGERANTE: **R-22**

FAZENDA DE TESTE: BAIXA: 1034 KPa

PESO: **460** Kg OBS: 1

CORR. RELE DO CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO (VLA)

115.4

Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 35 – Carga a ser levantada = 560kg.

Carrier

R. Berto Cirio, 521 - S. Luiz - Canoas - RS
Ind. Brasileira - C.G.C. 10.948.651/0001-61

Modelo: **40RTC480236WM** N.º S.: **1912845050** CAPACIDADE: **34.5**

VENTILADOR:	VAZÃO NOMINAL	PRESSÃO ESTÁTICA	RPM
EVAPORADOR:	21600 m³/h	20 mmca	720/900
CONDENSADOR:	- m³/h	- mmca	-

MOTORES:	3 FASES	EVAPORADOR	7.5 CV	20/11.5	1740
60 Hz		CONDENSADOR	- CV	- A	-
220/380 V		COMPRESSOR	- KW	- A	-

CARGA: - Kg PESO: **560** Kg OBS:

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.9 Velocidade do vento

As ações do vento nas operações de movimentação e içamento de cargas podem gerar o deslocamento do CG da carga em içamento com grande área de exposição e a instabilidade do guindaste quando se faz a utilização de grande extensão de lança. As forças impostas pelo vento geram sobrecarga capaz de reduzir a sua

capacidade ao tombamento. Conforme investigação, não houve incidência da ação do vento quando da realização das atividades de içamento dos *chillers*.

4.1.10 Análise do Plano de *Rigging*

O Plano de *Rigging* não apresenta informação referente ao ponto de locação, ou seja, o ponto específico para o patolamento do guindaste. Essa deficiência pode ser observada no Anexo C – PLANO DE *RIGGING* ELABORADO PELA LOCADORA. Esta localização se dá em função da planta do empreendimento sobre o qual a carga será içada. Para identificação deste ponto se faz necessário a elaboração de um desenho técnico com o objetivo de ilustrar, direcionar e sinalizar ao operador do guindaste o local exato de patolamento do equipamento.

O Plano de *Rigging* elaborado pela empresa locadora do equipamento, apresenta a carência de ilustrações, ficando à cargo do operador a tomada de decisões técnicas que vão além de sua competência.

Apesar de ser um projeto com reduzidas informações, o Plano de Carga sinaliza alguns parâmetros de operação, aos quais deveriam ser obrigatoriamente obedecidos, quais sejam:

- a) Comprimento da Lança: 44m. Este item indica que a máquina deveria trabalhar com e tão somente 44m de lança estendida, não sinalizando a utilização da lança auxiliar “*JIB*”. No entanto, foi constatado o uso de “*JIB*”, apontando a irregularidade cometida pelo operador do guindaste;
- b) Carga Líquida de Trabalho: 0,9 Toneladas. Indica a carga líquida máxima à ser içada, não se atentando ao peso total, quais sejam, a composição das cargas com a inserção do peso de todos os acessórios de levantamento (moitões, balanças, eslingas, manilhas, pernas de cabo de aço, etc), a determinação posterior da CBE, e por fim, obtenção da CMR através da consideração do FAD, derivado da movimentação da carga;

- c) Raio Máximo de Operação: 32,00 Mts. Indica que o raio máximo à ser operado é de 32,0m. Entretanto, realizada as medições no local do acidente, foi apurado a distância de 36,6m.

4.2 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE MÍNIMA REQUERIDA (CMR)

A CMR é obtida pela soma das CE e da CD. Esta soma é considerada através da aplicação do FAD sobre a CBE. A CBE é o peso total à ser movimentado e içado, ao qual deve ser levado em conta, no seu cálculo, o FCP.

Figura 36 – Tabela: Determinação da Capacidade Mínima Requerida (CMR) .

CARGA 1					CARGA 2				
Quant.	Unid.	Descrição	Peso Unit. (Kgf)	Peso Total (Kgf)	Quant.	Unid.	Descrição	Peso Unit. (Kgf)	Peso Total (Kgf)
1	pç	Roof Top	460	460	1	pç	Roof Top	560	560
1	cj	lingas e manilhas	30	30	1	cj	lingas e manilhas	30	30
1	pç	moitão auxiliar	85	85	1	pç	moitão auxiliar	85	85
53,5	m	cabo de aço 19mm	1,44	77	53,5	m	cabo de aço 19mm	1,44	77
Carga Total (Kgf)				652	Carga Total (Kgf)				752
FCP - Fator de Contingência para o Peso				1,05	FCP - Fator de Contingência para o Peso				1,05
CBE - Carga Bruta Estática (Kgf)				685	CBE - Carga Bruta Estática (Kgf)				790
FAD - Fator de Amplificação Dinâmica				1,15	FAD - Fator de Amplificação Dinâmica				1,15
CMR - Capacidade Mínima Requerida (Kgf)				787	CMR - Capacidade Mínima Requerida (Kgf)				908

Fonte: Arquivo Pessoal.

Para a composição das cargas da tabela demonstrada na Figura 36, foi levada em consideração a configuração do guindaste no momento do acidente. Conclui-se que a Capacidade de Carga Mínima do guindaste deve ser de 787kgf para a Carga 1 e de 908kgf para a Carga 2.

Apesar do Plano de *Rigging* não contemplar a composição de cargas e a consideração de FCP e FAD, por sorte, o contratante informou o peso equivocadamente à maior. Portanto, a carga considerada no estudo técnico

elaborado pela locadora, nomeada como “Peso líquido à ser içado”, no valor de 0,9 toneladas, confere com a CMR.

4.3 PERCENTUAL DE UTILIZAÇÃO DO GUINDASTE

Considera-se as informações do estudo da locadora com RO = 32m e capacidade máxima do guindaste de 1,0TON. Conforme exposto na tabela de cargas do guindaste e, também, como pode ser observado no Anexo D – TABELA DE CARGAS GUINDASTE ZOOMLION QY70V, a CBT do equipamento nesta configuração é de 1.000 kgf, o que confere com o estudo da empresa locadora.

O percentual de utilização do guindaste pode ser obtido fazendo uso da equação (3) apresentada anteriormente. Assim sendo, para a “carga 2”:

$$Ue (\%) = \frac{CBE}{CBT} \times 100\% = \frac{790}{1000} \times 100\% = 79,0\%$$

O resultado obtido de 79,0% para a taxa de utilização estática atende o percentual usual máximo recomendado de 85% para as operações com a utilização de um único guindaste.

4.4 ANÁLISE DA CAPACIDADE DE CARGA DO GUINDASTE

Depois de apurado todas as condições do local, suas interferências, capacidade de suporte do solo e, realizado todos os cálculos para obtenção da carga total à ser içada, a análise da capacidade de carga CBT do equipamento se dá através do estudo das tabelas de cargas e do gráfico de levantamento.

Analisando a tabela de cargas para a configuração manipulada, ou seja, patolamento com estabilizadores totalmente estendidos, lança telescópica

totalmente estendida, *jib* de 9,5m acoplado na ponta da lança com montagem à 0°, chega-se à capacidade máxima de trabalho utilizando a tabela específica para tal configuração, conforme sinalizado na imagem da Figura 37, extraída do próprio equipamento:

Figura 37 – CBT máxima com *jib* à 0°.

主臂、吊钩、吊钩距臂端距离 (m)	主臂 + 副臂 (m) BOOM + JIB			
	主臂全长、副臂、吊钩距臂端距离			
	44.0 + 9.5		44.0 + 16.0	
	0°	30°	0°	30°
80	5000	3000	3000	1300
78	4700	2850	2700	1200
76	4400	2600	2400	1150
74	4100	2450	2100	1100
72	3800	2300	1850	1050
70	3500	2200	1700	1000
68	3200	2100	1600	970
66	2800	2000	1500	940
64	2400	1900	1400	910
62	2100	1800	1300	880
60	1850	1650	1200	850
58	1600	1350	1100	800
56	1300	1150	1000	750
54	1000	900	800	
52	800			

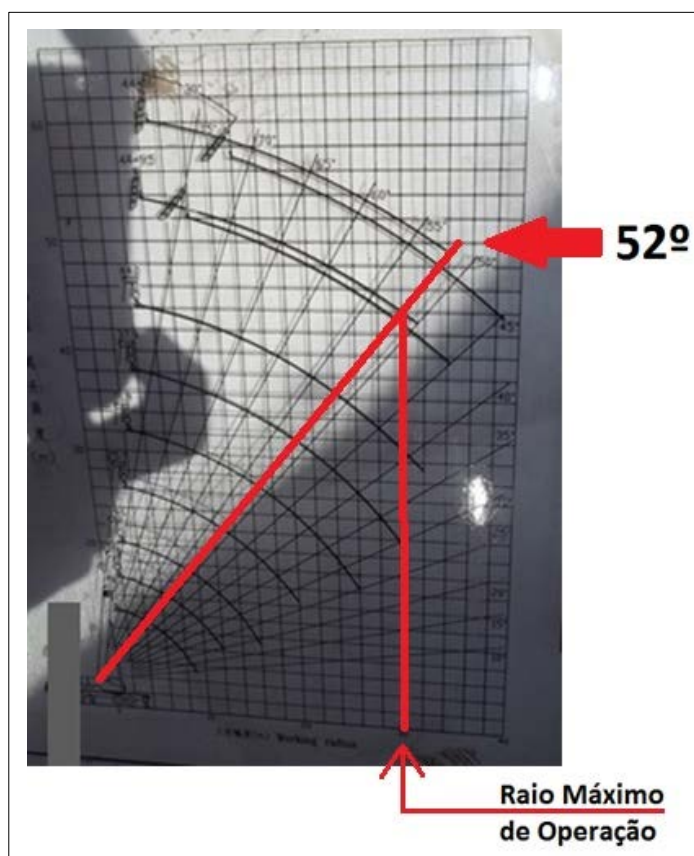
Fonte: Arquivo Pessoal.

Os dados acima podem ser também verificados no Anexo D – TABELA DE CARGAS GUINDASTE ZOOMLION QY70V. Tem-se:

- Ângulo mínimo de elevação da lança: 52°
- Capacidade máxima de carga: 800 kgf.

Junto à tabela de cargas analisa-se o gráfico de levantamento para a obtenção do raio de operação máximo de trabalho. Este levantamento pode ser observado na imagem da Figura 38:

Figura 38 – RO máximo de trabalho.



Fonte: Arquivo Pessoal.

O levantamento obtido através do gráfico de levantamento extraído do maquinário (Figura 37), pode ser comprovado ao se analisar o Anexo E – GRÁFICO DE LEVANTAMENTO GUINDASTE ZOOMLION QY70V. Em síntese, tem-se:

- RO máximo de operação para o *jib* montado à 0°: 30m.

Ainda assim, foi solicitado à empresa BRASIF MÁQUINAS, *dealer* oficial (comercial e técnico) no Brasil da empresa fabricante ZOOMLION, um certificado atestando a capacidade de carga máxima para o referido Guindaste TC Zoomlion QY70V,

ano/modelo 2008/2008, atuando nas configurações especificadas nos itens anteriores. Não obstante, a BRASIF também foi questionada com relação ao fornecimento do equipamento LMI para os guindastes de fabricação da ZOOMLION.

Em suma, obteve-se o seguinte retorno, conforme certificado exposto no Anexo F – CERTIFICADO BRASIF – ZOOMLION:

- Os guindastes são fornecidos com LMI;
- O guindaste deve ser operado conforme as capacidades informadas na tabela de carga;
- Na configuração de 44 metros de lança telescópica e 9,5m de *jib* montado a 0°, o raio máximo é de 32 metros.

4.5 CONSTATAÇÕES DA PERÍCIA REALIZADA

A despeito da ausência indubitável à manutenção do guindaste utilizado na atividade em questão, a divergência apontada entre o raio de operação apresentado no Plano de *Rigging* e o real, entre outras causas, teve uma participação incisiva para a ocorrência do incidente. No que diz respeito ao equipamento, o *display* LMI se existente, comunicaria o operador sobre os parâmetros da operação e colaboraria com sinais de alerta e advertência, além do bloqueio da atividade.

Tal desencontro do RO apontado acima pode ser justificado, entre outros motivos:

- pela contratação de última hora, impossibilitando o tempo hábil do levantamento em campo para a coleta de informações precisas, ou;
- uma vez praticada a visita técnica, pode se dar devido à dificuldade para se medir o raio de operação em função do acesso ao telhado, ou ainda;
- devido a privação de uma planta do telhado situando o ponto exato onde se encontravam as bases de apoio para os aparelhos de ar condicionado.

Os dados constantes das tabelas de cargas e do gráfico de levantamento são capacidades máximas informadas pelo fabricante do equipamento. Não se deve, em hipótese alguma, exceder os limites de capacidade da máquina. No caso em questão houve um expressivo excesso no Raio de Operação (RO máximo permitido de 30m/32m contra RO praticado de 36,6m), extrapolando todos os limites do guindaste.

Em entrevista ao portal de notícias da Fundacentro (2013), Maria Christina Felix salienta que “[...] um acidente não acontece apenas decorrente de uma causa e, sim, de sequência de falhas no processo incluindo material, máquinas, equipamentos, local, influências internas e externas, organização, supervisão, operador e tantas outras circunstâncias que levam ao evento final”.

Tendo em consideração o nosso estudo, o caso apresentado reforça a imprudência dada, tanto no planejamento, quanto na fiscalização e execução da operação, tendo como consequência a ocorrência do sinistro em questão, qual seja, a instabilidade e o respectivo tombamento do guindaste. Cabe ressaltar que tal acidente poderia ser evitado se valesse do envolvimento do setor de SST, em especial, se assistido por um profissional habilitado em Engenharia de Segurança do Trabalho, concentrando devida dedicação na análise primária do Plano de *Rigging*, realizando adequado monitoramento da atividade e oportuna inspeção do equipamento utilizado.

Portanto, “constata-se que a causa do acidente se dá pelo fato do equipamento estar operando totalmente fora da sua capacidade de carga ocasionando a instabilidade do guindaste com o consequente tombamento”.

Em suma, para se minimizar riscos de acidentes, o trabalho deverá ser executado somente se autorizado por um responsável técnico habilitado, ao qual deverá ser responsável por uma fiscalização eficaz para que tudo ocorra conforme planejado e projetado.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após 2005, com a enorme entrada de equipamentos importados em nosso país, vivemos uma realidade onde o número de máquinas é maior que o número de operadores qualificados. Dada a carência de profissionais qualificados, é muito comum encontrarmos operadores de guindaste que são simplesmente analfabetos funcionais. Para quem deseja ser um operador de guindaste, é importante que o interessado procure escolas que ministram cursos que empregam metodologias teóricas/práticas para que possam ser devidamente treinados, qualificados e certificados.

Raphael Benício, diretor executivo da empresa Alpha Omega Consultoria e Treinamento, em entrevista ao Mapa da Obra (2014), reforça que “[...] o ideal para o profissional que sai do curso é começar como ajudante, pegar experiência com movimentação de materiais e, aí sim, virar operador [...]”.

Contudo, é importante realçar a importância de se valer da consulta de um técnico especializado em içamento para a confirmação do guindaste previamente definido. O contratante deve investir neste especialista para a elaboração de um estudo e projeto (Plano de *Rigging*), com o intuito de antecipar possíveis problemas, prever e sinalizar a melhor configuração e posição do equipamento, projetar apoios adequados em função do solo, acessórios a serem empregados, prever sobrecargas adicionais em função das ações dinâmicas, determinar a velocidade reduzida do vento, as etapas de execução, entre outros, com o propósito de minimizar o tempo de execução e possíveis surpresas indesejáveis. No mercado, há algumas empresas locadoras de guindaste que dispõem deste tipo de profissional.

Antes de se iniciar qualquer trabalho, alguns cuidados devem ser tomados:

- o equipamento deverá estar em perfeitas condições de uso e livre de improvisos;
- somente pessoal autorizado, treinado e qualificado poderá conduzir e operar os guindastes;

- utilizar sempre um profissional auxiliar (sinaleiro) quando a visibilidade estiver obstruída;
- verificar se todos os recursos necessários para a realização das atividades estão disponíveis, a fim de evitar improvisações;
- o local de trabalho deverá estar devidamente sinalizado;
- deverá ser garantida a estabilidade das patolas de apoio do guindaste com dormentes e/ou *mats* suficientes, a fim de reduzir ao máximo a pressão transmitida para o solo;
- quando preciso, deve-se realizar reforço no solo com capacidade de suporte necessário à pressão máxima a ser transmitida durante a operação;
- realizar inspeção visual geral e inspecionar o material de amarração antes do içamento;
- não efetuar a movimentação de carga em caso de ocorrência de fortes ventos e/ou chuvas.

5 CONCLUSÃO

A análise do acidente ocorrido com o guindaste móvel telescópico, qual seja, a sua instabilidade e consequente tombamento, objetivo deste trabalho, foi atingido com êxito apresentando os agentes diretos motivadores para a ocorrência do incidente além de destacar as causas indiretas que favoreceram o seu episódio.

REFERÊNCIAS

AMORIM, J. P. **Mão de Obra. Escassez de Profissionais já compromete algumas obras.** Revista M&T – Manutenção & Tecnologia. Edição 144. Editora Sobratema. Mar, 2011.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de set.1990. **Dos Direitos do Consumidor.** Brasília. Set, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm> Acesso em: 12 de fevereiro, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Classificação Brasileira de Ocupações.** Palavra-chave: operador de guindaste móvel. 2002a. Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/pesquisas/BuscaPorTitulo.jsf>> Acesso em: 12 de fevereiro, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Classificação Brasileira de Ocupações.** Palavra-chave: sinaleiro. 2002b. Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/pesquisas/BuscaPorTitulo.jsf>> Acesso em: 12 de fevereiro, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **NR-11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais.** 2016a. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR11.pdf>> Acesso em: 12 de fevereiro, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **NR-12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** 2017. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>> Acesso em: 12 de fevereiro, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **NR-18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.** 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>> Acesso em: 12 de fevereiro, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **NR-35: Trabalho em Altura.** 2016b. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR35.pdf>> Acesso em: 12 de fevereiro, 2018.

CAMPBELL, D. H. **Guindastes Móveis Hoje.** 5ª Edição. Associação de Segurança de Construção de Ontário - Canadá. Instituto de Treinamento de Técnicos Operadores de Ontário - OETIO. 2000. 1ª Edição em Português. 2004.

FRANCO, A J; CARVALHO, R F. **Movimentação de Carga na Construção Civil: uma revisão dos acidentes do trabalho.** Fundacentro. Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/Arquivos/sis/EventoPortal/AnexoPalestraEvento/Movimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20carga%20Aydil%20de%20Jesus%20Branco.pdf>> Acesso em: 04 de fevereiro, 2018.

FUNDACENTRO. **Acidentes na construção: guindaste e desabamento.** Ministério do Trabalho. 26 de dez. 2013. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/noticias/detalhe-da-noticia/2013/12/acidentes-na-construcao-civil-guindaste-e-desabamento>> Acesso em: 04 de fevereiro, 2018.

GIRIBOLA, M. **Engenheiro de Rigging - Içamento e movimentação de peças pesadas no canteiro exigem cálculo e planejamento feitos por profissional especializado.** Revista Técnica. Edição 195. Editora Pini. Jun, 2013. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/195/engenheiro-de-rigging-icamento-e-movimentacao-de-pecas-pesadas-294071-1.aspx>> Acesso em: 16 de janeiro, 2017.

GUINDASTES.COM. **Acidentes com guindastes – Quem é responsável?** 30 de out. 2015. Disponível em: <<http://www.guindastes.com/community/acidentes-com-guindastes-quem-e-responsavel/>> Acesso em: 04 de fevereiro, 2018.

MAPA DA OBRA. **Profissão em Alta.** Votorantim Cimentos. 18 de nov. 2014. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/gestao/profissao-em-alta/>> Acesso em: 06 de fevereiro, 2018.

NOBLE DENTON. **Guidelines For Marine Lifting Operations.** Report 0027/ND Rev 9. Technical Policy Board. 2010. 42p.

ODEBRECHT. **Crêterios Para a Seleção de Guindastes em Operações de Movimentação de Cargas.** Doc n  PI-MC-P-002. Rev 0. 2011. 59p.

PETROBRAS. **N-1965 – Movimentação de Carga, Inspeção, Manutenção e Operação de Equipamentos Terrestres.** Rev F. CONTEC: Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro. Dez, 2015. 17p.

RONCETTI, L. **Plano de Rigging - Formação e Desenvolvimento de Riggers.** Apostila do Curso de Plano de Rigging. VE-RH Treinamento e Consultoria / Techcon Engenharia e Consultoria. Vitória. 2012. 59p.

SERTECH TREINAMENTOS. **Rigger - Planejamento e Projeto.** Rev H. Apostila do Curso de Rigger: Planejamento e Projetos. Sertech Consultoria e Projetos Ltda. Curitiba. 2011. 154p.

USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Legislação e Normas Técnicas.** Apostila para a disciplina do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, eST-102 Legislação e Normas Técnicas. São Paulo: Epusp/PECE, 2016a. 225 p.

USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Prevenção e Controle de Riscos em Máquinas, Equipamentos e Instalações - Parte A.** Apostila para a disciplina do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, eST – 401 Prevenção e Controle de Riscos em Máquinas, Equipamentos e Instalações - Parte A. São Paulo: Epusp/PECE, 2016b. 367 p.

VAN DER LINDEN, R. S. **Movimentação de Cargas: Equipamentos, acessórios, planejamento e aspectos de segurança.** Semana Universitária Poli 2013. Consórcio EBE-ALUSA. 12 de set. 2013. Disponível em: <<http://www.poli.br/~dex/ingenia/palestras/Movimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Cargas.PDF>> Acesso em: 14 de dezembro, 2017.

ZOOMLION. **Zoomlion QY70V533.** Catálogo Técnico. 2009.

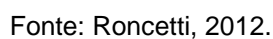
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

DICKIE, D. E. **Manual de Guindastes (Crane Handbook)**. Associação de Segurança de Construção de Ontário - Canadá. Tradução: HARSANY, T. Apostila. Piratuba – SC. 2010. 187p.

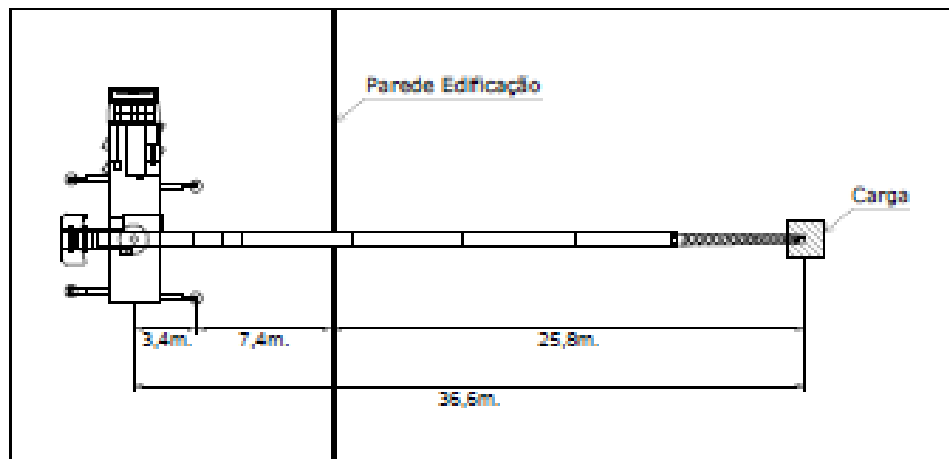
IONESCU, E. **Crane Accidents – Who is Responsible?** 21 de set. 2015. Disponível em: <<http://cranesy.com/crane-accidents-who-is-responsible/>> Acesso em: 04 de fevereiro, 2018.

PETROBRAS. **N-2170 – Inspeção em Serviço de Acessórios de Movimentação de Carga**. Rev F. CONTEC: Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro. Set, 2014.

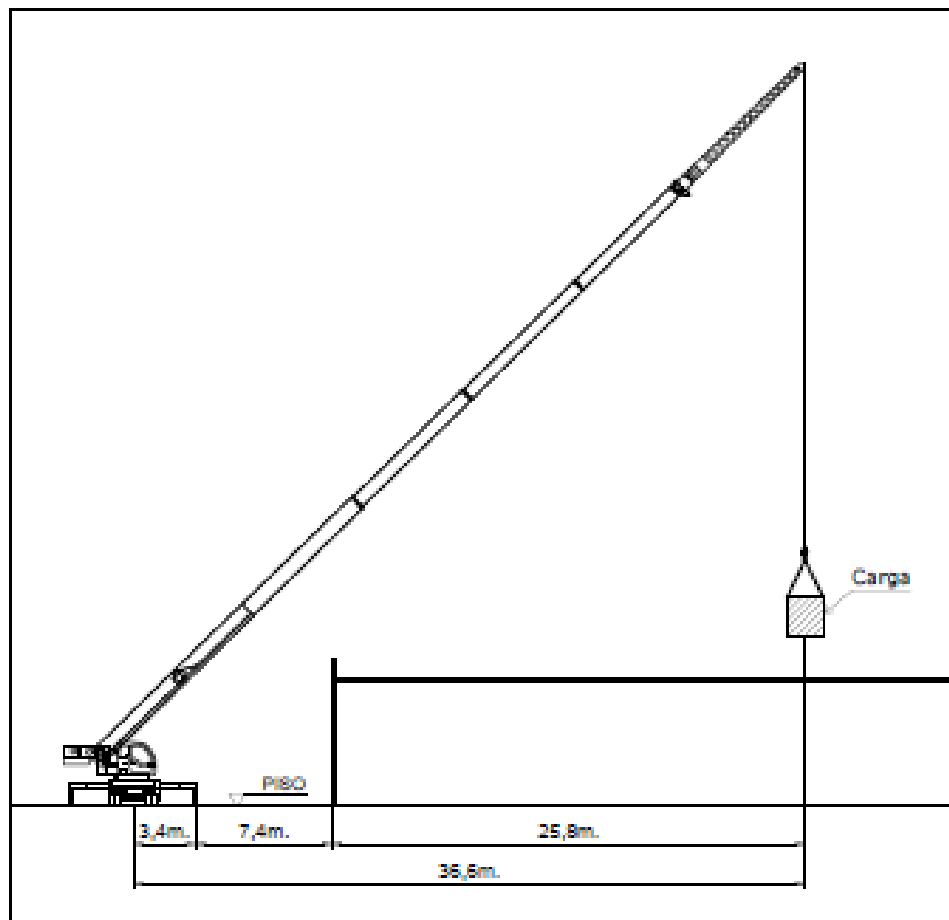
PETROBRAS. **N-2869 – Segurança em Movimentação de Carga**. Rev A. CONTEC: Comissão de Normalização Técnica. Rio de Janeiro. Fev, 2016.



ANEXO B – POSIÇÃO DO GUINDASTE



PLANTA



ELEVAÇÃO

Fonte: Arquivo Pessoal.

ANEXO C – PLANO DE RIGGING ELABORADO PELA LOCADORA

1º Informações gerais	
1.1 Empresa	
1.2 Local de trabalho	
1.3 Descrição de atividade	Montagem
1.4 Peça a ser movimentada	ROOF TOP
1.5 Peso da peça	800 KG
1.6 Ref. Do peso	
1.7 Equipamento	ZOOMLION QY70 V
2º Dados dos Equipamentos de elevação	
2.1 Guindaste	ZOOMLION QY70 V
2.2 Capacidade nominal	70TON
2.3 Distância entre patolas	6,8 Mts
2.4 Raio máximo de trabalho	32,00Mts
2.5 Comprimento da lança	44,0 Mts
2.6 N° de perna de Cabos	2 pernas
2.7 Capacidade bruta do guindaste	1,0 TON
2.8 Peso líquido da peça	0,8 Toneladas
2.9 Peso líquido a ser içado	0,9 toneladas
Obs Fator de segurança	11%
Fator exigido pela empresa	NÃO INFORMADO
3º Patolamento	
3.1 Pressão máxima (por patola)	10,75 tonelada/cada
3.2 Material de patolamento (por patola)	03 dormentes 1,20x 0,15x 0,1
3.3 Área de patolamento por patola (compactado)	1,08 M²
3.4 Resistência mínima exigida do terreno	9,95 toneladas/M²
4 Içamento	
4.1 CINTAS	4,00 M 4 unidades
4.2 Capacidade das cintas	16,0 toneladas
4.3 Tipo de amarração 1º	Simplex vertical
4.4 Sinaleiro	01 unidade
4.5 Ajudante na corda guia	0 unidade
4.6 Manilhas	5/8" 4 unidades
4.7 Capacidade das manilhas	8,0 Toneladas
5 Segurança da movimentação de cargas	
5.1 A área de trabalho deve estar em condições operacionais para o guindaste, ou seja,	

continua

continuação

limpa de quaisquer interferências. Ainda deve-se verificar a existência de galerias subterrâneas sob esta área.

- 5.2 É obrigatório o isolamento (faixas cavaletes ou cones)
- 5.3 Antes do início da operação, é obrigatório a realização de uma análise de risco.
- 5.4 Atenção; inclui também o deslocamento e manobra do guindaste!
- 5.5 É obrigatória a utilização de cordas ou bastões para a guia da movimentação da carga
- 5.6 É proibida a operação do guindaste com ventos superior a 9,0 m/s (32 km)
- 5.7 É proibida a operação do guindaste próximo redes de energia ligadas ou energizadas as distâncias mínimas de operação são 6,3 mt verticalmente e 4,8 horizontalmente
- 5.8 O patolamento de ser realizado de forma completa, ou seja todas as patolas devem ser totalmente estendidas
- 5.9 O uso do BAY-PASS ou jump só é permitido em situações especiais de emergências
- 5.10 É expressamente proibido o trabalho do guindaste fora dos limites de carga.
- 5.11 O material de içamento a ser utilizado na movimentação de cargas descrita neste plano de RIGGING deve estar conforme ao item 4 (içamento) deste documento.
- 5.12 A locomoção e operação dos equipamentos só deverá ser efetuada por profissionais treinados e qualificados conforme a legislação de normas e procedimentos.
- 5.13 Somente deverão participar da operação de movimentação de cargas as pessoas envolvidas com a mesma e registrado na (APT)
- 5.14 Alguns guindastes possuem dispositivos de segurança que interrompem a operação do equipamento no caso de ações incorretas, NÃO UTILIZAR O BAY-PASS OU JUMP (chave do computador), pare a operação e entenda o que está errado!! Corrija a operação
- 5.15 Este plano de RIGGING foi elaborado conforme dados informado no item 8, Ocorrendo qualquer alteração física da área ou peso a [REDACTED] deverá ser informada para uma elaboração de um plano novo

6 Observações

- 6.1 Operador pode utilizar materiais de içamento, desde que estes vejam a dar mais segurança a operação.
- 6.2 Todas as informações, demonstradas no plano, tais como lança, peso, capacidade estão demonstradas como pontos máximos de execução do serviço.
- 6.3 O sinaleiro deverá ser disponibilizado pela [REDACTED]
- 6.4 As peças (ROOF TOP) serão içadas do chão direto até as bases locadas na cobertura sem baldeação.

7 Dados do plano de RIGGING

- 7.1 Visita técnica realizada por [REDACTED]
- 7.2 Responsável (Cliente) pela visita técnica [REDACTED]
- 7.3 Plano de RIGGING elaborado em [REDACTED]
- 7.4 Plano de RIGGING elaborado por [REDACTED]
- 7.5 Plano de RIGGING revisado em [REDACTED]
- 7.6 Responsável Técnico [REDACTED]

8 Aprovações

- 8.1 [REDACTED] DATA [REDACTED]
- 8.2 [REDACTED] [REDACTED]

Fonte: Arquivo Confidencial.

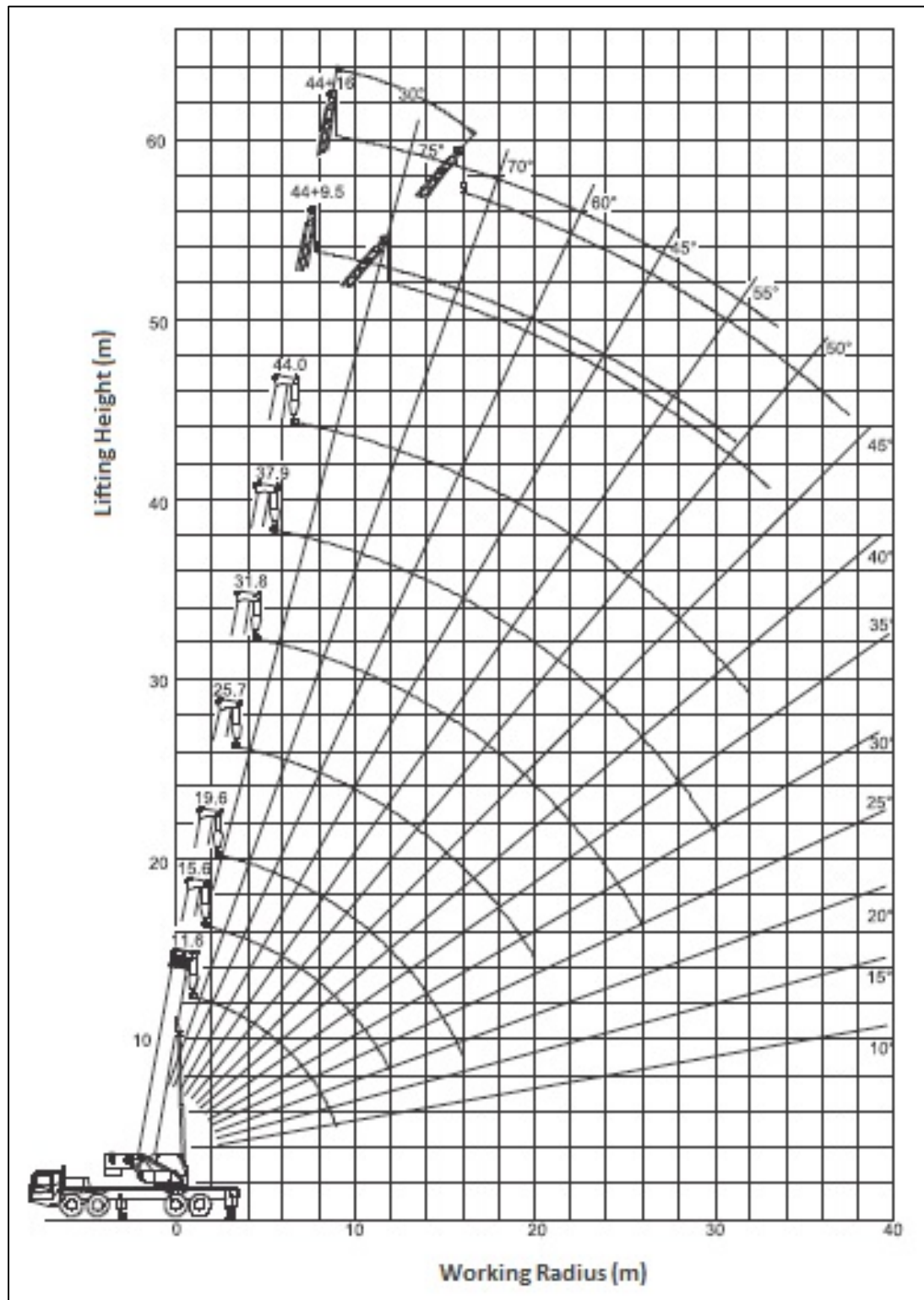
conclusão

ANEXO D – TABELA DE CARGAS GUINDASTE ZOOMLION QY70V

Working radius (m)	Boom (m)							Boom angle (°)	Boom + jib (m)			
	Outriggers and telescopic cylinder I fully extended, over side and over rear								Outriggers fully extended, over side and over rear			
	11.6	15.6	19.6	25.7	31.8	37.9	44.0		44.0+9.5	0°	30°	44.0+16.0
3.0	70000	50000	40000									
3.5	63000	50000	40000									
4.0	56000	47000	40000	28000								
4.5	52000	44000	40000	28000								
5.0	48000	42000	38000	27000								
5.5	43000	39000	36000	26000	18000							
6.0	39000	37000	34000	25000	18000							
6.5	35000	33000	31500	24000	18000							
7.0	30000	28700	28700	23000	18000	14000						
7.5	26500	25000	25000	22000	18000	14000						
8.0	23500	22500	22500	21000	17500	14000						
9.0	18200	18200	18200	18500	16000	14000	10000					
10.0		14700	14700	15300	14500	13000	9800					
11.0		12200	12200	12700	13000	12000	9500					
12.0		10000	10200	11000	11500	11000	9000					
14.0			7100	8200	8800	9300	8000					
16.0			5300	6000	6700	7200	7000					
18.0				4700	5200	5500	5900					
20.0				3500	4000	4300	4600					
22.0					3100	3300	3800					
24.0					2300	2500	3000					
26.0					1700	1900	2300					
28.0						1400	1800					
30.0						900	1300					
32.0							1000					
Reeving	12	9	9	5	5	3	3	Reeving				
Hook								Hook				






Fonte: Adaptado de Zoomlion, 2009.

ANEXO E – GRÁFICO DE LEVANTAMENTO GUINDASTE ZOOMLION QY70V



Fonte: Adaptado de Zoomlion, 2009.

ANEXO F – CERTIFICADO BRASIF – ZOOMLION

	
Jundiaí, 	
À 	
<p>Na condição de distribuidores exclusivos dos guindastes Zoomlion para o nosso território, certificamos que os guindastes Zoomlion, modelo QY70V possuem capacidade máxima de carga de 70.000 kg.</p> <p>Os equipamentos são fornecidos com Limitador de Momento de Carga (LMI) e durante a entrega técnica do equipamento, o sistema é aferido e todos os demais sistemas mecânicos, hidráulicos, elétricos e eletrônicos são testados.</p> <p>O guindaste deve ser operado conforme as capacidades informadas na tabela de carga e demais informações do manual de operação do equipamento.</p> <p>O guindaste QY70, ano 2008, possui raio máximo de operação de 40 metros sendo que na configuração de 44 metros de lança telescópica e 9,5m de JIB montado a 0°, o raio máximo é de 32 metros.</p> <p>Declaramos ainda que o equipamento deve ser inspecionado e aferido a cada 12 meses.</p> <p>Sds,</p> <p></p>	

Fonte: Brasif.