

MIRIAN SANTANA GABRIEL

**Discussão sobre o uso de grua ascensional em edifícios de alvenaria
estrutural – estudo de caso**

São Paulo
2018

MIRIAN SANTANA GABRIEL

**Discussão sobre o uso de grua ascensional em edifícios de alvenaria
estrutural – estudo de caso**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

Orientador: Prof. Msc Alexandre Amado Britez

São Paulo
2018

MIRIAN SANTANA GABRIEL

**Discussão sobre o uso de grua ascensional em edifícios de alvenaria
estrutural – estudo de caso**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Especialista em
Tecnologia e Gestão na Produção de
Edifícios.

Área de Concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Msc Alexandre Amado
Britez

São Paulo

2018

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

Gabriel, Mirian Santana

Discussão sobre o uso de grua ascensional em edifícios de alvenaria estrutural – estudo de caso / M. S. Gabriel -- São Paulo, 2018. 51 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Grua ascensional 2.Alvenaria estrutural 3.Logística de canteiro
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

À minha amada família pela
confiança, compreensão
e carinho de ontem,
hoje e sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela conclusão de mais uma etapa em minha jornada e pela força e saúde concedida durante esta mais esta batalha.

Ao Anderson, meu esposo, companheiro, por todo amor, carinho, paciência e compreensão que tem me dedicado.

Aos meus pais, meu irmão e minha sogra, pelo apoio, compreensão, incentivo e carinho de sempre.

Ao meu orientador, Prof. Msc Alexandre Amado Britez, pelos ensinamentos e pela orientação com sabedoria e clareza.

Aos professores, que com dedicação transmitiram seus valiosos conhecimentos durante o curso.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma discussão sobre o emprego de grua ascensional em empreendimentos de alvenaria estrutural, com o objetivo de diminuir o tempo de ciclo para a execução dos pavimentos. O trabalho apresenta as principais características técnicas do equipamento e as principais vantagens potenciais com a sua utilização. Foi levantado um estudo de caso comparando dois empreendimentos de uma construtora, uma com o uso de grua ascensional e outra sem o equipamento. Como resultado deste estudo, a conclusão foi de que a grua ascensional não apresentou uma boa relação custo-benefício para este empreendimento uma vez que o uso do equipamento não foi planejado de modo a extrair o seu máximo de eficiência.

Palavras-Chave: Grua ascensional. Alvenaria estrutural. Logística de canteiro.

ABSTRACT

This work presents a discussion about the use of climbing cranes in structural masonry projects, with the aim of reducing the cycle time for the execution of pavements. The work presents the main technical characteristics of the equipment and the main potential advantages of its use. A case study comparing two projects was raised from a construction company, one with the use of the climbing crane and one without the equipment. As a result of this study, the conclusion was that the climbing crane was not cost-effective for this project since the use of the equipment was not planned in order to extract its maximum efficiency.

Keywords: Climbing crane. Structural masonry. Logistic of construction site.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Justificativa	7
1.2	Objetivo.	8
1.3	Metodologia.	8
1.4	Estruturação do trabalho.	8
2	VISÃO GERAL SOBRE O USO DE GRUAS ASCENSIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICOS.	10
2.1	Definição.	10
2.2	Histórico	17
2.3	Vantagens potenciais.	17
2.4	Critérios de escolha.	19
2.5	Normalização.	22
3	ESTUDO DE CASO	25
3.1	Estrutura organizacional da construtora	25
3.2	Empreendimento A	27
3.3	Empreendimento B	34
4	DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO	44
5	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A alvenaria estrutural é um sistema tradicional e tem sido amplamente utilizado na construção de edifícios, principalmente para uso habitacional.

Segundo Tauil; Nese (2010), a alvenaria estrutural é o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso.

Trata-se de um sistema que contempla a função estrutural da edificação e a função de vedo entre os ambientes internos e na fachada. Espera-se que este conjunto tenha resistência a impactos, promova segurança, resistência ao fogo, determinado nível de isolamento térmica e acústica e proteção a intempéries.

Um dos desafios neste tipo de construção é o abastecimento dos blocos, argamassa, graute e armação no pavimento que está sendo executado de modo que não prejudique a produtividade, não abastecendo demais, e conseqüentemente dificultando a passagens de equipamento e pessoal, nem de menos, atrasando a produção.

Apesar de se tratar de uma decisão importantíssima para o andamento da obra a discussão sobre quais equipamentos serão utilizados para a distribuição vertical e horizontal fica, na maioria das vezes, a cargo de cada equipe de obra.

A autora tem amplo acesso as informações necessárias para este estudo, uma vez que era a engenheira residente nas duas obras, descrevendo o caso em suas particularidades e com visualização de vantagens e desvantagens sobre os sistemas utilizados em duas obras da construtora estudada.

Para este trabalho serão analisadas duas obras, uma com uso de elevador de obra e guincho de elevação, para transporte vertical e outra com o uso de elevador de obra e grua ascensional.

O estudo será concentrado na eficiência no uso da grua ascensional tendo em vista que se trata de um equipamento de alto valor financeiro e discutirá as suas possibilidades de uso nestes tipos de obra.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma discussão quanto ao emprego de grua ascensional para edifícios de alvenaria estrutural com base em um estudo de caso de dois empreendimentos de uma construtora.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada para coleta dos dados e informações deste trabalho foi composta da experiência da autora nos empreendimentos da construtora estudada, enquanto engenheira residente da obra, acesso aos dados dos empreendimentos que compõem o estudo de caso e revisão bibliográfica acerca do tema.

A coleta dos dados dos empreendimentos do estudo de caso buscou determinar o porte dos empreendimentos e as suas necessidades, buscando entender as decisões tomadas do ponto de vista da distribuição vertical de material para abastecimento da obra.

A revisão bibliográfica objetivou conceituar o equipamento objeto deste estudo, suas necessidades para instalação na obra, vantagens, desvantagens e os itens normativos referentes à sua utilização.

1.4 Estruturação do trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos: introdução, revisão bibliográfica, desenvolvimento da pesquisa por meio do estudo de caso em dois empreendimentos da construtora estudada, análise crítica e considerações finais.

O primeiro capítulo é de caráter introdutório e está dividido em quatro partes: justificativa, objetivo, metodologia e estruturação do trabalho.

O segundo capítulo traz a revisão bibliográfica para melhor entendimento sobre o uso da grua ascensional, e está dividido em cinco partes. A primeira parte traz a apresentação das definições do equipamento; a segunda parte apresenta o histórico de criação e utilização; a terceira traz vantagens potenciais do equipamento; a quarta parte traz os critérios de escolha de acordo com o empreendimento; e a quinta parte

traz a normalização, item importante para o correto uso e contratação do equipamento.

O terceiro capítulo, traz o estudo de caso sobre dois diferentes empreendimentos de uma mesma construtora e apresenta as características de cada empreendimento, os equipamentos utilizados, as dificuldades enfrentadas e os resultados obtidos em cada um deles.

No quarto capítulo é possível discutir, tomando como base o segundo e o terceiro capítulo sobre como foi o resultado acerca do uso, ou não uso, da grua ascensional nos empreendimentos.

A conclusão sobre o trabalho compõe o quinto e último capítulo.

Na sequência, são indicadas as referências bibliográficas consultadas para o desenvolvimento deste trabalho.

2 VISÃO GERAL SOBRE O USO DE GRUAS ASCENSIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

2.1 Definição

As gruas em geral, segundo Debate técnico realizado na revista Construção e Mercado (edição 32), também chamada de guindaste, são um equipamento versátil utilizado para a movimentação e elevação de cargas pesadas nas mais variadas situações desde a indústria da construção civil, indústrias de elementos pesados, indústrias montadoras de veículos, terminais portuários e terminais aeroportuários. Segundo Scigliano (2015), para evolução técnica das construções com obras racionalizadas e industrializadas o primeiro passo é partir para a utilização de gruas, para um transporte ágil e rápido.

Na construção civil é utilizado em obras de pequeno, médio e grande porte, garantindo baixos impactos, eficiência e segurança na obra.

Diferentemente de gruas fixas a grua ascensional não ocupa espaço na envoltória do edifício sendo instalado em poços de elevadores ou aberturas nas lajes e acompanham o avanço da execução da obra.

Figura 01 – Grua ascensional



Fonte: Nakamura (2018).

É um equipamento de simples operação dentro dos limites do canteiro de obra, devendo ser instalado e operado evitando passar por cima de terrenos vizinhos e ruas movimentadas.

Este tipo de equipamento pode ser operado em uma cabine no topo da torre aonde fica o funcionário controlador, ou fora da torre, via rádio, infravermelho ou ligado por cabo.

A grua ascensional é instalada em um vão nas lajes, criados ou pré-existentes como vão de elevador. Este tipo de grua deve estar sempre amarrado a três lajes inferiores. Por ser do tipo ascensional após a execução de duas lajes acima da última amarração deve ser feita a ascensão da grua por uma equipe treinada e especializada. Esta equipe é da própria locadora do equipamento.

A capacidade de carga varia de grua para grua de acordo com o tipo de equipamento que dispõe o fornecedor e a necessidade de raio de alcance da lança na obra, quanto maior a lança menor a carga na ponta.

Figura 02 – Modelos de guias ascensionais



Fonte: Passini Equipamentos (2018).

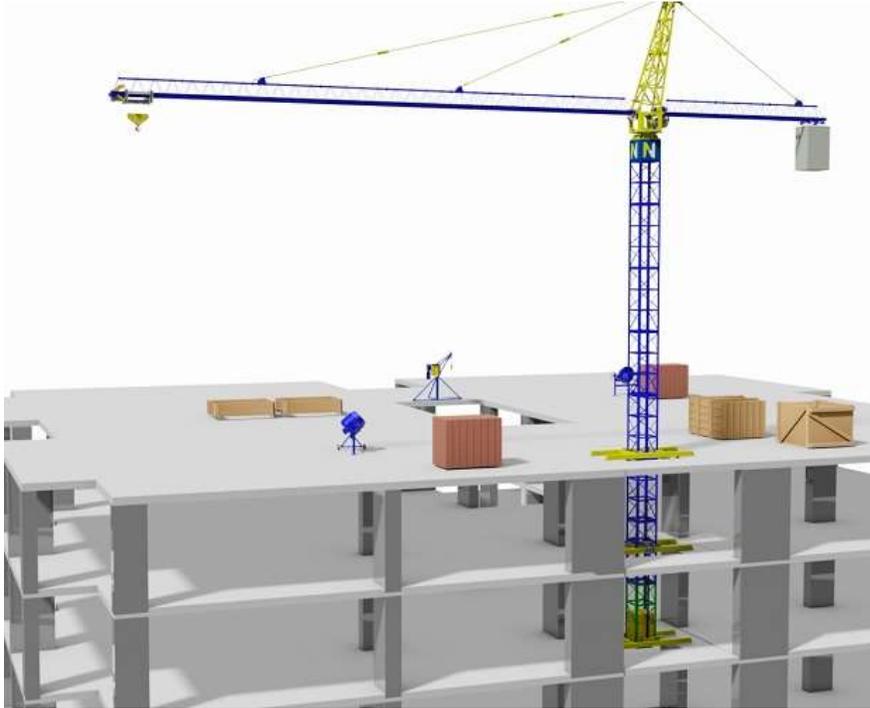
A montagem é rápida, se comparado a outros tipos de grua, em um dia a grua é montada com o auxílio de um guindaste.

Já a desmontagem, mesmo ainda sendo rápida, demanda um pouco mais de tempo, devido à localização da grua ascensional no topo do prédio. A desmontagem também pode demandar de guindaste ou, segundo Gabos e Sigliano (2017), dependendo da altura do edifício, demandar de equipamentos auxiliares montados no topo do edifício.

Figura 03 – Grua ascensional



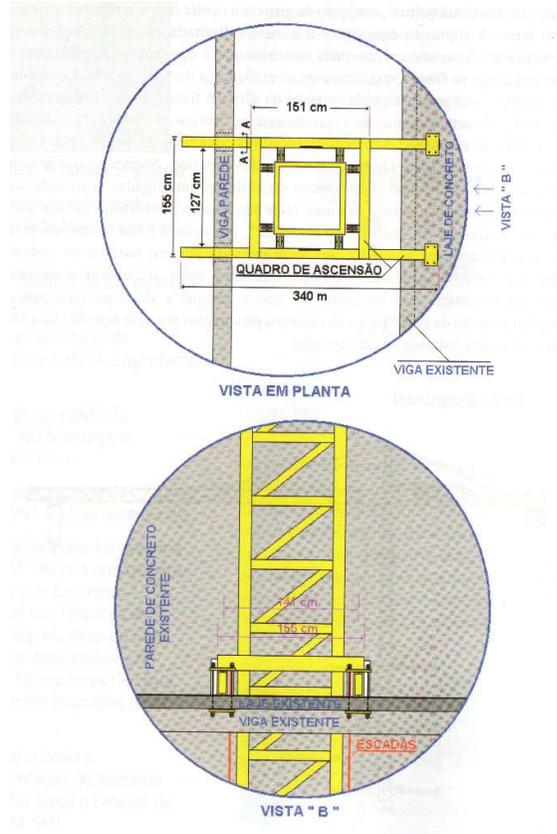
Fonte: Passini (2018).

Figura 04 – Grua ascensional

Fonte: Tecnipar (2018).

O local de instalação deste tipo de grua deve ser preparado prevendo vigas com capacidade de carga correspondente ao necessário pela grua indicado pelo fornecedor. A grua ascensional é suportada por dois conjuntos de amarras em duas lajes subseqüentes. A fixação deste conjunto de amarras é feita por vigas perfil “I” e travadas por meio de barras roscadas que atravessam cada laje.

Figura 05 – Grua ascensional - Instalação

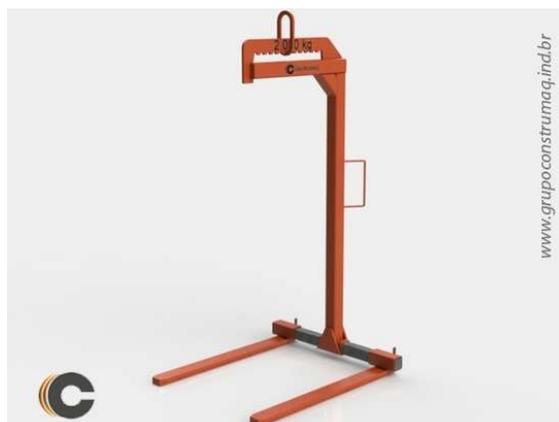


Fonte: Scigliano (2015)

Os componentes para montagem da grua ascensional são:

- Módulos utilizados para construir a torre vertical;
- Conjunto giratório;
- Conjunto de amarras;
- Lança;
- Contra lança;
- Conjunto carretel;
- Torre central;
- Conjunto tirante maior;
- Conjunto tirante menor;
- Conjunto guarda corpo;
- Conjunto suporte do painel elétrico;
- Carro de lança;
- Contrapeso.

Figura 07 – Garfo paleteiro para grua



Fonte: Grupo Construmaq (2018)

Figura 08 – Caçamba para entulho para grua



Fonte: Grupo Construmaq (2018)

Figura 09 – Balde para grua



Fonte: Grupo Construmaq (2018)

2.2 Histórico

A origem dos guindastes e gruas é incerto. Acredita-se que na construção das pirâmides do Egito, há cerca de 4.500 anos atrás, houve um sistema de elevação com o uso de polias, constituindo um sistema de várias polias chamado de talha. Eram movidos por homens e/ou animais. A introdução da talha na construção substituiu as rampas como meio de elevação, sendo um sistema menos trabalhoso e mais ágil.

Existe uma evidência literária atribuída a Aristóteles (348-322 A.C) em que primeiro aparece na história o conceito do emprego de polias para mover mais fácil e rapidamente cargas.

Posteriormente, estruturas maiores foram desenvolvidas usando engrenagens movidas por tração humana, permitindo a elevação de maiores cargas.

Na Alta Idade Média, entre os séculos V e XV, os equipamentos foram empregados na área portuária para carga, descarga e construção de embarcações. As primeiras estruturas desse tipo eram construídas de madeira e com a Revolução Industrial, já no século XIX, passaram a serem produzidos em ferro fundido e aço e a força humana foi substituída por máquinas a vapor. O uso de aço revolucionou os guindastes possibilitando os avanços na construção das suas estruturas e conseqüentemente maiores capacidades de carga.

Os motores a vapor foram substituídos por motores de combustão interna (diesel).

Atualmente existem diversos modelos de guindastes para todos os tipos de serviços e condições de operação, dispendo de diversos itens de segurança segundo as normas vigentes para reduzir os riscos de operação em um equipamento como este, de grande porte.

2.3 Vantagens potenciais

A grua ascensional é um equipamento de fácil operação, com funções básicas de comando na botoeira e que possibilita atender, a depender do local de instalação e das especificidades de cada obra, um grande raio girando 360° otimizando cargas e descargas de material.

A grua ascensional traz diversas vantagens potenciais em seu uso. A vantagem mais significativa é a maior capacidade de carga que pode levar a uma significativa diminuição de prazos de execução possibilitando um abastecimento mais ágil e em

maior quantidade. Esta maior capacidade de carga pode possibilitar a diminuição de prazos e de mão-de-obra empregada no serviço de alvenaria estrutural, por exemplo. A possibilidade de elevação de um palete inteiro de blocos para a execução da obra com o sistema de alvenaria estrutural é uma grande vantagem, não sendo necessário a transformação dos paletes em mini paletes para subir pelo elevador de obra. Esta vantagem segundo Scigliano (2015) possibilita a ausência de perdas de material no manejo para o transporte.

Quanto a execução da armação das lajes e das paredes de alvenaria estrutural, têm-se uma maior segurança na subida do aço em feixes para montagem e há também a possibilidade de se obter grande vantagem com o emprego de armação de laje pré-montada, como no caso de armações negativas, ou o uso de telas soldadas até para a armação positiva industrializando o processo de armação.

O abastecimento de argamassa e de graute no pavimento em execução também se dá de forma mais rápida e em maior quantidade. Segundo Souza e Franco (1997) um elevador de obra leva 0,13 m³ de argamassa por ciclo, enquanto uma grua pode levar 0,25 m³ de argamassa ou graute por ciclo. Este tipo de transporte viabiliza a locação das argamassadeiras nos pavimentos inferiores e o transporte da argamassa e do graute já prontos para o uso. Deste modo libera-se mais espaço para movimentação no pavimento em execução para os ajudantes e pedreiros.

Além dos itens que se referem a uma maior agilidade no transporte vertical em direção a produção há também uma vantagem no contra fluxo trazendo o entulho residual do pavimento em execução por meio de acessórios como uma caçamba com capacidade adequada ao tipo de grua empregado.

Segundo Souza (2009) uma das vantagens menos técnicas com a utilização de guas nos empreendimentos é de marketing atraindo o cliente com a sensação de obra rápida.

Utilizando a grua, o elevador de obra, imprescindível em todas as obras com mais de 3 pavimentos para transporte de pessoas, fica mais livre para o transporte de outros materiais para as atividades subseqüentes à alvenaria estrutural como instalação de esquadrias, gesso, chapisco, emboço e assim por diante.

2.4 Critérios de escolha

Segundo debate técnico realizado na Construção e Mercado (edição 32), a decisão sobre o uso ou não do equipamento e do tipo de equipamento a ser utilizado é complexa, pois deve levar em consideração o custo-benefício.

É necessário analisar todos os benefícios trazidos ao canteiro levando em consideração as vantagens relacionadas no capítulo anterior.

Segundo Gabos e Sigliano (2017), no caso de obras com estruturas pré-fabricadas, como pré-laje, escada pronta, painéis de concreto ou outra concepção que tenha peças pesadas com 2t, por exemplo, o uso de grua, ou da grua ascensional se faz inegavelmente necessário, mas em obras mais convencionais com peças pequenas como em alvenaria estrutural a decisão sobre o uso ou não deste tipo de equipamento geralmente é feita apenas com uma análise do custo deste equipamento e do elevador de obra, o que não é o único fator relevante nesta decisão.

A engenharia deve levar em consideração a capacidade de carga de cada equipamento. O elevador de obra tem uma capacidade reduzida, não sendo capaz, por exemplo, de levar um palete inteiro de blocos de concreto ao pavimento em execução, fazendo necessário o desmonte do palete em mini paletes, serviço que não seria necessário se a obra optasse por uma grua ascensional com capacidade para 2t que levantaria facilmente o palete.

Figura 10 – Mini palete



Fonte: Equipaobra (2018)

Segundo Souza e Franco (1997) os possíveis indicadores para verificação da capacidade do sistema em cada configuração (elevador e grua ou somente elevador) são:

Tabela 01 – Indicadores grosseiros para a avaliação da capacidade de um sistema de transportes para movimentação vertical de materiais.

EQUIPAMENTO	DURAÇÃO DE 1 CICLO	CAPACIDADE / CICLO
Elevador de obras	5 minutos	0,25 m ³ de concreto
		1 m ² de alvenaria
		100 kg de aço
		0,13 m ³ de argamassa
Grua	5 minutos	0,25 m ³ de argamassa
		0,5 m ³ de concreto
		8 m ² de alvenaria
		200 kg de aço
Guincho de coluna	6 minutos	0,04 m ³ de argamassa

Fonte: Souza e Franco (1997)

Estes indicadores possibilitam avaliar todos os transportes de uma fase crítica da obra para o atendimento nos andares solicitados.

Portanto, além do custo, devem ser avaliadas quais serão as decisões, dentre as diversas opções a serem tomadas para o processo construtivo. Souza (2000) cita algumas destas opções como para a armação podendo a obra optar por:

- receber o aço em barras retas, cortá-lo e dobrá-lo em central, fazendo a montagem total das peças no andar em execução;
- idem a opção anterior, porém fazendo-se a pré-montagem de pilares na própria central e transportando ao pavimento.;
- receber armaduras pré-cortadas e dobradas, fazendo a montagem total no andar em execução;
- idem à opção anterior, porém fazendo-se a pré-montagem dos pilares em uma central e transportando ao pavimento, etc.

Nota-se que, se a opção for pré-montar as peças em central, a grua se faz necessária para fazer o transporte da central até o pavimento em execução.

No caso da alvenaria estrutural, o exemplo que pode ser aplicado refere-se ao possível uso de telas soldadas para a armação da laje.

Sendo possível dentro do projeto utilizar este sistema, a grua torna-se grande aliada. Para esta decisão a engenharia do empreendimento também deve considerar o custo direto deste equipamento, levando em consideração também os custos que podem ser diminuídos no processo de construção.

A engenharia deve analisar quanto a uma possível melhora no tempo dos ciclos de produção dos pavimentos e quanto a uma possível diminuição nos desperdícios de material, devido ao menor manejo dos materiais para fora dos paletes.

A análise quanto ao uso de uma grua fixa ou ascensional deve ser tomada junto com os fornecedores do equipamento, atentando as opções disponíveis em cada empresa e aos possíveis locais de instalação e das interferências existentes em cada uma das opções elaborando um croqui do plano de cargas para cada opção.

2.5 Normalização

A locação de grua ascensional exige atenção especial quanto ao atendimento das normas vigentes.

As normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho são:

- NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos
- NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção

A NR 12 define referências técnicas e estabelece os requisitos mínimos que a grua deve possuir, são eles:

- a) limitador de momento máximo, por meio de sistema de segurança monitorado por interface de segurança;
- b) limitador de carga máxima para bloqueio do dispositivo de elevação, por meio de sistema de segurança monitorado por interface de segurança;
- c) limitador de fim de curso para o carro da lança nas duas extremidades, por meio de sistema de segurança monitorado por interface de segurança;
- d) limitador de altura que permita frenagem segura para o moitão, por meio de sistema de segurança monitorado por interface de segurança;

- e) alarme sonoro para ser acionado pelo operador em situações de risco e alerta, bem como de acionamento automático, quando o limitador de carga ou momento estiver atuando;
- f) placas indicativas de carga admissível ao longo da lança, conforme especificado pelo fabricante;
- g) luz de obstáculo (lâmpada piloto);
- h) trava de segurança no gancho do moitão;
- i) cabos-guia para fixação do cabo de segurança para acesso à torre, lança e contra lança;
- j) limitador de giro, quando a grua não dispuser de coletor elétrico;
- k) anemômetro que emita alerta visual e sonoro para o operador do equipamento de guindar quando for detectada a incidência de vento com velocidade igual ou superior a 35 km/h;
- l) dispositivo instalado nas polias que impeça o escape acidental do cabo de aço;
- m) limitador de curso de movimentação de guas sobre trilhos, por meio de sistema de segurança monitorado por interface de segurança;
- n) limitadores de curso para o movimento da lança – item obrigatório para guas de lança móvel ou retrátil;
- o) aterramento elétrico;
- p) dispositivo de parada de emergência;
- q) dispositivo limitador de velocidade de deslocamento vertical do cesto suspenso.

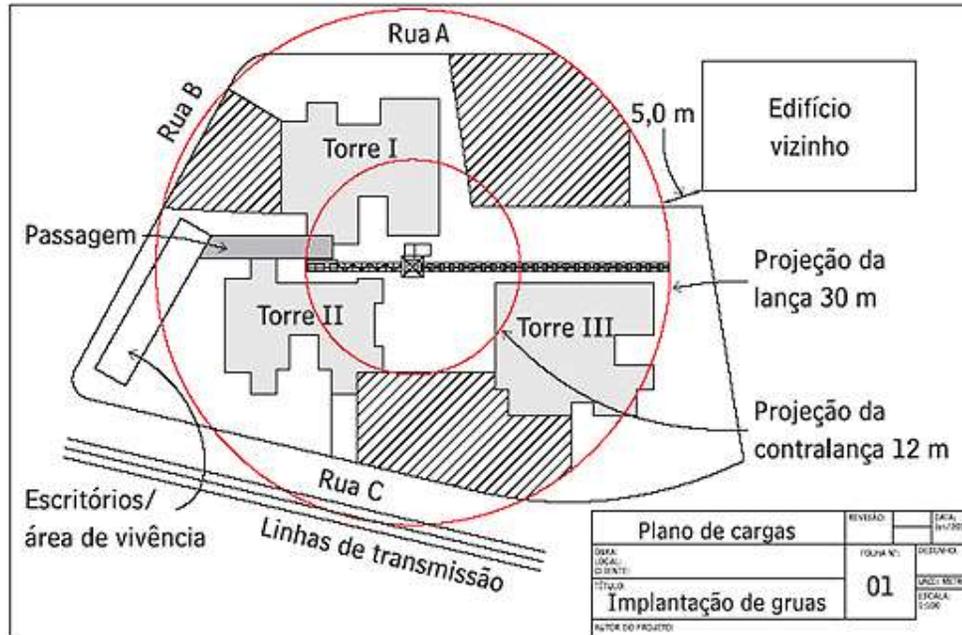
A NR 18 estabelece as diretrizes para instalação de guas e para a execução do plano de cargas. Nela estão determinadas as distâncias necessárias de edificações vizinhas para a instalação da grua, os itens obrigatórios que devem estar presentes em todas as guas, a obrigatoriedade de aterramento do equipamento, e as demais condições de operação da grua.

O operador da grua e o sinaleiro deve ser treinado nesta NR para a correta operação do equipamento observando as melhores práticas e evitando acidentes. Este treinamento deve oferecer certificado e a construtora deve exigir este documento dos funcionários e da locadora do equipamento.

A NR 18 determina também a execução de um plano de carga, conforme exemplo na figura 11, que detalhe a localização da obra, da grua, a determinação do fornecedor locador, o responsável pela manutenção da grua, a informação de todas as possíveis

interferências na obra, a projeção da área de cobertura da lança e da contra lança e as áreas de estocagem, carga e descarga de materiais.

Figura 11 – Plano de carga



O Plano de Cargas estabelece a localização das áreas de estocagem, vias de circulação pessoal, redes elétricas, edificações vizinhas, recuos, posição de árvores, elevadores e de qualquer item que interfira na movimentação da grua

Fonte: Oliveira (2007)

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Estrutura organizacional da construtora

A empresa estudada conta com mais de 30 anos de experiência na área da construção civil e mais de 3.500 unidades entregues, se destaca atualmente como líder no mercado regional de Osasco – SP, mas também atua em outras praças como Cotia, Barueri, São Paulo, Granja Viana, Várzea Paulista, Vargem Grande e, brevemente, Jundiaí na construção civil residencial de médio padrão.

Certificada com ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e OHSAS 18001:2017 a empresa têm constante preocupação com a gestão da qualidade, gestão ambiental dos resíduos e gestão de segurança e saúde ocupacional.

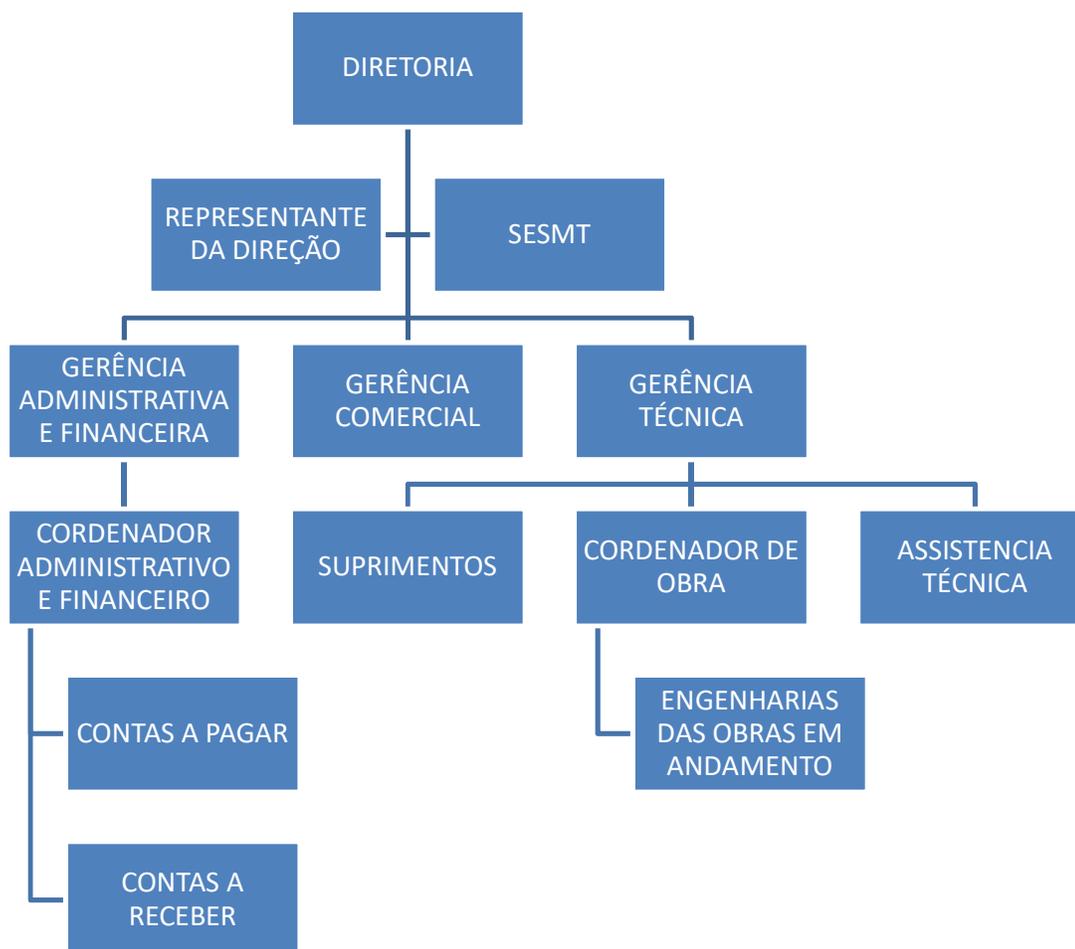
Incorporadora e construtora, a empresa estudada constrói seus próprios empreendimentos atuando desde a escolha do terreno até o pós-entrega com a assistência técnica. Para a execução das etapas realiza a contratação de projetistas, gestores de obra e empreiteiros para cada etapa de construção. Conta com uma pequena parcela de funcionários próprios apenas para organização da obra e pequenos serviços, além de mestre de obras próprio.

Seus empreendimentos são característicos pelo conceito de condomínios clube com os térreos internos dos empreendimentos com diversos itens de lazer entregues equipados e decorados, com piscinas, quadras, playgrounds, churrasqueiras, salão de festas, entre outros.

Está posicionada dentre as 100 maiores construtoras do Brasil, segundo o ranking ITC e está no TOP 10 do ranking EMBRAESP há 3 anos seguidos (2015-2016-2017).

A administração da empresa é composta por uma diretoria com experiência no setor imobiliário atuando na construtora desde o início de sua carreira.

A seguir é apresentado o organograma da empresa.

Figura 12 – Organograma da construtora

Fonte: A autora

Os edifícios são construídos em sua maioria com estrutura mista tendo das garagens até o térreo estrutura reticulada de concreto e alvenaria estrutural nos pavimentos tipo até a cobertura.

Para a organização da produção e controle de qualidade a construtora tem procedimentos de qualidade, segurança, saúde ocupacional e gestão ambiental.

O suprimento de material é requisitado pela obra e o mapa de concorrência é executado pelo escritório. Já para mão-de-obra, a concorrência e contratação é feita pela obra, salvo itens de grande impacto na “curva abc” de serviços como empreiteiro de fundações, estrutura de concreto e alvenaria, que são contratados pelo escritório.

3.2 Empreendimento A

Empreendimento denominado SPA Villa Rica, localizado em Presidente Altino, bairro de Osasco-SP, composto de uma torre com 12 pavimentos tipo com 68 unidades de 2 e 3 dormitórios com 1 ou 2 vagas de garagem e uma área total construída de 7.311 m².

Este empreendimento conta com itens de lazer como: brinquedoteca, churrasqueira, salão de jogos, espaço gourmet, salão de festas, terraço com ponto grill, piscina adulto e infantil, fitness e playground.

Figura 13 – Fachada do empreendimento



Fonte: ZATZ Empreendimentos (2014)

O empreendimento tem apartamentos com dois e três dormitórios, sendo uma suíte e opções para living ampliado em algumas unidades. São 3 tipos de unidades habitacionais de 52m², 53m² e 65m² além de duas unidades de cobertura com 124m² e 132m².

Figura 14 – Planta apartamento 2 dormitórios.



Fonte: ZATZ Empreendimentos (2014)

Figura 15 – Planta apartamento 3 dormitórios.



Fonte: ZATZ Empreendimentos (2014)

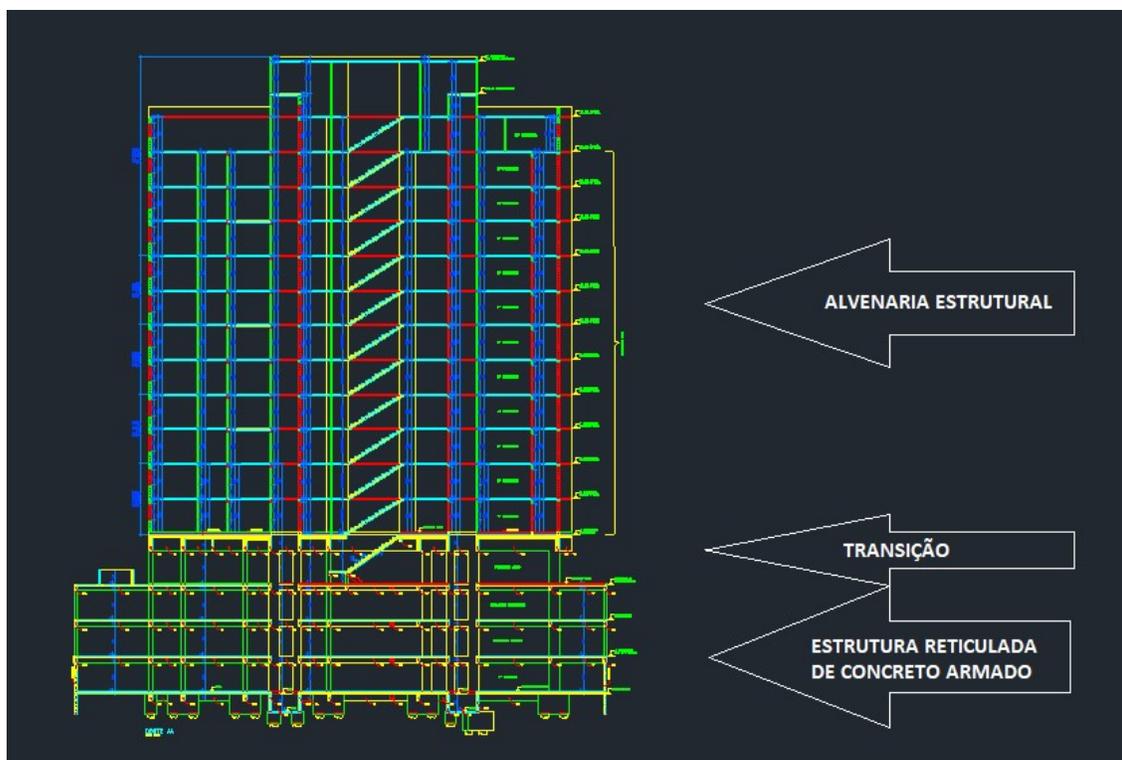
Figura 16 – Planta apartamento 2 dormitórios.



Fonte: ZATZ Empreendimentos (2014)

O empreendimento é constituído de estrutura mista com os pavimentos garagem composto por estrutura reticulada de concreto, pavimento de lazer de transição ambos com fechamentos em alvenaria de vedação e pavimentos tipo em alvenaria estrutural.

Figura 17 – Corte da estrutura



Fonte: ZATZ Empreendimentos (2014)

O fornecimento de concreto do edifício é feito por caminhões betoneira por empresa especializada e a elevação deste concreto é realizada por meio de bomba estacionária ou bomba lança, quando possível.

O aço é entregue já cortado e dobrado em feixes identificados conforme sua posição de acordo com o projeto de armação para montagem na obra.

As fôrmas de madeira também são fornecidas prontas apenas para montagem na obra e os escoramentos fornecidos por empresa de locação com projeto próprio de acordo com o projeto de estruturas do empreendimento.

Os blocos de concreto para elevação das paredes de alvenaria estrutural são fornecidos com resistências de 12 a 4 MPa paletizados.

A argamassa e o graute são fornecidos ensacados e paletizados com resistência de acordo com o projeto para mistura na obra por meio de argamassadeiras.

O acabamento das áreas secas é realizado em gesso liso desempenado aplicado diretamente sobre a alvenaria estrutural. Já as áreas molhadas como banheiros, cozinhas, áreas de serviço e varandas são realizados em chapisco e emboço.

O concreto das lajes é executado com piso zero, o que demanda de contrapiso apenas nas áreas de banheiros e varandas de modo a executar as caídas necessárias. Somente é realizado contrapiso no pavimento inteiro quando da impossibilidade de adequado acabamento de piso zero na execução da concretagem.

Os serviços descritos acima são os que mais impactam na escolha do meio de transporte.

No empreendimento em questão o meio de transporte vertical escolhido foi elevador de obra para o transporte de todos os itens descritos, além dos outros que compõem a construção considerados pela autora de menor impacto no transporte, exceto para o transporte do aço que era realizado por meio de guincho de elevação montado a cada pavimento.

Figura 18 – Guincho de elevação



Fonte: Construmaq (2018)

Além destes equipamentos a obra utilizou uma mini carregadeira (bobcat) com garfo para descarga do caminhão e transporte horizontal de cargas.

Figura 19 – Mini carregadeira



Fonte: Transmang Terraplenagem (2018)

O transporte era realizado conforme os itens a seguir:

- Os blocos de concreto eram descarregados do caminhão em paletes com a mini carregadeira, os paletes eram transformados em mini paletes e levados nos carrinhos até o pavimento em execução pelo elevador de obra, na laje eram distribuídos de acordo com a necessidade dos pedreiros;
- A argamassa e o graute foram adquiridos industrializados em sacos e eram descarregados pela mini carregadeira e armazenados no pavimento de acesso até serem transportados até o pavimento em execução onde também estavam presentes as duas argamassadeiras, uma para a argamassa e outra para o graute. Depois de misturadas com a água a argamassa era distribuída para os pedreiros conforme a necessidade;
- A armadura era adquirida cortada e dobrada para montagem na obra. A armadura das paredes era transportada, em peças pequenas, pelo elevador de obra e distribuídas nas paredes. A armadura da laje, em peças maiores, era transportada pelo guincho de elevação montada sobre o assoalho;
- O concreto era transportado por meio de tubos de ferro e levado ao pavimento em execução por meio de bomba estacionária;
- As fôrmas de madeira eram levadas manualmente do pavimento inferior para o superior a ser concretados;
- Já os demais materiais para acabamento como gesso, massa para chapisco, argamassa para emboço e argamassa para contrapiso eram transportados por meio do elevador de obra.;
- O entulho decorrente da execução das paredes de alvenaria, eram levados para as caçambas posicionadas na rua por meio de carrinhos no elevador de obra.

Com o uso destes equipamentos para o sistema construtivo do empreendimento, o resultado foi verificado conforme a Tabela 02 que traz o prazo de cada ciclo de concretagem de além do tempo de ciclo médio observado no empreendimento.

Tabela 02 – Ciclo do empreendimento

PAVIMENTOS	DIAS ÚTEIS
12º Pavimento	12
11º Pavimento	10
10º Pavimento	8
9º Pavimento	8
8º Pavimento	8
7º Pavimento	8
6º Pavimento	7
5º Pavimento	6
4º Pavimento	6
3º Pavimento	7
2º Pavimento	13
1º Pavimento	15
MÉDIA	9,00

Fonte: A autora (2018)

Os recursos empregados, durante a execução da alvenaria estrutural, item de interesse deste trabalho, para este resultado foram:

Tabela 03 – Recursos empregados

ITEM	PRAZO (meses)	CUSTO / MÊS	CUSTO TOTAL
ELEVADOR DE OBRA	5	R\$ 7.200,00	R\$ 36.000,00
GUINCHO DE ELEVAÇÃO	5	R\$ 600,00	R\$ 3.000,00
OPERAÇÃO DO GUINCHO DE ELEVAÇÃO (20 HH/mês)	5	R\$ 369,80	R\$ 1.849,00
MINI CARREGADEIRA	5	R\$ 8.000,00	R\$ 40.000,00
TOTAL			R\$ 80.849,00
CUSTO POR PAVIMENTO			R\$ 6.737,42

Fonte: A autora (2018)

O elevador de obra foi operado por um funcionário da construtora, essa mão-de-obra não será considerada pois é idêntica nos dois casos. O custo de operação do guincho de elevação está presente na tabela e o custo de operação da mini carregadeira está incluso no valor da locação, assim como o combustível para sua operação.

Para a composição do custo de operação do guincho de elevação segundo Ferreira (2012), foi considerado encargos sociais de 131,91% somado ao valor da hora-homem do carpinteiro no valor de R\$ 7,97. O que resultou em um valor de hora-homem de R\$ 18,49.

3.3 Empreendimento B

Empreendimento denominado Vision SPA Bela Vista, localizado no Bela Vista, bairro de Osasco-SP, composto de uma torre com 17 pavimentos tipo com 99 unidade de 2 dormitórios e com 1 ou 2 vagas de garagem e uma área total construída de 10.389 m².

Conta com itens de lazer como: praça das águas, quadra recreativa, salão gourmet, piscina adulto e infantil, praça dos esportes, praça das festas, gourmet externo com churrasqueira e forno para pizza, salão de jogos, prainha, playground, brinquedoteca, fitness com sala de yoga, boulevard social, solarium e salão de festas.

Figura 20 – Fachada do empreendimento



Fonte: ZATZ Empreendimentos (2017)

O empreendimento tem apartamentos com dois dormitórios, sendo uma suíte e opções para living ampliado em algumas unidades. São 2 tipos de unidades habitacionais de 53m² e 54m² além de uma unidade de cobertura com 110m².

Figura 21 – Apartamento de 2 dormitórios

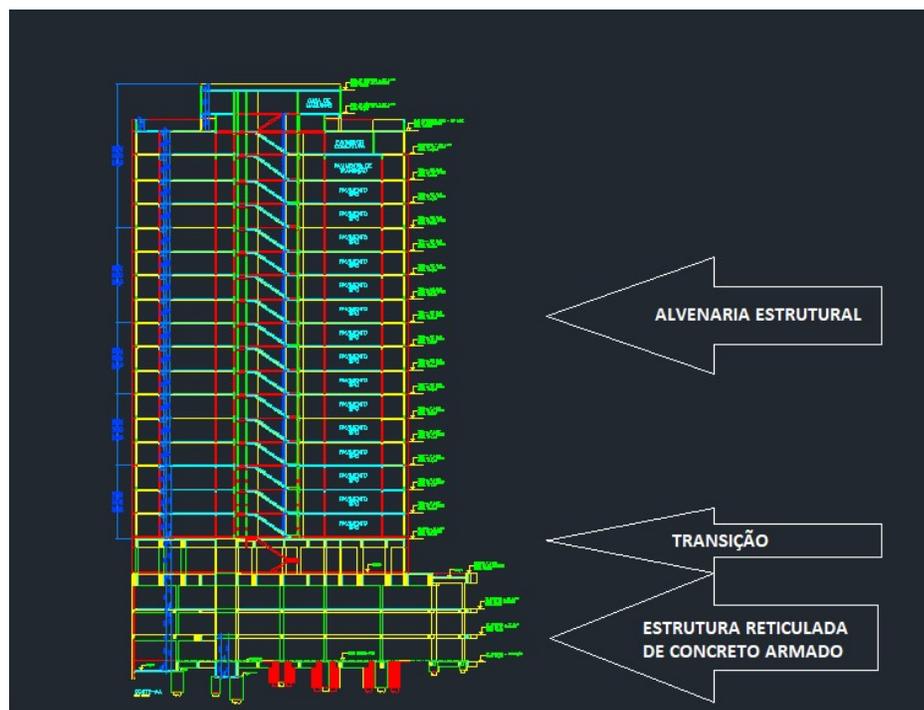


Fonte: ZATZ Empreendimentos (2017)

Figura 22 – Apartamento de 2 dormitórios

Fonte: ZATZ Empreendimentos (2017)

O empreendimento é constituído de estrutura mista com os pavimentos garagem composto por estrutura reticulada de concreto e fechamentos em alvenaria de vedação, pavimento de lazer de transição e pavimentos tipo em alvenaria estrutural.

Figura 23 – Corte da estrutura

Fonte: ZATZ Empreendimentos (2017)

O fornecimento de concreto do edifício era feito por caminhões betoneira por empresa especializada e a elevação deste concreto era realizada por meio de bomba estacionária ou bomba lança, quando possível.

O aço era entregue já cortado e dobrado em feixes identificados conforme sua posição de acordo com o projeto de armação para montagem na obra.

As fôrmas de madeira também eram fornecidas prontas apenas para montagem na obra e os escoramentos fornecidos por empresa de locação com projeto próprio de acordo com o projeto de estruturas do empreendimento.

Os blocos de concreto para elevação das paredes de alvenaria estrutural eram fornecidos com resistências de 16 a 4 MPa.

A argamassa e o graute eram fornecidos ensacados com resistência de acordo com o projeto para mistura na obra por meio de argamassadeiras.

O acabamento das áreas secas era realizado em gesso liso desempenado aplicado diretamente sobre a alvenaria estrutural. Já as áreas molhadas como banheiros, cozinhas, áreas de serviço e varandas eram realizados em chapisco e emboço.

O concreto das lajes era executado com piso zero, o que demanda de contrapiso apenas nas áreas de banheiros e varandas de modo a executar as caídas necessárias. Somente era realizado contrapiso no pavimento inteiro quando da impossibilidade de adequado acabamento de piso zero na execução da concretagem.

Os serviços descritos acima são os que mais impactam na escolha do meio de transporte.

No empreendimento em questão o meio de transporte vertical escolhido foi um elevador de obra e uma grua ascensional.

Com o uso destes equipamentos o transporte era realizado conforme os itens a seguir:

- Os blocos de concreto eram descarregados pela grua ascensional e armazenados no pavimento térreo até o momento do transporte para o pavimento em execução. O palete era transportado inteiro e, no pavimento distribuído aos pedreiros conforme a necessidade;
- A argamassa e o graute foram adquiridos industrializados em sacos e eram descarregados do caminhão pela grua e armazenados no pavimento térreo. Neste pavimento também ficavam as argamassadeiras. Após a mistura, a argamassa e o graute eram transportados por meio do acessório balde para o pavimento em execução e distribuídos aos pedreiros;

- A armadura era adquirida cortada e dobrada para montagem na obra. A armadura das paredes era transportada, em peças pequenas, pelo elevador de obra e distribuídas nas paredes. A armadura positiva da laje, em peças maiores, era transportada pela grua ascensional; Já a armadura negativa, era transportada também pela grua ascensional porém montada no pavimento térreo pronta para colocação no local conforme indicado pelo projeto;
- O concreto era transportado por meio de tubos de ferro e levado ao pavimento em execução por meio de bomba estacionária;
- As fôrmas de madeira eram levadas manualmente do pavimento inferior para o superior a ser concretados;
- Já os demais materiais para acabamento como gesso, massa para chapisco, argamassa para emboço e argamassa para contrapiso eram transportados por meio do elevador de obra;
- O entulho decorrente da execução das paredes de alvenaria, eram levados para as caçambas posicionadas na rua por meio do acessório caçamba e descarregados diretamente na caçamba da rua.

A grua foi instalada com o auxílio de um guindaste conforme imagens a seguir.

Figura 24 – Instalação da grua ascencional



Fonte: A autora (2017)

Figura 25 – Instalação da grua ascencional

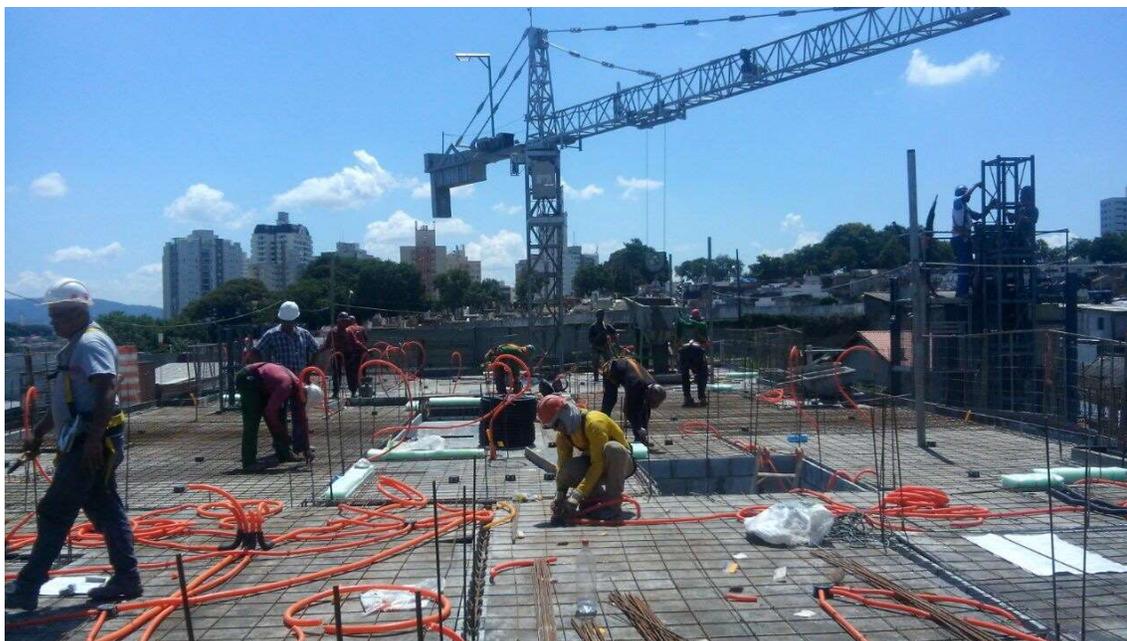


Fonte: A autora (2017)

A dificuldade para a implantação da grua ascensional neste empreendimento foi a locação grua devido a presença de uma obra vizinha composta por duas torres com localização muito próxima a torre da obra e com a utilização de uma grua fixa com uma grande lança.

Foi necessário a consulta com a construtora vizinha sobre o tipo de equipamento a ser utilizado por eles e a compatibilização dos projetos e dos planos de carga em um único projeto para verificar a possibilidade do uso da grua ascensional pretendida na nossa obra e da grua fixa por parte deles.

Figura 26 – Grua ascensional em operação



Fonte: A autora (2017)

Figura 27 – Grua ascensional em operação



Fonte: A autora (2017)

Com o uso destes equipamentos para o sistema construtivo do empreendimento, o resultado foi verificado conforme a Tabela 04 que traz o prazo de cada ciclo de concretagem de além do tempo de ciclo médio observado no empreendimento.

Tabela 04 – Ciclo do empreendimento

PAVIMENTOS	DIAS UTEIS
17º Pavimento	21
16º Pavimento	10
15º Pavimento	7
14º Pavimento	10
13º Pavimento	10
12º Pavimento	6
11º Pavimento	9
10º Pavimento	13
9º Pavimento	9
8º Pavimento	8
7º Pavimento	9
6º Pavimento	9
5º Pavimento	7
4º Pavimento	6
3º Pavimento	6
2º Pavimento	9
1º Pavimento	8
MÉDIA	9,24

Fonte: A autora (2018)

Ao longo do período de utilização da grua ascensional, o fornecedor locador do equipamento teve diversos problemas na operação, o que ocasionou a grande quantidade de dias para a execução dos pavimentos. O período desejável em dias úteis trabalhados para a execução de um pavimento em alvenaria estrutural em um empreendimento como este e com a utilização de grua ascensional é de 6 dias uteis. O que foi observado em apenas 3 dos 17 pavimentos executados.

A média de 9,24 dias reflete os problemas com o equipamento que foram relatados em diário de obra. A totalidade de dias parados da grua relatados pela equipe de obra foi de 30 dias.

Além dos problemas com a grua, a obra teve problemas com o empreiteiro de alvenaria estrutural e de concreto armado o que ocasionou inclusive a troca deste. Esta troca, que ocorreu do 8º para o 9º pavimento, também ocasionou mais atrasos.

Os recursos empregados, durante a execução da alvenaria estrutural, item de interesse deste trabalho, para este resultado foram:

Tabela 05 – Recursos empregados

ITEM	PRAZO	CUSTO / MÊS	CUSTO TOTAL
ELEVADOR DE OBRA	8 meses	R\$ 5.000,00	R\$ 40.000,00
GRUA ASCENCIONAL	8 meses	R\$ 13.250,00	R\$ 106.000,00
SINALEIRO	8 meses	R\$ 3.341,52	R\$ 26.732,17
GUINDASTE PARA MONTAGEM	1 dia	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
GUINDASTE PARA DESMONTAGEM	1 dia	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
TOTAL			R\$ 176.332,17
CUSTO POR PAVIMENTO			R\$ 10.372,48

Fonte: A autora (2018)

O elevador de obra foi operado por um funcionário da construtora, essa mão-de-obra não será considerada pois é idêntica nos dois casos. O custo de operação da grua ascensionar está incluso no valor da locação, está a parte na tabela apenas a mão-de-obra do sinaleiro, contratado pela construtora. Não há mão-de-obra a ser destacada para o guindaste de montagem e desmontagem.

Para a composição do custo do sinaleiro segundo Ferreira (2012), foi considerado encargos sociais de 131,91% somado ao valor do salário do sinaleiro no valor de R\$ 1.440,87.

4 DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO

A partir da análise sobre a produção da alvenaria estrutural de cada empreendimento deste estudo pode-se constatar que a grua ascensional foi contratada de maneira precipitada neste empreendimento.

A contratação deste equipamento foi embasada na utilização do mesmo em outro empreendimento da construtora, pela primeira vez. Nesta obra também houve problemas quanto as condições do equipamento e não houve acompanhamento, formal ou mesmo informal do desenvolvimento da empresa locadora, quanto à prestação de suporte, e do desenvolvimento da obra, quanto ao ciclo de produção dos pavimentos, para, então, elaborar uma avaliação e decisão sobre a indicação deste equipamento para outro empreendimento da construtora.

Não houve também análise sobre a eficiência do tipo de equipamento utilizado e estudo sobre a possibilidade de emprego de outro tipo de equipamento de elevação de carga do mercado, como mini grua, por exemplo. O mapa de concorrência foi extremamente fraco neste sentido, pois era composto somente por dois fornecedores. Na impossibilidade de concorrência com mais fornecedores, ou na falta de procura (problema arrastado desde a primeira contratação no outro empreendimento) deveria haver mais estudo por parte da equipe de coordenação de obra e engenharia de obra. Quanto à segurança do trabalho a grua ascensional, mesmo sendo bastante perigosa em virtude da grande carga que transporta, apresenta-se como um meio seguro de transporte, principalmente no que tange o transporte de aço. Contudo a normalização para seu uso e operação é genérico, necessitando de aprimoramento por parte dos órgãos reguladores.

A potencial diminuição no prazo dos ciclos de produção dos pavimentos não se concretizou, de acordo com o esperado no empreendimento B. O tempo médio de execução foi um pouco acima do registrado no empreendimento A mesmo sendo este um empreendimento sem o uso de grua ascensional, somente com o uso de elevador de obra, guincho de elevação e mini carregadeira para transporte vertical e horizontal. Além dos diferentes itens de transporte no empreendimento A, havia também a locação das argamassadeiras no pavimento, dificultando a mobilidade das pessoas e dos materiais. Ainda assim, considerando o sistema de produção empregado e os recursos despendidos o empreendimento A, foi superior em prazo frente ao empreendimento B.

A dificuldade do empreendimento B em demonstrar um melhor prazo nos ciclos de produção também se deve aos problemas enfrentados pela obra com o equipamento e com a locadora que não prestou suporte adequado ao empreendimento.

Quanto ao custo a contratação deste equipamento o empreendimento B apresentou um custo proporcionalmente maior que o empreendimento A de 54%. Apesar da retirada da mini carregadeira, que também apresenta alto custo, a inclusão da grua ascensional, já com o custo do operador embutido, e dos itens necessários à instalação, operação e desmontagem da grua, que são o guindaste e o sinaleiro, o custo por pavimento ficou muito maior.

O emprego da grua ascensional não apresentou uma boa relação custo-benefício, nesta comparação, uma vez que o prazo médio de execução dos ciclos de cada pavimento foi maior que o do empreendimento A quando deveria ter sido menor, tendo em vista que o principal objetivo do emprego deste equipamento é a obtenção de um menor prazo final.

A operação deste equipamento é, relativamente, simples, embora seja obrigatória a presença do operador e do sinaleiro, ambos devidamente treinados. A obra em questão não apresentou dificuldades na correta operação do equipamento com a segurança necessária.

A assistência técnica proporcionada pela empresa locadora deixou a desejar, apresentado grandes prazos de verificação dos problemas assim como grandes prazos para a resolução dos mesmos.

A empresa locadora demonstrou pouca habilidade para lidar com os recorrentes problemas de seu equipamento. Além do fato que a quantidade de problemas enfrentados pela obra demonstrar a falta de manutenção prévia de seus equipamentos antes da entrega.

Existe uma diferença na quantidade de andares nas duas obras, o que pode trazer números diferentes para os ciclos de produção no empreendimento B caso, se optasse por utilizar os equipamentos empregados no empreendimento A. O presente trabalho não conseguiu aferir esta possível diferença, frente as informações coletadas no estudo de caso.

É possível notar que a construtora objeto deste trabalho não se preocupa com o desempenho de novas contratações, pela falta de uma análise crítica formal a cerca de uma nova contratação tão importante para a produtividade, pela indicação sem critério em uma nova obra do mesmo fornecedor problemático e pela falta de análise

crítica dos ciclos de produção no empreendimento B frente a outros empreendimentos históricos da empresa.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como principal objetivo discutir sobre o emprego de grua ascensional em edifícios de alvenaria estrutural, com base em um estudo de caso em dois empreendimentos de uma construtora. O intuito do emprego da grua ascensional no empreendimento B foi de alcançar menor tempo para cada ciclo na execução dos pavimentos em alvenaria estrutural.

Para esta análise foram levantados os dados referentes aos dois empreendimentos quanto aos equipamentos empregados e quanto aos resultados obtidos no tempo de ciclo para a execução de cada pavimento. Além disso, foram levantadas as características técnicas e as potenciais vantagens do uso da grua ascensional por meio do levantamento bibliográfico do equipamento.

Como resultado deste trabalho notou-se que, o empreendimento em questão não fez um bom uso do equipamento. Além dos problemas com o equipamento e seu fornecedor a construtora não planejou o uso da grua ascensional em seu máximo de capacidade, de modo a diminuir também o seu custo.

Esta conclusão demonstra a desatenção da construtora quanto ao emprego deste equipamento. Para obter melhores resultados a construtora deve ter em mente a importância da análise do fornecedor na contratação, a avaliação ao fim do contrato e avaliação do resultado obtido pelo empreendimento com o uso do novo equipamento. Estas análises devem ser sistêmicas e formais para que a construtora concretize investimentos certos para uma maior industrialização de suas obras.

Há neste trabalho uma significativa diferença na quantidade de pavimentos das obras estudadas, o empreendimento A possui 12 pavimentos em alvenaria estrutural enquanto o B possui 17. Esta diferença pode trazer um questionamento quanto à efetividade do uso do conjunto de equipamentos do empreendimento A (elevador de obra, guincho de elevação e mini carregadeira) em um empreendimento com mais andares. Como proposta para novas pesquisas com sobre este tema, sugere-se o estudo em empreendimentos iguais ou, pelo menos, mais semelhantes quanto a quantidade de andares, já que quanto a complexidade de cada andar os empreendimentos estudados já são bem parecidos.

Quanto a nomenclatura destes equipamentos há também uma grande confusão no mercado. A grua ascensional é, de fato, uma grua, como as gruas fixas, não devendo ser confundidas com mini grua nem com guincho de elevação ou velox, que, em geral

tem capacidade de carga reduzida. Devido a esta confusão no mercado a autora sugere também para um próximo estudo uma padronização de terminologia para equipamentos de elevação de carga.

REFERÊNCIAS

BRITEZ, A. A. Básico para engenheiros. Curso ministrado na PINI. São Paulo – SP: PINI, 2014.

EQUIPAOBRA. Carriola para paletes. Disponível em: <http://equipaobra.com.br/plus/modulos/catalogo/verProduto.php?cdcatalogoproduto=9>. Acesso em: 03 jul. 2018.

FERREIRA, R. Planejamento. Equipe de Obra. Edição 47. 2012. Disponível em: <http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/47/custo-do-homem-hora-devido-a-encargos-e-a-situacoes-257756-1.aspx>. Acesso em 22 jun. 2018.

GABOS, C; SIGLIANO, M. Grua ascensional é opção para canteiros com limitação de espaço. 2017. Disponível em: <http://www.concreteshow.com.br/pt/mercado/noticias/1048-grua-ascensional-e-opcao-para-canteiros-com-limitacao>. Acesso em 08 jun. 2018.

GRUAS. 2009. Disponível em: <http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/32/gruas-281710-1.aspx>. Acesso em 08 jun. 2018.

GRUPO CONSTRUMAQ. (2018) Disponível em: <http://www.grupoconstrumaq.ind.br/produtos/>. Acesso em 07 jun. 2018.

GUINDASTE. 2017. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Guindaste>. Acesso em: 04 jun. 2018.

HISTORIA DOS GUINDASTES. 2010. Disponível em: <https://goingtoup.wordpress.com/2010/12/26/historia-dos-guindastes/>. Acesso em 08 jun. 2018.

METAX. Mini Grua. (2018). Disponível em: <http://www.metax.com.br/aluguel-de-mini-grua-id-103>. Acesso em: 04 jun. 2018.

MINI GRUA. 2018. Disponível em: <http://www.metax.com.br/aluguel-de-mini-grua-id-103>. Acesso em: 04 jun. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR-18: Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção. Brasília, 2018. 67 p.

NAKAMURA, J. AECweb. Grua ascensional requer planejamento prévio para maximizar produtividade (2018). Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/grua-ascensional-requer-planejamento-previo-para-maximizar-produtividade_16876_38_0. Acesso em: 03 jul. 2018.

OLIVEIRA, T. Plano de cargas. Técnica. Edição 123. 2007. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/123/artigo285383-5.aspx>. Acesso em 23 jun. 2018.

PASSINI EQUIPAMENTOS. Grua SL-12000. (2018) Disponível em: <http://www.passiniequipamentos.com.br/produtos/grua/mini-grua/modelo-sl-12000/>. Acesso em: 04 jun. 2018.

SCIGLIANO, W. A. Manual para utilização de guas. São Paulo: Ed. Do Autor, 2015. 160 p.

SOUZA, U. E. L. Projeto e implantação do canteiro. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 95 p.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. Definição do layout do canteiro de obras. São Paulo. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da EFUSP, 1997. BT/PCC/177, 16 p.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. Subsídios para a opção entre: elevador ou grua, andaime fachadeiro ou balancim, argamassa industrializada ou produzida em obra. São Paulo. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da EFUSP, 1997. BT/PCC/176, 25 p.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. Alvenaria estrutural. São Paulo: PINI, 2010. 183 p.

TECNIPAR. Equipamentos (2018). Disponível em:
<http://www.tecnipar.ind.br/cc/produtos/Grua-16m>. Acesso em: 03 jul. 2018.

TRANSMANG TERRAPLENAGEM. Locações/Equipamentos. (2018). Disponível em:
<http://transmangterraplenagem.com.br/index.php?link=locacao-maquina-terraplenagem>. Acesso em: 14 jun. 2018.

WIKIPEDIA. Sobre a origem dos guindastes. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Guindaste> . Acesso em 04 jun. 2018.