



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

ALEXANDRE OLIVEIRA CASTELO BRANCO

**ESTUDO LOGÍSTICO RELATIVO AO TRANSPORTE
VERTICAL EM UM CANTEIRO DE OBRA DE EDIFICAÇÃO**

MONOGRAFIA - ESPECIALIZAÇÃO

Salvador
2013

ALEXANDRE O. CASTELO BRANCO

**ESTUDO LOGÍSTICO RELATIVO AO TRANSPORTE
VERTICAL EM UM CANTEIRO DE OBRA DE EDIFICAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de especialização em Gerenciamento de Obras, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Gerenciamento de Obras.

Orientadora: Rosana Leal Simões de Freitas

Salvador
2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela vida, pela sabedoria, por todas as minhas conquistas pessoais e profissionais, e por ter colocado em meu caminho pessoas tão especiais, que não mediram esforços em me ajudar durante a realização dessa monografia. A estas pessoas estorno aqui os meus sinceros agradecimentos;

À Prof^a. Dr^a. Rosana Leal Simões de Freitas, minha orientadora, por ter despertado em mim o desejo de conhecer o universo logística de canteiro e de idealizar este trabalho. Por suas orientações, pelo compartilhar de conhecimentos e material bibliográfico, e pelo carinho e confiança em mim dispensados desde o início desta parceria;

Aos meus pais, Abner F. Castelo Branco e Rossana O. Castelo Branco, simplesmente os melhores pais, que devem ser seguidos como exemplos, pelo apoio, incentivo, orações, amor e carinho;

Ao amigo e colega de trabalho, Eng^o. Civil Márcio Brito, por toda a sua disponibilidade, parceria e grande contribuição desde o início dessa jornada;

Em especial, a minha esposa Janaína B. de O. Castelo Branco e meus filhos, Gabriel B. de O. Castelo Branco e Tiago B. de O. Castelo Branco, por toda paciência e compreensão durante esta jornada de dedicação exclusiva para realização deste trabalho, companheirismo, amor e carinho, incentivo e, conselhos;

A todos os meus familiares, tios, primos e avós, que torceram por mais uma vitória.

BRANCO, Alexandre Castelo. **Estudo Logístico relativo ao transporte vertical em um canteiro de obra de edificação**. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo definir critérios para a seleção dos equipamentos de transporte vertical mais eficiente para a execução da produção em uma obra de construção de edifício residencial de múltiplos pavimentos, localizado em área urbana, utilizando-se o processo construtivo tradicional, estrutura reticulada em concreto armado, alvenaria de vedação com bloco de concreto, revestimentos cerâmicos e argamassados. Os critérios apontados baseiam-se na revisão bibliográfica sobre o tema, nas experiências vividas em outras obras e no estudo de caso realizado nesse canteiro de obra.

Palavras-chave: Logística, Transporte Vertical, Canteiro de obras, Construção civil.

WHITE, Alexander Castle. **Logistic Study for the vertical transport at a construction building work.** In 2013. Monograph (Work Completion Course) - Polytechnic School, Federal University of Bahia, Salvador, 2013.

ABSTRACT

This work aims to define criteria for the selection of vertical transportation equipment for more efficient execution of production in a construction of residential building with multiple floors, located in the urban area, using the traditional construction process, reticulated structure in concrete, masonry fence with concrete block, ceramic tile and argamassados. The criteria indicated are based on the literature review on the topic, the experiences in other works and the case study in this building site.

Keywords: Logistics, Vertical Transportation, Construction Site, Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Grua ascensional.....	23
FIGURA 2 - Grua fixa.....	23
FIGURA 3 - Modelo de bomba estacionária.....	25
FIGURA 4 - Elevador Cremalheira.....	26
FIGURA 5 – Elevador a Cabo.....	26
FIGURA 6 - Mapa de localização do empreendimento.....	34
FIGURA 7 - Estudo do canteiro definido.....	36
FIGURA 8 - Desnível do terreno.....	37
FIGURA 9 - Racionalização das etapas de transporte.....	39
FIGURA 10 - Plano de Posição e raio de giro do Equipamento no Canteiro.....	40
FIGURA 11 - Corte esquemático e posicionamento da Grua para diferentes desníveis.....	40
FIGURA 12 - Detalhe das cargas que precisam ser levadas em conta no dimensionamento do bloco de concreto para fixação da grua.....	41
FIGURA 13 - Cargas geradas pela grua ascensional a serem consideradas nas lajes.....	42
FIGURA 14 - Parcelas dos tempos de atuação de uma grua durante a obra bruta.....	42
FIGURA 15 - Principais elementos que compões a grua.....	43
FIGURA 16 - Fundação da grua.....	44
FIGURA 17 - Torre de uma grua.....	44
FIGURA 18 - Lança da grua.....	45
FIGURA 19 - Montagem da grua.....	48
FIGURA 20 - Estrutura de ancoragem para travar a grua fixa na torre do prédio.....	49
FIGURA 21 - Estoque de elementos do elevador cremalheira.....	50
FIGURA 22 - Elementos sendo içados pela grua.....	50

FIGURA 23 - Fixação dos novos elementos.....	51
FIGURA 24 - Treinamento dos operários.....	52
FIGURA 25 - Interferência dos elevadores na fachada.....	58
FIGURA 26 - Corte e limpeza do terreno.....	62
FIGURA 27 - Desnível do Terreno.....	62
FIGURA 28 - Mapeamento do pavimento tipo para distribuição dos blocos nos seus diversos tipos.....	63
FIGURA 29 - Legenda para identificação dos tipos, tamanho e quantidades dos blocos.....	63
FIGURA 30 - Chegada de blocos palletizados no canteiro.....	64
FIGURA 31 - Plataformas de recebimento de blocos nos pavimentos içados pela grua.....	64
FIGURA 32 - Carrinho-de-mão.....	65
FIGURA 33 - Empilhadeira hidráulica.....	65
FIGURA 34 - Masseuras com rodizío.....	65
FIGURA 35 - Diagrama do fluxo da atividade em estudo (antes da alteração.....	69
FIGURA 36 - Diagrama do fluxo da atividade em estudo (após a alteração).....	71
FIGURA 37 - Tempos improdutivos aferidos no canteiro.....	72
FIGURA 38 - Indicador para avaliação da capacidade de um sistema de transporte para a movimentação vertical de materiais.....	74
FIGURA 39 - Indicador para avaliação do tempo improdutivo de um sistema de transporte para a movimentação vertical de materiais.....	74
FIGURA 40 - Tempos de serviços aferidos no canteiro.....	75

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Símbolos usados em diagramas de processos.....	16
QUADRO 2 – Premissas básicas para check list.....	37
QUADRO 3 - Características principais de guias fixa e ascensional.....	46
QUADRO 4 - Vantagens e desvantagens de alguns equipamentos de transporte vertical.....	47
QUADRO 5 - Check List para instalação de Grua no canteiro.....	54
QUADRO 6 - Custos de Guas e Elevadores de obra.....	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	JUSTIFICATIVA DE PESQUISA.....	10
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.3	QUESTÕES DE PESQUISA.....	10
1.4	PROPOSIÇÃO TEÓRICA.....	11
1.5	OBJETIVOS DE PESQUISA.....	11
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	12
2.1	CONCEITOS LOGÍSTICO.....	12
2.2	GESTÃO LOGÍSTICA NO CANTEIRO DE OBRAS.....	12
2.2.1	Projeto de canteiro.....	13
2.2.2	Movimentação de materiais.....	16
2.3	EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTE NO CANTEIRO DE OBRAS.....	18
2.4	EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTE VERTICAL E HORIZONTAL.....	20
2.5	ALTERNATIVAS E CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTES VERTICAIS EM UM CANTEIRO DE OBRA.....	22
2.5.1	Gruas.....	22
2.5.2	Bombas de concreto.....	24
2.5.3	Elevadores de obra.....	25
2.6	FATORES E CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO VERTICAL.....	27
2.6.1	Fatores que influenciam na seleção do equipamento.....	27
2.6.2	Crítérios para seleção do equipamento.....	29
2.6.3	Tipo de análise e modelos para seleção do equipamento.....	30
2.6.3.1	Abordagem sistêmica.....	30
2.6.3.2	Abordagem metodológica.....	32
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	32
3.1	ESTRATÉGIA DA PESQUISA.....	33
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	33
3.3	FONTES DE EVIDÊNCIAS.....	33
3.4	DETALHAMENTO DAS ETAPAS DE PESQUISAS.....	33
4	APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO, DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS	34

4.1	EMPREENDIMENTO.....	34
4.2	DESCRIÇÕES DO CANTEIRO DE OBRAS.....	35
4.3	EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTES UTILIZADOS NO CANTEIRO.....	38
4.4	CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO E ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS.....	46
4.4.1	Montagem, Elevação e desmontagem dos equipamentos.....	48
4.4.2	Cuidados na operação e manutenção dos equipamentos.....	52
4.4.3	Interferências dos equipamentos durante o processo de construção.....	58
4.4.4	Análise dos custos dos equipamentos.....	59
4.4.5	Logística para movimentação dos materiais, operários e equipamentos no canteiro.....	61
4.4.6	Implantação do <i>Just in Time</i>	66
4.5	ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	66
4.5.1	Vantagens logísticas no Bombeamento do concreto.....	66
4.5.2	Levantamento de tempos improdutivos da grua para aumento da sua eficiência.....	68
4.5.3	Índices de rendimento da grua aferidos no canteiro.....	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Diante um mercado competitivo e exigente nos assuntos referentes à qualidade e produtividade, este tema foi motivador pelo fato de já ter vivido experiências em obras anteriores e dificuldades encontradas no que se refere à logística de canteiro em uma fase de implantação, portanto, um dos problemas enfrentados pelos gerentes de produção durante a execução das obras é a escolha de equipamentos e dimensionamento do sistema de movimentação de materiais e pessoas.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante desse cenário, surge o questionamento que define a necessidade desta pesquisa: Como viabilizar os equipamentos para o transporte vertical em um canteiro de obras implantado em um terreno com diferentes níveis topográficos?

1.3 QUESTÕES DE PESQUISA

Segundo Gehbauer (2002) e Boundinova (1997), os transportes verticais e horizontais podem ser considerados como pontos-chaves em qualquer canteiro de obras, pois chegam a representar 80% das atividades de uma construção. Este fato evidencia a necessidade de uma maior racionalização desta atividade, e o planejamento prévio da obra é de fundamental importância para isso. Um bom planejamento deve visar à maior eficiência possível dos transportes do canteiro e, para isso, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- A montagem dos equipamentos de transporte vertical;
- A disposição ideal para o depósito de materiais;

- O fluxo de materiais, tanto quanto possível sem desvios, evitando depósitos intermediários;
- A desmontagem dos equipamentos de transporte vertical.

Diante a necessidade de selecionar o equipamento ideal para um determinado canteiro, há um questionamento: como tornar mais eficiente o uso de transporte vertical em diferentes fases de uma obra residencial predial? E por conta do terreno possuir diferentes níveis topográfico, há um segundo questionamento: diante as dificuldades topográficas do terreno, quais equipamentos mais viáveis e adequados para a implantação e melhor eficiência dos mesmos?

1.4 PROPOSIÇÃO TEÓRICA

A definição de critérios para análise e seleção de equipamentos, tende a racionalizar a distribuição de materiais, evitando interrupções no processo construtivo.

1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo principal desta pesquisa é definir critérios para a seleção dos equipamentos de transporte vertical mais eficiente para a execução da produção.

A partir do objetivo geral fixado, são propostos outros objetivos específicos:

1. Avaliar a eficiência dos equipamentos de transporte vertical visando o fluxo contínuo da produção;
2. Avaliar e selecionar os equipamentos de transporte vertical mais eficientes para a redução de custos e horas paradas.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 CONCEITOS LOGÍSTICO

A origem do termo logística vem do grego *logistiké*, estando associada à lógica, sendo a denominação dada na Grécia Antiga à parte da aritmética e da álgebra relativa às quatro operações fundamentais.

SILVA (1998) conceitua logística como sendo “um processo multidisciplinar aplicado a uma determinada obra que visa garantir o abastecimento, a armazenagem, o processamento e a disponibilização dos recursos materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção, sendo que tal processo se dá através de atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como um principal suporte o fluxo de informações”.

2.2 GESTÃO DA LOGÍSTICA DE CANTEIRO

“O valor na logística é expresso em termos de tempo e lugar” (BALLOU, 1997), ou seja, os produtos ou serviços têm pouco ou nenhum valor se os clientes não podem tê-los no tempo e no lugar esperados com as especificações corretas. São estes os fatores que determinam a qualidade da gestão do fluxo de bens e serviços, que é chamada de nível de serviço.

Os dois objetivos principais da gestão da logística são proporcionar, simultaneamente, o máximo nível de serviço e o menor custo total possível nas atividades a ela inerentes. Em outras palavras, pode-se dizer que os objetivos de um sistema logístico são agregar valor ao cliente e reduzir custos no processo de produção.

A gestão da logística de canteiro envolve as atividades de planejamento, organização, direção e controle dos fluxos físicos na praça de trabalho. Inclui, portanto, a resolução de interferências entre os serviços, a implantação do canteiro, a definição dos sistemas de transportes e dispositivos de segurança no trabalho.

Procura-se aqui discutir alguns conceitos relativos à gestão da logística de canteiro, como os de projeto de canteiro e estudo da movimentação de materiais, tendo como objetivo

principal: definir os critérios para seleção dos equipamentos de transporte vertical mais eficiente para a execução da produção.

2.2.1. Projeto de Canteiro

O canteiro de obras é definido pela Norma regulamentadora 18 (NR18) como área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra (BRASIL, 1997). A Norma Brasileira NB-1367, o define como um conjunto de áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência (ABNT, 1991).

Conforme LEAL (2012), o canteiro de obras é a área fixa e temporária, mutável, onde são realizadas as atividades produtivas para execução de um empreendimento, sendo constituído de áreas de vivência, áreas administrativas e áreas de produção, nas quais movimentam-se trabalhadores e equipamentos, sendo prioritárias as necessidades de preservação do meio ambiente e a garantia da segurança dos seres humanos, e evitar os transtornos às vias e construções nas suas proximidades.

O canteiro de obras pode ser definido como o local destinado à execução dos trabalhos do ambiente da obra e instalação dos equipamentos e ferramentas necessárias para a execução destes trabalhos.

O projeto do canteiro de obras é definido por FERREIRA (1998) como sendo um serviço integrante do processo de construção, responsável pela definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, fixas e temporárias e das vias de circulação necessárias ao desenvolvimento das operações de apoio e execução, durante cada fase da obra, de forma integrada e evolutiva, de acordo com o projeto de produção do empreendimento, oferecendo condições de segurança, saúde e motivação aos trabalhadores execução racionalizada dos serviços.

Toda obra, independente do tipo, localização ou porte pressupõe a existência de um canteiro onde tudo acontece. Apesar disso, ainda são poucas as construções realizadas em áreas planejadas e organizadas de forma estratégica, visando elevar a produtividade, reduzir os desperdícios e garantir a segurança dos trabalhadores.

O ideal é que a concepção do canteiro seja feita em grupo. Para Formoso (2010) o planejamento deve ser feito pelas pessoas envolvidas diretamente com a produção. Um erro comum, em sua opinião, é chamar uma pessoa externa para fazer o estudo, pois essa pessoa pode ter o tempo que um engenheiro de obra não dispõe, mas ela não costuma ter informações suficientes a respeito do processo de produção.

Para Souza (2010), obter um projetista externo e interno tem suas vantagens e desvantagens. Ele concorda que o conhecimento do engenheiro a respeito dos métodos construtivos tradicionalmente empregados pela empresa é uma vantagem do planejamento interno do canteiro. Entretanto, pondera, o planejamento externo pode trazer algo novo para a obra, já que ele trabalha com diversos projetos de construtoras.

Antes de elaborar os projetos para as diversas fases do canteiro, são necessárias informações preliminares relativas ao planejamento da obra, tendo acesso aos estudos de layout do canteiro, projetos de topografia, arquitetura, estrutura e instalações. Além de essas informações determinarem, junto com espaço disponível no terreno, as áreas de trabalhos fixas e temporárias, determinam também os espaços para armazenamento de insumos, vias de circulação de materiais e pessoas, sistemas de transportes verticais e horizontais, além de toda infra-estrutura de apoio técnico e administrativo. Outra parte importante é a concepção das áreas de vivência como refeitórios, ambulatório, instalações sanitárias, vestiários, área de lazer, entre outras, seguindo essas as recomendações e exigências da norma brasileira NR18 e NBR 1367.

O tempo de execução e duração da obra é um dos fatores que influenciam diretamente na concepção do projeto, pois diferentes períodos de execução dos serviços da obra correspondem a diferentes demandas por materiais, mão de obra e equipamentos.

O plano de ataque da obra, que é a seqüência de serviços planejados para executá-los, é de extrema importância para o projetista de canteiro, pois através dessa informação o mesmo terá uma visão estratégica para tratar de todas as atividades de movimentação e armazenagem, facilitando o fluxo de recursos na área fixa e temporária, mutável, onde é realizada a produção de um empreendimento, e assim poderá definir as áreas que estarão disponíveis para as instalações provisórias em suas diferentes fases da construção.

Para realizar o projeto executivo do canteiro simultaneamente ao detalhamento do produto, deve ser realizado o detalhamento do planejamento operacional da produção com a elaboração do projeto global do canteiro. Devem participar dessa elaboração o empreendedor,

o coordenador do projeto, os representantes das equipes de projetos arquitetônicos, estruturais e instalações, além do engenheiro residente da obra.

Esse projeto deve abranger a revisão do cronograma, das fases do canteiro, das alternativas de transporte, e do anteprojeto das fases do canteiro, buscando, através de uma síntese, compatibilizar, o que foi otimizado no desenvolvimento das fases, e realizar o detalhamento dos elementos do canteiro abrangendo a divisão funcional dos ambientes e a localização de móveis, máquinas e equipamentos.

O canteiro deve atender às exigências de cada fase e ao mesmo tempo minimizar o número de modificações entre elas, de modo que, a síntese deve ser feita, procurando-se relacionar o custo da modificação, quando necessária, com a economia operacional devido a uma otimização dos processos.

No escopo geral desse projeto executivo, deve ser incluído:

- Projeto evolutivo das fases do canteiro;
- Fluxos dos processos;
- Especificações para recebimento, movimentação e armazenamento de materiais;
- Recomendações para mobilização e desmobilização dos equipamentos;
- Recomendações para operação e manutenção
- Especificações dos diversos elementos do canteiro e das vias de circulação;
- Recomendações para comunicação, iluminação, sinalização e limpeza.

Para finalizar, projeto global do canteiro, pode e deve ser desenvolvido juntamente com o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) e o Programa de Gestão de Resíduos (PGR); de forma a conter, além dos documentos já especificados, os projetos de execução das proteções coletivas de todas as fases do canteiro, o estudo dos riscos de acidentes e de doenças do trabalho e suas medidas preventivas, a especificação técnica das proteções coletivas e individuais, e um programa de treinamento sobre os processos de produção, segurança no trabalho, e redução, reutilização e reciclagem de resíduos, criando assim as condições para a execução das obras, com eficiência, qualidade, produtividade e segurança.

Projetar o canteiro é, basicamente, definir a posição de cada elemento considerando a fase da obra, periculosidade e prioridades para que exista um melhor aproveitamento do tempo e do espaço no canteiro. Entretanto, existem diversos fatores intervenientes que tornam o processo extremamente complexo e dinâmico.

2.2.2. Movimentação de materiais

A logística de transporte de pessoas e materiais no cotidiano da construção torna-se fundamental para atingir seu objetivo que é prazo, custo e qualidade. Para Formoso (2010), é difícil encontrar empresas que seguem critérios rigorosos de planejamento das operações de transporte e movimentação de materiais. Isso acaba causando muitas perdas, tais como excessos de estoques, horas paradas em função das vias de acesso bloqueadas, movimentação desnecessária dos trabalhadores, excessos de operações de transportes, ou seja, resulta em muitas atividades que não agregam valor, cujos custos são difíceis de mensurar pelos sistemas de custeio convencionais. Já Souza (2001) afirma que quando se avalia o tempo de mão-de-obra disponível, um terço diz respeito à movimentação no canteiro e um bom equipamento de transporte não gera desperdício de material.

O fluxograma de processos é uma ferramenta que permite um melhor entendimento das diversas etapas do processo estudado e através do qual podem ser relacionadas de maneira seqüencial ou paralela as diversas atividades que o compõe. Nele devem ser representadas as atividades de inspeção, armazenagem, processamento, transporte e espera. A simbologia normalmente utilizada em tais fluxogramas está representada no quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Símbolos usados em diagramas de processos

Símbolo	Nome	Resultado
	operação	- produção - alterações
	transporte	- movimento
	inspeção	- controle de qualidade
D	atraso	- depósito provisório
	depósito	- estoque

Fonte: Gehbauer (2002).

Já o estudo do ciclo de transporte possibilita uma avaliação quantitativa do tempo total gasto para as diversas alternativas de transporte existentes, sendo bastante útil quando o fator tempo for decisivo para a viabilidade técnica e econômica do empreendimento.

Outra discussão bastante presente acerca da movimentação de materiais é a oportunidade e a vantagem da utilização de pallets como forma de embalagem e facilitador no transporte de materiais.

É inegável a economia em termos de tempo e pessoal que o uso de sistemas unitizado pode proporcionar ao processo de produção de edifício. Tanto na etapa de produção do material em si, a exemplo do transporte de blocos de alvenaria, pois permite a redução de pessoal e do tempo para transporte interno, carregamento e conferência de caminhões, quanto na execução da obra, proporcionando redução do número de pessoal e do tempo necessário para a movimentação interna. Além disso, o sistema de pallets permite a redução dos índices de perdas diretas por quebras ou danos em função de choques durante a movimentação.

Portanto, para ampliar a utilização dos sistemas de pallets na construção civil, muitos aspectos precisam ser desenvolvidos, tais como os equipamentos utilizados para o transporte vertical, o encadeamento das atividades de canteiro e o planejamento do seu arranjo físico.

Santos (1995), no seu trabalho de intervenção no sistema de movimentação de materiais, estabelece os seguintes princípios para escolha das melhores alternativas de transporte:

- a) o melhor transporte é aquele que não existe;
- b) a força motora mais econômica é a força da gravidade;
- c) cargas iguais devem ser movimentadas em conjunto;
- d) a produtividade da movimentação aumenta quando as condições de trabalho tornam-se mais seguras;
- e) quanto menor o peso transportado, mais econômico as condições operacionais;
- f) o armazenamento, se possível, deve utilizar o espaço cúbico;
- g) utilizar o caminho o mais direto possível;
- h) evitar o cruzamento dos fluxos de transporte;
- i) prever os caminhos de ida e de volta;

- j) planejar o uso de cargas de retorno;
- k) diminuir distâncias entre postos de trabalho;
- l) entregar materiais diretamente no local de trabalho;
- m) transportar a máxima quantidade de peso de cada vez, atendendo às restrições de caráter ergonômico;
- n) transportar preferencialmente em container, em vez de a granel;
- o) colocar cargas, primeiro em plataformas, depois transportá-las;
- p) não empilhar diretamente sobre o chão, deixando o espaço para facilitar o erguimento e a ventilação;
- q) prever as áreas de recepção, de preferência com plataforma;
- r) garantir amplo espaço de circulação em torno da área de estoque;
- s) proteger partes da obra ao longo do caminho de circulação;
- t) manter a obra limpa e plana;
- u) proteger e dar segurança ao material transportado;
- v) reduzir o máximo possível o transporte por esforço humano;
- w) usar equipamentos adaptáveis ao transporte de vários tipos de materiais.

2.3 EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTES EM CANTEIRO DE OBRA.

É inegável a preocupação crescente por parte de empresas vinculadas à Indústria da Construção civil, no sentido de buscar melhores adequações das suas condições com maiores ganhos em suas ações gerenciais nas suas mais variadas formas, ou seja, o planejamento do canteiro e a escolha dos equipamentos de transporte vertical para o mesmo deve ser encarado também como um processo gerencial como qualquer outro.

Além das questões financeiras e gerenciais, há aspectos técnicos que podem ser determinantes na escolha do meio desses transportes, podendo estes proporcionar ganhos de produtividade e ajudar a racionalização da obra. Por isso a escolha deve ser inserida dentro de um projeto de logística global da construção.

O aquecimento do mercado, a escassez e o aumento do custo da mão-de-obra, tornaram o uso dos equipamentos mais viáveis economicamente e indispensáveis para o cumprimento dos prazos cada vez menores.

As principais razões para a indústria usar máquinas, segundo Vallings (1976), são: aumentar produção; reduzir prazos e custos; executar tarefas que não possam ser executadas a mão; eliminar trabalho manual pesado ou trabalho monótono; manter a produção, quando existe falta de mão de obra.

O que se refere à indústria de construção de edificações, Oliveira (1994) identifica um conjunto de fatores que justificam o emprego de máquinas e equipamentos, entre os quais se destacam os seguintes:

- a) alguns equipamentos são capazes de substituir total ou parcialmente a mão-de-obra qualificada na realização de determinadas tarefas;
- b) há empreendimentos nos quais a exigência de reduzidos prazos de execução por parte do cliente requer a utilização de equipamentos;
- c) o emprego de equipamentos pode reduzir o custo final do produto, tornando a empresa mais competitiva;
- d) em alguns casos, a exigência de um padrão de qualidade superior não pode ser atendida através do processo tradicional de construção;
- e) alguns equipamentos proporcionam melhorias nas condições de higiene e segurança no trabalho, aumentando a motivação da mão-de-obra e, conseqüentemente, criando um ambiente mais propício à melhoria da qualidade e produtividade;
- f) o emprego de determinados equipamentos torna possível o estabelecimento de um ritmo de produção que dificilmente poderia ser atingido pelo processo tradicional;
- g) alguns equipamentos possibilitam aumentar a escala de produção e a diversidade de obras por parte das empresas de construção.

Quanto às técnicas de execução, a produção de edificações no Brasil tem apresentado pouca evolução de um modo geral. SILVA (1991) ressalta a baixa incidência do emprego de equipamentos na construção, tanto na execução de operações propriamente ditas, quanto nas atividades de apoio, como o transporte em obra, e também a falta de adequação de instrumentos e ferramentas de trabalho. As exceções a essas constatações, em alguns casos,

são: o emprego de guas, guindastes e equipamentos de bombeamento de concreto em obras verticais, o desenvolvimento de equipamentos apropriados de produção de concreto e argamassa (betoneiras e argamasseiras com dosadores de água), o emprego de equipamentos de aplicação de argamassa em revestimentos, o desenvolvimento de equipamentos e ferramentas adequados como carrinhos para transporte de materiais.

Oliveira (1994) determina alguns fatores, que concorrem para a baixa utilização de máquinas e equipamentos na indústria da construção, como:

- a) falta de continuidade da demanda e flutuações no mercado de edificações;
- b) custos fixos relativamente elevados de alguns equipamentos;
- c) pouca disponibilidade de capital, principalmente das empresas de pequeno porte, para financiar instalações fixas;
- d) inexistência de eficácia gerencial para utilização econômica de determinados equipamentos em muitas empresas de construção;
- e) elevado índice de ociosidade de alguns equipamentos empregados na construção;
- f) parcela significativa do tempo produtivo de determinados equipamentos gasta para mobilização, preparo e manutenção dos mesmos;
- g) redução dos prazos das obras, muitas vezes não devidamente valorizados pela sociedade, clientes e construtores;
- h) muitos equipamentos não eliminam a necessidade de mão-de-obra qualificada.

Todos esses fatores dificultam a aplicação intensiva de equipamentos nos canteiros da obra.

2.4 EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTES VERTICAL E HORIZONTAL

Um bom equipamento de transporte não gera desperdício de material. Portanto deve-se avaliar cada etapa da obra e utilizar critérios eliminatórios nas escolhas dos equipamentos. Na hora de programar o uso de equipamentos de transporte é importante avaliar quais condições do canteiro e de que forma os materiais serão transportados.

Diferentemente da industrialização, a racionalização não envolve grandes investimentos em equipamentos, mas procura encontrar soluções práticas e relativamente baratas. Heineck (1995) e Scardoelli (1994) sistematizaram as melhorias desenvolvidas por algumas empresas construtoras na busca por melhor produtividade e qualidade no processo de produção. No que tange ao uso de equipamentos para movimentação de materiais no canteiro da obra, as melhorias citadas por aqueles autores são:

- a) retro-escavadeira com múltiplos usos em obra: escavação, transporte de materiais, içamento de cargas, etc.;
- b) dumper em obras espalhadas;
- c) tubo de descarga de lixo desmontável;
- d) carrinho de mão adequadamente redimensionado, com caçamba regular para transporte de componentes na construção;
- e) carrinho porta-pallet;
- f) carrinho de mão com estrado reto;
- g) girica com três rodas;
- h) gaiola para transporte de tijolos pela grua;
- i) guincho de coluna adaptado em torres metálicas para transporte de materiais em pequenas quantidades;
- j) masseiras em caixa plástica, metálica ou de pneus;
- l) carrinho com rodas para colocação de masseiras;
- m) misturador de argamassa nos pavimentos;

Segundo Freitas (2012) um dos principais gargalos em obras verticalizadas é o transporte vertical de materiais e pessoas, pois este, se não seguir uma ótima logística, impactará diretamente na produtividade em decorrências, nos custos.

Além desses equipamentos citados acima, temos os equipamentos de transportes vertical de maior porte, como:

- a) Gruas;
- b) Bombas de concreto;

- c) Elevador cremalheira;
- d) Elevador a cabo;
- e) Mini-grua;
- f) Andaimes suspensos elétricos;
- g) Plataforma cremalheira elétrica.

2.5 ALTERNATIVAS E CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS PARA TRANSPORTE VERTICAL EM UM CANTEIRO DE OBRA

A avaliação e seleção das alternativas de transporte vertical no canteiro de obra, tema desse estudo, deverão ser realizadas com base na definição das fases do canteiro, e no cronograma de materiais de acordo com os requisitos e diretrizes, e com os condicionantes da produção, devendo-se ser analisadas as alternativas para os meses críticos de cada fase.

A avaliação das alternativas deve ser feitas com base em dois critérios, o primeiro em função da avaliação da capacidade do sistema atender à produção, e o segundo em função do custo das alternativas, podendo ser utilizado com referência à metodologia proposta por Linchtenstein (1987), e os trabalhos desenvolvidos por Souza, Franco (1997a, 1997b).

2.5.1 Gruas

Na obra em estudo, a grua utilizada foi da fabricante LIEBHERR MODELO 50 LC, e a sua montagem foi realizada pela empresa locadora da mesma. Já a sua operação se deu por um operador qualificado contratado pela construtora.

Vale salientar que toda a sua operação e montagem foram realizadas baseando-se no manual de instrução da mesma, fornecido pela empresa locadora. Esse manual era completo e possuía os seguintes itens:

- Bases das vias;
- Pressões por esquina, pressões sobre o fundamente e danos do lastro;

- Montagem – Desmontagem;
- Trepagem em edifícios;
- Manejo;
- Equipamento elétrico;
- Manutenção;
- Acessórios

Numa construção moderna, o equipamento central usado para todos os tipos de na obra é a grua. Existem dois tipo de grua: as de torre giratória e as de lança giratória, conforme exemplificado nas figuras 1, 2 .



Figura 1: Grua ascensional. (Fonte própria)



Figura 2: Grua fixa. (Fonte própria)

As gruas de torre giratória têm a coroa de rotação na parte inferior da torre e as de lança giratória na parte superior. As primeiras possibilitam uma montagem mais fácil, mais não podem ser ancoradas na construção, ou seja, no Brasil, as mais utilizadas são as de lança giratória.

Suas vantagens estão, dentre outras, na possibilidade de conduzir a carga de perto da torre, na velocidade de deslocamento relativamente alta dos *trolleys* e na possibilidade de posicionar a carga com grande precisão, podendo estas serem operadas tanto de modo estacionário como móvel.

Para se determinar o alcance máximo necessário de uma grua, para uma determinada obra, deve ser definida a área que deverá ser coberta pela grua, para que ela realize os transportes necessários. A carga máxima é dada pela carga útil a ser transportada somada à

carga do meio de levantamento ou suporte utilizado, considerando-se o carregamento máximo para as diferentes cargas a serem transportadas.

O fabricante de guias fornece os dados sobre o desenvolvimento dos momentos de carga em forma de gráficos, o que possibilita a escolha de um tamanho de guia adequado à obra.

Para certos trabalhos, como por exemplo, a concretagem com caçamba, pode ser necessário fazer certos levantamentos do desempenho da guia a partir dos dados técnicos do equipamento fornecido pelo fabricante, levando-se em consideração o tempo de atividade da guia. O tempo de atividade da guia é composto por uma sequência básica de operações como:

- Carregamento da caçamba;
- Movimentação da caçamba através da guia;
- Içamento até a altura do pavimento de concretagem;
- Rotação em torno da torre;
- Descarga da caçamba;
- Retorno da caçamba até o caminhão em movimentos opostos.

2.5.2 Bombas de concreto

As bombas de concreto representam uma alternativa econômica e eficiente para o transporte do concreto no canteiro de obras, podendo estas, serem estacionárias ou móveis.

As mais difundidas são as bombas móveis, que têm a vantagem de ocuparem espaço no canteiro de obras apenas durante o período de sua utilização, precisando de pouco de tempo para serem montadas. Em termos de rendimento, elas não apresentam nenhuma desvantagem em relação às bombas estacionárias. Na figura 3 abaixo, é possível verificar o modelo de uma bomba estacionária utilizado no canteiro de obras do empreendimento Maison Biarritz Patamares.



Figura 3 - Modelo de bomba estacionária. (Fonte própria)

Para Levy's (1996) o processo de bombeamento ganhou impulso considerável nos últimos anos e através deste equipamento com pistões hidráulicos, os recordes vêm sendo batidos sucessivamente, tanto em altura como em distância; equipamentos chegam a bombear $200\text{m}^3/\text{h}$, embora os mais comuns tenham capacidade de bombeamento de $30\text{m}^3/\text{h}$. Em termos de altura, Levy's (1996) cita o recorde de 316m, com vazão de $46\text{m}^3/\text{h}$, na obra da Biblioteca Central de Los Angeles. No Brasil, mais especificamente na cidade de São Paulo, na construção do Centro Empresarial Nações Unidas – Torre Norte, atingiu-se 160m de bombeamento de concreto.

Para que haja um dimensionamento da bomba a ser usada na obra, são fornecidos dados como o fluxo máximo e os alcances horizontais e verticais máximos.

2.5.3. Elevadores de obra

Segundo a Montarte, fabricante do equipamento, o elevador de obra é considerado como uma das instalações mais adequadas para a mecanização dos transportes verticais dentro das construções brasileiras. Dentre os diferentes tipos, os mais apropriados são os guiados por cremalheira por serem mais seguros e fáceis de operar, podendo eles, serem fixados diretamente na construção, possuindo uma capacidade de carga superior a 400Kg.

Mesmo em casos de obras que é usado a grua como equipamento central de transporte, os elevadores minimizam o tempo improdutivo gasto no deslocamento de pessoas, seguem abaixo nas figuras 4 e 5 o registro fotográfico do elevador cremalheira e elevador a cabo utilizado na obra em questão.

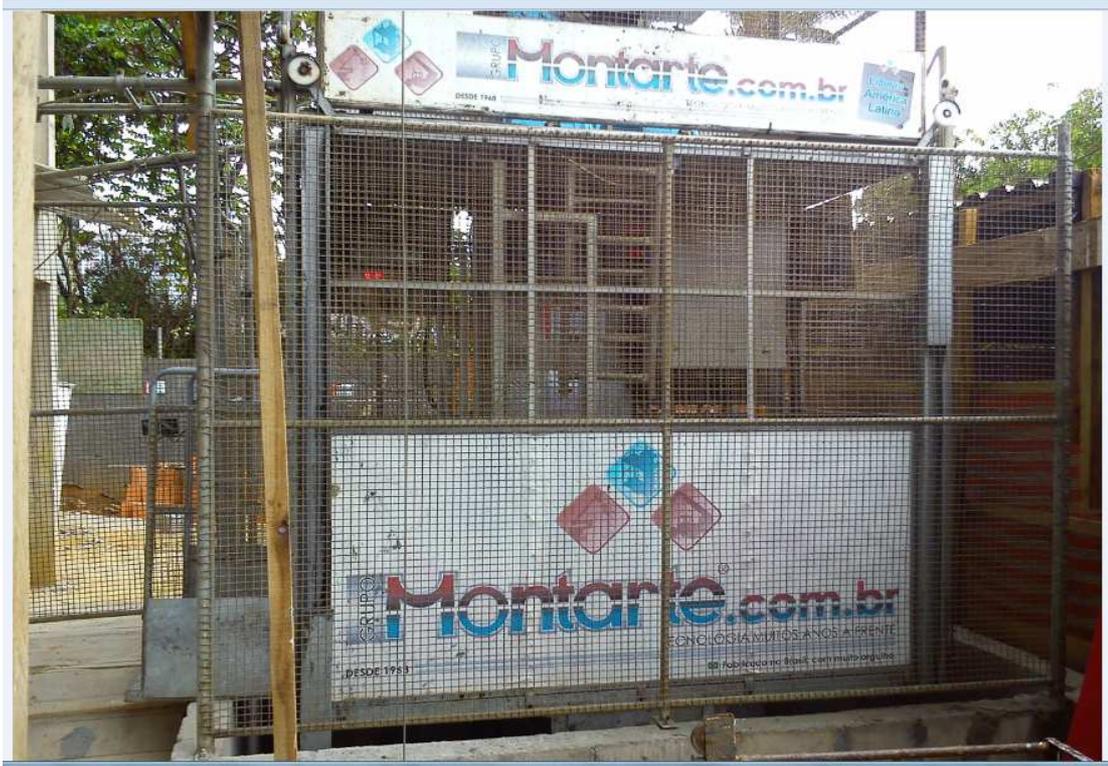


Figura 4 - Elevador Cremalheira (Fonte própria)



Figura 5 - Elevador a cabo (Fonte própria)

2.6. FATORES E CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO VERTICAL MAIS EFICIENTE PARA EXECUÇÃO DA PRODUÇÃO.

O canteiro de obras deve incorporar os requisitos de produção exigidos pelas inovações tecnológicas avaliando os recursos disponíveis no momento necessário para a sua utilização, ou seja, a escolha do equipamento vertical, através da organização e do adequado posicionamento dos elementos no canteiro resultará grande benefícios em todo o sistema produtivo.

Para FORMOSO (2010), as empresas mais tradicionais utilizam equipamentos convencionais, tais como elevadores, guincho de coluna, giricas e etc. Já as empresa mais modernas, investem em equipamentos de maior impacto tais como guias, guindastes, bombas e silos. É muito importante que a empresa melhore o seu planejamento logístico para que possa efetivamente se beneficiar desse equipamento de maior porte. Por tanto deve-se avaliar cada etapa da obra e utilizar critérios eliminatórios na escolha dos equipamentos.

2.6.1. Fatores que influenciam para escolha do equipamento

NUNNALLY (1977) considera importantes os seguintes fatores para a seleção dos equipamentos:

- 1) Fatores básicos:
 - a) atividade: depende do processo específico a ser executado e da quantidade de unidades a serem processadas por unidade de tempo. Pode-se ter diferentes alternativas, tais como uma máquina com alta capacidade ou maior número de equipamentos com capacidade menor, trabalhando juntos;
 - b) equipamento disponível: a escolha pode ser limitada pelo capital disponível, tempo necessário para fornecimento do equipamento, serviços de manutenção disponíveis, etc.;
 - c) materiais: deve-se considerar o tipo, dimensão e a quantidade dos materiais a serem processados;

d) fluxo de materiais: usando análise metodológica e a técnica de diagramas de fluxo, determinar a quantidade, tipo e dimensão do equipamento necessário.

2) Fatores ligados com as particularidades do canteiro da obra:

a) localização dos materiais e componentes e meio de transporte até o local da obra;

b) localização das entradas e saídas no canteiro: quando possível, deve-se escolher uma posição do equipamento que minimize os requisitos de transporte dos materiais e componentes;

c) terreno: as características do terreno vão afetar o custo da montagem e desmontagem do equipamento, como também seu serviço;

d) vias de acesso e vias internas: os equipamentos devem ser acessíveis para entrega de materiais e componentes;

e) suprimentos: a disponibilidade de água, eletricidade, combustíveis, etc. também afeta o tipo de equipamento possível de ser empregado.

3) Fatores ligados com a posição do equipamento no canteiro:

a) drenagem: uma falta de drenagem adequada pode prejudicar o funcionamento do equipamento;

b) armazenagem: espaço e local adequados tem que ser providenciados para armazenamento de materiais;

c) facilidades de suporte: infra-estrutura de suporte para o pessoal e para os equipamentos deve ser assegurada;

d) tráfego: o fluxo de tráfego no canteiro e as velocidades permitidas têm que ser considerados.

2.6.2. Critérios para seleção do equipamento

Maximiano (2000) acredita que o critério é um indicador de importância, que permite ponderar alternativas e evidenciar qual decisão a ser tomada. Em geral, o critério refere-se a uma propriedade, item ou tributo da alternativa, que define sua qualidade ou utilidade para o tomador de decisões.

A consideração da necessidade de equipamentos em uma obra deve começar nas fases iniciais do empreendimento. Por isso, é necessário obter conhecimentos sobre equipamentos disponíveis, sua aplicação, desempenho e custos fixos e operacionais (VALLINGS, 1976).

A informação para as máquinas disponíveis no mercado pode ser recebida na empresa construtora através de:

- a) revistas especializadas;
- b) dos representantes dos fornecedores, encarregados de visitar as empresas construtoras;
- c) demonstrações das máquinas para uma ou mais empresas construtoras;
- d) exposições técnicas.

Segundo Linger (1973), uma vez conhecido o mercado, a escolha é orientada em geral pelos seguintes critérios:

- a) Robustez: uma máquina complexa está sujeita, em geral, a avarias mais freqüentes e mais difíceis de consertar do que uma máquina simples;
- b) Durabilidade: pode ser avaliada em horas de funcionamento possíveis sem grandes consertos. Evidentemente uma máquina se amortizará mais facilmente e criará maiores benefícios quanto maior sua utilização em boas condições de funcionamento.
- c) Flexibilidade de utilização: é preferível escolher uma máquina de maior flexibilidade que pode trabalhar praticamente em todas as obras, qualquer que sejam as condições particulares de execução;

- d) Qualidade: deve-se considerar os atributos próprios da máquina como motor, rendimento, facilidade de manobrar e conduzir, economia de funcionamento, etc.
- e) Preço: em igualdade de qualidade de serviço, naturalmente será escolhida a máquina mais barata.

Sempre que possível, é desejável uma padronização dos equipamentos. Na prática, é difícil alcançar este objetivo, em função das flutuações relativas dos preços, que podem dificultar a avaliação das vantagens e das inovações introduzidas pelos fabricantes. A escolha de um equipamento não padronizado pode ser influenciada também das condições financeiras atrativas, ligadas a uma produção local. Às vezes, a escolha também é influenciada por considerações políticas ou protecionistas, obrigando o usuário comprar uma máquina de produção local, mesmo que não seja a mais adequada às suas necessidades (WORLD BANK, 1984).

O processo de escolha de equipamentos deve estar vinculado à estratégia de produção da empresa. De acordo com a meta e os objetivos da empresa de construir, por exemplo, com maior rapidez ou com menor custo, devem ser escolhidos os equipamentos adequados.

2.6.3. Tipo de análise e modelo para seleção do equipamento

2.6.3.1. Abordagem sistêmica

A tendência natural na tarefa de escolha do equipamento na construção, freqüentemente é utilizar o equipamento disponível na empresa ou a maneira de operação já usada com sucesso numa outra obra. É possível que esta atitude conduza a resultados satisfatórios, mas em muitos casos melhores resultados podem ser obtidos usando técnicas de planejamento de equipamentos. Um alto investimento em equipamento maior ou mais produtivo poderia produzir maior retorno do investimento, quando aplicado um planejamento cuidadoso.

No processo de planejamento de uma atividade na construção todos os equipamentos ocupados na execução desta atividade devem ser analisados sob um enfoque sistêmico.

Segundo Ramo (1987), a abordagem sistêmica é uma técnica para a aplicação de um enfoque científico na solução de problemas complexos, concentrando-se na análise do problema como um todo, observando-o sob todos os aspectos relevantes e considerando todas as suas variáveis.

Bonin (1987) define dois tipos de modelos, utilizados na abordagem sistêmica: modelo esquemático e modelo dinâmico. O modelo esquemático é um diagrama bidimensional, onde são mostrados os subsistemas constituintes de um sistema mais amplo e suas relações. O objetivo deste modelo é descrever qualitativa e quantitativamente as relações significativas entre os subsistemas. O modelo dinâmico permite a observação de processos em desenvolvimento. Os elementos básicos do modelo dinâmico são: entrada, processo e saída.

No presente trabalho foi adotada a abordagem sistêmica no modelo dinâmico, buscando apresentar os equipamentos de transporte vertical utilizados numa obra. Foram identificados subsistema de equipamentos para movimentação de materiais analisando-os em maiores detalhes.

Liechtenstein (1987) desenvolveu um modelo de seleção do sistema de transporte de materiais na construção de edificações, considerando várias alternativas de movimentação com equipamentos diferentes e avaliando o processo como um todo. Este modelo foi um dos elementos nos quais foi baseado o presente estudo.

Os dois tipos de modelos da abordagem sistêmica da produção de edificações, identificados pelo Bonin (1987) estão presentes também no processo de escolha de equipamentos na construção de edificações:

- a) modelo esquemático: considerando o conjunto de diversos componentes (equipamentos), elaborados para funcionar como um sistema;
- b) modelo dinâmico: referindo-se às processos realizados para produzir a edificação, concentrando a atenção sobre as relações presentes no processo de movimentação de materiais.

2.6.3.2. Abordagem metodológica

A abordagem metodológica é outra forma de análise no processo de planejamento dos equipamentos.

Na indústria manufatureira o uso de análise metodológica vem sendo empregada desde o início do século. Embora na indústria da construção a análise metodológica ainda não seja adotada plenamente, alguns exemplos indicam que esta abordagem poderia ser aplicada com sucesso.

Segundo Krick (1967), a engenharia de métodos preocupa-se com a integração do ser humano dentro do processo da produção. A tarefa consiste em decidir onde se encaixa o ser humano no processo de converter matérias-primas em produto terminado e como o homem pode desempenhar efetivamente suas tarefas.

A palavra método significa o modo de ordenar a ação segundo certos princípios. Análise metodológica no processo de planejamento de equipamentos constitui-se em analisar a tarefa e seu desempenho de forma a minimizar o tempo e o esforço para a execução da mesma (BURBIDGE, 1983).

As ferramentas usadas na execução de análise metodológica são: diagramas de fluxo, diagramas de processo, cartas de mão de obra e desenhos com layout das máquinas e instalações no canteiro (NUNNALLY, 1977). Várias observações e medições dos tempos e movimentos das máquinas e dos operários são necessárias para a aplicação destas ferramentas.

No presente trabalho a abordagem metodológica foi aplicada para elaboração dos valores dos tempos e custos dos diferentes métodos para movimentação de materiais.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

O trabalho trata-se de um estudo de caso realizado no Empreendimento Biarritz Maison Patamares, localizado no bairro Patamares, que possui como estratégia uma pesquisa

de campo através de análise de dados referentes ao tempo de ciclo e fluxo dos materiais, e utilização de formulário de apropriação de horas paradas e trabalhadas dos equipamentos de transporte vertical.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esse trabalho fala sobre o transporte vertical de materiais num canteiro de obra residencial, abordando a logística do canteiro que está diretamente ligada no meio de transporte que será utilizado. Apresentando as principais características dos equipamentos, custos, vantagens e desvantagens, cuidados, interferências que causam no andamento da obra e detalhes sobre a montagem, elevação e desmontagens de equipamentos.

3.3 FONTE DE EVIDÊNCIAS

- Observação participante
- Utilização de formulário de apropriação de horas paradas e trabalhadas.

3.4 DETALHAMENTO DAS ETAPAS DA PESQUISA

- Revisão bibliográfica
- Preparação da pesquisa
- Coleta de dados – Formulário
- Análise de dados

4 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO, DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

4.1 EMPREENDIMENTO

O empreendimento Maison Biarritz Patamares, fica localizado na Rua Bicuíba, nº1426, lotes 87 e 88, Colina “A” de Patamares, Bairro Patamares, Salvador – Ba, ocupando uma área total de terreno de 3.420 m². O mesmo será composto por 02 (duas) torres com 15 (quinze) pavimentos cada, sendo 02 (duas) unidades por andar e totalizando 60 (sessenta) apartamentos. Todos os apartamentos terão 149 m², quatro suítes e tem como um dos destaques o uso de poucas vigas na parte central das unidades, fator que possibilita quatro opções de personalização do apartamento. Além de 16 (dezesesseis) vagas para visitantes, o empreendimento destinará de 02 (dois) pavimentos para garagem, sendo que cada unidade contará com três vagas de carro e depósito individual. O empreendimento contará também com uma ampla infra-estrutura com Cinerroom e Discoteca, Espaço Fitness, Salão de Festas e Jogos, Spa com Ofurô, Quadra de esportes e quadra de squash e Piscina com raia.



Figura 6 – Mapa de localização do empreendimento (Fonte: Maps Google Satélite)

4.2 DESCRIÇÕES DO CANTEIRO DE OBRA

O canteiro desta obra em estudo, possuía um grande fluxo de materiais e funcionários, além da sua característica determinante que era o prazo de 24 meses para construção de 2 torres e uma ampla infra-estrutura de garagens, play e espaço lazer.

Estudando o planejamento macro do projeto, foi observado que a obra teria diversas atividades acontecendo simultaneamente, e diante essa situação decidiu-se adotar uma estratégia construtiva que pudesse atacar diversos serviços num só momento, reduzindo assim tempos de espera para atividades sucessoras do plano de ataque. O mais desafiador foi o grande diferença topográfica do terreno, sendo necessário a realização de um estudo detalhado sobre os meios de transportes verticais mais apropriados para uma melhor logística do canteiro. Foram realizadas visitas em outros canteiros que possuíam particularidades semelhantes, com o objetivo de visualizar os sistemas em operação, dificuldades de montagem, operação e desmontagem.

Após as visitas, estudos e reuniões com profissionais ligados a área de logística de canteiro, ficou definido para o referido canteiro, o uso do Elevador Cremalheira para uso exclusivo de passageiros e o uso de dois Elevadores a Cabo para uso de passageiros e materiais. O elevador cremalheira, assim como um elevador a cabo, foram posicionados estrategicamente nas varandas da coluna 01 e 02 da torre “B” e o outro Elevador a cabo foi posicionado na varanda coluna 01 da torre “A”.

A definição de um segundo equipamento foi a adoção de uma Grua com torre fixa e lança giratória de 30m, que pudesse atender as demandas da obra em diferentes frentes.

A escolha dos métodos utilizados e as decisões tomadas durante o planejamento geral da obra possuíam relação direta e interação com o planejamento do canteiro de obras. Por apresentar um acentuado desnível de terreno, o canteiro de obra estudado tornou-se mais relevante no quesito planejamento, orientando na execução de trabalhos e no fluxo de materiais, consistindo também em reduzir os percursos dos transportes mais volumosos e frequentes dentro da obra. Além de facilitar toda a logística da interface externa com a interna do canteiro.

Dessa maneira a construtora decidiu contratar uma empresa especializada em estudo logístico para estudar o canteiro dimensionando e distribuir as instalações e equipamentos

planejados adequadamente para que os trabalhos pudessem ser executados de forma contínua. O maior objetivo desse estudo é reduzir custos adicionais de operações mal dimensionadas gerando correções onerosas no decorrer da obra.

Os principais fatores que preponderaram para as tomadas de decisões para execução do plano logístico do canteiro partiram das principais premissas:

- Condições locais da obra: possibilidade de abastecimento, área disponível e possibilidades de acesso;
- Tipo e tamanho da obra: grande quantidade de insumos a serem usados na construção;
- Métodos de produção: produção simultânea;
- Técnicas de transporte: dimensões e pesos dos materiais a serem transportados;
- Tempo de construção e planejamento da execução da obra: distribuição dos tempos de entregas conforme planejamento da obra;
- Recursos operacionais disponíveis: número de trabalhadores, máquinas e equipamentos.

É importante salientar que todos os elementos dos canteiros obedeceram às determinações da NR-18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Segue abaixo na figura 7 o estudo do canteiro definido e na figura 8 o desnível de terreno existente.



Figura 7 – Estudo do canteiro definido.



Figura 8 – Desnível do terreno

Para avaliação de um cenário ideal de canteiro de obras, alinhado com um bom plano logístico, segue abaixo um modelo de check list apresentado no quadro 2 que contempla premissas básicas de projeto.

Quadro 2 – Premissas básicas para check list

CHECK LIST
CENÁRIO IDEAL
Movimentação da grua dentro dos limites da obra
Com pouco trânsito local
Ruído dentro dos horários estipulados por lei
Ausência de hospitais próximos
Equipamentos que não provocam trepidação
Tela de proteção na fachada evita dispersão da poeira e resíduos voláteis
Mais de uma entrada na obra
Colocação de alojamento não atrapalha a obra
Descarregamento de caminhões dentro do canteiro
Movimentação de materiais mais mecanizada
CENÁRIO COM PONTOS CRÍTICOS
Alcance da grua passa sobre vizinhos
Muito trânsito no local
Ruído dentro dos horários estipulados por lei

Presença de hospitais próximos
Equipamento provoca trepidação
Ausência de tela de proteção na fachada
Apenas uma entrada na obra
Colocação do alojamento atrapalha a obra
Descarregamento de caminhões fora do canteiro
Movimentação de materiais pouco mecanizada
Muito barulho no descarregamento

4.3 EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTES UTILIZADOS NO CANTEIRO

Os transportes horizontais e verticais podem ser considerados como pontos-chaves em qualquer canteiro de obras. Segundo Fritz Gehbauer (2002) os equipamentos chegam a representar até 80% da construção. Tal fato evidencia a necessidade de uma maior racionalização desta atividade, e o planejamento prévio da obra é de fundamental importância. Um bom planejamento deve visar a maior eficiência possível dos transportes do canteiro e para isso devem ser considerados os seguintes aspectos:

- A montagem dos equipamentos de transporte;
- A disposição ideal para o depósito de materiais;
- O fluxo de materiais tanto quanto possível sem desvios, evitando depósitos intermediários.

A figura 9 abaixo, nos mostra duas alternativas de transporte de materiais em uma obra, sendo que as duas se diferenciam pelo emprego de uma grua como equipamento de transporte vertical e evidencia a racionalização das etapas de transporte.

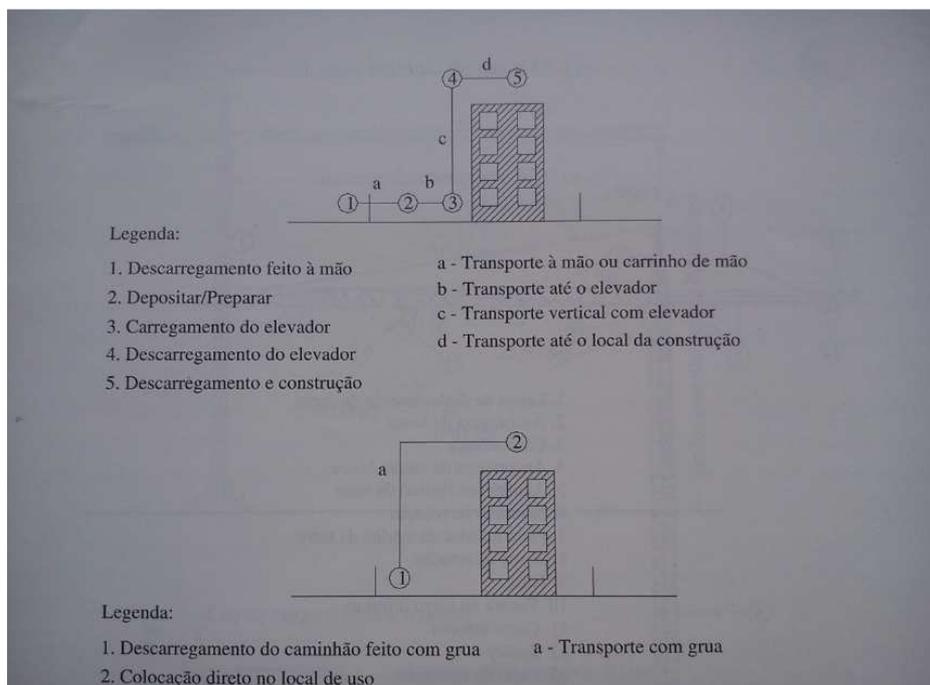


Figura 9 - Racionalização das etapas de transporte

No canteiro estudado a empresa adotou trabalhar com o modelo de grua com torre estacionária e lança horizontal, modelo este muito empregado na construção civil, posicionando-a conforme os projetos apresentados nas figuras 10 e 11.

Segue abaixo especificações da grua adotada:

DEFINIÇÃO DO EQUIPAMENTO	
Modelo	Grua Torre 50 LC
Marca	Liebherr
Especificação	Grua Torre
Fabricante	Liebheerr Industrias Metálicas S.a. Liebheerr Industrias Metálicas S.a.
Montagem e Manutenção	ABM American Building Machinery Ltda

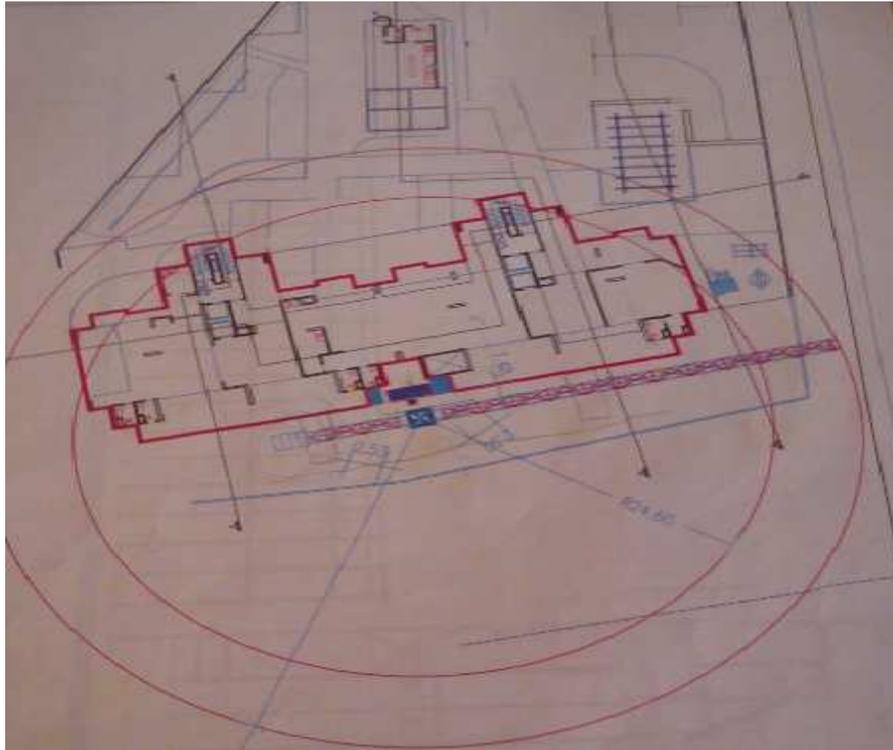


Figura 10 - Plano de Posição e raio de giro do Equipamento no Canteiro

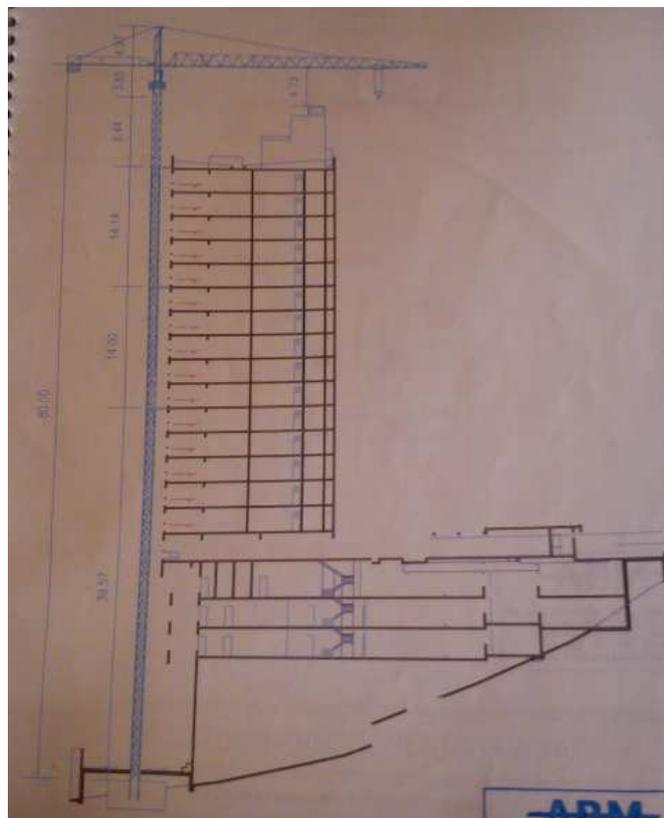


Figura 11 – Corte esquemático e posicionamento da Grua para diferentes desníveis

Conforme a figura 12 abaixo, a grua fixa caracterizasse por ter sua base da torre chumbada em uma base de concreto, sendo necessário levar em considerações as suas cargas. Abaixo na figura 13, apresenta um esquema mostrando os esforços que são provocados pelas guias em suas respectivas estruturas, esse esquema foi calculado pela Sociedade de Instalações Termoelétricas (2010).

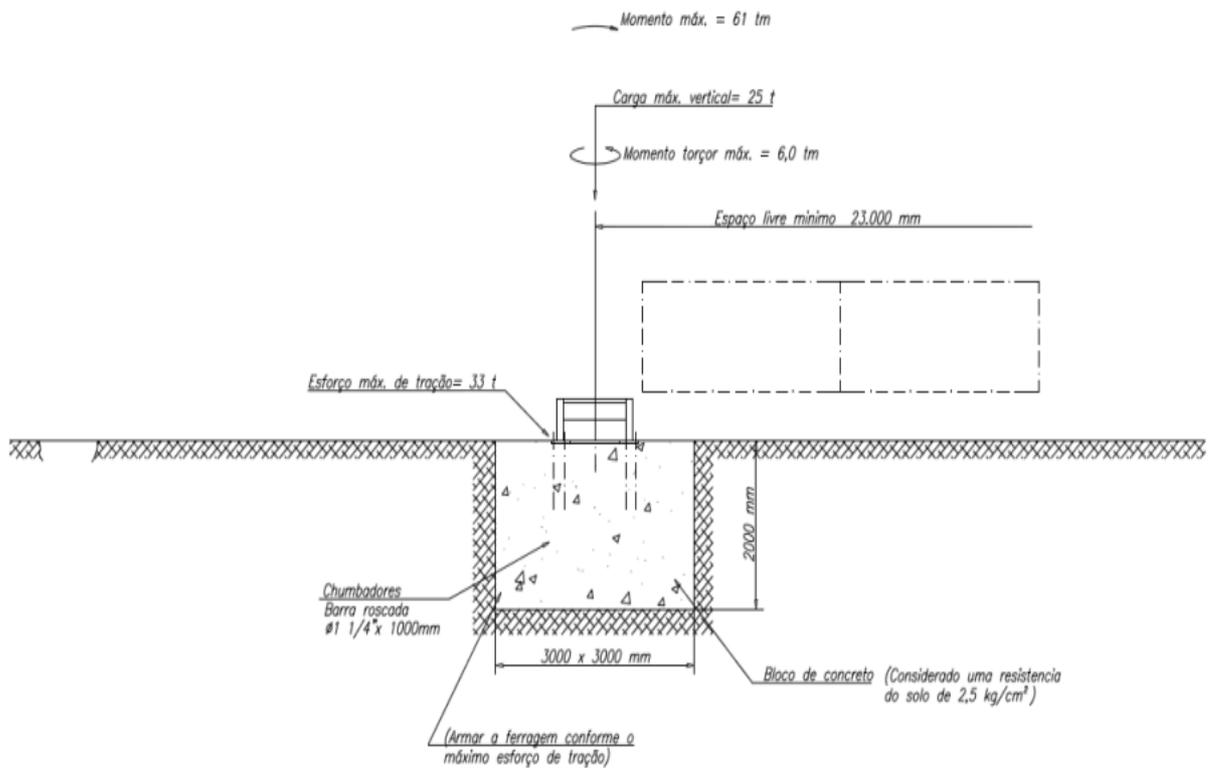
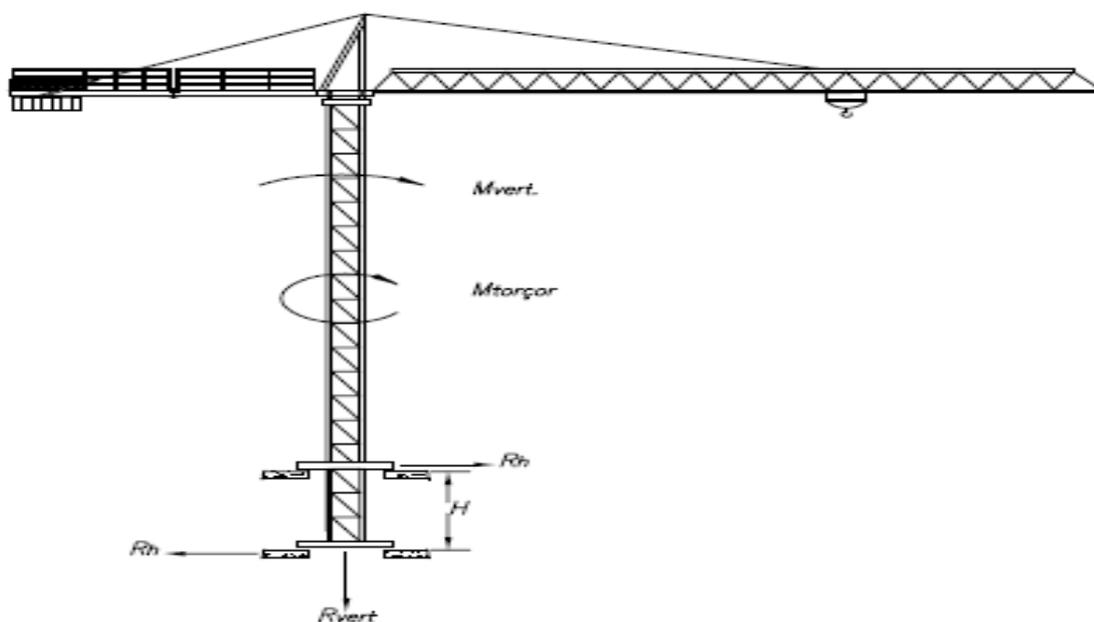


Figura 12 - Detalhe das cargas que precisam ser levadas em conta no dimensionamento do bloco de concreto para fixação da grua. (Fonte: Sociedade Brasileira de Instalações Termoelétricas Industriais, 2010)



Reação vertical total (na gravata de baixo)	$R_v = 25 \text{ ton.}$
Altura mínima da laje	$H = 2,8 \text{ m}$
Momento vertical máximo	$M_v = 61 \text{ tm}$
Reação horizontal devido ao giro	$R_{hg} = 3 \text{ ton.}$
Reação horizontal máxima	$R_{hmx} = \frac{M_v}{H} + R_{hg} \text{ (ton.)}$
Poço elevador (local instalação grua)	Vão livre máx. = 1,80 m

Figura 13 - Cargas geradas pela grua ascensional a serem consideradas nas lajes. (Fonte: Sociedade Brasileira de Instalações Termoeletricas Industriais, 2010)

Atualmente no Brasil a sua utilização está sendo cada vez mais comum e vem aumentando significativamente, conforme Moura (2010). Gehbauer (2002), diz que a grua passa cerca de 49% do tempo sem atividade.

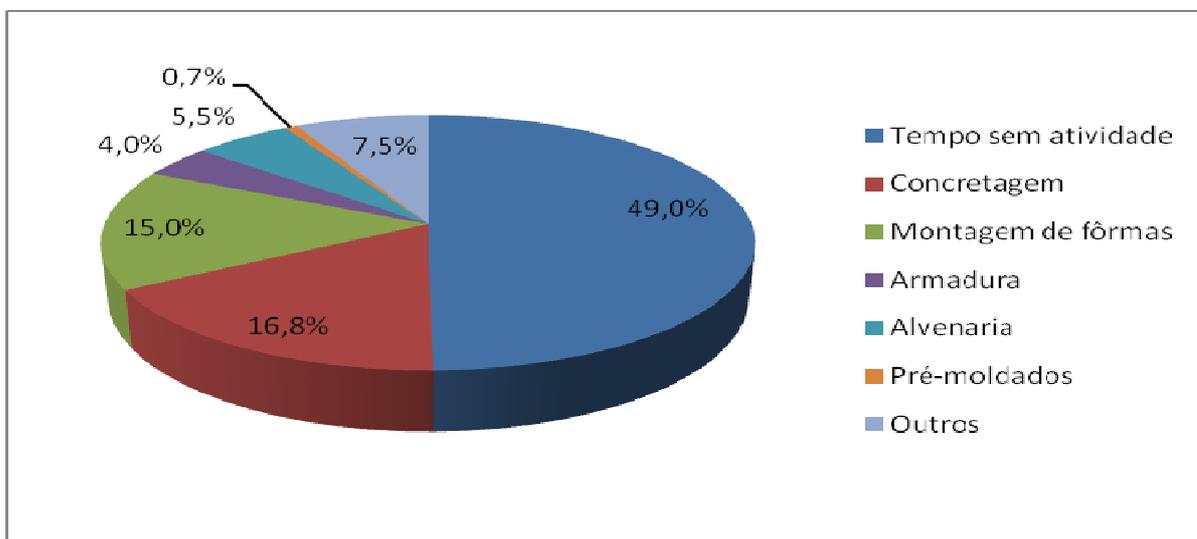


Figura 14 - Parcelas dos tempos de atuação de uma grua durante a obra bruta. (Fonte: Gehbauer, 2002)

Segundo Engel (2008), este equipamento pode atender às exigências de curto prazo quando se faz um planejamento bem elaborado com estudo de recebimentos e movimentações de cargas e materiais, além da disposição do canteiro de obra através de critérios logísticos para o aproveitamento máximo da grua.

Para a utilização de uma grua no canteiro de obras é preciso ter bem definido o plano de giro da grua, pois é ele quem determina os locais onde serão feitas as estocagem dos materiais, o local por onde as pessoas devem transitar, dentre outros aspectos do canteiro.

A grua é composta de três grupos principais de elementos, sendo eles:

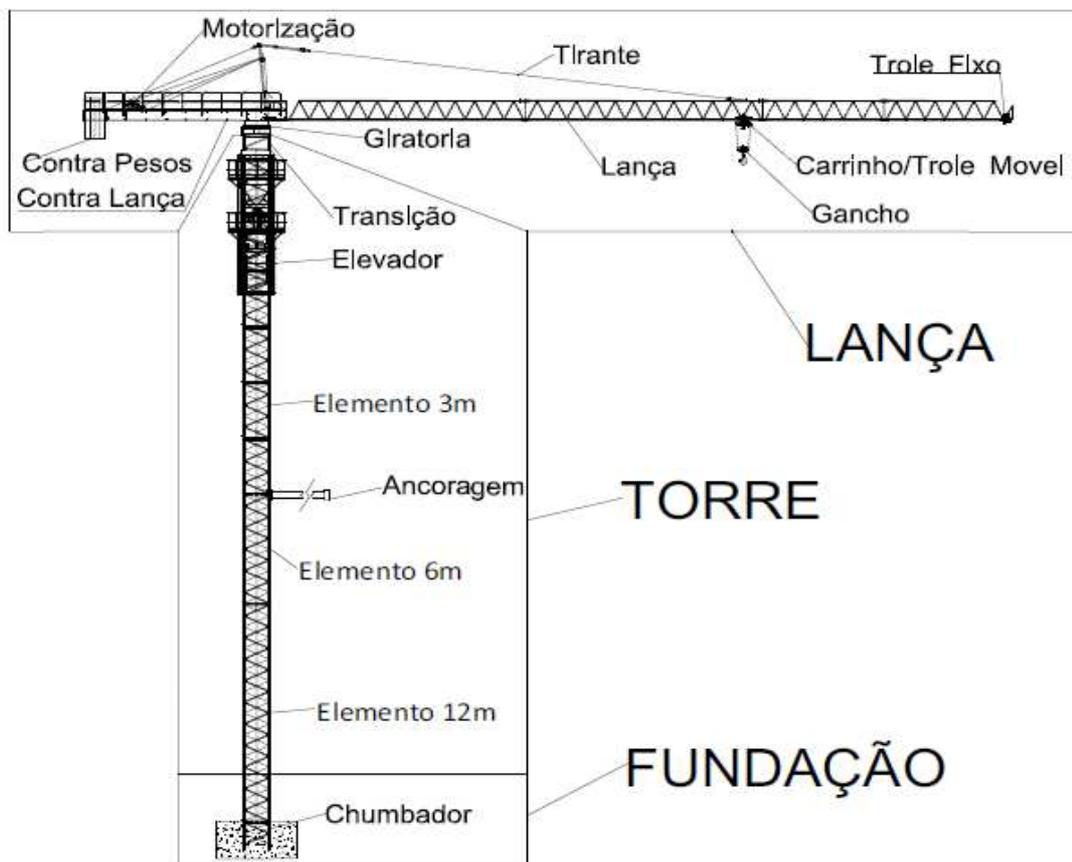


Figura 15 - Principais elementos que compõem a grua. (Fonte: Gehbauer, 2002)

- Fundação:

É responsável por fazer a ligação da Grua com o solo, transmitido a ele os esforços, o principal elemento responsável pela transmissão de cargas é o chumbador. A maior parte desse elemento fica presa a um bloco de concreto da fundação, que precisa ser dimensionada para resistir ao peso e aos esforços provocados.



Figura 16 - Fundação da grua. (Fonte própria)

- Torre:

São compostas por elementos quadrados de 12, 6, ou 3 metros presos através de pinos até a altura desejada para o projeto. Esses elementos são feitos de perfis metálicos de alta resistência soldados formando uma treliça e são fixados desde a base do chumbador até a superestrutura.

Esses elementos são presos (ancorados) ao edifício à medida que o mesmo vai subindo. Depois da grua está ancorada ao edifício ela pode ser telescópica com o auxílio de uma estrutura metálica que abraça a torre e através de um macaco hidráulico eleva a superestrutura permitindo a colocação de novos elementos de 3 metros. Esse processo estará mais bem descrito na figura 17 abaixo.



Figura 17 - Torre de uma grua. (Fonte própria)

- Lança:

Composta por elementos principais, a contra lança é a parte onde ficam os contrapesos, a motorização giratória é o elemento responsável por deixar a grua girar 360 graus, já a lança é a parte que sustenta a carga e que determina o raio de alcance da grua.



Figura 18 - Lança da grua. (Fonte própria)

No mercado brasileiro temos diversos modelos e com diversas especificações de grua. No momento de adquirir ou alugar é preciso ter bastante cuidado na análise das especificações. A falta de observação de alguns itens pode acarretar em custo não previsto. Um exemplo disso pode ser verificado na tensão de alimentação da grua, comprado uma que possua alimentação em 440 volts, algo não comum em obras e que pode acarretar em um custo com transformador.

Esse tipo de equipamento não pode ser utilizado para arrancar objetos fixos.

Uma grua fixada em local mal planejado pode causar dificuldades no transporte com o decorrer da obra, ou ter a necessidade de desmontagem do equipamento antes do momento ideal. (BARBOSA, 2006)

A seguir, o quadro 3 apresenta diversos modelos de guas fixas e ascensionais encontradas e com algumas das suas principais características.

Quadro 3 - Características principais de guias fixa e ascensional.

Fornecedor	Modelo	Comprimento da Lança (m)	Carga que suporta para içamento (kg)	Tipo	Altura Inicial (m)	Velocidade de Elevação (m/min)	Velocidade de Rotação	Tensão de Alimentação (Volts)
Liz Metal	LIZGT 3036	36,00	1.000,00	Fixa	30,00	0 a 72	0 a 3 CV	440,00
Movi Equipamentos	GT1000-36	36,00	1.000,00	Fixa	31,50	0 a 90	0 a 1 RPM	380,00
Movi Equipamentos	GT 1000-30	30,00	1.000,00	Fixa	31,50	0 a 90	0 a 1 RPM	380,00
Movi Equipamentos	GT 1000-42	42,00	1.000,00	Fixa	31,50	0 a 90	0 a 1 RPM	380,00
Movi Equipamentos	GT 1000-48	48,00	1.000,00	Fixa	31,50	0 a 90	0 a 1 RPM	380,00
Movi Equipamentos	GT 1000-48	48,00	1.450,00	Fixa	31,50	0 a 90	0 a 1 RPM	380,00
Movi Equipamentos	GT 1000-54	54,00	1.000,00	Fixa	31,50	0 a 90	0 a 1 RPM	380,00
Avant	TC3608	36,00	800,00	Fixa	22,60	0 a 60,97	0 a 0,7 r/mim	380,00
Avant	TC4010	40,00	1.060,00	Fixa	22,60	0 a 60,97	0 a 0,7 r/mim	380,00
Avant	TC4608	46,00	800,00	Fixa	22,60	0 a 60,97	0 a 0,7 r/mim	380,00
Avant	TC5009	50,00	900,00	Fixa	25,00	0 a 60,97	0 a 0,7 r/mim	380,00
Avant	TC5510	55,00	1.000,00	Fixa	28,00	0 a 80	0 a 0,6 r/mim	380,00
Avant	TC5615	56,00	1.500,00	Fixa	30,00	0 a 80,1	0 a 0,6 r/mim	380,00
Avant	TC6015	60,00	1.500,00	Fixa	30,00	0 a 68,1	0 a 0,6 r/mim	380,00
Avant	TC7021	70,00	2.100,00	Fixa	30,00	0 a 80	0 a 0,68 r/mim	380,00
Tecnorav		30,00	1.000,00	Fixa	30,00	0 a 56	0 a 1 r/mim	380,00
Tecnorav		30,00	1.000,00	Ascensional	18,00	0 a 56	0 a 1 r/mim	380,00

Fonte: Rivelino (2011)

4.4 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO E ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS

Os principais pontos que foram observados para seleção do equipamento nessa obra, serão abordados a seguir, com intuito de ajudar na escolha do melhor equipamento para a realidade da obra em que o mesmo será empregado.

Além dos pontos apresentados, o principal fator e mais relevante é saber qual o tipo da obra e qual a característica do canteiro, assim serão definidos alguns equipamentos possíveis de serem utilizados, partindo assim para análise deles.

A escolha do equipamento errado para uma obra pode trazer um gargalo no processo, podendo não ter solução durante a execução e gerar valores onerosos. Segue abaixo o quadro 4 comparando as vantagens e desvantagens do uso de grua, elevador e guindaste.

Quadro 4 - Vantagens e Desvantagens de alguns equipamentos de transporte vertical

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Grua	
Transporte vertical com alta capacidade;	Alto custo mensal;
Maior velocidade de ascensão e giro;	Custo de montagem e desmontagem (guindaste);
Abrangência total ou parcial do pavimento em execução;	Necessidade de base de apoio (fixa) ou reforço nas lajes (ascensional);
Quantidade de telescopagem (altura inicial de cerca de 40 metros);	Operador especializado.
Ascensão de aços armado e materiais paletizados;	
Maior velocidade de ascensão e giro.	
Elevador	
Alta capacidade de carga	Alto custo (Cremalheira)
Alta velocidade	Grande risco de acidentes (Cabo);
Opção de alteração para cabine dupla (cremalheira);	Grande interferência na fachada;
Transporte de passageiros e cargas;	Baixa proteção contra corrosão.
Montagem segue a execução dos pavimentos;	
Guindaste	
Alta capacidade de carga;	Não vence grandes alturas.
Alta velocidade;	
Trabalhos em espaços confinados;	
Rapidez na montagem e desmontagem;	
Pode se locomover dentro do canteiro (sem carga).	

Fonte: Rivelino (2011)

As vantagens e objetivos principais do uso de todo e qualquer equipamento na obra, é diminuir ou eliminar o emprego da mão de obra, reduzir prazos e aumentar a qualidade do produto.

4.4.1 Montagem, elevação e desmontagem dos equipamentos

Para a montagem de guias é necessário o uso de guindastes que içam os elementos assim como a superestrutura pronta para as posteriores ancoragem. Já na montagem dos elevadores de cremalheira geralmente é utilizado outro equipamento de transporte vertical, equipamento esse que pode ser uma grua ou um guindaste; caso não tenha esse equipamento na obra, ele pode ser montado à mão, demandando uma quantidade muito maior de tempo e mão de obra. Na montagem dos elevadores a cabo não é necessário o uso de equipamentos, mais os mesmos necessitam da habilidade dos montadores.

O tempo médio para montagem de uma grua ou elevador, segundo Coelho (2010) são de 5 dias, tempo esse que precisa ser considerado no cronograma.



Figura 19 - Montagem da grua. (Fonte própria)

À medida que os andares da obra vão subindo, se faz necessária a elevação dos equipamentos de transporte vertical utilizados.

O processo é feito da seguinte forma:

- Grua de torre fixa:

Processo realizado através do processo de telescopagem. A estrutura inicial possui um parafuso de rosca fixado em uma estrutura interna que pode fazer a lança da grua subir através de mecanismo hidráulico em 03 (três) metros. Após essa elevação de 03 (três) metros são encaixados novos elementos com a mesma dimensão e tamanho.

O novo elemento sobe pela própria grua e juntamente com ele vai um contrapeso, onde a função dele é facilitar o encaixe por parte do armador. Assim, eles são parafusados e travados na estrutura liberando o parafuso que deixa de estar suportando o peso da estrutura, transferindo o mesmo para esse novo elemento.

Neste momento podemos elevar novamente o parafuso e continuar o processo.

A cada telescopagem esse processo é feito por três vezes, elevando assim a grua em nove metros ao final.

Na primeira ancoragem, a grua deve ficar fixada na estrutura da obra após a quinta laje, após isso sua fixação deve ser feita a cada dois andares.



Figura 20 - Estrutura de ancoragem para travar a grua fixa na torre do prédio. (Fonte própria)

- Elevadores de Cremalheira:

O processo é muito simples e consiste no encaixe de novos elementos na estrutura.

Esse processo pode ser feito com o auxílio da grua, de guindastes ou de forma manual. Os elementos são travados uns aos outros através de parafusos e cada elemento tem 1,5 metro, pesando aproximadamente 147 quilos. Na montagem manual eles são encaixados de um em um, quando auxiliados por grua ou guindastes pode ser feito mais de um elemento por vez.

Os elevadores de cremalheira são travados e ancorados à estrutura em andares alternados.



Figura 21 - Estoque de elementos do elevador cremalheira. (Fonte própria)



Figura 22 - Elementos sendo içados pela grua (Fonte própria)



Figura 23 - fixação dos novos elementos. (Fonte própria)

- Elevadores a cabo:

O processo é realizado de forma manual por profissionais, e os mesmos devem ser legalmente habilitados para exercerem o serviço.

Consiste no encaixe de novos painéis laterais e contraventos, tendo posteriormente a subida da viga superior por onde está passando os cabos de sustentação.

Já na desmontagem da grua fixa e os elevadores, os processos são seguidos dos mesmos passos de elevação e de montagem, porém de forma contrária. Já a grua ascensional, a mesma é desmontada por cima da última laje através de equipamentos como mini-gruas, sendo estas responsáveis por descer os elementos em separados até o solo.

A obra não fez uso do equipamento de transporte vertical Guincho Foguete, pois o implemento da grua no canteiro já iria atender as demandas.

4.4.2 Cuidados na operação e manutenção dos equipamentos

Para operar um equipamento de transporte vertical, a norma regulamentadora NR-18 tem algumas exigências, dentre eles, o equipamento deve ser operado por trabalhador qualificado, que possua no mínimo nível médio completo, o qual terá que ter sua função anotada em carteira de trabalho; e o operador tem que passar por treinamento específico, seguindo o numero de horas indicado pelo fornecedor.



Figura 24 - Treinamento dos operários. (Fonte própria)

Durante os processos de montagem e desmontagem de qualquer equipamento de transporte, a área deve ser isolada, pois existe um perigo muito grande da queda de alguma ferramenta que está sendo utilizada no processo. Os operários que estiverem executando o serviço, dentre os equipamentos de segurança, devem estar obrigatoriamente usando cinto de segurança tipo paraquedista.

Os guindastes devem ter obrigatoriamente alarme de ré acoplado ao sistema de câmbio e retrovisores, informando assim às pessoas que está fazendo este tipo de movimento. As gruas também precisam ter alarmes sonoros para informar que estão em movimento.

Os equipamentos de transporte vertical devem ficar distantes no mínimo três metros da rede de energia elétrica.

A grua e os elevadores devem possuir suas respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica (ART), tanto de montagem, como de manutenção.

O projeto de implantação de uma grua na obra começa pelo plano de cargas e esse documento inclui um croqui, no qual são observados diversos itens que circundam o canteiro, dentre eles

podemos citar: vias de circulação, tanto para veículos e equipamentos, como para os trabalhadores e visitantes; locais para carga, descarga e estocagem dos materiais e isolamento das áreas abaixo das cargas durante a sua movimentação; redes elétricas, posição de árvores; edificações vizinhas; entre outros. O quadro 5 a seguir, lista as principais interferências a serem consideradas na logística do canteiro, analisando os transportes verticais ou horizontais com o intuito de não haver interrupções do fluxo de trabalho afetando a produtividade dos serviços e mantendo a segurança e qualidade do sistema.

Quadro 5 - Check List para instalação de Grua no canteiro.

Grau de Atendimento – Instalação	SIM	NÃO	N.A.
A.1) A ponta da lança e o cabo de aço de sustentação estão afastados no mínimo 3,0 m de qualquer obstáculo.			
A.2) A ponta da lança e o cabo de aço de sustentação estão afastados da rede elétrica. Estime o afastamento, em metros: _____.			
A.3) Os fios elétricos possuem isolamento, caso a ponta da lança e o cabo de aço de sustentação estejam próximos da rede elétrica.			
A.4) A grua possui para-raios e aterramento.			
A.5) Não houve acidente na montagem ou desmontagem. Relate caso ocorrido.			
A.6) A grua de base fixa está montada sobre um chumbador fixado numa base de concreto.			
A.7) Durante a montagem, foi efetuada aterramento da estrutura, com cabos elétricos de tamanho adequado.			
A.8) Durante a desmontagem se desliga o interruptor geral, botoeira e a tomada de alimentação do painel elétrico secundário e principal.			
A.9) Retira-se os pesos da contra-lança antes de desmontá-la.			
A.10) A lança possuem placas visíveis na grua e indicadas com o valor das cargas máximas.			
TOTAL	0	0	0
B. OPERAÇÃO			
Grau de Atendimento – Operador	SIM	NÃO	N.A.
B.1.1) Operador tem idade mínima de 18 anos.			
B.1.2) Foi submetido a exame admissional médico e psicotécnico antes da sua nomeação.			
B.1.3) Possui noções elementares de eletromecânica.			
B.1.4) Sabe os principais mecanismos e interpreta a documentação que acompanha a grua.			
B.1.5) Verifica diariamente o prumo da grua.			
B.1.6) Verifica os níveis de óleo dos redutores e conhece os pontos de lubrificação.			
B.1.7) Teve treinamento específico de operação.			
B.1.8) Operador e pessoal auxiliar usam capacete de segurança em todo o			

momento.			
B.1.9) Usa luvas de raspa ao manusear cabos ou outros elementos ásperos ou cortantes.			
B.1.10) Cinturão de segurança (tipo pára-quedista), em todos os trabalhos de conservação, ancorados em pontos sólidos da estrutura da torre ou lança.			
B.1.11) Trabalhador qualificado, com função anotada em carteira de trabalho.			
B.1.12) Manobras de movimentação devem ser executadas por meio de códigos de sinais convencionais (NR-18)			
B.1.13) Quando o local de lançamento de concreto não for visível pelo operador do equipamento de transporte, deve ser utilizado um sistema de sinalização, sonora ou visual, e, quando isso não for possível deve haver comunicação por telefone ou rádio para determinar o início e o fim do transporte.			
TOTAL			
Grau de Atendimento – Utilização			
B.2.1) É proibido recolher cargas fora do alcance da grua ou utilizar a grua para fazer trações oblíquas de qualquer tipo.			
B.2.2) Não se remove cargas que tenham aderido ao solo ou estejam com qualquer tipo de fixação.			
B.2.3) Não se balança cargas para depositá-las fora do alcance da grua.			
B.2.4) Não se eleva ou desce cargas superiores às especificadas nas características da grua.			
B.2.5) A grua tem mecanismo de segurança contra sobrecarga.			
B.2.6) Não se transporta pessoal com a grua.			
B.2.7) Não se passa cargas por cima das pessoas sem as devidas precauções.			
B.2.8) Não se inverte a marcha dos motores antes da sua paragem normal para se conseguir paragens mais rápidas.			
B.2.9) É proibido introduzir alterações ou, sem prévio acordo do fabricante, usar peças de substituição que não sejam originais.			
B.2.10) Não se viola os lacres existentes nos dispositivos de segurança (limitadores, fins de curso, etc.). Em circunstância alguma deverão ser neutralizados, pois a eles se deve grande parte da segurança do equipamento.			
B.2.11) Não trabalhar com grua sob ventos excessivos (superiores a 72 km/h) ou na iminência de tempestades, possíveis de provocar descargas			

elétricas.			
B.2.12) Se houver ventos fortes, deve-se ser instalado um anemômetro, com sinal acústico para 42 Km/h, cortando a corrente elétrica a 72 Km/h.			
B.2.13) A grua possui sinal sonoro que é acionado pelo operador sempre que houver movimentação de carga.			
B.2.14) Existe um sistema em que a corrente elétrica deve ser cortada se for necessária atuar nos componentes elétricos da grua.			
B.2.15) Existem áreas de cargas / descargas que são delimitadas (guarda-corpo, pintura, cavalete, etc.).			
B.2.16) O trajeto a ser percorrido pela lança da grua é isolado, para que, em momento algum, as pessoas fiquem sob a carga (NR-18).			
B.2.17) O local de trabalho no canteiro onde a grua passa está perfeitamente delimitado e sinalizado.			
B.2.18) A carga é observada em todo o momento durante o seu transporte.			
B.2.19) Durante as operações de conservação das gruas, as ferramentas são transportadas em bolsas adequadas.			
B.2.20) O gancho de içamento dispõe de limitador de subida, para evitar o descarrilamento do carrinho.			
B.2.21) O gancho é dotado de trava de segurança em perfeito estado.			
B.2.22) O contrapeso de concreto está bem protegido e devem ser evitados os deslocamentos.			
B.2.23) As plataformas para elevação de material cerâmico tem rodapé de 20 cm, e carga colocada bem distribuída, para evitar a queda.			
B.2.24) Para elevar pallet, serão necessárias estilingas simétricas por debaixo da plataforma de madeira. Nunca deve ser conectado o gancho da grua sobre o aro de fechamento do pallet.			
B.2.25) Manobra de elevação da carga deve ser lenta, de maneira que, se o operador detectar algum problema, deve depositar a carga no local original imediatamente.			
B.2.26) Movimentos da grua são feitos por intermédio de botoeira e realizados por pessoa habilitada e competente, auxiliada por sinalizador.			
B.2.27) Existem passagens segura nos andares de ancoragens da grua.			
TOTAL	0	0	0
Grau de Atendimento – Manutenção	SIM	NÃO	N.A.

C.1. MANUTENÇÃO DIÁRIA			
C.1.1) Lubrificação do cabo de aço elevado, do cabo de aço carro, rolamento de giro, das polias e roldanas.			
C.1.2) Limitador de carga na ponta da lança, de fim de curso do carro frente e ré, da carga máxima da grua e luz de topo.			
C.1.3) Alerta de movimento.			
C.1.4) Sinal sonoro para movimentação de carga.			
C.1.5) Polias e roldanas, afixação e motores, os tambores de elevação e translação informando quando anormalidade (aquecimento, ruído, etc.) quando houver.			
C.1.6) Os freios de elevação, de carro e de giro.			
C.2.1) É verificado se todos os parafusos se mantêm apertados, especialmente na torre e rolamento e se todos os pinos são bifurcados originais.			
C.2.2) Com a corrente elétrica desligada, verifica-se visualmente o estado do interior do armário elétrico.			
C.2.3) Ainda com a corrente elétrica desligada, verifica-se o aperto dos terminais na caixa dos motores e freios.			
C.2.4) É comparado e ajustado se necessário, as folgas dos freios eletromagnéticos, principalmente no motor da elevação.			
C.2.5) Verifica-se o bom estado de conservação da ligação a terra e se existe próximo ao cabo elétrico, umidade suficiente de modo a estabelecer-se condução elétrica.			
C.2.6) Efetua-se medições a tensão de alimentação da grua e aos consumos dos motores, no arranque e em regime de trabalho, observando se existem valores anormais.			
C.2.7) É comprovado o bom estado estrutural, com ausência de fissuras ou deformações permanentes.			
C.2.8) É cumprido o estabelecido no manual do fabricante quanto ao manuseio e manutenção da grua.			
TOTAL	0	0	0

Grau de Atendimento

A. INSTALAÇÃO	0	0	0
B. OPERAÇÃO	0	0	0
C. MANUTENÇÃO	0	0	0

4.4.3 Interferências dos equipamentos durante o processo de construção

Na hora da escolha do equipamento a ser utilizado para o transporte vertical de materiais dentro do canteiro de obras, é necessário se pensar nas interferências que o mesmo pode causar durante o processo de construção.

Além da escolha, a localização dos elevadores deve ser muito bem pensada, pois isso irá influenciar diretamente no andamento dos serviços civis da fachada, pois o local onde os mesmos estarão instalados ficarão impossibilitados de terem os seus serviços executados.

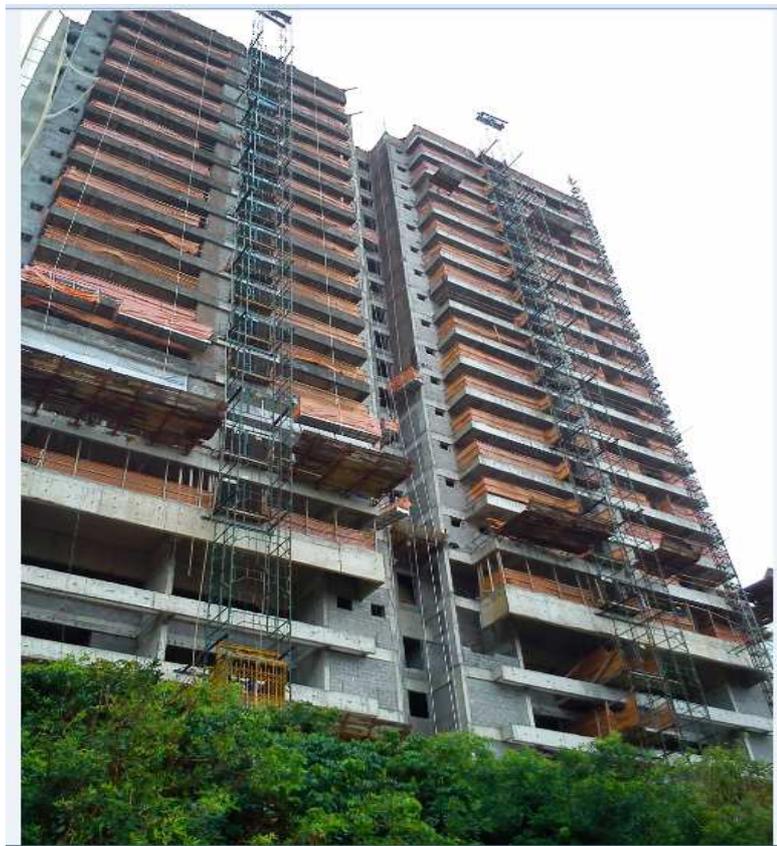


Figura 25 - Interferência dos elevadores na fachada. (Fonte própria)

Em relação à grua fixa, tem que se planejar muito bem com relação a sua localização, avaliando com muito cuidado o momento de sua desmontagem, assim como a forma de retirada desse equipamento após término de todos os serviços. No caso de uma obra que possui uma periferia muito grande, o planejamento para desmontagem dessa grua pode trazer diversos problemas para o momento.

Para uma grua ascensional, o poço do elevador fica totalmente impossibilitado da execução de outros serviços e isso pode acarretar em um atraso na montagem dos elevadores definitivos do empreendimento.

No intuito de minimizar a interferência com outros serviços, os elevadores de obra não devem ficar posicionados junto a paredes onde possuem instalações hidráulicas e elétricas, ou paredes com revestimento cerâmico.

Na obra cujo estudo de caso foi desenvolvido, no início foi definido um planejamento para que os elevadores a cabo e cremalheira ficassem o maior tempo possível alocados no canteiro, compatibilizando a interferência dos mesmos na Fachada Leste do empreendimento, e assim impedisse o início dos serviços de revestimentos. Dessa maneira os estudos foram determinantes para que os serviços dos poços dos elevadores das duas torres fossem executados o mais breve possível, possibilitando a liberação e instalação dos elevadores definitivos do empreendimento. Essa decisão culminou numa contratação mais rápida da empresa que iria instalar os elevadores definitivos, liberando-os o mais rápido possível para uso provisório da própria obra, condicionando conseqüentemente a desmontagem dos elevadores da obra e liberação antecipada para realização dos serviços de revestimento de fachada.

Com isso o plano de desmontagem de dois elevadores a cabo e o cremalheira ficaram condicionados a montagem dos dois elevadores de serviço e dois elevadores social, os quais irão atender a demanda da obra em subida de materiais e funcionários.

4.4.4 Análises dos custos dos equipamentos

Para definição do equipamento que será utilizado no transporte vertical de materiais, umas das coisas que precisam ser observadas é o custo.

Se formos analisar somente o custo, a melhor opção seria a de elevadores a cabo, mesmo sabendo que este não tem a mesma capacidade de transporte e agilidade que uma grua, e muito menos a segurança de um elevador de cremalheira.

Na hora da aquisição ou aluguel dos equipamentos é preciso analisar todos os gastos que podem vir embutidos no mesmo, como exemplo, as vias de acesso para o mesmo, base (no caso de elevadores e gruas fixas), estaiamento, etc.

A utilização de bombas de concreto em obras se tornou muito comum devido à agilidade que elas incorporam na obra. O custo de lançamento do concreto através de bombas fica na faixa de R\$ 25,00 à R\$ 32,00 dependendo da concreteira que será utilizada. Esse valor não varia com o modelo de bomba que será utilizado.

Outro equipamento muito utilizado nas obras atualmente são os guindastes. Onde comumente são mais utilizados os com capacidade para 45 e 30 toneladas. Os custos do aluguel dos mesmos são de R\$ 270,00 por hora (45 Toneladas) e R\$ 150,00 por hora (30 Toneladas), tendo o mínimo de horas de aluguel em 10 horas.

O gasto médio adotado com manutenção de um equipamento fixo é 12 % do seu valor. Outro custo que precisa ser levado em consideração é o gasto com o operador do equipamento. Já no caso das gruas, além do operador, têm o sinaleiro.

No caso de aluguel do equipamento, o custo com manutenção fica sobre responsabilidade do dono do equipamento, e a depender do contrato de locação, as horas paradas por falta de manutenção podem ser descontadas.

Segue abaixo o quadro 6 com os custos de alguns modelos de grua e de elevadores que podem ajudar na decisão do melhor equipamento de transporte.

Quadro 6 - Custos de Gruas e Elevadores de obra

Empreendimento	Tipologia Comercial/ Residencial	Área de Prefeitura	Data da Compra	Valor Orçado (Ic) R\$	INCC	Valor Orçado (Ic) INCC	Valor Atualizado R\$	Custo / Área R\$	Compra / Aluguel	Fornecedor
GRUA										
Obra A	Residencial	21.666,67	set-11	21.732,56	479,183	45,35	21.940,05	1,01	Aluguel (14 meses)	Liz Metal (Fixa)
				24.118,26	479,183	50,33	24.348,53	1,12	Aluguel (14 meses)	Movi Equipamentos (Fixa)
				22.288,98	479,183	46,51	22.501,78	1,04	Aluguel (14 meses)	Movi Equipamentos (Fixa)
				23.876,84	479,183	49,83	24.104,80	1,11	Aluguel (14 meses)	Avant (Fixa)
				546.087,24	479,183	1.139,62	551.301,01	25,44	Compra	Liz Metal (Fixa)
				567.785,73	479,18	1.184,90	573.206,66	26,46	Compra	Movi Equipamentos (Fixa)
Obra B	Residencial	25.000,00	mar-11	19.285,71	456,92	42,21	20.418,63	0,82	Aluguel (24 meses)	Tecno trav (Fixa)
				19.395,00	456,92	42,45	20.534,33	0,82	Aluguel (24 meses)	Liz Metal (Fixa)
				16.285,71	456,92	35,64	17.242,40	0,69	Aluguel (24 meses)	Tecno trav (Ascensional)
				19.395,00	456,92	42,45	20.534,33	0,82	Aluguel (24 meses)	Liz Metal (Ascensional)
ELEVADORES DE CREMALHEIRA										
Obra A	Residencial	75.000,00	ago-11	768.350,00	479,18	1.603,46	775.685,82	10,34	Locação Antecipada (24 Meses)	Rack
				822.928,00	479,18	1.717,36	830.784,91	11,08	Locação (24 meses)	Montarte
				1.074.800,00	479,18	2.242,98	1.085.061,65	14,47	Locação (24 meses)	Avant
				1.342.800,00	479,18	2.802,27	1.355.620,38	18,07	Locação (24 meses)	EKIPATEK
ELEVADORES A CABO										
Obra B	Residencial	20.500,00	set-08	173.181,00	398,20	434,91	210.389,94	10,26	Locação	Mecam
				245.700,00	398,20	617,02	298.490,06	14,56	Locação	Hercules

Fonte: Rivelino (2011)

4.4.5 Logística para movimentação dos materiais, operários e equipamentos no canteiro.

Os gestores da obra, juntamente com a empresa consultora contratada, planejaram melhorar a logística de descarga de materiais, movimentação dos equipamentos e operários no canteiro, a fim de otimizar o tempo dos mesmos. A estratégia em questão tem o objetivo de transportar todos os materiais e operários do canteiro até o local de destino, proporcionando um melhor desempenho logístico para toda a obra.

O desnível do terreno obrigou a empresa a buscar soluções de transportes que pudessem melhorar os tempos perdidos para movimentações dentro do canteiro. Como a exemplo, temos as figuras 30 e 31, ilustrando as condições de chegada dos materiais prontos e industrializados, sendo içados até o pavimento. Outro exemplo trata-se fornecimento do aço cortado e dobrado, além da paletização dos diversos materiais empregados, dando destaque aos blocos de concreto por apresentar uma quantidade diária de 06 (seis) caminhões por dia, sendo que cada um transportava 10 paletes de blocos totalizando um total de 60 paletes/dia.



Figura 26 – Corte e limpeza do terreno. (Fonte própria)



Figura 27 - Desnível do Terreno. (Fonte própria)

Apesar do grande desnível do terreno, conforme apresentado nas figuras 26 e 27, o transporte vertical foi superado, e o tempo da movimentação vertical para descarga dos materiais do caminhão com o uso da grua até a plataforma metálica localizada no pavimento era rápido, o tempo desse transporte horizontal da plataforma até o local de consumo dos mesmos que se tornava longo. Outra decisão adotada para otimização de tempo e desperdício de material, foi a paginação da alvenaria de bloco de concreto, e para isso a obra possuía uma planta de mapeamento dos paletes com suas diferentes famílias de tipo e tamanho, e quantidades definidas para uso em cada ambiente do apartamento. Através desse estudo, conforme figuras 28 e 29, a obra possuía definido toda a logística de abastecimento e quantidades necessárias dos blocos nos locais de trabalho, evitando dessa maneira desperdícios e tornando as vias de circulação na área do serviço livres.

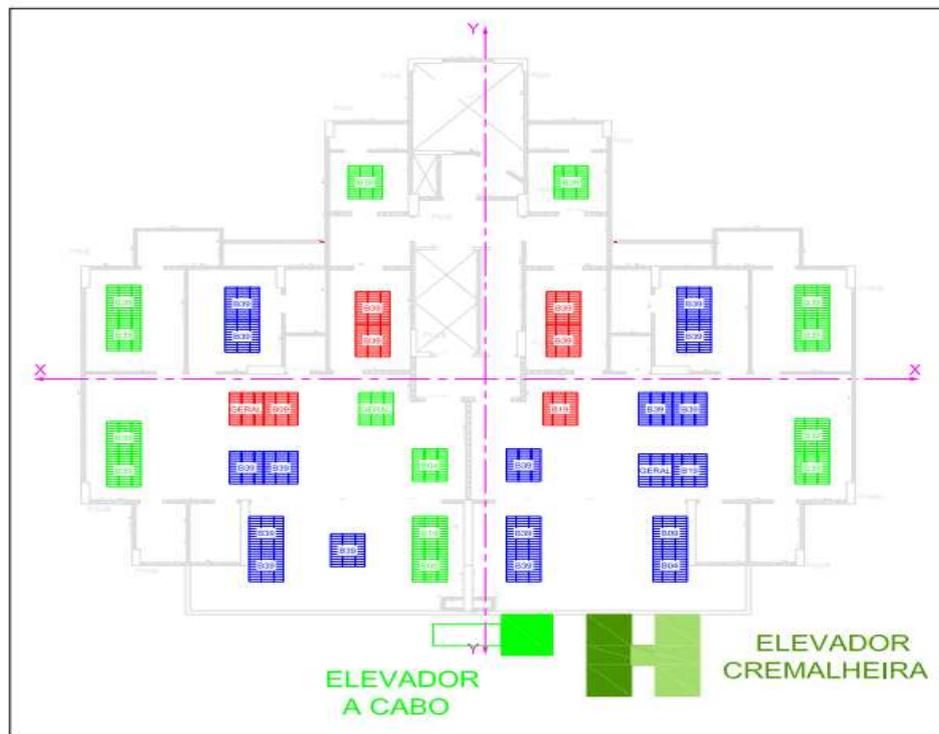


Figura 28 – Mapeamento do pavimento tipo para distribuição dos blocos nos seus diversos tipos. (Fonte própria)

DISTRIBUIÇÃO DE PALETES

Espessura: 9cm		Espessura: 11.5cm		Espessura: 14cm	
TIPO	QUANT.	TIPO	QUANT.	TIPO	QUANT.
Inteiro - 39 cm	14	Inteiro - 39 cm	10	Inteiro - 39 cm	4
1/2 - 19 cm	1	1/2 - 19 cm	1	1/2 - 19 cm	1*
1/4 - 9 cm	1*	1/4 - 9 cm	1*	1/4 - 9 cm	1*
1/8 - 4 cm	1*	1/8 - 4 cm	1*	1/8 - 4 cm	1*
GERAL	1	GERAL	1	GERAL	1

* - PALETE INCOMPLETO - QUANTIDADE NECESSÁRIA DE BLOCOS INFERIOR A CAPACIDADE DO PALETE

GERAL - PALETE CONTENDO OS BLOCOS ONDE A QUANTIDADE LEVANTADA É MUITO PEQUENA, PRINCIPALMENTE BLOCOS TIPO CALHA E COM CAIXA

Figura 29 – Legenda para identificação dos tipos, tamanho e quantidades dos blocos. (Fonte própria)



Figura 30 - Chegada de blocos palletizados no canteiro. Fonte: Ferreira (2011)



Figura 31 - Plataformas de recebimento de blocos nos pavimentos içados pela grua. Fonte: Ferreira (2011)

Diante o grande tempo gasto para transporte e abastecimento dos materiais no pavimento, foram definidos e adquiridos os equipamentos para transporte horizontais como giricas, masseiras com rodízios, carro de mão, empilhadeira hidráulica manual e carros prancha, a fim de melhorar os tempos de percurso, conforme figuras 32, 33 e 34.



Figura 32 – Carrinho-de-mão. Fonte: Ferreira (2011)



Figura 33 – Empilhadeira Hidráulica. Fonte: Ferreira (2011)



Figura 34 – Masseiras com rodizío. Fonte: Ferreira (2011)

4.4.6 Implantação do *Just in Time*

O Sistema de Gestão da Produção com os recursos, quantidades e momento necessários para uso dentro do canteiro, foi implantado na forma de chegada de material e descarga. A empresa buscou aliar-se a fornecedores que pudessem atender de maneira organizada a entrega dos materiais e equipamentos, fazendo com que a obra criasse um plano logístico de recebimento de materiais e de descarga nos locais previamente definidos dentro do canteiro.

Este tipo de sistema possui diversas vantagens relacionadas ao transporte de materiais, seja na forma vertical ou horizontal dentro da obra. Para esse caso, todos os recursos são disponibilizados nos momentos certos em conformidade com o planejamento da obra, reduzindo interfaces de problemas de descarregamento mal planejados, e deixando operários e equipamentos com horas improdutivas.

Vale ressaltar, que mesmo com todo planejamento da obra e contato direto com os fornecedores dos materiais, a logística dentro do canteiro não acontecia conforme programado, pois os próprios fornecedores tinham dificuldade em se planejar e atender tal demanda. Diversas vezes os materiais eram enviados para a obra sem um aviso prévio e em embalagens diferentes do combinado, tornando toda a logística do canteiro ainda mais complicada, e gerando como consequência tempos improdutivos dos operários e equipamentos.

4.5 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

4.5.1 Vantagens Logísticas no bombeamento do concreto

Na obra em estudo, inicialmente foi sugerido a concretagem de pilares, vigas e lajes com a grua, utilizando 02 (dois) baldes com capacidade $0,5\text{m}^3$ cada. Para realizar a concretagem dos pilares, onde os mesmos possuíam um volume de $15,00\text{m}^3$, todo o ciclo do serviço levava um período em torno de 2,25 horas, resultando em um índice de rendimento de $0,15\text{ h/m}^3$. Caso este mesmo concreto fosse realizado com uma bomba estacionária, o mesmo dependeria de uma maior mobilização por parte do equipamento e operários, sem contabilizar o custo da taxa de bombeamento de R\$ 30,00/ m^3 .

Objetivando uma grande economia no custo da taxa de bombeamento, a obra planejou também realizar as concretagens de lajes e vigas utilizando a própria grua, mais infelizmente não foi possível, pois o tempo de ciclo para o carregamento do balde de concreto, subida do material, descarga do material e descida do balde para novo carregamento, não atendia ao volume de concreto de 71,00m³ para 01 pavimento tipo. Essa decisão se deu somente ao fato do tempo de ciclo, não sendo levados em consideração os possíveis atrasos da concreteira e tempo para disponibilidade da grua nos demais serviços, o que conseqüentemente comprometeria a programação semanal da obra.

Após essas análises e verificações “in loco”, a obra foi obrigada a realizar a concretagem das vigas e lajes utilizando a bomba estacionária, viabilizando somente a concretagem dos pilares com a grua.

Em dias normais em que a empresa fornecedora de concreto conseguia atender a demanda da obra de forma ininterrupta, a concretagem realizada através da bomba estacionária durava em torno de 3,5 horas. Para esse tipo de serviço, a obra disponibilizava de uma equipe terceirizada para lançamento e adensamento do concreto, equipe esta que por vezes era composta de 13 á 16 funcionários treinados, permitindo o aumento da eficiência do lançamento e diminuindo os tempos improdutivos.

Segundo Moretti (2011), no modo de lançamento convencional o concreto é transportado até as fôrmas por meio de carrinhos de mão, giricas, caçambas, calhas e guias. O rendimento nesse tipo de transporte é de 4 a 6 metros cúbicos por hora.

No modo bombeável são utilizadas bombas de concreto. Elas transportam o concreto por intermédio de uma tubulação metálica, desde o caminhão-betoneira até a peça a ser concretada. Com o sistema, podem-se vencer grandes alturas ou grandes distâncias horizontais, obtendo-se uma produção média de 35 a 45 metros cúbicos por hora. Há equipamentos que têm capacidade para bombear até 100 metros cúbicos por hora.

O concreto bombeável é ideal para todo tipo e tamanho de obra, porém é mais utilizado em grandes alturas, áreas de difícil acesso, barragens, concreto submerso, centrais nucleares, longas distâncias e túneis. O sistema é a melhor solução para se trabalhar com grandes volumes em curtos espaços de tempo.

É o caso de grandes fundações, lajes de edifícios e tubulações, devido à sua plasticidade, trabalhabilidade e quantidade de finos. O concreto bombeável é ideal para obras em concreto aparente, e o seu método de bombeamento apresenta muitas vantagens. As principais vantagens do método de bombeamento são:

- Maior velocidade de transporte e na aplicação do concreto;
- Racionalização da mão-de-obra permitindo maior volume concretado por operário;
- Redução da quantidade de equipamentos de transporte, como guinchos, guias, elevadores e giricas;
- Menor necessidade de vibração por se tratar de um concreto mais plástico e com uma granulometria contínua.

O uso da técnica de bombeamento permite a concretagem contínua, evitando paralisações e as problemáticas juntas de concretagem, sem falar na velocidade do serviço fazendo com que o trabalho seja mais homogêneo.

Para que o bombeamento tenha êxito, é imprescindível o entrosamento entre a obra e a central dosadora de concreto, pois o resultado geral para o construtor é a redução de custos para a obra, aumento da produtividade e a menor quantidade de equipamentos.

O concreto bombeável é colocado quase que de uma só vez na fôrma e exerce uma pressão maior sobre o escoramento lateral que o lançamento convencional. Dessa forma, o sistema de escoramento deve ser reforçado. Para a aplicação de concreto, é importante manter pessoal restrito e bem dimensionado, sem esquecer de ter sempre vibradores de reserva em caso de quebra de alguns deles.

4.5.2 Levantamento dos tempos improdutivo de uma grua para aumento da eficiência

Segundo Gehbauer (2002), o método mais simples de se realizar tais análises, consiste em observar partes isoladas de um determinado processo de trabalho, elaborando-se desenhos esquemáticos das sequências deste processo na forma atual de trabalho. Devem ser anotadas também, quantas pessoas está trabalhando no processo, o deslocamento percorrido por elas e também a distância percorrida no transporte dos materiais empregados.

Estas anotações são os primeiros passo a ser dado em direção à otimização do processo. Em seguida, são elaboradas alternativas para tornar o processo mais eficiente e são realizadas representações esquemáticas de uma ou mais alternativas, e as alterações em relação ao processo antigo devem ser quantificadas. Estas alterações podem ser, por exemplo,

a distância total em metros, percorrida pelo conjunto de pessoas ou pela quantidade total de material transportado durante o processo em análise. Estes resultados da alternativa proposta são então comparados com o processo de execução atual. Quando pode ser observado que o novo modelo proposto é mais eficiente, e conseqüentemente mais econômico, segue-se então o terceiro passo que consiste na sua implementação.

A seguir, é dado um exemplo simples, de uma obra real, observada no Brasil. A figura 35 mostra um esboço esquemático de um local da obra onde é produzido o concreto. O transporte desse material até o local da concretagem era feito por meio de uma grua.

Também estão representadas na figura, as quantidades dos componentes da mistura, transportados em carrinho de mão, e a distância total percorrida pelos operários para o transporte dos componentes em cada etapa da mistura. De acordo com o levantamento feito, para cada m^3 de concreto produzido, era percorrida uma distância aproximada de $820 \text{ m} \times H$. Para a quantidade total de concreto e argamassa que deveria ser produzida nesta obra (aproximadamente 5.000 m^3), percorria-se então uma distância total de $4.100.000 \text{ m} \times H$. Supondo-se uma velocidade de $3,0 \text{ km/h}$ para o transporte dos componentes até a betoneira, têm-se que o tempo gasto neste trabalho de transporte era de $1.400 \text{ h} \times H$.

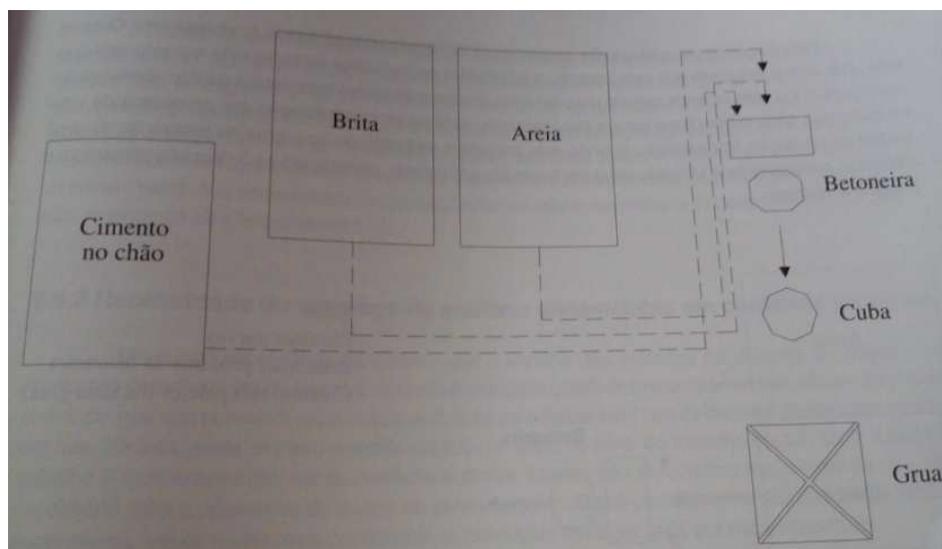


Figura 35 - Diagrama do fluxo da atividade em estudo (antes da alteração). Fonte: Gehbauer (2002)

Areia: 8 m (carrinho = $401 = 60 \text{ kg} \times H$)

Brita: 14 m (carrinho = $401 = 65 \text{ kg} \times H$)

Cimento: 25 m (carrinho = $2 \text{ sacos} = 100 \text{ kg} \times H$)

1 m^3 precisa de aproximadamente: 600 kg de areia

1.300 kg de brita

200 kg de cimento

$$10 \text{ viagens de areia} \times 8 \text{ m} = 80 \text{ m} \times H$$

$$20 \text{ viagens de brita} \times 14 \text{ m} = 280 \text{ m} \times H$$

$$2 \text{ viagens de cimento} \times 25 \text{ m} = 50 \text{ m} \times H$$

$$\text{Total} = 410 \text{ m} \times H \times 2 \text{ (ida e volta)} = 820 \text{ m} \times H$$

$$\text{Quantidade total de concreto produzido nesta obra} = 5.000 \text{ m}^3$$

$$5.000 \text{ m}^3 \times 820 \text{ m} \times H / \text{m}^3 = 4.100.000 \text{ m} \times H$$

$$\text{Velocidade} = 3 \text{ km/h} \quad \Rightarrow \quad \text{Tempo gasto nesta atividade} = 1.400 \text{ h} \times H$$

Nele, todo o processo é linearizado, as curvas desnecessárias são eliminadas, o cimento passa a ser fornecido e depositado em paletes (já que há uma grua disponível na obra). A brita, que é o componente usado em maior quantidade na produção do concreto, deve ser o mais próximo da grua (quando for produzida argamassa, a areia deve ser o componente mais próximo). O resultado do novo cálculo das distâncias percorridas pelos materiais mostra a possibilidade de se reduzir 580 m x H para cada m³ de concreto produzido, o que significa, no total, uma economia de 1.000 h x H, apenas neste local de trabalho, próximo à betoneira.

Este é apenas um exemplo de um processo dentro de uma atividade (concretagem), pois quando uma obra é estudada sob este aspecto, e analisados os percursos de transporte que ocorrem com maior frequência, têm-se neste método uma das mais simples e eficientes ferramentas para a racionalização da execução. Outra chave para a racionalização está na compatibilização dos processos de uma cadeia de produção. Por exemplo, quando está previsto o emprego de uma grua na realização de uma atividade, o material nela utilizado deve ser fornecido em paletes, eliminando-se o descarregamento e o transporte manual.

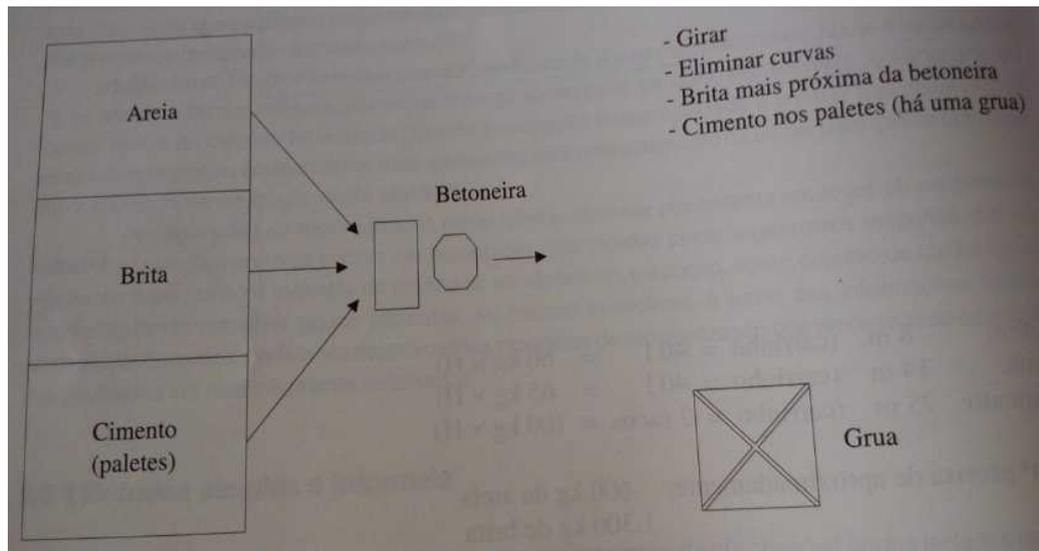


Figura 36 - (Gehbauer 2002) Diagrama do fluxo da atividade em estudo (após a alteração)

Areia: 10 viagens de areia x 5 m = 50 m x H

Brita: 20 viagens de brita x 3 m = 60 m x H

Cimento: 2 viagens de cimento x 5 m = 10 m x H

Total = 120 m x 2 (ida e volta) = 240 m x H

Processo anterior: 410 m x H x 2 (ida e volta) = 820 m x H

Diferenças: 580 m

$5.000 \text{ m}^3 \times 580 \text{ m} = 2.900.000 \text{ m} \times \text{H}$

Velocidade: 3 km/h

A redução no tempo de trabalho nesta atividade é de aproximadamente 1.000 h x H.

Para um salário de R\$ 5,00/h, tem-se uma economia de R\$ 5.000,00 x H.

Segue abaixo, na figura 37, os serviços aferidos e verificados no canteiro da obra em estudo. A escolha de verificação desses serviços específicos se deu pela grande dificuldade encontrada para abastecimento e distribuição dos materiais. Esta análise possibilitou reduzir o tempo de ciclo das atividades de descarga de bloco e de subida de fôrma para o pavimento, obtendo assim um melhor rendimento sobre o equipamento e mão-de-obra.

TEMPO IMPRODUTIVO DA GRUA PARA DETERMINADOS SERVIÇOS UTILIZADOS NO CANTEIRO					
SERVIÇO	UND	QUANT.	ÍNDICE	TEMPO IMPRODUTIVO	CAUSA
FÔRMA VIGA, LAJE E PILAR	M ²	675	0,006 H/M ²	4,2 H	AMARRAÇÃO E DESCARGA
AÇO VIGA, LAJE E PILAR	TON	5,6	0,029 H/T ³	0,16 H	AMARRAÇÃO E DESCARGA
CONCRETO VIGAS E LAJE	M ³	68	0,004 H/M ²	0,25 H	DESCARGA
CONCRETO PILAR	M ³	16	0,017 H/M ²	0,25 H	DESCARGA
DESCARGA CAMINHÃO DE BLOCO COM 10 PALETES	PALETE	10	0,01 H/PALETE	0,10 H	POSICIONAMENTO DO PALETE NA PLATAFORMA

Figura 37 - Tempos improdutivo aferidos no canteiro. (Fonte própria)

4.5.3 Índices de rendimento de uma grua aferidos no canteiro

Como referências podem ser utilizadas, adicionalmente, índices de rendimento de guas para os diferentes serviços. Estudos realizados na Alemanha sobre desempenho de guas foram avaliados estatisticamente e apresentaram o seguinte resultado para construções habitacionais e administrativas. (ROSENREICH, 1981)

- Fôrmas de parede/cortinas (áreas grandes) 0,05 - 0,07 h/m²
- Fôrmas de pilares (sistemas) 0,04 - 0,05 h/m²
- Fôrmas de laje 0,02 h/m²
- Vigas em pré-fabricados (até 7,50 m de comp.) 0,12 - 0,20 h/elemento
- Lajes em pré-fabricados 0,02 – 0,03 h/m²
- Escadas em pré-fabricados 0,50 h/elemento
- Concretagem com caçamba:
 - parede 0,08 – 0,10 h/m²
 - pilares 0,15 – 0,20 h/m³
 - lajes e vigas 0,09 – 0,17 h/m³
- Armaduras 0,30 - 0,35 h/ton
- Alvenaria 0,08 h/m³

Ainda deve ser considerado que o fator de utilização da grua como equipamento de disponibilização, é de 0,50 em média.

Para certos trabalhos, como por exemplo, a concretagem com caçamba pode ser necessária fazendo o levantamento do desempenho da grua a partir dos dados técnicos do equipamento fornecidos pelo fabricante, levando-se em consideração o tempo de atividade da grua. O tempo de atividade da grua é composto dos seguintes tempos: pegar, soltar, levantar e baixar a carga, deslocar o *trolley* e girar em torno do eixo, considerando-se que alguns destes movimentos ocorrem simultaneamente. O seu desempenho pode ser calculado segundo a seguinte fórmula:

$$D_N \left[\frac{\text{unid}}{h} \right] = \frac{Q [\text{unid}] \times 60 [\text{min/h}]}{T [\text{min}]} \times f_N$$

$$T [\text{min}] = t_{fix} + t_{var} - t_{sob}$$

$$t_{var} = \sum \frac{s}{v}$$

unid: unidade de medida do material (m³, kg, n° de elementos);

D_N: desempenho

Q: quantidade a ser transportada [m³, kg, n° de elementos];

f_N: fator de rendimento útil (na maioria dos casos é usado f_N = 0,80, o que corresponde aproximadamente à uma hora de 50 minutos);

T: tempo total gasto;

t_{fix}: tempos fixos: encher a cuba = 0,7 a 0,8 x V [min];

esvaziar cuba = 0,6 a 0,8 x V [min];

pegar carga = 0,7 a 2,0 min;

soltar carga = 0,4 a 1,0 min;

V: volume da cuba;

t_{var}: soma dos tempos gastos para a movimentação da grua [min];

t_{sob}: tempo de sobreposição de movimentos da grua que podem ser executados ao mesmo tempo [min];

s: distância de transporte vertical e horizontal ou perímetro de rotação [m];

v: velocidade de movimentação da grua [m/min].

No caso da obra estudada, foi avaliado somente a Grua fixa e a utilização da planilha abaixo na figura 38 foi essencial para uma abordagem mais eficiente sobre a capacidade de ciclo relacionado à movimentação vertical de materiais e de serviços.

RENDIMENTO DA GRUA UTILIZADA NO CANTEIRO			
SERVIÇO	UND	ÍNDICE	TEMPO PRODUTIVO
FÔRMA VIGA, LAJE E PILAR	M ²	0,02 H/M ²	13,5 H
AÇO VIGA, LAJE E PILAR	TON	0,30 H/T ²	1,7 H
CONCRETO VIGAS E LAJE	M ³	0,09 H/M ²	6,12 H
CONCRETO PILAR	M ³	0,15 H/M ²	2,4 H
DESCARGA CAMINHÃO DE BLOCO COM 10 PALETES	PALETE	0,03 H/PALETE	0,33 H

Figura 40 - Tempos de serviços aferidos no canteiro. (Fonte própria)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou a importância e preocupação que devemos obter ao definir e avaliar um canteiro de obra vertical, associando ao estudo, as análises prévias para escolha do equipamento ideal a ser utilizado.

Através das análises e estudo apresentado, ficou comprovado de que a obra realizou um planejamento prévio e definiu os equipamentos mais viáveis para o transporte vertical desse canteiro, sendo estes, uma grua fixa locada em uma posição estratégica atendendo as duas torres e toda a periferia do empreendimento, três elevadores cremalheira e à cabo posicionados nas varandas dos apt^{os} e somente uma tubulação para bombeamento do concreto usinado locada entre as duas torres.

Fora analisado a boa eficiência apresentada pelos equipamentos escolhidos, dando destaque especial à grua fixa. Apesar do custo inicial desse equipamento, os resultados apresentados quanto ao seu rendimento são incontestáveis, principalmente nos serviços e materiais avaliados, como aço, fôrma, concreto e bloco de concreto.

Essas eficiências foram analisadas através das planilhas de indicadores para avaliação da capacidade do sistema de transporte e avaliação do tempo improdutivo de cada equipamento, elaboradas pela obra. Após essa análise ficou mais fácil para as tomadas de decisões como exemplo, redução do tempo de ciclo das atividades, melhores definições para carga e descarga dos materiais, avaliações para melhor movimentação dos diversos materiais e funcionários no canteiro, entre outros.

Um dos pontos que impedem um maior investimento das empresas em grandes equipamentos de transporte vertical em suas obras é a falta de continuidade da demanda e flutuações no mercado de edificações. Para se pagar o custo de um equipamento, e o mesmo seja diluído nas diversas obras da empresa, é necessário que o uso aconteça por muitos anos, estimando-se que o valor investido seja liquidado em cinco anos de uso do equipamento.

O investimento para a aquisição de um equipamento como grua e elevadores é um custo inicialmente alto, sendo que, além de levar em as considerações para a compra do mesmo, deve-se pensar na mobilização e desmobilização do equipamento, e onde o mesmo ficará armazenado quando houver um intervalo de tempo grande entre obras, sendo que tudo isso poderá gerar custos não previstos com o equipamento.

Segundo Leal (2013), pensar em logística no canteiro de obras é muito mais do que definir os fluxos para a movimentação dos recursos. Para atender as particularidades da movimentação e armazenamento dos materiais em uma fábrica que se monta e desmonta cada vez que surge uma edificação, é necessário ampliar e refinar a visão técnica da engenharia, aprofundando os estudos relacionados à execução do produto, buscando informações sobre os equipamentos que serão utilizados na execução dos serviços, além de torna-se necessário conhecer particularidades sobre os veículos, giros, pesos, alturas e condições de funcionamento.

A grua é um equipamento de transporte que embora tenha um custo inicial muito superior ao do elevador de obra, a mesma possui um desempenho que poderá viabilizar a sua utilização. (LICHTENSTEIN, 1987)

Outro ponto que deve-se ter bastante atenção é na contratação e locação desse equipamento, pois o contrato firmado com a empresa fornecedora do equipamento deve ser bem detalhado e explícito nas cláusulas habituais, como exemplo, condições técnica e de segurança, mencionando às normas aplicáveis e determinando as condições de manutenção, operação, montagem e desmontagem. A construtora deve exigir também do fornecedor a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) da fabricação do equipamento, da montagem, desmontagem e operação do mesmo. É recomendável a escolha de um bom locador e fabricante, e é importante assegurar que sejam fornecidos os dispositivos de segurança previstos na NR-18.

O contrato deve ainda deixar claro de quem é a responsabilidade pelo transporte dos equipamentos até o canteiro, assim como a montagem, desmontagem e operação. Outro ponto

relevante é a manutenção preventiva e corretiva que deve ser inserida no contrato da locação. A Associação Brasileira das Empresas Locadoras de Bens Móveis (ALEC) recomenda que o operador seja da própria locadora, pois segundo entidade, é estatisticamente comprovado que essa composição dá mais segurança a operação.

O objetivo de um sistema de transporte é sempre manter o fluxo contínuo dos serviços de todas as etapas do processo produtivo, não podendo assim apresentar gargalos, como a chegada de um material abaixo da demanda. Investir nesse sistema representa ganhos no prazo de execução da obra, redução do custo de mão de obra, consequentemente das obrigações sociais, alimentação e transporte.

Espera-se que esse trabalho possa ajudar aos engenheiros e responsáveis pela obra a definirem o melhor sistema de transporte vertical, proporcionando assim um ganho de produtividade, redução de custos de aluguel de equipamentos, visibilidade sobre estoques, aumento de aderência do consumo real ao planejado e desenvolvimento de indicadores para projetos futuros.

Portanto, no decorrer do processo de estudo de caso podemos constatar que os objetivos propostos foram alcançados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BALLOU, Ronald H. Business logistics – importance and some research opportunities. Revista Gestão e Produção, São Carlos: EESC-Dept. Eng^a de Produção, v. 4, n. 2, p. 117-129, agosto, 1997.

BONIN, L.C. A abordagem sistêmica da produção de edificações, Dissertação de mestrado CPGEC, UFRGS, Porto Alegre, 1987.

BURBIDGE, J.L. Planejamento e controle da produção, Editora Atlas S.A., São Paulo, 1983.

CARDOSO, Francisco F. Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios. In: 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL: Lean Construction. Anais. São Paulo, 1996.

FERREIRA, Emerson A. M. Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifício. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 338 p.

GEHBAUER, F. et al. Planejamento e Gestão de Obras, p. 87-108, Curitiba: CEFET-PR, 2002.

Guia da construção. Canteiro Planejado. São Paulo. Edição 134, Set. 2012.

HEINECK, L.F.M.; PAULINO A.A.D. & ANDRADE V.A. Listagem de novos procedimentos, equipamentos, formas de comunicação e integração da mão de obra observadas em empresas de construção civil líderes em qualidade e produtividade, XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENG. DE PRODUÇÃO, Anais..., Vol.III,

ABEPRO - Associação brasileira de engenharia de produção, São Carlos, SP, 1995, pp.1821-1825.

KRICK, E.V., Ingeniería de metodos, Editorial Limusa - Wiley, S.A., Mexico, 1967.

LICHTENSTEIN, N.B. Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares. Tese de doutoramento apresentada à EPUSP. São Paulo, PCC-EPUSP, 1987. 268 p.

LINGER, J.La obra v.I e v.II, Editores técnicos associados, S.A.- Barcelona, España,1973.

MAUES, Luís M. Racionalização da movimentação materiais em canteiros de obra – uso do pallet. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP). Anais. p.1850-1853, São Carlos, 1995.

MAXIMIANO, Antônio C. A.,Introdução à administração São Paulo: Atlas 2000. 5 edição revista e ampliada. 546p.

NUNNALLY, S.W. Managing construction equipment, Prentice - Hall, Inc.,Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1977.

OLIVEIRA, M. et al. Levantamento de equipamentos para a indústria de Construção Civil, Formoso C.T.(ed.), NORIE, UFRGS, Porto Alegre, 1994 (publicação interna).

REBOUÇAS, Rivelino Freitas. Transporte Vertical de Materiais em Canteiro de Obras Residenciais. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – UCSAL, Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2011.

SANTOS, Aguinaldo. Metodologia de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Porto Alegre, 1995. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, 145 p.

SILVA, M.A.C. Racionalização da construção: a evolução tecnológica e gerencial no Brasil, Simpósio a pesquisa em construção no sul do Brasil: balanço e tendências, Formoso C.T. (ed.), UFRGS e CIENTEC, Porto Alegre, 1991.

SOUZA, Ubiraci L. E.; FRANCO, Luiz S. Definição do layout do canteiro de obras. Boletim técnico, BT/PCC/177, São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997, 16 p.

SOUZA, Ubiraci L. E.; FRANCO, Luiz S. Subsídios para a opção entre: elevador ou grua, andaime fachadeiro ou balancim, argamassa industrializada ou produzida em obra. Boletim técnico, BT/PCC/176, São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997, 25p.

SOUZA, Ubiraci L. E.; FRANCO, Luiz S.; PALIARI, José C.; CARRARO, Fausto. Recomendações gerais quanto à localização e tamanho dos elementos de canteiro de obras. Boletim Técnico, BT/PCC/178, São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997, 19p.

SCARDOELLI L.S. et.al. Melhorias de qualidade e produtividade: Iniciativas das empresas de construção civil, Programa da Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

SOUZA, U. E. L. Projeto e Implantação do Canteiro. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 96p.

THOMAZ, E. Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção. p. 318-330, São Paulo: Pini, 2001.

Téchne. Logística Urbana. São Paulo. Edição 177, p. 38-43, Dez. 2011.

Téchne. Canteiro de Fábrica. São Paulo. Edição 178, p. 38-41, Jan. 2012.

VALLINGS, H.G. Mechanization in building, Applied Science Publishers LTD, London, 1976.

WORLD BANK: The construction industry, Issues and Strategies in Developing Countries, Washington, D.C., USA, 1984.