

Monografia

APLICAÇÃO DE LOGÍSTICA NO CONTEXTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Autor: Leandro Roque de Barros

Orientador: Prof. Dr. *White José dos Santos*

Rio de Janeiro

Março/2016

Leandro Roque de Barros

APLICAÇÃO DE LOGÍSTICA NO CONTEXTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Monografia apresentada ao Curso de Especialização
em Construção Civil da Escola de Engenharia da
Universidade Federal de Minas Gerais.
Ênfase: Especialização em Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. White José dos Santos

Rio de Janeiro
Escola de Engenharia da UFMG
2016

A minha noiva Regina pelo apoio,
carinho e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a ArcelorMittal que proporcionou a oportunidade de participar do curso e que o mesmo fosse realizado na cidade do Rio de Janeiro;

Aos meus pais e minha família que sempre me incentivaram a estudar me dando forças para enfrentar as adversidades da vida;

À Civilport Engenharia que me proporcionou a oportunidade de participar deste curso de pós-graduação, e ao meu colega Ederson que me cobriu muitas sextas-feiras à tarde quando eu saía para as aulas;

Aos professores e colegas de curso, pela amizade, força e companheirismo;

Ao professor White José dos Santos, por toda sua paciência e disponibilidade na orientação para a elaboração dessa monografia.

RESUMO

Após anos de euforia no mercado de construção e excessos de ofertas em grandes cidades, pode-se afirmar que atualmente o mercado de construção civil encontra-se na pior crise dos últimos tempos. Tendo em vista esta situação atual, este trabalho tem como objetivo evidenciar a necessidade de mudança de postura da indústria da construção civil, perante a crise, e propor uma solução para a modernização dos canteiros de obra através de soluções de logísticas já consagradas em outros setores da indústria, com a finalidade de otimizar a operacionalização e diminuir custos. Para isto foi realizada uma revisão da bibliografia pertinente ao entendimento e à utilização de novos sistemas e conceitos logísticos praticados no âmbito da construção civil, tendo como foco principal a gestão da Cadeia de Suprimentos e do Fluxo de Informação. Finalmente foi apresentada a conclusão, cujos argumentos foram embasados nas teorias expostas a longo do desenvolvimento deste trabalho, demonstrando a importância da implementação de logística nos canteiros de obra a fim de suprir a diminuição de mão de obra no setor de construção civil com processos, metodologias, automatização de maquinário e tecnologia de informação.

Palavras-chave: Canteiro de obras; Equipamentos; Logística;

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1 Apresentação teórica dos conceitos	5
4.1.1 A Administração científica	5
4.1.2 A Produção em massa	5
4.1.3 Sistema Toyota de produção	6
4.1.4 Produção enxuta	7
4.1.5 Construção enxuta	8
4.2 Logística aplicada às construções	10
4.2.1 Revisão Bibliográfica.....	10
4.2.2 Cadeia de Suprimentos.....	16
4.2.3 Gestão da Logística de Informação	19
5. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS APLICÁVEIS NOS CANTEIROS DE OBRA .	23
5.1 Introdução do capítulo.....	23
5.2 Gestão de suprimentos	24
5.2.1 Grua	24
5.2.2 Empilhadeira	26
5.2.3 Elevador de Cremalheira.....	29
5.3 Gestão de informações	31
5.1 RFID.....	31
5.3.2 WMS	33
6. CONCLUSÃO	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
8. REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sequência de uma Cadeia de Suprimentos.....	18
Figura 2 – Grua.....	24
Figura 3 – Grua.....	25
Figura 4 – Grua em canteiro de obra.....	26
Figura 5 – Empilhadeira em local fechado.....	27
Figura 6 – Empilhadeira trabalhando em espaço amplo e sem obstáculos.....	28
Figura 7 – Empilhadeira no canteiro de obra.....	29
Figura 8 – Cremalheira.....	30
Figura 9 – Cremalheira.....	30
Figura 10 – Sistema RFDI.....	32
Figura 11 – Sistema RDFI.....	33
Figura 12 - Armazém e suas operações.....	34
Figura 13 – Software de gestão de armazéns – WMS.....	36
Figura 14 – Processo utilizando o WMS.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivos e Características da Logística por fase do projeto.	13
---	----

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

NBR = Norma Brasileira

NR = Norma Regulamentadora

PIB = Produto Interno Bruto

CUB = Custo Unitário Básico

RFID (Radio Frequency Identification) = Identificação por Radio Freqüencia

WMS (Warehousing Management System) = Sistema de Gerenciamento de Armazém

Picking: É a atividade responsável pela correta coleta dos produtos e quantidades na área de armazenagem.

FIFO: First in first out - em português PEPS – O primeiro produto que entra é o primeiro que deve sair do armazém.

Cross-docking: É o processo utilizado na distribuição de produtos com alto índice de giro - esses produtos não chegam a ser estocados, apenas transitam no armazém indo do recebimento para a separação e despacho, sem passar pelo processo de armazenamento em si.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o setor da construção civil no Brasil é muito heterogêneo com relação ao modo de trabalho. Cada canteiro de obra trabalha de acordo com os parâmetros estabelecidos pela construtora responsável. Além da falta de uniformidade a desorganização e pouco espaço são dois fatores também presentes nos canteiros. Pouco espaço e tempo curto são os maiores ofensores do bom funcionamento logístico desses empreendimentos.

Visto isso, é de suma importância a aplicação de logística nos canteiros de obras, com a finalidade de aumentar a produtividade e otimizar as rotinas. O espaço do canteiro deve ser aproveitado ao máximo a fim de que a produção funcione sem interrupções e os riscos sejam minimizados.

Segundo Souza (2000), discussões sobre a produtividade e qualidade tornaram-se uma obrigação entre os profissionais e construtoras do setor de construção civil. O aumento da competitividade no mercado interno do país e o aumento das exigências por produtos de qualidade por parte dos clientes vêm promovendo grandes mudanças na indústria da construção. Esta competição e corrida pela atração de clientes têm promovido diversos benefícios para as empresas, que não estão na zona de conforto e precisam se adaptar para superar qualidade e diminuir os cronogramas das obras, o que acaba fomentando um investimento em logística aplicada ao canteiro de obra, com o intuito de aprimorar a produção e o operacional do mesmo (SOARES, 2000).

O planejamento do layout e da logística do canteiro de obras, segundo Santos (1995), deve iniciar antes da produção, esta é a primeira fase a fim de que a logística seja bem aplicada no empreendimento. Devem-se levar em conta todos os recursos envolvidos, sejam eles humanos, maquinário e insumos (SANTOS, 1995).

Isto posto, é incontestável a relevância e a primordialidade de se aplicar no

planejamento dos canteiros de obra a logística, aspirando a harmonia entre as atividades operacionais, a utilização de mão de obra, o maquinário e os sistemas de comunicação em todas as fases produtivas.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é analisar sistemas de modernização em canteiros de obra existentes na região, sugerindo algumas soluções simples e eficientes para otimização destes espaços.

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos complementares específicos a serem alcançados através desse trabalho destacam-se:

- Estudar as condições/problemas de canteiros de obras segundo referências bibliográficas;
- Analisar sistemas/ferramentas de modernização de canteiros de obras;
- Propor elementos a serem inseridos no canteiro de obras para otimização do layout e da produtividade;
- Demonstrar que por meio de soluções de logísticas conceituadas em outras áreas é praticável atingir grande economia de recursos, tempo e agregar na qualidade dos empreendimentos;
- Desmistificar a implementação da logística, melhoria de processos e padronização em canteiros de obras, a fim de convencer os que ainda combatem a sua implementação no setor da construção civil.

3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A motivação para a escolha deste assunto partiu da falta de racionalização e busca pela otimização dos processos no âmbito das construções, aplicando os parâmetros utilizados nas indústrias de produção em serie.

Este trabalho está dividido em duas etapas. A primeira fase deste trabalho faz uma busca bibliográfica sobre a logística nas indústrias seriadas e correlaciona as boas práticas já consagradas neste setor para sua aplicação na construção civil, mais especificamente no canteiro de obras. Para isto foi extraído conteúdo de diversos estudos sobre o assunto, livros, reportagens e teses.

Na segunda etapa são apresentados diversos equipamentos a fim de complementar a aplicação de logística nos canteiros e beneficiar os processos que ocorrem no mesmo, trazendo mais modernidade e automatização para o setor. E desta forma diminuir riscos, ociosidade a dependência pelos recursos humanos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Apresentação teórica dos conceitos

4.1.1 A Administração científica

Existem diversas teorias que buscam a máxima eficiência da produção, porém a primeira relaciona a este assunto foi de autoria do Frederick W. Taylor (1990), nomeado como pai da Administração Científica. A sua publicação “Princípios de Administração Científica” (TAYLOR, 1990) expõe suas ideias baseadas no conceito de reducionismo, por meio do qual as atividades devem ser separadas em partes menores, a fim de facilitar sua análise e desta forma as ineficiências seriam mais facilmente identificadas e melhorariam a atividade macro.

Outros pontos propostos por Taylor (1990) é a escolha científica dos trabalhadores mais aptos e a dispensa dos incapazes; a implementação da hierarquia do trabalho por meio das quais premiações diárias deveriam ser outorgadas pelos líderes aos seus empregados caso estes obtivessem sucesso com as suas metas estabelecidas; o fracionamento equitativo das tarefas, onde a diretoria tem o compromisso de ajudar, encorajar e aplainar o caminho dos operários ficando ao lado dos mesmos (TAYLOR, 1990).

4.1.2 A Produção em massa

Henry Ford (1927) desenvolveu outra teoria na indústria a qual pode ser aplicada à racionalização da logística de canteiros de obra, a Produção em Massa. Esta se baseia na especialização do operário e que o mesmo apenas realiza seu procedimento, não se preocupando com os materiais, estes devem vir através de máquinas.

O manuseio manual dos materiais até a produção é um ponto de ineficiência,

segundo Ford, fazendo com que o operário perca tempo nesta atividade. Em “Hoje e amanhã”, livro do Ford, ele afirma que “o trabalho rude deve caber às máquinas e não ao homem” (FORD *et al.*, 1927). Velocidade, precisão e menor custo no longo prazo são algumas das vantagens da realização de tarefas por máquinas se comparadas à sua realização manual executada pelo homem.

O homem deve se ater à função de agregar valor aos materiais por meio de sua transformação. Segundo Ford (1927), o material ao passar por um processo com o auxílio da mão de obra humana adquiria valor, ao contrário um material desperdiçado é uma perda de material e conseqüentemente do trabalho humano que havia sido aplicado no mesmo (FORD, 1927).

Ainda segundo Ford, ao especializar um operário, este se tornaria extremamente eficiente, diminuindo o tempo de execução da tarefa e minimizando o risco de erros. Desta forma a padronização era um dos pontos mais importantes em uma indústria. Desta forma, nasce a definição de linha de montagem, na qual as máquinas impõe o ritmo da produção, levando o trabalho até o operário (FORD, 1927).

4.1.3 Sistema Toyota de produção

Após a segunda guerra mundial a indústria automobilística do Japão estava em ruínas. A indústria americana possuía índices extremamente maiores que a japonesa. Vendo isto, Toyota Kiichiro, o presidente da Toyota Motor Company, instaurou na companhia metas para alcançar os índices americanos em poucos anos (Livro Sistema Toyota de Produção, Taiicho Ohno, 1997).

Um dos diretores da Toyota, Taiichi Ohno, pressionado com as metas extremamente agressivas e a situação totalmente desfavorável da empresa, criou o método STP, Sistema Toyota de Produção. A primeira concepção é baseada no sistema de produção de Ford, a segunda é baseada no sistema utilizado pelos

supermercados americanos. Estes, visitados pelo diretor, foram observados e ele notou que os funcionários do supermercado recolocavam as mercadorias nas suas prateleiras à medida que as mesmas iam sendo adquiridas pelos clientes.

O STP possui dois pilares: o Just-in-time e a Automação.

O primeiro método de produção visa que o estoque deve ser o menor possível, chegando a zero. Ohno acreditava que tanto o estoque de matérias primas quanto o estoque de produtos finais deveria ser mínimo, assim desta forma os processos devem ser abastecidos pelos devidos matérias Just-in-time (no tempo certo) e na quantidade específica necessária para a produção do produto final. Desta forma é evitada a existência de estoques e de gastos por sobreposição. O comprometimento de todos os recursos envolvidos no processo é extremamente importante neste sistema, independente do cargo, já que pela inexistência do estoque a produção não consegue absorver impactos no processo.

A automação, no STP, tem como objetivo dar autonomia às máquinas para que as mesmas detectem falhas na produção, providenciando o reparo ou mesmo parando a produção. Desta forma o método permite que apenas um supervisor seja necessário como responsável para um número x de máquinas, além de minimizar os erros humanos, fator que gera custos altos ao processo.

4.1.4 Produção enxuta

Nos anos 90, quando era feita a comparação entre o sistema japonês de produção automobilística, STP, com o americano, apontando as divergências entre os dois, muitos autores utilizaram o termo “Produção Enxuta”.

“A Produção Enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do esforço para a fabricação, metade do investimento em

ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.” (Womack et al., 2004).

Estes conceitos são aplicáveis e perfeitamente utilizáveis em canteiros de obras, apesar de terem sido desenvolvidos no âmbito da indústria automobilística. Em contradição com a Produção em Massa, na Produção Enxuta as áreas de retrabalho e estoque são quase inexistentes. Existe um ritmo de produção uniforme, não havendo estoque nos locais de produção, estando disponíveis apenas os materiais necessários para a execução do produto em questão e estes fluindo uniformemente.

Um erro muito ocorrente na indústria americana da época era a investigação posterior à produção, quando o produto já estava pronto. Desta forma era gerado um retrabalho devido à propagação de erros em produções inteiras. Nos canteiros de obra ineficientes, por exemplo, material inapropriado pode chegar ao local e ser utilizado, e esta falha apenas será percebida no momento da entrega dos serviços ou até mesmo na entrega do produto ao consumidor final. Isto pode acarretar com altos custos, retrabalho e desperdício de material, além de atraso nas entregas finais.

4.1.5 Construção enxuta

Diversas áreas foram influenciadas pelas técnicas e conceitos de gerenciamento da produção, cujo ponto focal era a indústria automobilística. O conceito de Produção Enxuta foi adaptado à Construção Civil e chamada de Construção Enxuta, por Koskela no ano de 1992, no seu estudo chamado “Aplicação da nova filosofia de produção na construção civil”. Outros autores, seguindo o trabalho de Koskela, viram a necessidade de uma tese sobre a racionalização dos processos

no âmbito da construção.

De acordo com Koskela (1992), “a essência da nova filosofia de produção está na observação de que existem dois aspectos em todo sistema de produção: Conversões e Fluxo. Enquanto qualquer atividade consome custo e tempo, somente atividades de conversão agregam valor ao material ou a uma parte de informação, transformando-os em produto” (KOSKELA, 1992).

Para Koskela (1992) os fluxos são: os transportes de matérias da fábrica pro canteiro e do almoxarifado para o local de produção, assim como os tempos, os custos despendidos com esperas de material, estoque de material, inspeções nos produtos e retrabalhos devido a erros cometidos no processo de produção. A Construção Enxuta visa à otimização de atividades essenciais e a eliminação das que não agregam valor à construção (KOSKELA, 1992).

As atividades de conversão, nos últimos tempos, têm sido aplicadas em grandes inovações tecnológicas, sendo os processos de fluxos deixados de lado. Acarretando no aumento de processos sem valor e, portanto no aumento dos custos do produto final.

Isto já era uma preocupação de Koskela (1992) que chama a atenção para o caso que os métodos gerenciais tradicionais de obras, por exemplo, o PERT/CPM3, não levam em consideração os processos de fluxos e sim apenas os de conversão. Desta forma um gerente de obra que se baseia apenas no PERT/CPM3 pode ser enganado pela utopia de que sua obra ocorre de forma eficiente, porém diversos gastos com transporte, estoque e retrabalhos estão na verdade atingindo o produto final (KOSKELA, 1992).

Mesenguer (1991) definiu que a maior dificuldade em gerenciar os fluxos de uma construção, quando comparada à indústria tradicional, é que na construção os operários e outros recursos são móveis em torno de um produto estático. Produtos que têm características únicas, o que acarreta dificuldade na

padronização dos processos, técnicas e estruturas de suporte à produção (MESENGUER, 1991).

A Logística é apontada por diversas teses como um facilitador para a Construção Enxuta, pois quando se analisa a logística do processo pode-se perceber claramente onde estão os pontos fracos e de risco do processo, limitações e pontos de melhorias. Estes conceitos se aplicados à construção civil, diminuíram as falhas de descontinuidade na produção, por exemplo, além de mitigar problemas com estoque superlotados e interferências entre tarefas, e utilização de recurso com otimização.

4.2 Logística aplicada às construções

4.2.1 Revisão Bibliográfica

Há diversas teorias que remetem ao surgimento dos conceitos e técnicas de logísticas. Porém, historicamente pode se afirmar que suas primeiras aplicações foram no setor militar, quando referente ao suprimento e movimentação de armamentos. Nas Guerras Mundiais, em destaque a segunda, as forças militares utilizavam-se de métodos logísticos para que os armamentos, equipamentos e suprimentos chegassem às tropas, no tempo em que se faziam necessários e na quantidade exata para evitar desperdiço.

No Brasil, apenas nos anos 90, estes conceitos de logística começam a ser aplicados no âmbito da construção civil. O alvo da logística neste setor é gerenciar os fluxos entre pontos de trabalho, pondo a disposição o material adequado, no lugar necessário, respeitando quantidades solicitadas e controlando o custo.

Neste setor, quanto mais perdas e desperdícios, são índices claros de que a logística da construção é menos eficiente. Segundo especialistas, as perdas

chegam a alcançar uma média de 30% do custo total de uma obra segundo Coutinho (1994). As perdas podem ser encontradas dentro do processo de produção, segundo Formoso (1996), como por exemplo:

- Retrabalhos;
- Mão de obra dedicada a retrabalho;
- Tempo de ócio devido à falta de planejamento;
- Deficiência na estocagem;
- Extravio de materiais durante o transporte;
- Utilização de materiais inadequados, tanto de características inferiores ao especificado ou superior;
- E superprodução.

Além destes citados acima, podem ser apontados outros problemas, desencadeando a descontinuidade de produção por falta de especificações e planejamento logístico.

“Com o planejamento logístico, é possível reduzir a mão de obra de serventia da obra, que é comumente utilizada no dia-a-dia pelo mestre para trabalhos como transporte de materiais e outros. É possível também planejar o próprio transporte, se com guincho ou grua. A economia acontece em itens que não são possíveis medir, que são ganhos puramente indiretos” (SEBASTIÃO e BARELLA *et al.*, 1996). Pode ser observado em muitas obras um grande número de serventes, muitas vezes este número alcança o número de operários de maior qualificação. O servente trabalha sob demanda, o que significa que este muitas vezes está em tempo de ócio no aguardo da ordem para a realização do transporte de insumos.

Este tipo de trabalhador é um custo indiretamente altíssimo para o empreendimento, já que além do gasto fixo mensal, o salário, o mesmo demanda aumento nas áreas comuns da obra e é mais um operário suscetível a acidentes, e estes quando acontecem decorrem em altas multas para a empresa.

Tendo em vista os fluxos descontínuos de operários, materiais e equipamentos, Ferreira (1998) propôs em seus estudos a elaboração de layout do canteiro de obras, desta forma abrangendo as diversas etapas da construção se evitaria descontinuidades na quantidade de trabalhadores e fluxo de matérias (FERREIRA, 1998).

Alves (2000) apontava a junção da logística ao planejamento, estes processo em conjunto podem, por exemplo, evitar que duas equipes precisem utilizar um equipamento ao mesmo tempo. Se isto acontecesse, uma das equipes ficaria com tempo ocioso até a outra equipe finalizar a utilização do maquinário, acarretando em custos desnecessários e atrasos nas atividades (ALVES, 200)

Atualmente no Brasil o setor de construção civil trabalha de forma muito artesanal, fazendo com que existam muitas indefinições se comparada com a indústria automobilística, por exemplo. Isto acaba por gerar dificuldade na previsão das atividades e conseqüentemente o planejamento deve ser mais flexível com relação às mudanças e repactuações. Para isto os envolvidos no projeto devem acompanhar muito de perto o andamento da obra.

A tecnologia pode ser um grande aliado aos gerentes dos canteiros de obra, a fim de tornar as decisões, de mudanças e perante possíveis problemas, mais robustas sendo estas baseadas em dados mais precisos. Para isto a implementação de sistemas informatizados e a criação do fluxo de informação deve ocorrer no canteiro de obras. No quadro 1, listam-se, as características e objetivos da logística nas diferentes fases do projeto (CRUZ *et al.*, 2002).

Segundo o CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO LOGÍSTICA - CL M (Council Logistic Management): “logística é o processo de planejar, implementar e controlar, de forma eficiente e econômica, o fluxo de suprimentos e produtos, a armazenagem e o fluxo de informações correspondentes a todo o sistema, da origem ao destino final, objetivando o atendimento às necessidades dos clientes.”

Quadro 1 - Objetivos e Características da Logística por fase do projeto.

Logística de suprimentos	Diminuir o tempo da entrega dos materiais.
	Adquirir materiais de melhor qualidade.
	Diminuir estoques no canteiro.
	Adquirir materiais seguindo o sistema Just in time.
	Possuir os materiais necessários no canteiro de obra.
Logística do canteiro de obra	Valorizar o layout do canteiro de obras como fator gerador de aumento de produtividade e redução de perdas materiais.
	Definição, no momento do planejamento, dos locais de recebimento, armazenamento e vias de transporte dentro do canteiro de obras.
	Utilização de equipamentos especializados, transporte paletizado, racionalizando desta forma o transporte dentro do canteiro de obras.
	Estreitamento das relações com fornecedores, a fim de reduzir custos logísticos de entregas, aplicando a utilização de paletes, por exemplo, ou em pequenos lotes a fim de não superlotar estoques e organização de agendas de entregas.
	Utilização de tecnologias a fim de controlar a produção, fluxo de informação.
	Destaque para a segurança do local de trabalho.
Logística integrada	Melhoria no gerenciamento de armazém (entrega, estocagem, recebimento, baixa, devoluções, entre outros).
	Diminuição das atividades sem valor agregado para a obra. Definir o nível de logística a ser aplicada na obra.
	Implementação de um sistema de logística envolvendo todas as etapas do processo (produção, administração, vendas, pós vendas, entre outras).
	Busca pela melhoria da eficiência e eficácia ao se utilizar recursos de produção.
	Diminuição dos custos totais de produção por meio do gerenciamento logístico integrado.
	Entrega de produtos com valor agregado superior ao cliente final.

Segundo, Helio Flavio Vieira no seu livro “Logística aplicada à construção civil” de Abril de 2006, o planejamento deve envolver alguns fatores, como por exemplo:

- Quando envolvidas diferentes disciplinas, os projetos devem ser compatibilizados, principalmente entre as suas interfaces;
- As previsões de prazos devem estar bem definidas;
- Controle logístico de forma contínua das atividades, a fim de que o fluxo de tarefas não seja afetado por interferências;
- Identificar os índices de produtividade tanto dos serviços quanto dos executores, operários, a fim de utilizá-los nos dimensionamentos;
- A escolha correta das técnicas a serem aplicadas, a fim de respeitar os aspectos logístico-estruturais e prazos;
- Estabelecer uma relação de confiança com os fornecedores e trabalhar em estratégias conjuntas;
- Aplicar sistemas e tecnologias de informação, com a finalidade de agilizar e tornar mais eficiente o fluxo de informação interna e externa.

No âmbito da Construção civil, “o processo de planejar, implementar, integrar e controlar, de forma eficiente e eficaz, o fluxo de recursos materiais e humanos, de serviços, de armazenagens e de informações associadas, a partir dos fornecedores até o cliente final, objetivando, com isso, o atendimento às necessidades desse cliente. Deve-se destacar que entre os extremos “fornecedores” e “cliente final” existe uma gama muito grande de “clientes intermediários” dentro da cadeia de suprimentos, que devem ser atendidos coordenados e integrados com o mesmo interesse, pois somente assim os

objetivos pretendidos serão alcançados.” (HELIO FLAVIO VIEIRA *et al.*, 2006)

Nesta linha, para a aplicação de uma gerencia logística em um canteiro de obras, devem ser considerados os itens abaixo:

- Planejamento e gestão da produção;
- Planejamento do canteiro de obras;
- Provisão de recursos materiais;
- Provisão de mão de obra qualificada;
- E fluxo de informações em conjunto de aplicação de tecnologias de informação.

A logística na construção civil é aplicada em diversas fases e setores do empreendimento, é essencial que o objetivo seja racionalizar o sistema como um todo, pois resultados pontuais não significam ganhos no resultado.

Um exemplo é a utilização de paredes de gesso drywall que apesar de ter um custo maior que os blocos cerâmicos, faz com que o empreendimento ganhe agilidade na sua execução. Diminuído assim a equipe, a infraestrutura de apoio aos operários (banheiros, refeitórios, etc.), as perdas e os riscos.

4.2.2 Cadeia de Suprimentos

A Cadeia de Suprimento, também conhecida como Supply Chain, segundo a Associação Brasileira de Movimentação e Logística - ABML, “é o conjunto de

organizações que se inter-relacionam, criando valor na forma de produtos e serviços, desde os fornecedores de matéria-prima até aquele que irá consumir o produto final. Pode-se dizer que uma cadeia de suprimentos é uma sucessão de processos, ou seja, manuseios, movimentações e armazenagens pelas quais o produto passa desde a aquisição da matéria-prima, produto semiacabado e acabado até o cliente final.”.

Na figura 4, apresentam-se as três etapas da Cadeia de Suprimento.

a) Suprimentos ou Administração de Materiais

São os processos referentes ao fluxo de materiais.

Exemplo: Pedidos de materiais, recebimento de materiais, estocagem, administração de armazenamento, etc.

b) Produção ou Manufatura:

São as atividades que objetivam a transformação de matérias primas em produtos finais.

Exemplo: Abastecimento da linha de produção, produção Just in time, etc.

c) Distribuição Física:

São as atividades que compõe o fluxo de bens, iniciado no local de produção até o seu destino. Esta fase não ocorre no setor de construção civil residencial, já que é o cliente que se desloca para obter o seu produto final, o imóvel.

A fim de introduzir a logística nos canteiros, o mesmo deve ser visualizado como uma fábrica, tendo equipes interdisciplinares, interagindo com fornecedores de

forma eficaz com as demandas da obra e garantindo o abastecimento dos materiais a fim de evitar paradas na produção. A Cadeia de Suprimentos deve ser planejada junto com os fornecedores anteriormente ao início da produção, assim serão mitigadas possíveis dificuldades de compra dos materiais, maquinários e serviços.

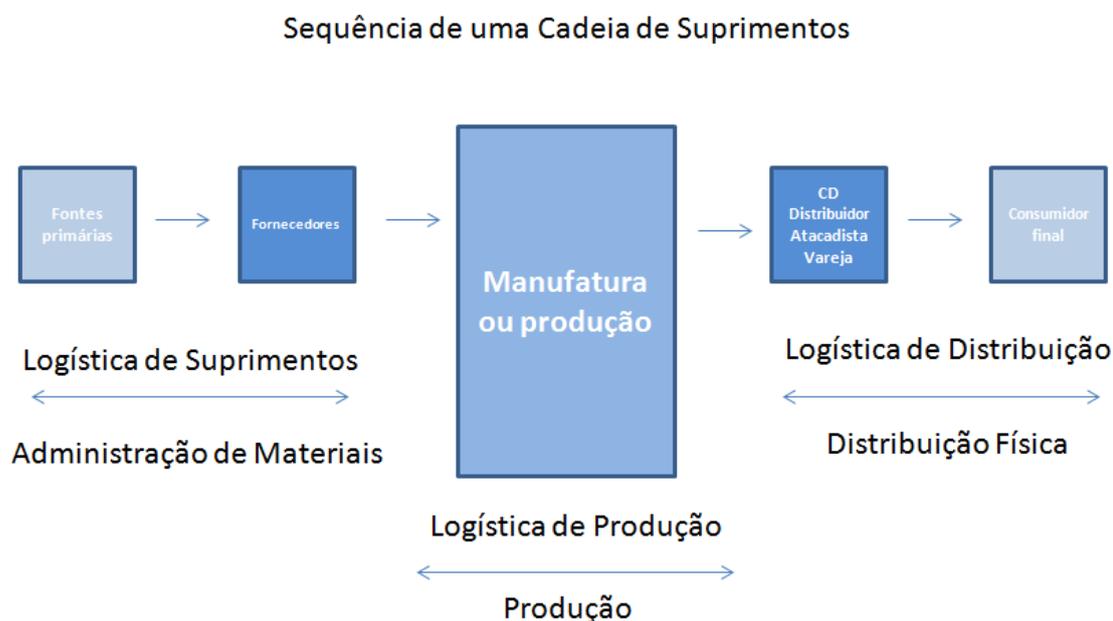


Figura 1 – Sequência de uma Cadeia de Suprimentos.

Fonte: Logística aplicada à construção civil, Vieira (2006).

Atualmente os empreendimentos de construção civil, podem chegar a utilizar mais de 2.500 itens diferentes de insumos. Diferentemente da indústria seriada, em uma obra existe a necessidade de materiais in natura, industrializados e até de alta tecnologia. Exemplo: areia, cimento, células de energia solar, etc.

Na mesma linha, em uma construção civil é necessário um grande número de provedores e fabricantes, em consequência o número de distribuidoras e transportadoras aumenta. A fim de minimizar problemas entre consumidor e fornecedor, uma conduta que tem crescido muito ultimamente é a chamada Parceria entre empresas. Beneficiando mutuamente os dois lados do acordo, preços menores são aplicados em garantia de um contrato em longo prazo a

partir de um cronograma pré-acordado. Desta forma o material necessário estará disponível no momento de sua utilização, na quantidade e qualidade estabelecida.

Já com relação às transportadoras, estas podem vir a acarretar falhas no modelo Just in time, devido a que na maioria dos casos este serviço é terceirizado e independente.

Segundo Vieira (2006) objetivos intermediários devem ser alcançados para que o produto final tenha sido bem projetado segundo o ponto de vista da logística empresarial. São estes:

- A simplificação do processo de gestão - Planejamento Logístico Prévio;
- Redução dos recursos humanos - Processos de Industrialização;
- Redução de estoques - Sistemas de Parcerias;
- Tempo de atendimento a pedido (lead time) mais curto e confiável - Sistemas de Parcerias;
- Aumento da produtividade e do nível de serviço com diminuição de custos e reflexos na competitividade - Tecnologia de Informação.

Em busca de antecipar as soluções para problemas que podem surgir durante a aquisição de materiais fundamentais para a produção e atingir o ganho de escala.

4.2.3 Gestão da Logística de Informação

A logística da informação não agrega valor diretamente ao produto, porém é um facilitador para a manutenção, monitoramento, gerência e avanço das comunicações entre a operação e os demais setores.

Na indústria seriada o sistema de informação é de extrema importância para o bem-sucedido gerenciamento logístico. Da mesma forma, na construção civil, as atividades de informação devem fornecer informações importantes e precisas a todas as partes do sistema interessadas. Não se resumindo apenas a aspectos físicos dos processos, mas também gerenciais.

O canteiro de obra é onde é gerado o produto, porém no setor de construção existem diversas pessoas que contribuem diretamente para este desenvolvimento e não se encontram no mesmo local. Por exemplo, fornecedores, projetistas, diretores, gerentes, transportadoras, etc.

Devido a isto, existe a necessidade de um sistema de informação que suporte a necessidades do projeto, sendo um ponto de suma importância para o funcionamento da estratégia de logística.

Para que a construção possa operar pelo método Just in time é necessário o recebimento de informações em tempo real. Já que, como foi explicitado anteriormente neste trabalho, a área da construção civil trabalha com um grau de incertezas avantajado no âmbito de planejamento, este tipo de mudança faz com que o sistema de informação eficiente seja extremamente necessário.

Atualmente a tecnologia está disponível para toda a população de uma forma muito acessível, com a diminuição dos preços das mesmas e a acessibilidade a computadores, smartphones, tablets, aplicativos de comunicação, entre outros. Nesta linha, podemos afirmar que com apenas um aparelho na mão do engenheiro responsável pela obra, gerente ou supervisor, mesmo sem espaço físico de escritório disponível, este pode se comunicar com fornecedores, diretoria, fazer replanejamentos, contratações, etc.

Um sistema de informação deve conter a emissão, recebimento e registro da informação, de acordo com Barton Apud Silva (2000), sendo este compreendido

dentro de um subsistema que abrange os diversos subsistemas da empresa.

As informações podem ser classificadas como:

- Informação de apoio às operações;
- Informação de apoio às decisões.

O Sistema de Informação eficaz “é capaz de suprir os diversos subsistemas da empresa com as informações adequadas no tempo necessário” (SILVA et al., 2000) e o Sistema de Informação eficiente “é capaz de utilizar adequadamente os recursos de transmissão, recepção e registro dos dados de uma empresa”. Para uma empresa, ter a definição de procedimentos do sistema de informação, não faz com que a mesma seja eficiente e eficaz neste âmbito.

A seguir, são apontadas algumas falhas que segundo Barton (1989) podem existir em um sistema de informação:

- Morosidade no processamento e na circulação da informação;
- Transmissão de informações incompletas;
- Altos custos de obtenção da informação;
- Duplicação de informações.

Segundo Vieira (2006), a aplicação estratégica de sistemas de informação nas operações logísticas, devem ser:

- Interação com fornecedores e projetistas;

- Integração com agentes de venda;
- Interação interna entre a obra e a administração;
- Sistema de informação sobre o mercado.

Como foi apontado neste capítulo, a construção civil envolve muitas pessoas, atividades e empresas, trabalhando simultaneamente para o mesmo produto.

É de extrema importância a utilização de tecnologias de informação nas operações deste setor, para que o mesmo alcance o nível de racionalização almejado segundo os princípios da Construção Enxuta.

As informações devem fluir, de forma ágil e clara, pelos interessados a fim de servir como embasamento para tomadas de decisão, planejamentos, replanejamentos, mitigação das ineficiências dos processos e informação.

5. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS APLICÁVEIS NOS CANTEIROS DE OBRA

5.1 Introdução do capítulo

A fim de que a operação logística em canteiros de obra funcione de forma eficiente, é necessária a aplicação de sistemas favoráveis e equipamentos que proporcionem a otimização desejada, tanto da gestão de suprimentos quanto de informação. Neste capítulo serão apresentados exemplos dos mesmos.

Especificamente no caso do transporte de matérias e mão de obra, são facilmente encontrados no mercado diversos tipos de maquinário de alta tecnologia e automatização. Porém para que estes sejam aproveitados ao máximo, as empresas devem investir em uma otimização da gestão da produção, assim desta forma poderão usufruir de forma eficaz do investimento de equipamentos.

Para uma escolha certa dos equipamentos a serem implementados nos canteiros de obra, é necessário um estudo de quais são os maiores potenciais de ganhos com os transportes da obra, levando assim em consideração as características, muitas vezes únicas, de cada canteiro de obra.

Por exemplo, em canteiros de obra verticalizados, blocos de muitos andares, equipamentos de transporte vertical são de suma importância. Já em canteiros horizontalizados, onde a área de terra é extensa e os blocos de poucos andares, a utilização destes equipamentos podem vir a atrapalhar no fluxo de materiais. Existem normas técnicas regulamentadoras, que auxiliam no momento da escolha dos equipamentos de transporte. Exemplo abaixo:

NR-18 – Item em destaque: “Movimento e Transporte de Materiais e Pessoas”;

Com ênfase na Gestão do fluxo de Informações no canteiro de obras, a sugestão apresentada para aplicação serão o RFID (Radio Frequency Identification) e WMS (Warehousing Management System), atendendo assim ao fluxo de materiais

(quantidade, qualidade, estoques, etc.) e ao fluxo físico do canteiro (gestão da obra).

5.2 Gestão de suprimentos

5.2.1 Grua

A grua (também conhecida como guindaste), vide figura 5, é uma máquina utilizada para a elevação e a movimentação de cargas e materiais pesados, tanto na horizontal como na vertical, podem alcançar alturas superiores a 150 metros.

Sua criação data anteriormente à Segunda Guerra Mundial (1939), na Europa.



Figura 2 – Grua.

Fonte: Tassaro, 2016.

Atualmente podem ser encontradas guas automatizadas, com sistemas de eletrônicos, diminuindo a periodicidade de manutenções, consumo elétrico e desgastes do equipamento. Este equipamento, assim como outros, requisita um

operador com formação especial para o seu manuseio. Os painéis de controles expõem ao operador uma série de informações, que devem ser analisadas por este no momento do seu uso, a fim de trabalhar com segurança e diminuir os riscos de acidentes.

Uma grua, figura 6, de 100 metros de altura, 30 metros de alcance da lança e capacidade de uma tonelada de carga, pode ser alugada por períodos de 30 dias e custa em torno de 50 mil reais.

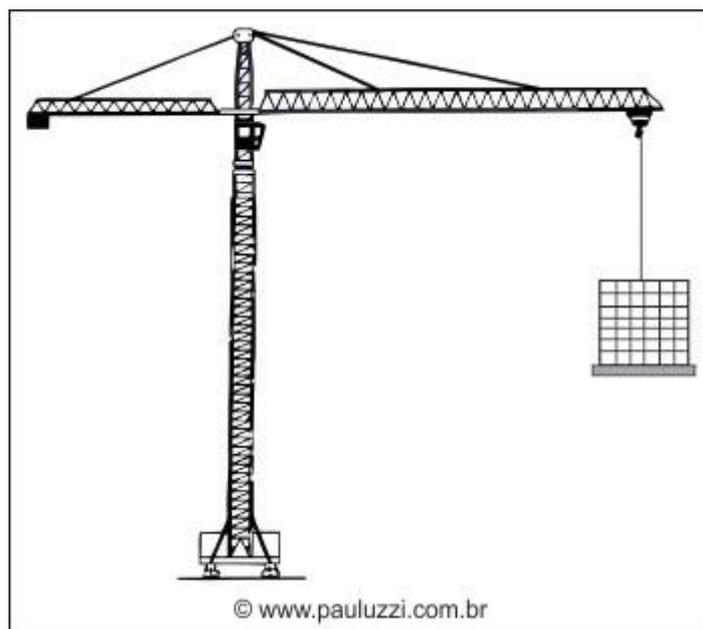


Figura 3 – Grua.

Fonte: Pauluzzi, 2012.

Em casos de obras com elementos pré-moldados de concreto ou de aço, a utilização da grua faz com que a obra seja acelerada, já que a mesma transportará os pré-moldados feitos no térreo até o pavimento. Tendo assim duas equipes trabalhando simultaneamente, em espaços distintos e sem interferências.

Visto o tamanho de uma grua, figura 7, muitas vezes a utilização da mesma deixa de ser indicada, devido à falta de espaço nos canteiros de obra.

Outro exemplo que pode ser citado é utilização de guas em obras de concreto

armado, permitindo que a armação dos pilares e vigas seja executada na planta baixa, e simultaneamente executada a forma do pavimento.



Figura 4 – Grua em canteiro de obra.

Fonte: Cimento Itambé, 2011.

Este é um fator que fomenta a utilização de guias em países mais desenvolvidos que o Brasil. Devido ao alto custo de mão de obra atual a implementação de equipamentos nas obras favorece a industrialização dos canteiros, munindo estes de tecnologias e automatização.

Então, pode se afirmar que atividades como Alvenaria, Armação e Concretagem são diretamente favorecidas pela utilização da grua.

5.2.2 Empilhadeira

Uma empilhadeira, figura 8, é uma máquina utilizada para transportar, carregar e descarregar materiais em geral. Existem diversos tipos e modelos: elétricas, manuais, combustão e portuárias. Possuem capacidade de carga de 1 tonelada até 16 toneladas, e de 2 metros até mais de 15 metros de alcance vertical.

Uma empilhadeira de 2 toneladas de capacidade tem um custo de aluguel, por 30 dias, de aproximadamente 10 mil reais.



Figura 5 – Empilhadeira em local fechado.

Fonte: EPI Tuiuti, 2015.

Atualmente a utilização da empilhadeira no setor da construção civil tem crescido exponencialmente nos últimos tempos, isto se deve à utilização dos paletes como base para o transporte de materiais. Isto vem agilizando os procedimentos de carga e descarga de materiais, transportes dos mesmos para estoques e locais de utilização, diminuindo os problemas com desperdícios e danificação quando comparado ao transporte manual.

Na figura 9, podemos observar uma foto de uma empilhadeira trabalhando em um amplo espaço e sem obstáculos, porém na maioria das vezes esta situação favorável não é realista. Caso optem pela utilização de empilhadeiras em um canteiro de obra, deve ser levado em consideração no momento de planejamento do layout do mesmo. Já que este equipamento precisa de vias de circulação e as mesmas devem ser adaptáveis a fim de respeitar as modificações do canteiro durante o decorrer da obra.



Figura 6 – Empilhadeira trabalhando em espaço amplo e sem obstáculos.

Fonte: Hyster, 2015.

A utilização de empilhadeiras para descarte de material também tem crescido nas obras de construção civil. Este equipamento tem se tornado cada vez mais flexível. Fabricantes investem em disponibilização de acessórios a fim de aumentar a variedade de utilização da empilhadeira e que a mesma penetre cada vez neste mercado.

Pode-se afirmar que com o crescimento deste maquinário em canteiros de obras, vide figura 10, tem diminuído o número de serventes dedicados ao transporte manual de materiais. Mitigando, desta forma, o risco de acidentes de trabalhos e agilizando o transporte de insumos em grande quantidade e ou de grande carga.



Figura 1 – Empilhadeira no canteiro de obra.

Fonte: Bauscher, 2016.

5.2.3 Elevador de Cremalheira

O elevador de cremalheira, figura 11, é constituído por uma cabine que se movimenta verticalmente por meio de um pinhão e cremalheira. A sua finalidade é o transporte vertical de pessoas e insumos. Os tamanhos variam de 2 metros até 3 metros de comprimento e sua largura entre 1,10 metros e 1,5 metros, encontram-se elevadores de cremalheiras com capacidade de 1 tonelada podendo chegar até a 2 toneladas. Segundo Reis (et al, 2009) o elevador de cremalheira trás menos riscos que o elevador convencional.



Figura 82 – Cremalheira.

Fonte: Portal dos Equipamentos, 2016.

Um elevador de cremalheira com 2 metros de comprimento, 1,5 de largura e capacidade de 1 tonelada, pode ser alugado por períodos de 30 dias e custa em torno de 10 mil reais. A empresa fornecedora do equipamento, na maioria dos casos, se responsabiliza pela montagem. É indicado que o mesmo seja instalado nas áreas de armazenamento, carga e descarga de materiais, vide figura 12.

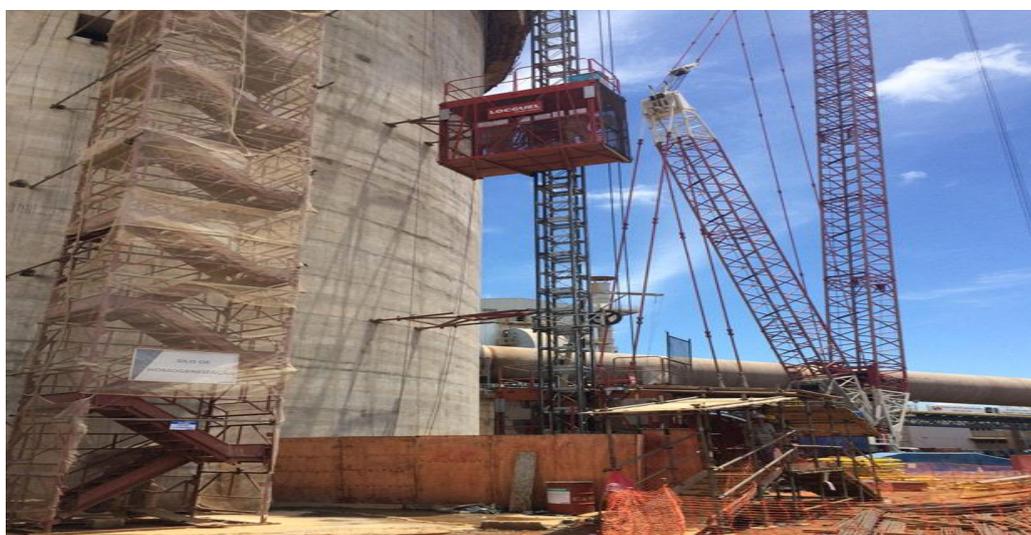


Figura 9 – Cremalheira.

Fonte: Grupo Orguel, 2015.

A operação do elevador de cremalheira é regida pela norma técnica NR-18.14.21, na qual são destacadas as condições de utilização deste equipamento.

5.3 Gestão de informações

5.1 RFID

A tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) possibilita o uso de soluções novas na coleta de dados em tempo real em ambientes amplamente diversos. O RFID surgiu nos anos 80 para suprir necessidades de rastreo e controles de acesso. A tecnologia pode ser usada tanto na cadeia de suprimento, como no rastreamento de ativos e inspeções. Vários setores, entre eles o de bens de consumo industrializados, automotivo, saúde, farmacêutico, agrícola, animais entre outros podem se beneficiar das várias soluções de RFID disponíveis atualmente no mercado.

O sistema RFID é composto por três componentes:

- Tag: faz o armazenamento de dados, que acompanham o produto, paletes ou transportadores. Fabricados em diversos formatos, tamanhos e de diferentes materiais. Existem dois tipos de Tag, os ativos que são alimentados por uma bateria interna e os passivos que são alimentados pelo leitor por meio de ondas eletromagnéticas, sendo este último de vida útil ilimitada;
- Antena: dispositivo que lê e escreve dados do Tag utilizando ondas de rádio;
- Transceiver: realiza a decodificação das informações.

Cada aplicação RFID, figura 13, é composta basicamente por Tags ou etiquetas, leitoras e sistemas informatizados com Middleware. Por meio de suas antenas, etiquetas e leitoras se comunicam pelos sinais de radiofrequência. O Middleware é responsável por adquirir os dados de diferentes leitoras ou sensores, filtrar as informações, monitorar a situação das leitoras, gerenciar a infraestrutura e o fluxo de dados específicos de RFID e realizar a integração com outros sistemas, como WMS, que será detalhado no item a seguir deste trabalho.

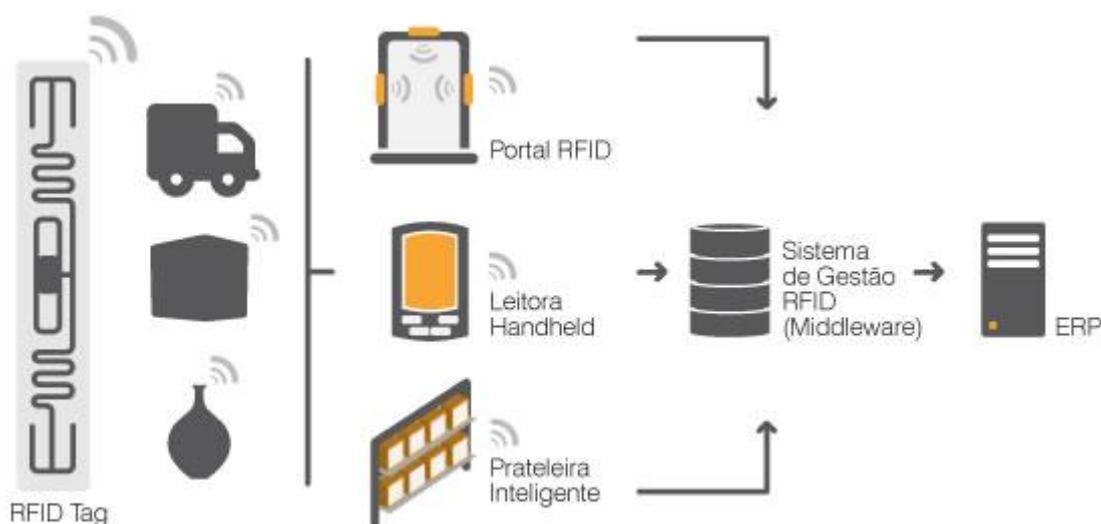


Figura 10 – Sistema RFDI.

Fonte: Net Corporate, 2016.

No âmbito da construção civil, esta tecnologia pode trazer vantagens para as operações em canteiros de obra, caso instalada em materiais, equipamentos, paletes, etc. A seguir são citados alguns exemplos:

- Implementação de antenas em estoques, depósitos, almoxarifados, caminhões, permitindo o rastreamento de produtos e controle de quantidades de forma contínua e automática. Fazendo com que não exista a necessidade de contagem e recontagem de materiais em estoques;
- Monitoração contínua dos estoques em cada local do canteiro de obras, facilitando a percepção de necessidade de reposições em tempo real;

- Identificação de desvios de material (roubo) a partir de medição de dados.

Na figura 14 apresenta-se um esquema de utilização do sistema RFID. Pode-se observar as Antenas e Tags sendo utilizadas em todos os espaços, como almoxarifado, produção, remessa, escritório, etc.

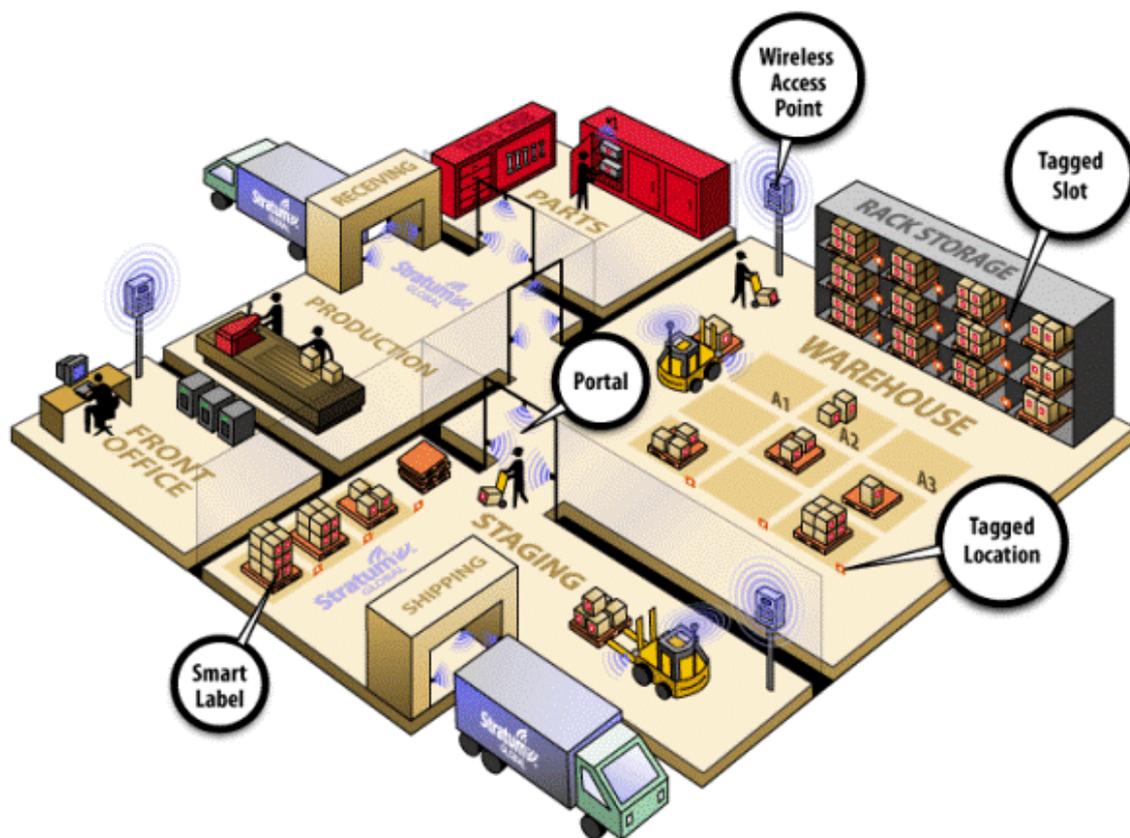


Figura 11 – Sistema RDFI.

Fonte: Dan by Group, 2012.

5.3.2 WMS

O Sistema de Gerenciamento de Armazém é uma parte importante na cadeia de suprimento e fornece a direção dirigida de estoques para maximizar o uso do

espaço dos armazéns, para entender os processos executados dentro do armazém vide figura 15.

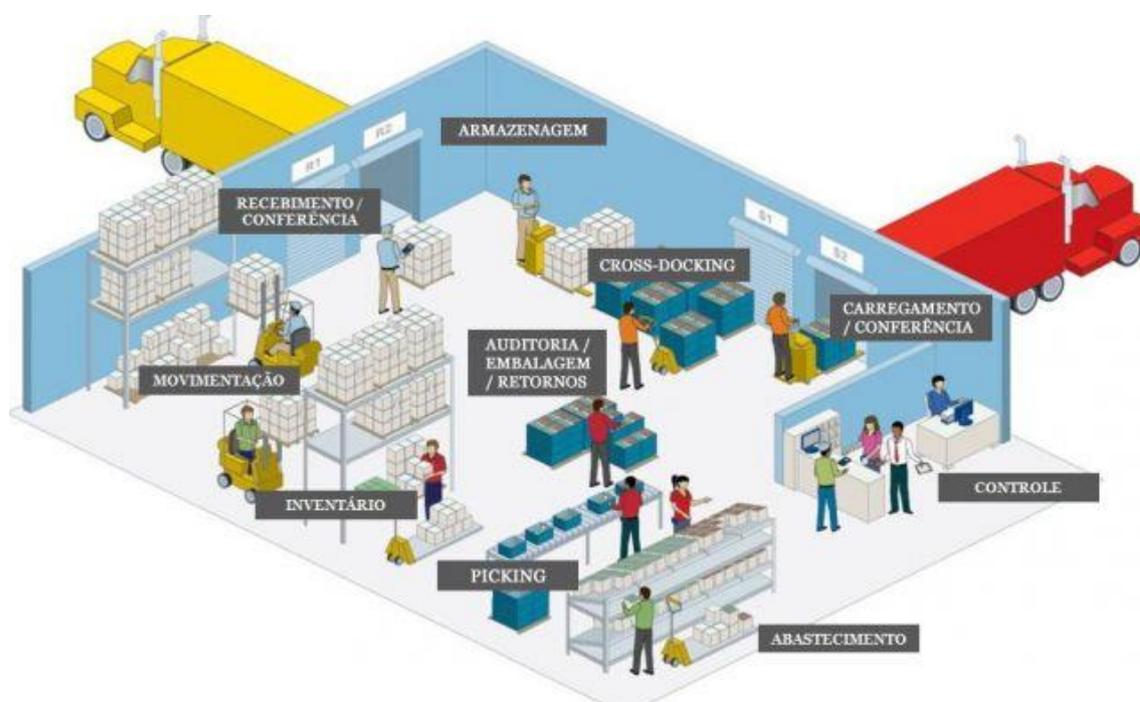


Figura 12 - Armazém e suas operações.

Fonte: Oficina da net, 2013.

O WMS é uma tecnologia utilizada para integrar e processar as informações de localização dos produtos, controlar o uso da capacidade de mão de obra, planejar detalhadamente os níveis de estoque, gerenciar processos de inventário, explorar ainda mais tecnologias móveis relativas a códigos de barras e RFID como coletores de dados para tornar mais dinâmicas as operações, emitir relatórios para auxiliar no gerenciamento dos depósitos, entre outras funções.

Um dos pontos principais da utilização do WMS é a redução de custos e melhoria na operação a fim de otimizar as atividades operacionais (fluxo das mercadorias) e administrativas (fluxo de informações).

O WMS integra a cadeia de suprimentos (Supply Chain Management) e atende procedimentos de estoques, sequenciamento de atividades operacionais, diretivas inteligentes de picking, consolidação automática de saldos, processo de inventário, recebimento de materiais, separação de pedidos, transferências de estoque, FIFO e cross-docking com a finalidade a maximizar o uso do espaço do armazém de forma eficiente.

Desta forma o WMS aumenta a produtividade e ajuda na percepção da necessidade de aumento ou diminuição do quadro de funcionários em relação às tarefas que precisam ser realizadas no armazém. A seguir são apresentadas algumas das funcionalidades deste sistema:

- **Controle de Depósito:**
Gerenciamento de estoques de produtos e lotes, registrando as movimentações, controlando a retirada e dando baixa em sistema;
- **Controle de Expedição:**
Montagem de agenda de movimentação dos produtos, como expedição, ordens de entrega e associação dos veículos responsáveis pela movimentação;
- **Endereçamento de Produtos para Armazenamento:**
Emissão de etiquetas com códigos de barras de identificação, determinação do local exato do armazenamento;
- **Registro de trabalhos:**
Registro de envio e retorno de produtos, bloqueio de expedição em caso de produtos com problemas de qualidade;
- **Trabalho com FIFO:**
Expedição de produtos mais antigos no estoque, emissão de alarmes em caso de quantidades mínimas e validade do produto armazenado.

A seguir é apresentada uma foto real, figura 16, do software de gestão de

armazém, o WMS.

Apesar do WMS ser uma poderosa ferramenta de gestão, um dos maiores empecilhos de sua implementação é o custo do investimento, além da necessidade de inversão em treinamentos e reestruturação de setores. Porém as vantagens são inúmeras e a sua utilização diminui riscos e custos drasticamente, aumentando assim a produtividade.



Figura 13 – Software de gestão de armazéns – WMS.

Fonte: Mecalux, 2016.

Abaixo estão listas algumas das muitas vantagens da utilização do WMS:

- Aumento da produtividade logística e diminuição do número de operações;
- Alocação automática de produtos no armazém;
- Mapeamento físico do armazém;

- Integração com a linha de produção;
- Controle da preparação de pedidos em tempo real;
- Controle da produtividade dos operários;
- Aumento na agilidade da expedição;
- Melhora no cumprimento dos prazos de entrega de pedidos;
- Eliminação de erros nas expedições;
- Redução do tempo dentro da cadeia de abastecimento;
- Melhor aproveitamento dos recursos físicos e humanos;
- Redução drástica dos custos de perda por validade ou avarias.

Um exemplo de ganho financeiro com a utilização do WMS, é por exemplo, a unificação de pedidos de diversos canteiros de obra. Ao invés de fazer mais de um pedido de material, o escritório central, por meio do software, consolida as solicitações e faz apenas um pedido ao fornecedor.

Na figura 17, é apresentado um esquema de recebimento de produto no armazém, endereçamento, armazenamento das informações em banco de dados, registro de informações atualizado, expedição e registro final. Todas estas atividades sendo regidas pelo sistema de WMS.

A tendência na construção civil é a automatização do gerenciamento de depósitos e almoxarifados, deixando cada vez mais a utilização de sistemas tradicionais, como técnicas manuais e uso de papel. Diminuído assim as incertezas, erros

humanos e dependência de pessoas, por exemplo, o chefe do almoxarifado.

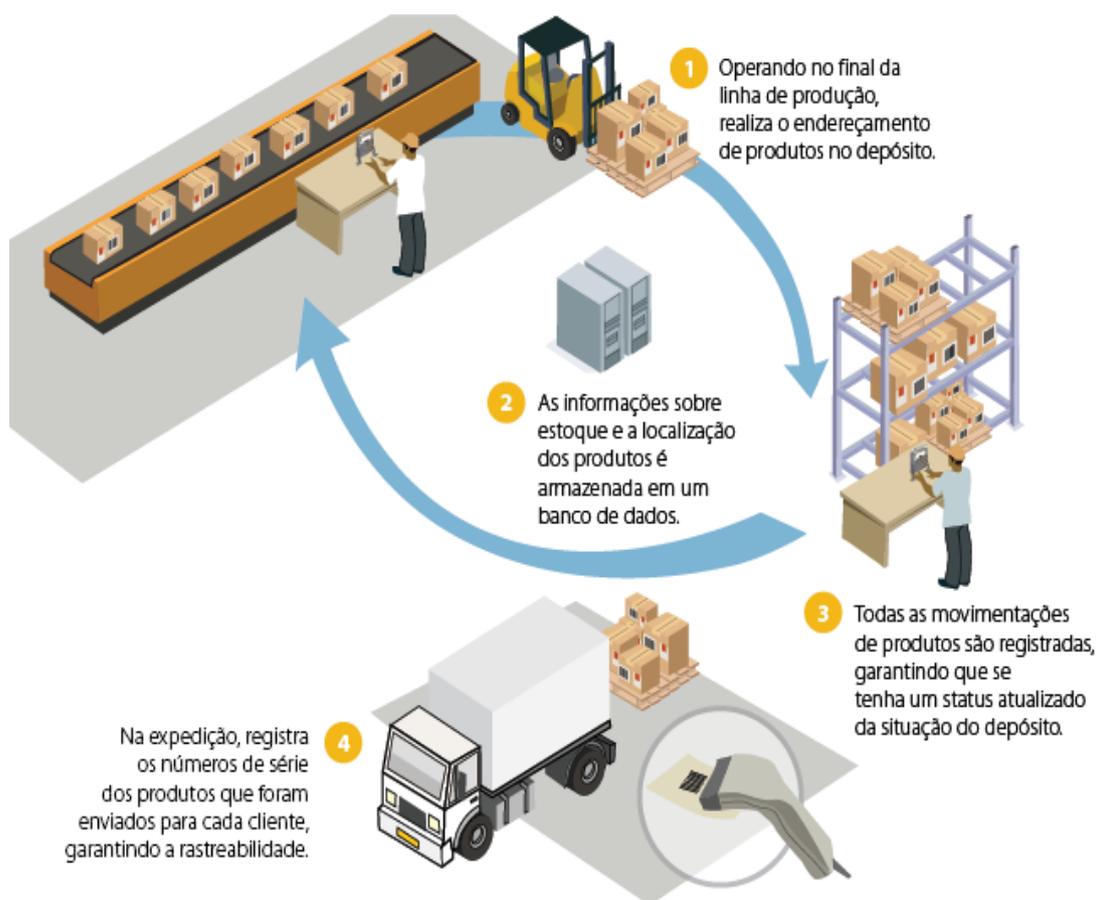


Figura 143 – Processo utilizando o WMS.

Fonte: Directa Automação, 2013.

6. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram estudados os problemas nos canteiros de obra, demonstrou-se que os mesmos trabalham de forma muito manual e que, apesar de tardia, a modernização deve ocorrer o quanto antes, já que fatores econômicos atuais estão prejudicando o setor e a falta de organização, logística, automatização e modernização acabam afetando indústria da construção cada vez mais.

Ao longo deste trabalho, foram apresentadas diversas ferramentas que modernizam os canteiros de obras, maquinários como guias, elevadores de cremalheira e empilhadeiras são alguns exemplos que devem ser aplicados na indústria, a fim de automatizar o setor e diminuir o uso de mão de obra não especializada. Esta diminuição acarretará com economia em gastos indiretos ao empreendimento como infraestrutura para os trabalhadores e até na minimização de riscos de acidentes de trabalho, além do aumento da produtividade. Esta industrialização da construção deve ser vista como um investimento para o setor, apesar de primeiramente o produto industrial ter um custo mais elevado, este investimento trás a diminuição de desperdícios e prazos. Desta forma o ganho elevado é muito evidente.

A implementação de sistemas de informação, tecnologia de informação, é um investimento de alto custo, pois além da tecnologia é necessário oferecer capacitação aos funcionários e também comprovar o benefício da mudança das rotinas. Apesar disto, a utilização destes softwares tem trazido inúmeros benefícios para o setor da construção, entre eles a economia de materiais, a diminuição de desperdícios, aumento da produtividade, maior agilidade nos processos, melhoria nos cumprimentos dos prazos e principalmente no melhor aproveitamento dos recursos físicos e humanos. Logo, apesar do custo de execução o ganho em curto prazo da introdução da tecnologia beneficia exponencialmente o setor.

A construção civil deve se espelhar nas indústrias, os canteiros de obras devem

trabalhar como fábricas, buscando o ganho com a racionalização de recursos, implementação de processos logísticos e investimento em maquinário e tecnologias de informação a fim de maximizar a sua produtividade. Quando comparada à indústria seriada, podemos afirmar que a construção civil trabalha de forma artesanal. Grandes personagens da história da industrialização aplicaram medidas simples e eficientes para o aumento da produtividade do setor automobilístico. Visto isso, este trabalho estudou estes modelos e demonstrou que muitos parâmetros podem ser aplicados no setor de construção. É evidente que estamos tratando de dois setores totalmente diferentes e que os modelos não podem ser aplicados exatamente iguais, mudanças e adaptações devem ser feitas para o meio do qual estamos tratando. Cada obra possui suas características e as mesmas devem ser respeitadas no momento do planejamento logístico, a fim de aproveitar as oportunidades de ganho de produtividade, prazo e diminuição de custos. As técnicas industriais não serão totalmente absorvidas pelo setor da construção, mas podem ser adaptadas e modificadas a fim de trazer muitos benefícios aos canteiros de obra. Logo, é certo que a aplicação de soluções de logísticas conceituadas, mesmo que com suas adaptações, trazem para o setor de construção grande economia de recursos, tempo e agregam qualidade aos empreendimentos.

Apesar dos comprovados ganhos que a implementação da logística traz para os diversos setores da indústria, existe ainda uma grande resistência à mudança. Toda mudança gera desconforto e medo por parte do funcionário, que teme não se adaptar a uma nova rotina de trabalho e ao acompanhamento do aprendizado. É importante que a mudança ocorra, que automatização seja implementada e que os processos passem por melhorias. Mas para que isto funcione os operários devem entender o ganho real que a mudança traz como benefício não só para o empreendimento, mas também para o próprio funcionário, já que o mesmo deverá se capacitar para atuar no setor e com isso ocorre o crescimento da mão de obra especializada e a diminuição de tarefas com maior periculosidade já que as mesmas serão executadas por máquinas. Desta forma é importante ressaltar que a implementação da logística, padronização e automatização deve ser

acompanhada por todos os envolvidos, a fim de que todos contribuam para sua implementação, execução e principalmente para a geração de resultados positivos para o setor de construção civil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras. Proposta baseada em estudos de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

BARELLA, R.; SEBASTIÃO, P. C. **Filão inexplorado.** Entrevista a Alberto Mawakdiye. *Construção São Paulo*, n. 2508, p. 4-7, mar. 1996.

BARTON, Paul *et al.* **Information system in construction management – Principles and applications.** Mitchell's Professional Library, Bitsford Academic and Educational, London, 1989.

COELHO, L. **Logística interna: Como o transporte horizontal e vertical de materiais e pessoas interfere na produtividade e qualidade das obras.** *Revista Técnica*, São Paulo, nº 158, Maio, 2010.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira.** São Paulo: Editora Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 1994.

CRUZ, A. L. G. da. **Uma contribuição metodológica para o estudo do comportamento do fluxo de material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil. Uma abordagem logística.** Tese (Doutorado em engenharia de produção). Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

FERREIRA, E. **Metodologia para elaboração do canteiro de obras de edifícios.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

FORD, H. **Hoje e amanhã.** Trad. de Monteiro Lobato. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 1927.

FORMOSO, C. T.; DE CESARE C. M.; LANTELME, E.; SOIBELMAN, L. **Perdas na Construção Civil: Conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor.** Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NOIRE). UFRGS. Porto Alegre, 1996.

MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção.** Trad. de Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Filho e Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo, SINDUSCON/SP/Projeto, 1991.

HEINECK, L. F. M.; NEVES, R. M.; MAUÉS, L. M. F. **Uma avaliação da importância da movimentação de materiais em obra como campo**

preferencial de iniciativas de melhorias nos canteiros. ENEGEP, 1994.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical Report No. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University. 1992.

NR, Norma Regulamentadora da SEGURANÇA NO TRABALHO. CONSTRUÇÃO CIVIL.NR-18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. 2006.

SANTOS, A. **Método alternativo de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenagem de materiais: um estudo de caso.** Dissertação de mestrado. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

SILVA, F. B. **Conceitos e Diretrizes para Gestão da Logística no Processo de produção de edifícios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. **Projeto e implantação do canteiro.** 3. ed. Ed. Nome da rosa, 2000.

TAYLOR, F. W. Princípios gerais da administração científica. 8ª Ed. São Paulo. Atlas, 1990.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras.** 1ª Ed. – São Paulo: Editora PINI, 2006

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 11ª Ed. Rio de Janeiro. Editora Campus, 2004.

8. REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS

ABML - Associação Brasileira de Movimentação e Logística. **Conceito do Operador Logístico**. Disponível em: <http://www.abml.org.br/website/downloads>. Acesso em: Agosto de 2015.

ADEMI-RJ - Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Rio de Janeiro. **Pesquisa Ademi do Mercado Imobiliário**. Disponível em: <http://ademi.webtexto.com.br>. Acesso em: Outubro de 2015.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. **Desenvolvimento com Cidadania e Qualidade de Vida: O desafio de planejar as cidades**. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sites/default/files>. Acesso em: Outubro de 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acesso em: Novembro de 2015.

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.sinduscon-rio.com.br/cub.pdf> Acesso em: Fevereiro de 2016.

Revista Exame on line, da Editora Abril, Julho de 2015. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/109202/noticias/a-crise-e-a-crise-da-construcao> Acesso em: Fevereiro de 2016.

Tassaró, 2016. Disponível em: <http://www.tessaro.ind.br/produtos/guindastes-giratorios/> Acesso em Março de 2016.

Pauluzzi, 2012. Disponível em: <http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php> Acesso em Março de 2016.

Cimento Itambé, 2011. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/canteiro-de-obras-organizado-ajuda-construcao-a-ficar-ate-8-mais-barata/>> Acesso em Março de 2016.

EPI Tuiuti, 2015. Disponível em: <<http://www.epi-tuiuti.com.br/blog/existe-curso-ou-certificado-para-aprender-como-operar-uma-empilhadeira/>> Acesso em Março de 2016.

Hyster, 2015. Disponível em: <[http://www.hyster.com/brasil/pt-br/products/H16-18XM\(S\)-12/](http://www.hyster.com/brasil/pt-br/products/H16-18XM(S)-12/)> Acesso em Março de 2016.

Bauscher, 2016. Disponível em: <<http://www.bauscher.com.br/empilhadeira-todo-terreno>> Acesso em Março de 2016.

Portal dos Equipamentos, 2016. Disponível em: <http://www.portaldosequipamentos.com.br/prod/e/elevador-de-cremalheira_4655_28486> Acesso em Março de 2016.

Grupo Orguel, 2015. Disponível em: <<http://www.grupoorguel.com.br/construcao/>> Acesso em Março de 2016.

Net Corporate, 2016. Disponível em: <<http://netcomcorporate.com.br/solucoes-1/solucoes/rfid>> Acesso em Março de 2016.

Dan by Group, 2012. Disponível em: <<http://www.danbygroup.com/rfid>> Acesso em Março de 2016.

Oficina da net, 2013. Disponível em: <www.oficinadanet.com.br/post/10184-wms-como-vantagem-competitiva-para-organizacoes> Acesso em Março de 2016.

Mecalux, 2016. Disponível em: <<http://www.mecalux.com.br/gestao-de-estoque/sistema-wms>> Acesso em Março de 2016.

Directa Automação, 2013. Disponível em:

<<http://www.directaautomacao.com.br/sistemas/wms-da>> Acesso em Março de 2016.