UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – UNIJUI

PAULO SERGIO PAIM

ANÁLISE DA GESTÃO DA PRODUÇÃO DE PESSOAS E MATERIAIS EM UM CANTEIRO DE OBRAS

Ijuí

2015

PAULO SERGIO PAIM

ANÁLISE DA GESTÃO DA PRODUÇÃO DE PESSOAS E MATERIAIS EM UM CANTEIRO DE OBRAS

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Me. Cristina Eliza Pozzobon

Ijuí

2015

PAULO SERGIO PAIM

ANÁLISE DA GESTÃO DA PRODUÇÃO DE PESSOAS E MATERIAIS EM UM CANTEIRO DE OBRAS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo membro da banca examinadora.

Ijuí, 09 de novembro de 2015

Prof. Cristina Eliza Pozzobon

Mestre pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC - Orientadora

Prof. Lia Geovana Sala

Mestre pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Coordenadora do Curso de Engenharia Civil/UNIJUI

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Alberto Simões Pires Wayhs

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - URGS

Prof. Cristina Eliza Pozzobon

Chefe do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias – UNIJUÌ

Presto homenagem grata aos meus colegas Oficiais e Praças da BRIGADA MILITAR/ RS, pelo suporte na minha trajetória acadêmica!

AGRADECIMENTOS

À professora Elza Panno que me ensinou a ler e escrever aos seis anos de idade, no colégio Cidade dos Meninos, em Camobi, Santa Maria.

À professora Cristina Eliza Pozzobon pelas orientações prestadas durante o desenvolvimento deste trabalho, e aos demais professores da Unijuí pelo aprendizado durante a graduação.

Muito obrigado às empresas: Construtora Milani Empreendimentos, sediada em Frederico Westphalen e Castellar Técnica Viária, obras de arte e manutenção de rodovias, com sede em Curitiba, onde atuei como estagiário.

Obrigado a meus pais biológicos: Lucilia e Arlindo Paim. Aos irmãos: Jorge Cláudio, Cleusa, Vera, Maria, Kéia, Ana Luiza, Iji, Themis,Thais e Odila. Adotivos: Laurinda e João Farencena. Irmãos: Vicente, Maria, Araci, José, Amábili, Neiva, Vera, Carmem, João, Arlindo e Paulo por me ensinarem a forma correta de convivência em sociedade. À minha esposa Vera Lúcia Ullmann, pela compreensão. Aos meus filhos Cristina, Paulo e Matheus pelo apoio. Noras: Karol e Rose. Netos: Ana Luiza e Luiz Henrique. Assim, não desisti ou medi esforços para concretizar meu objetivo.

Sou grato aos colegas de curso que nunca estabeleceram diferença pela cor negra da minha pele ou idade avançada em relação a eles, mas sim solidariedade e sã camaradagem, em todos as etapas do curso.

“ Aquele que não sabe e pensa que sabe é ignorante. Afasta-o. Aquele que não sabe e sabe que não sabe é humilde. Ajuda-o. Aquele que sabe e pensa que não sabe está dormindo. Desperta-o. Aquele que sabe e sabe que sabe é sábio. Segue-o.”

Transmitido pelo Mestre Alzir Baron (Prof.Química) - EM Emilio Meyer-Porto Alegre-1970

RESUMO

PAIM, P. S. **Análise da Gestão da Produção de Pessoas e Materiais em um Canteiro de Obras**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

O processo de construção civil não para. O arranjo físico de um canteiro de obras, hoje conhecido por "ambiente construtivo", exige um conjunto de instalações que propiciem apoio ao setor administrativo e aos trabalhadores, sendo diretamente proporcional à produtividade e qualidade da obra a ser realizada. Pode ser comparado ao pátio fabril de uma indústria convencional. Áreas variadas no canteiro destinam-se, às instalações administrativas, processo produtivo e ao convívio dos operários; sendo que a disposição dos equipamentos, estoques, área de segurança do trabalho, circulação de materiais ou saídas de emergências, não devem sofrer solução de continuidade. Com a finalidade de analisar o seu funcionamento e a produção do canteiro, relativo a pessoas e materiais; e ainda para saber o porquê a maioria das obras na construção civil apresentam atrasos quanto a data de entrega, extrapolam orçamentos e o cliente não fica plenamente satisfeito, foi realizado um estudo de caso no município de Três Passos, na construção do edifício 'Residencial Solar dos Ipês'. Revisando a literatura sobre os processos de produção em um canteiro de obras, verifica-se que alterações de projetos, falhas nos fluxos físicos, informações desatualizadas; expectativas de comercialização que não se confirmam, terceirização da mão de obra e exigências extemporâneas dos clientes, interferem no processo produtivo, originando os fenômenos mencionados.

Palavras-chave: Logística. Layout. Canteiro de obras.

ABSTRACT

PAIM, P. S. **An Analysis of the Building Process staff and Materials Management in a Construction site.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

The construction process does not stop. The physical arrangement of a construction site, now known as "constructive atmosphere", requires a number of facilities that provide support for the administrative sector and workers, being directly proportional to the productivity and quality of work to be done. It can be compared to the factory courtyard of a conventional industry. Different areas in construction are intended, administrative facilities, production process and the interaction of the workers. And that the provision of equipment, inventory, security area of work, circulation of materials or emergency exits, must not suffer interruption. In order to analyze the operation, production in construction, for persons and materials; even knowing why most works in construction, have delays as the delivery date, extrapolate budgets and the customer does not get fully satisfied, a case study was carried out in Três Passos, in the construction of the building 'Residencial Solar dos Ipês'. Reviewing the literature on production processes in a construction site, it appears that projects changes, failures physical flows, outdated information; marketing expectations are not confirmed, labor outsourcing and extemporaneous requirements of customers, interfere with the production process, resulting in the mentioned phenomena.

Keywords: Logistics. Layout. Construction site.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo PDCA 19
Figura 2- Projeto arquitetônico do Residencial Solar dos Ipês 39
Figura 3- Corte no projeto arquitetônico do empreendimento. 39
Figura 4- Área de vivência dos trabalhadores na obra. 40
Figura 5- Área operacional 43
Figura 6- Central de carpintaria 44
Figura 7- Estoque do aço e outros materiais 45
Figura 8- Início de expediente no ambiente construtivo 45
Figura 9- Inspeção do aço para a concretagem 47
Figura 10- Conflito de informações 48
Figura 11- Retrabalho 49
Figura 12- Identificação do aço para armadura de viga 50
Figura 13- Etiqueta de identificação do aço 50
Figura 14- Reunião informal antes do expediente 51
Figura 15- Boxes do edifício garagem 53
Figura 16- Área de estacionamento original de projeto 54
Figura 17- Estrutura da cobertura do estacionamento 54
Figura 18- Guincho de coluna içando material 55
Figura 19- Visual da obra em relação à avenida principal 56
Figura 20- Equipe de seleção de rejeitos da obra 56
Figura 21- Cofres de carga para material rejeitado 57
Figura 22- Uso dos equipamentos de proteção individual 57
Figura 23- Funcionário dispensando acessórios de segurança 58
Figura 24- Produção em ambiente limpo 59
Figura 25- Escritório do canteiro de obras 60
Figura 26- Central de plantas e documentos padronizados da edificação 60
Figura 27- Portões de acesso de materiais na obra 61
Figura 28- Posição dos acessos ao ambiente construtivo 62
Figura 29- Visão da obra pela avenida principal da cidade 63

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AP	Ante-projeto
CLM	Council Logistic Manegement
EP	Estudo Preliminar
NR	Norma Regulamentadora
PDCA	Planejar, Desempenhar, Checar e Agir
PE	Projeto Executivo
PN	Programa de Necessidades
NR	Norma Regulamentadora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 **Contexto** 12

1.2 **Problema** 13

1.2.1 Questões de Pesquisa 14

1.2.2 Objetivos de Pesquisa 14

1.2.3 Delimitação 15

2 REVISÃO DE LITERATURA 16

2.1 **Gestão da Produção** 16

2.1.1 Canteiro de Obras 17

2.1.2 Gestão do Canteiro de Obras 17

2.2 **Logistica** 19

2.2.1 Logística na construção civil 21

2.2.2 Logística no canteiro de obras 22

2.2.2.1 Fluxo de informações 23

2.2.2.2 Fluxos físicos 27

2.3 **Layout do canteiro** 31

2.4 **Projeto do canteiro** 33

3 MÉTODO DE PESQUISA 37

3.1 **Estratégia de pesquisa** 37

3.2 **Procedimetos de coleta e interpretação dos dados** 37

3.3 **Estudo de caso** 38

4 RESULTADOS 42

4.1 **Gestão do canteiro de obras** 42

4.2 **Logística no canteiro de obras** 46

4.2.1 Fluxo de informações 47

4.2.2 Fluxos físicos 55

4.3 **Layout do canteiro** 59

4.4 **Projeto do canteiro de obras** 62

5 CONCLUSÃO 64

REFERÊNCIAS 67

Anexo A – PROJETO SITUAÇÃO/LOCALIZAÇÃO DA OBRA 73

Anexo B – PROJETO DO LAYOUT EM TERENO LINDEIRO 74

1 INTRODUÇÃO

Na prática, o planejamento resume-se em orçamento e cronograma físico, com o propósito de atender custos e prazos pré-definidos. No canteiro são examinados: o orçamento, o cronograma e a execução dos serviços, conforme o estabelecido. Os critérios técnicos são prejudicados.

De início, em geral, o processo produtivo é relegado a um segundo plano; enquanto os custos direta ou indiretamente, começam a divergir daquilo que foi proposto.

Em consequência, os prazos tendem a ser descumpridos; retrabalhos precisam ser feitos, gerando insatisfação para a maioria dos clientes.

A gestão eficiente de pessoas e materiais em um canteiro de obras pode melhorar o caso.

1.1 CONTEXTO

Para manterem-se no mercado da construção civil, as empresas devem aperfeiçoar o sistema de gestão de pessoas e materiais no ambiente produtivo, buscando a qualidade e tornando o empreendimento mais eficiente e rentável. Rezende, Jesus e Moura (2013) trazem a satisfação da clientela, como lógica mercadológica a ser perseguida pelas empresas em geral, e justificam a importância da logística dentro do processo produtivo, citando Santos e Farias Filho (2012, p. 05): "[...] de nada adianta produzir, se o que for produzido não interessar e satisfazer a clientela". No contexto de produção na construção civil, o personagem principal é o canteiro de obras. Sendo nele que a obra é produzida

> O canteiro de obras é a fábrica cujo produto final é o edifício. Se é considerado uma fábrica, então o canteiro deve ser analisado sob a ótica dos processos de produção do edifício e também como o espaço onde as pessoas envolvidas na produção estarão vivendo seu dia-a-dia de trabalho. (SOUZA, 2000, p. 13).

Pode-se afirmar que o resultado final do empreendimento, depende da gestão da produção de pessoas e materiais no canteiro de obras. Para melhoria do processo de construção de edificações, considerando produção baixa, perdas de tempo e dinheiro, estudos são necessários realizar. Os problemas no canteiro de obras em boa parte, incluem a terceirização da mão de obra, além de exigências por parte dos clientes. A organização do canteiro de obras, com layout em concordância com o projeto e com cada ciclo do empreendimento; informações confiáveis,

logística e atenção ás normas regulamentadoras do setor, podem se fazer eficazes, inclusive quanto a escassez de mão de obra, porque as condições de trabalho, são referidas como razão para pedreiros e serventes abandonarem a profissão.

A gestão da produção de pessoas e materiais no ambiente construtivo, precisa da concordância com o projeto e com cada ciclo do empreendimento; informações confiáveis, logística e atenção ás normas regulamentadoras do setor, são fundamentais para a melhoria dos resultados para todos os envolvidos.

1.2 PROBLEMA

Os problemas com a mão de obra principalmente, fazem com que o setor tenha dificuldades para suprir a demanda, prejudicando o rendimento produtivo, provocando atrasos e elevando custos, além de gerar a insatisfação da maioria dos clientes.

A gestão do canteiro de obras, além de motivar os trabalhadores, auxilia na comercialização do empreendimento.

> [...] o cuidado com o aspecto visual do canteiro, que inclui a limpeza e impacto positivo perante funcionários e clientes. Não seria exagero afirmar que um cliente, na dúvida entre dois apartamentos (de obras diferentes) que o satisfaçam plenamente, decida comprar aquele do canteiro mais organizado, uma vez que este pode induzir uma maior confiança em relação a qualidade da obra. (TOMMELEIN[1], 1992 apud SAURIN; FORMOSO, 2006, p. 18).

A construção civil não para. É cada vez mais necessária uma evolução no setor no que se refere à qualidade e à produtividade. Silva e Cardoso (1998) afirmam que a empresa de construção se dota de vantagens competitivas ao dominar a logística do canteiro e a de suprimentos, isto é, dominando o processo de gestão do canteiro de obras. Para tal, é imprescindível que o ambiente de trabalho seja adequado a execução das funções e propicie aos funcionários condições de trabalho apropriadas para o desempenho de suas atividades. Então, devido à visão não muito clara que há sobre a gestão do canteiro de obras, torna-se importante uma discussão sobre este assunto,

[1] TOMMELEIN, I.D. Construction site layout using blackboard reasonig with layered knowledge. In: ALLEN, Robert H. **Expert systems for civil engineers:** knowledge representation. New York: ASCE, 1992. p. 214-258.

destacando ideias e princípios básicos para a gestão do processo produtivo e melhorias no âmbito da qualidade do produto.

A gestão da produção de pessoas e materiais pode ser apresentada como objeto desta discussão. Dentro da qual, logística e layout do canteiro de obras são os principais responsáveis pelo sucesso do produto final. Objetivo este que é a meta de todas as empresas de construção e dentro do atual contexto, buscam por novas ferramentas, novos materiais e conceitos capazes de aperfeiçoar o processo produtivo e o produto final, tornando-se mais competitivas no mercado.

1.2.1 Questões de Pesquisa

- Questão principal

  Analisar o funcionamento de um canteiro de obras, sob os aspectos de sua logística e layout, buscando identificar os elementos necessários à sua organização, partindo de estudo analítico, subordinado a questões científicas.

- Questão secundária

  Saber o porquê da existência de uma corrente ideológica, que afirma ser praxe descumprir prazos, extrapolar orçamentos e haver clientes insatisfeitos, na maioria das obras da construção civil.

1.2.2 Objetivos de Pesquisa

- Como objetivo geral busca-se identificar falhas e possíveis melhorias, que possam ser adotadas no aprimoramento do processo produtivo, em um canteiro de obras.
- Tem-se como objetivos específicos, uma vez que a análise se dará sob alguns pontos do tema:
  a) Os fluxos físicos e o layout do canteiro de obras;
  b) A compatibilidade entre ciclo do empreendimento e layout (projeto de canteiro);
  c) Os fluxos de informações;
  d) A comunicação entre os diferentes níveis de especialidades do setor da construção civil.

1.2.3 Delimitação

Este trabalho estrutura-se em três capítulos distintos:

O primeiro foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica para compreensão do leitor a respeito do tema e conceitos envolvidos e o entendimento daquilo que foi exposto no decorrer da pesquisa. Gestão da produção de pessoas e materiais em um canteiro de obras são os conceitos iniciais. Faz-se a conexão ao longo do trabalho, com a gestão dentro do canteiro, influenciada pela logística, aplicada ao contexto da construção civil, e ao layout do canteiro.

O segundo se detém na classificação da pesquisa quanto aos métodos de coleta e interpretação de dados, bem como na apresentação dos métodos utilizados, no caso estudado e no contexto em que a obra está inserida.

No capitulo três foram compilados os dados e análises provenientes do período de observação analítica, relacionando-os com a prática verificada no ambiente de trabalho.

As interpretações e análises se deram em estreita relação com os parâmetros mencionados na bibliografia, assim como os resultados obtidos diretamente no canteiro de obras. As conclusões e referências bibliográficas, são apresentadas no encerramento deste trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para o desenvolvimento deste trabalho tornou-se necessário um embasamento teórico, para facilitar o entendimento e a aplicação de alguns elementos necessários ao estudo, cujo foco é a identificação de falhas e possíveis melhorias, junto ao aprimoramento do processo produtivo, em um canteiro de obras.

2.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO

A gestão da produção de pessoas e materiais fundamenta-se em pensar antes onde se quer chegar; qual será o produto final. A partir de então, é possível organizar os princípios, meios e fins para concretizar o plano. Não esquecendo de citar as interfaces que podem ocorrer nos serviços de desenvolvimento do produto e no controle da execução, para garantir a obtenção dos resultados e possibilidades de melhorias no processo. (Cardoso, 1998).

Para Cardoso (1998), gestão envolve planejar, organizar, conduzir e controlar o processo de desenvolvimento para atingir um objetivo. Slack (1997) nos diz que a produção representa, numa organização, a reunião de recursos destinados à obtenção de seus bens e/ou serviços, utilizando recursos transformados e/ou recursos de transformação que passarão por algum tipo de transformação (processo de produção) para atingir o produto esperado. “Deste modo, a produção é a função central das organizações já que é aquela que vai se incumbir de alcançar o objetivo principal da empresa, ou seja, sua razão de existir”. (Slack, 1997, p. 34).

Para Oliveira (2007), a coordenação eficaz e eficiente de recursos humanos, materiais, financeiros e políticos, de equipamentos e de esforços necessários para se chegar à obra construída, está envolvida no gerenciamento de um projeto, atendendo-se a parâmetros preestabelecidos de prazo, custo, qualidade e risco.

Permite também assegurar que o projeto seja planejado em todas as suas fases, permitindo, através de mecanismos de controle, uma vigilância contínua, onde os impactos de prazos e/ou custos sejam analisados e projetados para um horizonte de curto e médio prazo, possibilitando antecipar decisões gerenciais que garantam a execução do projeto no curso desejado.

É preciso compreender-se então, que a gestão da produção é a organização e o planejamento dos processos de transformação para o alcance de um objetivo comum. Cardoso (1998) a trata sob duas ópticas: gestão de pessoas e gestão de materiais.

Tendo em vista que ambos – pessoas e materiais - atuam no ambiente construtivo, admite-se a ideia e importância da gestão no canteiro de obras.

2.1.1 Canteiro de obras

Vieira (2006) define o canteiro de obras como sendo todo o espaço que é destinado para efetivar a execução de um projeto de concepção de uma obra. E traz uma definição mais formal extraída da Norma Regulamentadora (NR-18). Já a FUNDACENTRO (1996) define o canteiro de obras como, sendo uma área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra.

Maia e Souza (2003) o definem como o local onde se encontram distribuídos, de maneira organizada, todos os recursos de produção (mão de obra, materiais e equipamentos) para dar apoio e realizar os trabalhos de construção, observando os requisitos de gestão, racionalização, produtividade e segurança/conforto dos operários. Ferreira e Franco definem que:

> O canteiro de obras tem como objetivo, propiciar a infra-estrutura necessária para a produção do edifício, com os recursos disponíveis, no momento necessário para sua utilização, podendo ser mais eficiente e eficaz em função do projeto do produto de produção, e da forma de gerenciamento empresarial e operacional, influindo na produtividade da utilização dos recursos, em função da sua organização e do seu arranjo físico. (FERREIRA; FRANCO, 1998, p. 02).

2.1.2 Gestão do Canteiro de Obras

Planejar o canteiro de obras, Saurin e Formoso (2006) definem como sendo o planejamento do layout e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Frankenfeld (1990, p.17) acrescenta dizendo que "[...] o planejamento do layout envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem". Esse processo tem por objetivo obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, principalmente através da minimização das movimentações de materiais, componentes e mão de obra. Saurin e Formoso (2006).

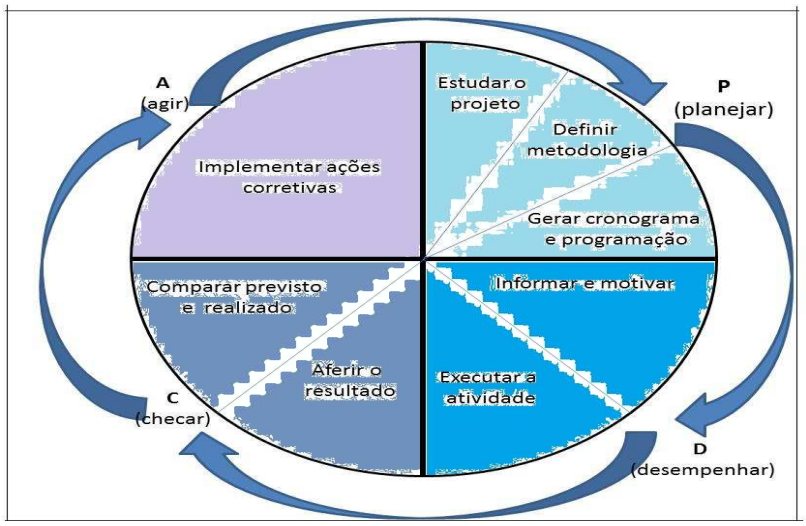
No que diz respeito a condições de trabalho, faz-se referência a Norma Regulamentadora (NR 18) – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, que traz diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, limitando-se ao item 18.4 que trata das áreas de vivência. Instalações sanitárias, vestiário, alojamento, local de refeições, cozinha quando houver preparo de refeições, área de lazer, ambulatório para frentes de trabalho com cinquenta ou mais trabalhadores são algumas disposições apresentadas, variando de acordo com o tipo de empreendimento a ser construído, (FUNDACENTRO,1995).

Todas estas áreas devem ser planejadas e mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza, além de oferecer condições seguras aos processos e de meio ambiente aos operários. Para ser eficiente é necessário que se acompanhe os passos do planejamento através de observações, ações e correções, tendo o controle das variáveis que podem influenciar nos resultados esperados.

Se a gestão envolve planejar, organizar, conduzir e controlar o processo de desenvolvimento para atingir um objetivo, pode-se concluir que ao acompanhamento do planejamento do canteiro de obras dá-se o nome de gestão do canteiro de obras.

Segundo Mattos (2010) deve haver um controle permanente para cada processo que permita a aferição do desempenho dos meios empregados e promova uma alteração de procedimentos de tal modo que seja fácil alcançar as metas necessárias. O autor traz o ciclo PDCA – Planejar, Desempenhar, Checar e Agir, como uma maneira eficaz de planejar, organizar, conduzir e controlar os processos. Na figura 1 é possível visualizar o princípio da gestão com o ciclo.

Figura 1- Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p. 38).

Com ênfase na logística (fluxos físicos e de informações) e no layout do canteiro, visto que um estudo criterioso do layout e da logística do canteiro deve estar entre as primeiras ações para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais e humanos empregados na obra, qualquer que seja seu porte. Saurin e Formoso (2006), foi decidido pesquisar esse tema.

A Comunidade da Construção do Rio de Janeiro realizou um seminário voltado a empresários, profissionais ligados ao setor e estudantes de engenharia e arquitetura, sobre logística no canteiro de obras, em agosto de 2012. Vários profissionais participaram do evento compartilhando seus conhecimentos e experiências relacionados ao tema. Ao final, no entanto, a conclusão em que se chegava era de que o canteiro de obras planejado e organizado significa maior produtividade, menos desperdício, redução de custos e otimização do tempo (informações retiradas do site da Comunidade da Construção).

2.2 LOGÍSTICA

Vieira (2006) descreve duas maneiras distintas de conceituar a logística: uma é a maneira formal encontrada nos dicionários contemporâneos, entre elas pode-se citar: palavra vinda do francês, parte da arte militar relativa ao planejamento, transporte e suprimento das tropas em operações; e a outra é a conceituação técnica desenvolvida por estudiosos do assunto, considerando mais os aspectos técnicos e empresariais. A partir disto atribuíram-se definições menos específicas e mais abrangentes, visto que a logística avançou em muitas outras áreas.

Entre várias definições, destaca-se a de Vieira (2006) logística é uma metodologia ou processo administrativo baseado fundamentalmente na conscientização para o emprego de conceitos, métodos, técnicas e procedimentos, assim como na utilização da tecnologia de informação, de forma a encaminhar a maximização do nível de serviço e da produtividade numa cadeia de suprimentos. E a do Conselho de Administração Logística – CLM (*Council Logistic Manegement*)[2]: 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.

Complementando, Cardoso (1998) relata que logística é realizar um planejamento e um controle detalhado e contínuo que possibilite suprir as necessidades em curto prazo após as constatações de um desvio. Seus dois objetivos principais, segundo May (2002) são proporcionar, simultaneamente, o máximo nível de serviço e o menor custo total possível nas atividades a ela inerentes.

Os estudiosos Barbosa, Muniz e Santos (2007), perante a amplitude de atuação nos moldes dos processos logísticos, preferem tratá-la como o planejamento e a operação de sistemas físicos, informacionais e gerenciais necessários para que os insumos e produtos vençam condicionantes espaciais e temporais de forma econômica. Nesta mesma linha de pensamento, Dias, citado por Rezende, Jesus e Moura expõem seu conceito:

> A 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 desde a origem ao destino final, objetivando o atendimento às necessidades dos clientes. (DIAS 2005, p. 35).

Rezende, Jesus e Moura (2013) sintetizam estes e outros inúmeros conceitos de logística encontrados na literatura e a definem como um ramo da gestão voltado para o produto, desde seu processo de armazenagem, à distribuição; sob forma de processos que promovam a redução de tempo e custo, requerendo dessa forma profissionais especializados, com vistas a que as ações se

[2] Conceito de: VIEIRA, Hélio Flávio. **Logística aplicada à construção civil:** como melhorar o fluxo de produções nas obras. São Paulo: ed. Pini, 2006. p. 19.

deem mediante estudos referentes às rotas de circulação, meios de transporte, lócus da armazenagem e prévios diagnósticos de questões, como as ambientais.

2.2.1 Logística na construção civil

Magee (1977, p. 15) caracteriza a logística na construção civil como a "[...] arte de administrar o fluxo de materiais e produtos, da fonte ao usuário [...]", isto por meio de um processo administrado por um intrincado sistema de comunicações e controle.

Cardoso (1996) caracteriza o termo 'logística' como uma ferramenta de pilotagem dos fluxos físicos de produção através dos fluxos de informação, associando-o mais à uma logística das atividades que se desenvolvem no canteiro (ou internamente), sem desprezar a ideia de transporte e suprimentos dos recursos de todos os tipos susceptíveis de serem deslocados (mão de obra, materiais, equipamentos, etc.). Subdividindo a logística aplicável às empresas construtoras em logística de suprimentos e logística de canteiro. Esta última trata dos fluxos físicos e de informações associados à execução de atividades no canteiro e será abordada no presente trabalho. A partir disto, Silva e Cardoso trazem o conceito de logística na construção civil seguido por alguns autores:

> 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. Tal processo se dá através de atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como principal suporte o fluxo de informações, sendo que estas atividades podem se passar tanto antes do início da execução em si, quanto ao longo dela. (SILVA; CARDOSO 1998, p. 03).

Santos e Farias Filho (2012) salientam que, para um procedimento logístico ser eficiente no meio da construção civil, ele deve se antecipar ao início da obra, caso da elaboração do layout com vistas à otimização dos fluxos físicos no interior do canteiro de obras, e do planejamento no sentido de integrar e ordenar as ações.

2.2.2 Logística no canteiro de obras

Tendo em vista os conceitos de logística e de canteiro de obras é correta a afirmação de Cardoso (1998, p. 16): "[...] logística de canteiro compreende o planejamento e a gestão dos fluxos físicos de produção, através dos fluxos de informação que se desenvolvem nas diferentes atividades do sistema de produção", estando mais voltada ao interior do canteiro, para o seu funcionamento.

Podendo ser definida no canteiro como um processo de organização, direção, controle e planejamento do ambiente de trabalho, visando a boa condução dos fluxos físicos ligados à execução da obra. Sua maior característica é realizar controle e planejamento detalhado e contínuo de tais fluxos, em intervalos de tempo relativamente curtos para que, constatado um desvio, haja uma reação imediata e a correção do planejamento, feita em nível de tarefa ou operação (Cardoso, 1998).

De acordo com Rozana Leal (2012)[3], a introdução da logística na construção civil é uma forma de tentar voltar a estudar engenharia. Afirmando que logística é planejamento e compromisso com resultados e segurança; que é preciso estudar a obra, conhecer equipamentos, fornecedores. Olhar o entorno da obra e buscar acabar com o tradicional 'improviso'. Para ela, as empresas do setor ainda não se convenceram da importância da logística, porque não sabem o que podem ganhar ou perder com a técnica.

Entre fluxos físicos e de informações, Silva e Cardozo (2001) destacam as atividades mais importantes da logística de canteiro: gestão de fluxos físicos ligados à execução; gestão de informações necessárias para que agentes que interagem no processo de produção, exerçam suas atividades dentro de padrões preestabelecidos e para resolução de interferências entre serviços; gestão física de praça de trabalho (implantação do canteiro, movimentação interna, zonas de estocagem, zonas de pré-fabricação, atendimento aos requisitos de segurança).

[3] Trabalho apresentado no Seminário sobre Logística no canteiro de obras. Comunidade da construção do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.comunidadedaconstrucao.com.br/noticias/167/logistica-no-canteiro-de-obras.html>. Acesso em: 10 set. 2015.

2.2.2.1 Fluxo de informações

Durante o processo produtivo, ainda que em empreendimentos relativamente simples, produz-se uma quantidade significativa de informações. Uma parte da informação produzida não chega a ser formalizada em peças de projeto, de contratos, atas de reunião. O fato de o projeto de construção ser invariavelmente uma representação incompleta do produto, em razão dos quase inevitáveis erros e omissões acidentais e, principalmente, das 'omissões deliberadas', torna importante o levantamento de um conjunto de questões relevantes, para a definição de um modelo de informações, que corresponda às necessidades dos intervenientes no processo construtivo. Martins (2009).

Também justifica o autor, a necessidade de um sistema de informações nas especificações técnicas que, apesar de serem de grande valia, remetem a um conjunto de 'regras da boa arte' inespecíficas, na compreensão do projeto, que vai além das regras do desenho técnico, e principalmente nas 'omissões deliberadas', que tem por base um entendimento apoiado em experiências bem exitosas anteriores, resultando em diferentes interpretações entre os intervenientes, para um mesmo projeto.

Silva e Cardoso (1997) trazem o fluxo de informações, antes e durante o processo produtivo, como sendo o principal suporte das atividades de planejamento, organização, direção e controle, compreendidas na logística. Segundo Sales, Neto e Francelino (2003), seu objetivo é aumentar a interação entre diferentes clientes internos e externos de uma empresa, para poder associar esforços e melhorar a competição em diferentes mercados. Além de garantir o abastecimento da produção com materiais, especificações e projetos no momento certo. Para deter as informações, a empresa deve captar no controle de produção, possíveis problemas que ocorram durante a execução da obra; problemas de projetos e informações do nível de satisfação dos clientes, em um constante processo de retroalimentação nos planejamentos, orçamentos, projetos e execução de novos empreendimentos; formando deste modo um ciclo contínuo indispensável, para que a empresa possa alcançar suas metas e objetivos.

Sales, Neto e Francelino (2003) afirmam que a construção civil vem buscando a racionalização dos processos, que tem ligação direta com o desenvolvimento da logística. Neste contexto, Zegarra e Cardoso (2000) trazem a racionalização do fluxo de informações como a chave

para a racionalização/desenvolvimento da logística. Podendo ser obtido através da organização e formalização textual de emissão, recebimento e registro das informações; a definição de um sistema de decisões; a eliminação dos ruídos provenientes da fluência contínua, de informações vindas dos diferentes níveis de especialidades do setor, nos fluxos de informação; o aumento de velocidade de processamento e circulação das informações; e a eliminação de informações duplicadas, são ações que podem ser tomadas buscando atingir a racionalização do fluxo de informações.

O caminho das informações geradas nos vários setores da empresa, durante o início do processo de produção e das ações, é responsabilidade do sistema de informações, sendo de suma importância para o andamento do processo. Geralmente as informações fluem de cima para baixo, na pirâmide hierárquica da empresa. Ao final deste fluxo, inverte-se o percurso, sendo então de baixo para cima, realizando o controle das atividades a partir da avaliação da ação e do início do retorno das informações, referentes à sua realização. Sales, Neto e Francelino (2003). Este processo, baseado na comunicação e integração e que precisa acontecer na etapa de execução, deve servir de retro alimentador do processo de planejamento e de projetos futuros, informando aos responsáveis pelo planejamento central, as dificuldades e inadequações do estabelecido em etapa de projeto; bem como das modificações e adequações necessárias. SCHMITT 1998).

Extremamente importante é a existência de integração entre os diferentes níveis de produção. Esta integração é definida por Aouad[4] (1996, apud Nascimento; Schoeler, 1998) como a habilidade de partilhar informações entre os diferentes atores, usando um modelo comum, desenvolvido dentro de uma estrutura segura e confiável. Necessidades dos clientes, especificações de projeto e representações gráficas; estimativas de custos, programação e documentos requeridos pelas autoridades, são exemplos de informações que devem ser compartilhadas entre os diferentes níveis hierárquicos que compõem a produção na construção civil.

[4] AOUAD, G. Managing Construction Information Effectively Using Integrated Databases. In: PROCCEDINGS OF CIB W65 INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION**,** III, 1996, London. **Anais...** London, CIB, 1996. p. 14-22.

Para Sales, Neto e Francelino (2003) a disponibilidade, de modo completo, das informações e sua chegada em tempo hábil, permitindo que operações e decisões sejam tomadas no momento correto, também são fatores de suma importância para a eficiência do fluxo de informações.

Schmitt (1998) garante que a separação de projeto e execução, a falta de integração e de comunicação eficiente, estão relacionados aos problemas enfrentados pelo processo de construção. Com isto, pode-se dizer que a comunicação entre os diferentes grupos de atividades no processo produtivo, é parte inerente do fluxo de informações. Sendo citada como o terceiro fator mais importante para o sucesso de um empreendimento. Silva e Cardoso (2000) classificam as informações de apoio às operações, como função de processar transações correntes, controlar processos, atualizar dados. Cumprem esta função os projetos do produto e da produção, conjunto dos procedimentos operacionais, pedidos de compra, documentos e mecanismos de controle de produção. Também de apoio às conclusões que auxiliam nos processos decisórios (relatórios de produtividade e de acompanhamento físico-financeiro de obras, avaliação de fornecedores de serviços e materiais, etc.).

Silva e Cardoso (2000) partem do princípio de que a eficiência de um sistema, é medida pela capacidade de se utilizar adequadamente os recursos de transmissão, recepção e registro dos dados da empresa; e a eficácia pela capacidade que este tem de atingir determinados objetivos, sendo capaz de suprir os diversos subsistemas da empresa, com as informações adequadas no tempo necessário. Afirmando ainda, que os sistemas de comunicação são mais eficientes e eficazes, à medida que, no processo de comunicação, existam menos interferências relacionadas com a própria forma de transmissão, verbal ou escrita. Com o longo percurso que levam para chegar a seus receptores, podem vir a tornar-se informações incompletas ou distorcidas. Ressalta também que é necessário haver anteriormente, um pré-dimensionamento do sistema e que ele atenda às necessidades operacionais e de tomada de decisão no âmbito da empresa.

Nascimento e Schoeler (1998) pregam que, somente com o estabelecimento de comunicação com a requerida frequência, é possível promover a integração entre gerentes de canteiro de obra e equipe responsável pelo planejamento central. Fazendo com que não sejam adotadas modificações isoladas por parte daqueles, induzindo com isto, uma maior iteração entre os envolvidos na etapa. O fluxo de informações deve abranger inicialmente o cliente e suas necessidades, para depois passar pelos diversos setores da empresa (vendas, marketing, finanças,

projetos, planejamento, recursos humanos, suprimentos e produção) e faz interface com os fornecedores. Silva e Cardoso (2000) cita como debilidades que podem prejudicar a eficiência e eficácia do sistema de informação a demora no processamento e na circulação da informação, fazendo com que não haja tempo hábil para tomar as decisões necessárias ou agir de modo correto; a transmissão de informações incompletas, fora do conjunto que permita uma contextualização e compreensão adequada; custos de obtenção da informação mais altos que os benefícios gerados pelo sistema (benefícios não justificam os custos); duplicação das informações gerada pela falta de atribuição de funções dentro da empresa. Não há necessidade de uma mesma informação ser coletada diversas vezes por diversos departamentos.

Frente às debilidades citadas, Silva e Cardoso (2000) ressaltam a necessidade de haver continuamente uma avaliação em função destes itens, para se checar a eficiência e a eficácia do sistema. Para a implantação de um sistema de informações logísticas não é necessária, em primeira instância, a adoção de ferramentas computacionais complexas. Primeiramente ela passará pela aquisição de dados precisos e no momento necessário. Posteriormente, por uma reengenharia dos processos logísticos, onde há um ajuste do sistema de informações e só então passará a utilizar programas aplicativos para alguns processos. Por último, empregam-se sistemas informatizados mais complexos como salientam Silva e Cardoso (2000). A implantação destes deve ser norteada pela análise e integração das necessidades de informações, pela seleção de equipamentos, pelo desenvolvimento ou aquisição de programas informatizados adequados e pela implantação de maneira gradual e com constante avaliação.

Cardoso (1998) afirma que a realização de reuniões assume papel fundamental no sistema de informações. Nelas o engenheiro gerente da obra deve fixar objetivos e metas, fazendo com que sejam alcançados, fazer circular informações, tomar decisões, incentivar a transparência e a cooperativismo através de trabalhos em grupo, buscar o comprometimento e motivação das pessoas, facilitar a comunicação, mostrar sua liderança incentivar que se manifeste junto aos outros agentes. Das reuniões devem participar o representante do cliente e os profissionais responsáveis por cada etapa do projeto e por sua execução/condução (arquitetos, engenheiros, mestre de obras e principais subempreiteiros), não sendo necessária a presença de todos em todos os eventos. Cardoso (1998) aconselha que os encontros sejam realizados a cada quinze dias com a presença

dos profissionais que militem efetivamente na obra e após a discussão coletiva deve ser feito um replanejamento.

2.2.2.2 Fluxos físicos

Os trajetos de mão de obra e de materiais são os fluxos físicos. Seu principal objetivo é a eliminação ou redução das perdas inerentes a eles. Para ser alcançado faz-se necessário tornar os processos diretamente observáveis e expor os seus problemas e limitações para que possam ser identificados e solucionados Koskela (1992 apud Alves, 2000). Para dar visibilidade à produção, Alves (2000) destaca a utilização do princípio da transparência. Este consiste na observação dos processos e operações e torna possível identificar a parcela de atividades que não agregam valor ao produto final e os requisitos dos trabalhadores para a realização das atividades (os clientes internos devem ter suas necessidades analisadas para que possam executar suas atividades da melhor forma possível), analisar a variabilidade existente no processo e minimizar passos nos processos de operações, além de contribuir para aumentar o grau de continuidade [5] e a terminalidade[6] dos processos e operações. Podendo ainda, através do melhor planejamento e controle dos fluxos dentro de um processo de melhoria contínua, resultar na eliminação das perdas existentes, conduzindo à redução do tempo de ciclo e ao balanceamento das melhorias a serem implementadas nos fluxos e conversões.

Segundo Alves (2000), a gestão dos fluxos físicos pode ser entendida como o planejamento e controle desses fluxos, associados à realização das tarefas da produção. Ao fluxo de materiais, é necessário o planejamento da aquisição, alocação temporal e espacial, e distribuição/movimentação dos materiais no canteiro e nos postos de trabalho, e o controle de sua utilização dentro de cada processo. Já a gestão do fluxo de mão de obra compreende a designação das tarefas para as equipes, a consideração da melhor sequência de execução do processo, respeitando-se os requisitos técnicos, a continuidade do processo, a capacidade produtiva das equipes, a carga de trabalho a ser designada para as mesmas e o efeito aprendizado. Consideram-se ainda as restrições de tempo e espaço e controle do desenvolvimento de tarefas, as quais devem

[5] Continuidade: realização de processos e operações sem paralizações, de forma que ocorra um fluxo contínuo de atividades sendo realizadas ao longo do tempo. Alves (2000).

[6] Terminalidade: finalização dos processos e operações sem a necessidade de retrabalhos ou arremates que exigem visitas posteriores por parte de uma equipe ao mesmo posto de trabalho, prolongando a realização de uma tarefa. Alves (2000, p. 26).

ser comparadas com os ritmos especificados para cada processo. Bussinger (2012) defende que o transporte é uma das atividades mais relevantes dentro do contexto da logística, inferindo o conceito de logística de transporte, responsável por garantir a integridade da carga, no prazo combinado e a baixo custo.

No que diz respeito ao fluxo de materiais, pode-se introduzir o conceito de logística de suprimentos. Esta trata de uma série de atividades que ocorrem diversas vezes ao longo do processo produtivo e influenciam no ritmo da produção, como a especificação de recursos e planejamento de suprimentos; a emissão e transmissão de pedidos de aquisição; o transporte dos recursos até a obra e seu recebimento; a manutenção dos suprimentos previstos no planejamento 'controle e reprogramação'. May (2002) ainda destaca a importância deste ramo da logística nos custos totais do empreendimento, afirmando que a função suprimento é muitas vezes apontada como causadora de atrasos e paradas no processo de produção e, consequentemente, perda de produtividade.

É através da antecipação e resolução dos problemas que possam comprometer o andamento dos trabalhos e da redução de variações nos fluxos de recursos e insumos que abastecem a produção, que se reduz a incerteza associada a esses fluxos no processo. A partir dessa redução, a variabilidade dos processos também reduzirá e consequentemente uma parcela das atividades que não agregam valor aos produtos será eliminada. Alves e Formoso (2000).

O processo de redução da incerteza relaciona-se à tomada de decisões em diferentes horizontes de tempo, visando lidar com possíveis acontecimentos não previstos, que surgem durante a fase de execução. O de variabilidade passa pela adequada análise e planejamento do trabalho a ser executado pelas equipes e do desenvolvimento de padrões que possam ser utilizados para a execução e controle das tarefas.

Devendo a empresa contratante definir na etapa de projeto os métodos construtivos a serem utilizados em cada obra. A melhor forma de executar os serviços para atender aos requisitos do projeto, dadas as condições de cada canteiro, deve ser estudada pela administração da obra, junto das equipes subcontratadas e durante a fase de execução. Alves e Formoso (2000).

Perdas relacionadas ao transporte de materiais, ferramentas e equipamentos; interferência, congestionamentos e a movimentação excessiva dentro de um canteiro devem ser evitadas por meio de restrições de tempo e espaço. Alves e Formoso (2000) trazem a elaboração de diagramas de

fluxo e de processo após a observação dos períodos de execução definidos pela programação, o registro de imagens, os indicadores e o mapa de acompanhamento como formas de dar transparência ao processo de produção, permitindo considerar e solucionar as restrições. Estas ferramentas permitem coletar dados da produção e informar aos administradores da obra sobre o andamento dos processos. Tornando possível a gestão dos fluxos físicos com base em dados e fatos advindos da produção. Para tal é importante que se definam os prazos de coleta de dados,de modo compatível com o período de realização dos processos[7] a serem analisados. Alves e Formoso (2000).

No caso de ser constatada a possibilidade de interferência e congestionamento, deve-se buscar, sempre que possível, distribuir os processos ao longo do tempo, com base na programação da obra. Para que esta constatação seja possível, as áreas necessárias para o desenvolvimento de cada processo devem ser indicadas em planta e analisadas de forma que sejam devidamente consideradas Riley e Sanvido[8], (1995 apud Alves; Formoso, 2000). Com base no apresentado, é admissível dizer que a gestão dos fluxos físicos se dá nos diferentes níveis do processo de planejamento e controle da produção. Segundo Alves e Formoso (2000) a gestão dos fluxos físicos deve estar hierarquizada, de forma que possa lidar com decisões relacionadas a esses em diferentes níveis do processo de planejamento e controle da produção. No estudo do layout (fase de projeto) são observadas questões relacionadas aos elementos do canteiro: acesso à obra, posicionamento de equipamentos de transporte vertical, disposição de instalações sanitárias próximas aos locais de trabalho, entre outras questões.

No longo prazo devem ser estabelecidos, segundo Alves e Formoso (2000), os ritmos e sequência de execução dos processos, observando-se aspectos técnicos e financeiros; parcerias com fornecedores; seleção de equipamentos de transporte e localização de estoques. Em médio prazo são indicados os locais de desenvolvimento das tarefas, feita a distribuição de equipes, materiais e ferramentas necessárias à execução do serviço, pode-se utilizar copias de plantas baixas da obra em papel A4 para isto. Deve-se também conduzir uma análise de restrições dos processos e

[7] RILEY, D.R.; SANVIDO, V.E. Patterns of construction-space use in mutlistory buildings. **Journal of Construction Engineering and management**, v.121, n. 4, p. 464-473, dec. 1995.

[8] Processos com prazo de duração de meses podem ter dados coletados semanalmente, enquanto processos com duração de poucas semanas ou dias devem ter dados apropriados diariamente. Alves e Formoso (2000).

desencadear ações para remover essas restrições. Análise e controle contínuo da produção, identificando os problemas que impedem ou dificultam a realização das tarefas, de modo a corrigir os desvios, combater as perdas e melhorar o desempenho dos processos, ficam no planejamento a curto prazo.

Novos conceitos relativos à gestão da logística de canteiro são mencionados por Silva e Cardoso (2000), são eles os ‘estudos de preparação’ e o de projeto de canteiro.

O *Club Construction Et Qualité Provence-Alpes-Cote D'azur* define os estudos de preparação como um período de dedicação, à previsão antecipada dos principais problemas que podem vir a ocorrer durante a obra. Este conceito assemelha-se ao de planejamento operacional ou da obra; a diferença é que naquele, estabelece-se uma etapa no processo de produção, onde há diálogo entre os diversos agentes que irão atuar na construção da obra. Como resultados tem-se um conjunto de planos e documentos que sintetizam as decisões tomadas. Silva e Cardoso (2000).

A implantação destes estudos, pode evitar a tomada de decisões unilaterais pela equipe de produção no momento da execução dos serviços e também resolver os problemas de interface existentes. Ficariam responsáveis pela sua realização: principais subempreiteiros, fornecedores, engenheiros de planejamento, mestres-de-obras, e outros agentes julgados importantes. Os quais devem trabalhar sob a coordenação, preferencialmente, do engenheiro residente. Estes, além realizar os estudos de preparação, podem vir a construir um ‘polo logístico’ para acompanhamento e direção dos planos estabelecidos Silva e Cardoso (2000).

O principal entrave, segundo os autores Silva e Cardoso (2000), para a não realização destes estudos de preparação, seria a ausência de cultura para reservar um tempo mínimo, para a tomada de decisões coletivas, antes do início das obras.

Este caso se aplica, em especial, a obras públicas, onde o tempo de planejamento não é remunerado, e também nas obras que possuem prazos extremamente exíguos.

O autor ainda sugere a adoção de mecanismos contratuais, que permitissem a realização desses estudos de modo remunerado, para estimular sua realização.

2.3 LAYOUT DO CANTEIRO

A definição de layout, segundo Frankenfeld (1990) é a disposição racional dos diversos serviços de uma empresa, contemplando a disposição física de homens, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem. Ribeiro (2011) expõem os fatores que Schalk (1982) julga interferirem no trabalho e produção em qualquer setor, são eles: o ambiente físico e não-físico; o desenho do produto, que nesse caso é exclusivamente a obra; a matéria prima utilizada; o processo de sequência da atividade; as instalações e os equipamentos; os instrumentos e as ferramentas; a disposição da área de trabalho; as ações dos trabalhadores; e o ambiente físico geral. Em resumo, é possível apontar estes fatores, como tendo estreita relação com o layout do canteiro de obras e, consequentemente, com o ritmo da produção.

Para Saurin (2006), o processo de planejamento do canteiro, visa obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas, trabalhem com segurança e eficiência. Principalmente através da minimização das movimentações de materiais, componentes e mão de obra. Saurin (2006) ainda traz a divisão dos múltiplos objetivos que um planejamento de canteiro deve atingir em duas categorias, criadas por Tommelein (1992). Uma com vistas a promover operações eficientes e seguras,para manter alta a motivação dos empregados, além de fornecer boas condições ambientais de trabalho (conforto, limpeza e segurança), denominada objetivos de alto nível; a outra, denominada objetivos de baixo nível, minimizar distâncias de transporte, tempo de movimentação de pessoas e materiais, bem como manuseio destes e evitar obstruções ao movimento de insumos e equipamentos.

Illingworth (1993) descreve três tipos de canteiro de obras: o restrito, em que a construção ocupa toda, ou quase toda a área do terreno, tornando o acesso restrito; o amplo, onde há disponibilidade de acesso para veículos e de espaço para as áreas de armazenamento e acomodação de pessoal, visto que a construção ocupa uma parcela pequena do terreno; o terceiro, cita-se o longo e estreito, que apresenta restrições em algumas de suas dimensões, com possibilidade de acesso em poucos pontos do canteiro.

Saurin (1997) aplica as quatro questões levantadas por Krajewski e Ritzman (1993) sobre o arranjo físico ao planejamento de layout de canteiro de obras. Em primeiro está a seleção das instalações provisórias e áreas de armazenamento que o canteiro deve possuir. A segunda refere-

se ao dimensionamento destas áreas; a terceira é a forma e os respectivos arranjos físicos internos e a quarta é a localização de cada área, que se subdivide em localização absoluta e relativa. Esta é geralmente definida através de relações de interdependência entre as diversas áreas a locar.

Muther (1978) apresenta alguns dos tipos mais comuns de layout decorrentes da variedade de modos de produção. No âmbito da construção civil, adota-se o conceito de layout posicional ou fixo ou por *Projects*. Nele o produto é fixo e os recursos – matéria-prima, operadores e máquinas – vão ao seu encontro. Krajewski e Ritzman (1993), Schroeder (1993) e Voss (1992) concordam com a inserção da construção civil neste tipo de layout. Para Schroeder (1993) um *Project* é uma atividade que só ocorre uma vez e que origina um produto único, grande e difícil de mover. Tendo em comum com a construção de edificações, a dificuldade em estabelecer um modelo definido dos fluxos devido ao intenso manuseio de materiais; e o fato de o layout ser ditado pelas considerações tecnológicas e de programação.

A determinação do layout de um empreendimento de construção, depende diretamente da precedência tecnológica, pois os materiais são armazenados conforme a sua data de chegada à obra e o armazenamento depende da disponibilidade de espaço. Desse modo, definindo a duração das atividades, a programação define uma base para o layout das instalações da construção.

Para Saurin (1997), o capital investido, o manuseio de materiais, flexibilidade para aderir a possíveis mudanças de arranjo físico, gerenciamento visual através da transparência dos processos, análise de linhas de fluxo, para que não haja excesso de cruzamentos que possam aumentar o tempo de transporte, são critérios a serem considerados na determinação do layout. Cada qual com seu grau de importância, variando com as particularidades de cada caso. Deste modo, pode-se afirmar que o layout influi nos fluxos físicos da obra e consequentemente, no processo logístico do canteiro.

Oliveira (2001) destaca três tipos de projeto que influenciam diretamente na gestão do canteiro e devem ser considerados na definição do seu layout. São eles: o do produto, o de produção e o de canteiro. Melhado (1994) traz o projeto como uma atividade ou serviço responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, estando integrado com o processo de produção e devendo ser considerado na fase de execução. O de produção, tem como objetivo facilitar a interpretação da execução para a equipe de produção. Pois, segundo Nascimento e Formoso (1998), de nada adianta

o projeto possuir boas técnicas construtivas, se elas não forem comunicadas de forma inteligível a equipe de execução. Melhado (1994), o projeto de produção deve ser elaborado de modo simultâneo ao detalhamento do projeto executivo, devendo conter a disposição e sequência das atividades e frentes de serviço da obra, uso de equipamentos, arranjo e evolução do canteiro, etc. Ferreira (1998) diz que este projeto deve conciliar o planejamento estratégico do empreendimento, tático e operacional da produção, além do detalhamento deste último[9]. Concluídos o projeto do produto e de produção, faz-se possível a elaboração do projeto de canteiro. O desempenho deste, está diretamente relacionado à precisão das informações contidas nos projetos que o antecedem. Oliveira (2001).

Saurin (1997) apresenta o ponto de vista referendado por um estudo do *CII Construction Industry Institue* (1986), que afirma que os interesses da etapa de execução não são considerados no layout da edificação e que, o layout das instalações do canteiro, raramente é planejado junto com o da edificação. O correto seria o layout da edificação refletir os interesses de execução e ser coordenado com o das instalações do canteiro. O autor esclarece que a ideia não é priorizar de forma absoluta, o projeto de layout do canteiro sobre os demais projetos, e sim considerar suas necessidades na elaboração dos demais projetos.

2.4 PROJETO DO CANTEIRO

Segundo Ferreira (1998) o projeto de canteiro é responsável pela definição, para cada fase do planejamento, do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, além das vias de circulação necessárias ao desenvolvimento das atividades. Tudo de forma integrada e evolutiva, afim de oferecer condições de segurança, saúde, motivação aos trabalhadores e execução racionalizada dos serviços. Sua realização afeta o tempo de deslocamento dos trabalhadores, o custo de movimentação dos materiais e influenciando, portanto, na execução das atividades, na produtividade global da obra e dos serviços, interferindo na logistica do canteiro. May (2002).

Tommelein (1992) afirma que promover a realização de operações seguras e manter a boa moral dos trabalhadores, além de minimizar distâncias e tempo para movimentação de pessoal e material, reduz o tempo de movimentação de material, aumenta o tempo produtivo e evita a

[9] Para fins desta pesquisa, projeto de produto e de produção serão apenas mencionados para contextualização do leitor. O foco incidirá sobre o projeto de canteiro.

obstrução da movimentação de materiais e dos equipamentos, que são os principais objetivos do projeto do canteiro. Podendo vir a proporcionar significativas melhorias na produção. Isto porque afeta o tempo de deslocamento dos trabalhadores o custo de movimentação dos materiais e interfere na execução das atividades, também na produtividade global da obra e dos serviços. Sendo considerado um dos principais instrumentos para o planejamento e organização da logística de canteiro. Silva; Cardoso (2000).

Instrui-se em etapas (programa de necessidades, estudo preliminar anteprojeto, projeto final), como um projeto arquitetônico ou de engenharia, à medida que as informações vão se processando. Sempre considerando as diferentes fases de evolução da obra (plano de ataque e fases do canteiro), em função das condicionantes do terreno, frentes de trabalho, etc. Ferreira (1998). Cabe ressaltar que o planejamento inicial da obra deve estar concluído, para que se possa desenvolver o projeto do canteiro.

Souza (2000) cita o cronograma da obra, o tempo disponível para sua execução, os sistemas e métodos construtivos, equipamentos disponíveis, demanda e disponibilidade de espaços, como sendo condicionantes para a elaboração do espaço físico. Silva e Cardoso (2000) trazem o planejamento de espaços físicos como o responsável por definir a sequência das atividades e procurar resolver conflitos, modificando se necessário, métodos construtivos, sequências de atividades, localização de áreas de estoque, datas de entregas, etc. Indo, portanto, além da simples identificação dos espaços necessarios e da ‘geração’ de plantas de arranjo fisico.

Ferreira (1998) propôs uma metodologia para realização do projeto do canteiro dividida em quatro grandes fases: programa de necessidades (PN); estudo preliminar (EP); ante-projeto das fases do canteiro (AP); projeto executivo (PE).

Para Cardoso (1998)não tem dúvida que a disponibilização das informações constituintes do projeto do canteiro, é fundamental à boa gestão de uma obra. A eficiência da administração de uma obra, está diretamente relacionada com o quanto se sabe sobre as técnicas, métodos e processos construtivos utilizados.

Vieira (2006) traz algumas diretrizes básicas que visam dar forma ao encaminhamento do projeto do canteiro: definir as tecnologias construtivas, os recursos físicos necessários, as demandas por espaço dentro do canteiro, o plano estratégico de ataque da obra e, por último, o layout. A

definiçao dos recursos físicos e humanos ; das demandas por espaço, têm por base as tecnologias a serem empregadas e os prazos de excução das diversas etapas. O plano estratégico de ataque, envolve o prazo da obra e a sequência construtiva, sendo que o desenvolvimento do layout vem após o processamento das informações anteriores obtidas. O autor ressalta que não há uma solução empacotada, pronta para o layout mas que a experiência e a criatividade dos planejadores são fundamentais para o processo.

Fatores como a acessibilidade e distância para transporte de materiais; interferência entre os fluxos de materiais e pessoas; custo de instalação; segurança no trabalho; flexibilidade e qualidade na estocagem, sempre devem ser avaliadas na concepção do projeto do canteiro. Tais considerações devem ser feitas visando a minimização dos desperdícios de materiais e do tempo improdutivo, assim como improvisações de mão de obra e equipamentos. (Vieira, 2006).

Sobre a importância dos fluxos físicos na elaboração do projeto do canteiro, com base no ponto de vista de Vieira (2006), cabe apresentar alguns princípios estabelecidos por May (2002), para escolha das melhores alternativas de transporte dentro do canteiro:

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 econômicas as condições operacionais;
f) o armazenamento, se possível, deve utilizar o espaço cúbico;
g) evitar o cruzamento dos fluxos de transporte;
h) prever os caminhos de ida e de volta;
i) planejar o uso de cargas de retorno;
j) diminuir distâncias entre postos de trabalho;
k) entregar materiais diretamente no local de trabalho;
l) transportar a máxima quantidade de peso de cada vez, atendendo às restrições e caráter ergonômico;
m) transportar preferencialmente em container, em vez de a granel;
n) colocar cargas primeiro em plataformas, depois transportá-las;

o) não empilhar diretamente sobre o chão, deixando o espaço para facilitar o erguimento e a ventilação;
p) prever as áreas de recepção, de preferência com plataforma;
q) garantir amplo espaço de circulação em torno da área de estoque;
r) proteger partes da obra ao longo do caminho de circulação;
s) manter a obra limpa e plana;
t) proteger e dar segurança ao material transportado;
u) reduzir o máximo possível o transporte por esforço humano;
v) usar equipamentos adaptáveis ao transporte de vários tipos de materiais.

Uma sequência de análises prévias para a organização e definição do layout do ambiente construtivo são citadas por Vieira (2006) como análise do projeto arquitetônico, plantas de situação e localização, visita ao terreno, seleção das instalações provisórias que melhor se ajustem ao projeto, elaboração de fluxograma dos processos, estimativa do pico máximo de operários na obra e da área ocupada por equipamentos estacionários, proximidade e compatibilidade dos elementos do canteiro, análise do quantitativo de todos os materiais previstos no orçamento, previsão das dimensões dos veículos que irão circular no canterio e estudo das formas de descarga de materiais na obra.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Aplicada e exploratória, pois tem sua origem em um estudo analítico, por meio de observação em campo, subordinado à pesquisa bibliográfica.

Os procedimentos caracterizam um estudo de caso. Na etapa final, no entanto, foram propostas melhorias ao sistema de gestão daquele canteiro em estudo, com o intuito de provocar alterações que beneficiem o grupo, características das etapas iniciais de uma pesquisa-ação. Esta modalidade de pesquisa envolve a inserção do pesquisador no meio pesquisado, participação da população, diagnóstico do problema, planejamento e implementação da ação, e avaliação dos resultados.

A presente pesquisa envolveu observação do processo produtivo, reflexão e análise criteriosa dos fatos. Baseado na realidade do canteiro e nas bibliografias consultadas, os objetivos foram focados na identificação das falhas e possíveis aspectos a serem melhorados, para o aperfeiçoamento do processo produtivo. A abordagem dos fatos se deu de modo qualitativo.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

a) Pesquisa bibliográfica para definir os aspectos teóricos do tema e sua aplicação na construção civil;
b) Pesquisa ação, direta em relação às atividades formais e informais no local da construção;
c) Pesquisa participante, entrevistas informais, registro de fatos e interpretação de forma simultânea na coleta de dados, sobre a logística e layout do canteiro de obras.

3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Primeiro foi realizada uma pesquisa bibliográfica (proveniente de estudos já realizados) a fim de definir os aspectos teóricos do tema e sua aplicação na construção civil.

Depois procedeu-se a seleção do canteiro de obras no município de Três Passos/RS. Para dar maior veracidade à pesquisa, optou-se por buscar uma obra cuja empresa responsável tenha certificação de qualidade. Após autorizado a realizar a pesquisa, foi feita a caracterização da mesma e do canteiro; a seguir deu-se início a observação das atividades no ambiente construtivo, com

enfoque nos aspectos da logística (fluxos físicos e de informações) e layout. Pesquisa direta, variando entre as atividades formais e informais e o pesquisador fez uso de variados questionamentos, para obter os dados reais necessários ao êxito do trabalho.

Para bem compreender o processo, o registro e a interpretação dos fatos pesquisados, se deram simultaneamente ao período de coleta de dados.

O processo de interpretação buscou identificar os pontos positivos e negativos da logística e layout do canteiro e, com auxílio dos estudos já realizados, confrontar a realidade da situação investigada, com a proposta de logística e layout definida pelos autores pesquisados. Em um último momento foi redigido o relatório de pesquisa, baseado na análise do funcionamento do canteiro de obras, fruto do confronto entre as proposições teóricas feitas na revisão da literatura e a realidade observada no caso em estudo. Além disso, foram sugeridas medidas aplicáveis para solucionar as debilidades de logística e de layout observadas naquele ambiente construtivo.

3.3 ESTUDO DE CASO

Para fins de estudo e chegar ao objetivo da presente pesquisa, adotou-se o ambiente construtivo da obra denominada ‘Residencial Solar dos Ipês’. Situado na Rua Crissiumal, nº 24, área central do município de Três Passos.

O empreendimento está assentado no lote urbano nº 6 da quadra nº 150, com 21.6385 m² de área total. São 2 blocos de 11 pavimentos- tipo, com 4 apartamentos cada e um elevador; o térreo com pé direito 2,65m, dispõe de área do salão de festas, academia, residência do zelador e acesso aos pavimentos da edificação. Possuindo edifício garagem com 24 boxes e estacionamento, sendo a área de construção global de 6.275,387m^2 (figura 2, pág.39).

A escolha do canteiro de obras do ‘Residencial Solar dos Ipês’, baseou-se nas suas dimensões construtivas, quantidade de frentes de serviço e bom ambiente de trabalho. Era o empreendimento vertical de maior expressão executado no momento em Três Passos. Também o fato deste pesquisador na condição de acadêmico de engenharia, ter feito estágio naquele canteiro e, como cliente, adquirido um dos apartamentos da edificação. A empresa está sediada em Frederico Westphalen/RS e iniciou suas atividades em 03 de março de 1960 naquele município, quando o filho comprou a empresa de seu pai.

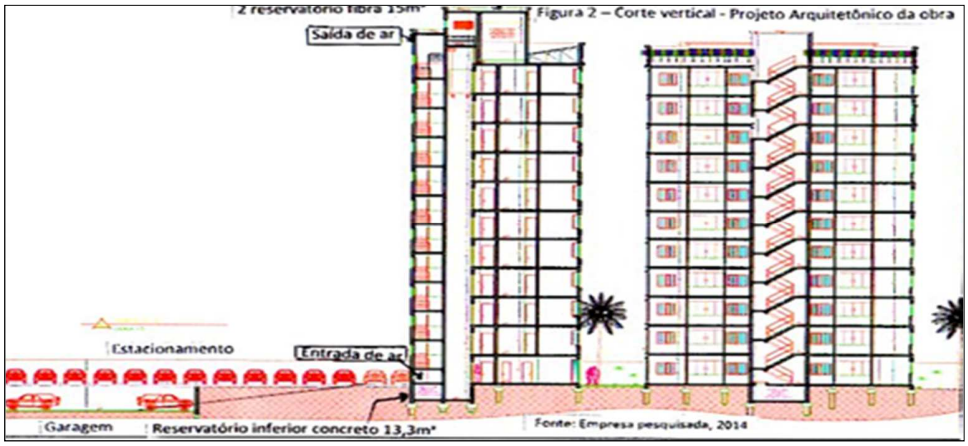
Solidificada no mercado, a empresa atua em todo território nacional, tanto em obras públicas (Prédio da Delegacia da Receita Federal de Santa Cruz do Sul; Prédio do Foro da Comarca Judiciária de Frederico Westphalen), como no setor privado.

Influido pelos projetos arquitetônico e estrutural do empreendimento, ora construído em área nobre da cidade de Três Passos; comprometimento com as normas regulamentares, qualidade do produto e assiduidade, informações obtidas no setor de obras da Prefeitura Municipal, decidiu-se pesquisar neste ambiente construtivo (Figuras 2 e 3).

Figura 2: Projeto arquitetônico do Residencial Solar dos Ipês

Fonte: Empresa pesquisada (2014). Seta vermelha- bloco 1.

Figura 3: Corte no projeto arquitetônico do empreendimento.



Fonte: Empresa pesquisada (2014).

A instalação do canteiro de obras adequou-se à execução das atividades, estocagem e armazenagem de materiais e também de insumos necessários ao tamanho do empreendimento.

A construtora alugou o imóvel que servia de residência ao antigo proprietário daquela área (transformada em loteamento), locada sobre o terreno divisório, como apoio às operações da construção do Residencial Solar dos Ipês (Figura 4).

Figura 4: Área de vivência dos trabalhadores na obra.

Fonte: Próprio autor (2014).

Mas nem sempre tudo transcorreu como o planejado nesse canteiro de obras. Embora a empresa seja sólida no mercado e reconhecida por cumprir o planejamento, imprevistos ocorreram e afetaram o orçamento, os prazos e os clientes. Estes, apresentaram-se quando o percentual construtivo da obra já estava adiantado, requerendo alterações importantes no processo construtivo.

Aconteceu uma extemporânea mudança de planos e exigência de modificações por parte dos clientes, que demandaram readaptações no projeto, aliadas a fatores como, interrupções no transporte de materiais devido à ‘greve dos caminhoneiros’ até o local da obra. A construtora, involuntariamente, foi ao encontro da corrente ideológica que afirma ser praxe na construção civil, não entregar o produto na data aprazada.

A construção em Três Passos, conforme previsto no projeto apresentado, iniciou dia vinte e quatro de julho de 2013 e a obra seria entregue pronta, em trinta e seis meses.

Para o bloco l (seta vermelha indicada na Figura 2, pag. 39), a entrega fora programada para 24 meses; dia 24 de julho de 2015.

O processo de análise da gestão de pessoas e materiais no ambiente construtivo do ‘Residencial Solar dos Ipês’, teve início no dia três de agosto, estendendo-se até o dia nove de outubro de 2015, totalizando quarenta e sete horas.

Entretanto, tal acompanhamento existe desde o estágio realizado como acadêmico de engenharia, de 20 de fevereiro a 24 de julho de 2014. No momento da pesquisa, o canteiro de obras estava em fase de acabamento, pavimentação interna e arremates. Passou, porém, a trabalhar nos ajustes internos e externos do empreendimento para atender, conforme já mencionado, exigências feitas pelos clientes. Tais condôminos em reunião no dia 18 de junho de 2015, às 19h, na sede da CACIS em Três Passos, deliberaram sobre alterações de projeto que deveriam ser providenciadas, em relação ao bloco um.

4 RESULTADOS

Nesta divisão serão apresentados os resultados do trabalho de pesquisa realizado e o acompanhamento direto na obra do Residencial Solar dos Ipês. Foram quarenta e sete horas, compreendidas entre os dias três de agosto e nove de outubro de 2015.

No decorrer deste tempo o objeto de estudo foram englobou vários aspectos, incluindo observações anteriores durante o estágio, para o alcance de uma análise individual, dentro de sua conexão com o tema. Assim se procedeu um trabalho facilitado pela interação entre pesquisador, engenheiro, mestre de obras, chefes de equipe e demais trabalhadores.

4.1 GESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS

Executar grandes obras, demanda o aporte de muitos recursos; fornecedores de materiais; movimentação de equipamentos em diferentes etapas da obra; além de diversos fatores, decorrentes das atividades desenvolvidas no interior do canteiro. A empresa pesquisada esteve atenta com a definição e organização do ambiente construtivo, (Ver Anexo A - PROJETO SITUAÇÃO/ LOCALIZAÇÃO, p. 69).

A construtora providenciou junto ao Paço Municipal, as formalidades legais necessárias à construção do Residencial Solar dos Ipês. A partir de então houve o planejamento inicial, com a finalidade de obter a melhor utilização do espaço físico disponível e as condições favoráveis ao trabalho seguro e eficiente.

O projeto apresentado expressou a experiência da empresa, na estratégia para a instalação do canteiro de obras. Para o conceito de gestão estar em prática na sua plenitude, no entanto, é necessário ir além do planejamento. É preciso fazer o acompanhamento e controlar atentamente as atividades que são desenvolvidas no ambiente de trabalho, para evitar desperdícios e gastos desnecessários, o que foi constante preocupação da construtora.

Organizar, conduzir e controlar, são três fatores essenciais para que a gestão do canteiro de obras seja eficiente. Minimizar gastos foi pensado pelos projetistas na instalação do canteiro:

pensando assim, foi estabelecido que a residência do antigo proprietário, junto ao terreno que faz divisa com a área de projeto, seria alugada e transformada em área de vivência e operacional.

Assim sendo foi disponibilizado o espaço reservado para escritório, almoxarifado, refeitório, alojamento, e instalações sanitárias; todos mantidos em estado de conservação, higiene e limpeza, consoante, as diretrizes do item 18.4 da NR- 18, espaço operacional para o canteiro de obras (figura 5). O início da obra, com os passos a serem seguidos devidamente detalhados e ordenamentos em relação ao terreno estava bem encaminhada (Ver Anexo B - PROJETO DO LAYOUT EM TERENO LINDEIRO, p.70).

Tudo pronto e dentro do que havia sido previsto para o início da construção. O empreendimento planejado, com data de início e conclusão dos trabalhos, estava saindo do papel para a realidade.

Figura 5: Área operacional

Fonte: Próprio autor (2015).

A disposição de bancadas, mesas de corte, estoque, central de carpintaria (figura 6, pag. 44) e depósito de materiais foram planejados, também visando um ambiente de trabalho seguro e produtivo. As áreas para armazenar o aço e outros materiais; assim como as frentes de serviço se fizeram eficazes nesta fase da construção (Figura 7, p. 45).

No decorrer do tempo de estudo foi possível perceber a sintonia de comando entre o engenheiro responsável técnico e o mestre de obras na condução, controle e desenvolvimento das atividades. Antes do toque sonoro indicando o início do expediente, todos os trinta e dois trabalhadores eram orientados sobre as atividades do dia e uso dos equipamentos de segurança. Após informar ao mestre quaisquer problemas de ordem pessoal, se houvesse; ou nos equipamentos, assinavam o ponto, reuniam-se em equipes com seus respectivos chefes e davam início ás suas tarefas (Figura 8, p. 45).

O engenheiro responsável técnico, normalmente nos intervalos das atividades, fiscalizava e conferia detalhadamente a posição do aço nas formas das lajes e as conexões com a rede elétrica, níveis de emboço, etc. (Figura 9, p. 47). Com isso ele tinha uma visão mais ampla da situação do canteiro, uma gestão do todo da obra, detectando falhas e ordenando retrabalhos. Pela quantidade de materiais, operários, equipamentos e diferentes serviços sendo executados no empreendimento, o planejamento a curto e médio prazo, exigia bastante experiência dos responsáveis pela gestão da produção de pessoas e materiais no ambiente construtivo.

Figura 6: Central de carpintaria

Fonte: Próprio autor (2014).

Figura 7: Estoque do aço e outros materiais

Fonte: Próprio autor (2015).

Pelo exposto acima, constatou-se os motivos pelos quais a empresa é rigorosa, quanto aos critérios de admissão, em todos os níveis.

Figura 8: Início de expediente no ambiente construtivo

Fonte: Próprio autor (2014).

4.2 LOGÍSTICA NO CANTEIRO DE OBRAS

O engenheiro responsável técnico pela construção do empreendimento, preocupado em cumprir as metas e manter o ritmo da produção dentro do esperado, tratou da gestão dos fluxos físicos e de informações de forma individual.

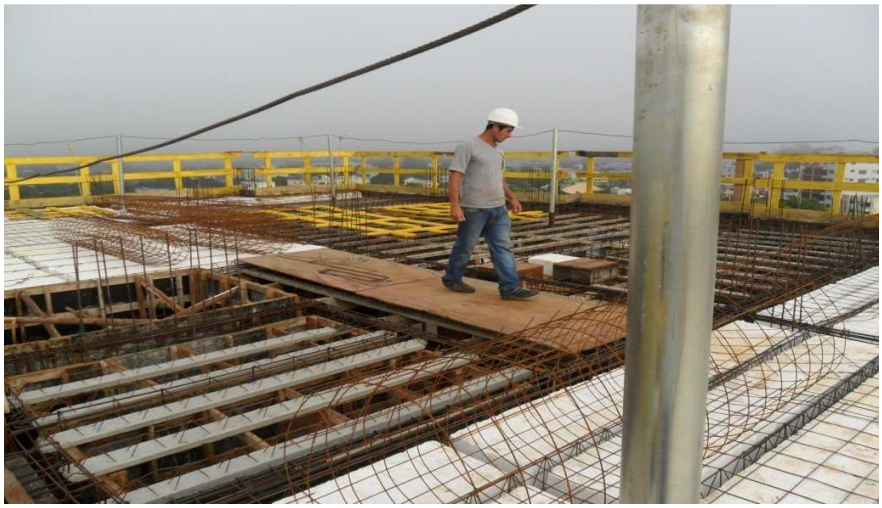
Considera-se que o conceito de logística foi posto em prática no canteiro do Residencial Solar dos Ipês. O cronograma físico da obra, estipulando as datas “marco” para conclusão de etapas e plano efetivo de execução das atividades, estavam afixadas em local visível, para que todos os envolvidos no processo produtivo tivessem conhecimento.

Assim sendo, os desvios e falhas que porventura ameaçaram acontecer, foram percebidos em tempo hábil e corrigidos sem perdas maiores.

A disponibilidade de um planejamento a curto prazo em local visível na obra, como constatamos, permitia a identificação e imediata correção das irregularidades. É nesse momento que se fazia oportuna a presença do responsável técnico, como gestor da produção de pessoas e materiais no local da construção. O fluxo de produção não deveria sofrer atrasos, pois implicaria em uma série de outros transtornos ao andamento da obra.

O mestre de obras tem larga experiência profissional na atividade. Assim percebia de imediato, quando alguma frente de serviço não estava rendendo o esperado para execução da tarefa. O planejamento, no entanto, tornava possível acompanhar o desempenho e a produção, através de aferições do que fora planejado, com o efetivamente realizado. Eventuais falhas no processo, eram solucionadas nesse nível, sem prejuízos aos procedimentos e a normalidade dos serviços (Figura 9.pag .47).

Figura 9: Inspeção do aço para a concretagem



Fonte: Próprio autor (2014).

4.2.1 Fluxo de informações

O número elevado de informações coletadas durante o processo construtivo de uma obra de grande porte, como a que estamos estudando, requer inúmeros projetos para a execução. Cada projeto está sujeito, no entanto, a ser interpretado com base na experiência do profissional que o executa na obra. Ele surge, como consequência de diferentes entendimentos para um mesmo projeto, gerando conflitos. Foi possível observar momentos em que a produção foi prejudicada por desencontros de informações.

Exemplo prático ocorreu na concretagem da laje do pavimento número nove, quando um funcionário avisou aos colegas, suspeitar que a tubulação fixa de bombeamento do concreto partindo do térreo, estava com problemas. Informou que ao bater com uma barra de aço nos tubos condutores de argamassa, o ruído era típico de entupimento.

No entanto, considerando o tempo de pega do concreto; que o *Slump Test* fora satisfatório; que a bomba e o caminhão betoneira de 8m^3 estavam prontos para lançar a argamassa, a equipe posicionada no alto do pavimento aguardando o bombeamento, não foi repassada ao mestre a observação do funcionário ou a possibilidade de conferir tal suspeita. E foi dado ordem para o início da operação. Houve pane geral no motor da bomba de concreto, uma fumaça espessa encobriu o local e a atividade foi suspensa. Então os condutores foram sendo desmontados, um por

vez, até ser encontrada uma curva no pavimento oito, onde havia concreto endurecido, impedindo a passagem do material (Figura 10).

No canteiro de obras os projetos estavam disponíveis a todos os operários em uma mesa reservada para tal no almoxarifado e em cada pavimento. Em cada zona de serviço havia uma planta específica para nortear as atividades da equipe. Junto a elas estavam lápis, régua e calculadora disponíveis aos operários.

Figura 10: Conflito de informações

Fonte: Próprio autor (2014).

Todas as características e etapas de execução do ambiente construtivo, podiam ser identificadas no início da construção e todos os envolvidos tinham acesso ao projeto a ser executado. Fizeram-se necessárias algumas alterações no desenvolvimento dos trabalhos, com a devida explanação delas, realizadas por parte do engenheiro aos operários, diminuindo assim as dúvidas de como proceder na execução.

Os operários em relação ao engenheiro, técnico responsável pelo canteiro de obras, são mais reservados; o que não acontece em referência ao mestre, com quem o convívio é maior. Em consequência, houve um número significativo de pausas para buscar informações e esclarecimentos junto deste, ou para discutir disposições construtivas. Essas pausas poderiam ser evitadas, se houvesse melhorias no fluxo de informações entre as partes envolvidas; desde a elaboração do projeto até a sua execução.

Informações desencontradas também resultaram em retrabalhos, como no caso de algumas formas de pilares confeccionadas para o projeto original, que precisaram ser refeitas e adaptadas ao novo projeto. Na hora de montá-las a falha foi percebida, ficando a equipe parada até o setor de carpintaria resolver o entrave (Figura11).

Figura 11: Retrabalho

Fonte: Próprio autor (2014).

Entrevistando os chefes de equipes der serviços, constatou-se que algumas reclamações estavam relacionadas à ausência de informações específicas em planta, dificultando a montagem das formas e sua disposição.

Medidas alternativas, baseadas na experiência, demandavam demasiado tempo dos operários, envolvendo-os em retrabalhos para adequar as medidas e conciliar as etapas finalizadas, com o projeto original modificado.

O local reservado para armazenamento de formas e armaduras, foi organizado a partir da colocação de etiquetas de identificação da parte da estrutura correspondente, como no caso de formas de vigas e pilares, ganchos e estribos, características do produto, diâmetro dos vergalhões e tipo de aço (Figuras 12 e 13, p. 50), facilitando a produção.

O mestre de obras recebia as orientações diretamente do engenheiro, responsável técnico pela construção do empreendimento. Estas eram repassadas por ele aos chefes de equipes.

O engenheiro chefe do canteiro estudado, também comandava obras em outros municípios da região e com isso, a frequência para interagir com os operários, era de certa forma prejudicada. Porém ocorriam reuniões, onde todos tinham oportunidade de expor opiniões sobre melhorias nos serviços, para que o planejamento se fizesse cumprir.

Figura 12: Identificação do aço para armadura de viga

Fonte: Próprio autor (2014).

O funcionário responsável pelo almoxarifado do canteiro de obras, às sextas-feiras providenciava o registro da reposição de materiais e insumos. Ele elaborava a relação de compras para a próxima semana e a submetia a apreciação do mestre. Este informava o engenheiro responsável pela construção do empreendimento, para que analisasse e deferisse ou não a compra.

Figura 13: Etiqueta de identificação do aço

Fonte: Próprio autor (2014).

Segunda-feira dava-se continuidade ás atividades no canteiro de obras. Os trabalhadores chegavam sempre mais cedo ao local de trabalho, tanto no turno da manhã, quanto da tarde.

Normalmente em reunião informal, conversavam sobre os serviços em execução, fazendo estimativas de conclusão, com vistas às etapas futuras do empreendimento (Figura 14).

Figura 14: Reunião informal antes do expediente

Fonte: Próprio autor (2014).

A verificação geral do andamento dos serviços era feita pelo responsável técnico da obra; sozinho ou acompanhado pelo mestre. Orientado pelo engenheiro, o mestre de obras redefinia as frentes de serviço e encaminhava-as à execução das etapas. Naquele momento combinavam como dar sequência a produção e sobre os estoques de insumos e equipamentos. Ouvindo comentários entre os operários, era possível perceber que a intenção deles, era adiantar e concluir as tarefas e os serviços que fossem possíveis, sem atraso, porque a cada cumprimento de metas, seguia-se churrasco de confraternização.

Em outro momento, também no processo de concretagem de pilares, o serviço não pode ser executado conforme o plano por falta de insumos. O fato de ter sido desencadeada uma greve a nível nacional, por parte das empresas de transporte de cargas, greve dos caminhoneiros, contribuiu de forma considerável para que o planejamento da obra sofresse prejuízos.

A relação amistosa sem prejuízo da técnica e profissionalismo entre o engenheiro, mestre de obras e demais funcionários, era motivo de satisfação de todos. Outro dado satisfatório, era a

visita no ambiente de trabalho, vindo da sede da empresa em Frederico Westphalen, a cada quinze dias, de uma equipe de segurança do trabalho e membros da CIPA. Seus componentes passavam orientações aos operários, além de inspecionar as instalações, condições físicas e o desenvolvimento das atividades.

A empresa permitia a visita de clientes em dias e horários agendados previamente, desde que os visitantes se dispusessem a fazer uso dos equipamentos de proteção individual, a serem acompanhados por um funcionário da obra e nos intervalos das atividades. À medida que o empreendimento foi tomando forma, os clientes passaram a fazer exigências, as quais resultaram em ajustes no projeto, promovendo atrasos e novos cálculos orçamentários.

O que mais acresceu custos foi em relação ao edifício garagem. Os clientes que adquiriram apartamentos com três quartos, tinham boxes de garagem individuais e cobertos (Figura 15, pag. 53); enquanto que, para quem optou por unidades com dois quartos, apenas área de estacionamento sem cobertura (Figura 16, pag.54). Esses contratempos, apresentaram-se como resultantes da comercialização daqueles apartamentos na planta, porque houveram clientes contrariados ou confusos, em relação ás suas expectativas.

Tais condôminos reuniram-se em assembleia e decidiram, entre outros itens, que o espaço para seus veículos deveria receber cobertura.

A empresa construtora comprometeu-se a atender a demanda dos clientes e tomou as providencias necessárias para concretização do pleito.

Essa alteração de projeto trouxe como consequência, a necessidade de acrescer mais tempo e dinheiro para concluir o empreendimento.

Figura 15: Boxes do edifício garagem

Fonte: Próprio autor (20154)

A empresa alterou o projeto original de estacionamento e providenciou uma estrutura metálica de cobrimento (Figuras 16 e 17, p.54) obtendo êxito, passando a ser destaque visual, conforme o ângulo e o pavimento de observação, em relação à vista da cidade de Três Passos.

Alguns problemas ocasionados pela falta de informações no setor produtivo do empreendimento, não requeriam necessariamente solução do engenheiro da obra e foram corrigidas ou melhoradas no processo, baseados na experiência do quadro funcional.

O convívio entre engenheiro, mestre e operários, durante o expediente deve ser técnico profissional. O mestre de obras faz as intermediações entre os subordinados e direção da empresa. O ideal é um clima amistoso entre os escalões de comando e demais trabalhadores, desde que não haja interferência no andamento das atividades e a gestão da produção. Havia ambiente cordial e responsável naquele canteiro de obras.

Embora alguns desencontros no sistema de informações, a obra em estudo manteve um bom ritmo produtivo. Conforme ia ocorrendo a conclusão das etapas naquele canteiro os funcionários recebiam a oportunidade de trabalhar em outros municípios, na mesma empresa.

Os critérios para admissão são rigorosos e por isso eles não são dispensados, se desejarem permanecer trabalhando na construtora. Os trabalhadores que não desejam transferência para outras frentes de trabalho são dispensados, porém com garantia de contrato em nova etapa do canteiro de obras.

Figura 15: Área de estacionamento original de projeto

Fonte: Próprio autor (2015).

Figura 16: Estrutura da cobertura do estacionamento

Fonte: Próprio autor (2015).

4.2.2 Fluxos físicos

Por ser o canteiro de obras do Residencial Solar dos Ipês situado próximo da Avenida Júlio de Castilhos, logradouro de maior trânsito da cidade, os trabalhos no canteiro de obras atraiam a curiosidade e atenção das pessoas (Figura 18). Principalmente as do interior do município que, pelo movimento de máquinas, equipamentos e operários dando forma ao novo prédio, olhavam admiradas e surpresas o ambiente na obra (Figuras 19, pag.56).

O deslocamento no ambiente construtivo de pessoas e materiais, desenvolvia-se sempre com agilidade. Entre outras razões, pela atuação eficiente da equipe responsável pela coleta de rejeitos, não permitindo a acumulação de materiais indesejados que viessem a servir de obstáculo na livre circulação dos insumos.

Também contribuía nesse sentido, equipamentos modernos para içar os materiais e evitar desperdícios, além de diminuir riscos de acidente, a que estão sujeitos os trabalhadores da construção civil.

Assim sendo, o fluxo dinâmico e a produção no canteiro de obras em estudo foi realizado com extrema habilidade, assim como a interação entre as equipes de trabalho.

Figura 17: Guincho de coluna içando material

Fonte: Próprio autor (2014).

Figura 18: Visual da obra em relação à avenida principal

Fonte: Próprio autor (2014).

Durante o período da pesquisa, incluindo-se as observações coletadas por ocasião do estágio supervisionado, no canteiro de obras da empresa, verificou-se a constante preocupação dos administradores, em manter arejado e limpo o ambiente de trabalho. A equipe responsável pela coleta e seleção do material de reuso, parte para o bota-fora, pregos e restos de madeira, plásticos, aço, etc. atuava intensamente (Figura 20).

Os rejeitos eram colocados em recipientes apropriados e o entulho era acondicionado em cofres de carga para restos de construção, ou containers que posteriormente, eram levados dali por serviço terceirizado (Figura 21, pag.57). Tal procedimento tornava otimizado o fluxo de materiais e pessoas no ambiente construtivo.

Figura 19: Equipe de seleção de rejeitos da obra

Fonte: Próprio autor (2014).

Figura 20: Cofres de carga para material rejeitado

Fonte: Próprio autor (2014).

Cada trabalhador dispunha de equipamentos individuais para produzir, conforme a sua função dentro da equipe: cinto de ferramentas preso à cintura, nível, martelo, saco de pregos, marreta, trena, lápis, calculadora, estilete, torquês e rolo de arame. Material que podia variar, de acordo com a atividade do dia na obra.

Uma caixa de ferramentas estava disponível para cada frente de serviço, contendo entre brocas para furadeira, machadinha e serrote, entre outros itens (Figura 22).

Figura 21: Uso dos equipamentos de proteção individual

Fonte: Próprio autor (2014).

Havia interação profissional entre componentes da mesma equipe e o andamento geral do serviço durante a jornada de expediente. O processo produtivo assim, caracterizava-se pela boa gestão do fluxo físico no canteiro de obras.

Alguns trabalhadores, no entanto, obstinavam-se ao uso regular dos equipamentos de proteção individual, embora sabendo dos riscos inerentes à profissão. Na ausência do chefe de equipe, por vezes relaxavam no deslocamento de materiais, fazendo-o por caminhos não previstos; ou retirando os acessórios de prevenção a acidentes de trabalho.

Entrevistando-os quanto àquela prática, argumentaram assim proceder, porque sentiam-se inconfortáveis e que sem eles, o serviço era mais ágil. Informaram ainda que estavam atentos e cautelosos para que não houvesse contratempos; sendo que se fossem flagrados pelo chefe, certamente sofreriam sanções disciplinares (Figura 23).

Figura 22: Funcionário dispensando acessórios de segurança

Fonte: Próprio autor (2014).

O ambiente era mantido limpo, as condições do fluxo de pessoas, insumos e materiais no canteiro em estudo eram propícias ao bom andamento dos trabalhos.

Não houveram transtornos de trânsito, na entrega das encomendas no interior da construção, ou em referência ao desenvolvimento das atividades. O arranjo físico da obra, favoreceu a execução das variadas funções no ambiente construtivo.

De forma ininterrupta os materiais eram disponibilizados aos profissionais em atividade, pelo guincho de coluna ou elevador de cargas (Figura 24).

Figura 23: Produção em ambiente limpo

Fonte: Próprio autor (2014).

Não foi registrado qualquer acidente de trabalho, durante a pesquisa ou estágio na referida obra.

4.3 LAYOUT DO CANTEIRO

O planejamento do layout envolve definir o arranjo físico dos operários, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e estocagem. Após os trâmites burocráticos junto à prefeitura municipal de Três Passos, a empresa conferiu a área do terreno e tratou de iniciar os trabalhos. O processo de planejamento com vistas a obter a melhor utilização do espaço disponível, se materializou quando foi resolvido aproveitar a residência do antigo proprietário, para instalação de áreas operacionais e de vivência (Figuras: 25 e 26, pag. 60).

Figura 24: Escritório do canteiro de obras

Fonte: Próprio autor (2014)

Figura 25: Central de plantas e documentos padronizados da edificação

Fonte: Próprio autor (2014)

A partir desse espaço foi planejado o layout do canteiro de obras do edifício Residencial Solar dos Ipês. O Anexo B - PROJETO DO LAYOUT EM TERRENO LINDEIRO, permite a visualização do projeto.

Os objetivos do planejamento para o ambiente construtivo, citados no primeiro capítulo deste trabalho, expressaram as operações seguras, a motivação dos empregados, o conforto, a limpeza e a segurança (objetivos de alto nível). Estes tiveram seu alcance facilitado porque a residência já existente, encaixou-se perfeitamente ao planejamento da obra. Não houve a necessidade da construção de alojamento com sanitários, depósito, vestiário e cozinha, conforme as orientações recomendadas pela norma NR - 18, que são de grande utilidade para os operários. A área de vivência possibilitava momentos de descanso e descontração ao quadro funcional. A entrada de acesso exclusivo ao canteiro de obras, tanto pelos funcionários, como pelas concessionárias de água e luz ou caminhões de transporte de materiais, se procedia pela Rua Crissiumal (Figura 27).

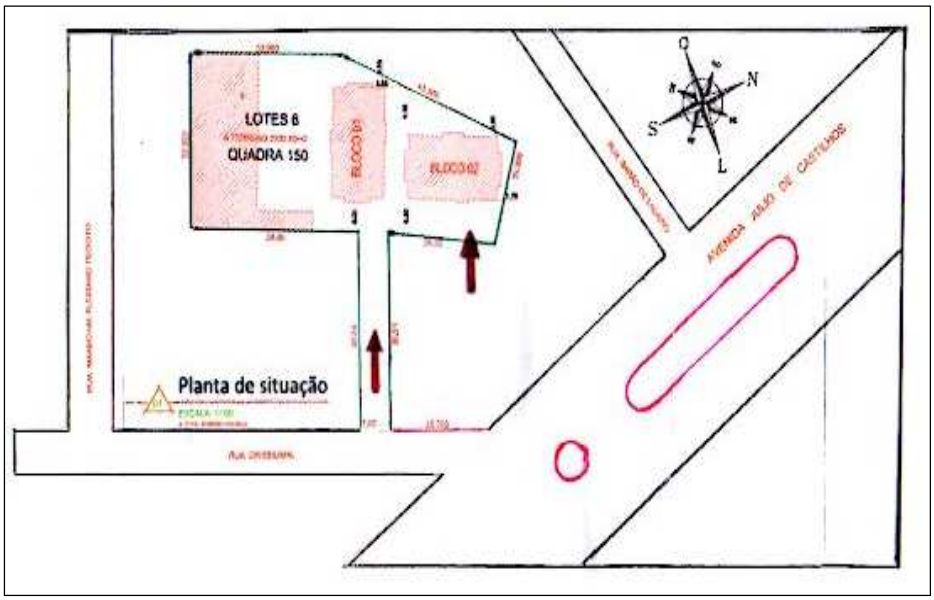
Figura 26: Portões de acesso de materiais na obra

Fonte: Próprio autor (2015).

O empreendimento está situado praticamente junto da Avenida Júlio Castilhos, local de maior movimentação de pessoas e veículos no município de Três Passos. Sendo assim, ficava facilitado o transporte dos materiais e insumos até o canteiro de obras.

A posição do edifício em relação ao logradouro referido e seus acessos, podia ser verificada por vários pontos da avenida, propiciando melhor entendimento das ações produtivas na construção (Figura 28).

Figura 27: Posição dos acessos ao ambiente construtivo



Fonte: Empresa pesquisada (2015).

Em relação ao layout dos espaços para o desenvolvimento dos trabalhos, este foi atentamente planejado. As áreas específicas para cada atividade a ser realizada, como: corte, dobras e armazenagem do aço; confecção de formas, com bancada ajustada à distância entre as gravatas, tudo próximo da mesa de corte e do depósito de chapas resinadas com cobertura.

As centrais de carpintaria, corte e dobra do aço, áreas todas cobertas para evitar as ações corrosivas. Tais instalações estavam situadas na área do terreno da residência alugada e que foi transformada em área de vivência e operacional.

4.4 PROJETO DO CANTEIRO

Para o ambiente produtivo da edificação Residencial Solar dos Ipês, houve um cuidadoso estudo de situação. O projeto do empreendimento foi preparado com vistas a ocupação da área do terreno e o prédio já existente, combinando-os com as áreas necessárias à produção.

O aluguel do referido imóvel permitiu que se procedesse desta maneira. Os locais de realização dos serviços e a localização das centrais de alvenaria, carpintaria, confecção das armaduras, estoque de materiais e insumos foram definidos, sempre buscando a melhor utilização do espaço.

Estudos preliminares das necessidades da obra, baseando-se no planejamento, no cronograma e no projeto executivo foram feitos. Estes estudos resultaram em informações sobre o plano de ações, número de frentes de trabalho atuando em cada etapa e fases do canteiro; permitindo prever possíveis alterações de arranjo físico, necessárias durante o desenvolvimento do processo produtivo.

Figura 28: Visão da obra ao fundo pela avenida principal da cidade

Fonte: Próprio autor (2015)

5 CONCLUSÃO

Frente ao exposto anteriormente, é importante salientar que o canteiro de obras estudado, dispunha de um eficiente sistema de gestão. Toda sua organização e processo produtivo, eram baseados no projeto e aliados aos conhecimentos técnicos do quadro funcional da empresa.

Tal experiência era a garantia para diminuir ou evitar interferências, nas atividades a serem desenvolvidas futuramente. A construção civil pelo fato de envolver produtos únicos, cujo local de produção não é fixo, intervém no emprego da experiência, pois as dimensões das áreas de um projeto para outro variam, assim como as condições de instalação do canteiro, número de operários e equipamentos para produzir.

Mesmo durante a construção de uma edificação, as várias fases da obra exigem planejamentos específicos, conforme as necessidades de mão de obra e do empreendimento. Não é o caso do ambiente construtivo em estudo, porque o quadro funcional não é dispensado ao término das atividades no canteiro. Apenas são transferidos para outras frentes de serviço da empresa.

Prejuízos aos fluxos físicos são comuns na maioria das obras, uma vez que há deficiências, ligadas principalmente à mão de obra, materiais e equipamentos. No canteiro pesquisado, informações desencontradas por vezes, sobre os projetos, entre operários e demais níveis da empresa ocorreram, desfavorecendo o andamento normal dos trabalhos. A existência de planejamento e cronograma eficazes, no entanto, impedia ou minimizava tais aspectos, tanto para os operários; quanto para a empresa.

Tratando-se de um ambiente construtivo limitado, um projeto de canteiro específico para cada etapa da obra foi providenciado, partindo de estudos do projeto executivo. O layout estabelecido para o canteiro de obras, incluindo a casa e o terreno anexos, atendeu às necessidades de mão de obra. Alguns problemas enfrentados no desenvolvimento das atividades, não foram originados por falta de boa gestão do canteiro de obras. Constantes melhorias nas ações eram postas em prática, para otimizar o desempenho da produção.

Consultando o setor de obras do Paço Municipal, constatou-se que a empresa não costumava enfrentar problemas como: falta de mão de obra, atrasos, orçamentos, ou com a qualidade de seus empreendimentos. Os funcionários expressavam segurança e motivação em seu trabalho, pois a empresa é rigorosa na admissão e também quanto aos direitos do trabalhador.

Entrevistando-os não fizeram quaisquer comentários, que viessem em desabono ao tratamento que lhes é dispensado pela construtora e seus chefes.

Visualmente o canteiro de obras do Residencial Solar dos Ipês, causava impacto positivo nas pessoas. Quem passava pela BR 468, distante 1500m; ou quem estava na Avenida Júlio de Castilhos, área central da cidade, podia constatar a altivez do empreendimento. O canteiro todo cercado por muros; grandes portões de acesso; operários concentrados em suas funções e a área de vivência bem definida; tornavam a construção um atrativo aos olhos dos populares, além de sugerir perspectivas de comercialização.

Pelo sistema de acompanhamento, análise e o controle da produção, quaisquer problemas que oferecessem risco ou dificultassem o progresso das tarefas, podiam ser previstos e solucionados antecipadamente. O mestre de obras, seguindo as determinações do engenheiro, orientava as ações dentro do espaço de trabalho.

Ao concluir a pesquisa e os estudos no ambiente construtivo do Residencial Solar dos Ipês, empreendimento de grandes proporções e elevado número de operários, constatou-se que a construtora fez sua parte, consoante o planejamento original. Urge que descumprimento de prazos, acréscimos na previsão orçamentária e insatisfação da maioria dos clientes, é um risco inerente às construtoras que vendem primeiro, para depois construir. Comparando com as empresas que primeiro constroem, para depois vender, o risco em relação aos clientes diminui consideravelmente.

Seria importante que toda a empresa responsável pela construção de grandes empreendimentos, entrasse também em entendimento com o cliente. Esse que, em sua maioria desavisado; posteriormente, pode tornar-se o algoz das incompatibilidades em relação ao projeto inicial da obra. Este pesquisador, por exemplo, ao adquirir um dos apartamentos na planta da edificação, verificou posteriormente, que os dormitórios eram aquém do imaginado.

Outros proprietários também fizeram reivindicações individuais ou em reunião de condôminos, para que suas demandas fossem atendidas pela construtora. Em consequência, houveram alterações de projeto, elasticidade no tempo fixado de entrega da obra, revisão do número de operários, quantidade de insumos e retrabalhos que foram realizados. Isso tudo contribuiu para que fosse mantida naquele canteiro de obras, a premissa de que a maioria das obras da construção civil falham, quanto ao cumprimento de prazos, orçamentos e satisfação plena dos clientes.

Cada etapa requeria um novo planejamento, a obra passava a ocupar novos espaços, somando-se materiais que não teriam mais utilidade, restos de madeira, de aço e outros insumos. Em consequência novos esforços da equipe de seleção de rejeitos, para que não se tornassem obstáculos ao andamento das atividades.

Seria interessante no local da obra, um setor que acompanhasse o trabalho já realizado e mantivesse entendimento, entre o projeto da empresa e as expectativas do comprador do produto.

Com tal integração seria possível melhorar o processo produtivo, a satisfação plena dos clientes e a rentabilidade da empresa. A entrega da obra pronta em relação ao bloco 1, pelo projeto original seria em 24 de julho de 2015; mas foi reprogramada para o dia 25 de novembro de 2015.

REFERÊNCIAS

ALVES, Thais da Costa Lago. In**: Diretrizes para gestão dos fluxos físicos em canteiro de obras:** proposta baseada em estudo de caso. 2000. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000. p. 24. Disponível em: <http://alves.sdsu.edu/Thais_DissertacaoMestrado.pdf >. Acesso em: 28 de abr. 2015.

ALVES, Thaís da Costa Lago; FORMOSO, Carlos Torres. **A importância da gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras no combate à incerteza e à variabilidade na produção.** [2000] Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NORIE UFRGS). Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0108.PDF >. Acesso em: 18 mar. 2015.

AOUAD, G. Managing Construction Information Effectively Using Integrated Databases. In: PROCCEDINGS OF CIB W65 INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION**,** III, 1996, London. **Anais...** London, CIB, 1996. p. 14-22.

ARAÚJO, Viviane Miranda. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras.** 2009. 205 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: < http://fcardoso.pcc.usp.br/Araujo_Diss_Ed_Rev%20(2).pdf >. Acesso em: 14 de abr. 2015.

BARBOSA, A. A. R.; MUNIZ, J.; SANTOS, A. U. Contribuição da logística na indústria da construção civil brasileira. **Revista Ciências Exatas**, UNITAU, v. 2, n. 2, 2007. p. 135-146. Disponível em:< https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/view/542/271>. Acesso em: 08 set. 2015.

BUSSINGER, Frederico. **Logística.** Disponível em: <https://portogente.com.br/colunistas/frederico-bussinger/page-6 >. Acesso em: 10 jul. 2015.

CARDOSO, Francisco F. **A gestão da produção de vedações verticais**: Alternativas para a mudança necessária. Jul. 1998. Disponível em: < http://fcardoso.pcc.usp.br/FCardosoSemVedVert.pdf >. Acesso em: 21 mar. 2015.

CARDOSO, Francisco F. Importância dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios**.** Alguns aprendizados a partir da experiência francesa. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL *LEAN CONSTRUCTION* – A CONSTRUÇÃO SEM PERDAS, 1., 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1996. Disponível em < http://fcardoso.pcc.usp.br/leanconstr uction1996.pdf >. Acesso em: 12 abr. 2015.

CAVALCANTE, Milena Andrade; FREITAS, Rosana Leal Simões de. **Logística no canteiro de obra.** Disponível em: <http://inbec.com.br/adrianacima/wp-content/uploads/2012/06/logistica-canteiro_salvador.pdf >. Acesso em: 11 mar. 2015.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais:** princípios, conceitos e gestão. São Paulo: Atlas, 2005. 98 p.

DIEZEL, Cynthia Barbieri. **Gestão da produção da indústria da construção civil no sub setor da construção de edifícios residenciais de médio padrão**. 2006. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação do curso de Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2006. Disponível em: < http://engenharia.anhembi.br/tcc-06/civil-42.pdf >. Acesso em: 18 mar. 2015.

FERREIRA, E. A. M. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. 1990. 160 f. Tese de Doutorado – EPUSP, São Paulo, 1998. Disponível em: < http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/ BT210-%20Ferreira.pdf >. Acesso em: 23 mar. 2015.

FRANKENFELD, N. **Produtividade**. Rio de Janeiro: CNI, 1990. 87 p. (Manuais CNI).

FUNDACENTRO. **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção:** NR 18. Brasília, 1995. 68 p.

ILLINGWORTH, J. R. **Construction:** methods and planning. London: E&FN Spon, 1993. 164 p.

KOSKELA, L. **Aplication of the new production philosophy to construction**. Standefor, EUA: CIFE, 1992. 75 p. (Technical Report, 72).

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L. **Operations management:** strategy and analysis. 3. ed. Reading: Addison-Wesley, 1993. 160 p.

MAIA, A.C.; SOUZA, U.E.L. Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios: fase criativa. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da São Paulo**. São Paulo: EPSP, 2003. 20 p.

MAGEE, John Francis. **Logística industrial:** análise e administração dos sistemas de suprimentos e distribuição. São Paulo: Pioneira, 1977. 148 p.

MARTINS, João P. da Silva P.. **Modelação do fluxo de informação no processo de construção:** Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos. 2009. 437 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: < http://paginas.fe.up.pt/~jppm/docs/Tese.pdf >. Acesso em: 21 abr. 2015.

MATTOS, Aldo Dórea. Ciclo PDCA. In: MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Ed.Pini, 2010. p. 35- 41.

MAY, Alexandre. **Gestão logística aplicada à canteiros de obras.** Blumenau: Fundação Universidade Regional de Blumenau, 2002. Disponível em: < http://alunoesperto.com/logistica-aplicada-a-canteiros-de-obra>. Acesso em 13 ago. 2015.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 130 f. Tese de Doutorado – EPUSP, São Paulo, 1994.

MUTHER, R. **Planejamento do layout:** sistema SLP. São Paulo: Edgard Blucher, 1978. 138 p.

NASCIMENTO, Verônica de Menezes; SCHOELER, Sadi Luís. **A contribuição do estudo do fluxo de informação para integração da gerencia de canteiro de obras e gerencia central: uma abordagem teórica para o subsetor edificações.** Dissertação – Universidade de Santa Catarina,

Florianópolis, SC. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca /ENEGEP1998_ART305.pdf>. Acesso em: 10 set. 2015.

_____. NR18.4: áreas de vivência. In: **Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego**. NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 1978. 22 p.

OLIVEIRA, Ricardo Rocha de. Liderança e comunicação na gestão da construção civil. In: TIC 2007 – ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3. 2007, Porto Alegre, **Anais eletrônicos...** Porto Alegre**,** 2007. Disponível em: < http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/ artigos/A1086.pdf >. Acesso em: 05 maio 2015

OLIVEIRA, Otávio José de. **Influências do projeto de produção e do projeto de canteiro no sistema no sistema logístico da construção de edifícios**. Artigo científico, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/INFLUENCIAS_DO PROJETO_ DE_PRODUCAO_NO_SIST_LOGISTICO.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2015.

REZENDE, Hélder Andrade; JESUS, Romério Barreto de; MOURA, Ruan Carlos de Araújo. A logística no contexto da construção civil. In: **Cadernos de graduação:** ciências exatas e tecnológicas. Sergipe, mar. 2013. p. 135-146. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/view/542/271>. Acesso 29 set. 2015.

RIBEIRO, Paula Frassinetti Cavalcante. **Caracterização dos canteiros de obras da cidade de Angicon/RN**. 2011. 66 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Angicos, RN. 2006. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/arquivos/Paula%20Frassine tti%20Cavalcante%20Ribeiro.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2015.

RILEY, D.R.; SANVIDO, V.E. Patterns of construction-space use in mutlistory buildings. **Journal of Construction Engineering and management**, v.121, n. 4, p. 464-473, dec. 1995.

SALES, Alessandra L. Fontes; NETO, José de Paula Barros; FRANCELINO, Thiago Ribeiro. O fluxo de informação na construção civil: estudo aplicado em uma empresa construtora de Fortaleza. In: **XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção** - Ouro Preto, MG, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_ TR0901_0963.pdf >. Acesso em: 21 abr. 2015.

SANTOS, C. A. B.; FARIAS FILHO, J. R. **Construção civil:** um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta. Disponível em: <http://www. abepro.org.br/biblioteca/ENE_GEP1998_ARTS49.pdf >. Acesso em: 13 set. 2015.

SAURIN, Tarcisio Abreu. **Métodos para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiro de obra de edificações**. 1997. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997. Disponível em: < http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35152/000216018.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06 maio 2015.

_____. FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos.** Porto Alegre: ANTAC, 2006. 48 p. (Recomendações Técnicas HABITARE, n. 3).

SCHMITT, C. M. **Por um Modelo Integrado de Sistema de Informações para a Documentação de Projetos de Obras de Edificação da Indústria da Construção Civil**. 1999. 150 f. Tese de Doutorado (Doutorado do PPGA) - UFRGS, Porto Alegre, 1998.

SCHOROEDER, R. G. **Operations management:** decision making in the operations function. 4. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1993. 150 p.

SILVA, Fred Borges da; CARDOSO, Francisco F. Os Sistemas de Gestão da Qualidade e a Logística na Construção de Edifícios. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo: EPSP, 1997. 34 p.

SILVA, Fred Borges da; CARDOSO, Francisco Ferreira. A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios. In: ENTAC98 - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 1998, Florianópolis. 1998. p. 277-285.

Disponível em: <http://fcardoso.pcc.usp.br /Entac98Log%C3%ADstica.pdf >. Acesso em: 11 abr. 2015.

_____. CARDOSO, Francisco Ferreira. Ferramentas e diretrizes para a gestão da logística no processo de produção de edifício. In: **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, [2000]. Disponível em: < http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT263.pdf>. Acesso em: 11 abr.2015.

SLACK, Nigel. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. **Projeto e implantação do canteiro**. 3. ed. São Paulo: Ed. Nome da Rosa, 2000. 138 p.

TOMMELEIN, I.D. Construction site layout using blackboard reasonig with layered knowledge. In: ALLEN, Robert H. **Expert systems for civil engineers:** knowledge representation. New York: ASCE, 1992. p. 214-258.

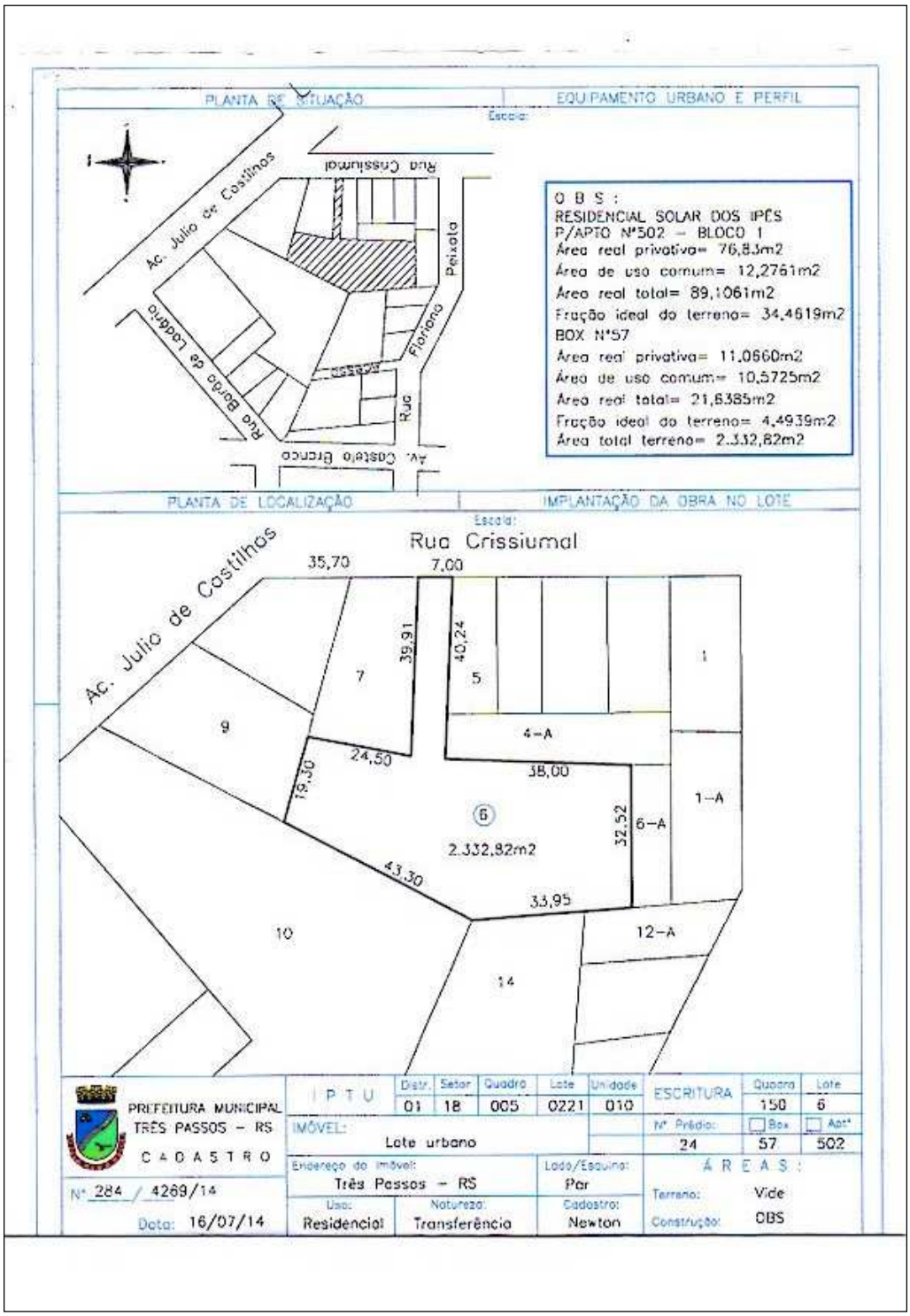
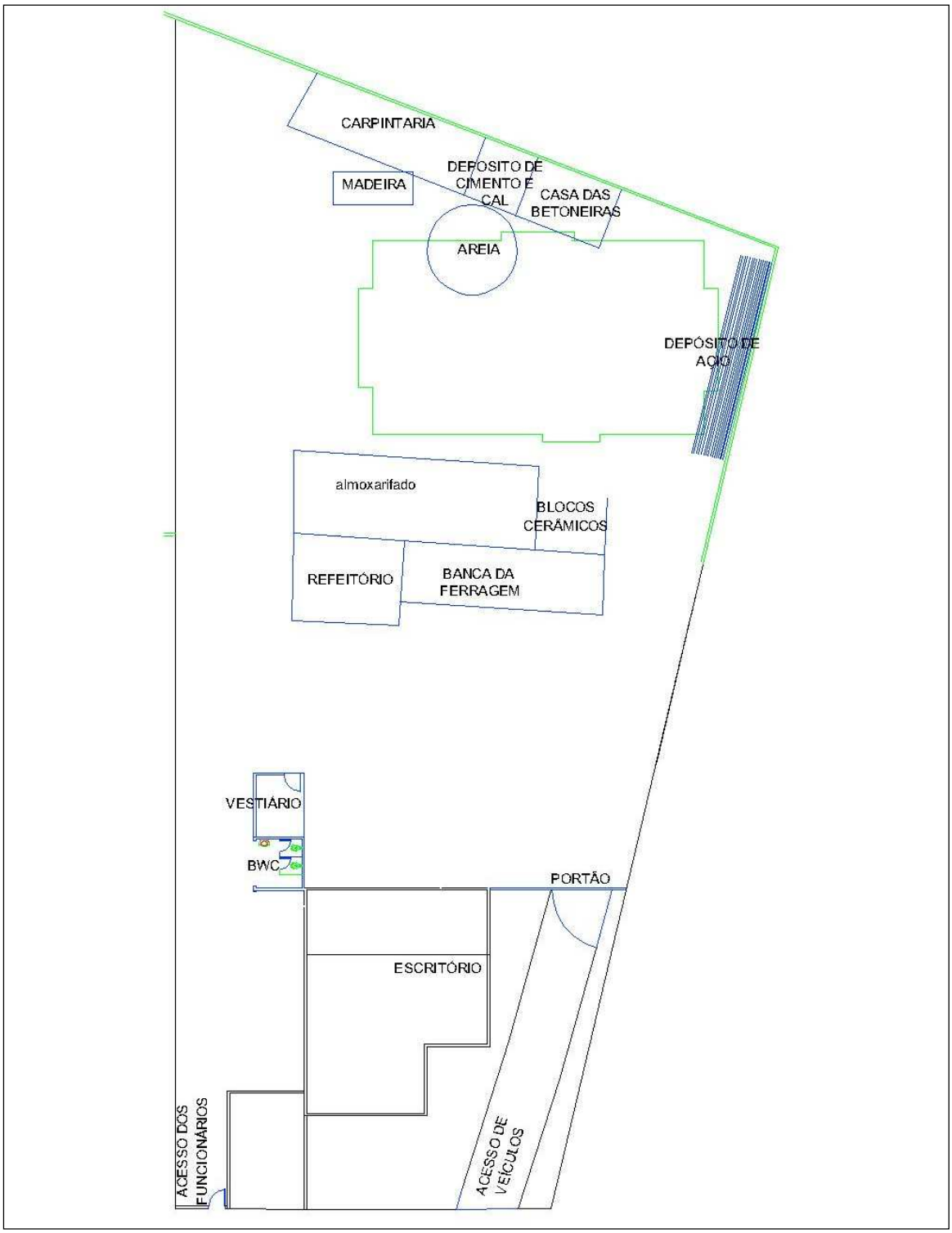
VIEIRA, Hélio Flávio. **Logística aplicada à construção civil:** como melhorar o fluxo de produções nas obras. São Paulo: Ed. Pini, 2006. 178 p.

VOSS, C. **Manufacturing strategy:** process and content. London: Chapman & Hall, 1992. 156 p.

ZEGARRA, S. L. V.; CARDOSO, F. F. Gestão de materiais em empresas construtoras de edifícios: gestão dos fluxos de informações, **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP.** São Paulo: USP, 2000. 27 p.INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular.** 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <http://www.biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%RJ/normastabular.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2014.

KEGLER, Nelcy Teresinha da Rosa. **Necessidades informacionais da comunidade empresarial do Noroeste do RS, setor metal-mecânica: espaço para a atuação da UNIJUÍ.** 1996. 157 f. Dissertação (Mestrado em Biblioteconomia) – Departamento de Pós-Graduação em Biblioteconomia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 1996.

ANEXO A – PROJETO SITUAÇÃO/LOCALIZAÇÃO DA OBRA



ANEXO B – PROJETO DO LAYOUT EM TERRENO LINDEIRO