UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

Curso de Graduação em Engenharia Civil

PAMELA ALINE SOSSMEIER

ANÁLISE DE LOGÍSTICA E LAYOUT EM CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO

Ijuí/RS

2013

PAMELA ALINE SOSSMEIER

ANÁLISE DE LOGÍSTICA E LAYOUT EM CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO

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

Orientador: Cristina Eliza Pozzobon

Ijuí/RS

2013

PAMELA ALINE SOSSMEIER

ANÁLISE DE LOGÍSTICA E LAYOUT EM CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo membro da banca examinadora

Banca examinadora

_____

Prof. Cristina Eliza Pozzobon, Mestre - Orientador

_____

Prof. Diorges Carlos Lopes, Mestre

Ijuí, 26 de Novembro de 2013.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

-Arthur Schopenhauer

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora, professora Cristina Pozzobon, pela paciência e auxílio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho, e por todos os anos de aprendizado durante a graduação.

A minha mãe pela confiança, incentivo e compreensão ao longo de minha formação, e por nunca medir esforços para que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu irmão pelo carinho e compreensão, confiante em minha capacidade e presente em todos os momentos.

Aos amigos que sempre estiveram comigo nesta etapa da minha vida, pela compreensão e companheirismo, pelos momentos de distração e aprendizagem, por estarem ao meu lado quaisquer que fossem as circunstâncias.

RESUMO

Frente a crescente demanda da construção civil, está se tornando cada vez mais necessária uma evolução no setor no que diz respeito à qualidade e a produtividade. Esta evolução pode estar relacionada com a gestão do canteiro de obras, onde a obra é produzida. Planejar, organizar, conduzir e controlar os processos que nele se desenvolvem, visando obter a melhor utilização do espaço físico disponível para a realização de trabalho eficiente e seguro, através da logística e do layout do canteiro de obras é a melhor maneira de otimizar o processo produtivo. Com o objetivo de analisar o funcionamento de um canteiro de obras sob estes aspectos, foi realizado um estudo de caso no município de Ijuí/RS, junto ao canteiro de obras do edifício Riverside. Alterações de projetos, ausência de planejamento e de informações podem ser citados como responsáveis pelas falhas nos fluxos físicos e de informações, interferindo no processo produtivo. Através da observação do processo produtivo, reflexão e análise da realidade do canteiro de obras subordinada a revisão da literatura, foi possível concluir que o funcionamento do canteiro de obras é deficiente no que diz respeito a sua logística e layout, havendo apenas uma gestão informal que se fez ativa durante a implantação do canteiro.

Palavras-chave: Logística; Layout; Canteiro de obras

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo PDCA 15
Figura 2 – Área de vivência..... 37
Figura 3 – Projetos no escritório do canteiro 39
Figura 4 – Projetos sobre a primeira laje..... 39
Figura 5 – Etiqueta de identificação de armadura de viga 41
Figura 6 – Etiqueta de identificação do aço 41
Figura 7 – Situação do canteiro no início no estudo..... 44
Figura 8 – Canteiro de obras após a seleção do material..... 45
Figura 9 – Desníveis do terreno e vigas de fundação 45
Figura 10 – Rampas descontínuas e interferência de escoras da laje 46
Figura 11 – Vegetação dificultando o trabalho 47
Figura 12 – Posição dos acessos no terreno 49
Figura 13 – Descarga de agregados..... 50
Figura 14 – Interferência de bicicletas no fluxo físico 50

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 10
1.1 REVISÃO DA LITERATURA 13
1.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO 13
1.1.1 Canteiro de obras 13
1.1.2 Gestão do canteiro de obras 14
1.2 LOGÍSTICA 16
1.2.1 Logística na construção civil 17
1.2.2 Logística no canteiro de obras 18
1.2.2.1 Fluxo de informações 19
1.2.2.2 Fluxos físicos 23
1.3 LAYOUT DO CANTEIRO 26
1.3.1 Projeto do canteiro 29
2 METODOLOGIA 33
2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 33
2.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA 33
2.2.1 Procedimentos de coleta e interpretação dos dados 33
2.2.2 Estudo de caso 34
3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 36
3.1 GESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS 36
3.2 LOGÍSTICA NO CANTEIRO DE OBRAS 38
3.2.1 Fluxo de informações 38
3.2.2 Fluxos físicos 44
3.3 LAYOUT DO CANTEIRO 48
3.3.1 Projeto do canteiro 51

CONCLUSÃO 52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54
ANEXO A – PROJETO SITUAÇÃO/LOCALIZAÇÃO DA OBRA 58
ANEXO B – PROJETO DO LAYOUT EM TERRENO LINDEIRO 60

INTRODUÇÃO

Há tempos que a construção civil é alvo de críticas no que diz respeito a prazos, custos e qualidade. Obras atrasam, orçamentos não são condizentes com a realidade e muitas vezes o produto final não sai exatamente como o esperado ou o planejado. No competitivo mundo atual, porém, não há mais espaço para este tipo de situação, ganha lugar no mercado aquele que apresenta o melhor produto não havendo mais tempo para amadorismos no processo produtivo. Para manterem-se competitivas no mercado da construção civil, as empresas deste setor vêm dando maior importância para a gestão do processo produtivo, buscando qualidade e produtividade, 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): "de nada adianta produzir, se o que for produzido não interessar e satisfizer a clientela".

No contexto de produção na construção civil, o personagem principal é o canteiro de obras. Sendo nele que a obra é produzida. Para Souza (2000, p.13):

> 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.

É possível dizer, então, que a gestão da produção depende da gestão do canteiro de obras, assim como o resultado final do empreendimento.

A organização efetiva do canteiro de obras, com layout em concordância com o projeto e com cada ciclo do empreendimento, informações disponíveis, logística, atendimento às normas regulamentadores, surte efeitos positivos dentro do processo construtivo, podendo até mesmo solucionar, em parte, o problema da escassez de mão de obra, visto que as condições de trabalho podem ser citadas como razão para pedreiros e serventes abandonarem

a profissão. Com isto o setor tem encontrado dificuldades para suprir a demanda, prejudicando o rendimento da obra e consequentemente, provocando atrasos.

A gestão do canteiro de obras, além de motivar empregados, 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, 1992 apud SAURIN; FORMOSO, 2006, p. 18).

Frente a crescente demanda da construção civil, está se tornando cada vez mais necessária uma evolução no setor no que diz respeito à qualidade e a 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. Portanto, devido à visão embaçada que há sobre a gestão do canteiro de obras, torna-se coerente uma discussão sobre este assunto, destacando ideias e princípios básicos para a gestão do processo produtivo e melhorias no âmbito da qualidade do produto.

A gestão da produção pode ser apresentada como pivô desta discussão. Dentro da qual, logística e layout do canteiro de obras se destacam como principais responsáveis pelo sucesso do produto final. Sucesso este que vem sendo almejado por todas as empresas do setor, que, dentro do atual e crescente estado de globalização, buscam por novas ferramentas e conceitos capazes de aperfeiçoar o processo produtivo e o produto final, tornando-se mais competitivas no mercado.

Valendo-se desta premissa, optou-se pela realização de um estudo de caso para analisar o funcionamento de um canteiro de obras sob aspectos de sua logística e layout, buscando identificar os elementos necessários à sua organização a partir de estudo analítico, subordinado a questões científicas. A análise se dará sob alguns pontos específicos do tema:

•Os fluxos físicos e o layout do canteiro de obras;

•A compatibilidade entre ciclo do empreendimento e layout (projeto de canteiro);

•Os fluxos de informações;

•A comunicação entre os diferentes níveis de especialidades do setor da construção civil;

Ao final da análise, busca-se identificar falhas e possíveis melhorias que visam o aprimoramento do processo produtivo.

O presente trabalho estrutura-se em três capítulos distintos. O primeiro foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica para contextualização do leitor a respeito do tema e conceitos envolvidos, possibilitando o entendimento daquilo que foi exposto no decorrer da pesquisa. Gestão da produção e canteiro de obras são os conceitos iniciais, fazendo a conexão, ao longo do trabalho, com a gestão dentro do canteiro, fortemente 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.

A seguir, no capitulo três, foram contemplados os dados e análises provenientes do período de observação analítica, juntamente com a interpretação da problemática 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. Ao final são apresentadas as conclusões e referências bibliográficas.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO

A gestão de um processo consiste, inicialmente, em saber onde se quer chegar, qual será o seu produto final. A partir disto é possível organizar os princípios, meios e fins de um produto, 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 apud DIEZEL, 2006, p. 16). Para Cardoso (1998), gestão envolve planejar, organizar, conduzir e controlar o processo de desenvolvimento para atingir um objetivo.

Slack (1997 apud DIEZEL, 2006) 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 Limmer (1997 apud 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. Além de 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.

Entende-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 canteiro de obras, admite-se a ideia da gestão no canteiro de obras.

1.1.1 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 18 (NR-18) (FUNDACENTRO, 1996) que o define como sendo a área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra.

Maia e Souza (2003 apud ARAÚJO, 2009, p. 18) 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 (1998. p. 02):

> 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.

1.1.2 Gestão do canteiro de obras

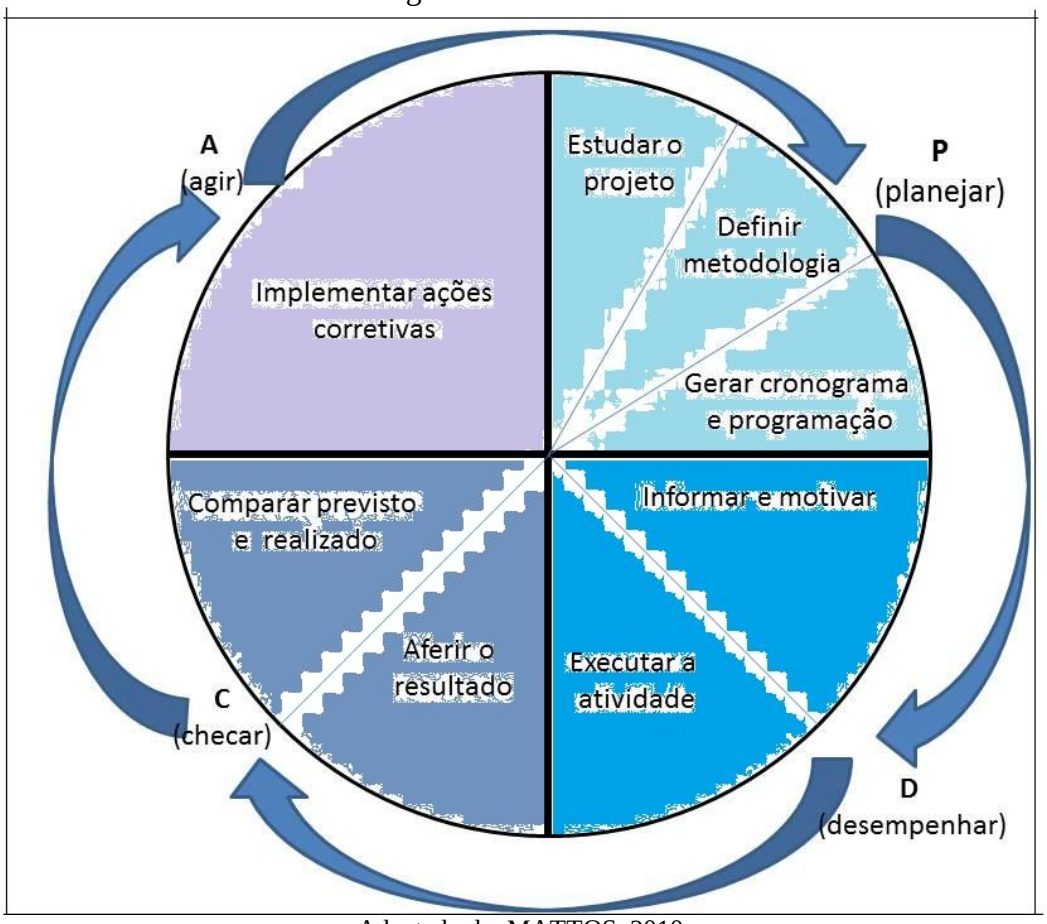
Muito se fala em planejamento do canteiro de obras, Saurin e Formoso (2006) o definem como o planejamento do layout e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Frankenfeld (1990 apud SAURIN e FORMOSO, 2006, p.17) acrescenta dizendo que o planejamento do layout envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem.

Todo esse processo de planejamento 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. 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



Adaptado de: MATTOS, 2010.

Para os fins da presente pesquisa foi abordado o tema 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 (SKOYLES; SKOYLES, 1987; TOMMELEIN, 1992; MATHEUS, 1993; SOILBELMAN, 1993; SANTOS, 1995 apud SAURIN e FORMOSO, 2006).

Em agosto de 2012, 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. 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).

1.2 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 varias definições, destaca-se a de Vieira (2003 apud 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*)[1]: 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.

---

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

Complementando, Cardoso (1998 apud DIEZEL, 2006, p. 18) 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 (2012, apud REZENDE, JESUS e MOURA, 2013), 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 (2005, apud REZENDE, JESUS e MOURA, 2013) 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.

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

1.2.1 Logística na construção civil

Magee (1977 apud CARDOSO, 1998, 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 (1998, p.3) 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.*

Santos e Farias Filho (2012, apud REZENDE, JESUS e MOURA, 2013) salientam que, para um procedimento logístico ser eficiente no meio da construção civil, ele deve se antecipar ao inicio 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.

1.2.2 Logística no canteiro de obras

Dados 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 para o interior do canteiro, para o seu funcionamento.

Podendo ser definido 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, seja possível uma reação imediata e a correção do planejamento feito em nível de tarefa ou operação (CARDOSO, 1998).

Segundo Rosana Leal (2012) [2], 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 Cardoso (s.d., f. 3-4) 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).

1.2.2.1 Fluxo de informações

Mesmo em empreendimentos relativamente simples, produz-se uma quantidade significativa de informação durante o processo produtivo. 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 informação que corresponda às necessidades dos intervenientes no processo construtivo (MARTINS, 2009, p. 88).

O autor ainda justifica 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 sucedidas anteriores, resultando em diferentes interpretações entre os intervenientes para um mesmo projeto.

---

[2] In: 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. 2013.

Silva e Cardoso (1998 apud CAVALCANTE e FREITAS) 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 informações de controle de produção, possíveis problemas que ocorram durante a execução da obra, problemas de projetos e informações da 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 (2001 apud SALES, NETO e FRANCELINO, 2003) trazem a racionalização do fluxo de informações como a chave para a racionalização/desenvolvimento da logística. Podendo ser obtido através da organização e formalização das formas 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 trâmite 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 que deve acontecer na etapa de execução, deve servir de retroalimentador 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, apud NASCIMENTO e SHOELER, s.d).

Para ser eficiente, então, é necessária a existência de integração entre os diferentes níveis de produção. Esta integração é definida por Aouad (1996, apud NASCIMENTO e SCHOELER, s.d.) 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. 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, apud NASCIMENTO e SHOELER, s.d) 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 em de apoio a operações, com 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. E de apoio a decisões, que auxiliam os processos decisórios (relatórios de produtividade e de acompanhamento físico-financeiro de obras, avaliação de fornecedores de serviços e materiais, etc).

Silva e Cardoso (2000. p.17) partem do princípio de que a eficiência de um sistema é medida pela capacidade deste 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 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, das informações e com o longo percurso que levam para chegar a seus receptores, que podem vir a receber informações de maneira incompleta ou com distorções. 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 (s.d.) 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. Devendo o fluxo de informações 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.

Barton (1998 apud 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, depois por uma reengenharia dos processos logísticos onde há um ajuste do sistema de informações e só então à utilizar programas aplicativos para alguns processos e, por último, empregam-se sistemas informatizados mais complexos (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 esta 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). O autor 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.

1.2.2.2 Fluxos físicos

Entenda-se aqui fluxos físicos como fluxos de mão de obra e de materiais. 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, p. 25.). 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[3] e a terminalidade[4] 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

---

[3] 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, p.26.).

[4] 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.).

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 ser comparadas com os ritmos especificados para cada processo. Bussinger (2012, apud REZENDE, JESUS e MOURA, 2013) 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). O mesmo autor 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, s.d.).

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, durante a fase de execução (ALVES e FORMOSO, s.d.).

Interferências, congestionamentos e perdas relacionadas ao transporte de materiais, ferramentas e equipamentos e a movimentação excessiva dentro de um canteiro devem ser evitadas por meio de restrições de tempo e espaço. Alves e Formoso (s.d.) 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[5], e os processos a serem analisados (ALVES e FORMOSO, s.d.).

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, 1995 apud ALVES e FORMOSO, s.d.).

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 (s.d.) 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 Formoso et al (1999 apud ALVES e FORMOSO, s.d.), 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 desencadear ações para remover essas restrições. Análise e controle contínuo da produção, através da

[5] 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, s.d.).

identificação de 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 (s.dt.) 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 reside naquele estabelecer uma etapa no processo de produção que propicia a discussão 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, mestre-de-obras, e outros agentes julgados importantes; estes 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 autor desconhecido (2002), 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.

1.3 LAYOUT DO CANTEIRO

Frankenfeld (1990 apud SAURIN, 1997) define layout como sendo 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 suma, é possível afirmar que tais fatores tem estreita relação com o layout do canteiro de obras e, consequentemente, com o ritmo produção.

Para Saurin (2006), o processo de planejamento do canteiro visa a 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 e 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, tempos de movimentação de pessoal e materiais, manuseios de materiais e evitar obstruções ao movimento de materiais e equipamentos.

Illingworth (1993 apud SAURIN, 1997) 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; por ultimo 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 à forma e os respectivos arranjos físicos internos e a quarta à localização de cada área, que se subdivide em localização absoluta e relativa. Esta é geralmente é definida através de relações de interdependência entre as diversas áreas a locar.

Muther (1978 apud SAURIN, 1997) 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 – matérias-primas, 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 apud SAURIN, 1997) 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 o 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 ser 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, apud OLIVEIRA, 2001) 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, apud OLIVEIRA, 2001), de nada adianta o projeto possuir boas técnicas construtivas se elas não forem comunicadas de forma inteligível a equipe de execução. Melhado (1994, apud OLIVEIRA, 2001), 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, apud OLIVEIRA, 2001) diz que este projeto deve conciliar planejamento estratégico do empreendimento, tático e operacional da produção,

além do detalhamento deste último[6]. Concluídos do projeto do produto e de produção, faz-se possível a elaboração do projeto de canteiro. Cujo desempenho está estritamente 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.

1.3.1 Projeto do canteiro

Segundo FERREIRA (1998 apud SILVA e CARDOSO, 2000) o projeto de canteiro é responsável pela definição, para cada fase do projeto, do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho e das vias de circulação necessárias ao desenvolvimento das atividades, de forma integrada e evolutiva, afim de oferecer condições de segurança, saúde e motivação aos trabalhadores e execução racionalizada dos serviços. Sua realização afeta o tempo de deslocamento dos trabalhadores, o custo de movimentação dos materiais e interfere, portanto, na execução das atividades e também na produtividade global da obra e dos serviços, influenciando na logistica do canteiro (MAY, 2002).

Tommelein e tal (1992a apud CARDOSO, 2000) afirmam 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, reduzir o tempo de movimentação de material, aumentar o tempo produtivo e evitar a obstrução da movimentação de material e dos equipamentos são os principais objetivos do projeto do canteiro. Podendo vir a proporcionar significativas melhorias no processo produtivo. Isto porque afeta o tempo de deslocamento dos trabalhadores e o custo de movimentação dos materiais e interfere, portanto, na execução das atividades e também na produtividade global da obra e dos serviços, sendo considerado um dos principais instrumentos para o planejamento e organização da logística de canteiro (FRANCO, 1992. OLIVEIRA; LEÃO, 1997 apud SILVA e CARDOSO, 2000).

---

[6] 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.

Seu desenvolvimento se dá em etapas (programa de necessidades, estudo preliminar anteprojeto, projeto final), como um projeto arquitetônico ou de engenharia, à medida que as informações vão se precisando. Sempre considerando as diferentes fases de evolução da obra (plano de ataque e fases do canteiro), em função dos condicionantes de terrenos, frentes de trabalho, etc. (FERREIRA, 1998 apud CARDOSO, 1998, p. 21). Cabe ressaltar que o planejamento inicial da obra deve estar concluído para que se possa desenvolver o projeto do canteiro.

Souza e Franco (1997 apud SILVA E CARDOSO, 2000) citam 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 apud SILVA e CARDOSO, 2000) 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 há dúvida que a disponibilização das informações constituintes do projeto do canteiro é fundamental à boa gestão de uma obra. Pois a eficiência da administração de uma obra esta 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 e das demandas por espaço são baseados nas tecnologias a serem empregadas e nos prazos de excução das diversas etapas, o plano estratégico de ataque envolve o prazo da obra e a sequência construtiva, e o desenvolvimento do layout vem após as informações anteriores terem sido obtidas. O autor ressalta que não há uma solução empacotada e pronta para o layout e 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 considerados na concepção do

projeto do canteiro. Tais considerações devem ser feitas visando a minimização dos disperdícios de materiais e do tempo improdutivo, assim como improvisações de mão de obra e equipamentos (VIEIRA, 2006).

Partindo do ponto de vista de Vieira (2006), sobre a importância dos fluxos físicos na elaboração do projeto do canteiro, cabe apresentar alguns princípios estabelecidos por Santos (1995, apud 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) utilizar o caminho o mais direto possível;

h) evitar o cruzamento dos fluxos de transporte;

i) prever os caminhos de ida e de volta;

j) planejar o uso de cargas de retorno;

k) diminuir distâncias entre postos de trabalho;

l) entregar materiais diretamente no local de trabalho;

m) transportar a máxima quantidade de peso de cada vez, atendendo às restrições e caráter ergonômico;

n) transportar preferencialmente em container, em vez de a granel;

o) colocar cargas primeiro em plataformas, depois transportá-las;

p) não empilhar diretamente sobre o chão, deixando o espaço para facilitar o erguimento e a ventilação;

q) prever as áreas de recepção, de preferência com plataforma;

r) garantir amplo espaço de circulação em torno da área de estoque;

s) proteger partes da obra ao longo do caminho de circulação;

t) manter a obra limpa e plana;

u) proteger e dar segurança ao material transportado;

v) reduzir o máximo possível o transporte por esforço humano;

w) usar equipamentos adaptáveis ao transporte de vários tipos de materiais.

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 são citadas por Vieira (2006) como uma sequência de análises prévias para a organização e definição do layout do canteiro.

2 METODOLOGIA

2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada como aplicada e exploratória, baseada em um estudo analítico por meio de observação participante, subordinado à pesquisa bibliográfica.

Os procedimentos caracterizam um estudo de caso. Na etapa final, no entanto, foram propostas melhorias ao sistema de gestão do canteiro de obras 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 de obras e nas bibliografias consultadas, atingindo seus objetivos 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.

2.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

2.2.1 Procedimento de coleta e interpretação dos dados

De inicio 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.

Em um segundo momento se deu a seleção do canteiro de obras no município de Ijuí/RS. Para dar maior credibilidade à pesquisa, optou-se por buscar uma obra cuja empresa responsável tenha certificação de qualidade ou almeje implantá-la. Após obter permissão para realizar a pesquisa foi feita a caracterização da empresa e do canteiro para, então, dar-se início a observação das atividades no referido canteiro de obras, com enfoque nos aspectos da logística (fluxos físicos e de informações) e layout. Esta foi do tipo direta, variando entre atividades formais e não formais, onde o pesquisador fez uso de todos os sentidos e de questionamentos para obter os dados necessários ao alcance de seus objetivos.

O registro e a interpretação dos fatos se deram concomitantemente ao período de coleta de dados, visto que a construção da problemática permaneceu aberta, evoluindo

constantemente em função dos resultados obtidos. O processo de interpretação buscou identificar 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 estudado. Além disso, foram relatadas medidas aplicáveis para solucionar as debilidades observadas no contexto logístico e de layout daquele canteiro de obras.

2.2.2 Estudo de caso

Buscando satisfazer os objetivos da presente pesquisa, adotou-se, para fins de estudo de caso, a obra do Edifício Riverside e seu respectivo canteiro de obras. Situado na Avenida Pinheiro Machado, esquina com a Rua Vinte e um de abril, Bairro Centro-Ijuí/RS, o empreendimento possui 8.803,20 m² de área total, dos quais 1.089,26 m² pertencem ao pavimento térreo de pé-direito duplo para uso comercial; 258,09 m² ao segundo pavimento para salão de festas (pé-direito simples); 1.059,74 m² ao terceiro e quarto pavimento, com vinte e quatro e vinte e cinco boxes de garagem, respectivamente; 1.121,49 m² em um pavimento tipo terraço; 598,87 m² a cada pavimento tipo (sete no total), os 22,79 m² restantes acomodam a casa de máquinas para dois elevadores[7].

O lote de 1.361,85 m², em função da falta de planejamento, não permitia a instalação de um canteiro de obras adequado à execução das atividades e serviços, estocagem e armazenagem de materiais e insumos necessários a tamanho empreendimento. Por esta razão a empresa construtora optou pela aquisição de um terreno lindeiro para o desenvolvimento do canteiro de obras.

A proposta inicial deste trabalho era realizar o estudo junto a uma empresa com nível de certificação de qualidade no mercado e com algum empreendimento que exigisse elevada demanda de serviços, mão de obra e insumos, além de área de trabalho ampla, capaz de acomodar os fluxos de trabalho. A realidade da região, no entanto, não se mostrou favorável a tal contexto. A escolha do edifício Riverside foi baseada em suas dimensões construtivas, quantidade de frentes de serviço e em aspectos de seu canteiro de obras. Composto por doze pavimentos, é o segundo maior empreendimento vertical em execução no município de Ijuí-

[7] Dados não oficiais obtidos a partir do projeto inicial do empreendimento, não há informações referentes as alterações a que o projeto foi submetido.

RS. A empresa, com sede em Passo Fundo/RS, iniciou suas atividades no município em 2002 e desde então vem ganhando espaço no mercado devido ao porte de seus empreendimentos, seu comprometimento com qualidade e assiduidade. No entanto, não possui nenhum tipo de certificação de qualidade e, curiosamente, não trabalha com planejamento ou cronogramas. O mais próximo que se tem de um planejamento é a data marco para a entrega da obra concluída: cinco anos após o início da construção, algo em meados de outubro de 2017.

O processo de observação e análise teve início dia vinte quatro de setembro, estendendo-se até o dia quatro de outubro de 2013, totalizando quarenta horas de acompanhamento. Neste período, a mão de obra estava comprometida com a execução de formas e armaduras para a estrutura do edifício. Em um dia houve a finalização da concretagem da primeira laje (pé-direito duplo sobre pavimento comercial), realizada em etapas devido as suas dimensões. Algumas formas e escoras de concretagens anteriores estavam sendo removidas e novas formas sendo locadas e confeccionadas, assim como as respectivas armaduras. Algumas frentes de serviço atuavam sobre a laje, locando pilares e vigas, outras em nível do terreno, atarefadas com a confecção de formas, armaduras, transporte de materiais, entre outras.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo estão apresentados os resultados da análise desenvolvida a partir da observação, tipo direta, na obra do edifício Riverside no período de quarenta horas, compreendido entre os dias vinte e quatro de setembro e quatro de outubro deste ano. No decorrer deste período foram esmiuçados todos os aspectos relacionados ao tema e necessários ao alcance dos objetivos, cada qual sendo analisado individualmente, dentro de seu contexto.

3.1 GESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS

Comprometida com a execução de grandes obras, que envolverão muitos recursos, fornecedores de materiais, movimentação de equipamentos em diferentes etapas da obra, além de diversos intervenientes decorrentes das atividades desenvolvidas no interior do canteiro, a empresa se mostra preocupada com a definição e organização do espaço de trabalho. Ciente das dimensões, tanto do terreno quanto da obra a ser construído (vide projeto situação/ localização em anexo), o engenheiro responsável pela execução e também proprietário do empreendimento, tratou de negociar a compra do terreno lindeiro à obra em período anterior ao início dos trabalhos preliminares.

Tal iniciativa demonstra que houve um estudo prévio das condições necessárias à construção do edifício e das disponíveis no terreno, ou seja, um planejamento inicial com vistas a obter a melhor utilização do espaço físico disponível e, sendo este restrito, a aquisição do terreno ao lado foi passo decisivo para que houvesse condições favoráveis ao trabalho seguro e eficiente.

Até o planejamento inicial pode-se dizer que correu tudo bem, a estratégia para a instalação do canteiro de obras tem seus méritos. Para o conceito de gestão estar completo, no entanto, é necessário ir além do planejamento, é necessário acompanhar e controlar as atividades que se desenvolvem no ambiente de trabalho. Organizar, conduzir e controlar são três fatores essenciais para que a gestão do canteiro de obras seja eficiente. Tratando-se de organização, esta se fez ativa no período de instalação do canteiro: designação da área de vivência (figura 2) com espaço reservado para refeições, guarda de pertences pessoais, instalações sanitárias e escritório construídos em alvenaria e mantidos em estado de conservação, higiene e limpeza indicam que as diretrizes do item 18.4 da NR- 18 foram contempladas dentro do previsto para canteiro de obras como o estudado. Disposição de

bancada, mesas de corte, estoque e depósito de materiais também foram previstos com vista a um ambiente de trabalho seguro e eficiente. As áreas para locação de materiais e frentes de serviço era amplo durante a primeira fase da construção, condição que deixou de existir no momento que a obra tomou forma. O espaço para os operários começou a ficar restrito e a ausência de acompanhamento resultou em um ambiente onde o andar de um lado a outro não é tarefa fácil.

Figura 2 – Área de vivência

Fonte: Próprio autor, 2013.

No decorrer do estudo foi possível perceber que a condução e o controle do canteiro estavam deficientes. Cabia ao mestre-de-obras observar o desenvolvimento das atividades e agir de maneira corretiva caso algo estivesse fora do lugar, conduzindo e controlando o espaço físico. Alguns pedreiros mais experientes auxiliavam neste processo conduzindo e controlando suas equipes de trabalho, o que em alguns momentos provocava transtornos entre frentes de serviço diferentes, as quais ocupavam espaços muito próximos, realidade decorrente do imediatismo e singularidade na resolução de dificuldades do processo.

Fazia-se necessária uma visão mais ampla da situação do canteiro de obras, uma gestão do todo da obra que fosse capaz de controlar as partes falhas a partir de um novo planejamento dentro das condições em que a obra se apresentava, considerando a quantidade de materiais, operários e diferentes serviços sendo executados naquela etapa do empreendimento. A ausência de planejamento a curto e médio prazo também pode ser citada como responsável pela dificuldade em se realizar um controle efetivo do canteiro de obras. A

estimativa de datas para a conclusão das tarefas e etapas da obra auxiliaria na condução dos trabalhos e permitiria um controle real do ritmo de produção.

3.2 LOGÍSTICA NO CANTEIRO DE OBRAS

No canteiro do edifício Riverside houve preocupação com o fluxo de produção, que não podia parar para não atrasar a conclusão do empreendimento. Gestão dos fluxos físicos e de informações dentro do espaço de trabalho, no entanto, não foram considerados separadamente. É possível afirmar que o conceito de logística no canteiro de obras não estava inserido no cenário produtivo. Primeiramente, pela inexistência de um cronograma físico da obra que estipulasse datas marco para a conclusão de cada etapa, segundo pela falta de um planejamento efetivo para a execução dos serviços, que eram determinados de acordo com as necessidades de continuidade da obra. Tais debilidades impediram que desvios e falhas no fluxo produtivo fossem visíveis à empresa e operários. A disponibilidade de um planejamento a curto prazo, em local visível da obra, permitiria a constatação de falhas de maneira clara e sucinta, podendo servir de estímulo para que medidas corretivas fossem tomadas. Eis o momento em que se torna necessária a presença de um profissional para gerir a produção e o ambiente na qual esta se desenvolve.

É fato que a experiência da maioria dos pedreiros permite que lhes seja visível caso alguma frente de serviço leve mais tempo que o necessário para executar a tarefa, ou quando o trabalho não é levado a sério pela equipe. A ausência de planejamento, no entanto, torna impossível acompanhar o desempenho da produção através de aferições do planejado com realizado, fazendo com que falhas no processo passem despercebidas ao engenheiro que pouco se faz presente na obra.

Não havendo esse controle, a logística dentro do canteiro em estudo se torna uma questão de imediatismo generalizado, não sendo possível identificar o que realmente atrasa a produção, ou impede o fluxo contínuo de trabalho no interior do canteiro. Nesse contexto, as medidas tomadas medidas solucionam um desvio local que nem sempre representa a raiz do problema.

3.2.1 Fluxo de informações

A quantidade de informações produzida durante o processo construtivo de um edifício como o Riverside é elevada pela necessidade de inúmeros projetos para a execução. Cada

projeto está sujeito a interpretações baseadas na experiência do operário no ramo da construção, como consequência, diferentes interpretações surgem para um mesmo projeto, gerando elevada quantidade de informações que se disseminam entre as equipes.

No canteiro de obras, projetos estavam disponíveis a todos os operários em uma sala reservada para tal e em cada pavimento, para cada zona de serviço havia uma planta específica para nortear as atividades da equipe, junto a elas estavam lápis, régua e calculadora utilizadas pelos operários. As figuras 3 e 4 mostram os casos citados. Sua disposição auxilia a nortear a mão de obra e atua positivamente na produção.

Figura 3 – Projetos no escritório do canteiro

Fonte: Próprio autor, 2013.

Figura 4- Projetos sobre a primeira laje

Fonte: Próprio autor, 2013.

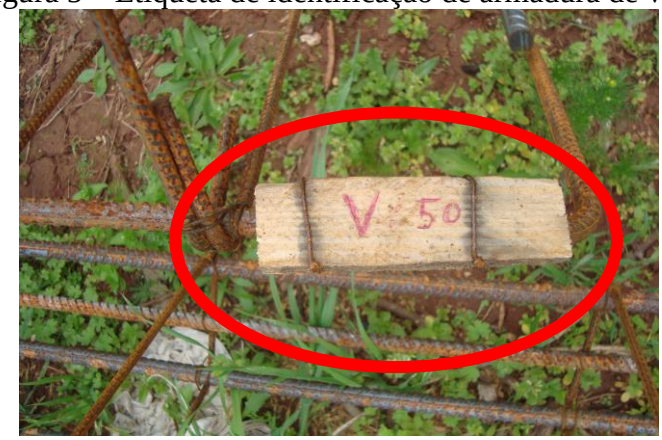
O que tumultuoo a mão de obra foram as alterações que os projetos sofreram. Aparentemente, no início da construção todos estudaram o projeto a ser executado, identificando suas principais características e etapas de execução. Após haverem alterações este processo de estudo não se repetiu. Não houve explanação eficaz das modificações realizadas por parte dos engenheiros aos operários, ficando inúmeras dúvidas de como proceder na execução. Como consequência tem-se número significativo de pausas para buscar informações junto ao mestre-de-obras ou para discutir disposições construtivas, situações que afetam o desenvolvimento da obra e poderiam ser evitadas se houvesse fluxo de informações contínuo entre as partes envolvidas na execução, desde a elaboração do projeto até a sua execução.

Esta falta de informações também resultou em retrabalhos, como no caso de algumas formas de vigas que foram confeccionadas para o projeto original e tiveram de ser recortadas e adaptadas ao novo projeto. No momento de montar a forma da estrutura a falha foi percebida fazendo com que a equipe ficasse a espera da forma da viga nas dimensões corretas. Foram aproximadamente trinta minutos de espera até que a forma fosse ajustada as medidas necessárias, segundo o pedreiro, foram removidos quarenta centímetros do comprimento total da forma, em consequência houve o reposicionamento das gravatas. Trabalho que poderia ter sido evitado se os operários tivessem sido informados que alterações estavam sendo planejadas para aquele pavimento.

Muitas das reclamações vindas da mão de obra estavam relacionadas à ausência de informações específicas em planta, dificultando a montagem de formas e sua disposição. Não havendo como reportar as dúvidas ao engenheiro, eram tomadas medidas alternativas que tomavam demasiado tempo dos operários, envolvidos em um constante ciclo de retrabalhos para adequar medidas e conciliar etapas finalizadas com o projeto original e o atual modificado.

O local reservado para armazenamento de formas e armaduras foi organizado a partir da colocação de etiquetas de identificação da parte da estrutura a qual correspondia, caso de formas de vigas e pilares, ganchos e estribos, características do produto (tipo de aço e diâmetro de vergalhões), etc.. Dois exemplos de etiquetas usadas podem ser vistos nas figuras 5 e 6. As informações dispostas desta maneira permitiam que outras frentes de serviço chegassem ao depósito e encontrassem aquilo que procuravam, colaborando para o fluxo físico da produção.

Figura 5 – Etiqueta de identificação de armadura de viga



Fonte: Próprio autor, 2013.

Figura 6 – Etiqueta de identificação do aço

Fonte: Próprio autor, 2013.

A comunicação entre os níveis e setores da empresa não ocorreu de maneira adequada. O mestre de obras recebia ordens do engenheiro do empreendimento e as transferia ao demais de maneira e no momento que lhe fosse conveniente. Foi possível observar, no período de estudo e análise, que não houve interação entre engenheiro e pedreiros. Obstáculos encontrados durante o processo produtivo não foram mencionados ao engenheiro com a frequência que deveriam, quando foram, as medidas adotadas buscaram a solução isolada da questão.

A não realização de reuniões acarretou na inexistência de documentos relacionados ao controle do processo de produção, como, por exemplo, relatórios de produtividade e de acompanhamento físico e financeiro. E mesmo que houvesse reuniões e relatórios tivessem sido redigidos, a ausência de planejamento afetaria sua credibilidade.

Ao final de uma semana de trabalho, não se fez nenhum registro dos insumos consumidos ou relação de compra para a próxima semana. Ao iniciar a semana, deu-se continuidade à produção. A mão de obra costumava chegar alguns minutos mais cedo, tanto pelo turno da manhã, quanto pela tarde, independente do dia da semana. Nestes minutos todos se reuniam e, informalmente, conversavam sobre os serviços em execução e estimativas de conclusão, com vistas às etapas futuras do empreendimento. Ao mestre de obras cabia a função de redefinir as frentes de serviço e encaminhá-las à execução destas etapas. Raramente o engenheiro se fazia presente nestes momentos, por vezes após o almoço, quando a mão de obra permanecia no canteiro, este aparecia para verificar a obra. Momento no qual conversavam sobre como dar sequência a produção e sobre a necessidade de insumos e equipamentos. Ao observar algumas conversas foi possível perceber que a intenção dos operários era concluir suas tarefas e adiantar os serviços que fossem possíveis para que não houvesse atraso. Em momento algum houve cobrança por parte de engenheiro ou mestre de obras em relação ao andamento da obra.

A comunicação informal dentro do canteiro de obras gerou quantidade elevada de ruídos provenientes de informações repetidas e incompletas. Em consequência, foi possível observar dois momentos em que a produção foi afetada durante o processo de concretagem de pilares. O primeiro foi devido a ausência de cimento em estoque para a produção de concreto. A equipe destinada ao assentamento da alvenaria havia encerrado sua função e utilizado todo o insumo disponível na semana anterior. A informação ficou entre os membros da equipe que não informaram ao mestre de obras da necessidade de compra. No momento que lhes foi solicitada a produção de concreto para os pilares é que o pedido de compra foi feito. Enquanto o insumo era levado até o canteiro de obras os operários se entreteram com o enchimento das padiolas e preparação da betoneira.

O segundo momento foi na tarde do dia seguinte, também no processo de concretagem de pilares, o serviço não pode ser executado pelo fato de o vibrador de mangote ter sido solicitado para concretagem de uma laje em outro empreendimento da empresa, no período da manhã. A falta de comunicação entre os mestres de obra dos dois empreendimentos ocasionou uma parada de trinta minutos para que um servente se deslocasse com o vibrador de um local a outro. Se houvesse um fluxo de informações atuando entre o canteiro e os demais níveis da

empresa, a informação de que, no período da tarde o vibrador deveria estar no canteiro do Riverside teria sido passado aos operários do outro edifício. Ou ainda, se a empresa tivesse sido informada que haveria concretagem em ambas as obras, um equipamento extra poderia ter sido fornecido, evitando o compartilhamento do vibrador e a dependência entre duas obras distintas.

A falta de comunicação entre operários quase ocasionou a produção de concreto em excesso durante o primeiro dia de concretagem. Ao iniciar a produção, um dos operários pediu que alguém lhe informasse a quantidade de concreto usada em cada pilar para que lhe fosse possível estimar quantas betoneiras seriam necessárias. A informação, porém, não chegou até ele. Passado algum tempo, do alto da primeira laje o mestre o chamou pedindo que parasse com o concreto, pois o ultimo pilar estava sendo finalizado. Caso não fosse avisado a tempo, uma betoneira cheia de concreto seria desperdiçada.

A falta de reuniões acarretou em outro ponto do fluxo de informações: a participação do cliente. É fato que a construção das áreas privativas ainda não teve início, portanto, não convém aos proprietários dos apartamentos participarem de reuniões para decidir o andamento da obra. Quanto às alterações feitas no projeto, até o momento o pavimento comercial, a rampa de acesso aos pavimentos garagem e o salão de festas foram alterados. Neste ponto destaca-se a rampa, que no projeto original era linear e passou a ter um ângulo de noventa graus para se chegar ao pavimento superior. É possível que alguns proprietários desaprovem tal alteração, visto que o acesso foi dificultado.

Os problemas ocasionados pela falta de informações no setor produtivo do empreendimento não foram reportados ao engenheiro responsável, impedindo que foseem tomadas medidas corretivas ou apenas melhorias no processo. A relação entre engenheiro e operários não parecia ser muito estreita, ficando a cargo do mestre de obras intermediar as relações, visto que, em conversa informal, me foi relatado que o engenheiro não vê com bons olhos o intervalo feito todos os dias pela mão de obra, pois crê que o ritmo da produção é prejudicado com a pausa. Responsável pela produção e sempre atento às frentes de serviço, o mestre de obras ignorava o descontentamento do engenheiro e não fazia menção ao assunto, alegando que alguns instantes de descanso faziam com que os operários retomassem seu trabalho mais dispostos e atentos a sua função.

Mesmo com a ausência de um sistema de informação, o canteiro de obras em estudo conseguiu manter um ritmo produtivo que resultou em bom desempenho e não foram registradas queixas que indicassem o descontentamento com a organização do espaço de trabalho.

3.2.2 Fluxos físicos

A primeira impressão ao entrar nos domínios do canteiro de obras do edifício Riverside foi de que era impossível a realização de um trabalho dinâmico, contínuo e organizado dentro de um ambiente com tamanha quantidade de material oriundo de desforme espalhado pelo terreno. A figura 7 permite que se tenha uma vaga ideia da situação do canteiro. Entre meio toda a desordem, as frentes de serviço executavam suas tarefas pouco se importando com a elevada quantidade de obstáculos em seu caminho, desviavam um pouco para um lado, mais um pouco para o outro, tropeçando, mas continuavam como se nada tivesse acontecido e tudo estivesse na mais perfeita ordem.

Figura 7 – Situação do canteiro de obras no início do estudo

Fonte: Próprio autor, 2013.

Ao longo do período de estudo, o material entulhado foi sendo selecionado, parte para reuso, parte para bota-fora, pregos foram sendo removidos e colocados em baldes e posteriormente na lixeira. O espaço físico se tornou pouco mais favorável ao fluxo de operários, como foi possível verificar na figura 8, ficando apenas os desníveis como principais obstáculos aos operários.

Figura 8 – Canteiro após seleção do material

Fonte: Próprio autor, 2013.

Apesar do estado de desordem, os operários pareciam estar cientes dos riscos que corriam ao andar por cima de escoras de eucalipto, tábuas e ripas cheias de pregos e pontas, mas nem por isso deixaram de transportar materiais e equipamentos por rotas alternativas por eles criadas. Além do material espalhado, outros empecilhos dificultavam o fluxo físico: desnível do terreno oriundo das escavações para a fundação, chuvas que tornaram o solo escorregadio, vigas de fundação concretadas em nível acima do nível do terreno – obstáculo constante para os operários (figura 9).

Figura 9 – Desníveis do terreno e vigas de fundação

Fonte: Próprio autor, 2013.

As vigas de fundação estavam presentes em quase todo o terreno, dificultando o fluxo de materiais e de pessoas. A altura entre o topo da viga e o solo variava entre sessenta e quarenta centímetros, variação devido o nível do piso e irregularidades do terreno. A escassez de espaços livres, que permitissem o fluxo seguro e contínuo no canteiro de obras, exigia de serventes e pedreiros demasiado tempo para amenizar as condições desfavoráveis. Posicionar e estabilizar escadas e providenciar rampas para amenizar vãos entre vigas eram serviços realizados com frequência, solucionando temporariamente o problema, sem eliminá-lo.

Em se tratando de agilidade, afirma-se que muito tempo foi desperdiçado com os desvios e cuidados durante deslocamento dentro do canteiro de obras. O fluxo de materiais foi o mais prejudicado dentro do contexto em estudo. Longas distâncias, variando entre vinte e cinco e trinta metros, a serem percorridas pelos operários durante o transporte de concreto; existência de vãos cobertos com chapas e tábuas apoiadas sobre vigas e restos da construção. Na figura 10 é possível observar a descontinuidade das rampas, além do escoramento da laje superior situadas em meio o caminho, permitindo apenas uma linha de passagem, e o espaço limitado para o deslocamento, pois as rampas não chegavam a um metro de largura, são os principais empecilhos do fluxo físico.

Figura 10 – Rampas descontínuas e interferência de escoras da laje

Fonte: Próprio autor, 2013.

Aparentemente, os operários não se importavam com as condições do canteiro, alegando que, com cautela e atenção, era possível trabalhar normalmente. Parte da carga de concreto foi extraviada em alguns momentos devido à instabilidade das rampas, o desperdício

não foi considerado pela empresa nem pelas equipes, visto que todos valiam-se da premissa que desperdícios são parte inerente à construção civil.

No caminho da rampa de acesso ao pavimento garagem houve interferência de galhos de uma árvore do terreno vizinho, como mostra a figura 11. A remoção destes galhos facilitaria o trabalho de montagem das formas. Sua presença fez com que operários se esquivassem de maneira perigosa e ainda ficassem enroscados, diminuindo o ritmo da produção.

Figura 11 – Vegetação dificultando o trabalho

Fonte: Próprio autor, 2013.

Como aspectos positivos pode-se citar a disponibilidade de materiais para cada operário: cada um dispunha de um cinto de ferramentas preso a cintura: martelo, nível, saco de pregos, marretas, trena, lápis, calculadora, estilete, turquês e pequeno rolo de arame foram alguns dos itens nele encontrado, podendo variar de acordo com o tipo de cinto e a função desempenhada pelo operário.

Para cada frente de serviço havia uma caixa de ferramentas para complementar o cinto individual. Cerrote, brocas para furadeira, pregos, machadinha, martelo foram algumas das ferramentas encontradas no interior das caixas, podendo variar com o trabalho que a equipe estava realizando. Este aspecto permitiu que, durante a execução do trabalho, não ocorressem interrupções por falta de ferramentas. A presença de um servente a disposição de cada frente de serviço era outra característica a ser citada como positiva no fluxo físico. Em caso da equipe precisar de algo que não estivesse ao seu alcance, o servente podia ir buscar sem que o trabalho fosse interrompido. Percebeu-se que na obra do edifício Riverside a maioria dos serventes eram homens mais jovens, com pouca experiência para executar tarefas importantes,

mas com disposição para auxiliar os mais velhos, especialmente no transporte de materiais e alcance de equipamentos e ferramentas. Os aspectos mencionados minimizavam os passos do processo de produção, contribuindo no fluxo de mão de obra.

A interação entre os operários de uma mesma equipe era boa, todos focados no serviço e dispostos a concluí-lo, aspectos que tornavam o fluxo dinâmico e produtivo.

A confecção das formas e sua disposição foram feitas por ordem de utilização, assim, ao passo que eram sendo finalizadas, eram transportadas até o local onde seriam utilizadas, recebendo uma camada de desmoldante e ordenadas conforme o uso e sempre com a identificação visível.

A disponibilidade de material sobre a primeira laje contribuiu para que o trabalho das equipes que lá estavam fosse contínuo. A todo o momento foram elevados materiais, fosse com o guincho de coluna ou manualmente, para que a produção não parasse. Formas, guias, armaduras, estribos, ganchos, gravatas, ripas, tábuas, chapas e vergalhões foram solicitados com frequência, visto que no alto da laje havia se instalado uma equipe para a confecção de formas de vigas e pilares para os pavimentos que se seguiam. Segundo o mestre de obras, aos poucos algumas atividades iam sendo transferidas para o interior do edifício, acompanhando o desenvolvimento vertical da obra, reduzindo assim as distâncias a serem vencidas.

As equipes sobre o primeiro pavimento começaram a ter problemas de fluxo físico a partir do quarto dia de acompanhamento. No dia seguinte a concretagem, as formas foram removidas dos pilares e largadas sobre a laje sem preocupação com o espaço. Ao passo que o número de pilares desformados aumentou, a quantidade de chapas e escoras foi aumentando, dificultando a passagem dos operários, travamento e locação de novos pilares.

3.3 LAYOUT DO CANTEIRO

Antes do início das obras, o canteiro passou por um processo de planejamento com vistas a obter a melhor utilização do espaço disponível. Sendo este escasso, houve a aquisição de um terreno e a partir de seu espaço foi planejado o layout do canteiro de obras do edifício Riverside (em anexo projeto que permite sua visualização). Os objetivos do planejamento citados no primeiro capítulo deste trabalho falam de operações seguras, motivação dos empregados, conforto, limpeza e segurança (objetivos de alto nível). Estes foram alcançados na parte do canteiro instalada no terreno anexado a obra. A construção de um alojamento com sanitários, depósito, vestiário e cozinha foi de grande utilidade aos operários, que em seus momentos de descanso tem um local longe de todo o desalinho da outra parte do canteiro. A

designação deste espaço permitia que operários passassem a hora de almoço no canteiro de obras, se assim o quisessem.

O terreno em forma de triângulo permitiu que pela Avenida Vinte e um de abril fosse estabelecido um acesso exclusivo para concessionarias de água e luz realizarem seu trabalho. Pela Rua Pinheiro Machado dois acessos foram fixados: um mais próximo ao terreno anexado com dois metros de altura e quatro metros e vinte de largura, e outro mais ao centro do terreno da obra, com três metros e dez centímetros de largura. A figura 12 mostra a posição aproximada dos acessos. Ambos servem para descarga de materiais e acesso de pessoas, sua utilização está relacionada com a diminuição das distâncias a serem percorridas dentro da obra.

Figura 12 - Posição dos acessos no terreno

Adaptado de: Dados cartográficos ©2013 Google, MapLink, 2013.

Os insumos para alvenaria, por exemplo, foram descarregados mais ao centro do terreno para facilitar o transporte dos tijolos até o guincho de coluna. Já as britas foram descarregadas no outro acesso, diretamente no ponto de estocagem localizado a seis metros de distância do portão. Essa característica permitiu que a descarga do material fosse rápida e sem

paralização da mão de obra, pois bastava que o caminhão entrasse de marcha à ré no canteiro e liberasse a carga, como apresenta a figura 13.

Figura 13 – Descarga de agregados

Fonte: Próprio autor, 2013.

O não planejamento de um estacionamento interferiu em alguns momentos também. A maioria dos operários ia ao trabalho de bicicleta, estas eram “estacionadas” no interior do canteiro no espaço que estivesse disponível no momento, geralmente entre o portão de acesso e a área de montagem de formas (figura 14). Houve momentos que elas impediram a passagem dos operários, especialmente quando era necessário transportar chapas resinadas inteiras para as formas de laje.

Figura 14 – Interferência de bicicletas no fluxo físico

Fonte: Próprio autor, 2013.

O layout dos espaços de trabalho foi bem desenvolvido. Foram designadas áreas específicas para cada serviço a ser realizado: corte, dobra e armazenagem de armaduras e vergalhões; confecção de formas com bancada ajustada a distância entre as gravatas, próximo a mesa de corte e do depósito de chapas resinadas com cobertura, todas no terreno anexado, em torno do galpão de alvenaria que abriga os operários. Vale ressaltar que a área de corte e dobra deveria ser coberta com as outras, evitando que as estruturas de aço ficassem sujeitas a intempéries. Por esta razão, vergalhões que seriam utilizados nos próximos pavimentos foram armazenados em local sob a primeira laje, evitando, em parte, sua exposição ao ambiente, visto que sua utilização se dará mais tarde.

Além do já mencionado, comprometeram a eficiência do layout do canteiro em estudo outras situações, como a ausência de linhas de fluxo, havendo apenas uma devido às restrições do canteiro principal. Esta limitação fez com que ocorresse grande número de cruzamentos entre operários, especialmente durante o transporte de materiais. Situação que tende a piorar com o avanço da obra. Não houve possibilidade de um arranjo físico moldável as etapas da obra, apenas a opção de locação de serviços no interior de pavimentos já concluídos, permanecendo no terreno em anexo a execução da maioria das funções.

3.3.1 Projeto do canteiro

Não houve a elaboração de um projeto de canteiro para o canteiro de obras do edifício Riverside. O projeto do empreendimento foi elaborado com vistas a ocupação da área do terreno, sem considerações às áreas necessárias à produção. A aquisição do terreno lindeiro permitiu que se procedesse desta maneira. Os locais de realização dos serviços e a localização do galpão de alvenaria foram definidos baseados na experiência dos operários e engenheiro, buscando obter a melhor utilização do espaço.

Para que fosse elaborado um projeto de canteiro seria necessário um estudo preliminar das necessidades da obra, baseando-se no planejamento, no cronograma e no projeto executivo. Este estudo resultaria em informações sobre o plano de ataque, número de frentes de trabalho atuando em cada etapa e fases do canteiro, permitindo prever as alterações de arranjo físico necessárias ao longo do processo produtivo.

CONCLUSÃO

Frente ao disposto no capítulo anterior, convém afirmar que o canteiro de obras estudado não dispõem de um sistema de gestão. Toda sua organização e a do processo produtivo é baseada na experiência dos operários e em suas necessidades. Tal experiência, no entanto, não permite prever interferências nas atividades a serem desenvolvidas futuramente e soluciona apenas os inconvenientes do momento presente. O fato de a indústria da construção civil envolver produtos únicos cujo local de produção não é fixo interfere na utilização da experiência, pois as dimensões de um projeto para outro variam, assim como as condições de instalação do canteiro e número de operários. Mesmo durante a construção de um edifício, as várias fases da obra exigem planejamentos específicos conforme as necessidades da mão de obra e do empreendimento.

Fluxos físicos são constantemente prejudicados pela deficiência na disposição física de homens, materiais, equipamentos, etc.. A falta de comunicação entre operários e os demais níveis da empresa e de informações em projetos prejudicam a produção. A ausência de planejamento e cronograma, no entanto, torna estes aspectos negativos invisíveis aos olhos, tanto de operários quanto da empresa como um todo.

Por se tratar de um canteiro restrito, um projeto do canteiro, específico para cada etapa da obra e elaborado a partir de estudo de projeto executivo, planejamento, escopo e cronograma deveria ter sido desenvolvido. Apesar da ausência de um, o layout estabelecido no canteiro de obras do terreno anexo consegue atender as necessidades da mão de obra. Parte dos problemas enfrentados no desenvolvimento das atividades é consequência da falta de gestão do canteiro de obras. Essa situação vem sendo gravada pelo imediatismo e falta de planejamento e organização da obra. Ações que devem ser eliminadas do ambiente de trabalho para que o haja melhoras no desempenho da produção.

É fato que a falta de gestão do canteiro de obras implica na falta de gestão da produção e afeta a resultado final do empreendimento, além de criar condições de trabalho desfavoráveis aos operários. Mesmo não havendo um sistema efetivo para controlar a situação, a empresa não enfrenta problemas com escassez de mão de obra, atrasos com

entrega, orçamentos e qualidade de seus empreendimentos. Os operários sentem-se seguros e motivados em seu trabalho e não fazem referência alguma aos obstáculos encontrados no interior do canteiro. Visualmente o canteiro de obras do edifício Riverside causa impacto positivo, visto que os problemas citados neste trabalho se referem, em sua maioria, as restrições de espaço no terreno principal e falta de comunicação entre as partes envolvidas no processo produtivo. O canteiro todo cercado por muros, grandes portões de acesso, operários focados em suas funções e a área de vivência bem definida tornam o empreendimento atrativo aos olhos do cliente.

Inexistência de cronograma e planejamento impossibilitam a gestão dos fluxos físicos e de informações, pois não há parâmetros para se realizar o acompanhamento e controle do trabalho realizado. Por não haver nenhum sistema que permita o acompanhamento do processo produtivo, não há como analisar e controlar a produção. Problemas que impedem ou dificultam a realização das tarefas são facilmente identificados, mas não há setor ou um responsável que se dedique a realizar um planejamento para amenizar a situação. Desta maneira cabe a mão de obra decidir como agir dentro do espaço de trabalho. O modo unilateral de resolver as situações desfavoráveis à produção favorece apenas um a parte da equipe, podendo prejudicar outras. O imediatismo ao lidar com as restrições oferecidas pelo canteiro funciona, porém, não elimina definitivamente o problema.

Para um canteiro de elevadas proporções e grande número de operários, seria necessário à empresa, setor responsável pela gestão do canteiro de obras, pois ao tratar de grandes empreendimentos, trata-se também de elevado número de operários, quantidade de insumos, diferentes trabalhos sendo realizados ao mesmo tempo e de várias etapas a serem vencidas. E a cada etapa é necessário um novo planejamento do espaço físico, pois a obra passa a ocupar seu espaço, surgem materiais que não terão mais serventia, restos de madeira, aço e demais insumos que devem ser administrados para que não se tornem obstáculos serem vencidos no dia-a-dia dos operários. É visível a necessidade de alguém que acompanhe o trabalho lá realizado e que não pense somente na produção, mas que consiga integrar os processos produtivos com a organização do espaço utilizado. Tarefa esta que não cabe à mão de obra, focada em executar suas tarefas, mas a alguém que consiga gerenciar o trabalho de operários e o resultado deste trabalho. A criação de um cronograma geral para a obra permitiria a criação de planejamentos a curto e médio prazos, a partir dos quais seria possível controlar, conduzir e aperfeiçoar o processo produtivo. A partir destas medidas a empresa se beneficiaria tornando seus empreendimentos mais eficientes e rentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. Escola de Engenharia: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2000. p. 24. Disponível em: < http://alves.sdsu.edu/Thais_DissertacaoMestrado.pdf >. Acesso em: 28 de abril 2013.

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.** [s.d.] 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. 2013.

ARAÚJO, Viviane Miranda. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras.** 2009. 205 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009. p. 18. Disponível em: < http://fcardoso.pcc.usp.br/Araujo_Diss_Ed_Rev%20(2).pdf >. Acesso em 14 de abril 2013.

CARDOSO, Francisco F.. **A gestão da produção de vedações verticais**: Alternativas para a mudança necessária. Julho, 1998. Diponível em: < http://fcardoso.pcc.usp.br/FCardosoSemVedVert.pdf >. Acesso em: 21 mar. 2013.

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., São Paulo, 12 nov. 1996. Disponível em < http://fcardoso.pcc.usp.br/leanconstruction1996.pdf >. Acesso em: 12 abril 2013.

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. 2013.

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. 2013.

FERREIRA, Emerson de Andrade M.; FRANCO, Luiz Sérgio. Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios. In: **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, 1998. Disponível em: < http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT210-%20Ferreira.pdf >. Acesso em: 23 mar. 2013.

MARTINS, João P. da Silva P.. **Modelação do fluxo de informação no processo de construção:** Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos. 2009. 437p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponivel em: < http://paginas.fe.up.pt/~jppm/docs/Tese.pdf > Acesso em: 21 abril 2013.

MATTOS, Aldo Dórea. Ciclo PDCA. In: MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 1. Ed. São Paulo: Ed.Pini, 2010. p. 35- 41.

MAY, Alexandre. **Gestão logística aplicada à canteiros de obras.** Fundação Universidade Regional de Blumenau, 2002. Disponível em: < http://alunoesperto.com/logistica-aplicada-a-canteiros-de-obra>. Acesso em 13 ago. 2013.

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.** Artigo parte de dissertação. Florianópolis, SC. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART305.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.

_____. 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.

OLIVEIRA, Ricardo Rocha de. **Liderança e comunicação na gestão da construção civil.** In: TIC 2007 – III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Porto Alegre, 2007. Disponível em: < http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/artigos/A1086.pdf >. Acesso em 05 maio 2013.

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. 2013.

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. 2013.

RIBEIRO, Paula Frassinetti Cavalcante. **Caracterização dos canteiros de obras da cidade de Angicon/RN**. 2011. 66 p. 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%20Frassinetti%20Cavalcante%20Ribeiro.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2013.

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, BRASIL, 2003. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0901_0963.pdf >. Acesso em: 21 abril 2013.

SAURIN, Tarcisio Abreu. **Métodos para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiro de obra de edificações**. 1997. 147 p. 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 2013.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos.** Porto Alegre: ANTAC, 2006. —(Recomendações Técnicas HABITARE, V. 3).

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). 1998, Florianópolis. **Qualidade no processo construtivo.** vol. II, pp. 277-285,1998. Disponível em: < http://fcardoso.pcc.usp.br /Entac98Log%C3%ADstica.pdf >. Acesso em: 11 abril 2013.

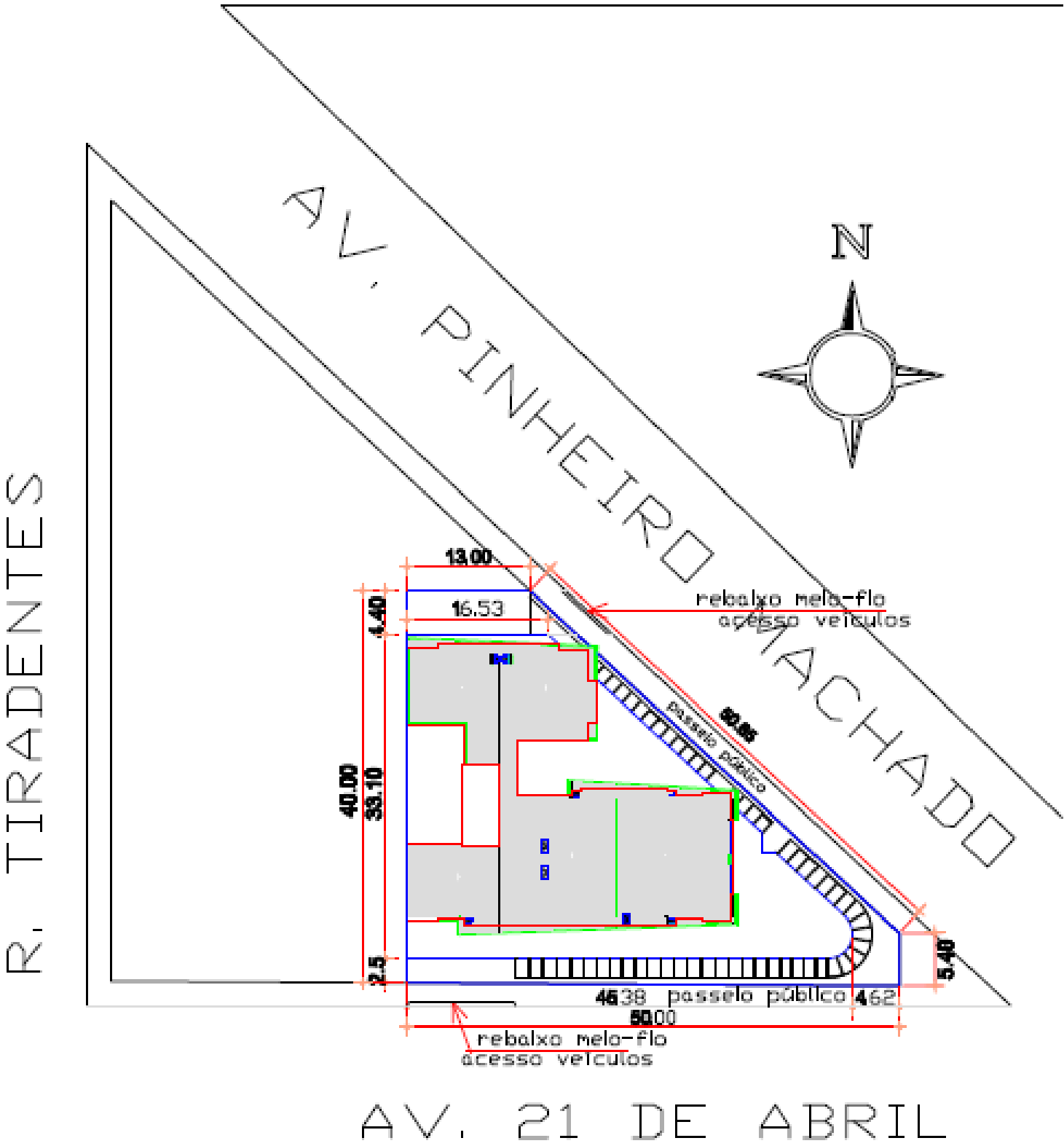
SILVA, Fred Borges da; CARDOSO, Francisco Ferreira. Ferramentas e diretrizes para a gestão da logística no processo de produção de edifícios.[s.d.]. In: **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, 2000. Disponível em: < http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT263.pdf>. Acesso em: 11 abril 2013

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

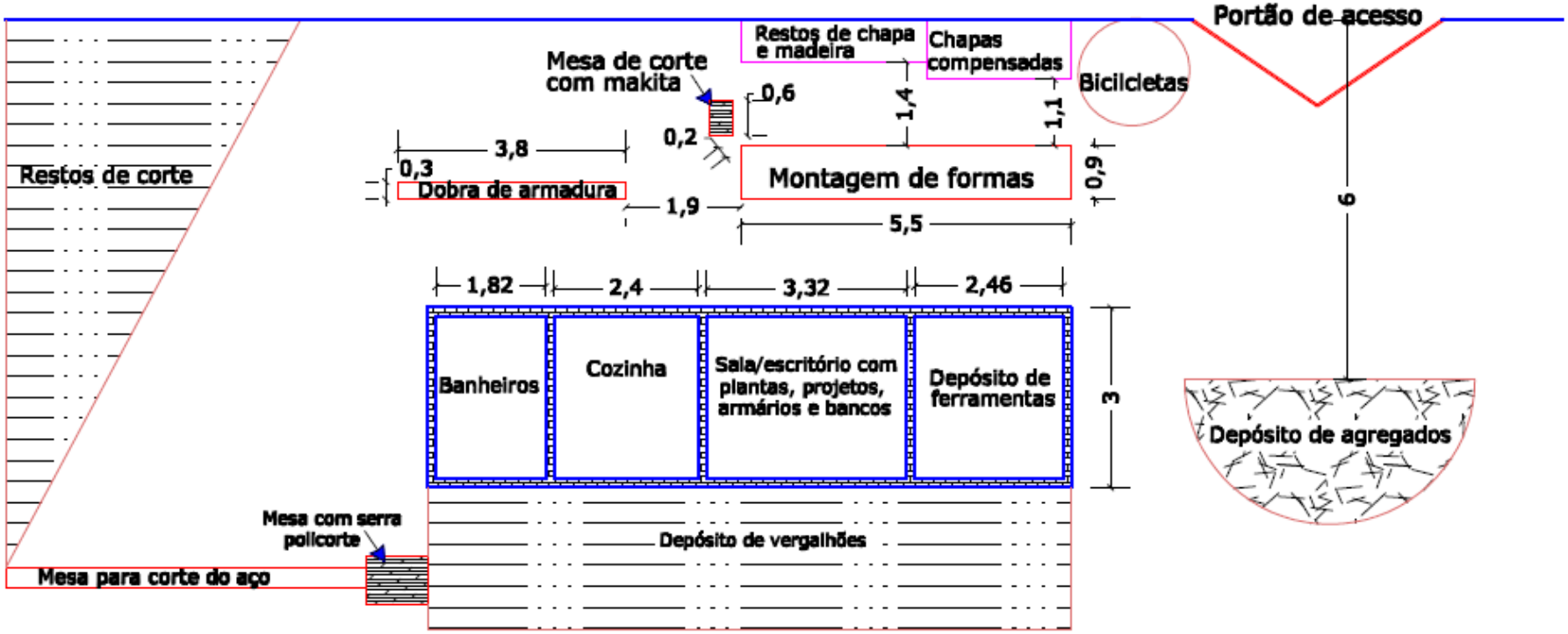
SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. **Projeto e implantação do canteiro**. 3. ed. Ed. Nome da rosa, 2000.

VIEIRA, Hélio Flávio. **Logística aplicada à construção civil:** como melhorar o fluxo de produções nas obras. 1. ed. São Paulo: Ed. Pini, 2006. 178p.

ANEXO A –
PROJETO SITUAÇÃO/LOCALIZAÇÃO DA OBRA


AV. PINHEIRO MACHADO
R. TIRADENTES
AV. 21 DE ABRIL
N
13.00
16.53
1.40
40.00
39.10
2.5
rebaixo meio-fio
acesso veículos
passeio público
5.40
46.38
passeio público
4.62
50.00
rebaixo meio-fio
acesso veículos

ANEXO B –

PROJETO DO LAYOUT EM TERENO LINDEIRO

Av. Pinheiro Machado