



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

GESTÃO DE FLUXOS LOGÍSTICOS INTERNOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL – O CASO DE OBRAS VERTICAIS EM FORTALEZA-CE

**Carlos A. M. A. Mourão (1); Marcos de V. Novaes (2); Sérgio L. Kemmer (3);
Fernando R. M. Nunes (4)**

(1) C. Rolim Engenharia Ltda., Fortaleza, Brasil – e-mail: alexandre@crolim.com.br

(2) C. Rolim Engenharia Ltda., Fortaleza, Brasil – e-mail: marcosnovaes@crolim.com.br

(3) Universidade de Salford, Salford, UK – e-mail: S.Kemmer@salford.ac.uk

(4) Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal da Paraíba, Brasil –
e-mail: ferimene@secrel.com.br

RESUMO

A construção civil, durante muito tempo, desenvolve suas atividades com base em um modelo de administração da produção que prioriza atividades de conversão, as quais representam ações de processamento ou modificação na forma ou substância de um material. Esse modelo negligencia às demais atividades envolvidas na realização de um processo, como inspeção, transporte e estoque. Aumentar a rotatividade do estoque libera recursos financeiros e reduz o custo de manutenção do inventário. Nesse sentido, entende-se que para uma obra ter sucesso, os três principais fluxos (materiais, informações e financeiro) têm que estar harmônicos. O presente artigo teve como objetivo principal enfatizar a gestão de fluxos logísticos internos em obras residenciais verticais. Para tanto, a gestão do fluxo foi analisada, após estudo comparativo entre duas obras de uma mesma construtora. Por meio deste paralelo, validou-se o estudo proposto, pois ficou constatado resultado final positivo na obra onde se realizou os estudos de fluxos logísticos. As grandes diferenças das obras analisadas estão na aplicação de ferramentas de cunho científico aliadas às aplicações de princípios da “construção enxuta”, de uma forma prática. O presente artigo expõe que os fluxos logísticos internos num canteiro de obras são tão importantes quanto à própria atividade de conversão.

Palavras-chave: construção civil; fluxos logísticos; obras verticais.

1 INTRODUÇÃO

As dificuldades temporais e espaciais são uma das maiores causas de perdas na produtividade em canteiros de obra. Estas situações são evitáveis e gerenciáveis se identificadas a tempo. As ferramentas de gerenciamento de um empreendimento, porém, na sua maioria, não consideram as necessidades de alocação de espaços.

A produção tem que ser vista como a conversão de insumos em produtos e que estes processos possam ser detalhados em pequenas porções para uma boa análise destes. O estudo das etapas intermediárias da produção ou o estudo dos fluxos físicos num canteiro de obra são essenciais para o sucesso de um empreendimento nos tempos de hoje, pois, além de uma competitividade acirrada em termos de mercado, tem-se também um entendimento bem maior sobre perdas na construção civil, seja de material ou de pessoal.

O presente trabalho deter-se-á nos fluxos logísticos internos num canteiro de obras, enfocando, principalmente, os fluxos físicos e de informações.

2 LOGÍSTICA

Para Bowersox e Closs (2001, p. 19) a logística é singular: nunca pára! Está ocorrendo em todo lugar do mundo, 24 horas por dia, sete dias por semana, durante 52 semanas por ano. Poucas áreas de operações envolvem a complexidade ou abrangem o escopo geográfico característicos da logística. O objetivo da logística é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados.

Segundo Vieira (2006, p.20) a logística é, portanto, uma metodologia ou processo administrativo que se baseia 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.

2.1 Logística nas empresas de construção

No setor de edificações, a Logística é um termo novo e a maioria das organizações encontra-se ainda em um nível de evolução precário em comparação com os avanços da indústria seriada. Diversos autores (KOSKELA, 1992; AGOPIOU et al., 1998; SILVA, 2000) ensinam que a maioria das perdas na construção civil está fortemente ligada a uma gestão logística pouco desenvolvida ou à falta desta, por parte das empresas desta área.

De acordo com Bertelsen (1997, apud ZEGARRA 2000, p.19), destaca que vários estudos realizados na Suécia na área da gestão de materiais demonstram que os baixos índices de produtividade se encontravam interligados a uma gestão logística deficiente. Foram levantados nove sintomas desta deficiência, quais sejam: (i) transporte interno de materiais excessivo; (ii) estocagem no canteiro de obras; (iii) grandes perdas; (iv) furtos; (v) falta de material; (vi) erros nas entregas; (vii) grande quantidade de materiais devolvidos ao fornecedor; (viii) quebras e (ix) danos em trabalhos realizados. Além disso, os estudos mostraram que em média um operário passa aproximadamente um terço do seu tempo na obra, procurando e manuseando materiais.

Cardoso e Pinto (1997) apresentam uma subdivisão para a Logística aplicável às empresas construtoras e que será utilizada, classificando-a quanto a sua função em Logística de suprimentos (externa) e Logística de canteiro (interna), conforme apresentado na Figura 1.

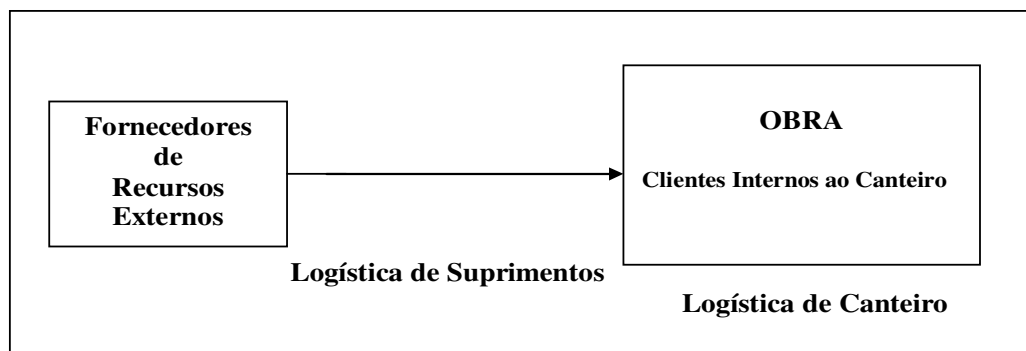


Figura 1 – Subdivisões da Logística na Construção Civil (Fonte: Silva, 2000).

2.2 A logística interna do canteiro e o estudo de fluxos

A construção civil é muito diversificada em termos de produto. Pode ser uma ponte, um edifício, uma casa, uma estrada, enfim uma infinidade de produtos, mas existe uma característica comum entre estes. Excetuando uma ou outra experiência revolucionária, tudo o que a construção civil produz é imóvel, ou seja, diferente da maioria dos produtos de outras indústrias, que quase sempre podem andar em uma linha de montagem, todos os componentes dos produtos da construção civil devem ser levados até ele, caracterizando o layout fixo (LOPES, 1996).

O layout fixo é um dos maiores empecilhos à implementação de um sistema de administração da produção. Outro problema é que, dificilmente, o mesmo produto é feito duas vezes. Mesmo que a construtora se dedique a fazer somente edifícios, raramente repetirá o mesmo projeto.

Este problema de transporte de materiais pode ser minimizado e uma das maneiras para se conseguir isso é fazer um estudo preciso do layout do canteiro, procurando a melhor posição para o guincho, a central de betoneiras, locais para o estoque de materiais e entrada de caminhões. Este estudo deve procurar a otimização das distâncias, de modo a reduzir o transporte.

Quanto ao transporte vertical, não há como reduzir distâncias, mas existem outros problemas a solucionar. A adoção dos sistemas *Just in Time*, *Kanban*, adaptados, pode ser solução para a dificuldade de abastecimento nos andares pelo guincho.

Formoso (1993) ressaltou que o desperdício de materiais é um dos maiores responsáveis pela péssima imagem que a construção civil tem perante a sociedade. Estudo realizado pelo NORIE/RS (Núcleo Orientado para Inovação da Edificação) indicou que as perdas de sete materiais básicos – aço, cimento, concreto, areia, argamassa, tijolos furados e maciços - que representam em média 20% do custo de uma obra, podem alcançar 5 a 12% do seu custo total. A mudança deste quadro exige uma atitude proativa dos profissionais envolvidos, não só na produção, como também nas demais etapas da construção.

Para Vieira (2006, p. 156) quando se pensa no planejamento logístico no canteiro, o que se quer na verdade é caracterizar o planejamento do layout e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação, armazenamento de materiais e instalações de segurança. O planejamento da logística deve ser integrado ao planejamento do layout. O objetivo a ser atingido é o de garantir o fornecimento de insumos e de toda a infra-estrutura necessários para o perfeito funcionamento dos processos relacionados a instalações do canteiro. Anteriormente ao planejamento logístico deve existir uma fase de estudo criteriosa e o entendimento de toda a estrutura da obra, definição das fases de execução, avaliação das condições de início da obra, identificação dos pontos críticos das diversas etapas e compatibilização destas informações.

Os fluxos internos em um canteiro podem ser divididos em fluxo de materiais ou físicos e fluxo de informações. Os fluxos físicos internos são bem relevantes, pois na construção civil existem diversos tipos de materiais sendo estes separados por tipo de embalagem (a granel e sacarias, por exemplo) e tipo de transporte (caixas e páletes, por exemplo). Esta movimentação desencadeia um grande trabalho

que deve ser bem gerido ou administrado sempre com o intuito de evitar desperdícios e tentar agregar valor nas atividades inerentes ao processo.

Vieira (2006) considera que o planejamento logístico procura ter apoio em princípios genéricos como:

- a improvisação não é um pecado mortal, contudo é um pecado gravíssimo, porém com um bom planejamento, a improvisação pode ser minimizada ou até eliminada;
- a armazenagem mais eficiente é aquela que não existe. Caso não possa evitá-la, reduza-a;
- há de se observar que a armazenagem deve ser bem localizada e adequada às características físicas de cada insumo;
- quando o transporte é inevitável, procure o meio mais adequado;
- obra organizada, limpa e segura possui efeito psicológico motivacional ainda maior sobre o funcionário eficiente e de constrangimento sobre o funcionário relapso.

2.3 Estudo de tempos e movimentos para os fluxos

Barnes (2004) considera que, quando um novo produto ou serviço está sendo projetado ou desenvolvido, quase sempre se considera o sistema ou processo que deverá ser usado para fabricar o produto ou proporcionar o serviço. É neste ponto que existe a grande oportunidade de melhoria por meio do estudo do projeto de métodos de trabalho.

Moreira (1996) considera que é corrente prática a análise de métodos de trabalho nas organizações. Alguns dos eventos mais comuns que conduzem a um estudo de métodos são as mudanças nos equipamentos e/ou nas ferramentas, as alterações no projeto do produto ou do processo e a utilização programada de novos materiais. A documentação da operação é feita por meio de fluxogramas. Há muitos tipos de fluxogramas que podem ser utilizados, entretanto, de uma forma geral, o fluxograma, qualquer que seja ele, mostra o que acontece durante uma operação ou sequência de operações. Dentre esses muitos tipos, são de larga aplicação os fluxogramas de processo e o diagrama homem-máquina.

2.4 Lean construction

Para Cruz (2002), a Logística recebe destaque nos grupos de pesquisas da construção civil que adotaram a *lean construction* como a nova filosofia de produção e, diferente de alguns anos atrás, o enfoque logístico utilizado atualmente por estes grupos começa a apresentar um caráter mais sistêmico.

O principal objetivo a ser alcançado com a gestão dos fluxos para melhoria da logística integrada e o atendimento a um pré-requisito da *lean construction* é a eliminação ou redução de perdas. Para tal, é de suma importância a observação dos processos com suas fraquezas e limitações. Por esta observação, é possível a identificação do que não agrega valor, pré-requisitos para a produção, análise da variabilidade do processo e, por último, a possibilidade de redução de processos e operações.

A Logística estuda como racionalizar os processos, sempre enfocando um ganho para a empresa e, principalmente, para o cliente final. Juntamente com esses conceitos, a construção “enxuta” procura também a racionalização dos processos que não agreguem valor por meio do aumento da transparência focalizando sempre na melhoria contínua. A Logística e os princípios da construção “enxuta” têm uma grande preocupação em comum, que é o estudo dos fluxos, seja de material, de serviço ou de informações.

2.5 Projetos de canteiros através do estudo de fluxos

A definição de *layout* mais completa é a da instituição internacional *Labor Office*, localizada em Genebra, dizendo que *layout* é a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho; das máquinas, pontos de armazenamento e trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção; dos meios de suprimento e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo de trabalho (LOPES, 1996).

Moreira (1996) considera que todo planejamento de arranjo físico tem uma preocupação básica que é tornar mais fácil e suave o movimento do trabalho, quer esse movimento se refira ao fluxo de pessoas ou de materiais. Existem três tipos de arranjos físicos, que são aqueles por produtos, processo e

posição fixa. O arranjo físico por produto requer uma sequência linear de operações, ou seja, é muito usado na manufatura. O arranjo por processo é um arranjo cujos trabalhos são agrupados de acordo com a função que desempenham. Algumas indústrias, hospitais, escolas e bancos são exemplos deste tipo de arranjo. Por fim, na modalidade de posição fixa, o fluxo tende a permanecer fixo ou quase fixo, e os exemplos são a construção de um navio e de um prédio.

3 METODOLOGIA

A análise apresentada neste artigo foi feita durante a confecção do projeto de canteiro do Edifício Casa Rosa, ou seja, no início desta obra e simultaneamente foi realizado um comparativo em relação à outra obra da mesma construtora, o Edifício Amazônia, que por sua vez tinha um esboço do projeto de canteiro, mas que não teve um estudo de fluxos baseado em ferramentas de cunho científico.

Desta forma, acredita-se que o presente trabalho contribui para o esclarecimento das diferenças entre uma obra em que a gestão de fluxos logísticos internos foi baseada na aplicação de uma metodologia científica (Ed. Casa Rosa) em relação à outra em que o mesmo estudo foi realizado somente a partir da experiência de um engenheiro residente (Ed. Amazônia).

As principais diretrizes para a gestão com racionalização dos fluxos logísticos internos num canteiro de obras vertical podem ser sintetizadas conforme descrito a seguir.

Primeiramente, realiza-se estudo do fluxo dos materiais, sendo divididos em dois tipos - os estudos qualitativos e quantitativos. Juntamente com os estudos de fluxos, também são de fundamental importância o dimensionamento e as localizações dos equipamentos. A melhoria dos fluxos por meio da gestão de estoques é vital para o bom funcionamento do canteiro de obras.

A gestão de estoques controla os insumos de compra constante e os de compra esporádica. Os materiais de aquisição constante são controlados pelos *Kanbans* e pontos de ressurgimento, que tem como exemplo o cimento, a areia e a brita. Os insumos de aquisição esporádica são controlados através do cronograma de compras ou intervenção de materiais, e tem como exemplos as cerâmicas, as mantas asfálticas e esquadrias.

Posteriormente, procede-se o estudo do fluxo de informações por cronograma de intervenção de materiais, uso dos *Kanbans* como fonte de informações, aplicação do *Andon* também como fonte de informações, o emprego de rádios de comunicações e a formação de alianças estratégicas com fornecedores.

Por fim, elabora-se um projeto de canteiro de obra contemplando pelo menos a fase mais importante e duradoura dos fluxos, que é a segunda etapa do processo produtivo, incluindo o serviço de estrutura, alvenaria e revestimentos. Este projeto compreenderá todos os pavimentos comuns do empreendimento como subsolo, pilotis e mezanino.

No intuito de elucidar graficamente a importância da proximidade entre os postos de trabalhos, utilizou-se neste estudo uma ferramenta de grande utilidade chamada de carta de inter-relações (Figura3). Segundo Muther (1978), a análise das intensidades de fluxos entre as atividades envolve a comparação de muitos dados numéricos, o que pode tomar muito tempo do projeto. Para simplificar este trabalho, as intensidades de fluxos foram classificadas em seis grupos (MUTHER, 1978):

A – Absolutamente necessário	E – Especialmente Importante	I – Importante
O – Pouco importante	U – Desprezível	X – Indesejável

No encontro dos losangos da carta, está à resposta para a importância entre dois postos de trabalho. Na Figura 2 pode-se observar que o encontro entre a betoneira e o depósito de areia grossa é absolutamente necessário. Esta leitura se dá através da seguinte forma: no item 3 (leia inclinadamente para cima o losango no sentido da seta) e no item 1 (leia inclinadamente para baixo o losango no sentido da seta). No encontro das duas leituras, está o losango representado pela cor vermelha, que contém a resposta para a proximidade entre estes postos de trabalho. Neste caso, o encontro da betoneira com o depósito de areia grossa foi absolutamente necessário, por isso recebeu a letra A.

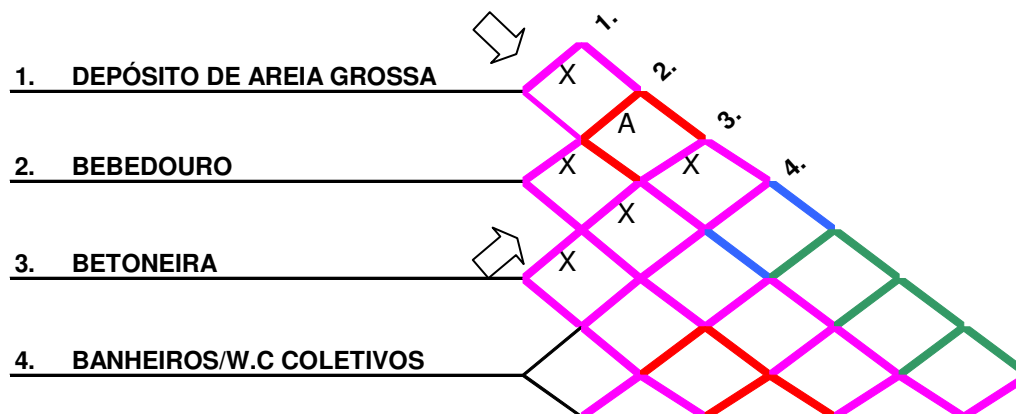


Figura 2 – Detalhe Carta de Inter-relações.

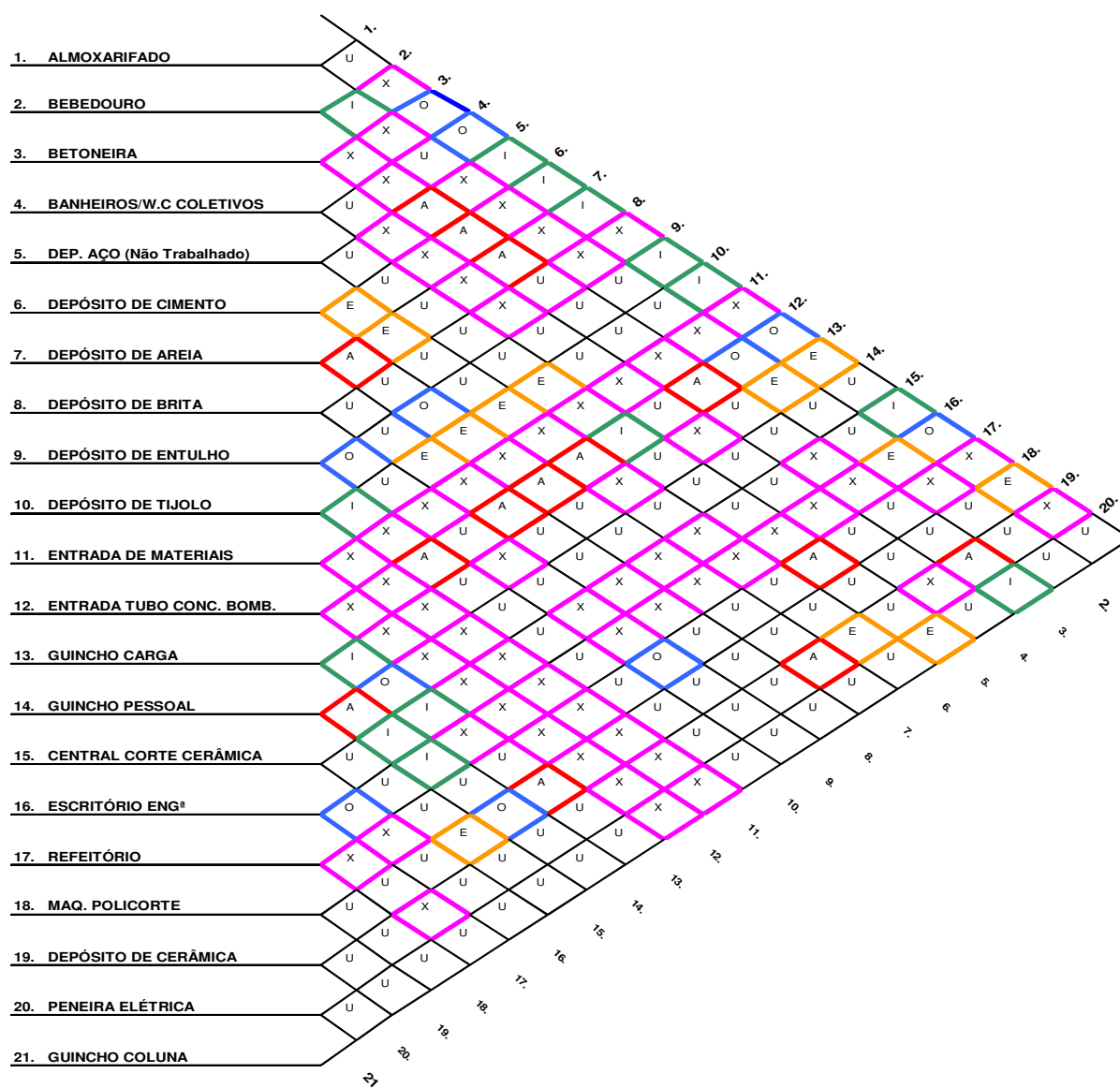


Figura 3 – Carta de inter-relações do Edifício Casa Rosa (Fonte: Adaptado de Muther, 1978).

4 CARACTERIZAÇÃO DOS FLUXOS INTERNOS EM UM CANTEIRO DE OBRAS VERTICAIS

As atividades de fluxos sempre foram deixadas em segundo plano, já que a formação acadêmica de Engenharia sempre deu valor para as atividades de conversão, como saber qual o traço para confeccionar um reboco ou um concreto de 30 Mpa. Neste trabalho, entende-se que determinados aspectos como local de estoque de brita e tempos de subida de um guincho também são fundamentais para um canteiro de obra. Atualmente, na empresa, a união do gerenciamento logístico com a filosofia *lean* está dando grande impulsão no que diz respeito aos fluxos.

O edifício *Casa Rosa* (Figura 4a) possui aproximadamente 12.500,00 m² de área construída sendo constituído de: vinte e dois pavimentos-tipo, com um apartamento por andar, com 317,00m² de área privativa; um pavimento-cobertura. Já o edifício *Amazônia* (Figura 4b) possui aproximadamente 14.900,00 m² de área construída, sendo constituído de vinte e dois pavimentos-tipo, com quatro apartamentos por andar, com 78,00 m² de área privativa, mais um pavimento-cobertura.



Figura 4 – Edifício Casa Rosa (a) e Edifício Amazônia (b)

Os fluxos foram objeto de uma grande evolução entre as obras dos edifícios Amazônia e Casa Rosa, comprovada por meio do estudo comparativo citado ao longo do trabalho. No edifício Amazônia não foi implementado nenhuma ferramenta para a gestão dos fluxos. Estes eram feitos mediante bom senso do engenheiro. Além disso, o engenheiro da obra decidia tudo o que era relativo ao fluxo, não contando com ajuda de outros engenheiros de obras e até mesmo do escritório e Diretoria Técnica.

No edifício Casa Rosa, foi implementado um procedimento de confecção de estudo de fluxos completos, incorporando o projeto de canteiro e realizado por uma equipe de engenheiros com indicadores técnicos, entretanto, sempre usando o bom senso dos engenheiros mais experientes.

Quanto ao comparativo dos *layouts* dos canteiros de obras, o Edifício Amazônia apresentou as seguintes observações: não possuía projeto de canteiro de obra, o almoxarifado estava longe da descarga dos caminhões e não estava devidamente ordenado, além do canteiro não possuir facilidades para futuras expansões. Já o canteiro de obras do Edifício Casa Rosa procurou sanar as deficiências supracitadas, destacando principalmente o projeto de canteiro.

Nas questões que dizem respeito aos fluxos logísticos, foi obtida grande diferença. As principais respostas negativas do edifício Amazônia foram sobre a falta de vias de circulação, grande distância entre os postos de trabalho, falta de sinalizações e identificações e comunicação ineficiente entre os operários. No Ed. Casa Rosa, o resultado ficou totalmente positivo, pois a empresa adquiriu

equipamentos do tipo bateadeira industrial para confeccionar as argamassas colantes nos pavimentos ao invés de fazer numa betoneira, o que pode fornecer mais rapidez e proteção para a produção, já que desafoga a betoneira, o transporte vertical e a mão-de-obra de transporte.

Na seqüência, o croqui do projeto de canteiro do Edifício Amazônia (Figura 5), pois o mesmo não teve nenhum estudo de fluxo para isto. Também segue o projeto de canteiro do Edifício Casa Rosa obtido nos estudos de fluxos (Figura 6).

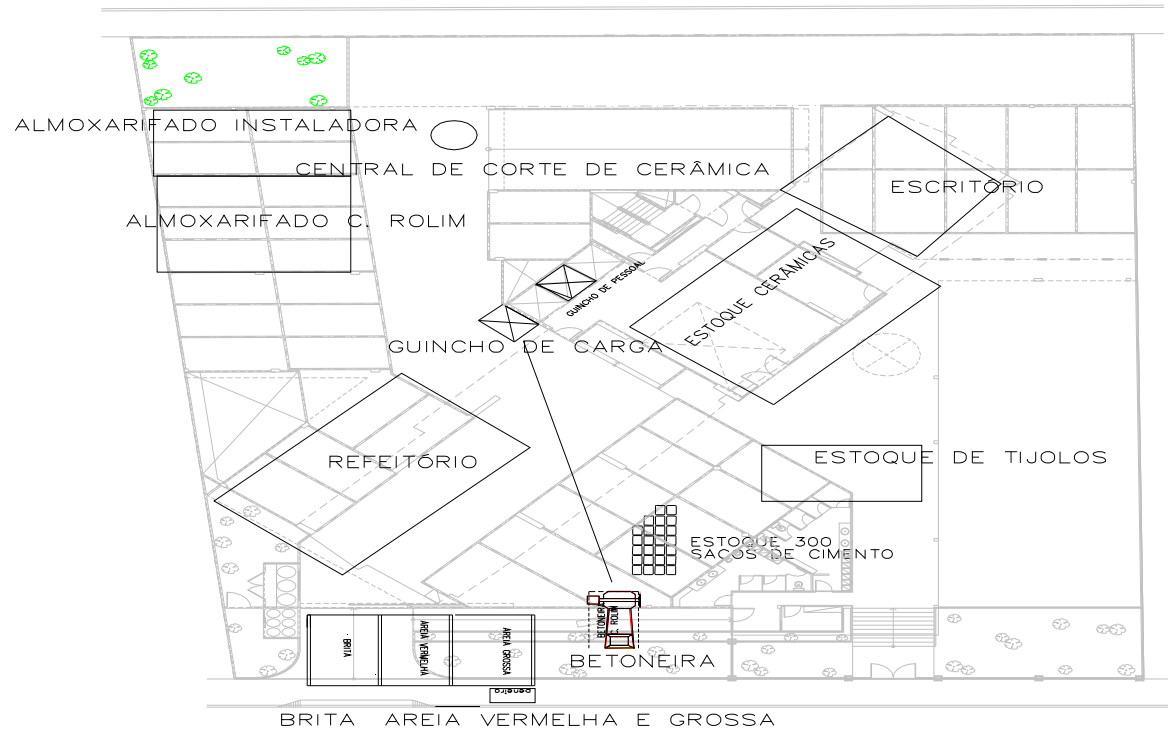


Figura 5 – Croqui do canteiro de obras do Edifício Amazônia.

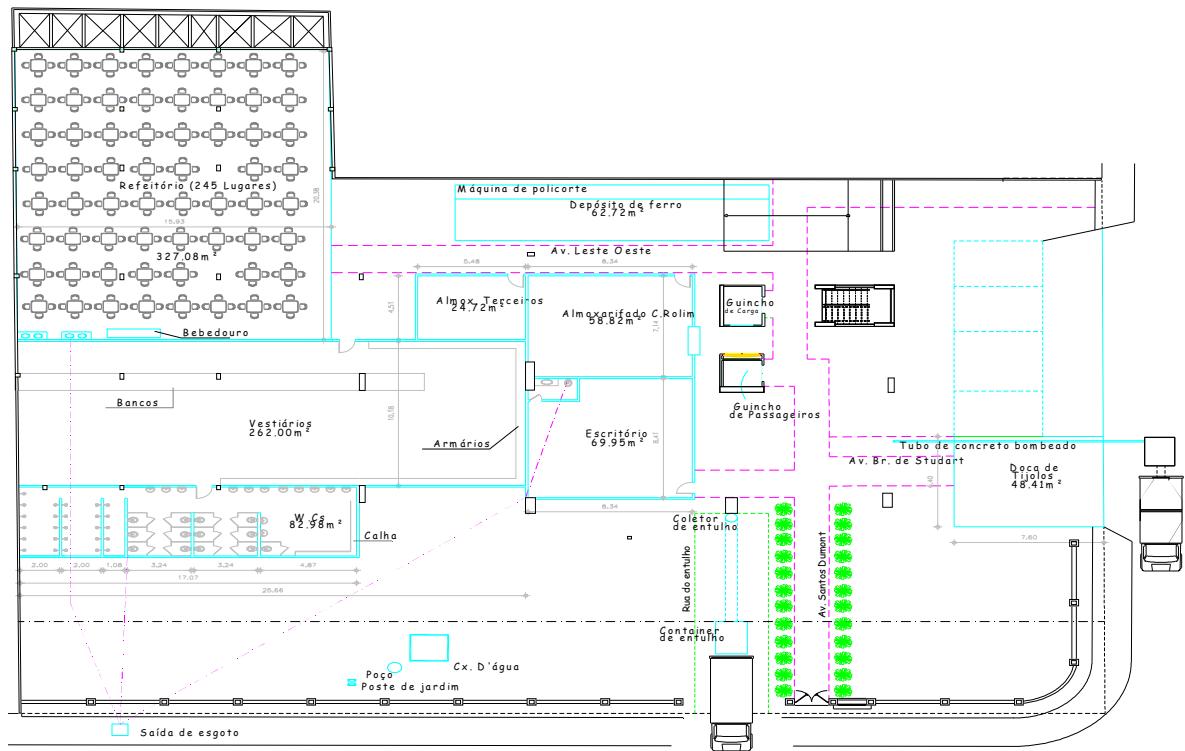


Figura 6 – Projeto de canteiro do pilotis do Edifício Casa Rosa.

A grande diferença entre as duas obras também pôde ser constatada nos números obtidos (Tabela 1). Podem ser exemplificados estes casos com as distâncias obtidas entre os estoques de areia grossa até a betoneira, a distância entre a betoneira e o guincho de carga, a central de corte de cerâmica e o guincho de pessoal, doca de tijolos e o guincho de carga, distâncias entre o container de resíduo e a calçada. A distância entre a areia e a betoneira do edifício Amazônia foi de 10,00 m e tem um agravante maior, que é a diferença de nível, pois a areia está no nível da calçada e a betoneira está no do pavimento pilotis. Esta diferença de nível é aproximadamente de 1,00 m, ou seja, os serventes têm que subir com a padiola para levar os agregados até a betoneira. No caso do Casa Rosa, esta distância ficou de apenas 1,90 m e sem diferença de nível, pois o pavimento de estocagem da areia foi o subsolo. A quantidade de esforço empregada pelos serventes do edifício Amazônia foi muito maior, já que, além da distância ser cinco vezes maior, tem-se um plano inclinado a ser superado, o que torna o esforço ainda mais árduo. Para a estética da obra, também, não é bom que o estoque de areia fique no pavimento pilotis, pois, para os clientes e para o construtor, é importante uma obra limpa e organizada, principalmente na sua entrada.

No Ed. Amazônia, a distância entre o guincho de carga e a betoneira é bastante considerável, ficando com 22,00 m, o que ocasiona um grande esforço para os operários levarem os carros jericas até o guincho. No caso do Ed. Casa Rosa, esta distância ficou de 5,00 m, o que facilita muito a circulação das jericas. O tijolo também é um material de muito uso e tem peso considerável, então, uma pequena distância entre estes locais de trabalho é muito importante, o que não acontece no Ed. Amazônia, pois esta distância é de 14,50 m, enquanto no Ed. Casa Rosa, este percurso ficou em 6,50 m.

Para o bom gerenciamento dos resíduos sólidos da obra, é de grande valia que o contêiner fique do lado de dentro da obra e nunca nas calçadas, pois toda segregação ou separação feita na obra é comprometida quando se coloca um contêiner na calçada, pois o pedestre desavisado coloca coco, papel, latas de refrigerantes nos contêineres do tipo “A” que só receberiam resíduo de construção, como por exemplo: resto de argamassa, pedaços de tijolos e areia de aterro.

Todos os comentários feitos retratam as diferenças de duas obras de uma mesma construtora, sendo que em cenários distintos. No caso do Ed. Amazônia, tinha-se apenas um esboço do projeto de canteiro, enquanto no Ed. Casa Rosa foi desenvolvido o estudo de fluxos de maneira adequada.

Tabela 1 – Comparativo para validação dos resultados

	Edifício Casa Rosa	Edifício Amazônia
1 – Distância entre baias de agregado miúdo e betoneira	1,90 metros	10,00 metros
2 – Distância entre baias de brita e betoneira	2,60 metros	12,00 metros
3 – Distância entre depósito de cimento e betoneira	1,90 metros	3,50 metros
4 – Distância entre betoneira e o guincho de carga	5,00 metros	22,00 metros
5 – Distância entre guincho de passageiros e central de corte de cerâmicas	6,50 metros	19,50 metros
6 – Distância entre estoque de tijolos e guincho de carga	6,50 metros	14,50 metros
7 – Distância entre escritório da obra e o almoxarifado	5,00 metros	25,00 metros
8 – Distância entre contêiner de resíduo e a calçada	3,00 metros	00,00 metros

5 CONCLUSÕES

A pesquisa teve como objetivo principal estabelecer a gestão de fluxos em obras residenciais verticais. A gestão do fluxo foi analisada, após estudo comparativo entre duas obras de uma mesma construtora. Por meio deste paralelo, validou-se todo o estudo proposto anteriormente, pois ficou constatado resultado final positivo na obra onde se realizou os estudos de fluxos.

Vale ressaltar que a C. Rolim Engenharia Ltda. sempre obteve satisfatória aceitação pelo mercado e o empreendimento Ed. Amazônia, apesar de não adotar controles de fluxos efetivos e sistemáticos atendeu as expectativas dos clientes e parceiros envolvidos. No quesito fluxos logísticos internos, o Ed. Amazônia obteve um conceito muito inferior ao Ed. Casa Rosa, conforme constatado neste estudo.

Durante a condução do trabalho, buscou-se analisar e descrever os fenômenos dos fluxos logísticos com base no referencial teórico já citado. As diretrizes propostas foram produzidas visando o correto planejamento e controle dos fluxos logísticos para a redução ou eliminação das perdas.

Pode-se concluir que a análise dos fluxos logísticos internos deve ser encarada como ferramenta que auxilia no processo produtivo e de melhoria contínua, podendo ser aplicada em quaisquer ambientes de construções verticais, objetivando racionalizar tempos e movimentos, bem como propiciar ganhos reais em todos os processos de um canteiro de obras.

6 REFERÊNCIAS

AGOPIOU, A. et al. *The role of logistics in the materials flow control process*. **Construction Management and Economics**. n.16, 1998.

BARNES, R. M. **Estudo de movimento e de tempos: Projeto e Medida do Trabalho**. São Paulo: Edgard Blucher, (1977), 9ª Reimpressão, 2004.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

CARDOSO, F. F.; PINTO, C. A. P. O sistema de certificação Qualihab de empresas construtoras. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Gramado. **Anais...** Gramado: ENEGEP, 1997.

CRUZ, A. L. G. **Uma contribuição metodológica para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil. Uma abordagem logística**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FORMOSO, C. T. **Programa gaúcho de qualidade e produtividade**. Porto Alegre: SINDUSCON/RS, 1993.

KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction*. Technical report No. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University.. 1992. 75 p.

LOPES, L. C. A. **Proposta de Layout para canteiro de obras verticais**. 1996. Monografia (Especialização em Engenharia Civil), Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, 1996.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Editora Pioneira, 1996.

MOURÃO, C. A. M. A. **Gestão de Fluxos Logísticos Internos na Construção Civil – O Caso de Obras Verticais em Fortaleza – CE**. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1978.

NOVAES, A. G. A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PINTO, T.P. **Perda de materiais em processos construtivos convencionais**. Universidade Federal de São Carlos, 1999.

SILVA, F. B. **Conceitos e diretrizes para gestão da logística no processo de produção de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2000.

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil**. São Paulo: Ed. Pini, 2005.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras**. São Paulo: Pini, 2006.

ZEGARRA, S. L. V. **Diretrizes para elaboração de um modelo de gestão dos fluxos de informações como suporte à logística em empresas construtoras de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2000.

7 AGRDECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a C. Rolim Engenharia Ltda. por permitir a realização e publicação deste estudo.