



## **ANÁLISE DOS FLUXOS FÍSICOS EM UM CANTEIRO DE OBRA: ESTUDO DE CASO DE UMA OBRA VERTICAL**

**DUARTE, Yago;**

Graduando do curso de engenharia civil, CESMAC, Maceió, Alagoas,  
engyagoduarte@outlook.com.

Trabalho Final de Graduação

**ACÁCIO, Emerson;**

Mestre em Engenharia de Estruturas – Escola de Engenharia de São Carlos – USP/SP,  
CESMAC, Maceió, Alagoas, emerson.acacio2@gmail.com.

Trabalho Final de Graduação

***Resumo.** O objetivo do presente trabalho é demonstrar as vantagens da gestão dos fluxos físicos dentro de um canteiro de obra. A teoria da Produção Enxuta avalia que os processos produtivos são formados por conversão, inspeção, transporte e esperas, esta teoria determina que é elementar a visualização dos fluxos e as conversões para o gerenciamento das perdas, que devem ser combatidas. A análise dos fluxos físicos, dentro de um canteiro de obra, revela erros estratégicos, pouco nítidos, para os responsáveis técnicos, erros que geram custos e aumentam a variabilidade de soluções na execução de uma obra. Sendo assim, o planejamento torna-se um dos principais pilares para o início de uma construção. Por fim, durante um período de seis meses foi realizado um estudo exploratório em um empreendimento, onde foi possível indentificar diferentes problemas de fluxos físicos em atividades realizadas. Baseada nas diretrizes amplamente difundidas no meio profissional, foi possível estabelecer configurações ideais para um canteiro de obra que minimiza os problemas decorrentes do mal planejamento. Conclui-se que o gerenciamento dos fluxos físicos dentro de um canteiro de obra apresenta vantagens na construção de um empreendimento vertical.*

***Palavras-chave:** Planejamento, Produção, Enxuta, Fluxo, Perdas.*

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o aumento da procura de empresas de construção sobre novas práticas de planejar e gerenciar sua construção deve-se a busca destas por uma melhor ferramenta que amplifique os ganhos dos seus projetos, eliminando as perdas que geram custos (ALARCON, 2008). Durante muitos anos este setor desenvolveu suas atividades baseada no modelo de administração da produção que objetiva-se nas atividades de conversão, representado nas atividades de processamento ou modificação na forma ou na substância de um material (KOSKELA, 1992).

Segundo Koskela (1992) o modelo de produção na construção civil se baseia em um processo de conversão de um formato de entrada que é processada, resultando em uma saída, um produto. Dividindo este modelo em processos e sub-processos que estão envolvidos no formato do modelo de conversão. Ao se concentrar em conversões, o modelo abstrai fluxos físicos; estes fluxos consistem em movimento, transporte, estoque e inspeção, pois acredita-se que estes fluxos não agregam valor ao produto final.

“Os conflitos temporais e espaciais são uma das maiores causas de perdas na produtividade em canteiros de obra, esses conflitos são evitáveis e gerenciáveis se identificados antes da construção” (AKINCI, et al., 1998).

Koskela (1999) afirma que se deve utilizar o que cada uma das teorias, a convencional e da Produção Enxuta, têm de melhor. O Autor argumenta a favor de uma teoria que congregue os conceitos relativos à transformação e aos fluxos. Logo, a produção deve ser observada sob dois pontos de vista: na visão da conversão, é importante a definição da tarefa e sua realização da forma mais eficiente possível; na visão dos fluxos, a questão crucial é a eliminação das perdas nos fluxos. A importância da consideração das conversões e dos fluxos na administração da produção reside no seguinte ponto: “a realização das tarefas dependem fortemente dos fluxos, e o progresso dos fluxos por sua vez é dependente da realização das tarefas” (KOSKELA, p.7, 1999, apud COSTA, 2000, p. 3).

Um problema a ser examinado são as movimentações desnecessárias devido a uma má alocação dos materiais, equipes e equipamentos no canteiro de obra. Esse problema resulta em congestionamentos, variabilidade e prejuízos à produtividade da mão de obra, afetando diretamente o custo da produção (SANTOS, 1995; SAURIN, 1997; THOMAS et al., 1989; KOSELA, 1999).

## 2 PLANEJAMENTO DO CANTEIRO DE OBRA

O processo de planejamento do canteiro tem o objetivo de disponibilizar uma melhor utilização dos espaços físicos disponíveis no canteiro, de maneira a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, principalmente através da minimização das movimentações de materiais, componentes e mão de obra (ABREU; TORRES, 2006).

“O planejamento de um canteiro de obras pode ser definido como o planejamento do *layout* e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e **sistema de movimentação** e armazenamento de matérias” (ABREU; TORRES, 2006, p. 17, grifo nosso).

Sendo assim, o planejamento do *layout* envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem (FRANKENFELD, 1990).

### 3 METODOLOGIA

Desenvolvida em um canteiro de obra, esta pesquisa estudou os fluxos físicos, levando em considerações todo planejamento das instalações provisórias para a execução da obra, havendo uma tipificação da obra selecionada. Analisando os seguintes dados técnicos:

- a) Tipo do empreendimento: Comercial, residencial, empresárial, horteleiro, etc.
- b) Área de construção total.
- c) Número de funcionários e serviços presentes executados.
- d) Se há ou não uma gestão relacionada aos fluxos físicos da obra.

Foram selecionados alguns serviços que desempenham fluxos físicos de materiais e/ou mão de obra, com as seguintes análises:

- a) Tipo do serviço acompanhado.
- b) Medição da distância (em metros) a ser percorrida no fluxo do material e/ou serviço ao seu destino final.
- c) Tempo, em segundos, da análise do fluxo selecionado.

Foram utilizadas ferramentas, como uma trena de 50,0 metros e uma trena eletrônica de alcance de 10,0 metros, para medição das distâncias dos fluxos dinâmicos analisados. Serão utilizados também um cronômetro do smartphone do pesquisador e um escalímetro. Além disso, o traçado estudado será feito em croqui no *layout* do canteiro de obra, devidamente plotado em escala adequada para análise.

Com os levantamentos dos dados anteriores foi efetuado uma análise dos fluxos estudados para identificação de falhas, como falhas de traçados, falhas da locação de equipamentos, falhas na localização de estoques e instalações provisórias, como também, falhas na planejamento do canteiro de obra.

Com essas falhas pontuadas, foram alocados os custos dos respectivos erros. Desta forma, foi possível verificar os custos associados às falhas identificadas na logística no canteiro de obra.

Identificadas as falhas com suas respectivas comprovações, foram elaboradas possíveis soluções. Estas soluções compreenderam a criação de *layouts*, baseados em normas regulamentadoras e conceitos da *lean construction*. Com isso, foi realizado um levantamento técnico para uma análise da amplitude que soluções provocariam a obra, no que diz respeito aos ganhos econômicos, temporal e espacial.

### 4 RESULTADOS

O canteiro de obra localizada na capital de Alagoas, Maceió, é de uma empresa de médio porte, esta empresa tradicionalmente constrói edifícios residenciais e comerciais. O canteiro de obra alvo da pesquisa foi estudado em um período de seis meses, ocorreu no intervalo do segundo semestre de 2016 até o mês de maio do ano de 2017.

A obra analisada consistia em um edifício residencial e comercial, com uma área de construção de 9.865,67 m<sup>2</sup>, distribuídos em um subsolo, térreo, quinze pavimentos tipos, um pavimento cobertura e um pavimento ático.

Foram seis meses de estudos de campo, onde foram analisadas diversas atividades que eram identificadas como fluxos físicos. Nestes fluxos, foram analisados seus traçados, distâncias e tempo, para calcular a velocidade média. Com os dados obtidos novos traçados de

fluxo físico foram estabelecidos para diferentes configurações do canteiro de obra. Sendo assim, foi possível simular o tempo total de execução com os novos traçados, baseando-se nas velocidades obtidas na etapa anterior.

Foram elaboradas quatro soluções de canteiro de obra, onde foi possível gerar graficamente os resultados de desempenho que estas soluções produziram, como mostra as Figuras 1, 2, e 3. Em cada uma das Figuras é possível identificar indicadores diferentes de eficiência de fluxos físicos no canteiro de obra, como distância percorrida, tempo e custo.

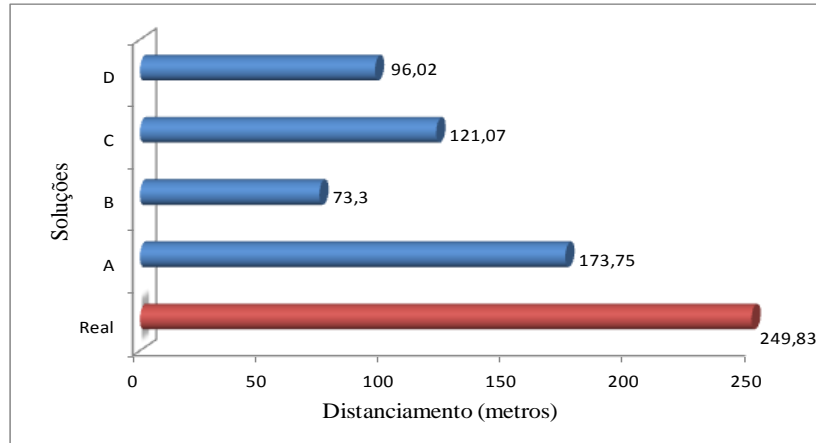


Figura 1. Resultados em metros: dados experimentais

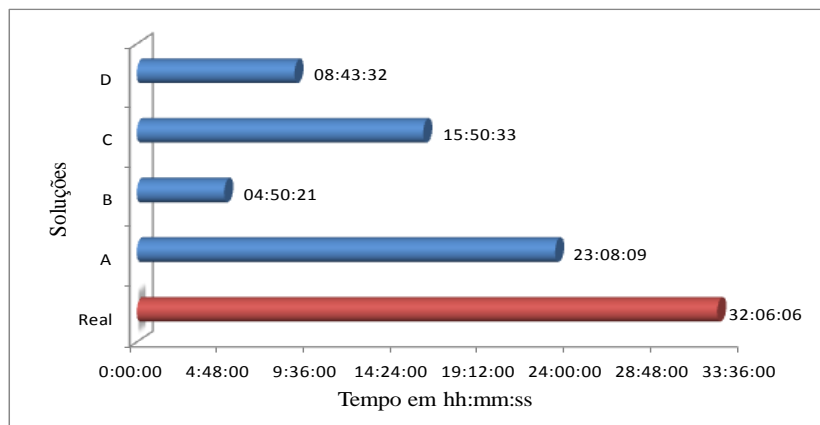


Figura 2. Resultados em hora:minutos:segundos(hh:mm:ss): dados experimentais

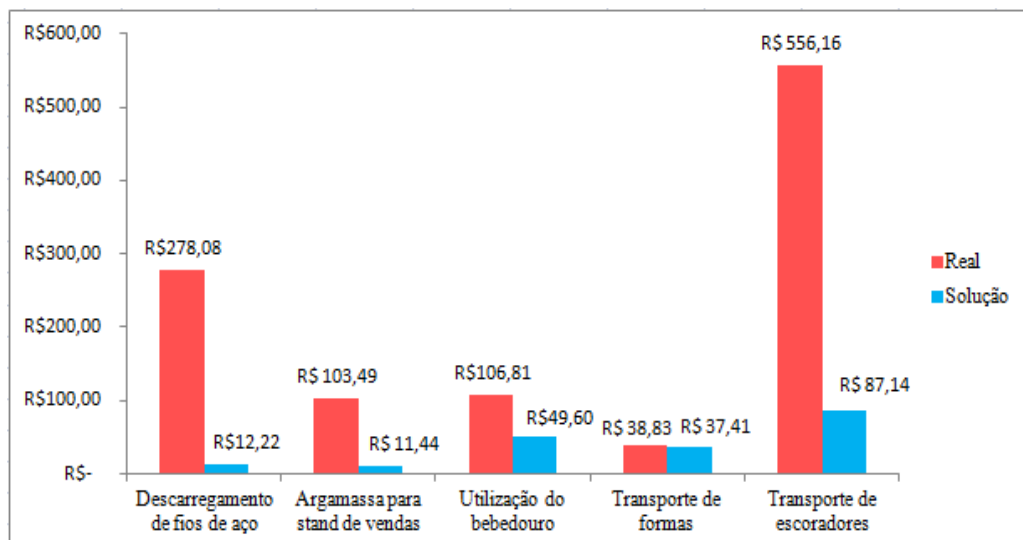


Figura 3. Resultados financeiro: dados experimentais

Assim, a solução demonstrada na Figura 4, foi a que apresentou as melhores vantagens, sendo responsável por uma redução de 176,53 metros de fluxo, com uma diminuição de 27:15:45 (vinte e sete horas, quinze minutos e quarenta e cinco segundos), gerando uma economia em cada atividade estudada (Figura 3.), entretanto, é importante destacar que os custos apresentados são unitários, levando em consideração o tempo de início e fim para a realização destas. Sendo assim, estas atividades podem ser repetidas durante todo o período de execução da obra, podendo resultar em uma economia total maior e mais significativa do que o apresentado.

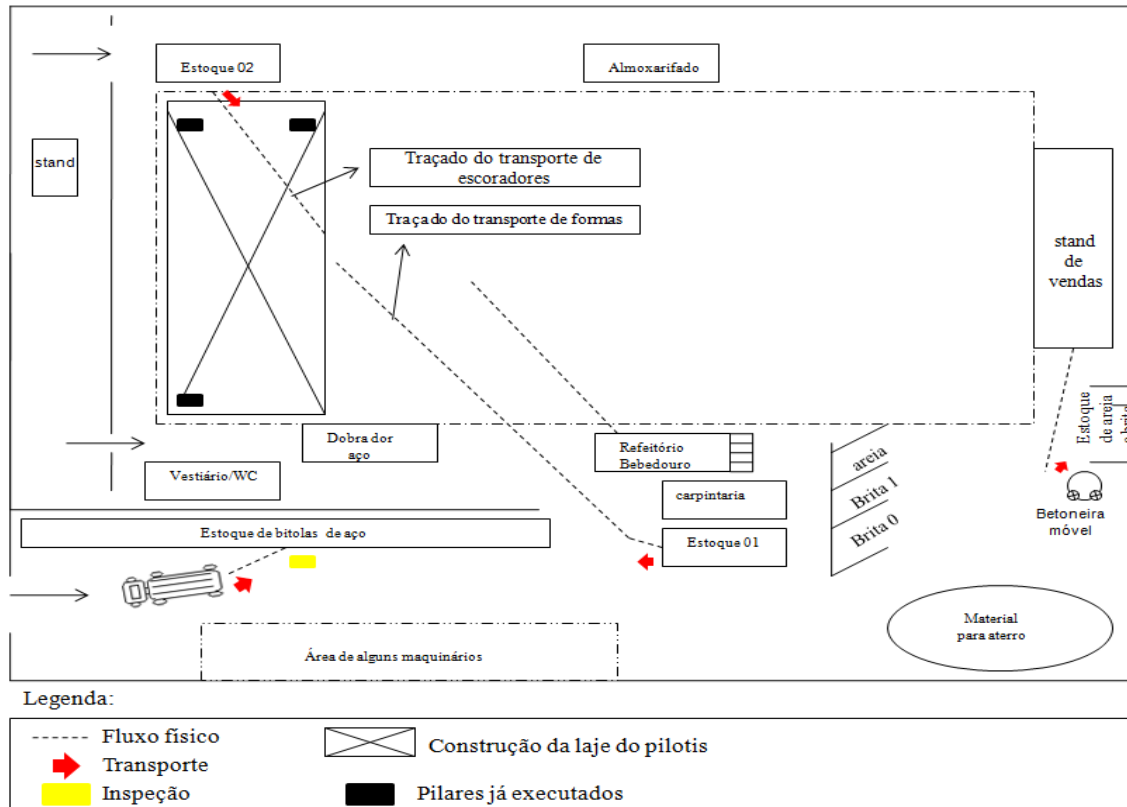


Figura 4. Layout do Canteiro que desempenhou as melhores vantagens: dados experimentais

É importante destacar que os resultados apresentados neste trabalho geraram uma melhor configuração de canteiro de obra para os serviços selecionados, podendo gerar uma economia ainda maior durante os ciclos de repetição das mesmas atividades ao longo de toda a obra. Há de salientar que o canteiro que apresentou os melhores resultados foi estabelecido para o estágio inicial da obra, com a execução da concretagem dos primeiros pavimentos. Outras soluções poderiam ser criadas com o avançar da construção com novos *layouts* de canteiro de obra acompanhando o avançar da construção, para que ocorra uma construção eficiente e enxuta.

## 5 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada nesta dissertação visou o estudo de fluxos físicos do canteiro de obra de uma empresa de médio porte. Foi identificado que na obra não havia um planejamento adequado dos fluxos físicos, desta forma, os fluxos desenvolviam-se de forma desordenada ocasionando atividades que não agregam valor aos processos.

## **REFERÊNCIAS**

ABREU, T.; TORRES, C. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Porto Alegre, 2006.

AKINCI, B.; FISCHER, M.; ZABELLE, T. Proactive approach for reducing non-value adding activities due to time-space conflicts. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6, 1998, Guarujá-SP. **Proceedings...**Guarujá: IGLC, 1998.

ALARCÓN, L.F. Assessing the impacts of implementing lean construction. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 23, n.1, 2008.

COSTA, T. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras**: Proposta baseada em estudos de caso. Porto Alegre, 2000.

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

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA: CIFE, 1992. 75p.

KOSKELA, L. Management of production in construction: a theoretical view. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, CA, **Proceedings...** University of California, 1999, p. 241-252.

SANTOS, A. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso**. Porto Alegre, 1995. 150p. Dissertação de Mestrado em Engenharia - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SAURIN, T. A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obra de edificações**. Porto Alegre, 1997. 171p. Dissertação de Mestrado em Engenharia - Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

THOMAS, H.R.; SANVIDO, V.E.; SANDERS, S.R. Impact of material management on productivity – a case study. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 115, n. 3, p. 370-384, Sep., 1989