

SIMULAÇÃO DE FLUXO DE PESSOAS E MATERIAIS EM OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

João Bruno Domingues Bocetto¹, Celso Fernandes Joaquim Junior²

¹Tecnólogo em Logística, FATEC, Botucatu, São Paulo, e-mail joao.yoh@hotmail.com

²Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a construção civil não deu a devida importância à sua área de manufatura, os canteiros de obra. A preocupação dos gestores com o canteiro de obras sempre foi relacionada aos aspectos técnicos do projeto arquitetônico, sem a merecida preocupação com desperdícios, prazos e retrabalhos, ou seja, com o gerenciamento do fluxo de suprimentos. O capital das empresas sempre foi direcionado a parte técnico-estrutural, percebendo a carência de recursos no desenvolvimento de outras frentes que, em um primeiro momento, aparentam não impulsionar a produção, entre elas a logística (BARBOSA et. al, 2008).

Para Vieira (2006) apesar das exigências pela qualidade relacionadas ao consumidor, ainda persistem os altos índices de desperdícios e improvisação dentro dos canteiros de obras da construção civil. A falta de modulação dos projetos ou de integração entre os mesmos, a tecnologia de informação pouco desenvolvida dentro do setor, a má administração dos materiais, as deficiências de formação e qualidade de mão de obra, as práticas construtivas não racionalizadas e as alterações de projetos que ocorrem no transcorrer do sistema construtivo, são as principais determinantes desta situação que age de forma contundente na redução do índice de produtividade e aumento considerável nos custos de produção.

Ainda de acordo com Vieira (2006) estes são fatos que vêm caracterizando a construção civil ao longo dos anos e que devem ser ajustados para que as empresas se tornem mais competitivas e garantam sua permanência no mercado. Porém, isso somente será possível se for atribuída a mesma importância que é dada aos aspectos técnico-estruturais, à gestão da cadeia de suprimentos, ou seja, aos aspectos técnico-logísticos. A gestão logística pouco desenvolvida no suprimento de materiais e serviços é a principal causa apontada da ineficiência produtiva. Entende-se que é necessário atribuir esforços aos aspectos logísticos de produção.

De acordo com Silva e Cardoso (1998), a competitividade tem modificado o comportamento das empresas de construção civil, havendo uma maior valorização dos processos produtivos e uma maior atenção à racionalização construtiva, gestão da qualidade, produtividade da mão-de-obra e perdas de materiais. Uma importante

ferramenta que aplicada a uma obra visa garantir o abastecimento, armazenagem, processamento e a disponibilização dos recursos nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção é a logística, que proporciona melhores resultados em todos os processos, trabalhando de forma integrada e coordenada.

A movimentação de materiais deve ser feita de forma detalhada e bem organizada, analisando todos os fatores que podem influenciar no desenvolvimento da empresa. Há fatores de extrema importância para uma realização eficiente, um deles - senão o principal - é a escolha dos equipamentos de movimentação. Esta importância justifica-se, pois, caso seja feita uma opção equivocada, poderá haver grandes perdas de lucros, já que deve ter um ambiente de trabalho propício para os materiais e equipamentos empenhados na atividade (OLIVEIRA, 2012).

O trabalho justifica-se por ser um tema que visa melhorar a produtividade e a otimização do tempo no empenho das atividades exercidas. Os resultados previstos para este trabalho permitiram avaliar se o mecanismo de movimentação por elevador cremalheira é um gargalo, resultando em tempo ocioso dos colaboradores. Os resultados também puderam auxiliar a encontrar medidas alternativas para a resolução do problema.

O objetivo deste trabalho é estudar o fluxo de pessoas e materiais que são movimentados por um elevador vertical cremalheira em uma construção de edifício residencial na cidade de Botucatu-SP, visando quantificar tempo gasto em filas de espera por movimentação e comparar com os resultados obtidos através da simulação computacional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho foram utilizadas:

Planilhas eletrônicas Excel, Webcam de 8.0 M Pixels, Notebook, Software Bloco de Notas, Software Debut Video, Software Arena versão 14.5.

O objetivo deste trabalho foi simular o fluxo de pessoas e materiais que são movimentados por um elevador vertical cremalheira em uma construção de edifício residencial-comercial na cidade de Botucatu-SP, visando quantificar tempo gasto pelos funcionários em filas de espera.

A fim de permitir coletar dados como tempo de chegada de cada colaborador (entidade), hora de subida, profissão de cada um, tempo em fila, quantidade de entidades que subiram em uma única viagem e o intervalo de cada subida, utilizou-se de uma webcam conectada a notebook e com o auxílio do software Debut Video foram gravadas nove horas diárias de

trabalho de segunda a quinta, e oito horas na sexta, somando um total de quarenta e quatro horas de vídeo.

A partir dos dados coletados com a observação e cronometragem dos vídeos foram feitas planilhas eletrônicas com os mesmos, identificando-se intervalo entre chegadas dos funcionários, tempo de subida e descida do elevador, assim como o número de funcionários transportados por vez.

Após a quantificação e padronização das unidades de tempos medidos segundos, os dados foram analisados através do módulo Input Analyzer do pacote computacional do Arena a fim de definir a função estatística que melhor represente o comportamento do processo de chegada das entidades, assim como do tempo de processo (subida dos elevadores). Foram levantados, também, através das planilhas Excel, a média de entidades por viagem e a porcentagem de tempo que o elevador utiliza para o processo de subida.

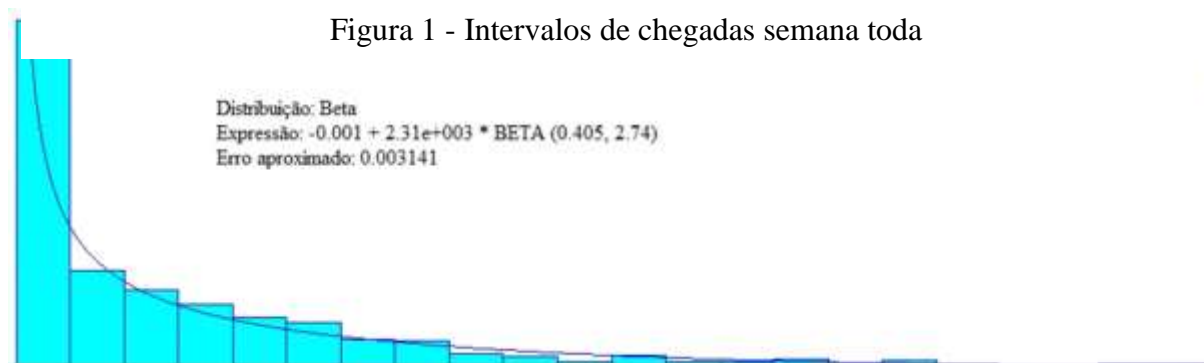
A partir das informações obtidas, criou-se o modelo de simulação do processo no software Arena.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Intervalos entre chegadas dos funcionários

Os intervalos entre chegadas dos funcionários foram mensurados através da medição de tempo das imagens coletadas ao longo de uma semana (nove horas diárias de trabalho de segunda a quinta-feira, e oito horas na sexta-feira, somando um total de quarenta e quatro horas semanais).

Através do módulo Input Analyzer do software Arena, foi possível determinar a distribuição estatística que representa o comportamento do processo de chegada de funcionários (tempo entre chegadas). O resultado da semana toda está apresentado na Figura 1.



3.2 Tempos de transporte no elevador cremalheira

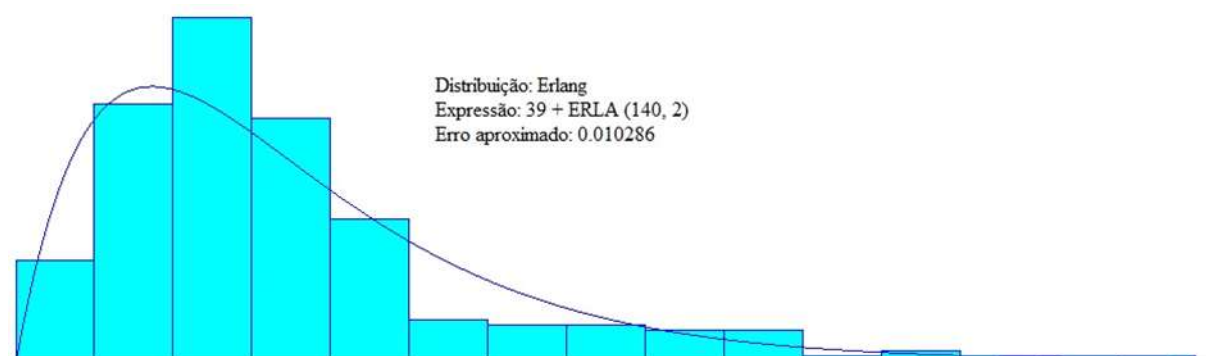
Os tempos dispendidos com a movimentação de pessoas e materiais no elevador cremalheira também foram mensurados através da medição de tempo das imagens

coletadas ao longo de uma semana (nove horas diárias de trabalho de segunda a quinta-feira, e oito horas na sexta-feira, somando um total de quarenta e quatro horas).

Entretanto, apenas os tempos de subida são importantes para o processo, uma vez que é na subida que são descarregados os materiais e pessoas em seus andares de destino. Dada a dificuldade de quantificar o tempo de subida de cada movimentação do elevador cremalheira durante toda uma semana, optou-se por fazer esta medição em forma amostral, por um período de 4 horas, obtendo-se um tempo médio de subida de 54% do tempo total (subida e descida). Desta forma, todos os tempos de movimentação do elevador (subida e descida) foram afetados por este percentual para fins de simulações.

Através do módulo Input Analyzer do software Arena, foi possível determinar a distribuição estatística que representa o comportamento do processo de subida de funcionários (tempo de processo). O resultado da semana toda está apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Intervalo de processo semana toda



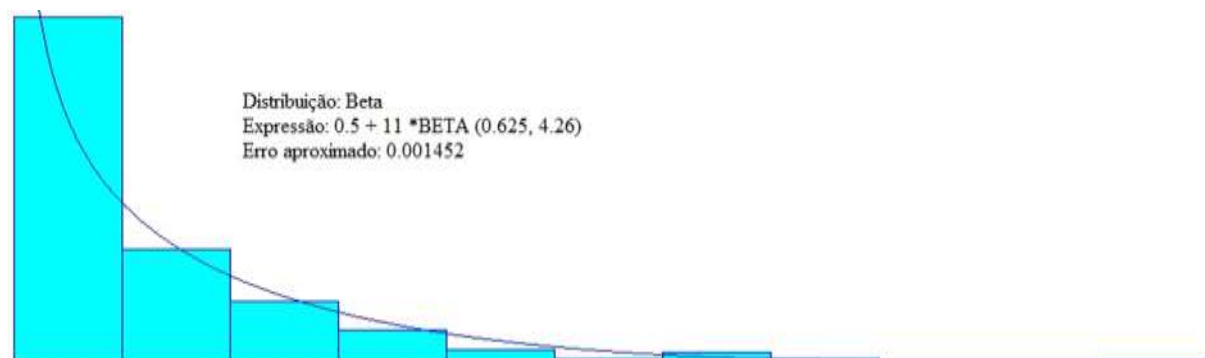
3.3 Número de funcionários transportados

O número de funcionários transportados, por vez, no elevador cremalheira é variável, função da demanda de subida dos mesmos e, principalmente, do tipo e quantidade de carga transportados em forma concomitante.

Desta forma, através das imagens coletadas ao longo de uma semana (nove horas diárias de trabalho de segunda a quinta-feira, e oito horas na sexta-feira, somando um total de quarenta e quatro horas) foi possível identificar-se a quantidade de pessoas transportadas a cada subida do elevador.

Através do módulo Input Analyzer do software Arena, foi possível determinar a distribuição estatística que representa o comportamento da variação do número de funcionários transportados a cada subida do elevador. O resultado da semana toda está apresentado na Figura 3.

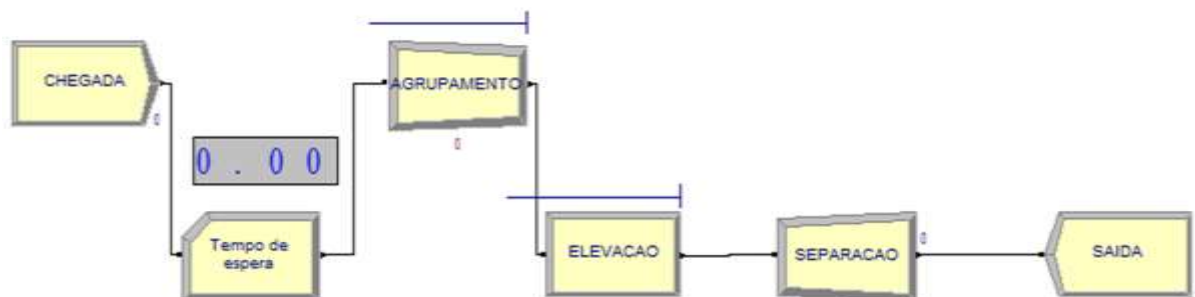
Figura 3 - Agrupamento pessoas por viagem semana toda



3.4 Número de funcionários transportados

O modelo de simulação gerado no software Arena é mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Ilustração do processo



As funções estatísticas que representam os intervalos entre chegadas (processo de chegadas), o tempo de processo (elevação) e a variação do número de pessoas transportadas são dadas pelas equações mostradas nas Figuras 1, 2 e 3.

A carga horária de trabalho semanal do setor, conforme legislação vigente é de 44 horas, porém o modelo foi simulado por 42,78 horas semanais, com 10 replicações. Este foi o tempo semanal efetivamente computado no levantamento real realizado, caracterizado pelas horas nas quais o elevador fez as movimentações, já descontado o horário de parada para almoço dos funcionários.

Considerando-se a simulação do processo para o período total da obra, estimado em 42 meses, os resultados obtidos são apresentados no Quadro 1.

	Valor simulado
Número de funcionários transportados	110 296
Tempo médio de espera em filas (minutos)	5,02
Tempo total de espera (minutos)	553.686
Tempo total trabalhado (minutos)	31.046.400
Tempo ocioso aguardando movimentação (%)	1,8

4 CONCLUSÕES

Através do levantamento do comportamento de chegada de funcionários, número de pessoas transportadas por movimentação e tempo de processo de subida de um sistema de movimentação de cargas tipo elevador cremalheira, de uma obra de construção civil de edifício residencial-comercial na cidade de Botucatu, foi possível estimar-se, por meio da simulação de um modelo devidamente validado, o tempo ocioso dos funcionários decorrentes deste processo pelo período total esperado de duração da obra, de três anos e meio.

Concluiu-se que, do total nominal de horas disponíveis de trabalho no período da obra, aproximadamente 2% são gastos em tempo de espera decorrente de filas no processo de movimentação por elevador cremalheira o que corresponde a aproximadamente 15 dias úteis de obra.

5 REFERÊNCIAS

BARBOSA, Adriano Aurélio Ribeiro; MUNIZ, Jorge; SANTOS, Angelo Urias dos. Contribuição da Logística na Indústria da Construção Civil Brasileira. **Revista Ciências Exatas**, Taubate, v. 14, n. 1, p.1-9, jun. 2008. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/exatas/article/view/707/667>>. Acesso em: 02 maio 2015.

OLIVEIRA, Fernanda. **Movimentação de materiais**. 2012. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/movimentacao-de-materiais/63977/>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

SILVA, F. B.; CARDOSO, F. F. A Importância da Logística na Organização dos Sistemas de Produção de Edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Qualidade no Processo Construtivo**: anais. Florianópolis: ANTAC, UFSC, 1998. v. 2. p. 277-285.

VIEIRA, Helio Flavio. **LOGÍSTICA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL**: Como melhorar o fluxo de produção nas obras. São Paulo: Pini, 2006. 177 p. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/asccaldas/logstica-aplicada-a-construo-civil-hlio-flavio-vieira>>. Acesso em: 31 mar. 2015.