

5 CONCLUSÃO

Com o propósito de auxiliar o entendimento da implantação dos conceitos enxutos à construção civil, ainda que modo discreto, este trabalho visa iniciar este processo de compreensão do problema através da análise das perdas. Inicialmente estruturado sobre o trabalho de Oliveira (2007), trata da análise das perdas ocorridas na execução de três atividades fundamentais para a execução de lajes em *steel deck*.

Com o evoluir do trabalho foi possível estabelecer conceitos como atrasos, esperas, perdas acumuladas e perdas compensadas. Todos comumente classificados apenas como atraso. Estabelecer estes conceitos foi fundamental para compreender de que maneira o desperdício gerado por taxas de produtividade desequilibradas influi na execução das atividades e atinge o cronograma da obra.

A ferramenta enxuta utilizada neste processo pode ser descrita como a identificação dos tipos de perda associadas às taxas de produtividade. Um dos cinco princípios do pensamento enxuto que rege esta premissa é a idéia de fluxo contínuo. Primeiro é necessário compreender de que modo se deseja que a atividade se comporte e em um segundo momento é necessário compreender o modo como a variação desta taxa impacta nas atividades associadas à mesma.

É comum identificar que o fluxo foi interrompido, mas é necessário saber o modo como isso ocorre e o que pode ser feito para minimizar os danos. Uma vez que o fluxo é interrompido, ou seja, a taxa de produtividade de uma determinada atividade sofre uma variação, é preciso saber a dimensão do problema e como combatê-lo. Ainda, é necessário saber medir os custos gerados por esta interrupção de fluxo.

Um modo prático de visualização dos desperdícios associados à execução das atividades foi a elaboração de planilha em Excel, pois é um software de fácil acesso e utilização. Nesta planilha em Excel é simulada a execução de três atividades – *steel deck*, armação e concretagem – e são medidas as perdas ocorridas no processo, identificando-as como atrasos e esperas. Se consegue visualizar também como as perdas são compensadas e o acúmulo destas de modo separado.

5.1 Consistência

A idéia de se utilizar a análise das perdas como ferramenta de planejamento neste trabalho derivou de uma extensa revisão bibliográfica sobre os princípios enxutos aplicados à construção civil, onde o foco foi estabelecido na idéia de fluxo contínuo. Nesta revisão bibliográfica procurou se indicar de maneira objetiva a opinião dos autores mais relevantes, depurando o que existe de proveitoso na literatura pertinente ao planejamento e seqüenciamento das atividades pertencentes ao processo construtivo.

A idéia de se utilizar a simulação em Excel parte do princípio da antevisão do que pode ocorrer durante a execução das atividades. Após uma análise criteriosa de que função matemática melhor representaria o processo, chegou-se à função qui-quadrado. Por meio das características fundamentais desta função é possível visualizar o comportamento das taxas de produtividade das atividades dentro dos parâmetros estabelecidos como tempo de ciclo mínimo e tempo de ciclo máximo adotados por atividade. A curva que representa demais adequada este comportamento é a curva de grau de liberdade igual a três.

É possível utilizar outro grau de liberdade se é desejo alterar o tempo de ciclo mínimo ou máximo de execução da atividade, assim como é possível alterar o tempo de ciclo ideal. A função qui-quadrado permite que sejam alterados estes dados de *input* e seja analisada a curva que mais se adequa ao processo de execução.

Como resultado mais relevante deste trabalho destaca-se a contribuição acadêmica quanto aos conceitos de perdas compensadas e perdas acumuladas dentro do processo construtivo por meio da definição de atrasos e esperas.

Estes conceitos são descritos de modo objetivo no sentido de servir de esboço para implantação de ferramentas enxutas no processo construtivo, de modo prático pelo gerente do empreendimento. A escolha de se elaborar a planilha de modelo de análise e simulação em Excel corrobora com este ideal prático.

Aproximar a possibilidade de reprodução da situação diária encontrada durante a execução das atividades na obra leva o gerente a planejar de forma otimizada as atividades, prevendo possíveis picos de alternância nas taxas de produtividade estabelecidas, conforme pode ser observado nos exemplos citados neste trabalho como casos 1, 2, 3, 4 e 5.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

A não consolidação de um modelo enxuto aplicado à construção civil abre espaço para um amplo campo de pesquisa a ser explorado. Este trabalho visa marcar um ponto complementar para a análise das perdas no processo construtivo e durante a evolução do mesmo pôde-se perceber que há diversas vertentes que podem ser aprofundadas.

Um dos aspectos a serem evoluídos é reprojeter os dados do trabalho com confiabilidade. Uma vez que a tabela utiliza dados aleatórios, não é possível duplicar resultados obtidos. Deste modo identificou-se a necessidade de se utilizar uma função ou artifício que permita reutilizar dados analisados e descartados.

Outra necessidade seria o refinamento dos dados de simulação para que seja aplicável ao meio acadêmico. Ou seja, além de replicar os valores em outros estudos, seria interessante que o gerador de números aleatórios “rodasse” um número maior de vezes.

Ainda assim, sugere-se que a tabela utilizada neste estudo possa ser elaborada sobre a plataforma de outro programa similar ao Microsoft Excel, a fim de se observar o comportamento das atividades por meio de outro banco de dados.

Um estudo singular deve ser feito sobre a Atividade 3 – Concretagem. A tabela é hipotética e gera dados de esperas que não condizem com a realidade da concretagem, pois esta atividade depende diretamente da variável tempo para evitar a hidratação precoce do concreto.

Não é correto afirmar que há esperas nesta atividade inferiores ao tempo de ciclo ideal da concretagem, pois não se pode adiantar a concretagem em porcentagem de execução por pavimento. Sabe-se que esta é uma atividade que deve ser programada com antecedência devido às peculiaridades que a envolvem.

Do mesmo modo, não pode haver atrasos na concretagem que sejam projetados para uma porcentagem do dia seguinte à execução da atividade, pois uma vez iniciada a concretagem, esta deve terminar quando todo o concreto for despejado e trabalhado no pavimento.

Sendo assim, é feita a proposta para elaboração do estudo da concretagem e seus efeitos sobre as demais atividades a que está ligada, de maneira que se compreenda em plenitude como se comporta esta atividade.

Uma outra sugestão de estudo prática seria o planejamento dos recursos necessários à execução das atividades, tais como: equipamentos, logística, equipes, insumos, etc. A verificação destes dados aliada às condições existentes em campo sinalizará as condições de contorno e os dados de *input* a serem inseridos na tabela, demonstrando a situação real do processo construtivo.

A simulação é uma ferramenta interessante enquanto análise do comportamento das atividades, porém seria importante verificar sua extensão a atividades simultâneas, assim como a execução de um número maior de atividades, verificando a extensão ou potencialidade desta ferramenta. Desta maneira seria possível analisar o processo construtivo sob uma ótica menos pontual e verificar se este modelo é melhor aplicado a pequenos grupos de atividades, ou se encaixa de modo a analisar o processo construtivo de forma global.

Como o estudo das perdas parece não estar bem definido enquanto análise de esperas, sugere-se um estudo mais aprofundado dos efeitos deste tipo de perda na construção.

Espera-se que este estudo teórico possa ser verificado como estudo de caso, onde a verificação dos dados simulados em planilha e os dados colhidos em campo apresenta-se de maneira consistente, pois o conflito dos dados permite delinear de forma mais clara as perdas do processo e suas implicações diretas e indiretas.