

**Princípios da construção enxuta no processo de planejamento de uma construtora de grande porte de Natal (RN)**  
**Principles of the lean construction on the planning process of a huge builder in Natal (RN)**

---

Thyago de Melo Duarte Borges\* – [tmdborges@gmail.com](mailto:tmdborges@gmail.com)  
Fernanda Cristina Barbosa Pereira Queiroz\*\* – [fernandacbpereira@gmail.com](mailto:fernandacbpereira@gmail.com)  
Larissa Elaine Dantas de Araújo\* – [larissaedaraujo@yahoo.com.br](mailto:larissaedaraujo@yahoo.com.br)  
Marciano Furukava\*\* – [furukava@ct.ufrn.br](mailto:furukava@ct.ufrn.br)  
Jamerson Viegas Queiroz\*\* – [viegasqueiroz@gmail.com](mailto:viegasqueiroz@gmail.com)

\*Universidade Federal de São Carlos – (UFSCAR), São Carlos, São Paulo  
\*\*Universidade Federal do Rio Grande do Norte – (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte

---

**Article History:**

Submitted: 2016 - 03 - 14

Revised: 2016 - 04 - 12

Accepted: 2016 - 06 - 27

---

**Resumo:** A construção civil representa um dos setores mais importantes para o crescimento econômico de um país. Para que essa indústria possa crescer é preciso que haja planejamento eficaz de suas obras, um dos conceitos primordiais da filosofia denominada de Construção Enxuta. O objetivo deste artigo consiste em investigar como os 11 princípios da construção enxuta influenciam no planejamento de uma obra. Como metodologia, foi utilizado o estudo de caso em uma empresa de grande porte localizada em Natal (RN). Na realização do método foram analisados documentos, descritos os fatores que provocaram atrasos na obra e elencadas as ações estabelecidas pela empresa, as quais possuíam como objetivo sanar as principais causas de atraso, verificando se estas obtinham relação com os princípios da construção enxuta. Este tema é de relevância considerável para o setor, tendo em vista que seus princípios defendem a redução dos processos que não agregam valor, diminuindo os desperdícios os custos de construção. Dentre os principais resultados, destaca-se a alta frequência da causa erro de planejamento, principalmente os desvios de programação e não programação de tarefas, assim como os erros de execução, baixa produtividade e absenteísmo dos operários. Dentre os 11 princípios da construção enxuta, relacionou-se apenas cinco com as 12 ações analisadas pelo autor. Das 12 ações, quatro encontraram-se completamente aderente a um ou mais desses cinco princípios. Destacam-se também algumas propostas de melhoria estabelecidas por esta pesquisa.

**Palavras-chave:** Construção Civil; Planejamento; Construção Enxuta; Princípios da Construção Enxuta.

**Abstract:** The civil construction represents one of the most important sectors for the economic growth of a country. To make this industry grow it is necessary to implement an effective planning in activities. This is one of the most important concepts brought by the Lean Construction philosophy. The main goal of this article consists in investigating how the 11 principles of the lean construction influenced the schedule of a construction field. As a methodology, it was used the case study of a big enterprise located in Natal (RN). During the execution of the method, documents were analysed, it was also described the factors that caused the delays at the enterprises' field, the actions were listed by the company, which had the purpose to solve the main causes of

delays, verifying if they were linked to the lean construction principles. This research it is relevant because the principles of the lean construction uphold the reduction of processes that are useless, diminishing wastes as well as costs in construction. Among the main results, the high frequency of planning errors stands out, mainly the programming deviations and not the task programming, as well as the execution errors, low productivity and activities executed by the workers. Amongst the 11 principles of lean construction, only five were related with the 12 actions analysed by the author. From the 12 actions, four were completely cohesive to one or more from these five principles. Some improvement proposals were also highlighted and established by the research.

**Keywords:** Building; Planning; Lean Construction; Lean Construction Principles.

## 1. Introdução

O setor da construção civil possui importância significativa para economia de um país. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), relatórios publicados em 2013, a construção no Brasil retomou nos últimos tempos o seu papel no desenvolvimento do país. Porém, este cenário vem se modificando: ainda de acordo com esta câmara, o percentual de crescimento desta indústria cresceu no ano de 2012 foi 3,6%, caindo para 1,4% em 2013 e crescendo apenas 1,6 % no final do terceiro trimestre de 2014.

De acordo com Associação Paulista de Empresários de Obras Públicas (APEOP), o ano de 2014 obteve o pior resultado dos últimos catorze anos. Para esta associação, este desempenho foi devido ao fraco crescimento da economia do Brasil neste referido ano e ao término da copa do mundo. Segundo a Confederação Nacional das Indústrias (CNI), este setor apresentou no mês de janeiro de 2015, os piores índices dentre os demais segmentos industriais.

A APEOP afirma que o melhor desempenho do setor foi no ano de 2010, quando o seu PIB chegou a 11,6 %. Segundo a Confederação Nacional das Indústrias (CNI), por meio de seu boletim lançado em janeiro de 2015, o nível de atividade e número de empregados neste mês foram os piores de todos os segmentos industriais. Juntamente a este fato, a CBIC apresentou uma evolução dos aumentos dos custos de construção no país, obtendo um índice de 569,7 em janeiro de 2014, saltando para 609,56 em janeiro de 2015.

Somado a este baixo crescimento, o setor apresenta algumas dificuldades no que consiste na gestão de suas obras, principalmente quando se trata do planejamento e controle. Para Conte (2009), a construção civil não é diferente dos demais setores industriais no que consiste em suas dificuldades relacionadas ao gerenciamento da produção. Na visão de Formoso *et. al.* (2000), diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que vários problemas da construção civil possuem origem em dificuldades gerenciais.

Com a modificação do perfil dos clientes, o cenário deste setor vem se alterando. Percebe-se que estes clientes passaram a exigir produtos com mais qualidade, prazos menores de entrega e a um preço mais competitivo. A construção civil começou, então, a se adaptar a essas novas exigências do mercado, adotando novas técnicas de produção e de gerência utilizadas pelo setor automobilístico. Seu principal objetivo é aperfeiçoar os processos e desenvolver produtos cada vez melhores e mais baratos, (Kloter, 2000).

Desta feita, pode-se entender que o mercado consumidor deste setor está buscando outros parâmetros de qualidade, sendo esta qualidade atrelada ao custo e a prazos coerentes de

entrega. Para isso, é preciso que as construtoras realizem um planejamento mais elaborado e específico, destacando, principalmente, seus processos produtivos. Ressalta-se a nova norma de desempenho de edificações, a NR 15575, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a norma tem como principal função proporcionar a durabilidade dos sistemas, a manutenibilidade da edificação e o conforto tátil e antropométrico dos usuários.

Juntamente aos fatores descritos, este segmento ainda apresenta dificuldades no planejamento e controle de suas obras. Citando Formoso *et al.* (2000), diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que vários problemas da construção civil possuem origem em dificuldades gerenciais.

É preciso, portanto, a existência de uma visão de planejamento holístico, principal característica da construção enxuta. Com isso, o objetivo desse artigo é investigar se o planejamento de obra de uma construtora situada na cidade de Natal (RN) está sendo pautado pelos conceitos adotados por esta filosofia. Sendo os objetivos específicos: identificar as causas que provocaram atrasos na construção da obra, apresentar as ações tomadas pela empresa para a correção dessas causas, analisando se estas ações possuem alguma relação com os princípios da construção enxuta, e propor ações de melhoria.

Ressalta-se que a obra vem tentando implementar ferramentas da construção enxuta a partir da contratação de uma consultoria. Tal pesquisa é relevante para a comunidade científica, pois de acordo com Dubey e Singh (2015) a temática vem sendo discutida pela academia por mais de duas décadas. Destaca-se também sua importância para a geração de competitividade para a empresa do estudo, assim como desenvolvimento da economia local. Este artigo está dividido em: introdução, referencial teórico, método de pesquisa, análise dos dados e considerações finais.

## 2. Referencial Teórico

### 2.2.1 Princípios da Construção Enxuta e Ferramentas Lean

O primeiro princípio consiste na redução das atividades que não agregam valor. Ballard e Howell (2012) afirmam que com a eliminação destas atividades, a produtividade aumenta, fazendo com que mais valor seja agregado. Segundo Gao e Low (2014) e Pestana *et al.* (2014) este princípio pode ser atingido a partir da divisão do planejamento da obra em longo, médio e curto prazo.

O segundo princípio consiste na melhoria do valor do produto por meio das considerações sistemáticas requeridas pelo cliente. Para Koskela (1992), é preciso que as

necessidades dos clientes sejam identificadas. Para este autor, o terceiro princípio refere-se à redução da variabilidade do processo. Stefanelli (2010) sugere a utilização do *Kanban* como uma das ferramentas que auxiliam a obtenção desse princípio.

O quarto princípio relata a redução do tempo de ciclo. Kurek *et al.* (2005) afirmam que para medir fluxos de processos o tempo é a unidade básica de medição. Segundo Stefanelli (2010) pode-se utilizar o *Jidoka* e o *Andon*.

Simplificar e minimizar o número de passos e partes, constitui o quinto princípio. Formoso (2002) entende que quanto maior o número de passos ou partes em um processo, maior a quantidade de atividades que não agregam valor. O sexto princípio relaciona-se a melhoraria da flexibilidade do produto. Gao e Low (2014), definem esse princípio como a capacidade que a empresa possui de alterar o produto final de acordo com os requisitos impostos pelo cliente.

O sétimo princípio refere-se à melhoria da transparência do processo. Gonzales (2009) afirma que isto pode ser alcançado por meio da gestão visual e Alsehaimi *et al.* (2014) pelo 5S. Já o oitavo princípio refere-se ao controle do processo global. Pheng (2011) e Alsehaimi *et al.* (2014) defendem a utilização do *Just in Time*.

O nono princípio relata a introdução da melhoria contínua do processo. Kurek *et al.* (2005) ressaltam as vantagens competitivas da aplicação desse princípio. Koskela (2000a) aborda que o décimo princípio retrata o balanceamento das melhorias no fluxo com as melhorias das conversões. Por último, tem-se o princípio do Benchmark. Para Carvalho (2008) *benchmarking* consiste num processo de aprendizagem a partir das práticas adotadas em outras empresas.

Dubey e Singh (2015) defendem que para a plena aplicação dos conceitos *lean*, é preciso que a empresa pratique os seguintes aspectos: *just in time*, estimule o comportamento *lean* na empresa, *Total Quality Control* (TQM), trabalho em equipe, suporte da alta gerência, e informações em tempo real da produção

### 3. Método de pesquisa

O método deste artigo foi dividido em três fases: planejamento, coleta de dados e análise. Esta divisão foi baseada em Yin (2001). O planejamento inicia-se com o referencial teórico, seguido da escolha do tema de pesquisa e objetivos. Foram visitadas seis empresas, escolhida a empresa de pesquisa, a obra de estudo, as torres analisadas (duas), o período de

análise (um ano e três meses) e as etapas construtivas analisadas (estrutura, alvenaria, contramarco e emestramento, instalações, reboco e emboço, regularização de piso).

A fase de coleta de dados incluiu a participação em reuniões de planejamento da obra (médio e curto prazo, reunião com consultores e equipe de planejamento). Acessaram-se os seguintes documentos: planta baixa, linha de balanço, relatório de curto e médio prazo e os gráficos dos indicadores de produtividade, relatórios de causas de atraso e relatório criados pelo pesquisador.

Para a análise dos dados foram analisados todos os documentos citados. Em cada etapa do processo construtivo foram selecionadas as atividades que provocaram atrasos na construção de ambas as torres, os tipos de causa que provocaram os atrasos, assim como a frequência dessas causas. Para mensurar essa frequência, foram elaborados diagramas de Pareto.

Com o intuito de descrever as principais ações aplicadas pela empresa, foi construído um quadro que relacionava tais ações, às causas que motivaram suas aplicações, assim como a verificação se tal estratégia possuía relação com os princípios da construção enxuta, e se sim, quais. Com relação à adesão da ação com algum dos princípios da construção enxuta foi utilizado, como medida de classificação, os termos: sim, parcialmente, não.

O termo “sim” indica que a ação, tanto em termos conceituais como a forma com a qual a ação foi aplicada na obra, foram condizentes com um ou mais princípios. Já o termo “parcialmente”, indica que a ação proporciona alguma adesão, porém a equipe de planejamento não implantou a ação com eficácia ou, apesar da ação condizer com um princípio, esta incoerente com outro. E “não” quando a ação não é coerente com nenhum dos princípios. A partir desta análise, foram propostas melhorias para a obra. A Figura 1 ilustra o método utilizado pela pesquisa.

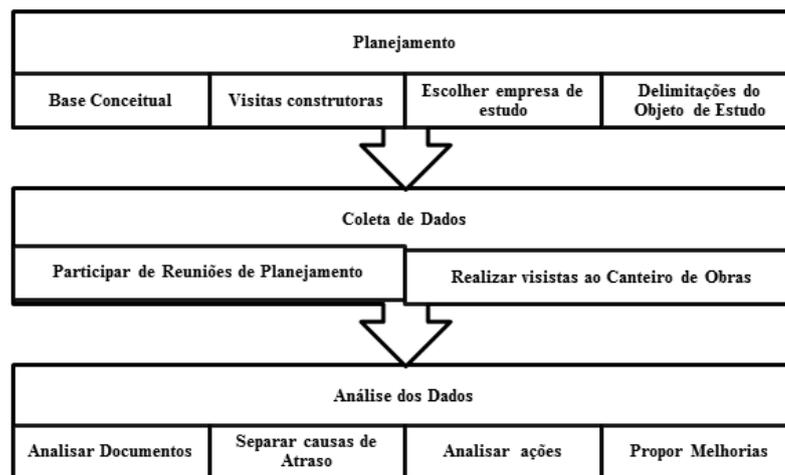


Figura 1 - Método de Pesquisa

#### 4. Análise dos dados

Na análise das etapas de construção foram identificadas todas as causas que provocaram atrasos, destacando-se os erros cometidos pela equipe de planejamento, principalmente, atividades mal planejadas, ocorrendo quando estas não foram bem definidas no planejamento de curto prazo. Destaca-se também a superestimação da produtividade, ou seja, quando a equipe de planejamento alocou uma carga de trabalho superior à capacidade da equipe que executaria a tarefa.

Além disso, ocorreram vários desvios de programação. Esta causa aconteceu quando as atividades consideradas de urgência pela gerência recebiam prioridade em relação aos serviços que já estavam programados. A falta de solicitação de material, fator este que deveria ter sido planejado nas reuniões de médio prazo, também ocasionaram atrasos, assim como os atrasos de fornecedores (cimento e aço). Em relação à mão de obra, menciona-se o baixo ritmo de construção das atividades precedentes, absenteísmo e acidente de trabalho. O Figura 2 demonstra a frequência de todas as causas.

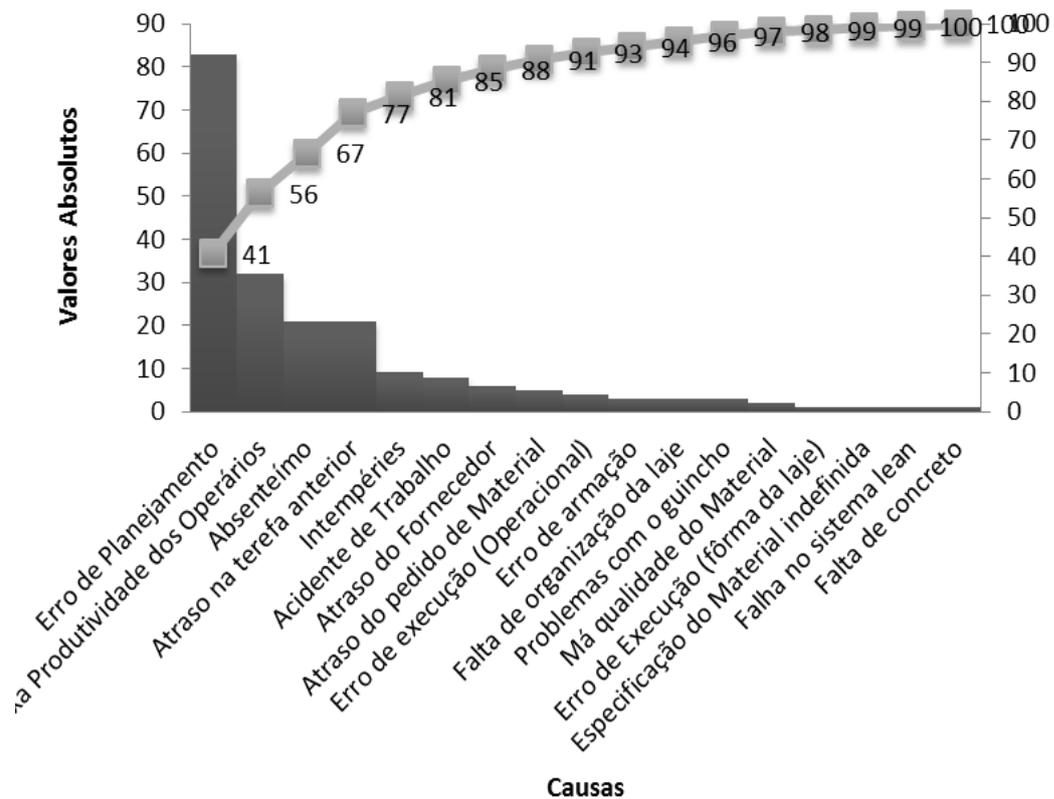


Figura 2 - Causas Gerais

A causa erro de planejamento foi o fator que mais provocou atrasos na construção das duas torres (41%), seguido da baixa produtividade dos operários, atrasos nas tarefas antecedentes e do absenteísmo dos funcionários. Como o erro de planejamento obteve destaque nesta análise, a Figura 3 representa os tipos de erros relacionados com esta causa.

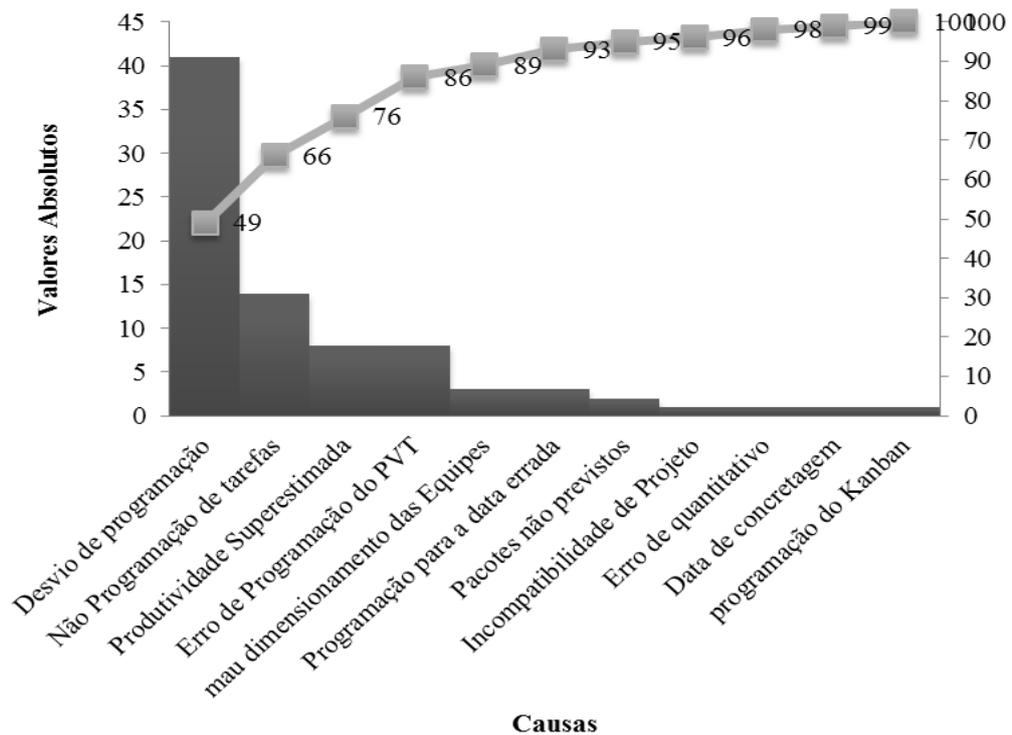


Figura 3 - Causas - Planejamento

De todas as causas relacionadas ao planejamento, 49% destas foram oriundas dos desvios de programação, seguidas da não programação de algumas atividades, da produtividade superestimada e da programação realizada para um pavimento errado.

Com o intuito de sanar essas causas, a empresa realizou 12 ações. A primeira refere-se a divisão do planejamento da obra. Com a programação por meio dos planejamentos de longo, médio e curto prazo, nota-se aderência aos princípios da construção enxuta.

Desta feita, esta ação combate a não programação de tarefas, superestimação da produtividade e desvio de programação. Relacionando diretamente com os princípios 01, 03 e 04. Ressalta-se que as informações das etapas de planejamento não são dissipadas eficientemente, pois é preciso entrar na sala de reuniões e verificar as informações no televisor ou acessar os terminais na obra.

Outra ação foi a utilização da técnica dos “porquês”, possuindo o intuito de descobrir a causa raiz dos atrasos nas tarefas, ou seja, a engenheira residente questionava os membros da equipe de planejamento os motivos que ocasionaram os atrasos nas atividades programadas na semana anterior.

Desta feita, considera-se que esta técnica está relacionada à redução das atividades que não agregam valor e redução de variabilidades, respectivamente, princípios 01 e 03. Esta ação

foi considerada parcialmente aderente aos princípios anteriormente citados, pois apesar de existir a intenção de descobrir a causa raiz dos problemas, não foi detectada uma maior ênfase na análise das principais atividades.

A ação de verificar os pacotes de atividades nos pavimentos, teve como objetivo a redução dos desvios de programação, principalmente no que consiste aos atrasos provocados por tarefas anteriores e a desorganização dos pavimentos ao final da realização de uma tarefa. Ao término das atividades de uma equipe, um estagiário verificava se houve qualidade, segurança e limpeza.

Esta ação possui perspectivas *Lean*, pois está relacionada com o princípio 01, pois evita-se retrabalho. Porém, esta ação foi considerada como parcial, pois é necessário que o próprio operário perceba a importância da redução dessas atividades que não estão agregando valor, imprimindo melhor qualidade aos serviços e organizando o espaço de trabalho.

O indicador IRR (índice de remoção de restrição) fora do prazo veio como alternativa para diminuir a falta de materiais na realização das tarefas em nível de curto prazo e minimização do número de pedidos feitos com urgência. Esta ação foi vinculada ao aumento da transparência do processo (princípio 7), criando-se um indicador de relevância em termos de programação, considerando que os próprios funcionários perceberam que para o funcionamento da programação de curto prazo, era preciso que todos os materiais fossem devidamente relacionados na programação de médio prazo.

Outra ação aplicada foi o 5S, afirma-se que esta técnica auxilia no combate de causas como: retrabalho, desvio de programação e atraso em tarefas anteriores. Os sensores de utilização, organização e limpeza foram implantados na obra. Porém, os sensores de saúde e autodisciplina não foram implantados, considera-se, portanto, que a ferramenta 5S não foi aplicada de forma eficiente. Por isso, a devida ação foi considerada como não aderente aos princípios.

A ação de rastreamento de materiais, foi impulsionada pela falta de certos insumos, principalmente aço, tijolos e madeira. A gerência decidiu que todos os materiais espalhados pelo canteiro seriam rastreados por meio de placas de identificação. Pode-se considerar que esta ação também combate à baixa produtividade dos operários, pois estes não precisam parar suas atividades para procurar o material. Relacionando com o princípio 07, pois placas e sinalizações aumentam a transparência do processo.

A técnica de paginação foi requerida para evitar a quebra de tijolos, para que estes se encaixassem perfeitamente nas dimensões da alvenaria. Com esta ferramenta, pode-se

combater a baixa produtividade dos operários e o desvio de programação. Esta ação condiz com os princípios 01, 03 e 04.

A utilização do *Kanban* foi requerida para a produção de argamassa do processo de alvenaria, relacionando as atividades das equipes de pedreiros e betoneiro. Esta técnica é utilizada para combater a baixa produtividade dos funcionários, racionalização dos insumos e nivelamento da produção.

De acordo com a necessidade de argamassa para as tarefas e com a quantidade de traços permitidos pela gerência, as equipes de reboco e contra piso programam suas necessidades deste insumo alimentando terminais eletrônicos espalhados pela obra. Por meio de um *tablet*, o betoneiro recebe as informações dos terminais de quanto deve produzir, para quais momentos, para qual equipe e pavimento. Proporcionando a realização do *Just in Time* e diminuindo a variabilidade do sistema, princípio 03.

Ressalta-se que os terminais eletrônicos substituíram o quadro *heijunka*, diminuindo o acesso fácil de todos os operários a informação, comprometendo a transparência do processo, por isso esta ação foi considerada parcial. Já o *andon*, foi utilizado para monitorar as atividades do guincho e as atividades paralisadas nos pavimentos. Essa ferramenta possibilita a gerência investigar as razões da paralisação deste equipamento. Em relação aos pavimentos, foram instalados três terminais em cada torre. Desta feita, os operários avisam a paralisação das atividades.

Pode-se afirmar que esta ação está vinculada, parcialmente, com o princípio 07, pois o *andon* possibilita o aumento da transparência do processo permitindo trocas de informações entre o campo e a gerência. Porém, esta ação foi considerada parcialmente aderente a este princípio, pois é preciso que todos os funcionários tenham acesso a tais informações de forma simples e direta.

A realização de mutirões foi aplicada com o intuito verificar atividades que precisavam de retrabalhos, provocados por desvios de programação. Essa estratégia não possui nenhum vínculo com os princípios *Lean*.

Os operários são incentivados a questionarem a programação de curto prazo, com o intuito de melhorar o que foi planejado pela gerência. Esta ação visa combater a baixa produtividade, os desvios de programação e as tarefas não programadas. Tal fato está condizente parcialmente com o princípio 09, pois incentiva o questionamento do planejamento organizado pela gerência, deixando-os livres a opinarem.

Porém, é preciso melhorar o acesso à informação a esses colaboradores. Portanto, é necessário haver uma gestão visual pela obra, por meio do acesso fácil e direto aos indicadores de produtividade das equipes, evitando que os operários precisem acessar os terminais ou se desloquem até a sala da gerência.

Outra ação foi à utilização de hora extra com o intuito de combater a baixa produtividade (ver Figura 4). Esta ação é apenas uma medida paliativa e não está relacionada com nenhum princípio *Lean*.

| Ação                               | Causa  | Está alinhado com algum princípio <i>lean</i> | Princípios           |
|------------------------------------|--|---|----------------------|
| Planejamento: longo, médio e curto | Não programação de tarefas; superestimação da produtividade; desvio de programação;                | Sim   | (1); (3);(4)         |
| Porquês                            | Atraso nas tarefas anteriores; Baixa produtividade;  | Parcialmente                                  | (1)                  |
| Receber Pavimentos                 | Desvio de programação; atraso na tarefa anterior;  | Parcialmente                                  | (1)                  |
| IRR fora do prazo                  | Falta de material  | Sim   | (7)                  |
| 5S                                 | Retrabalho, desvio de programação, atraso na tarefa;   | Não   | Não possui aderência |
| Rastrear insumos                   | Falta de materiais; baixa produtividade  | Sim   | (7)                  |
| Paginação                          | Desvio de programação; baixa produtividade; retrabalho;  | Sim   | (1); (3); (4);       |
| <i>Kanban</i>                      | Baixa produtividade; desperdício de materiais  | Parcialmente                                  | (3)                  |
| <i>Andon</i>                       | Não programação das atividades pela gerência; Superestimação da produtividade; falta de materiais; | Parcialmente                                  | (7)                  |
| Realização de Mutirões             | Desvio de Programação  | Não   | Não possui aderência |
| Motivar Funcionários               | Baixa produtividade, desvio de programação   | Parcialmente                                  | (9)                  |
| Aplicar Hora Extra                 | Baixa produtividade  | Não   | Não possui aderência |

Figura 4 - Análise das Ações

Para uma melhor aderência dessas ações, foram propostas algumas sugestões de melhorias. É preciso que a obra invista em uma melhor gestão visual pelo canteiro. A exposição de indicadores de produtividade das equipes precisa ser demonstrada em uma localidade de grande circulação, além da linha de balanço de ambas às torres.

Outra ação sugerida seria a premiação das equipes com melhor desempenho, essa avaliação deverá ser realizada de acordo com a produtividade, qualidade, segurança e limpeza. Deve-se orientar os operários a cadastrar a paralisação das tarefas nos terminais, quando de sua evidente eminência, não apenas quando realmente parar.

Para um melhor controle dos materiais do almoxarifado e dos insumos que ficam espalhados pelo canteiro, sugere-se a aplicação de *kanbans* visuais para aqueles itens com alto

giro de estoque. Deve-se aumentar o monitoramento dos sentidos de utilização, organização e limpeza no canteiro de obras, assim como a aplicação do senso de disciplina nos operários.

É importante também que os operários possam participar das reuniões de planejamento. Com isto, sugere-se que pelo menos um operário (de forma rotativa) possa acompanhar uma reunião de planejamento de curto prazo (ver Figura 5).

| Soluções  | Causa   |
|---|---|
| Indicador de atividades desviadas durante a semana  | Desvio de Programação;<br>Não Programação de Tarefas;                         |
| Melhorar a gestão visual pelo canteiro  | Absenteísmo;<br>Desvio de programação;<br>Não programação de tarefas;         |
| Premiação por equipe  | Baixa Produtividade;<br>Absenteísmo;  |
| Cadastrar paralisação de tarefa nos terminais quando de sua eminência de paralisação  | Baixa Produtividade;<br>Desvio de programação;                                |
| <i>Kanban</i> visual nos materiais do almoxarifado e insumos pelo canteiro  | Falta de material   |
| Aumentar o monitoramento dos sentidos de utilização, separação e limpeza, assim como a aplicação do senso de autodisciplina | Desvio de programação;<br>Não programação de tarefas,<br>Baixa produtividade; |
| Inserir por semana, um operário do canteiro de obras para participarem de uma reunião de planejamento                       | Desvio de programação;<br>Não programação de tarefas;<br>Absenteísmo;         |

Figura 5 - Propostas de Melhoria

## 5. Considerações finais

Verifica-se que dos 11 princípios, apenas 5 destes foram relacionados às ações realizadas pela empresa, as quais: redução das atividades que não agregam valor, reduzir a variabilidade do processo, melhorar a transparência do processo, introduzir melhoria contínua do processo e reduzir o tempo de ciclo.

Não foi detectado decisões que estivessem relacionadas com a melhoria do produto, princípio 02, e embora a ação de aplicar a técnica de paginação na etapa de alvenaria esteja relacionada ao princípio 04, não foram detectadas outras ações que melhor enfatizassem a diminuição do tempo de ciclo dos processos, incluindo os processos de fluxos (espera, transporte, movimentação). Assim como ações relacionadas ao princípio 05, em que sua principal função consiste em reduzir a quantidade de componentes em um processo que não estão agregando valor.

Não foram relacionadas nenhuma decisão relacionada ao princípio 06. Assim como também não foram relacionados os princípios 8, 10 e 11. Com relação às 12 ações analisadas, quatro estavam relacionadas diretamente com os princípios da construção enxuta, cinco foram consideradas como parcialmente relacionadas e três ações que não possuem relação alguma. No que consiste as quatro ações condizentes com os princípios, essas evitam o retrabalho, favorecem à estabilidade da produção, diminuem tempo de ciclo das tarefas, proporcionam mais transparência aos processos e evitam a falta de material.

Já as ações que foram consideradas parcialmente relacionadas com os princípios da construção enxuta foram assim classificadas, pois apesar de estarem relacionadas com alguns dos princípios estabelecidos por Koskela (2000), não proporcionavam aspectos que são relevantes para a construção enxuta, como a facilidade de acesso a informação por todos os funcionários da obra, por não estabelecerem a importância de transmitir para os operários a necessidade de se produzir com qualidade e segurança e por não enfatizar a necessidade de avaliar as principais atividades com o intuito de se verificar variabilidades nos processos.

Em se tratando das três ações que não estão relacionadas com a perspectiva *Lean*. Duas delas foram assim classificadas porque são medidas paliativas, as quais não visam sanar a causa principal do atraso, provocando principalmente atividades que não agregam valor. Na terceira, a metodologia da ferramenta não foi completamente aplicada. A partir desta análise atinge-se o objetivo principal desta pesquisa.

Considera-se que apesar da empresa em estudo utilizar algumas ferramentas e conceitos provenientes da construção enxuta e da importância dada ao planejamento, suas ações não refletem, em sua totalidade, a plena implantação da filosofia *Lean*.

É preciso, portanto, que a empresa se inteire melhor a respeito dos conceitos defendidos pelos princípios da construção enxuta, refletindo essa consciência nas ações tomadas durante o processo de planejamento das obras.

Recomenda-se que os responsáveis pelo planejamento invistam mais em ações que visem combater as principais causas de atrasos na obra, principalmente, por estas causas serem oriundas de erros de planejamento, como o desvio de programação, não programação de tarefas e atraso nas tarefas antecedentes, assim como o absenteísmo e a baixa produtividade. Causas estas que tiveram respaldo na literatura.

Com o intuito de sanar tais problemas, foram propostas algumas sugestões de melhorias a serem seguidas pela empresa. Como a criação de um indicador que mensure a quantidade de atividades que foram desviadas durante a semana, podendo assim analisar

quanto tempo de atraso essa causa está provocando na construção das duas edificações, assim como o custo desse atraso.

Melhorar a gestão visual pelo canteiro de obras, transmitindo assim informações imprescindíveis para os operários de forma fácil e direta. Com isso, estes poderão sugerir melhorias e terão a oportunidade de participarem de forma mais ativa do planejamento das atividades. Premiar as equipes pelo seu bom desempenho, não só em termos de produtividade, qualidade, segurança e limpeza. Esta premiação poderá ser realizada com bônus financeiro, produtos, ou qualquer outra ação que incentive os operários, evitando baixa produtividade e absenteísmo.

É importante que a paralisação das atividades seja evitada nos pavimentos, para isto é necessário que os operários cadastrem o motivo da paralisação antes que ocorra. Assim como investir em *kanbans* visuais, aplicar o senso de autodisciplina nos operários e aumentar o monitoramento dos sentidos de separação, organização e limpeza.

Esta pesquisa foi de relevância significativa para a empresa em estudo, pois pode-se descrever o processo de planejamento da obra, suas principais causas de atrasos e as principais ações tomadas por esta organização, analisando se tais ações estão coerentes com os princípios da construção enxuta.

Este fato proporcionará uma reflexão de seus dirigentes no que consiste aos fatores que estão provocando atrasos na obra e quais são as melhores estratégias que podem solucionar as causas, utilizando para isso os princípios da construção enxuta. Considerando que tais princípios visam, principalmente, a redução daquilo que não agrega valor para os clientes, tornando a empresa mais enxuta, e conseqüentemente, diminuir os desperdícios.

A relevância deste estudo também é ressaltada em termos de contribuição acadêmica, pelo fato de se comparar fatores mencionados na literatura com acontecimentos apresentados no estudo de caso, podendo-se confirmar que as principais causas de atrasos na obra são oriundas de erros de planejamento e fatores relacionados à mão-de-obra.

A pesquisa também foi de grande relevância para o pesquisador, pois o mesmo teve a oportunidade de conhecer os processos e atividades inerentes da construção civil, suas principais dificuldades, como se desenvolve um planejamento de obras e como se dá a relação entre os atores envolvidos nesse processo. Assim como a oportunidade de avaliar quais as principais causas que provocam atrasos e como estas causas podem ser sanadas com ações coerentes com os princípios da construção enxuta.

Notou-se que o setor da construção civil se caracteriza de um ambiente de produção propício para a atuação de profissionais da Engenharia de Produção, principalmente, pela oportunidade de se racionalizar processos, sejam eles de conversão ou de fluxo, proporcionando uma maior eficiência na produção de edifícios. Podendo, com isto, diminuir o tempo de realização das obras, entregando estas no prazo estabelecido com o cliente, aumentando a qualidade e reduzindo os custos de construção.

As principais limitações deste trabalho estavam na mensuração exata do tempo de atraso provocado pelas causas e os custos envolvidos. Destaca-se a limitação do pesquisador ao acesso de certas informações, principalmente relacionadas aos custos.

Como trabalhos futuros, sugere-se a análise das estratégias estabelecidas nesta pesquisa com a perspectiva de se avaliar até que ponto essas ações proporcionaram a redução do tempo de realização das atividades macro; como a participação ativa dos operários auxilia na eficiência do processo de planejamento; como a gestão da informação no canteiro de obras melhora o processo de planejamento; e como os princípios da construção enxuta reduzem os gastos na construção de edifícios.

## REFERÊNCIAS

- Associação Paulista de Empresários de Obras Públicas. Boletim Trimestral (2014) Nº 2, Disponível em <http://www.apeop.org.br/apeop/public/uploads/bibliotecas/boletim02-342.pdf>. Acesso em 02 de mar.2015.
- Alsehaimi, A.O., Fazenda, P.T. & Koskela, L. (2014). Improving Construction Management practice with the Last Planner System: a case study. *Engineering, Construction, and Architectural Management*, 21(1): 51-64.
- Alarcón L. et al. (2005). Assessing the impacts of implementing lean construction. *Anais do International Group for Lean Construction*, Sidney.
- Alarcón, L. (1997). Tools for the Identification and Reduction of Waste in Construction Projects. *Lean Construction*, 5: 365-377.
- Alves T. & Neto J. (2008). Análise estratégica da implementação da filosofia Lean em Empresas construtoras, *Anais do SIMPOI*.
- Alves, T. (2000). *Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras: Proposta Baseada em Estudo de Caso*, Dissertação Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Arantes, Cristina Fonseca Gonçalves Arantes (2008) *Lean Construction – Filosofias e Metodologias*, Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto.
- Ballard, G. & Howell, G. (2012). Introduction to Lean Construction: Lean Construction in Public Sector. *Journal of Lean Construction*, 3(1): 46-70.
- Ballard, G. (2000). *The last planner system of productions control*. Thesis - Dept. of Civil Engineering, University of Birmingham, Birmingham.

- Carvalho, B. S. (2008). *Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba.
- Câmara Brasileira Da Indústria Da Construção Civil. (2014). *Empregos na construção civil. Banco de Dados de Brasília*. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/home/caged-setembro14> Acesso 25.11.14.
- Camacho J. S. (2000). *Projeto de edifício de alvenaria estrutural*. Universidade Estadual Paulista, Ilha solteira, São Paulo.
- Ciarniene, R. & Vienazindine, M. (2014). How to facilitate Implementation of Lean Concept. *Mediterranean Journal of Social Science*, 5(13): 1-7.
- Correa, H.L., Gianesi, I. G. H. & Caon, M. (1993). *Just in Time,MRP II e OPT: Um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas.
- Confederação Nacional da Indústria (2015). *Sondagem Industrial*. Boletim. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/publicacoes-e-estatisticas/estatisticas/2015/01/1,38096/sondagem-industria-da-construcao.html>. Acesso 02 de Mar.2015
- Dubey, R. & Singh,T. (2015). Understanding complex relationship among, JIT, lean behavior, TQM, and their antecedents using interpretive structural modelling and fuzzy MICMAC analysis. *The TQM Journal*, 27(1): 42-62.
- Formoso, C. T. (2002) *Lean Construction: princípios básicos e exemplos*. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras, Porto Alegre, 15: 50-58.
- Formoso, C. et al (2000). *Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras*. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Gao, S. & Low, P. (2014). Impact of Toyota Way Implementation on Performance of Large Chinese Construction Firms. *Total Quality and Bussiness Excellence*, 24(5): 323-344
- Heineck, L. (1984). Modelos para o planejamento de obras. Anais do *Encontro de Pesquisa Operacional no rio Grande do Sul*, Rio Grande do Sul, Santa Maria.
- Herrala, M. et al. (2012). Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 15(4): 383–398.
- Heineck, L. F. M. (1990). Curvas de Agregação de Recursos no Planejamento e Controle da Edificação: aplicações a obras e a programas de construção, Porto Alegre, *Caderno de Engenharia*, 4:78-90.
- Hill, T. J. (1994). Developing a Manufacturing Strategy, Principles and Concepts. In: *Manufacturing strategy: text and cases*. 2, Burr ridge - Richard D. Irwin.
- Hirota, E. H. & Formoso, C.T. (2000). O Processo de aprendizagem na transparência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. Anais do *Encontro Nacional Da Tecnologia Do Ambiente*, Salvador.
- Howell, G. A. & Koskela, L. (2000). Reforming Project Management: The Role of Lean Construction, Anais do *Annual Conference on Lean Construction*, Brighton, Reino Unido. Proceeding.
- Howell, G. (1999). What is Lean Construction, Anais do *Annual Conference of the Internacional Group for Lean Construction*, University of California, Berkeley.
- Howell, G. & Ballard, G. (1997). Implementing lean Construction: reducing inflow variation. *Lean Construction*. Rotterdam, 7: 93-100.

- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2): 420-237.
- Hummels, H. & Leed, J. (2000). Teamwork and Morality: Comparing Lean Production and Sociothechnology. *Journal of Business Ethics*, 26: 75-88.
- Isatto, E. et al. (2000) *Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de Perdas na construção civil*. Porto Alegre: SEBRAE-RS.
- Pestana, V. M., Alves, T. C. & Barbosa, A. R. (2014) Application of Lean Construction Concepts to manage the submittal Process in AEC Projects. *American Society of Civil Engineers*, 30(1): 45-54.
- Pheng, L. S. & Fang, J. W. Y. (2001) Applying just-in-time principles in the delivery and management of airport terminal buildings. *Built Environment Project and Asset Management*. 1(1): 104-121.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report #72, Stanford University, Palo Alto, California.
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. In: EXPOO, *Technical Research Centre of Finland*, VTT Publications 408, 296p,
- Kurek, J. (2005). *Introdução dos Princípios da Filosofia de Construção Enxuta nos Processos de Produção em uma Construtora em Passo Fundo-RS*.143f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.
- Stefanelli, P. (2010). *Modelo de programação da produção nivelada para produção enxuta em ambiente ETO com alta variedade de produtos e alta variação de tempos de ciclo*. 156f. Dissertação, Universidade de São Paulo.
- Reis, T. (2004). *Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso*.143f. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Rother, M. & Harris, R. (2002). Criando fluxo contínuo – um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. Cidade. *The Lean Enterprise Institute*.
- Roman, H. R., Mutti, C. N. & Araujo, H. N. (1999). *Construindo em Alvenaria estrutural*. Florianópolis; Editora da UFSC, 83p.
- Ruppenthal, J., Weise, A. D. & Bartz, A.P. (2012). Aplicação da manufatura enxuta em uma indústria de equipamentos agrícolas. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería. Chile*, 21: 147- 158.
- Russel, M., Hsiang, S. M. & Liu, M. (2014). Causes of time buffer and duration variation ins construction project task: Comparison of perception to reality. *Construction Engineering Manage*, 140: 1-12.
- Santos, M. D. F. (1998). *Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuição ao Uso. Santa Maria*. 157f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Santos, A. et al (1996). *Método de Intervenção para a redução de perdas na construção civil: manual de Utilização*. Porto Alegre, SEBRAE/RS.
- Sarah, V. S. S., Michel, D. L. & Littman, A. (2014). Impact of progressive sustainable target value assessment on building design decisions. *Building and Environment*, 85: 52-60.
- Sabbatini, F.H. (1984). *O processo Construtivo de Edifícios de Alvenaria estrutural sílico-calcário*. 298p. Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Salem, O. et al. (2005) Implementation and Assessment of Construção enxuta Techniques. *Construção Enxuta Journal*, 2(2).
- SEBRAE. *Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Serviços e Oportunidades na Construção Civil*. Disponível em: [http://www.sebrae.com.br/setor/construcao-civil/o-setor/cadeia-produtiva/120-000-626-cenario-e-oportunidades-na-construcao-civil/BIA\\_120000626](http://www.sebrae.com.br/setor/construcao-civil/o-setor/cadeia-produtiva/120-000-626-cenario-e-oportunidades-na-construcao-civil/BIA_120000626) . Acesso em 06 de fevereiro de 2014.
- Shah, R. & W, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25:785-805.
- Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Artmed, 2 Ed.
- Thompson, C. G. (2009). *Uma avaliação do potencial de aplicação da mentalidade enxuta (Lean Thinking) na construção naval: estudos de casos múltiplos*, 102f. Dissertação Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Tommelein, I. & Ballard, G. (1997) Look ahead Planning: screening and pulling. Anais do *Seminário Internacional sobre Lean Construction*, São Paulo.
- Tommelein, I. (1998). Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation: Simulation of Lean Construction Technique. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(4): 279-288.
- Womack, J. P., Jones D.T. & Ross, D. (2004). *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus.
- Womack, J. P. & Jones, D. R. (1998). *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o desperdício e crie riquezas*. Rio de Janeiro: Campus.
- Womack, J. P., Jones, D. T. & Ross, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: Simon and Schuster.
- Womack; J. P. & Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking Free*. New York: Press.
- Womack, J.P., Jones, D. T. & Roos, D. (1992). *A Máquina que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: Campus.
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Tradução: Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2 Ed.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)