

# Construção enxuta, proposta de diagnóstico e análise do canteiro de obras

*Lean construction, proposed of diagnosis and analysis construction sites*

*Camila Candida Compagnoni dos Reis<sup>1</sup>  
Matheus Fernando Moro<sup>2</sup>  
Sandrine de Almeida Flores<sup>3</sup>  
Andreas Dittmar Weise<sup>4</sup>*

## Resumo

Cenários de crise e instabilidade econômica mostram-se propícios para que as empresas busquem alternativas objetivando eficiência produtiva. A indústria da construção civil vem demonstrando baixos índices de produtividade, junto ao atual declínio do setor de modo que a construção enxuta apresenta-se como uma alternativa vantajosa. Este estudo teve como objetivo analisar a adoção de práticas *Lean* em um canteiro de obras autogerido, tendo como direcionador do diagnóstico os onze princípios da construção enxuta, propostos por Koskela. Após a análise, foram sugeridas mudanças abrangendo a aplicabilidade da filosofia enxuta. Dentre as propostas, abrangeram mudanças no *layout* do canteiro de obras, utilização de técnicas e ferramentas para a diminuição de atividades que não agregam valor, e ainda padronização das atividades realizadas. Destacou-se como problema característico de obras autogeridas a inexistência de planejamentos. Salienta-se que as mudanças compreendem uma mudança de cultura das pessoas envolvidas, sendo imprescindível que haja uma mudança na forma de gestão na construção civil para o crescimento saudável do setor.

Palavras-chave: Construção Civil. Construção Enxuta. Canteiro de Obras. Redução de Perdas. Obra Autogerida.

---

<sup>1</sup> Mestra em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: camilacompagnoni@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia de Produção pela UFSM. E-mail: morosmi@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestra em Engenharia de Produção pela UFSM. E-mail: sandrinetuty@gmail.com

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Civil pela UFSM. Professor da UFSM. E-mail: mail@adweise.de

## Abstract

Crisis scenarios and economics instability are conducive for companies to seek alternatives aimed at efficiency productive. The construction industry has demonstrated low rates of productivity, along with the current decline of the sector so that the lean construction presents itself as an advantageous alternative. The objective of this study was to analyze the adoption of Lean practices in a construction site self-managed, having as guide of the diagnosis the eleven principles of the lean construction, proposed by Koskela. After the analysis, it was suggested changes covering applicability of lean philosophy. The proposals included changes in the layout of the construction site, use of techniques and tools for the reduction of activities that do not add value, and also standardization of the activities carried out. It was highlighted as a characteristic problem of self-managed works as the lack of planning. It should be noted that the changes include a change in the culture of the people involved, and it is imperative that there be a change in the way of management in construction for the healthy growth of the sector.

Keywords: Civil Construction. Lean Construction. Construction Site. Reduction of Losses. Self-Managed Work.

A Indústria da Construção Civil (ICC) apresenta um produto de alto valor agregado e vem apresentando uma dinâmica positiva no que se refere aos aspectos ligados ao aumento da oferta de crédito imobiliário e recursos para financiamento. Está entre os setores que mais emprega mão de obra formal, sendo as empresas responsáveis por arrecadar cerca de 5,8% do PIB, aproximadamente R\$ 255,2 bilhões (IBGE, 2012). A produtividade no setor encontra-se em declínio, fator que está diretamente ligado ao aumento salarial da mão de obra empregada (BRASIL, 2015c). Considerando a série histórica dos Custos Unitários Básicos (CUB), a mão de obra passou a representar, a partir de abril de 2011, mais de 50% dos custos/m<sup>2</sup> da construção civil, sendo mais representativo em um orçamento do que somados os custos com equipamentos, despesas administrativas e relacionados aos materiais (BRASIL, 2015b). Compõe-se significativamente de mão de obra não especializada em termos de instrução formal (ARAÚJO, 2012), o que demonstra a importância da existência de programas de treinamento e da adoção de novas técnicas de gestão, visando a evolução e aperfeiçoamento dos processos de construção.

Torna-se essencial neste trabalho abordar brevemente a crise financeira que atingia as indústrias japonesas em 1949, chamando a atenção de gestores para adoção de estratégias e mudanças nos sistemas de produção, dando início ao desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (STP) (SILVA, 2008). Como constatado nas literaturas de Moretti (2015), Bello (2015) e Oliveira (2015), os cenários de crise mostram-se propícios para que as empresas busquem a redução das deficiências na gestão dos processos e na adoção dos recursos humanos, objetivando o aumento da capacidade competitiva, além de um aumento da produtividade, tendo a implantação da filosofia *Lean* como estratégia para superar momentos de instabilidade econômica.

Em relação ao emprego de novas tecnologias no setor e novos processos produtivos, em 2009, 60,4% das empresas que apontaram encontrar

essa dificuldade afirmaram que os obstáculos são os custos, e 67,7% que a dificuldade está também na falta de trabalhadores especializados (BRASIL, 2015a). Não obstante, apenas 28,3% das empresas construtoras relatam a falta de oferta dos bens/serviços desejados no mercado. Ou seja, há tecnologias disponíveis para melhorar os índices de produtividade do setor, entretanto, não estão ainda disponíveis para a maior parte das construtoras nacionais, visto que são, em sua maioria, empresas de pequeno e médio porte: 43,98% das empresas de construção ativas no Brasil em 2011 possuíam até quatro funcionários, enquanto empresas com 30 ou mais funcionários representavam apenas 14,55% do total (IBGE, 2012). Em relação à adoção de novos processos na cadeia produtiva de edificações, o maior impasse ainda é a falta de qualificação da mão de obra, além da necessidade de mudança cultural da comunidade ao aderir novas técnicas de produção no canteiro de obra.

A maioria das indústrias de construções civis são suscetíveis a desperdícios, de material ou mão de obra, bem como gastos e atrasos, gerando ineficiência do projeto. Nesse sentido, a adoção da construção enxuta nesses projetos visa eliminar ou reduzir consideravelmente todos esses percalços. Dentro do raciocínio de Womack, Jones e Ross (2004), produção enxuta (PE) é uma filosofia produtiva e contrapõe-se à produção em massa. Abordando-se essa filosofia no setor da ICC, encontra-se o termo *Lean Construction* (LC) (ou CE), inicialmente abordado por Koskela, em 1992. Segundo Formoso (2002), novas formas da gestão de processos na construção civil vem sendo o foco de estudo de uma grande parte da comunidade acadêmica, nacional e internacionalmente, desde a década de 1990. O objetivo é aproximar princípios e concepções da Gestão da Produção às necessidades e particularidades da ICC.

A maior parte do tempo gasto na execução de trabalhos em canteiros de obras são detidas por operações que não agregam valor à edificação, estimando-se um desperdício de cerca de dois terços do tempo gasto pelos trabalhadores em canteiros de obra (BACHMANN & ASSOCIADOS,

2007; FORMOSO, 2002). Dessa forma, dentre os benefícios atrelados a filosofia de CE estão o aperfeiçoamento no uso dos recursos materiais, mão de obra e dos equipamentos, bem como a redução do tempo de execução da obra, entre outros. Por consequência desses fatores, há a redução do capital utilizado, sem desconsiderar as necessidades e vontades do consumidor final, priorizando possibilidades de customização como forma de agregar valor ao produto final (AZEVEDO; BARROS NETO; NUNES, 2010; FETTERMANN; OLIVEIRA; MARODIN, 2015).

Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta-se como uma proposta de análise de canteiro de obra, tomando como metodologia de análise os 11 princípios da CE propostos por Koskela (1992), de modo que esses possam vir a ser a base do gerenciamento da obra. O estudo foi realizado em uma obra vertical, localizada no oeste do Paraná. A obra em questão será destinada à locação de apartamentos, para um público em sua maioria de caráter jovem, no geral, estudantes universitários.

Para que se possa aduzir a importância do tema abordado e melhor compreender o trabalho em questão, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto, apresentada a seguir, junto com as demais definições relevantes para a realização do estudo. Na sequência, é apresentada a metodologia que embasou esta pesquisa. Depois, são apresentados os resultados obtidos na análise da obra, assim como discussões pertinentes e, por fim, as conclusões.

## 1 Referencial Teórico

Na sequência, serão abordados aspectos importantes para o entendimento da CE. Dessa maneira, contextualiza-se a respeito da Produção Enxuta, seguido da Construção Enxuta.

**Dentre os benefícios atrelados à filosofia de CE estão o aperfeiçoamento no uso dos recursos materiais, da mão de obra e dos equipamentos, bem como a redução do tempo de execução da obra.**

### 1.1 Produção Enxuta

Após décadas de tentativas de desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (ou *System Toyota Production* - TSP), o modelo idealizado por Ohno (1988) foi difundido, com foco na eliminação de desperdícios. São considerados pilares do TSP: o *just-in-time*, algo é produzido quando necessário - puxado pela demanda da operação anterior ou então cliente final; e a automação, processos automatizados que permitam a interação do ser humano, propiciando a supervisão precedente a função de produzir (OHNO, 1988). Nas palavras de Picchi (2001, p. 2), “a Mentalidade Enxuta é uma complexa combinação de filosofia, sistema e técnicas”. O mesmo autor salienta que não utilizar esses fatores conjuntamente pode ser um risco na sua implementação, podendo não se alcançar os resultados esperados. Na concepção de Womack e Jones (2004), são cinco os princípios que formam a base da mentalidade Enxuta: (1) Valor; (2) Fluxo de valor; (3) Fluxo; (4) Puxar e (5) Perfeição.

Para melhor entendimento dos princípios da PE, Stefanelli (2010) explica os três tipos de atividades que podem ocorrer dentro de uma organização: (1) Atividades que agregam valor: são as atividades que os clientes consideram preciosas para tornar o produto final uma necessidade;

(2) Atividades necessárias que não agregam valor: são atividades que os clientes não consideram preciosas, mas que são necessárias para chegar ao produto final; e (3) Atividades que não agregam valor: para o cliente final essas atividades não tornam o produto precioso e não são necessárias para chegar ao produto final; devem ser eliminadas do processo. Assim, considera-se desperdício toda atividade que não agrega valor ao produto final. Ceryno e Possamai (2008) reforçam que o valor é imposto pelo cliente.

Indo além do posicionamento dos autores anteriormente citados, Koskela (2004) apresenta uma outra categoria onde pode-se evitar perdas, ocorrida quando inicia-se uma tarefa sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis, chamando-a de *making-do*, fator este que pode ser fortemente explorado no setor da construção civil. Leão, Rocha e Formoso (2014) identificaram em sua literatura as perdas por *making-do* em um canteiro de obras de um condomínio horizontal de baixa renda, concluindo que as mais corriqueiras são relacionadas às categorias de acesso/mobilidade e à falta de terminalidade – a realização de planejamentos de médio e curto prazo evitaria essa ocorrência.

## 1.2 Construção Enxuta

O relatório de Lauri Koskela, intitulado “*Application of the new production philosophy to construction*” e publicado em 1992, é considerado o precursor da CE, prática impulsionada ainda pelo *International Group of Lean Construction* (IGLC), em 1993, criado a partir do trabalho citado (FORMOSO, 2002). Koskela apresentou o estudo considerando que o setor da construção civil era, na época, mais defasado que outras áreas de manufatura, e a qualidade das edificações eram insuficientes (KOSKELA, 1992). O objetivo desse estudo à época era tirar proveito para o setor de construção civil do tão conceituado sistema de gestão de qualidade de sucesso Sistema Toyota de Produção. Essa pesquisa torna-se

**A indústria da construção tem seu ritmo próprio de desenvolvimento por conta da sua complexidade e suas características únicas.**

então o marco de referência para estender os conceitos do sistema japonês à construção civil (MATIAS, 2009).

Considerando essas problemáticas, surgiu a possibilidade de estudar o que a nova filosofia de produção, ou PE, pode contribuir no setor da construção civil. Autores como Fabricio (2002) salientam a necessidade de se considerar as características e particularidades do setor da construção civil para que implantações da filosofia *Lean* apresentem resultados positivos. Essa indústria pode ser considerada nômade, visto que seu processo produtivo acompanha sempre o local da obra, assim, uma vez que esta é concluída, tem-se um novo processo produtivo.

As mudanças nas indústrias manufatureiras promovem a introdução de novas técnicas de gestão, mas na ICC as mudanças ocorrem de maneira mais lenta (REFOSCO et al. 2014). Nas demais indústrias a aplicação de técnicas da mentalidade enxuta são largamente utilizadas. Na Europa e na América a maioria das indústrias de manufatura praticam a PE (AZIZ; HAFEZ, 2013), enquanto na construção civil pouco se explora da mentalidade enxuta, considerando-se seu amplo potencial (FABRICIO, 2002; BENETTI, 2010). Entretanto, no entender de Refosco (et al. 2014, p. 2), “a indústria da construção tem seu ritmo próprio de desenvolvimento por conta da sua complexidade e suas características únicas”.

Aziz e Hafez (2013) destacam como sendo dois os principais fatores para o desenvolvimento da ICC: o Gerenciamento da Construção e o Avanço da Tecnologia. Os autores ainda apresentam dados que mostram uma diminuição do custo da produtividade (*Yen/Man/Hours*) do setor nos últimos 40 anos em países como EUA e Japão. Ressalta-se que ambos os países citados desempenham papéis de destaque na construção civil, trabalhando com tecnologias construtivas como, por exemplo, painéis de aço e madeira, que não só facilitam a customização das edificações, como também reduzem tempo de produção, diminuindo os custos envolvidos (TILLMANN, 2008). Concordando com os estudos de Aziz e Hafez (2013), McKinsey (1998 apud BACHMANN, 2007) afirma que através do uso de materiais padronizados e modulares poderia se alcançar 40% de melhora na produtividade, já os outros 60% seriam então alcançados através de melhorias relacionadas ao planejamento das obras. Esse fator permite concluir que na ICC a estratégia de desenvolvimento está amplamente voltada para as inovações nas formas de gestão.

Pesquisadores da década de 90 passaram a introduzir uma nova concepção de desperdícios na construção civil; assim como na PE, desperdício passa a ser entendido como toda a atividade que consome recursos e que não agrega valor ao produto final, seja esta de operação, fluxo ou armazenagem (SARCINELLI, 2008). A mudança ocorre na maneira de entender o processo. No modelo tradicional, refere-se à produção atividades de transformação de insumos (*inputs*) em produtos (*outputs*), analisando-se apenas atividades que agregam valor, ou seja, processos de conversão, contendo ou não subprocessos (KOSKELA, 1992). Já na CE, o processo é visto em um fluxo de matérias e mão de obra, que leva em consideração todos os acontecimentos durante o processo, desde seleção da matéria-prima até o produto final (FORMOSO, 2002).

A melhoria de processo na ICC pode ser auferida por meio do emprego de conceitos da LC. Estima-se que dois terços do tempo desperdiçado

pelos trabalhadores em um canteiro de obras são gastos em operações que não agregam valor (BACHMANN, 2007). Com relação ao subsetor de edificações, grande parte da perda é ocasionada pela falta de planejamento antes do início dos projetos, o que acarreta a execução sem um estudo do sequenciamento quanto à utilização da mão de obra (LIMA, 2009).

Francelino et al. (2006), Issa (2013) e Barros Neto e Nunes (2010) apresentam trabalhos que, através da inserção de conceitos da CE, alcançaram vantagens como: aumento da produtividade e da competitividade, maior estabilidade dos processos produtivos, redução no tempo de execução das atividades e de custos de produção, redução dos efeitos dos fatores de risco, melhor organização e redução de desperdícios no canteiro de obras, maior controle de fluxos (físicos, de informações e financeiros) e aumento da satisfação das equipes de trabalho e clientes finais. Destarte, a CE envolve um conjunto de princípios que são todos interligados e devem ser aplicados de forma integrada na gestão do processo na tentativa de alcançar os resultados esperados (MACHADO; HEINECK, 2001).

Objetivando o controle dos processos na construção civil, no relatório desenvolvido por Koskela (1992) são definidos 11 princípios da construção enxuta, considerados por Direitinho et al. (2014) válidos até os dias atuais, que são: (1) Reduzir parcela de atividades que não agregam valor; (2) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes (internos ou externos); (3) Reduzir a variabilidade; (4) Reduzir tempo de ciclo; (5) Simplificar e minimizar o número de passos ou partes; (6) Aumentar a flexibilidade de saída (produto); (7) Aumentar a transparência do processo; (8) Focar o controle no processo global; (9) Introduzir melhoria contínua no processo; (10) Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões; e (11) *Benchmarking*.

Os principais benefícios da construção enxuta são: eliminação de todos os tipos de desperdício, enquanto maximizam-se a eficiência

e conseqüentemente o valor do projeto, atuando em todas as etapas do planejamento; minimização do tempo de execução de uma obra; melhoria da qualidade; redução de custos operacionais (PINCH, 2005). Dallarosa (2011) salienta em sua literatura que a melhoria de processo, muitas vezes, não se impõe ao produto em si, mas sim ao seu processo de desenvolvimento, buscando automatizar processos e ainda melhoras na forma de gerenciamento de desenvolvimento.

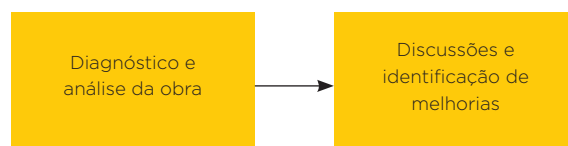
Estudos que apresentam a análise da adoção de conceitos *Lean*, considerando os princípios propostos por Koskela (1992), podem ser verificados na literatura de Ruppenthal et al. (2015). Os autores concluíram que a implementação ocorre por meio de medidas simples de planejamento e reorganização, diverso ao estudo de Reis et al. (2015), que também trata de um canteiro de obra autogerida, onde não há evidências de preocupação com os princípios da CE. Barros Neto e Alves (2008) ressaltam que as organizações devem incorporar elementos da mentalidade enxuta como uma nova forma de gerenciamento, para que as vantagens possam ser alcançadas de forma bem-sucedida e sustentável ao longo do tempo.

## 2 Metodologia

O estudo em questão refere-se à forma de gestão na ICC, mais especificamente no canteiro de obras, e seu reflexo na utilização de conceitos da filosofia LC, contexto social e contemporâneo. Baseia-se em um estudo de caso que, segundo Gil (2002), tem-se como uma investigação empírica de raciocínio indutivo, dependendo de um trabalho de campo. Quanto à abordagem em si a pesquisa se caracteriza como qualitativa, uma vez que, tratando das técnicas de gestão na ICC, busca estudar aspectos da realidade, não traduzindo resultados em números. Tomaram-se como estratégias deste estudo a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, sendo este último fonte de pesquisa, definido e delimitado,

permitindo seu amplo detalhamento. Destarte, as etapas metodológicas que guiaram este estudo podem ser observadas na FIG. 1.

FIGURA 1 - Etapas metodológicas



FONTE: Os autores (2017)

Decidiu-se tomar como direcionador para análise da obra, objeto do estudo de caso, os princípios da CE propostos por Koskela (1992). Destarte, sob foco do estudo de caso, o trabalho se concentra em verificar a real utilização dos 11 princípios da LC adotados por Koskela, em uma edificação vertical, de modo a serem esses princípios, então, a base de direcionamento para o diagnóstico realizado. Foram levantados os principais problemas, analisados e descritos, levando então à proposição das melhorias.

A escolha do objeto estudo de caso foi realizada de forma aleatória, tratando-se então de uma obra vertical enquadrada na categoria autogerida, localizada no oeste do Paraná. Visitas *in loco* foram realizadas conforme a necessidade de estudo, todas com incidência no mês de março de 2016, bem como entrevistas não roteirizadas, conversas informais com os envolvidos e ainda feito o registro autorizado de imagens. Os resultados obtidos podem ser verificados na sequência.

## 3 Resultados

Na primeira visita realizada no canteiro em estudo teve-se uma visão geral da obra. Foram obtidas informações sobre o projeto e equipe de trabalho, tratando-se de uma construção vertical de dois pavimentos, totalizando 20 apartamentos. O térreo é designado apenas para garagem. O canteiro de obra possui 1358 metros quadrados de área construída. Informações sobre o projeto

e a equipe de trabalho foram esclarecidas. Havia apenas um trabalhador no local devido ao período de chuva na época da visita, que era o chefe de obra. Ele não usava Equipamentos de Proteção Individual e também não os ofereceu aos visitantes. Foi realizada visita em todo o canteiro de obra com o intuito de se obter um panorama geral dela.

A obra pode ser observada na FIG. 2.

FIGURA 2 - Obra vertical estudada



FONTE: Os autores (2014)

A obra encontrava-se na etapa de finalização do reboco, entretanto, havia lugares onde estava sendo executada a etapa de chapisco e alocação de placas de isopor, utilizadas para economia do concreto na formação da laje. Não havia existência de um cronograma ou rede PERT-CPM a ser seguido. A execução da obra não estava relacionada a nenhuma empresa de prestação de serviço no segmento da construção civil. O proprietário do terreno decidiu por contratar pedreiros para executar a obra. Não havia prazo de término imposto, os serviços eram realizados conforme a disposição financeira do proprietário. A obra já havia sido iniciada há três anos e, na visita realizada, o chefe de obra afirmou que a previsão para entrega da obra concluída era agosto de 2016.

Na segunda visita, analisou-se mais detalhadamente os aspectos relacionados à obra. Além da inexistência de sinalização de fluxos, armazenagem de material ou mesmo de segurança, foi observada uma desorganização tanto de materiais como de entulhos por todo

o canteiro de obra, como pode ser observado na FIG. 3. Na questão de segurança, havia locais desprotegidos no segundo e terceiro pavimento, oferecendo risco às pessoas.

FIGURA 3 - Materiais e entulhos espalhados pelo canteiro de obras



FONTE: Os autores (2014)

Os materiais para uso na execução das atividades não tinham um lugar correto para serem guardados. As placas modulares de isopor encontravam-se espalhadas, correndo o risco de serem quebradas. Os blocos cerâmicos, por mais que estivessem concentrados em grande maioria no centro da obra, encontravam-se espalhados por toda ela, muitos deles quebrados, acarretando em desperdício de materiais. A falta da destinação correta para os equipamentos e materiais atrapalhava de forma significativa o fluxo de pessoas.

Havia madeiras espalhadas na construção e muitas delas levavam pregos à mostra, oferecendo grande risco de perfuração, como pode ser visualizado na FIG. 4. Não havia registros de acidentes de trabalho ocorridos na obra.



FIGURA 4 - Madeiras espalhadas no canteiro de obra



FONTE: Os autores (2014)

A areia encontrava-se em local descoberto, o grande volume de chuva ocorrido em períodos próximos à visita implicou em seu espalhamento no canteiro, como pode ser observado na FIG. 5.

FIGURA 5 - Localização da areia no canteiro de obras



FONTE: Os autores (2014)

Pode-se perceber que a lona, observada na FIG. 5 foi posta por cima do material após certa quantidade de chuva ocorrida. Mesmo com a lona, verificou-se o espalhamento, e grande quantidade de areia foi desperdiçada. A chuva acarretou em acúmulo de água dentro da área construída, o que impossibilitou a continuidade da execução das atividades por um longo período. A FIG. 6 mostra locais onde observou-se o fato.

FIGURA 6 - Acúmulo de água na obra



FONTE: Os autores (2014)

Dentre todos os problemas notados, destaca-se a desorganização do canteiro de obra. A falta de lugares próprios para alocação de materiais e ferramentas acaba ocasionando falta de segurança, desperdício de materiais, aumento no tempo de fluxo e comprometimento da qualidade do serviço executado, por exemplo, utilização de um bloco cerâmico trincado, sem que haja percepção dessa falha, e ainda, caso haja essa percepção após a utilização do bloco, gera-se retrabalho. Ou seja, demanda maior tempo de execução da obra como um todo, além de não oferecer segurança alguma aos trabalhadores do local.

**A falta de lugares próprios para alocação de materiais e ferramentas acaba ocasionando falta de segurança, desperdício de materiais, aumento no tempo de fluxo e comprometimento da qualidade do serviço executado.**

Constatou-se que a obra estudada não aborda em nenhum aspecto a filosofia da *Lean Construction*. Dessa forma, com base nos 11 princípios da construção enxuta propostos por Koskela (1992), apresentados na fundamentação teórica deste trabalho, propôs-se mudanças a serem realizadas visando uma melhoria do processo de construção como um todo. Utilizar essa filosofia como carro chefe na execução de obras garante resultados como redução de desperdícios, de matéria-prima, da ociosidade de pessoa e ainda eliminação de atrasos e de estouros de orçamento, garantindo um diferencial competitivo à equipe/empresa que trabalha com essa metodologia.

## 4 Discussões

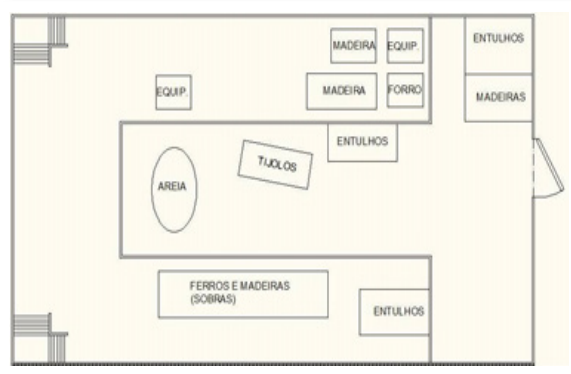
As melhorias propostas em relação à obra estudada serão apresentadas na forma de tópicos, seguindo a ordem dos 11 princípios da construção enxuta abordados na literatura de Koskela (1992).

### 4.1 Reduzir a Parcela de Atividades que Não Agregam Valor

A reorganização dos materiais, seguindo um *layout* com locais predefinidos e apropriados para alocação, bem como das ferramentas utilizadas na obra pode reduzir significativamente o tempo dedicado a atividades que não agregam valor, como de transporte.

A FIG. 7 apresenta o panorama geral da disposição de materiais e ferramentas no canteiro de obra na última visita realizada.

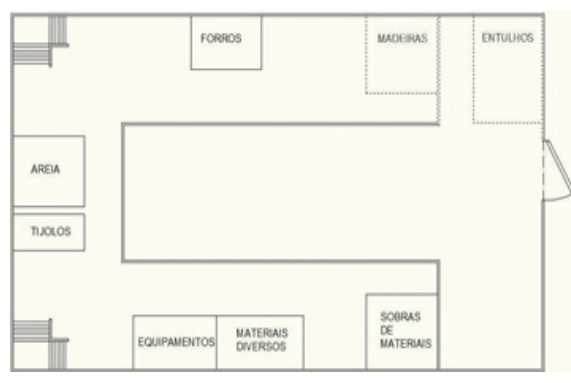
FIGURA 7 - *Layout* atual da organização do canteiro de obras



FONTE: Os autores (2016)

Foi estudada a possibilidade de armazenar os materiais em lugar coberto, evitando a exposição ao tempo para que a qualidade deles não fosse comprometida. Foi considerado também o local onde ficariam alocados, de modo a reduzir tempo de fluxo e facilitar o ressurgimento desses materiais, ou seja, objetivou-se deixar o meio do canteiro livre para que as entregas pudessem ser realizadas com mais praticidade. Evitou-se armazenar materiais e/ou ferramentas próximo às escadas, evitando possíveis acidentes. Em relação aos entulhos, foi pensado em alocá-los próximo ao portão de acesso ao canteiro de obra, facilitando assim o descarte em caçambas alugadas, pois, na cidade em questão, é cobrado aluguel diário, gerando menor custo em relação às caçambas. O *layout* proposto pode ser analisado na FIG. 8.

FIGURA 8 - *Layout* proposto para a organização do canteiro de obras



FONTE: Os autores (2016)

A mudança proporcionaria eliminação de fluxos, além de evitar desperdícios de materiais devido à armazenagem incorreta, reduzindo desperdícios.

A filosofia 5S corrobora significativamente para abordagem no princípio em questão, uma vez que se refere à utilização de cinco sentidos para alcançar uma maior qualidade nas atividades executadas.

O primeiro sentido, de **utilização e ordenação**, engloba: a ordenação dos materiais e ferramentas, por exemplo, não deixar materiais ou mesmo andaimes obstruindo os locais de passagem – quando isso não for possível, deve-se providenciar acessos para que não interditem a circulação; identificação dos locais destinados a materiais e/ou ferramentas e, havendo a ferramenta pessoas, estas devem ser devidamente identificadas; a locação dos materiais, de forma organizada; descarte dos entulhos em local predefinido.

Ao segundo sentido, de **organização e arrumação**, sugere-se trabalhos de conscientização com a equipe, para que todos se conscientizem da importância de manter a organização e arrumação das ferramentas e dos materiais. Determinou-se no novo *layout*, por exemplo, que os materiais sejam alocados no térreo, logo, só deve-se levar aos demais pavimentos a quantidade de material que será utilizado naquele local. A compra dos materiais deve ser feita apenas na quantidade necessária para a execução do serviço. Após a utilização das ferramentas, todas devem ser guardadas nos locais predefinidos. Se acontecer de sobrar algum material após a execução de uma atividade, estes devem ser então guardados nos locais definidos.

**Manter todo o ambiente limpo** corresponde ao terceiro sentido, de limpeza. Logo, ao ter essa conscientização de limpeza, pode-se eliminar a atividade relativa a ela, que corresponde a demanda de um tempo que não agrega valor ao produto final.

O quarto sentido corresponde à **saúde e segurança**, ou seja, o canteiro de obras deve oferecer segurança a todas as pessoas que o frequentam, com a utilização de Equipamentos de Proteção Individuais, uniformes limpos, construção

de andaimes em boas condições de uso, proteção nos pisos superiores. Caso haja necessidade de algum lugar ficar desprotegido, ele deverá ser identificado e ainda orientar os funcionários para que cuidem de sua higiene pessoal.

Por fim, o quinto sentido, de **autodisciplina**, é o comprometimento de todos em relação aos quatro sentidos anteriores, não ocasionar desentendimentos entre a equipe, bem como comportamentos que comprometam o andamento do serviço.

Para que esse primeiro princípio da construção enxuta seja alcançado, é proposta também a substituição da utilização do carro de mão por carro de carga vertical utilizado em supermercados, para o transporte dos blocos cerâmicos, uma vez que este pode ser adquirido a um baixo custo. O carro vertical proposto pode ser observado na FIG. 9.

FIGURA 9 - Modelo de carro proposto para movimentação de blocos cerâmicos



FONTE: Os autores (2016)

Fazendo uso desse modelo de carro, é possível movimentar uma quantidade maior de blocos cerâmicos eliminando fluxos; oferece-se ainda maior segurança no transporte, evitando quedas dos blocos, o que também evita o desperdício de materiais. Além disso, esse modelo de transporte é ergonomicamente correto quando adultos fazem uso dele, diferentemente do carro usado comumente.

Realizar o transporte de materiais somente na quantidade necessária para a execução da atividade também se enquadra nesse princípio, entretanto, com a implantação correta da filosofia dos cinco sentidos, esta sugestão já é alcançada.

Deve ser realizado um treinamento com a equipe, para que todas as informações referentes ao trabalho a ser executado sejam passadas, assim como os procedimentos operacionais. Este fator evitaria o retrabalho e ainda implicaria em melhor qualidade e padronização das atividades realizadas.

#### **4.2 Aumentar o Valor do Produto/Serviço a Partir das Considerações dos Clientes Externos/Internos**

Este princípio não se aplica ao caso estudado, visto que o cliente final acompanha constantemente a execução da obra.

#### **4.3 Reduzir a Variabilidade**

O treinamento dos funcionários, já proposto no primeiro princípio, juntamente com a atividade de supervisão das tarefas desenvolvidas, evita a variabilidade dos serviços realizados, bem como a utilização de instrumentos necessários para se obter um serviço de qualidade.

Evidencia que a comparação de matérias deve ser realizada sempre que possível com o mesmo fornecedor, evitando assim variabilidade, como do tamanho dos blocos cerâmicos, por exemplo.

**Deve ser realizado um treinamento com a equipe, para que todas as informações referentes ao trabalho a ser executado sejam passadas, assim como os procedimentos operacionais.**

#### **4.4 Reduzir Tempo de Ciclo**

Esta redução pode ser alcançada com a mudança de *layout* proposta, reduzindo o fluxo de materiais, podendo alguns até mesmo serem eliminados. A redução de retrabalhos e variabilidade já citadas também se enquadra neste princípio.

Sugere-se ainda direcionar toda a equipe para a execução da mesma etapa, formando um “lote de produção” menor, diminuindo o tempo de execução da etapa. Dessa forma, pode-se obter uma otimização do uso do espaço, visto que os materiais serão recebidos apenas quando forem ser utilizados, possibilitando ainda uma previsão de demanda mais precisa. Com a equipe toda focada em uma mesma atividade, os erros aparecem mais rapidamente, o que incentiva também o processo de melhoria contínua.

#### **4.5 Minimizar o Número de Passos e Partes**

A obra analisada já faz uso de elementos pré-fabricados, o que reduz tempo de execução da etapa de alvenaria. Juntamente com a proposição de implantação da filosofia 5S pode-se reduzir o tempo na etapa de limpeza e inspeção final. Por contar com apenas uma equipe de trabalho, ela é considerada multifuncional, reduzindo tempo de execução em atividades interdependentes.

#### 4.6 Aumentar a Flexibilidade de Saída

A obra estudada não apresentou planejamento de execução que possibilitasse essa flexibilidade de saída.

#### 4.7 Aumentar a Transparência do Processo

A melhoria da comunicação interna facilita essa transparência, devido à utilização de rádios de comunicação, dispositivos de iluminação, entre outros. Aqueles podem ser utilizados para a solicitação de materiais e/ou ferramentas. Fazer uso de indicadores de desempenho, englobando produtividade, tarefas a serem executadas em um determinado período, utilização de materiais conforme o previsto, realizando o controle de utilização e de desperdício, entre outros fatores. Além disso, sugere-se a utilização de um mural, com informações importantes para a realização dos trabalhos, por exemplo, as proporções dos materiais para compor argamassas de revestimento interno e externo, no chapisco, emboço ou reboco, por exemplo.

Um dos pontos principais para que se cumpra este princípio é a existência de um cronograma de execução da obra. A disponibilidade dele em um lugar de fácil visualização, assim como no caso dos indicativos de desempenho, acaba por induzir que os trabalhadores cumpram.

#### 4.8 Focar o Controle no Processo Global

Ao indicador já proposto no item anterior, sugere-se ainda a implantação de metas de desempenho. Deve-se haver conhecimento por parte de toda a equipe do reflexo sobre o panorama geral da execução da obra caso ocorram atrasos na execução de determinadas atividades, realização de compra de materiais fora do prazo, bem como utilização não adequada das matérias-primas.

#### 4.9 Induzir Melhorias Contínuas no Processo

Conscientizar a equipe de trabalhadores autônomos sobre a importância de realizar treinamentos, conhecendo novos procedimentos, novos processos construtivos e até novas tecnologias. Tornar-se um diferencial no setor da construção civil e, sempre que possível, sugerir melhorias no processo, seja no desenvolvimento de tarefas, seja na utilização de diferentes ferramentas.

#### 4.10 Equilibrar Melhor o Fluxo e Conversão

Através das melhorias já sugeridas, tanto de mudança de *layout* como na aplicação da filosofia dos cinco sentidos, pode-se equilibrar melhor estes dois fatores, fluxo e conversão, diminuindo tempo de execução de atividades.

#### 4.11 Benchmarking

Para este último princípio ser alcançado, sugere-se que a equipe, além de aprender através da participação de treinamentos de capacitação, conheçam diferentes técnicas e métodos de trabalho com construtoras de médio e grande porte, pois estas, por se tratarem de empresas, visam sempre atingir um lucro máximo na execução das obras, levando em conta a qualidade dos serviços executados, contando muitas vezes com serviços mais padronizados.

## Considerações Finais

A partir da análise do canteiro de obra em questão conclui-se que não foram encontradas evidências de adoção da CE como forma de gerenciamento. Pondera-se como principal problema na obra de ampliação estudada a inexistência de um planejamento. Esta pode ocasionar desacordos entre o planejado e o executado, propicia desperdícios, problemas ligados ao fornecimento de matéria-prima (como prazos e quantidades), falta de transparência no processo, entre outros fatores negativos para uma eficiente gestão do canteiro de obras.

A análise global do canteiro de obras permitiu a identificação de operações mais precárias em relação aos princípios de gestão *Lean*, para que se possa focar os esforços nestas. As edificações de caráter autogeridas ou ligadas a empresas construtoras de pequeno porte ainda apresentam números elevados de desperdício, dedicação às atividades que não agregam valor e atrasos na conclusão de obras. Uma vez que o cenário econômico nacional encontra-se em declínio, evidencia-se a importância de se direcionar os estudos e pesquisas na melhoria da gestão de obras como estratégia de sobrevivência saudável no mercado competitivo.

Os 11 princípios propostos por Koskela abordam de forma completa o processo de concepção de edificações, sem desconsiderar aspectos gerenciais. Entretanto, tratando-se de obras autogeridas, talvez fosse necessário identificar quais deles devem ser abordados primeiramente, inserindo-se gradualmente na rotina de trabalho a mentalidade enxuta. Por fim, considera-se que a construção enxuta exige que a equipe trabalhe de forma sinérgica, em prol de um objetivo comum para que se possa alcançar vantagens sustentáveis ao longo do tempo. Estudos de caso de canteiros de obras em território nacional mostram-se necessários para que se tenha um panorama da situação atual da real abordagem de estudos acadêmicos e científicos e suas utilizações. Estas informações norteiam a comunidade científica para a dedicação em estudos cabíveis e exequíveis, propiciando evoluções significativas no setor em questão.

- Recebido em: 20/10/2016
- Aprovado em: 18/04/2017

## Referências

- ARAÚJO, E. R. S. de. **Perfil socioeducacional dos trabalhadores da construção civil na cidade de Campo Mourão**. 2012. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Construção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.
- AZEVEDO, M. J.; BARROS NETO, J. de P.; NUNES, F. R. de M. Análise dos aspectos estratégicos da implantação da lean construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza, CE. In. SIMPÓSIO DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2010.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance. **Alexandria Engineering Journal**, Alexandria, v. 52, n. 4, p. 679-695, May 2013.
- BACHMANN & ASSOCIADOS. **Levantamento dos gargalos tecnológicos cadeia produtiva da construção civil**. Curitiba: Sebrae, 2007. Relatório Técnico.
- BARROS NETO, J. de P.; ALVES, T. da C. L. A. Análise estratégica da implementação da filosofia lean em empresas construtoras. In. SIMPÓSIO DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2008.
- BELLO, F. R. R. Cinco motivos para a sua empresa implantar o lean em 2015. **Isoflex**, jan. 2015. Disponível em: <<http://isoflex.com.br/cinco-motivos-para-sua-empresa-implantar-o-lean-em-2015>>. Acesso em: 4 ago. 2016.
- BENETTI, H. P. **Diretrizes para avaliar a estabilidade do fluxo de valor sob a perspectiva da mentalidade enxuta**. 2010. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- BRASIL. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **A produtividade da construção civil brasileira**. Disponível em <<http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/066>>.pdf Acesso em: 25 de abril de 2015a.
- \_\_\_\_\_. **Evolução % da participação dos componentes materiais e mão de obra no CUB Brasil**. Disponível em: <[http://www.cbicdados.com.br/media/home/CUB\\_JULHO\\_2015.jpg](http://www.cbicdados.com.br/media/home/CUB_JULHO_2015.jpg)>. Acesso em: 1 set. 2015b.
- \_\_\_\_\_. **Produtividade no setor da construção civil**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produtividade-na-construcao-civil>>. Acesso em 31 ago. 2015c.
- CERYNO, P.; POSSAMAI, O. Como considerar os princípios do lean manufacturing no processo de desenvolvimento de produtos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008.
- DALLAROSA, A. Z. **Proposta de melhoria no processo industrial do carbonato de cálcio apoiada em modelo de referência do desenvolvimento de produto e processo**. 2011. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.
- DIREITINHO, R. M. L. et al. Aplicação de uma ferramenta de análise dos princípios da construção enxuta. In. CONGRESSO DE SISTEMAS LEAN, 4., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2014.
- FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- FETTERMANN, D. de C.; OLIVEIRA, R. P. Del P. de; MARODIN, G. de A. O uso da estratégia de customização em massa em empresas da construção civil. **Produção Online**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 135-162, jan./mar. 2015.

- FORMOSO, C. T. Lean construction princípios básicos e exemplos. **Construção Mercado**: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras, São Paulo, v. 15, p. 50-58, 2002.
- FRANCELINO, T. R. et al. Melhoria de processos com a aplicação da filosofia lean. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2006.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- ISSA, U. H. Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on Project construction time. **Alexandria Engineering Journal**, Alexandria, v. 52, n. 4, p. 697-704, May. 2013.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. CIFE Technical Report. Stanford University, Palo Alto, California, 1992.
- \_\_\_\_\_. Making do-the eighth category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., 2004, Dinamarca. **Anais...** Dinamarca: IGLC, 2004.
- LEÃO, C. F.; ROCHA, G. S.; FORMOSO, C. T. Perdas por making-do identificadas no canteiro de obras de um condomínio horizontal de baixa renda. In: CONGRESSO DE SISTEMAS LEAN, 4., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2014.
- LIMA, A. da C.; UGULINO, J. M. Implementação de célula móvel de produção no ambiente da construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 6., João Pessoa, 2009. **Anais...** João Pessoa, 2009.
- MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. **Estratégias de produção para a construção enxuta**. Disponível em: <[http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Ricardo\\_Machado\\_l.pdf](http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Ricardo_Machado_l.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2015.
- MATIAS, B. da S. et al. Lean construction. In: PRIMEIRA TEMPORADA DE MINICURSOS PETCIVIL. Fortaleza: UFC, 2009.
- MORETTI, C. E. Crise: o momento ideal para a implantação do lean. **Fundação Vanzolini**, jun. 2015. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/blog/2015/06/crise-o-momento-ideal-para-a-implantacao-do-lean>>. Acesso em: 4 set. 2015.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1988.
- OLIVEIRA, L. **Lean seis sigma**: uma grande estratégia em tempos de crise. Especial Seis Sigma. Disponível em: <<http://agente.epse.com.br/banasqualidade/qualidade5858146585858.PDF>>. Acesso em: 4 set. 2015.
- PICCHI, F. A. Lean Trinking (mentalidade Enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. In: SIBRAGEC, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2001.
- PINCH, L. Lean construction: eliminating the waste. **Construction Executive**, v. 11, p. 34-37, Nov. 2005.
- REFOSCO, A. L. F. et al. Estudo dos conceitos da construção enxuta a partir de um caso de empreendimento habitacional. In: CONGRESSO DE SISTEMAS LEAN, 4., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS. 2014.
- REIS, C. C. C. dos et al. Construção enxuta, uma análise e levantamento de sugestões e melhorias em um canteiro de obras autogerido na cidade de Medianeira - PR. In: Encontro Interestadual de Engenharia de Produção, 1., 2015, São João da Barra. **Anais...** São João da Barra, RJ, 2015.
- RUPPENTHAL, J. E. et al. Experiências sobre a implementação da filosofia lean em uma obra de condomínio horizontam de interesse social em Santa Maria - RS. **Espacios**, Caracas, v. 36, n. 16, p. 4, 2015.



- SARCINELLI, W. T. **Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. 2008. 80 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.
- SILVA, E. Z. **Um modelo de guia para a preparação da implementação da produção enxuta baseado na aprendizagem organizacional**. 2008. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- STEFANELLI, P. **Modelo de programação da produção nivelada para a produção enxuta em ambiente ETO com alta variedade de produtos e alta variação de tempo de ciclo**. 2010, 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- TILLMANN, P. A. **Diretrizes para a adoção da customização em massa na construção habitacional para baixa renda**. 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.