



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

IDENTIFICAÇÃO DE CONCEITOS ENXUTOS: ESTUDO DE CASO EM UMA OBRA DE PAREDES DE CONCRETO¹

CRUZ, Herbert Melo (1); SANTOS, Rafaela Lima dos (2); VASCONCELOS, Luciano Silva (3); VIEIRA, Laynara Freitas Lima (4); SANTOS, Débora de Gois (5)

(1) UFS, e-mail: hmc_014@hotmail.com; (2) UFS, e-mail: rafaela_l@live.com; (3) UFS, e-mail: lucianoarquit@gmail.com; (4) UFS, e-mail: laynara.lima@engenharia.ufjf.br; (5) UFS, e-mail: deboragois@yahoo.com.br

RESUMO

No sistema de paredes de concreto moldadas no local pode-se perceber a aplicação de muitos conceitos enxutos, apresentando vantagens construtivas em relação aos sistemas tradicionais, mas ainda tem baixa utilização. Desta forma, o trabalho tem como objetivo investigar a relação entre o sistema construtivo de paredes de concreto e a aplicação de princípios enxutos. A metodologia consistiu na realização de observações diretas, em uma obra de sistema de paredes de concreto, acompanhadas de um *checklist* retirado da literatura, que traz algumas metodologias de gestão e filosofia enxuta, tais como: construtibilidade, *benchmarking*, qualidade e produtividade, planejamento e controle da produção. Como resultados, em relação às áreas do *checklist*, em todos os grupos foram obtidos índices elevados. Além disso, pode-se constatar nas observações diretas vários conceitos e ou ferramentas enxutas que se fazem necessários para se ter o bom andamento e a real eficiência que o sistema permite, tais como: *kanban*, *kits* de materiais, pacotes de trabalho, padronização de serviços, logística de materiais, layout de canteiro adequado, dentre outros. Conclui-se que a utilização do sistema construtivo de paredes de concreto se mostra mais eficiente com a aplicação de princípios enxutos, já que estes potencializam as vantagens esperadas por esse método de construção.

Palavras-chave: Paredes de concreto. Princípios. Construção enxuta.

ABSTRACT

In concrete wall system, the implementation of many lean concepts, with constructive advantages over the traditional, was notice but it is still underutilized. Thus, the study aims to investigate the relationship between the constructive system of concrete walls and the application of lean principles. The methodology consisted in the realization of direct observation in a concrete wall site construction, followed by the application of a checklist taken from the literature, which brings some management methods and lean philosophy, such as constructability, benchmarking, quality and productivity, planning and production control. As a result, regarding the checklist areas, all groups obtained high levels. In addition, it can be seen in direct observations several lean concepts that are needed to have good progress and the actual efficiency that the system allows, such as kanban, supply kits, work packages, standardization of services, materials logistic, suitable layout, among others. It is concluded that the use of the constructive system of concrete walls shown more efficient by

¹ CRUZ, Herbert Melo; SANTOS, Rafaela Lima dos; VASCONCELOS, Luciano Silva; VIEIRA, Laynara Freitas Lima; SANTOS, Débora de Gois. Identificação de conceitos enxutos: Estudo de caso em uma obra de paredes de concreto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

applying of lean principles, as they potentiate the benefits anticipated by this method of construction.

Keywords: Concrete wall. Principles. Lean construction.

1 INTRODUÇÃO

O aquecimento do mercado imobiliário estimulado pelos programas habitacionais de interesse social do Governo Federal, como o Minha Casa Minha Vida, tem estimulado a adoção de novos sistemas construtivos como alternativas aos produtos e processos tradicionais até então utilizados, visando reduzir os custos de produção e o tempo de construção.

Nesse contexto, a adoção de sistemas construtivos industrializados aliados à aplicação de princípios enxutos proporciona uma construção de baixo custo, rápida execução e que atende às necessidades do cliente final.

A aplicação de conceitos enxutos em obras de paredes de concreto é um assunto relativamente novo e ainda pouco explorado. Dessa forma, o presente artigo visa investigar a relação entre o sistema construtivo de paredes de concreto e a aplicação de princípios enxutos. Para isto, utilizou-se uma lista de verificações da autoria de Santos et al (2012) denominado "Checklist para a investigação da aplicação de conceitos enxutos em canteiros de obra".

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Construção enxuta

Segundo Isatto et al. (2000), o conceito convencional de construção é o de um conjunto de atividades destinadas a uma determinada saída, ou seja, conversões que transformam os insumos em produtos intermediários e finais (materiais em alvenaria ou estrutura).

A visão enxuta critica este conceito convencional em alguns pontos, tais como: a falta de consideração de qualidade, o controle segmentado e principalmente a negligência dos princípios de fluxo de processo na elaboração do planejamento da obra (KOSKELA, 1992).

De acordo com Koskela (1992), a produção é composta de atividades de conversão e fluxo que devem ser eficientes, porém as atividades de conversão são as únicas que agregam valor ao produto, enquanto as atividades de fluxo devem ser reduzidas ou eliminadas.

Há um consenso entre os estudiosos de que o objetivo principal da construção enxuta é criar valor para os clientes, melhorar as operações gradativamente e com foco em reduzir perdas (MOURA; HEINECK, 2014).

A construção enxuta pode ser aplicada em qualquer tipo de obra, adequando-se àquelas complexas, de risco ou rápidas. Seu objetivo é fornecer o melhor produto ao menor custo, ao mesmo tempo satisfazendo os requisitos dos clientes através da utilização de princípios de gestão da

construção e da produção enxuta (HOWELL, 1999).

Koskela (1992) propõe onze princípios para a Construção Enxuta, que auxiliam na redução de perdas e na melhoria contínua dos processos. Dentre eles, serão abordados a seguir aqueles de mais relevância para o embasamento teórico da pesquisa.

Um dos principais princípios é aquele que prega a redução das atividades que não agregam valor. Para Heineck et al. (2009), definindo-se o que o cliente almeja, tudo aquilo que não agregue valor deve ser tratado como perda, devendo ser eliminado. Neste sentido, atividades de fluxo devem ser extintas ou reduzidas ao máximo, já que não agregam valor ao produto final.

Outra conceituação importante seria a de aumentar o valor de saída através da análise dos requisitos do cliente. Koskela (1992) afirma que para cada atividade há dois tipos de clientes, as próximas atividades (clientes internos) e o cliente final, sendo fundamental melhorar a eficiência dos processos de conversão, bem como identificar os clientes e suas necessidades, permitindo a otimização dos fluxos.

Uma das formas de eliminar atividades que não agregam valor é reduzir a variabilidade na produção, sendo a padronização de atividades um procedimento auxiliar nos processos de conversão e fluxo, conforme Koskela (1992). Segundo Heineck et al. (2009), este conceito não está ligado somente à qualidade do que se produz. Os referidos autores recomendam uma antecipação para que se aplique antes do início do processo, padronizando os projetos e consequentemente a produção.

Koskela (1992) descreve o tempo de ciclo como sendo o tempo requerido para que um material atravesse o fluxo, englobando o tempo de processamento, de inspeção, espera e movimentação. A redução desse tempo resulta na diminuição da inspeção, movimentação e espera, ou seja, atividades de fluxo. Isto exige um planejamento mais eficiente e soluções mais rápidas para os problemas, permitindo que as atividades ocorram de forma paralela e visando um fluxo contínuo.

A simplificação através da minimização do número de passos, partes e ligações, para Koskela (1992), pode ser alcançada através de: redução do fluxo de atividades; mudanças organizacionais; divisão do trabalho em unidades autônomas com equipes multi-qualificadas; redução do número de peças, substituindo-as por partes pré-fabricadas; padronização; minimização da quantidade de informação de controle necessária.

Heineck et al (2009) ligam o princípio supracitado com a simplificação do processo produtivo, enfatizando a busca por soluções simples nos projetos, diminuindo o número de partes, etapas e operações envolvidas.

Aumentar a transparência do processo, segundo Heineck et al (2009), é entender o que cada integrante está executando, descrever estas ações em manuais, além de identificar, de forma clara, materiais, ferramentas, estoques e trabalhadores. Koskela (1992) afirma que a falta de transparência do processo aumenta a possibilidade de erros e reduz sua visibilidade, além

de diminuir a motivação para o trabalho.

Conforme Koskela (1992), a melhoria do processo deve ser realizada de forma contínua, a fim de reduzir a perda e aumentar o valor do produto. São métodos de aplicação a medição e o monitoramento da melhoria, o estabelecimento de metas, a atribuição de responsabilidades de otimização para todos os funcionários, bem como o aprimoramento dos procedimentos e a eliminação dos problemas na origem, ao invés de lidar com seus efeitos.

2.2 Sistemas construtivos

Com o crescimento da indústria da construção civil, novos sistemas são inseridos utilizando tecnologias inovadoras para que os métodos construtivos se tornem mais econômicos e ao mesmo tempo proporcionem qualidade e diminuição de tempo de execução em relação a sistemas construtivos convencionais.

Os sistemas construtivos apresentam limitações e vantagens que vão depender das características da obra, disponibilidade financeira e tempo de execução. Como exemplos de sistemas construtivos mais comumente utilizados pode-se citar o concreto armado e a alvenaria estrutural. Além desses, existem os sistemas mais industrializados como o de paredes de concreto, steel frame e de estrutura metálica.

Inspirado em experiências bem-sucedidas de construções industrializadas em concreto celular (sistema Gethal) e concreto convencional (sistema Outinord), o método construtivo de paredes de concreto consiste, basicamente, em paredes estruturais maciças de concreto moldadas no local, armadas com telas metálicas (MASSUDA; MISURELLI, 2009; SILVA, 2011).

A NBR 16055 (ABNT, 2012) define parede de concreto como elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e com capacidade de suportar carga no mesmo plano da parede. Ainda de acordo com a referida norma, todas as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação devem ser moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a desforma, as paredes já contenham vãos para portas e janelas, tubulações ou eletrodutos de pequeno porte, elementos de fixação para cobertura, entre outros elementos específicos.

A execução de paredes de concreto resume-se na montagem de formas metálicas, plásticas ou mistas e seu preenchimento com concreto. As ferragens e os itens de instalações prediais são posicionados entre as formas, no entanto, as instalações hidrossanitárias são, geralmente, executadas por fora das paredes (por meio de *shafts*), de modo a facilitar a manutenção. A industrialização deste processo construtivo está, justamente, no modo prático de se construir as paredes (MASSUDA; MISURELLI, 2009).

A utilização do sistema construtivo de paredes de concreto moldadas em formas metálicas, reduz significativamente o tempo de trabalho da mão de obra na montagem, desmontagem e no ciclo de reaproveitamento do

sistema. Além disso, as formas metálicas conferem um bom acabamento ao concreto e, após uma rápida limpeza e manutenção, estão prontas para serem reutilizadas (SANTOS, 2011).

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição do objeto de estudo

O objeto de estudo é uma obra de um empreendimento residencial inserido no programa do Governo Federal, Minha Casa Minha Vida, composto por sete torres de oito pavimentos tipo, com oito apartamentos por pavimento. Os apartamentos são de dois ou três quartos, todos com varanda, o condomínio possui dois elevadores por torre, área privada de até 64,96m², opções de apartamentos adaptáveis a pessoas com necessidades especiais ou mobilidade reduzida.

A obra conta com aproximadamente 170 funcionários e uma equipe técnica formada por quatro engenheiros, sendo um engenheiro de estruturas, um de acabamento, um de logística e um gerente de obra. A construtora adotou o sistema construtivo de paredes de concreto para a execução da obra (Figura 1). Foram adquiridos três jogos de formas metálicas, sendo dois deles capazes de fazer dois apartamentos cada, em um tempo de ciclo de dois dias, e o outro para as áreas de elevadores e escadas, permitindo a execução de um pavimento por semana.

Figura 1 – Vista frontal de uma das torres



Fonte: Os autores

3.2 Descrição da pesquisa

Adotou-se a estratégia de uma pesquisa qualitativa e descritiva, em que foram realizadas observações diretas na obra, entrevistas não estruturadas, acompanhadas de um *checklist* estruturado fechado de autoria de Santos et al. (2012), que traz algumas metodologias de gestão e filosofia, como: aprendizagem, segurança no trabalho, construtibilidade, gerenciamento de processos e *benchmarking*, reengenharia, teoria das restrições, qualidade e produtividade, planejamento e controle da produção. Tal *checklist* foi

escolhido devido à sua aplicação no trabalho de Santos et al (2012), que o utilizou em uma amostra satisfatória de obras de sistemas construtivos variados, possibilitando uma comparação com o objeto de estudo deste trabalho.

Durante a aplicação foram utilizados somente os grupos mais relacionados ao objetivo do artigo, sendo realizadas algumas adaptações: construtibilidade, gerenciamento de processos e *benchmarking*, qualidade e produtividade, planejamento e controle da produção (Quadro 1).

Quadro 1 – *Checklist* para investigação da aplicação de conceitos enxutos em canteiros de obras

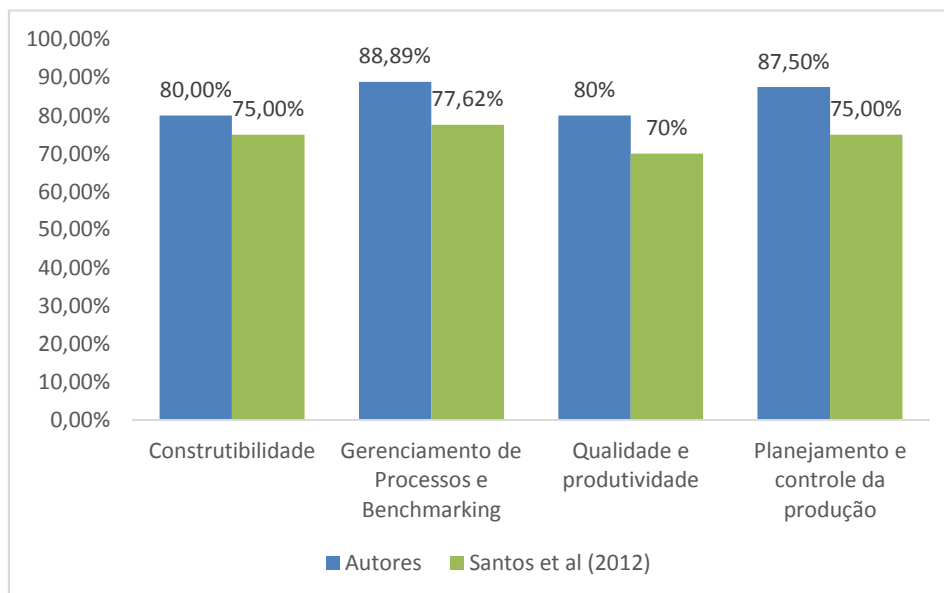
CONSTRUTIBILIDADE	
Inversão da sequência construtiva	Condições adequadas das instalações
Compatibilização de projetos	de canteiro Projeto acessível no local de
Consideração das restrições nas fases de projeto	trabalho
Consideração dos requisitos dos clientes	Consideração de atividades repetitivas
Consideração de manutenibilidade	Projetos para construção
Consideração modular	Limitação de espaço para
Pré-fabricação de elementos (componentes)	movimentação de equipamento
Análise da preparação do trabalho	Limitação de espaço para execução do serviço
	Padronização de serviços
GERENCIAMENTO DE PROCESSOS E BENCHMARKING	
Controle visual	Explicação para a não conclusão das
Controle no fluxo de materiais e de informações	tarefas
Levantamento antecipado das necessidades para os serviços	Diagrama do processo
Porcentagem do Planejamento Concluído (PPC)	Ferramentas de acompanhamento da produção
Identificação de falhas, defeitos ou restrições ao processo	Uso de ideias adotadas pelos concorrentes
	Pedido antecedente do material de construção
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE	
Programa 5S	Início do serviço somente com o anterior
Programa de certificação de procedimentos de trabalho	concluído e em condições de
Uso de inovações tecnológicas	recebimento
Qualidade do trabalho	Disponibilidade de recursos antes do
Materiais utilizados com qualidade comprovada e uso conforme recomendações do fabricante	início das atividades
Cumprimento de prazos para a conclusão dos serviços	Pavimentação com antecedência dos caminhos de transporte de materiais e movimentação de mão de obra
	Medição de produtividade
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	
Cartão de produção	Proteção da superfície (serviço) de
Registro da distribuição dos recursos alocados	outros
Determinação da capacidade de produção	Considerações de terminalidades para
Relação entre os processos em andamento	pagamento do processo
	Controle de produção (inspeção e correção)
	Uso de pacote de trabalho

Fonte: Os autores

4 RESULTADOS

Na Figura 2, são apresentados os resultados obtidos neste trabalho (obra em parede de concreto) referentes aos grupos considerados do *checklist* utilizado, comparando-os com os dados obtidos por Santos et al. (2012) (obras diversas).

Figura 2 – Porcentagem de respostas positivas por área de interesse



Fonte: Os autores

Em relação ao objeto deste estudo, pode-se observar que o grupo que apresentou o melhor desempenho foi o de gerenciamento de processos e benchmarking, seguido pelo de planejamento e controle da produção e pelo de qualidade e produtividade. O resultado menos satisfatório em relação aos demais foi o do grupo de construtibilidade.

Observou-se que em todos os grupos analisados houve uma melhora dos índices, principalmente com relação ao planejamento e controle da produção e gerenciamento de processos e *benchmarking*.

Nos tópicos a seguir, será feita uma análise de cada grupo do *checklist*, discutindo os pontos mais relevantes observados na obra em estudo.

4.1 Gerenciamento de processos e Benchmarking

O controle visual do fluxo de materiais e de informações era realizado através do *kanban*, evitando atividades de fluxo desnecessárias quanto à movimentação de materiais e pessoas. Além disso, essa ferramenta possibilita um melhor controle logístico através de um levantamento antecipado das necessidades para os serviços.

Algumas práticas utilizadas pela construtora foram adotadas com base na observação de processos semelhantes em outras empresas, caracterizando o princípio do *benchmarking*.

4.2 Planejamento e controle da produção

Em relação ao planejamento e controle da produção, foram observadas práticas no canteiro de obras, como registro da distribuição dos recursos alocados através do uso da ferramenta *kanban* de materiais (Figura 3), visando o controle de saída de materiais do almoxarifado e das centrais de produção dos *kits*, reduzindo, assim, o fluxo de atividades e informações.

Além disso, observou-se a existência de pacotes de trabalho, cujo tempo de execução está em consonância com o do ciclo de concretagem do pavimento, criando uma relação entre os processos em andamento. Dessa forma, a padronização dos serviços em conjuntos de trabalho leva a uma redução do número de partes e da variabilidade no fluxo da produção.

Figura 3 – Painel *kanban* na central de *kits*



Fonte: Os autores

4.3 Qualidade e produtividade

No canteiro de obras, notou-se que o início do serviço acontecia somente quando o anterior estivesse concluído e em condições de recebimento, garantindo que não houvesse sobreposição de atividades.

A obra conta com um setor de logística responsável pela gestão dos materiais, organização dos *kits* e sua distribuição, evitando possíveis erros nessas etapas e garantindo a disponibilidade de recursos antes do início das atividades. Juntamente com a medição da produtividade, permitia também o cumprimento de prazos para a conclusão dos serviços, procurando reduzir o tempo de ciclo.

Figura 4 – Kits de conexões hidráulicas e revestimento cerâmico, respectivamente



Fonte: Os autores

4.4 Construtibilidade

A construtibilidade pôde ser percebida na execução das instalações hidrossanitárias, uma vez que foram dispostas externamente à parede, passando por *shafts* e pelo interior do forro de gesso, facilitando a sua execução e sua posterior manutenção.

Com base no projeto, no planejamento e na demanda dos clientes internos, os *kits* eram preparados previamente e disponibilizados à equipe de forma organizada pela ferramenta *kanban*.

O *layout* do canteiro foi concebido de forma a otimizar a logística e reduzir atividades de fluxo, considerando a movimentação de pessoas, transporte de materiais e atendendo as especificidades do sistema construtivo.

A compatibilização e detalhamento dos projetos puderam ser evidenciadas, já que a rapidez da execução e as características do próprio sistema exigem tais procedimentos.

Outra exigência do sistema é a elevada padronização dos serviços do ciclo de um pavimento. A padronização reduz a variabilidade e contribui para a redução do número de partes, simplificando o processo produtivo.

5 CONCLUSÕES

De uma forma geral, a obra obteve bons índices com relação aos grupos considerados no *checklist* utilizado. Sendo aqueles relacionados à gerenciamento de processos e *bechmarking* e ao planejamento e controle da produção os mais satisfatórios, seguidos dos relacionados à qualidade e produtividade e à construtibilidade.

A utilização do sistema construtivo de paredes de concreto se mostra mais eficiente com a aplicação de princípios enxutos, já que estes potencializam as vantagens esperadas por esse método de construção.

A execução de paredes de concreto leva a um comportamento enxuto, atendendo concomitantemente a vários princípios com ênfase na redução do tempo de ciclo, da variabilidade e a simplificação, já que elimina várias etapas que existiriam em outros sistemas construtivos, englobando alvenaria, estrutura, instalações elétricas e reboco em uma única fase, por exemplo.

Além disso, dada a rapidez do processo executivo, as paredes de concreto exigem um maior planejamento e controle da produção, uma logística eficiente, acarretando em uma melhor produtividade e qualidade no produto final.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – FAPITEC/SE pelo suporte financeiro e à Universidade Federal de Sergipe pelo suporte institucional necessário para o desenvolvimento desse artigo.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

HEINECK, L. F., H. et al. **Coletânea Edificar Lean**: Construindo com Lean Management, v.1. Fortaleza: Expressão gráfica Editora, 2009.

HOWELL, G. A. What is lean construction. In: 7th ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley, 1999.

ISATTO, E. L., FORMOSO, C. T., DE CESARE, C. M., HIROTA, E. H., ALVES, T. C. L. **Lean construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. **Technical Report nº. 72**. CIFE. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992, 87p.

MASSUDA, C.; MISURELLI, H. Como construir paredes de concreto. **Revista Técnica**, 147 ed., Jun. 2009, PINI, São Paulo.

MOURA, R. S. L. M.; HEINECK, L. F. M. Linha de Balanço – Síntese dos princípios de produção enxuta aplicados à programação de obras? In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...** Maceió, 2014.

SANTOS, D. G.; GROSSKOPF, J.; SOUZA, A. M. NETO, A. T. S.; HEINECK, L. F. M. Utilization of extra planning activities by construction companies in Sergipe, Brazil. In: 20th

ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego, 2012.

SANTOS, V. F. Paredes de concreto com fôrmas metálicas. **Revista Técnica**, 169 ed., Abr. 2011, PINI, São Paulo.

SILVA, F. B. Paredes de concreto armado moldadas in loco. **Revista Técnica**, 167 ed., Fev. 2011, PINI, São Paulo.