

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

GREGORY FELIPE ROTH

**PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS DE
HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDO DE CASO EM
CURITIBA-PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2013**

GREGORY FELIPE ROTH

**PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS DE
HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDO DE CASO EM
CURITIBA-PR**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Carlos Alberto da Costa, MEng.

CURITIBA
2013

GREGORY FELIPE ROTH

**PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS DE
HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDO DE CASO EM
CURITIBA-PR**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Campus Curitiba, pela banca formada pelos professores:

Orientador:

Prof. Carlos Alberto da Costa, MEng
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Banca:

Prof. César Augusto Romano, DEng
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Massayuki Mário Hara, MEng
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Curitiba, 06 de julho de 2013

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

ROTH, Gregory Felipe. Princípios da Construção Enxuta em Obras de Habitação de Interesse Social: Estudo de Caso em Curitiba-PR. 2013. 40 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras – GEOB/UTFPR) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

Este trabalho apresenta um estudo de caso da aplicação de princípios da construção enxuta em obras de habitação de interesse social, através de uma pesquisa de campo e utilização de uma lista de verificação em obra de um conjunto habitacional de 54 sobrados construídos pela COHAB em Curitiba-PR. Traz como tema a construção enxuta, técnica oriunda do *lean thinking*, filosofia consagrada na cadeia produtiva da manufatura, que aplicada à indústria da construção e abrangendo diferentes áreas, não apenas produção, como também o desenvolvimento de produtos, relacionamento com fornecedores, estratégia de vendas e gestão de pessoas, é utilizada para atender um novo perfil de cliente, que exige cada vez mais produtos com qualidade, melhor desempenho e menor custo. A aplicação do método evidenciou um considerável nível de envolvimento da empresa com a filosofia *lean*, representando um passo importante para a melhoria do gerenciamento, busca por melhores resultados, garantia da qualidade nos processos, redução de perdas e conseqüentemente maior produtividade.

Palavras-chave: Construção Enxuta. *Lean*. Habitação de Interesse Social. Estudo de Caso.

ABSTRACT

ROTH, Gregory Felipe. Lean Construction Principles in Social Housing Works: Case Study in Curitiba-PR. 2013. 40 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras – GEOB/UTFPR) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

This paper presents a case study of the application of the lean construction principles in social interest housing works, through field research and use of a checklist at construction works of a 54 houses housing estate built by Cohab at Curitiba-PR. Brings up the topic of lean construction, technique derived from lean thinking, philosophy enshrined in the manufacturing supply chain, which applied to the construction industry and covering different areas, not only production, but also product development, supplier relationships, strategy management and people management, is used to meet a new customer profile, which increasingly demands products with quality, better performance and lower cost. The application of the method showed a significant level of involvement by the company with the lean philosophy, representing an important step towards improving the management, search for better results, quality assurance processes, reducing losses and therefore higher productivity.

Keywords: Lean Construction. Lean. Social Housing. Case Study.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo tradicional de processo	14
Figura 2 – Modelo de processo de fluxo: Lean construction	15
Figura 3 – Verga moldada no local x Verga pré-moldada	20
Figura 4 – Paletização de blocos cerâmicos	21
Figura 5 – Planta do sobrado padrão COHAB com 43m ²	26
Figura 6 – Vista parcial do canteiro de obras com as edificações em diferentes etapas de execução	27
Figura 7 – Gabarito metálico utilizado para reduzir a variabilidade no resultado	29
Figura 8 – Transporte de material por acesso inadequado	30
Figura 9 – Escada pré-fabricada engastada na parede	31
Figura 10 – Mão-francesa metálica, eliminando etapa de corte e ligação da madeira	31
Figura 11 – Aviso para utilização específica de areia média	32
Figura 12 – Lista de serviços controlados adotados pela empresa	33
Quadro 1 – Lista de verificação para diagnóstico	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	07
1.2 OBJETIVO	08
1.2.1 Objetivo geral	08
1.2.2 Objetivos específicos	08
1.3 JUSTIFICATIVA	08
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	09
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	10
2.2 A ORIGEM DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	10
2.3 A CONSTRUÇÃO ENXUTA	13
2.4 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	16
3 METODOLOGIA	24
4 ANÁLISE DE RESULTADOS – ESTUDO DE CASO	26
4.1 OBRA ESTUDADA	26
4.2 COLETA DE DADOS	27
4.3 RESULTADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE CASO	28
4.4 RESULTADO FINAL E DISCUSSÕES	34
5 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Como em qualquer setor, com o dinamismo do mercado vários desafios foram sentidos pela indústria da construção civil nos últimos anos, sendo que se percebe atualmente uma crescente competitividade no setor, onde cada vez mais os recursos precisam ser otimizados, os clientes apresentam um novo perfil, no sentido de cada vez mais exigirem produtos com qualidade, melhor desempenho e menor custo.

Além disso, índices de alta produtividade contribuem para aumento do ritmo de crescimento da construção civil na busca de atender à demanda. Segundo estudo realizado pela Caixa Econômica Federal (2011) a demanda habitacional no Brasil é na ordem de 9.297.214 unidades habitacionais, sendo que o conceito de demanda habitacional representa a necessidade dos indivíduos residirem em local adequado dentro de uma dinâmica demográfica e social (arranjo familiar).

Segundo Isatto *et al.*(2000) já na década de 90, a fim de melhorar seus processos, a indústria da construção civil passou a utilizar sistemas de gestão da qualidade, técnicas de gerenciamento, planejamento e controle de obras. Vários pesquisadores também trouxeram adaptações de técnicas oriundas de outras indústrias para o canteiro de obras, como a automobilística e a indústria de manufatura.

O *lean thinking*, filosofia de pensamento consagrada na cadeia produtiva da manufatura, é aplicado na indústria da construção como *lean construction* (construção enxuta), apesar das diferenças existentes entre os ambientes de produção. Esta filosofia abrange diferentes áreas, não apenas produção, como o desenvolvimento de produtos, o relacionamento com fornecedores, estratégia de vendas e gestão de pessoas, verificando-se grandes possibilidades de aplicação na construção (PICCHI, 2003).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é diagnosticar o estágio de aplicação dos princípios da construção enxuta (*lean construction*), através de um estudo de caso em uma obra de habitação de interesse social.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são os de conceituar os princípios da construção enxuta, identificar um método de diagnóstico e aplicá-lo analisando seus resultados a partir da coleta de dados em um estudo de caso.

1.3 JUSTIFICATIVA

Além da grande quantidade de empregos oferecidos, a indústria da construção civil tem um papel fundamental na conjuntura sócio-econômica do Brasil, portanto a necessidade de melhorias e inovação nos processos produtivos é evidente. A construção enxuta apresenta ainda um grande potencial a ser explorado, sendo que a divulgação de aplicações deste modelo de gestão nas obras de habitação social em série locais, por certo contribuirá para a ampliação dos conhecimentos dos profissionais gerentes de obras, possibilitando aumentar a exploração da técnica, servindo também como alternativas para trabalhos futuros em diversas formas de aplicações.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A aplicação da presente pesquisa limita-se ao estudo do gerenciamento de obras e os processos construtivos sob os aspectos da construção enxuta, não sendo realizadas análises envolvendo gestão de custos, indicadores ambientais ou de sustentabilidade.

A pesquisa consiste principalmente em avaliar as atividades que não agregam valor ao produto, evidenciadas como perdas no canteiro de obras, tendo como foco os processos construtivos nas obras de um conjunto habitacional de casas populares em Curitiba-PR, não devendo ter seu resultado generalizado para demais obras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

O termo Habitação de Interesse Social ou Habitação Social é usado pelo extinto BNH – Banco Nacional da Habitação e define uma série de soluções de moradia voltadas à população de baixa renda, induzidas pelo poder público. Este termo vem sido utilizado por várias instituições na área habitacional (ABIKO, 1995).

Larcher (2005) cita alguns requisitos que caracterizam a habitação de interesse social, tais como o financiamento pelo poder público, mas não necessariamente a produção pelos governos, podendo ser assumida por empresas, associações e outras formas de atendimento. É destinada a faixas de baixa renda, manifestando-se ainda em situações de risco, preservação ambiental ou cultural.

Em relação à sua produção, este tipo de habitação sofre de patologias relacionadas aos desperdícios no seu processo construtivo (BARBOZA *et al.*, 2009). Muitas vezes, a obra é percebida apenas como um canteiro de transformação de materiais básicos, sem preocupar-se como indústria competitiva e com sistemas integrados de produção. Neste contexto, a construção enxuta vem contribuir nesse processo de mudança.

2.2 A ORIGEM DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

A construção enxuta deriva do Sistema Toyota de Produção, que começou a ser desenvolvido na década de 1950 por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, mas na década de 1970, quando milhares de empresas sofriam com enormes prejuízos devido à crise do petróleo e a Toyota Motor Co. se mantinha estável, este sistema chamou a atenção de organizações no mundo inteiro. (GHINATTO, 2000).

O Sistema Toyota de Produção é conhecido como Sistema de Produção Enxuta (*Lean Production System*), sendo o termo “enxuta” utilizado em meados da década de 1980 por pesquisadores do *International Motor Vehicle Program* (IMVP), um grupo de pesquisa ligado

ao MIT, para indicar um sistema de produção eficiente e inovador, adaptável às constantes mudanças do mercado, em contra-ponto com o sistema em massa (GHINATO, 1996).

A denominação “produção enxuta” (*lean production*) acaba se tornando bastante conhecida no meio acadêmico e profissional, principalmente a partir da publicação em 1990 do livro de James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos: “*The machine that changed the world: the story of lean production*”, cuja definição é assim definida:

“A produção enxuta é ‘enxuta’ por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.” (WOMACK *et al.*, 1992, p. 3)

Em 1998, Womack e Jones utilizam pela primeira vez o termo *lean thinking* (mentalidade enxuta), com intuito de expandir o conceito de *lean production* para toda a empresa, estabelecendo as bases da mentalidade enxuta em cinco princípios: Valor (definido e especificado pelas necessidades dos clientes), Fluxo de valor (ações específicas para se elevar o valor, removendo desperdícios), Fluxo (visão geral das etapas da produção, eliminar interrupções), Puxar (produção conforme solicitação do cliente) e Perfeição (elevação contínua do valor e eliminação de perdas) (PICCHI, 2003).

Segundo Bernardes (2003), a *lean production* é uma filosofia de produção cujo foco principal é eliminar qualquer tipo de trabalho que seja considerado desnecessário na produção de um determinado bem ou serviço, o qual é denominado, por esse motivo, perda (desperdício).

Tem-se então, uma filosofia de negócios, capaz de detalhar as atividades básicas a fim de identificar o que é considerado desperdício e o que é valor, para clientes e usuários (WOMACK; JONES, 1998).

Para Shingo (1996), as principais formas de desperdício, apontadas pelo engenheiro Taiichi Ohno, são:

- a) Produção em excesso: perdas por produção superior à esperada;
- b) Movimentação: perdas em tempo e esforço realizando movimentos além dos necessários para realizar uma tarefa;
- c) Espera: perdas em tempo durante os processamentos;
- d) Transporte: perdas em tempo e esforço para o transporte de produtos ou materiais;
- e) Estoques desnecessários: gerando perdas de espaço físico, mão-de-obra e capital;

- f) Processamento desnecessário: perdas esperadas no processamento do produto;
- g) Correções: perdas de matéria-prima e mão-de-obra.

Para Bernardes (2003), toda forma de melhoria existente no ambiente produtivo deve ser focalizada na identificação dessas perdas, analisando suas causas e realizando ações para reduzir ou eliminar essas causas.

A mentalidade enxuta tornou-se o enfoque de produção emergente mais praticado a partir da década de 90, mesmo que parcialmente, por grandes empresas também do ocidente. Ocorreu também o início da aplicação de seus princípios em outras áreas além da manufatura industrial, como a construção civil (WIGINESCKI, 2009).

Mesmo havendo diferenças entre os ambientes de produção de manufatura e a construção civil existe uma grande possibilidade de aplicação do sistema de lean production. Isto se dá ao se identificarem os sistemas de produção de cada setor de maneira individual, como os fluxos de projetos, suprimentos, atividades de produção, entre outros (PICCHI, 2003).

Koskela (1992) apresentou pela primeira vez a aplicação desta nova filosofia de produção na construção, através de seu trabalho de pesquisa, o *Technical Report #72 – Application of the New Production Philosophy to Construction*, publicado pelo CIFE – *Center for Integrated Facility Engineering*, ligado à Universidade de Stanford, EUA.

Com base na pesquisa de Koskela, dois professores e pesquisadores americanos, os engenheiros Gregory A. Howell e H. Glenn Ballard, realizam uma primeira reunião sobre essa filosofia de produção na construção na Finlândia, em 1993, concebendo o termo *lean construction* (construção enxuta), e formando a partir daí um grupo mundial de pesquisadores, denominado IGLC – *International Group for Lean Construction*, que realiza conferências anuais para discutir os avanços desse novo paradigma no setor da construção civil (CONSTRUÇÃO ENXUTA NA PRÁTICA, 2010).

Desde então, vários pesquisadores e empresas tem buscado discutir os conceitos, bem como realizar aplicações práticas (PICCHI, 2003).

Segundo Bernardes (2003), as inovações propostas pela *lean construction* ainda estão pouco difundidas na indústria da construção, porém as empresas que já começaram a aplicar seus princípios obtiveram melhorias significativas de desempenho.

Enquanto os conceitos tradicionais do sistema de produção da construção apresentam um único objetivo final, a entrega do produto, a construção enxuta tem seus conceitos

voltados, além da entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício (WIGINESCKI, 2009).

2.3 A CONSTRUÇÃO ENXUTA

Segundo Bazanelli (2003) os baixos índices de eficiência e qualidade na indústria da construção civil são resultados de deficiências gerenciais. Diante desta realidade, empresas de construção tem buscado mudanças para reverter este quadro, a fim de melhorar o controle de seus processos produtivos, mesmo que muitas vezes tenham que adotar filosofias gerenciais oriundas de outros setores industriais.

Neste contexto de adaptação, destaca-se a *lean construction*, filosofia derivada do sistema Toyota de produção que é na atualidade uma das melhores opções adaptadas, pois visa uma maior produtividade e redução de custos, evidenciando a otimização de desempenho (CARVALHO, 2008).

Lean construction é a filosofia que nos leva a pensar a obra em uma sequência ininterrupta de geração de valor pelas equipes de produção, e desta maneira facilitar a redução ou eliminação da perda de valor nas atividades (CONSTRUÇÃO ENXUTA NA PRÁTICA, 2010).

Desta maneira, a filosofia conhecida como *lean thinking* vem sendo utilizada na gestão de obras de construção civil. Porém, para que os resultados obtidos através deste modelo de gestão em outros setores sejam semelhantes na construção civil, alguns aspectos precisam ser considerados: é necessária uma mudança de paradigma, os profissionais devem entender o que são e como são identificadas as perdas na visão do *lean thinking* e saber diferenciar os modelos tradicional e enxuto (BAZANELLI, 2003).

A mudança conceitual mais importante trazida pela *lean construction* (construção enxuta) é uma nova forma de se entender os processos produtivos (KOSKELA, 1992).

Na visão tradicional, um processo de produção consiste em atividades de conversão de matérias-primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), constituindo o denominado modelo de conversão (KOSKELA, 1992). Para Sarcinelli (2008), o modelo tradicional percebe a construção como sendo um conjunto de atividades objetivando certo produto final, ou seja, o processo é visto como um processo em conversão, de transformação.

No modelo de conversão, a divisão de um processo origina vários subprocessos, também de conversão (Fig. 1). A menor divisão de um processo, nesta filosofia gerencial tradicional, é denominada operação (BERNARDES, 2003).

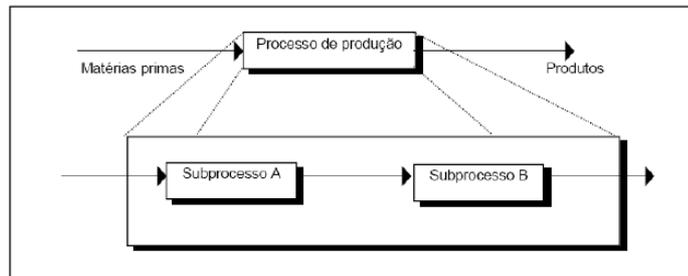


Figura 1 – Modelo tradicional de processo
Fonte: Adaptado de KOSKELA (1992)

Segundo Bernardes (2003), no modelo de conversão, a redução de custos do processo global é dada pela redução de custos dos seus subprocessos, associados ainda aos custos de suas matérias-primas.

ISATTO *et al.* (2000) salientam que normalmente orçamentos convencionais já incluem implicitamente as chamadas atividades de fluxo, mas isso dificulta a real percepção dos custos e prejudica a gestão da produção.

Em orçamentos convencionais, adota-se normalmente o modelo de conversão, em que são explicitadas apenas as atividades que agregam valor ao produto (fluxo de montagem), porém segundo Koskela (1992), este modelo apresenta algumas deficiências, tais como:

- a) Os fluxos físicos (de materiais, de mão-de-obra e de informações) entre as atividades não são considerados, sendo a maior parte dos custos oriunda desses fluxos;
- b) O controle da produção tende a ser concentrado nos subprocessos individuais e não no processo global. A melhoria nas atividades de conversão não pode impedir a eficiência dos fluxos, limitando a eficiência global;
- c) Admite-se que o valor de um produto pode ser melhorado somente através da utilização de insumos de melhor qualidade, o que pode resultar em produtos inadequados ao mercado caso não sejam considerados os requisitos dos clientes externos e internos.

O modelo tradicional de processo de conversão foi estabelecido no século XIX, quando os processos dentro das empresas eram simples e únicos, porém no final do século, conforme a produção foi se tornando mais complexa, os problemas devido à esta base conceitual de gestão começaram a aparecer (BERNARDES, 2003).

A filosofia da construção enxuta apresenta um processo como consistindo em um fluxo de materiais e mão-de-obra, mas que considera os vários acontecimentos durante esse processo, tais como atividades de transporte, espera, processamento em si e inspeção. É o chamado modelo de processo de fluxo (Fig. 2). Dessas atividades algumas não agregam valor ao produto final, como transporte, espera e inspeção, sendo então denominadas atividades de fluxo. A atividade de processamento (conversão) é definida como a atividade que agrega valor ao produto final (KOSKELA, 1992; SARCINELLI, 2008).

Para Bernardes (2003), o gerenciamento das atividades de fluxo é fundamental para a busca do aumento dos índices de desempenho dos processos produtivos, visto que sem a compreensão dos efeitos das atividades de fluxo na produção, é difícil orientar-se no sentido de tomar decisões gerenciais, otimizando orçamentos e planos de obras.

As chamadas atividades de fluxo são caracterizadas por tempo, custo e valor, sendo que valor refere-se àquilo que realmente atende às necessidades dos clientes (LORENZON; MARTINS, 2006).

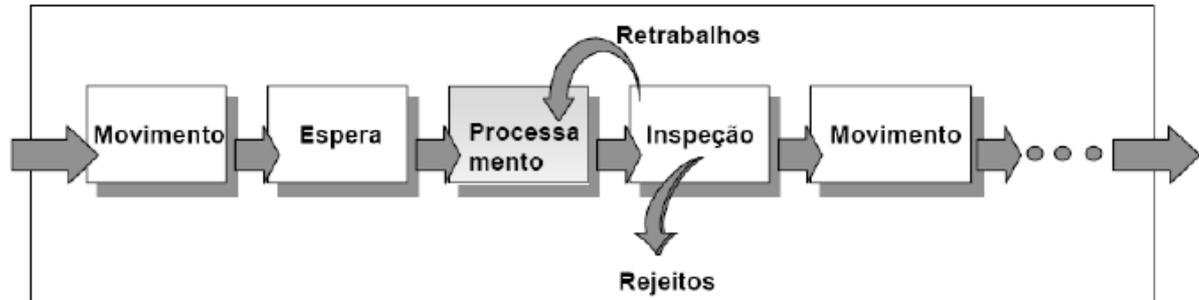


Figura 2 – Modelo de processo de fluxo: Lean construction
Fonte: Adaptado de KOSKELA (1992)

É importante salientar que há casos em que atividades de processamento não agregam valor ao produto final. Pode-se citar o exemplo de uma execução (processamento) realizada sem um nível de detalhamento suficiente, fazendo com que o resultado não seja o desejado, havendo assim a necessidade de retrabalho, portanto, esta atividade não agregou valor (OLIVEIRA; LIMA; MEIRA, 2007).

Sobre os benefícios e implicações desta nova filosofia de produção Koskela (1992) apresenta o *just in time* e o controle da qualidade total como seus principais pilares.

O *just in time* apresenta como um de seus principais objetivos o fluxo contínuo de produção, e para que essa condição seja atendida, é necessário a busca incessante pela eliminação de toda e qualquer perda (MIRANDA *et al.*, 2003).

Santos *et al.* (2000) apresenta alguns exemplos de perdas na construção civil, a partir das categorias propostas por Taiichi Ohno para a produção enxuta:

- a. Perda por produção em excesso: produção excessiva de argamassa;
- b. Perda por movimentação: longas distâncias percorridas entre o posto de trabalho e o estoque;
- c. Perda por espera: falta de argamassa para execução da alvenaria.
- d. Perda por transporte: uso de equipamento inadequado para transporte de blocos;
- e. Perda por estoque disponível (desnecessário): mau acondicionamento dos blocos condicionando quebras;
- f. Perda no processamento em si: quebra de alvenaria para instalações de tubulações elétricas;
- g. Perda devido à produção de produtos defeituosos (correções): descolamento de cerâmica;

O autor propõe mais duas categorias de perdas, também referentes a ações gerenciais:

- h. Perda por substituição: uso do concreto com resistência maior que a necessária;
- i. Perda por ocorrência de acidentes de trabalho: indenizações e danos materiais causados pelo acidente.

2.4 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Anteriormente a Womack e Jones, Koskela (1992) apresenta um conjunto de 11 princípios para a gestão de processos na construção enxuta:

a) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Segundo Isatto *et al.* (2000), este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, em que a eliminação de algumas atividades de fluxo pode melhorar a eficiência dos processos e ainda reduzir perdas. Atividades que não agregam valor consomem tempo,

recursos, espaços, mas não contribuem para atender os requisitos dos clientes. (VILLAS-BÔAS, 2004).

Existem algumas atividades que mesmo não agregando valor ao cliente final, são essenciais à eficiência global dos processos, como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão-de-obra, instalação de dispositivos de segurança (ISATTO, 2000).

Para se reduzir a parcela das atividades que não agregam valor, é importante realizar a representação do fluxo do processo, sendo que desta maneira as atividades são explicitadas, podem ser controladas e ainda eliminadas quando convier.

A elaboração de um arranjo físico do canteiro que minimize distâncias entre os locais de descarga de materiais e seu respectivo local de aplicação pode, por exemplo, reduzir a parcela das atividades de movimentação (BERNARDES, 2003).

Kurek (2005) salienta que a utilização do processo de planejamento e controle da produção facilita a implementação deste princípio da construção enxuta.

b) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Este princípio está relacionado ao conceito de processo como gerador de valor e estabelece que devem ser identificadas claramente as necessidades dos clientes internos e externos e esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção (ISATTO *et al.*, 2000).

Cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo. A maneira como são atendidos os requisitos de cada cliente do processo interfere na geração de valor. (Koskela, 1992). Segundo Isatto *et al.* (2000), a identificação dos clientes e a aplicação deste princípio envolve o mapeamento do processo.

Ainda segundo Isatto *et al.* (2000), este princípio da *lean construction* pode ser atendido na fase de projeto com a obtenção de dados de preferências (requisitos) de clientes finais, seja através de pesquisas de mercado ou avaliações pós-ocupação. Em posse das informações, projetistas as utilizariam na concepção do empreendimento e seus detalhes.

No caso das equipes de produção, em cada trabalho as necessidades da equipe de trabalho posterior devem ser consideradas pela equipe anterior, como por exemplo, tolerâncias dimensionais em uma atividade, para que não haja maiores dificuldades na execução. Estes requisitos devem ser explicitados e deve haver comunicação entre as equipes.

c) Reduzir a variabilidade

Com a variabilidade, tem-se o aumento da parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto (MIRANDA et. al., 2003).

Para Isatto *et al.* (2000), diversos tipos de variabilidade estão ligados ao processo de produção, tais como variação das dimensões de materiais, variação da duração da execução de uma tarefa e variação na demanda, que se refere aos desejos clientes, como por exemplo alterações no projeto. Isto decorre do caráter único do produto e condições locais de uma obra, e ainda da falta de domínio dos processos por parte dos executores.

Segundo Bernardes (2003), do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais bem aceito. No que tange prazo de execução, o aumento da variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo e ainda as atividades que não agregam valor.

Pode-se apresentar diversas razões pelas quais a variabilidade aumenta a parcela de atividades que não agregam valor, tais como a interrupção de fluxos de trabalho, situação que ocorre quando equipes ficam paradas ou precisam ser deslocadas para outras frentes ou ainda a simples não aceitação de produtos fora da especificação, fazendo com que o trabalho precise ser refeito ou compensado (ISATTO *et al.* , 2000). A variabilidade que não pode ser removida deve ser gerenciada pela empresa, através de ferramentas tais como o *last planner*.

d) Reduzir o tempo de ciclo (*lead time*)

Miranda *et al.* (2003), apresentam o tempo de ciclo como sendo a soma de todos os tempos necessários (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto.

A compressão do tempo é uma maneira de incentivar a eliminação de atividades de fluxo. Este princípio tem origem na filosofia *just in time* e apresenta diversas vantagens, como ilustra Isatto *et al.*, 2000: entrega mais rápida ao cliente, gestão facilitada dos processos, aumento do efeito aprendizagem, estimativa de demandas futuras mais precisas e sistema de produção menos vulnerável à mudanças de demanda.

Quando as equipes se focam em pequenas unidades, ao invés de se focar em todo o canteiro, os lotes de produção se tornam menores, o que viabiliza uma entrega mais rápida para o próximo cliente. A eliminação de interdependências entre atividades permite que as mesmas sejam executadas em paralelo (VILLAS-BÔAS, 2004).

Com lotes menores, os erros aparecem mais rapidamente, o que facilita sua identificação e correção dos problemas, tais problemas, ao longo das execuções posteriores tendem a ser minimizados (ISATTO *et al.*, 2000).

No que se refere às futuras demandas, lotes e prazos reduzidos fazem com que a estimativa seja mais precisa e isto torna a produção mais estável.

Ciclos reduzidos fazem com que a produção seja mais flexível e menos vulnerável a mudanças de demanda, pois com lotes menores, alterações de produtos que necessitem ser implementadas são facilmente ajustadas para os lotes de produção subsequentes.

e) **Simplificar através da redução do número de passos ou partes**

Simplificar pode ser entendido como reduzir o número de partes ou componentes em um processo (BERNARDES, 2003).

Segundo MIRANDA *et al.*, 2003, quanto menor o número de componentes menor também tende a ser o número de atividades que não agregam valor.

Este princípio está intimamente ligado à utilização de sistemas construtivos racionalizados.

Ainda segundo Isatto *et al.* (2000), o uso de elementos pré-fabricados e equipes polivalentes, aliados com um planejamento eficaz da produção, fazem com que se obtenha uma significativa diminuição das interferências entre as equipes.

Um exemplo clássico de aplicação deste princípio é o uso da verga pré-moldada (Figura 3), em que se reduz significativamente o número de passos, pois o próprio pedreiro pode posicioná-la, ao longo da execução de alvenaria. No caso da verga moldada no local, o processo de execução de alvenaria precisa ser interrompido, resultando em atividades que não agregam valor (ISATTO *et al.*, 2000).

Para Bernardes (2003), a identificação de possíveis simplificações é facilitada quando na etapa de planejamento do processo estabelecem-se zonas de trabalho similares.

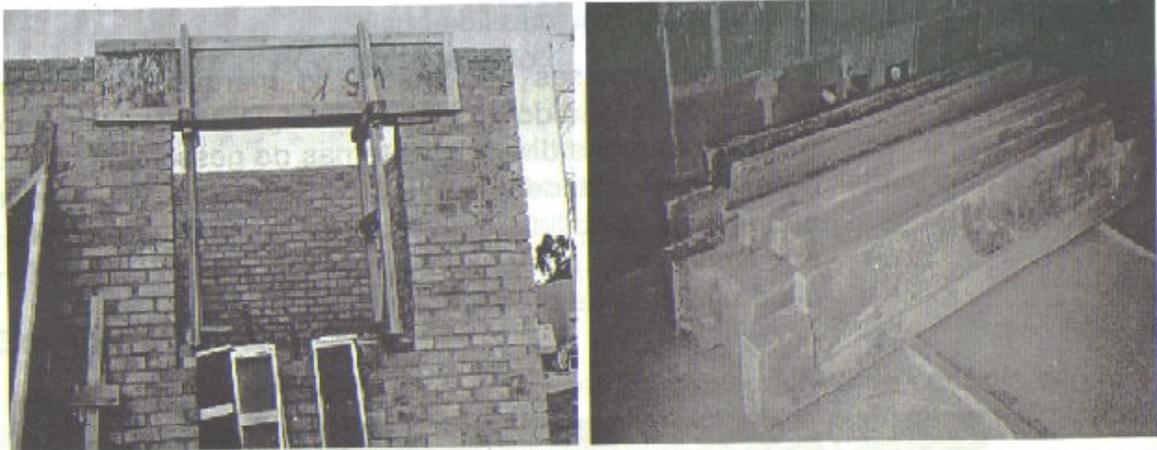


Figura 3 – Verga moldada no local x Verga pré-moldada
Fonte: ISATTO *et al.* (2000)

f) Aumentar a flexibilidade de saída

Segundo MIRANDA *et al.*(2003), aumentar a flexibilidade significa alterar as características dos produtos entregues aos clientes sem aumentar significativamente os custos.

Quando aplicado simultaneamente ao princípio da simplificação, o aumento da flexibilidade tem sido satisfatório para muitas empresas, mesmo parecendo incoerente (KOSKELA, 1992).

ISATTO *et al.* (2000) expõe que a aplicação deste princípio é obtida utilizando-se mão-de-obra polivalente, que consegue se adaptar a mudanças e também com a customização de produtos o mais tarde possível. Um exemplo clássico é o adiamento da execução das divisórias internas de gesso acartonado em apartamentos, sendo que assim há um aumento da flexibilidade do produto, sem comprometer o sistema de produção, ou o planejamento em si.

Para VILLAS-BÔAS, 2004, ser flexível é mudar a operação de alguma forma, seja o que, como ou quanto.

g) Aumentar a transparência do processo

Segundo Koskela (1992), a transparência é um princípio orientado ao controle visual. Kurek (2005) defende que uma maior transparência nos processos produtivos faz com que se diminua a possibilidade de ocorrência de erros na produção, pois assim fica mais fácil se identificar os problemas.

Para este autor a identificação de problemas é facilitada pela disposição de meios físicos, dispositivos e indicadores que permitam visualizar o que ocorre no ambiente produtivo.

Isatto *et al.* (2000) cita alguns exemplos de aplicação, que além de aumentar a transparência do processo, aumentam a disponibilidade de informações necessárias, facilitando o trabalho, tais como remoção de tapumes e divisórias, utilização de cartazes, sinalização luminosa, demarcação de áreas e programas de melhoria da organização e limpeza.

h) Focar o controle no processo global

Os esforços de melhorias devem ser focados no desempenho global do processo. No caso da construção civil, a execução de uma obra envolve muitas equipes de trabalho interdependentes, tais como projetistas, fornecedores e empresas subcontratadas. É preciso gerenciar este processo como um todo (MIRANDA *et al.*, 2003), inclusive havendo um responsável, não só dentro da organização, mas envolvendo toda a cadeia produtiva (ISATTO *et al.*, 2000).

Posturas diferenciadas por parte dos fornecedores contribuem positivamente para a aplicação deste princípio. Isatto *et al.* (2000) também exemplifica o caso da paletização por fornecedores de blocos, como ilustrado na Figura 4 em que se reduz o custo de descarregamento (transporte) e o estoque na obra.



Figura 4 – Paletização de blocos cerâmicos
Fonte: ISATTO *et al.* (2000)

i) Introduzir melhoria contínua no processo

Conforme apresenta Kurek (2005), a busca pela redução do desperdício e aumento do valor do produto deve ocorrer de maneira contínua. A utilização deste princípio se dá sempre que os demais vão sendo cumpridos. Este princípio é um componente fundamental de ambas as filosofias: TQM e JIT (ISATTO *et al.*, 2000).

Ainda segundo Isatto *et al.* (2000), a introdução da melhoria contínua nos processos é fundamentada no trabalho em equipe e gestão participativa, sendo recomendável a utilização de várias ferramentas de qualidade que oferecem apoio na obtenção de melhorias, tais como indicadores de desempenho, fluxograma, listas de verificação e diagrama de Pareto, o que permite mapear o processo e propor alternativas.

j) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Segundo Koskela (1992), as melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas, sendo que em geral as melhorias de fluxo requerem menos investimentos e as melhorias de conversão normalmente estão relacionadas à tecnologia utilizada no processo.

Dentro de cada processo, é necessário que exista um equilíbrio entre essas melhorias, visto que a introdução de novas tecnologias nas atividades de conversão tendem a reduzir a variabilidade, o que melhora os fluxos, assim como fluxos bem gerenciados facilitam a implantação de novas tecnologias (ISATTO *et al.*, 2000).

Isatto *et al.* (2000) também exemplificam para o caso da construção civil a melhoria do desempenho no processo de execução de sistemas de vedação vertical, em que a alvenaria de blocos cerâmicos requer um esforço de eliminação de perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoques (fluxo). Quando este processo atinge elevados níveis de racionalização, busca-se introduzir uma inovação tecnológica nas atividades de conversão, como, por exemplo, utilização de divisórias leves ou painéis pré-moldados. Feito isto, passa a ser necessário novamente buscar aperfeiçoar este processo através da melhoria contínua, visando melhorar o desempenho das atividades de fluxo.

k) Fazer *benchmarking*

MIRANDA *et al.* (2003) definem *benchmarking* como um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas.

Em linhas gerais a aplicação do *benchmarking* envolve conhecer os processos próprios da empresa, identificar boas práticas em outras empresas similares, entender os princípios por trás dessas boas práticas e adaptar as boas práticas encontradas à realidade da empresa (ISATTO *et al.*, 2000).

3 METODOLOGIA

Como método para desenvolvimento do trabalho e alcance do objetivo que é estudar o caso de uma obra de habitação de interesse social, diagnosticando o estágio de aplicação dos princípios da construção enxuta, utilizou-se da pesquisa exploratória, proporcionando maior familiaridade com o tema e como estratégia de pesquisa adotou-se o estudo de caso através de coleta de dados utilizando-se de questionários contemplando os referidos conceitos.

O estudo de caso busca apresentar uma compreensão e interpretação restrita dos resultados. No estudo de caso realizado foi possível analisar os processos construtivos de forma profunda, sendo a metodologia escolhida para resolver o problema inserido na pesquisa (GIL, 2010).

Como ferramenta adotada para coleta de dados, uma lista de verificação para diagnóstico foi utilizada através de adaptação de materiais disponíveis representando o estado da arte na literatura sobre construção enxuta, com foco de análise nos diversos processos construtivos envolvidos na construção das unidades habitacionais.

Além da lista de verificação, foram realizadas observações diretas, registros fotográficos e entrevistas pessoais.

Como campo de aplicação da pesquisa tem-se o canteiro de obras de um conjunto habitacional em Curitiba-PR, tratando-se de obras de habitação de interesse social em série

O 2º capítulo apresenta a revisão bibliográfica e diz respeito à revisão da literatura existente sobre a linha de pesquisa da Construção Enxuta, desde seu histórico no sistema Toyota de produção até a apresentação de cada um de seus 11 princípios propostos por Koskela (1992) com algumas aplicações práticas em obras.

A pesquisa baseou-se principalmente em dissertações, teses, monografias e livros, compatibilizando e resumindo as informações e conceitos teóricos.

Para a obtenção dos dados referentes à pesquisa, primeiramente foi realizada uma seleção da empresa construtora e da obra em execução a ser escolhida para o estudo de caso, considerando que nesta houvesse repetição de unidades a serem produzidas, visto que a ocorrência de produção em série exige o desenvolvimento de processos construtivos cíclicos e vem a favorecer a introdução dos conceitos *lean* na obra.

Inicialmente foi realizado contato através de formulário com a Companhia de Habitação Popular de Curitiba, proprietária do empreendimento, para verificar a

disponibilidade de realização da pesquisa. Na seqüência, foi contatada a empresa construtora para avaliar o interesse e disponibilidade de visitas técnicas e coleta de dados.

Na fase de coleta de dados pôde-se visualizar as práticas adotadas pela empresa construtora, sem qualquer interferência nos processos em andamento. Também foram realizadas entrevistas com o engenheiro responsável pelo gerenciamento da obra para identificar os principais aspectos referentes ao estágio de aplicação da construção enxuta no canteiro de obras e seus eventuais fatores críticos de implantação. Da mesma forma foi realizada a observação no que se refere à estrutura organizacional da empresa e sua administração como um todo.

Como parte integrante do objetivo deste trabalho, a lista de verificação para diagnosticar a aplicação dos princípios da construção enxuta serve como ferramenta para validar estas informações. Esta ferramenta serve principalmente para aumentar a garantia de uma completa coleta de dados em campo, evitando retrabalho (YIN, 2005).

A composição da lista de verificação consiste na compilação dos princípios da construção enxuta descritos na revisão bibliográfica, utilizando-se de itemização e 45 perguntas sobre práticas adotadas pela empresa construtora. Como referência para elaboração da lista de verificação, registra-se a adaptação a partir de questionário existente em Carvalho (2008) e Kurek (2005), que propuseram ferramentas capazes de medir a relação do uso da Construção Enxuta por construtoras.

Através da lista de verificação é possível avaliar a presença ou não da aplicação da filosofia *lean* na obra, fornecendo um diagnóstico e servindo como diretriz para avanço na sua implantação.

As perguntas foram dispostas considerando que as respostas pudessem ser classificadas em 4 níveis, variando entre 0 e 3, em que o nível 0 indica ausência total daquele princípio nos processos e o nível 3 indica a presença efetiva daquele princípio nos processos.

A lista de verificação pode ser aplicada por empresas construtoras, permitindo a percepção e orientando na busca pela disseminação da filosofia *lean* com uma maior eficiência.

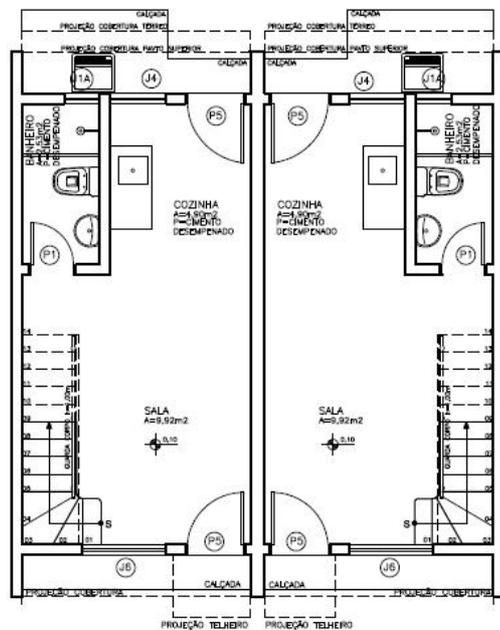
4 ANÁLISE DE RESULTADOS – ESTUDO DE CASO

4.1 OBRA ESTUDADA

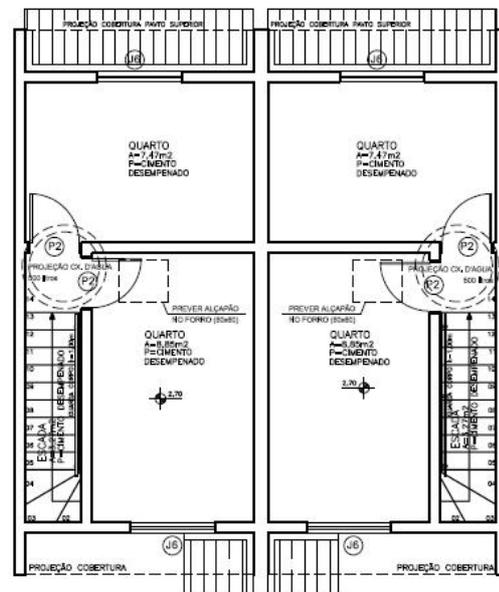
O estudo de caso foi elaborado em obra de habitação popular em série denominado “Moradias dos Profetas”. O conjunto habitacional localiza-se na cidade de Curitiba, bairro Umbará, em execução por empresa contratada pela Cohab Curitiba – Companhia de Habitação Popular de Curitiba. Trata-se de um conjunto com 3 quadras e 54 unidades habitacionais, sendo que a construção iniciou-se 2012 e é viabilizado com recursos do PAC – Programa de Aceleração do Crescimento, do governo federal.

A tipologia utilizada para as unidades foi idealizada pela Cohab, sendo implantados apenas sobrados, constituídos por sala, cozinha e banheiro no pavimento inferior e dois dormitórios no pavimento superior, totalizando 43m² de área total cada um (Fig. 5).

As unidades são geminadas, executadas em alvenaria de blocos cerâmicos com estrutura convencional de concreto armado e fundações em estacas escavadas.



PLANTA PAVIMENTO TÉRREO
ÁREA CONSTRUÍDA PAV. TÉRREO=23,10m²



PLANTA PAVIMENTO SUPERIOR
ÁREA CONSTRUÍDA PAV. SUPERIOR=20,72m²
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL DA UNIDADE=43,82m²

Figura 5 – Planta do sobrado padrão Cohab com 43m²
Fonte: Cohab Curitiba (2013)

À época das visitas técnicas e aplicação da lista de verificação para diagnóstico a obra encontrava-se em etapas de execução diferentes para as edificações, conforme Fig. 6, sendo que as mais avançadas estavam na etapa de aplicação de revestimento interno e as menos avançadas estavam na etapa de alvenaria do pavimento superior.



Figura 6 – Vista parcial do canteiro de obras com as edificações em diferentes etapas de execução
Fonte: Autor (2013)

A empresa pesquisada atua na execução de obras residenciais, comerciais e industriais e segundo o engenheiro responsável não possui a filosofia da construção enxuta implantada de maneira explícita ou como modelo de gestão, porém pratica o desenvolvimento do planejamento e controle da produção em suas obras, evidenciando também um sistema de gestão da qualidade bem definido e busca pela racionalização dos processos.

4.2 COLETA DE DADOS

Foram realizadas entrevistas com o engenheiro responsável pelo gerenciamento da obra escolhida, sendo que as entrevistas foram conduzidas através de introdução do conteúdo teórico por parte do entrevistador, formulando diretrizes para obtenção das respostas, porém

sem limitar-se à rigidez dos questionamentos apresentados na lista de verificação. As informações foram registradas em texto. Também participaram o mestre de obra e o engenheiro fiscal da empresa contratante. Desta forma, as entrevistas permitiram analisar a aplicabilidade dos princípios da construção enxuta por áreas distintas da cadeia de produção, ou seja, gerente, operário e cliente.

A coleta de dados, no que se refere à aplicação da lista de verificação ocorreu sob condução do pesquisador, sanando eventuais dúvidas e com a preocupação de apontar apenas o que ocorre na empresa. Através de observações diretas ou registros, para cada item respondido os responsáveis pela obra procuravam demonstrá-lo claramente através de exemplos ou documentos, validando o questionamento.

Com o preenchimento dos itens da lista de verificação, permitiu-se diagnosticar o estágio de aplicação dos princípios da construção enxuta no canteiro de obras estudado e por extensão, sua futura aplicação nas demais obras da empresa.

4.3 RESULTADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE CASO

Como resultados obtidos no estudo de caso, são apresentados os itens identificados através das observações, entrevistas e da lista de verificação, divididos em 11 princípios, a análise dos itens respondidos e finalmente o seu diagnóstico:

a) **Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor**

A empresa se preocupa em identificar o melhor método para cada processo, reduzindo perdas na movimentação e espera. O arranjo físico e a equipe são dimensionados para otimização da produção. Pode-se considerar que este princípio é aplicado pela empresa.

b) **Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes**

Tendo como cliente externo a empresa contratante, neste caso a COHAB Curitiba, que apresenta as suas necessidades através de documentos oficiais e contratos públicos, a construtora possui essas considerações bem definidas. Quanto ao cliente interno,

considerando como exemplo a próxima equipe de produção a atuar em um determinado processo, as etapas de início e fim, bem como seus requisitos, são mapeadas e documentadas pela empresa. Este princípio é aplicado parcialmente pela empresa, pois alguns requisitos que poderiam ser obtidos após uma avaliação pós-ocupação carecem de uma maior implementação.

c) **Reduzir a variabilidade**

De acordo com as observações diretas e com o preenchimento da lista de verificação, identifica-se a aplicação total deste princípio pela empresa, visto que possui a certificação ISO 9001, utiliza mecanismos para padronizar os processos como instruções de trabalho e gabaritos metálicos utilizados para os requadros das esquadrias, otimizando a produção da alvenaria e do acabamento, conforme ilustra a Fig. 7.



Figura 7 – Gabarito metálico utilizado para reduzir a variabilidade no resultado

Fonte: Autor (2013)

d) **Reduzir o tempo de ciclo (*lead time*)**

Os resultados referentes à aplicação deste princípio indicam a oportunidade de aumento do nível de aplicação por parte da empresa pois apesar de existir uma divisão definida dos ciclos de produção e práticas de diminuição de tempos de fluxo tais como a disposição de lotes de materiais próximos aos locais de utilização, poderia-se diminuir os

tempos de transporte, como ilustrado na Fig. 8 em que o transporte de material até o local de utilização é feito em baixa velocidade e por via de tráfego inadequada. Neste caso, seria válido considerar a execução da pavimentação das vias em CBUQ como atividade predecessora, pois diminuiria o tempo das atividades de transporte remanescentes, além de ser uma atividade que agrega valor ao produto final e requisito do cliente.



Figura 8 – Transporte de material por acesso inadequado
Fonte: Autor (2013)

e) Simplificar através da redução do número de passos ou partes

A aplicação deste princípio pela empresa mostra-se bem evidente, sendo que foram observados exemplos de técnicas de redução de número de passos ou partes no canteiro de obras. O mais significativo é a substituição da escada de concreto moldado *in loco* por um modelo de escada pré-fabricada (Fig. 9). Esta simplificação impactou na redução do tempo de ciclo da execução e liberação da escada, sendo que no método convencional observado em outras obras executadas pela empresa era de 7 dias e neste caso passou a ser de 2 dias. Ao adotar esta melhoria, buscou-se garantir também que o princípio da consideração das necessidades dos clientes fosse atendido através de reuniões e debates com a contratante.



Figura 9 – Escada pré-fabricada engastada na parede
Fonte: Autor (2013)

A execução das escadas foi realizada pelo fornecedor e não interrompeu o serviço de concretagem da estrutura. Como oportunidade de flexibilização, poderiam ser treinadas equipes de produção da própria empresa construtora para execução desta tarefa.

Como outros exemplos de simplificação na obra, destacam-se o caso clássico das vergas de concreto pré-moldadas, o uso de *kits* (conjuntos) hidráulicos e também o uso de mãos-francesas metálicas ao invés de madeira serrada, conforme Fig. 10.



Figura 10 – Mão-francesa metálica, eliminando etapa de corte e ligação da madeira

Fonte: Autor (2013)

f) **Aumentar a flexibilidade de saída**

Este princípio teve sua análise de aplicabilidade restringida devido ao fato de se tratar de obras de habitação em série cujo usuário não interfere na customização do produto, cabendo apenas à contratante a fiscalização do objeto. Neste sentido, o aumento de flexibilidade de saída de cada produto foi praticamente nulo.

g) **Aumentar a transparência do processo**

Como método para melhoria da produtividade geral da obra, o gerenciamento introduziu algumas ações que foram tomadas e tiveram resultados positivos. O aumento da transparência do processo se deu pelo emprego do Programa 5S, em que as equipes foram orientadas a manter a limpeza e organização do canteiro, sendo que a cada semana é realizada a coleta de material excedente e lixo, sendo destinada conforme o plano de gerenciamento de resíduos.

São empregados indicadores de desempenho pela empresa e são realizadas auditorias mensais, porém a disseminação dos indicadores não é feita perante todos os funcionários. Não foi observada a aplicação de quadros com divulgação de prazos e metas visíveis a todos, o que poderia contribuir na transparência. A Fig. 11 apresenta a utilização de cartazes orientativos, sendo observados em alguns locais como depósito de materiais e baias de descarte de resíduos.



Figura 11 – Aviso para utilização específica de areia média
Fonte: Autor (2013)

h) **Focar o controle no processo global**

Este princípio apresenta sua aplicação pela empresa no que se refere aos seus fornecedores e é tido como importante pelo gerente da obra. Identificou-se um sistema de classificação dos fornecedores em que as ocorrências de não conformidades eram registradas e eventualmente os fornecedores eram desclassificados e não participavam mais daquela obra.

No sentido de reduzir atividades que não agregam valor, poderia ser utilizado equipamento mecânico pela empresa para recebimento dos materiais, porém não foi observado. Os fornecedores de telhas e tijolos, todavia, realizavam entregas em páletes com descarregamento mecanizado.

i) **Introduzir melhoria contínua no processo**

Caracterizada pela implantação de um sistema de gestão da qualidade pela empresa, a melhoria contínua no processo foi aplicada nesta obra principalmente pela utilização de registros de inspeção em vários processos, sendo que segundo o mestre de obra, os resultados indesejáveis foram encarados como oportunidade para rever alguns procedimentos, evitando ações corretivas futuras. O material de serviços controlados estava à disposição para consulta no escritório da obra (Fig. 12).



Figura 12 – Lista de serviços controlados adotados pela empresa
Fonte: Autor (2013)

j) **Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões**

No intuito de melhorar as conversões, antes do início da obra houve por parte da empresa uma proposta de aplicação de mudanças nos projetos das edificações, fazendo uso de outras tecnologias como alvenaria estrutural e fundação em *radier*, porém não foi aceita pelo cliente (contratante). Quanto ao princípio de melhoria nos fluxos não foi observada a elaboração de mapofluxogramas para controle dos processos, porém a empresa adotou controle sistemático sobre a mão-de-obra disponível e também das entregas de materiais, com agendamentos programados com antecedência suficiente, informações em tempo real e disposição dos mesmos de forma a melhorar o desempenho dos operários, sem interromper o fluxo no interior da obra. Não chegaram a ser realizados estudos de mudança de procedimentos nos fluxos inicialmente adotados. Destaca-se que no canteiro de obras estudo, particularmente dispunha-se de espaço satisfatório para o fluxo de pessoas e materiais.

k) **Fazer *benchmarking***

Este princípio é aplicado parcialmente pela empresa considerando que há uma descrição dos processos que são adotados em todas as obras e as experiências são compartilhadas entre os diversos engenheiros da empresa, ou seja, as boas práticas são passadas de uma obra para outra.

4.4 RESULTADO FINAL E DISCUSSÕES

A partir da identificação dos itens anteriores, como resultado final do estudo, apresenta-se a lista de verificação preenchida (Quadro 1), em que observa-se a preocupação da empresa com a aplicação da mentalidade *lean*, mesmo que de maneira involuntária. Combinado a isso, a lista de verificação pode servir como diretriz às empresas construtoras no intuito de tomar iniciativas, maximizando a aplicação dos princípios em suas obras.

De uma maneira geral, a empresa possui um considerável nível de envolvimento com a filosofia *lean* e isto representa um passo importante para a melhoria do gerenciamento, buscando ser mais eficaz e priorizando a qualidade. É importante considerar que o conceito de construção enxuta depende de diversas áreas: gerenciamento, planejamento, fornecimento, projetos. O comprometimento deve envolver desde a direção até os operários, que são os responsáveis pela materialização do valor ao produto. Executar uma tarefa rapidamente não

significa que todo o projeto será finalizado em menos tempo. Os conceitos *lean* auxiliam a ver o produto em todo o seu ciclo e a como não desperdiçar recursos.

Este estudo de caso demonstrou uma mudança de tradição e comportamento, pois há uma espécie de barreira a se adotar tais conceitos em obras de habitação popular em série. Ações como a busca pela melhoria contínua e implantação de sistemas de gestão da qualidade demonstraram um empenho da direção da empresa em promover melhorias na produção.

Como contribuição, este conhecimento pode ser encarado como motivação para aplicação constante dos princípios da construção enxuta, o que certamente irá proporcionar benefícios à cadeia produtiva envolvida e especialmente ao gerenciamento das obras.

LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA DIAGNÓSTICO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA		NIVEIS			
		NENHUM 0	1	2	MUITO 3
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor				
1.1	A obra possui um arranjo físico, para armazenamento de materiais, visando minimizar a distância entre locais de descarga e os respectivos locais de utilização?				x
1.2	Existem evidências de redução de atividades de movimentação, inspeção e espera (utilização de algum dispositivo de melhoria de fluxo do processo)?			x	
1.3	Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais?		x		
1.4	Existem treinamentos constantes na empresa com os operários?	x			
2	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente				
2.1	São identificadas as necessidades dos clientes internos e externos?		x		
2.2	Os processos são mapeados e identificados os clientes e seus requisitos?				x
2.3	Existe alguma forma sistemática para obter os requisitos do cliente (pesquisa de mercado e avaliações pós-ocupação)?	x			
2.4	Existe retroalimentação com projetistas, por exemplo, reuniões onde são debatidos os requisitos dos clientes?				x
2.5	Existe planejamento das tarefas, a fim de garantir os requisitos dos clientes internos na seqüências de atividades?				x
2.6	Busca-se implantar as considerações dos clientes quando solicitados para tal?				x
3	Reduzir a variabilidade				
3.1	Existem procedimentos padronizados para execução das tarefas?				x
3.2	Existem procedimentos padronizados para recebimento dos materiais?				x
3.3	Existe controle da variabilidade na execução das tarefas?				x
3.4	Existe planejamento e controle da produção?			x	
3.5	Faz uso de mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e reduzem a variabilidade do processo?				x
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção (lead time)				
4.1	Existem boas condições de trabalho, com segurança e equipamentos adequados aos operários?		x		
4.2	Existe uma divisão dos ciclos de produção (como pacotes de trabalho, conclusão de uma metragem especificada, conclusão por pavimento)?		x		
4.3	Existe alguma evidência de eliminação de atividades de fluxo, que fazem parte de um ciclo de produção?			x	
4.4	Os tempos de ciclo das atividades interna da obra são conhecidos?	x			
4.5	Existe a preocupação em manter pequenos estoques na obra com alta rotatividade?		x		
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes				
5.1	É evidenciada a utilização de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção?				x
5.2	Utiliza gabaritos ou equipamentos dedicados que possibilitam a redução do número de passos e parte para uma tarefa qualquer?			x	
5.3	Existe um planejamento do processo de produção?		x		
5.4	Existe uma constante avaliação do processo, buscando a melhoria (reuniões, discussões para identificação de simplificação das operações)?	x			
5.5	Existe uma organização no canteiro, com relação ao armazenamento de equipamentos e material, visando eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentação e deslocamento?			x	
6	Aumentar a flexibilidade de saída				
6.1	O produto é customizado no tempo mais tarde possível?		x		
6.2	O processo construtivo permite a flexibilização do produto, rapidamente, sem grandes ônus para a produção (como utilização de divisórias de gesso acartonado ou lajes planas)?	x			
6.3	As equipes de produção são polivalentes?	x			
6.4	Existe uma minimização no tamanho dos lotes aproximando-os de sua demanda?				x
7	Aumentar a transparência do processo				
7.1	O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais, como divisórias?		x		
7.2	No canteiro são utilizados dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcação de áreas?			x	
7.3	São empregados indicadores de desempenho, que tomam visíveis atributos do processo?	x			
7.4	São empregados programas de melhoria na organização e limpeza, como o Programa 5S?				x
8	Focar o controle no processo global				
8.1	A empresa faz parceria com fornecedores, no sentido de reduzir atividades que não agregam valor, no momento da entrega e qualidade do material?		x		
8.2	Existem planejamento e controle da produção, a fim de garantir a entrega da obra no prazo?		x		
8.3	Existe controle sobre o orçamento da obra?			x	
9	Introduzir melhoria contínua no processo				
9.1	Existem evidências, exemplos de dignificação e iniciativas de apoio à mão-de-obra?	x			
9.2	Existem procedimentos para monitorar as ações corretivas (as causas reais) e a eliminação com ações preventivas?		x		
9.3	A gestão é participativa, são aceitas sugestões de funcionários?		x		
9.4	Utilizam-se de indicadores de desempenho para monitoramento dos processos?		x		
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões				
10.1	São evidenciadas práticas de melhorias nos fluxos, tal como o mapeamento do processo?	x			
10.2	Existe uma estratégia de ataque à obra?	x			
11	Referências de ponta (benchmarking)				
11.1	A empresa conhece seus próprios processos (estão descritos e entendidos)?			x	
11.2	É evidenciado o aprendizado, a partir de práticas adotadas em outras empresas similares?	x			
11.3	Adapta as boas práticas encontradas à sua realidade?				x

Quadro 1 – Lista de verificação para diagnóstico
Fonte: Autor (2013)

5 CONCLUSÕES

Após a realização do estudo de caso e obtenção dos dados o presente trabalho diagnosticou o estágio de aplicação dos princípios da construção enxuta nesta obra de habitação de interesse social.

Para isso, os objetivos específicos deste estudo foram de conceituar os princípios da construção enxuta, identificar e aplicar no estudo de caso um método de diagnóstico. A partir da identificação do método utilizado, que foi a ferramenta de lista de verificação, foram gerados e organizados grupos de perguntas relacionados com cada um dos princípios conceituados.

Durante a coleta de dados, foi validada a aplicação da lista de verificação, em que verificou-se a aplicação de alguns princípios da construção enxuta e também a oportunidade de viabilizar a execução de outros princípios através de melhorias a serem implantadas, representando para a empresa redução de perdas e aumento da produtividade.

É possível concluir que na obra estudada há uma maior aplicação dos conceitos relacionados à consideração das necessidades dos clientes (internos e externos), redução da variabilidade e simplificação através da redução de número de passos ou partes. Isto se aplica, portanto, devido principalmente às interações realizadas entre cliente (contratante) e construtora. Por parte do cliente, como postura favorável a aplicações de tais princípios, destaca-se a sua clara afirmação em relação às suas necessidades requeridas para os produtos.

Tem-se que este estudo de caso serve como referência para o setor quanto à forma de diagnosticar a aplicação dos princípios *lean*, em especial às obras de habitação de interesse social com o mesmo sistema construtivo aplicado. Com a disseminação da filosofia *lean* pelas empresas construtoras, o setor irá evidenciar um aumento da aplicação dos princípios.

Do mesmo modo, verificou-se no estudo de caso que existem muitas formas de se melhorar o processo produtivo principalmente com relação à gerência dos materiais. Verificou-se que há ganhos expressivos quando se aplica a padronização no recebimento e controle de pedido de materiais, gerando benefícios em termos de redução de custos, prazo e incremento da qualidade. A sociedade como um todo também é beneficiada, considerando-se que com o uso racional de recursos a indústria da construção civil tem melhores condições de atender às demandas, contribuindo para a redução do déficit habitacional.

REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex K. 1995. *Introdução à gestão habitacional*. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, TT/PCC/12, Departamento de Engenharia de Construção Civil, EPUSP, São Paulo.

BARBOZA, Alline S. R.; BARBIRATO, Gianna M.; JÚNIOR, Josival C. A.; SILVA, Larissa L.; SILVA, Marcelle M. C. P.; LIMA, Suzann F. C. *Alternativas para habitação de interesse social empregando os princípios da coordenação modular com vistas à construção sustentável*. In: V Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 2009, Recife.

BAZANELLI, Ana C. D. R. 2003. *Uma nova abordagem do orçamento na construção civil frente à filosofia gerencial do pensamento enxuto*. Dissertação de mestrado, Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 148 p.

BERNARDES, Maurício M. S. *Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil*. Rio de Janeiro: LTC, 2003

CARVALHO, Bruno S. 2008. *Proposta de um modelo 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, Curitiba, PR, 128 p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Demanda habitacional no Brasil*. Brasília: CAIXA, 2011

COHAB. Companhia de Habitação Popular de Curitiba. *Projeto arquitetônico – SO2-43B*, Curitiba, 2013, 1p.

CONSTRUÇÃO ENXUTA NA PRÁTICA, *Guia da Construção*, São Paulo: PINI, out. 2010

GHINATO, Paulo. *Sistema Toyota de produção – Mais do que simplesmente just-in-time*. Caxias do Sul: UCS, 1996.

_____. Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. (Org.). *Produção e competitividade: aplicações e inovações*. Recife: UFPE, 2000.

GIL, Antônio C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H.; ALVES, Thais C. L. *Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil*. Porto Alegre: SEBRAE/RS, Série SEBRAE Construção civil, Vol. 5, 2000.

KOSKELA, Lauri *Application of the new production philosophy to the construction industry*. Stanford, USA, Stanford University, Technical Report 72, 1992

_____. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. 2000. Tese de doutorado, University of Technology, Espoo., Helsinki

KUREK, Juliana 2005. *Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo – RS*. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em engenharia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 94 p.

LARCHER, José V. M. 2005. *Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social*. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em construção civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 159 p.

LORENZON, Itamar A.; MARTINS, Roberto A. *Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction*. In: XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Produção, 2006, Bauru, SP

MIRANDA, Caroline M. G.; ALENCAR, Luciana H.; CAMPOS, Carlos A. O.; PONTES, Luciana A. C.; GHINATO, Paulo *Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do Sistema Toyota de Produção*. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003, Ouro Preto, MG

OLIVEIRA, Danielle; LIMA, Munique; MEIRA, Alexsandra. *Identificação das ferramentas da lean nas construtoras de João Pessoa – PB*. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa, PB.

PICCHI, Flávio A. *Oportunidades da aplicação do lean thinking na construção*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p 7-23, jan./mar. 2003.

PICCHI, Flávio A. ; GRANJA Ariovaldo D. *Aplicação do Lean Thinking ao fluxo de obra* In: I Conferência latino-ameriana de construção sustentável X encontro nacional de tecnologia do ambiente construído – ENTAC 2004, São Paulo. Anais... São Paulo, 18-21 julho 2004.

SANTOS, Aguinaldo; FORMOSO, Cláudio T.; ISATTO, Eduardo L.; LANTELME, Elvira M. V. *Método de Intervenção para Redução de Perdas na Construção Civil: Manual de Utilização*. Porto Alegre, SEBRAE/RS. Porto Alegre: SEBRAE/RS, Série SEBRAE Construção civil, Vol.5, 2000.

SARCINELLI, Wanessa T. 2008. *Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos*. Monografia de especialização, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 80 p.

SHINGO, Shigeo *O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

VILLAS-BÔAS, Bárbara T. 2004. *Modelagem de um programa computacional para o sistema last planner de planejamento*. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em construção civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 128 p.

WIGINESCKI, Beatriz B. 2009. *Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo: um estudo de caso*. Dissertação de mestrado, Programa de pós-graduação em construção civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 155 p.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e método*. 3. ed. Trad. Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2005.