

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JONAS LEITE COSTA

**VERIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS *LEAN CONSTRUCTION* EM
OBRAS DE HABITAÇÃO POPULAR NO MUNICÍPIO DE CAMPO
MOURÃO - PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

JONAS LEITE COSTA

**VERIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS *LEAN CONSTRUCTION* EM
OBRAS DE HABITAÇÃO POPULAR NO MUNICÍPIO DE CAMPO
MOURÃO - PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil, do Departamento Acadêmico de Construção Civil – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Tanatiana Ferreira Guelbert.

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Guelbert.

CAMPO MOURÃO

2014



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**VERIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS *LEAN CONSTRUCTION* EM OBRAS DE
HABITAÇÃO POPULAR NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO – PARANÁ**

por

Jonas Leite Costa

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 16h40min do dia 5 de Fevereiro de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

Prof.^a. Dr.^a. Tanatiana Ferreira Guelbert

(UTFPR)

Orientadora

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

(UTFPR)

Co-orientador

Prof. Me. Jorge Cândido

(UTFPR)

Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta

(UTFPR)

Responsável pelo TCC:

Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho
às pessoas que mais amo neste mundo,
aos meus Pais,

Maria Socorro e Agnaldo,

por todo apoio, amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida, pela saúde, pela minha família e por guiar os meus passos para que eu pudesse estar vivenciando mais esta conquista.

Agradeço aos meus pais, por todo amor, incentivo e conselhos, que foram preponderantes para que eu superasse as adversidades durante a minha graduação e não desistisse do meu sonho.

A minha orientadora Profa. Tanatiana pelos ensinamentos, motivação, correções e enorme compreensão. Ao Prof. Marcelo pelo auxílio e conhecimentos prestados para a realização deste trabalho.

Aos meus irmãos, pelos momentos de amor, cumplicidade, descontração e alegria.

A meus avós por todos os conselhos e ensinamentos, cuja sabedoria poderei transmitir para as próximas gerações.

Aos meus tios e aos meus primos por todo amor e incentivo. Agradeço em especial aos meus tios Rosa e Marcos, pela atenção e carinho, e por participarem dos melhores momentos da minha vida.

Aos meus amigos de graduação e, sem dúvidas, para o resto da vida, João Vitor, João Eduardo, Marlon, Felipe, Anthony, Giovani e Jaime. Sou grato pela amizade, pelo companheirismo, pelos momentos de descontração e pelo apoio.

A minha amiga Tainara por estar sempre presente. Agradeço pelos momentos de reflexão e troca de conhecimentos.

Ao meu amigo Vinícius Hirotoni pelas orientações e conhecimentos transmitidos no ambiente profissional.

Aos meus Professores da graduação pelos ensinamentos e recomendações, que serão fundamentais para que eu exerça a profissão de Engenheiro Civil de forma técnica e ética perante a sociedade.

Aos meus Professores do ensino fundamental e médio, que me proporcionaram a base para que eu pudesse estar realizando este sonho.

Agradeço imensamente a colaboração das duas empresas que participaram deste estudo, representadas aqui por José Geraldo Custódio e André Casarin.

Por fim, a todos que de alguma maneira participaram dessa conquista.

As melhorias são ilimitadas e eternas.

(Provérbio da Toyota)

RESUMO

COSTA, Jonas Leite. Verificação dos princípios *Lean Construction* em obras de habitação popular no município de Campo Mourão – Paraná. 2014. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

O presente estudo tem como objetivo verificar se as ferramentas *Lean Construction* são aplicadas em obras de habitação popular no município de Campo Mourão, Paraná. Este trabalho tem abordagem qualitativa, com propósitos exploratório e descritivo, utilizando o procedimento de Estudo de Casos múltiplos. Para a realização do trabalho, foram analisadas duas empresas, que atuam no segmento de habitações populares no município de Campo Mourão, denominadas empresa A e empresa B. Para a verificação da filosofia *Lean Construction* nas empresas A e B, foram realizadas entrevistas com os funcionários dos setores de Engenharia e Recursos Humanos, utilizando um questionário contendo os onze princípios do *Lean Construction* proposto por Koskela (1992). Verificou-se também, as Boas Práticas das empresas por meio de um questionário semiestruturado, adaptado de Saurin (1997). A realização do estudo evidenciou que, mesmo que de forma não estruturada, os princípios *Lean Construction* são aplicados nas organizações, proporcionando vantagens para as empresas de construção horizontal, como a minimização do desperdício e o aumento da produtividade e, contribuindo para a melhoria contínua dos processos produtivos. A literatura apresenta estudos relacionados à aplicação desses princípios na construção civil, no entanto, ainda há a necessidade de pesquisas aplicadas que aproximem os conceitos desenvolvidos pela academia às empresas, bem como estudos voltados à aplicação das ferramentas *Lean* em obras de habitação popular.

Palavras-chave: Construções Horizontais. Ferramentas. Habitação Popular. *Lean Construction*. Princípios.

ABSTRACT

COSTA, Jonas Leite. Verification of Lean Construction principles in popular housing construction works in the city of Campo Mourão – Paraná. 2014. 54 p. Final Paper (Bachelor of Civil Engineering) – Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2014.

The present study has objective to verify if the Lean Construction tools are applied on popular housing construction works in the city of Campo Mourão, Paraná state. This work has qualitative approach with descriptive and exploratory purposes by using the multiple Case Studies procedure. To accomplish this study two companies, operating in the popular housing segment in the city of Campo Mourão, named company A and company B were analyzed. To verify the Lean Construction philosophy, interviews were conducted with employees of the Engineering and Human Resources sectors, using a questionnaire containing the eleven principles of Lean Construction proposed by Koskela (1992). The Good Practices of the companies were also verified through a semi-structured questionnaire, adapted from Saurin (1997). The completion of the study showed that even in an unstructured way, Lean Construction principles are applied in organizations, providing advantages for horizontal construction companies, such as minimizing waste and increasing productivity and, contributing to the continuous improvement of production processes. The literature presents studies related to the application of these principles in construction, however, there is still the need for applied research that integrate concepts developed by academia to business, as well as studies related to the application of Lean tools in popular housing works.

Keywords: Horizontal Construction. Lean Construction. Popular Housing. Principles. Tools.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – VARIAÇÃO DO PIB BRASIL E CONSTRUÇÃO CIVIL.....	4
FIGURA 2 – FALTA DE TRABALHADOR QUALIFICADO	6
FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE DA CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL, EM HOMENS-HORA POR METRO QUADRADO	7
FIGURA 4 – DIFERENÇAS ENTRE A PRODUÇÃO EM MASSA E A MANUFATURA ENXUTA.....	12
FIGURA 5 – SENSOS DO PROGRAMA 5S.....	15
FIGURA 6 – ETAPAS DA PESQUISA	22
FIGURA 7 – COMPARATIVO DA VERIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS <i>LEAN CONSTRUCTION</i> NAS EMPRESAS A E B.....	35
FIGURA 8 – VERIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS NOS CANTEIROS DE OBRAS.....	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DÉFICIT HABITACIONAL TOTAL E RELATIVO	5
--	---

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. JUSTIFICATIVA	4
4. REFERENCIAL TEÓRICO	8
4.1. PRODUÇÃO ARTESANAL	8
4.2. PROCESSO INDUSTRIAL E PRODUÇÃO EM MASSA.....	9
4.3. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	11
4.4. LEAN CONSTRUCTION.....	16
5. METODOLOGIA.....	20
5.1. CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA.....	20
5.2. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS .	21
6. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	23
6.1. ESTUDO DE CASO NA EMPRESA A	23
6.2. ESTUDO DE CASO NA EMPRESA B	29
6.3. COMPARATIVO ENTRE AS EMPRESAS A E B	35
7. CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	51

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil brasileira passa por um período de grande crescimento e, cada vez mais, ganha papel de destaque na economia, podendo ser considerado um ramo de grande influência no desenvolvimento do país (SARCINELLI, 2008).

Entretanto, mesmo se tratando de uma atividade em franca expansão, a construção civil ainda apresenta problemas que afetam os empreendimentos desde a concepção até a execução dos projetos. Sarcinelli (2008) relata que o setor da construção sempre foi objeto de críticas principalmente em virtude dos altos custos e da baixa produtividade. Além disso, se caracteriza por utilizar processos ultrapassados, improdutivos e geradores de desperdício. Entre os principais fatores que contribuem para que persistam estes problemas estão a grande variedade de processos na produção e a utilização de mão de obra não qualificada.

Em virtude dessa realidade, Conte e Gransberg (2001) opinam que em função dos elevados níveis de incerteza, característicos do setor de obras, é fundamental que se adotem medidas gerenciais com o objetivo de estabilizar a produção, reduzindo a variabilidade dos processos. Tais medidas conseqüentemente aumentariam a confiabilidade nas etapas de planejamento da produção.

Em 1992, o pesquisador finlandês Lauri Koskela baseado nas práticas do Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvidas desde a década de 1950 no Japão, propôs uma nova filosofia na indústria da construção. Ao longo dos anos 90, pesquisadores no Brasil e no exterior se dedicaram a adaptar alguns dos conceitos e princípios da Gestão da Produção à realidade da construção civil. Esta nova forma de pensar foi denominada *Lean Construction* (Construção Enxuta), por ter como base a filosofia *Lean Production* (Produção Enxuta), que por sua vez é o conjunto de práticas aplicadas no STP. Esta filosofia se contrapõe ao processo de Produção em Massa, cujas vertentes estão no Taylorismo e Fordismo (FORMOSO, 2002).

Segundo Sarcinelli (2008, p. 10) tendo em vista o sucesso da filosofia *Lean Production*:

Acredita-se que a adoção dos princípios da Produção Enxuta na Construção Civil, pode representar a mudança necessária para que as empresas construtoras sobrevivam, obtenham lucro e até mesmo conquistem vantagem competitiva no novo cenário de um mundo globalizado.

Para ser possível a aplicação do *Lean Construction*, é necessário que haja uma formação adequada da mão de obra. O treinamento é peça chave para o êxito das iniciativas de implementação de melhorias e modernização do setor da construção civil. Para que a empresa se beneficie de seus investimentos, os trabalhadores devem aplicar, generalizar e manter as boas práticas aprendidas nos programas de treinamento (ROMAN, 2013).

Diante deste cenário, esta pesquisa está focada na verificação prática dos onze princípios do *Lean Construction* definidos por Koskela (1992), em duas empresas que atuam no segmento da construção civil, na cidade de Campo Mourão (PR), pois de acordo com Peretti *et al.* (2013, p. 2) “embora a gestão da construção civil seja ampla, entende-se que a verificação desses princípios na indústria da construção civil exerce o papel fundamental na condução do processo construtivo”.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo geral investigar se as práticas e métodos do sistema *Lean Construction* são aplicados em empresas que atuam no segmento de habitação popular no município de Campo Mourão, e quais benefícios ou prejuízos elas podem proporcionar para estas organizações, quando da execução de obras horizontais.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar na literatura disponível os estudos já desenvolvidos a respeito do *Lean Construction* e assim, identificar casos de sucesso na aplicação destes conceitos.
- Avaliar por meio de uma pesquisa de campo, se os onze princípios *Lean Construction* são aplicados em duas empresas de construção civil na cidade de Campo Mourão.
- Identificar os pontos débeis durante a execução dos empreendimentos pelas duas construtoras em estudo e propor ações de melhorias.
- Propor alternativas baseadas na filosofia *lean* que colaborem com o bom desempenho das atividades definidas na fase de planejamento, reduzindo os custos de produção e garantindo a qualidade almejada da obra.

3. JUSTIFICATIVA

Dados relativos à Atividade Construtiva comprovam a importância deste segmento na economia brasileira. Tal atividade foi responsável por 21,7% do PIB (Produto Interno Bruto) no ano de 2012, sendo 5,7% representado pelo setor da Construção Civil (IBGE, 2012).

A Figura 1 apresenta como a construção civil tem influenciado diretamente a economia. Nesta figura, é possível verificar que a variação do PIB Brasil sofre influência direta do PIB da Construção Civil, sendo que o bom desempenho do setor construtivo colabora positivamente nos resultados econômicos do país.

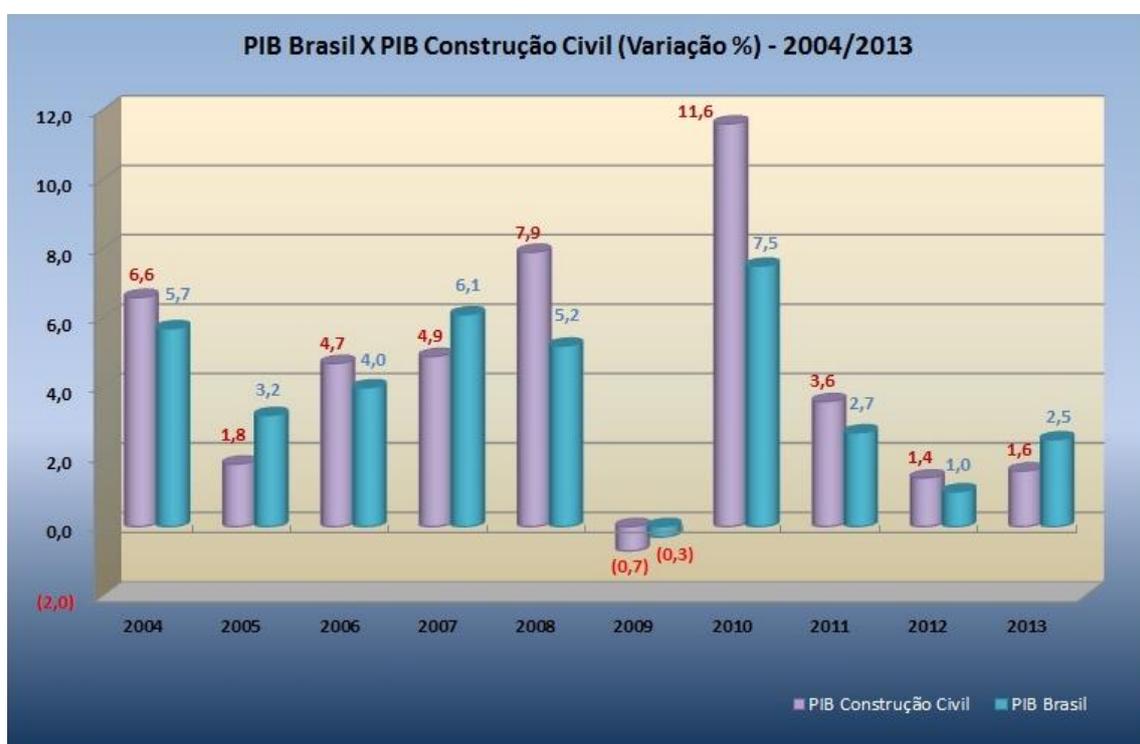


Figura 1 – Variação do PIB Brasil e Construção Civil

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Contas Nacionais Trimestrais. Elaborado por Banco de Dados – CBIC (2004 – 2013)

Em 2011, o setor da Construção Civil representava 8,4% de toda a mão de obra ocupada do país, empregando cerca de 7,8 milhões de trabalhadores. Tal expansão pode ser associada ao aumento de investimentos públicos em obras de infraestrutura e habitação social como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC I), em 2007, e o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), em 2009 (DIEESE, 2013).

Pode-se salientar que o grande investimento feito em urbanização e habitação tem como meta reduzir o Déficit Habitacional que existe no Brasil. O Déficit Total

Absoluto refere-se às moradias que devem ser construídas para substituir os domicílios existentes que em razão de sua precariedade, não garantam condições de segurança a seus ocupantes, bem como para garantir a habitação adequada às famílias que não tem um domicílio de uso privativo (GENEVOIS; COSTA, 2001).

A proporção do Déficit Total Absoluto em relação ao total de domicílios no país é definido como Déficit Total Relativo. A Tabela 1 demonstra a redução de tais índices entre os anos de 2007 e 2012.

ESPECIFICAÇÃO	ANO				
	2007	2008	2009	2011	2012
Déficit Total Absoluto	6.102.414	5.686.703	6.143.226	5.889.357	5.792.508
Déficit Total Relativo	10,8	9,8	10,4	9,5	9,1
Total de Domicílios	56.338.622	58.180.644	59.252.675	62.116.819	63.766.688

Tabela 1 - Déficit Habitacional Total e Relativo

Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Elaborado por Fundação João Pinheiro (2007 – 2012).

Devido à expansão do setor da Construção Civil, houve o aumento da oferta de empregos neste segmento. Entretanto, a ausência de mão de obra qualificada no mercado faz com que as Construtoras contratem trabalhadores com baixo conhecimento teórico e prático nesta área de atuação.

No artigo “O Canteiro de Obras é Escola? Formação e Qualificação Profissional na Construção Civil” os autores discorrem:

A falta de mão de obra qualificada é uma queixa frequente na Construção Civil. A queixa, que é essencialmente patronal, não é recente. Para os dirigentes do setor, o maior problema não é propriamente a ausência de trabalhadores dispostos a ingressar nos trabalhos de canteiros de obra, muito embora o recente “*boom*” do setor tenha tornado escassa a mão de obra, mas a ausência de trabalhadores qualificados. A área Edificações, por exemplo, um dos subsetores da Construção Civil, se recente enormemente da má qualidade dos serviços realizados por trabalhadores de ofício (pedreiros, carpinteiros, armadores, etc.) cuja qualificação deixa a desejar. O retrabalho, advindo da insuficiente qualificação do trabalhador, é apenas um dos problemas que os dirigentes, em especial os desse subsetor, constrangidos por prazos, custos, qualidade, etc., enfrentam cotidianamente (TOMASI; COSTA, 2009, p. 95).

Tendo em vista a escassez de mão de obra qualificada (Figura 2), a alternativa aparentemente mais viável seria investir no treinamento dos trabalhadores. Tal fato, não ocorre em todas as empresas do setor de obras, pois, tendo em vista a grande rotatividade de pessoal nas construtoras, não haveria o retorno do investimento feito em

treinamentos. Além do mais, as atividades laborais voltadas à construção civil geralmente são artesanais, envolvendo técnicas simples e com pouca mecanização.

FALTA DE TRABALHADOR QUALIFICADO

- 89%** Das empresas da construção civil afirmam que a falta de trabalhador qualificado é um problema para a empresa.
 - 61%** Das empresas da construção civil que enfrentam a falta de trabalhador qualificado afirmam que o problema afeta a busca pela eficiência e a redução de desperdícios.
 - 56%** Das empresas da construção civil afirmam que a alta rotatividade dos trabalhadores é uma das principais dificuldades que enfrentam para qualificá-los.
 - 94%** Das empresas da construção civil que enfrentam a falta de trabalhador qualificado têm dificuldade de encontrar profissionais básicos ligados à obra, como pedreiros e serventes.
 - 64%** Das empresas da construção civil que enfrentam a falta de trabalhador qualificado adotam a capacitação na própria empresa como uma das principais formas de lidar com o problema
-

Figura 2 – Falta de Trabalhador Qualificado

Fonte: CNI e CBIC (2011) *apud* Carvalho (2011).

No entanto, com as novas demandas no mercado, cada vez mais se faz necessário o cumprimento dos prazos estabelecidos, bem como as exigências padrões e normas de qualidade, o que implica na melhoria das técnicas construtivas, materiais e componentes. Desta forma, é imprescindível o envolvimento dos trabalhadores, gerando maior produtividade e participando na redução dos custos de produção (PEIXOTO; GOMES, 2006).

Ao comparar a produtividade dos trabalhadores da Construção Civil no Brasil com os trabalhadores de outros países, fica evidente o baixo desempenho dos trabalhadores brasileiros. Isso pode ser observado na Figura 3, que aponta a produtividade totalmente artesanal, a produtividade média brasileira atual (com uso de algumas inovações tecnológicas) e a produtividade média americana.

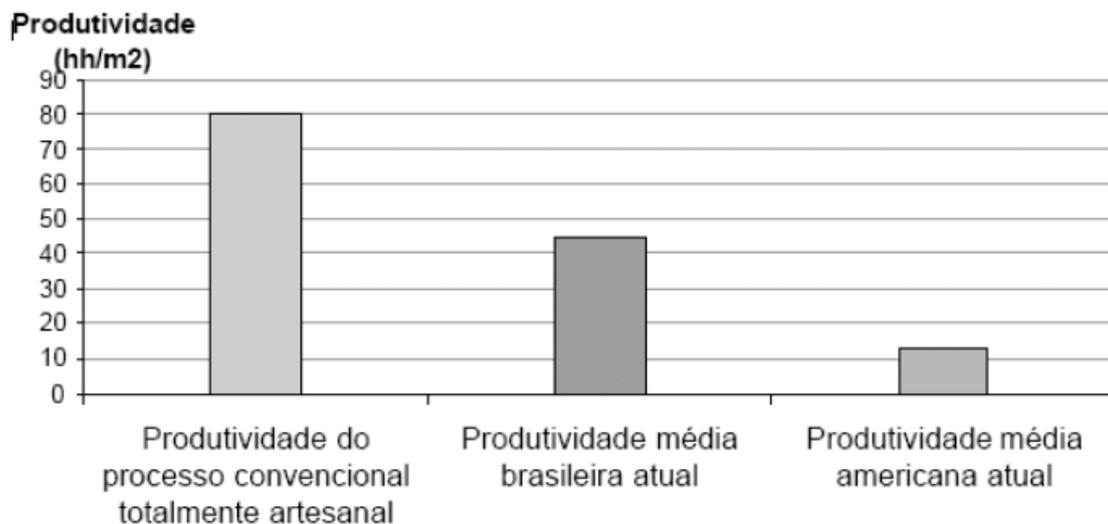


Figura 3 – Produtividade da Construção Residencial, em homens-hora por metro quadrado
 Fonte: Abiko *et al* (2005) *apud* Wiginescki (2009).

Amaral (2004 *apud* PERETTI *et al.*, 2013, p. 5) destaca que:

A busca por melhores produtos e processos construtivos, resulta na demanda por qualidade e competitividade, levando a necessidade de maior capacitação da mão de obra envolvida no processo produtivo, à procura de novas tecnologias construtivas e inovadoras, e a formulação de empreendimentos econômicos com uso de ferramentas modernas de gestão da Construção Enxuta.

Sendo assim, o presente estudo está focado em verificar se os princípios da filosofia *Lean Construction* propostos por Koskela (1992) são aplicados no setor de construção civil na cidade de Campo Mourão, delimitando-se às empresas que atuam com projetos de habitação popular, com produção em larga escala. Tais diretrizes podem ser fundamentais para permitir a melhoria contínua dos processos de execução, pois tendem a contribuir com a redução do desperdício, tornando os processos mais claros e aumentando a participação dos funcionários no processo de identificação e correção de erros.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. PRODUÇÃO ARTESANAL

Segundo Sabbatini (1989, p. 73), os processos de produção artesanal têm como características o “uso intensivo de mão de obra, baixa mecanização (produção essencialmente manual), com elevados desperdícios de mão de obra, material e tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, descontinuidade e fragmentação da obra”.

Embora no século XXI seja observado o uso de novas tecnologias no ramo da Engenharia, ainda é possível constatar a predominância de processos artesanais no setor da construção civil. Alguns dos fatores que inviabilizam a utilização de maquinários nas edificações são: técnicas construtivas arcaicas, cultura dos trabalhadores, ausência de treinamento e os tipos de materiais.

No Brasil, as obras de pequeno porte são caracterizadas por processos artesanais executados por mão de obra não qualificada e baixa taxa de mecanização. Isso ocorre porque a maior parte desse tipo de edificações é construída por empreiteiros contratados pelo proprietário da obra, onde geralmente não existe planejamento e há pouco investimento em equipamentos para a execução dos serviços.

A utilização de sistemas industrializados de construção podem trazer vantagens para o canteiro de obras. Porém deve-se analisar a relação custo/benefício para cada tipo de empreendimento. Como geralmente os processos industrializados requerem maior volume de produção, em obras de pequeno porte podem ser inviáveis.

Para Villar (2005), ainda falta escala na industrialização para a construção civil. Entretanto percebe-se cada vez mais a preocupação com a utilização de sistemas construtivos que proporcionem o uso mais adequado de materiais e mão de obra.

Sabbatini (1989) opina que para que haja evolução tecnológica e se incremente a produtividade operacional na construção civil, são necessários o desenvolvimento dos meios de produção, a criação de novos métodos, processo e sistemas construtivos e, se aperfeiçoem os já existentes.

A implementação de inovações e sistemas industrializados na construção civil é afetada pela falta de escala e pelo baixo investimento em mecanização e qualificação da mão de obra. No entanto, em obras onde há a produção de unidades residenciais seriadas, têm sido utilizados sistemas industrializados e inovações tecnológicas,

obtendo-se resultados significativos na produtividade e resultado final da obra (VILLAR, 2005).

4.2. PROCESSO INDUSTRIAL E PRODUÇÃO EM MASSA

De acordo com a definição da ONU (apud SABBATINI, 1989, p. 49):

Industrialização é um processo organizacional caracterizado por: continuidade no fluxo de produção; padronização; integração dos diferentes estágios do processo global de produção; alto nível de organização do trabalho; mecanização em substituição ao trabalho manual sempre que possível; pesquisa e experimentação organizada integradas à produção.

Neste contexto, tem-se a introdução da Produção em Massa como forma de encarar todas as atividades relacionadas à construção civil como processos. Onde, através da padronização e das atividades em fluxo contínuo, se pode tornar os processos mais racionais. O termo racionalizar pode ser entendido como o efeito de tornar os processos de trabalho mais eficientes, tanto quanto a organização dos empreendimentos (VILLAR, 2005).

Ao serem analisados os princípios da Produção em Massa, considera-se como base os estudos feitos por Frederick Winslow Taylor, que embora algumas vezes tenha seu nome associado a adjetivos negativos, permitiu as seguintes inovações (DENNIS, 2008):

- Trabalho Padronizado – identificação da melhor forma de se fazer uma atividade;
- Tempo de Ciclo Reduzido – o tempo que determinado processo leva;
- Estudo de Tempo e Movimento – uma ferramenta para desenvolvimento de trabalho padronizado;
- Medição e Análise para melhorar o processo continuamente.

Posteriormente Henry Ford, seguindo a ideia de Taylor, reduziu o número de ações que cada trabalhador precisava cumprir. Além disso, em sua fábrica de automóveis, criou uma linha de montagem que levava o carro até o trabalhador parado, desenvolvendo um processo sequencial. Com isso, Ford conseguiu reduzir a quantidade de esforço de seus trabalhadores e tempos perdidos com caminhadas, o que culminou na redução dos custos de produção. À medida que o volume de produção se elevava, Ford conseguia reduzir continuamente os preços. Entre 1908 e 1920, o empresário conseguiu reduzir o custo real ao consumidor em dois terços (DENNIS, 2008).

No entanto, os modelos industriais até aqui tinham como premissa a separação entre planejamento e produção. Embora Taylor tenha padronizado o trabalho e encontrado a melhor maneira de se fazê-lo, quem planejava como essas atividades deveriam ser feitas eram os engenheiros industriais. Além do mais, Taylor considerava que a mão de obra não possuía instrução necessária para planejar o trabalho (DENNIS, 2008).

Portanto, é necessário salientar os pontos fracos do sistema industrial desenvolvido pela indústria tradicional (DENNIS, 2008):

- **Processos pouco transparentes** – o planejamento do trabalho era feito pela gerência, o que impossibilitava a participação dos funcionários do chão de fábrica nessa atividade. Os trabalhadores não estavam envolvidos com o trabalho e constantemente retinham informações que poderiam melhorar o processo.

- **Má qualidade do produto** – a produção era o foco principal em detrimento da qualidade. As taxas de defeitos eram extremamente altas quando comparadas com os padrões atuais. A inspeção era feita no fim da linha de produção por técnicos que consertavam os produtos fora do padrão.

- **Replicação de erros** – como existia a mentalidade de “por a máquina para funcionar” de forma que se evitasse ao máximo paradas de linha, caso a máquina estivesse produzindo um produto fora dos padrões, esse erro atingiria todo o lote de fabricação.

- **Afastamento entre os Engenheiros** – da mesma forma que o trabalho no chão de fábrica era dividido entre processos, o trabalho dos engenheiros também era. À medida que os produtos se tornavam cada vez mais complexos, mais se ramificava a engenharia. Isso culminou no afastamento entre as áreas da engenharia, e quanto menos os engenheiros se comunicavam, mais demorava para que um produto fosse do projeto à produção.

A Produção em Massa baseada nos conceitos de Taylor e Ford permitia a fabricação de grande quantidade de produtos em tempos reduzidos e, conforme se aumentava a produção, diminuía os custos de produção. No entanto, existiam pontos de melhorias que poderiam ser explorados, como: redução do desperdício, maior transparência nos processos e participação dos trabalhadores na solução de problemas. Com base nesses pontos, a indústria japonesa inovou ao criar um sistema que tinha na participação da mão de obra um elemento fundamental e, como uma de suas principais diretrizes, produzir com zero desperdício.

4.3. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Descrevendo a história do STP, pode-se salientar que a Toyota Motor Company fundada em 1937 por Kiichiro Toyoda, após 13 anos de funcionamento enfrentava uma grave crise financeira e produtiva. Eiji Toyoda, engenheiro e filho do fundador da empresa, ao visitar a fábrica Rouge da Ford nos Estados Unidos da América, chegou à conclusão que a produção em massa não funcionaria no Japão (DENNIS, 2008).

Mesmo sendo exitoso o sistema de produção em massa aplicado no ocidente, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram que “existiam algumas possibilidades para melhorar o sistema de produção”. Assim, criaram um sistema que fazia da necessidade uma virtude, o STP. Por exemplo, a falta de capital para investir nas fábricas incentivou o desenvolvimento de máquinas flexíveis e de pequeno porte. As restrições legais à demissão de trabalhadores criaram uma imagem da Toyota como comunidade. Isso colaborou para que os trabalhadores se envolvessem de forma intensa no trabalho e solucionassem problemas. (DENNIS, 2008).

Segundo Shingo (1996), o sistema Toyota de Produção apresenta como características principais:

- A minimização dos custos é um conceito básico no STP. A sobrevivência da empresa no mercado depende da redução de custo. Para isso, é preciso eliminar completamente as perdas.
- A melhor alternativa para suprir a demanda é a produção contrapedido. Sob esse sistema, a produção em grandes lotes deve ser abandonada. As exigências da produção contrapedido (diversidade de produtos, produção em pequenos lotes, entrega rápida) somente podem ser satisfeitas ao passo que se eliminem as perdas por superprodução.
- O STP busca reduzir os custos da mão de obra e considera vantajoso o uso de máquinas que sejam independentes dos trabalhadores.
- O sistema *Kanban* (ferramenta visual que informa as necessidades de produção ou material) proporciona uma técnica de controle simples, altamente útil e flexível.

- A Toyota transformou um sistema de produção tradicionalmente estagnado, investigando as origens da produção convencional e mudando conceitos já estabelecidos para construir um sistema totalmente inovador.

Com base nas principais características da Produção em Massa e do STP, é possível se fazer comparações entre estes dois modelos de produção (Figura 4).

PRODUÇÃO EM MASSA	MANUFATURA ENXUTA
Existência de espaços para áreas de reparos e estoques.	Quantidade de espaços mínimos dentro da fábrica, para facilitar a comunicação e evitar os estoques; quase inexistência de áreas de retrabalho.
Distribuição de trabalho desigual - ritmos de produção diferentes.	Peças fluindo uniformemente e tarefas de produção com ritmo equilibrado.
Produção em grandes lotes.	Produção em pequenos lotes.
Elevadas quantidades de estoques junto às estações de trabalho.	Inexistência de almoxarifados de peças e, junto às estações de trabalho encontram-se apenas as quantidades de peças requisitadas.
Pouca flexibilidade - máquinas dedicadas (exige tempo para modificá-las).	Existência de flexibilidade na produção. Devido aos baixos tempos de <i>setup</i> , diferentes produtos podem ser fabricados em curtos intervalos de tempo.
Investigação e correção de defeitos no produto já pronto (retrabalhos)	Investigação e correção do problema até a última causa (<i>5 porquês</i>), antes que o erro se propague na linha de montagem.
Somente os gerentes seniores podem parar a linha de produção.	Os trabalhadores podem parar a linha quando um problema é encontrado.

Figura 4 – Diferenças entre a Produção em Massa e a Manufatura Enxuta

Fonte: Adaptado de Peretti (2013).

A investigação e correção de problemas no STP tem como base científica o questionamento do *porquê* repetidas vezes. Quando surge um problema na operação de produção, se a busca pela causa não for completa, as ações a serem tomadas podem estar desfocadas. Desta forma, repetir *porquê* cinco vezes, pode ajudar a encontrar a raiz do problema e assim, corrigi-lo (OHNO, 1997).

Segundo Ohno (1997), no STP os problemas relacionados ao desperdício são classificados como:

- **Desperdício de superprodução** – está relacionado à produção acima do necessário ou de maneira antecipada, de modo que se produzam quantidades superiores à demanda do produto (OHNO, 1997);

- **Desperdício de tempo disponível (espera)** – desperdício relativo à baixa produtividade de máquinas ou mão de obra, fazendo com que o produto gaste mais tempo que o planejado para ser processado e, conseqüentemente, se formem estoques de espera na linha de produção (SARCINELLI, 2008);

- **Desperdício em transporte** – diz respeito ao tempo gasto com movimentação desnecessária de materiais. Esse tipo de atividade não agrega valor ao produto final, portanto, deve-se definir um *layout* que busque a minimização das atividades de transporte de materiais.

- **Desperdício do processamento em si** – decorre devido à ausência de procedimentos padronizados e métodos de trabalho ineficazes, da falta de treinamento da mão de obra ou deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos, fazendo com que haja procedimentos desnecessários na cadeia de valor (SARCINELLI, 2008);

- **Desperdício em estoque** – desperdício relacionado à formação de estoques, que gera perdas decorrentes da mobilização de capital, mão de obra, espaço físico, entre outros. (WIGINESCKI, 2009). Essas perdas podem ser eliminadas por meio da variabilidade de produção e planejamento de pequenos lotes (PERETTI, 2013);

- **Desperdício de movimento** – diz respeito à realização de movimentos desnecessários por parte da mão de obra durante o desenvolvimento do trabalho (SHINGO, 1996). Tal desperdício pode ser gerado por frentes de trabalho afastadas, *layout* inadequado, falta de equipamentos nos locais de trabalho, entre outros (SARCINELLI, 2008);

- **Desperdício de produção defeituosa** – produzir com defeitos transforma todo esforço da mão de obra, tempo e investimento em perdas. Para que os requisitos dos clientes possam ser cumpridos, deve haver inspeção em 100% das peças na linha de produção, e os dispositivos a prova de erros (*Poka-Yoke*) são de vital importância para que isso ocorra (SHINGO, 1996).

A verdadeira melhoria nos processos ocorre quando se é produzido com zero desperdício. A força de trabalho deve ser capaz de produzir apenas a quantidade necessária. Sendo assim, é necessário cortar o excesso de capacidade, pois isto está diretamente associado aos custos de produção. A eliminação completa dos desperdícios deve aumentar a eficiência da operação de maneira significativa (OHNO, 1997).

Segundo Ohno (1997), a eliminação absoluta do desperdício é a base do Sistema Toyota de Produção. Os dois pilares necessários à sustentação do STP são:

- ***Just in Time***

De acordo com Shingo (1996), a palavra japonesa que define *Just in Time* significa produzir na hora certa, no momento oportuno. O autor ressalta ainda que no STP a produção é feita com estoque zero, o que representa ter os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário (SHINGO, 1996).

A produção *Just in Time* do ponto de vista da Gestão da Produção, é a ideal. Porém, quando são envolvidos diversos processos que demandam grande variedade de insumos, a aplicação do *Just in Time* se torna algo mais difícil. Para se produzir usando esta ferramenta, de forma que se tenha o item necessário, no momento necessário e na quantidade necessária, devem ser utilizados métodos de gestão que antecipem as falhas na produção (OHNO, 1997).

Na Toyota, há planos de produção de longo, médio e curto prazo. Planos de produção auxiliam na determinação das necessidades de pessoal e materiais e, servem para confirmar se existe capacidade de produção adequada para cumprir com a demanda do cliente. As várias previsões de produção são ajustadas para períodos curtos até chegar ao plano de produção diária. A Toyota se antecipa e espera que haja mudanças nos pedidos dos clientes. São utilizados *kanbans* para fazer o ajuste fino e crucial da produção (DENNIS, 2008).

- **Autonomação (*Jidoka*), automação com toque humano**

A autonomação, também conhecida como pré-automação, separa completamente os trabalhadores das máquinas ao usar mecanismos para detectar problemas na produção. Para que um sistema seja completamente automatizado, a máquina, além de detectar o problema, deveria ser capaz de corrigi-lo. Porém, isso seria tecnicamente difícil e caro, o que não justificaria o investimento. Por isso, no STP, as máquinas são projetadas para detectar problemas, deixando a correção destes aos trabalhadores (SHINGO, 1996).

De acordo com Morgan e Liker (2008, p. 112), “*Jidoka* ou autonomação é a prática de reconhecer uma condição anormal e reagir rapidamente a ela”. Para facilitar a correção de problemas na linha de produção, gerenciamento visual como o *Andon* (uma luz acende quando o trabalhador puxa um cordão fila) é usado para alertar que há um problema na produção (MORGAN; LIKER, 2008).

A Toyota desenvolveu dispositivos simples e de baixo custo para identificar situações anormais antes que estas ocorressem, ou caso houvesse algum problema, a linha de produção pararia de forma que não permitisse a replicação de erros. Esses

dispositivos foram denominados *Poka-Yoke*, onde *Poka* significa erro inadvertido e *Yoke* significa prevenção. O STP considera que erros são impossíveis de evitar, porém, defeitos podem ser totalmente eliminados (DENNIS, 2008).

A indústria japonesa desenvolveu também os 5 Sentos (5S), dispostos na Figura 5, que permitiram a implementação de programas de melhoria nos processos produtivos. Trata-se de um sistema de padronização e organização do local de trabalho, que tem como objetivo auxiliar os funcionários a identificarem situações fora do padrão e tomar medidas corretivas de forma simples e imediata (DENNIS, 2008).

Denominação		Conceito	Objetivo Particular
Português	Japonês		
Utilização/Seleção	Seiri	Separar os desnecessários	Eliminar do espaço de trabalho o que seja inútil
Ordem	Seiton	Situar os necessários	Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz
Limpeza	Seiso	Suprimir os supérfluos	Melhorar o nível de limpeza
Saúde e Higiene	Seiketsu	Sinalizar as anomalias	Prevenir o aparecimento de doenças, supérfluos e a desordem
Disciplina	Shitsuke	Seguir melhorando	Incentivar esforços de aprimoramento

Figura 5 – Sentos do Programa 5S
Fonte: Naves (2013).

O STP desenvolvido desde a década de 1950 transformou a forma de gerenciar e produzir, quebrando os paradigmas da Produção em Massa através de um sistema mais produtivo e eficiente. A valorização da mão de obra permitiu que os membros da equipe planejassem o trabalho padronizado, reduzindo assim, a variabilidade e aumentando a qualidade do produto. Há ainda, a mentalidade da busca pela perfeição, o que faz com que o STP esteja em constante melhoria.

A indústria da construção civil é um setor que se difere da produção industrial de manufatura, no entanto, o pensamento *Lean* procura orientar para uma forma inovadora de coordenar e agir, implementando fundamentalmente bases culturais e não normas fixas. Sendo assim, parece ser possível a aplicação da filosofia desenvolvida pelo STP em indústrias que não sejam necessariamente de manufatura, de modo que adaptem os traços característicos do *Lean* à realidade das empresas de construção civil (ARANTES, 2008).

4.4. LEAN CONSTRUCTION

Segundo Peretti *et al.* (2013), a filosofia *Lean Construction*, teve como ponto de partida a publicação do artigo do pesquisador finlandês Lauri Koskela (1992), no seu Relatório Técnico nº 72 – “*Application of the new philosophy in the construction industry*”, publicado pelo CIFE (*Center for Integrated Facility Engineering*), vinculado à Universidade de Stanford nos Estados Unidos da América.

De acordo com Wignescki (2009) as ideias do *Lean Construction* foram baseadas no STP, sendo desenvolvidas e refinadas por engenheiros industriais, por meio de processos de tentativas e erros. Os princípios básicos que seriam aplicados na construção deveriam ser a adoção de pequenos lotes de produção com o objetivo de eliminar os estoques e desperdício por superprodução, a redução do tempo de *setup*, maquinários semiautônomos, a cooperação com os fornecedores, entre outros.

Koskela (1992) define que um modelo de produção consiste em atividades de conversão (processo de transformação do material em produto) e fluxo (transporte do material, troca de ferramentas, tempo de espera de processamento). Enquanto todas as atividades envolvem custos e consomem tempo, apenas as atividades de conversão agregam valor ao material ou parte da informação a ser transformada em um produto. Portanto, a melhoria das atividades de fluxo deve estar pautada na redução ou eliminação destas, enquanto que as atividades de conversão devem ser mais eficientes.

Embora o sistema *Lean Production* tenha como objetivo a perfeição, deve-se considerar que este foi desenvolvido para a indústria manufatureira. Na construção civil as fábricas não são fixas e a produção muda de local a cada empreendimento. As organizações dos projetos de construção são temporárias, há grande rotatividade de pessoal e os projetos são únicos ou tem baixa repetitividade quando comparados com a indústria. Ao contrário da indústria, na construção civil o produto é fixo e os postos de trabalho se movimentam (BARROS NETO; ALVES, 2008).

Formoso (2002, p. 8) salienta que:

No contexto da construção civil, a variabilidade e incerteza tendem a ser elevadas em função do caráter único do produto e das condições locais que caracterizam uma obra, da natureza dos seus processos de produção, cujo ritmo é controlado pelo homem, e da própria falta de domínio das empresas sobre seus processos. Apenas parte desta variabilidade pode ser eliminada, principalmente através da padronização de processos. Existe uma parcela desta variabilidade que não pode ser removida, cabendo à gerência de produção minimizar os efeitos nocivos da mesma.

Portanto, para que a Filosofia *Lean Construction* possa ser empregada, Koskela (1992) apresenta onze princípios de modo a garantir que os processos sejam concebidos, controlados e melhorados. Tais princípios são:

1. Reduzir as atividades que não agregam valor

As atividades que agregam valor ao produto final são definidas como atividades de conversão. São estas atividades que transformam materiais e informações no produto requerido pelo cliente (KOSKELA, 1992).

Por outro lado, as atividades que não agregam valor, também chamadas de desperdício, consomem tempo, recursos e espaço, porém não agregam valor ao produto. São exemplos, as atividades de inspeção, movimentação e espera. Reduzir este tipo de atividade é uma diretriz fundamental para a redução dos custos (KOSKELA, 1992).

2. Aumentar o valor da saída considerando os requisitos do cliente

Segundo Sarcinelli (2008), esse é um dos mais importantes princípios da *Lean Construction*, pois a prioridade deve ser sempre o cliente. Há dois tipos de cliente: o cliente final e o cliente da atividade posterior. Desta forma, deve-se ter como foco principal a criação de um desenho de fluxo que identifique as necessidades do cliente, de modo que os requisitos possam ser analisados e cumpridos (WIGINESCKI, 2009).

3. Reduzir a variabilidade do processo

Os processos de produção são variáveis e, mesmo utilizando sempre os mesmos recursos para fazer um produto, haverá diferenças. Uma abordagem eficaz para a redução da variabilidade é o aumento da transparência dos processos. A padronização das atividades de produção e a implementação de dispositivos a prova de erros, também poderão ser medidas eficientes (KOSKELA, 1992).

4. Reduzir o tempo de ciclo de uma atividade

O tempo de ciclo é definido como a soma de todos os tempos de fluxo dos materiais. A redução do tempo de ciclo tem como base a filosofia *Just in Time*, ou seja, cada etapa do processo deverá ocorrer conforme o planejado, inibindo a geração de estoques na obra e evitando atrasos (SARCINELLI, 2008).

5. Simplificar através da minimização do número de passos e partes

Quanto maior a complexidade de um sistema, maior o custo de produção envolvido. Além do mais, os sistemas complexos são menos confiáveis por envolverem grande quantidade de atividades, aumentando a possibilidade de erros. Para simplificar um sistema, deve-se reduzir o número de partes de um produto e/ou o número de passos em um fluxo de materiais ou informação (WIGINESCKI, 2009).

6. Aumentar a flexibilidade de saída

É importante que haja a possibilidade de se alterar o produto final de acordo com a necessidade dos clientes internos ou externos sem que ocorra prejuízo para ambas as partes (SARCINELLI, 2008).

7. Aumentar a transparência do processo

Quanto mais claros os processos, maior a facilidade em identificar erros no processo produtivo. Isso ocorre, pois, ao passo que se aumenta a disponibilidade de informações para a execução de tarefas, mais fácil se torna o trabalho. A participação e envolvimento da mão de obra com o trabalho permite o desenvolvimento de melhorias no processo baseadas na experiência prática dos trabalhadores (FORMOSO, 2002).

8. Ter foco no controle de todo o processo

Existem pelo menos dois pré-requisitos que devem ser atendidos no controle completo do processo. Em primeiro lugar, o processo deve ser medido. Em segundo lugar, deve haver uma autoridade para o controle de todo o processo (KOSKELA, 1992).

9. Gerar melhoria continua

A redução do desperdício e o aumento de valor do produto que atenda às necessidades do cliente devem ser priorizados continuamente. Os métodos de análise e medição do processo devem estar focados em identificar a raiz dos problemas ao invés de remediar os efeitos negativos (WIGINESCKI, 2009).

10. Melhorar o equilíbrio do fluxo com melhoria nas conversões

Como as atividades de fluxo são em geral mais negligenciadas do que as atividades de conversão, estas primeiras devem ser tratadas com mais atenção. Com a melhoria das atividades de fluxo, será possível a implantação de novas tecnologias, diminuindo a variabilidade do processo e, assim, beneficiando as atividades de conversão (KOSKELA, 1992).

11. Benchmarking

Este princípio está baseado na busca de melhorias através do conhecimento das experiências positivas e negativas de outras empresas. Para tanto, é necessário o conhecimento profundo do processo, bem como os líderes industriais e concorrentes. Com base nas informações coletadas, devem ser incorporadas as melhores técnicas, copiando ou modificando as boas práticas nos próprios subprocessos, de modo a superar as outras empresas, combinando as virtudes já existentes com as melhores práticas externas (WIGINESCKI, 2009).

Assim como no STP, o engajamento dos trabalhadores é elemento fundamental na filosofia da Construção Enxuta. Porém para que se obtenha êxito na implementação do pensamento *Lean*, é necessária a mudança de modelos mentais, construídos a partir de práticas e conceitos consolidados ao longo do tempo. Para transformar a teoria exposta em teoria em uso, é essencial que se faça uma análise das ações após a implementação e isso requer um tempo de maturação (HIROTA *et al.*, 2000).

Além disso, para que seja viável a aplicação da metodologia da produção enxuta é necessária aprendizagem coletiva, pois não se trata de novos procedimentos e regras, mas sim, de uma nova forma de visualizar a produção na construção, o que afeta a organização como um todo (HIROTA *et al.*, 2000).

Na realidade brasileira são raras as empresas de construção civil que possuem treinamento formalizado, e mesmo quando isso existe, está direcionado a uma pequena parcela dos trabalhadores. Geralmente os treinamentos aplicados nas empresas visam alguma especialização e não a formação profissional do seu coletivo de trabalho. A falta de treinamento ocorre mesmo sendo reconhecido pelos próprios empresários a importância da formação para a melhoria da produtividade dos trabalhadores (TOMASI; COSTA, 2009).

A introdução da filosofia *Lean* na construção civil se dá de modo lento, pois exige a participação de todos os colaboradores no processo de melhoria contínua e que todos estejam alinhados a esta nova mentalidade. A mudança se dá desde a alta gerência até os operários, onde cada colaborador se torna responsável pelo trabalho desempenhado (C. ROLIM, 2012).

Levando em consideração o grande desperdício observado nos processos da construção civil, percebe-se a necessidade da implementação de novas formas de gestão que permitam o desenvolvimento de melhorias nesses processos. Portanto, para reduzir consideravelmente o desperdício e lograr outros resultados nos processos construtivos como satisfação dos clientes, transparência nos processos, agregação de valor ao produto e busca pela perfeição, acredita-se que a adoção das práticas do STP tão bem sucedidas na indústria manufatureira, possam ser adaptadas aos canteiros de obras e assim promover as melhorias almejadas (C. ROLIM, 2012).

5. METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2003), o método define como os objetivos estabelecidos na pesquisa científica serão alcançados, traçando o caminho que deverá ser seguido, detectando possíveis erros e auxiliando as decisões do pesquisador.

Sendo assim, a metodologia do presente trabalho foi baseada no desenvolvimento de uma pesquisa que permitiu verificar se os princípios *Lean Construction* propostos por Koskela (1992) são aplicados em duas empresas de construção de habitações populares na cidade de Campo Mourão (PR).

A realização desta pesquisa ocorreu em parceria com as empresas denominadas A e B. Foram realizadas três visitas em cada uma das empresas a fim de se obter as informações desejadas. No período de outubro a dezembro de 2014, ocorreram as duas etapas que estão expostas no item **5.2**.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA

De acordo com as classificações de Silva (2004), esta pesquisa aplicada tem abordagem qualitativa, com propósitos exploratório e descritivo, utilizando o procedimento de estudos de casos múltiplos.

Sendo assim, Silva (2004) define que “a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. É descritiva”. Além disso, tal pesquisa tem caráter exploratório, pois busca proporcionar familiaridade com o problema de forma a torná-lo mais claro.

Nesse sentido, envolve estudo da literatura disponível, entrevistas com pessoas que possuem experiência prática com o problema pesquisado e análise de exemplos de modo a tornar o entendimento da problemática viável (SILVA, 2004).

De acordo com Robson (1998 *apud* Wigginscki, 2009, p. 62), o estudo de caso pode ser definido como uma “investigação empírica de um fenômeno contemporâneo fundamental, dentro de um contexto real, utilizando múltiplas fontes”. Assim sendo, essa investigação envolve coleta de dados, por meio de visitas de campo, pesquisa documental e aplicação de questionários semiestruturados.

5.2. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

A estrutura da pesquisa foi baseada no modelo proposto por Peretti (2013), com adaptações, que contou com as seguintes etapas (Figura 4):

- **Primeira Etapa.** Foram coletados dados por meio da aplicação de questionário semiestruturado, contendo os onze princípios da filosofia *Lean Construction* (Anexo A). Entrevistou-se os responsáveis dos Setores de Planejamento, Operacional e Administrativo. Foram entrevistados também, os responsáveis pelo Setor de Recursos Humanos, que participaram respondendo questões relacionadas à contratação, rotatividade e treinamento de funcionários. Todas as entrevistas foram gravadas e depois transcritas respeitando o conteúdo e o sentido das respostas obtidas.

- **Segunda Etapa.** Coletou-se dados por meio de visitas ao canteiro de obras, com o objetivo de verificar se as ferramentas da filosofia *Lean Construction* estavam sendo empregadas de forma estruturada ou, até mesmo, de forma intuitiva. A coleta de informações foi possível utilizando a técnica de observação direta das atividades realizadas, bem como por meio de questionamentos aos profissionais da empresa utilizando um roteiro estruturado de itens a serem observados (Anexo B).

- **Terceira Etapa.** Após a realização da pesquisa aplicada por meio do Estudo de Casos múltiplos, foi possível a obtenção dos dados necessários. Com estas informações, foram feitas a descrição e análise dos resultados. Tendo como base a análise final das informações coletadas, foram obtidas as conclusões e fez-se recomendações de modo a cumprir com os objetivos da pesquisa.

Embora as etapas **1** e **2** tenham sido descritas separadamente, a coleta e análise de dados provenientes das duas fontes distintas ocorreram de maneira conjunta. Tal medida possibilitou que os dados de ambas as etapas se complementassem, de modo a permitir que o registro dos fatos fosse o mais próximo da realidade da empresa (PERETTI, 2013).

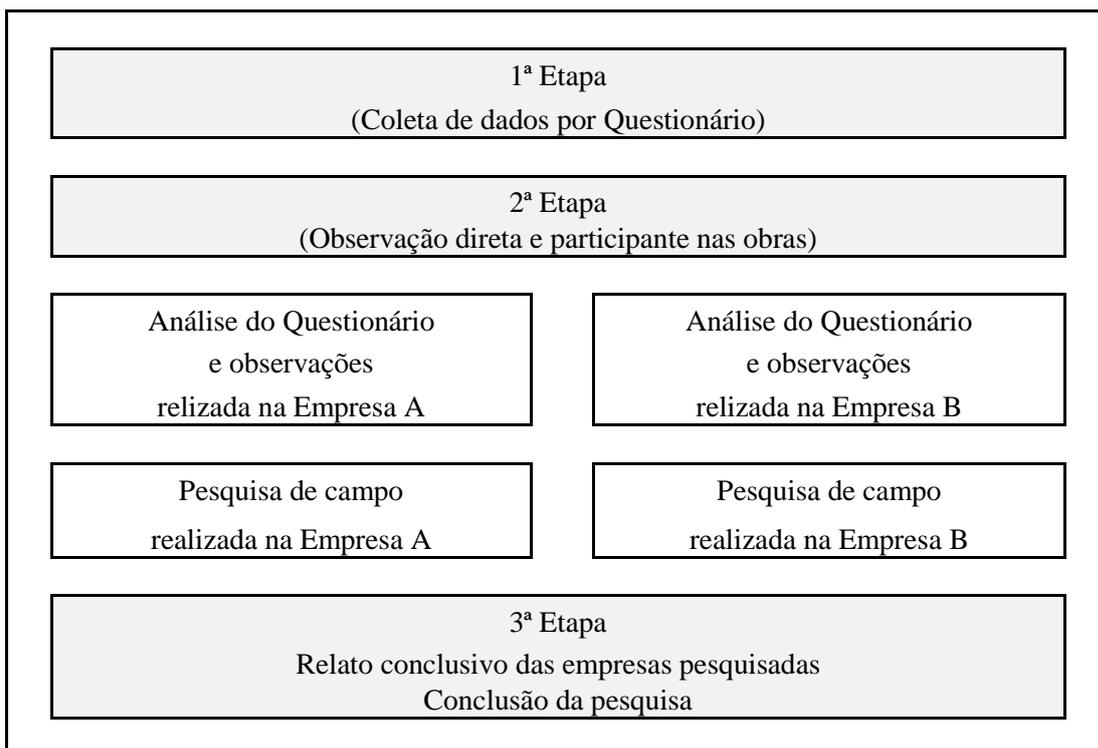


Figura 6 – Etapas da Pesquisa

Fonte: Adaptado de Peretti (2013).

6. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1. ESTUDO DE CASO NA EMPRESA A

A Empresa A atua no mercado da Construção Civil há quase 40 anos. Sua sede está localizada no município de Curitiba. Até abril de 2014 a empresa construiu 6457 unidades habitacionais pelo “Programa Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV) na faixa de 0 a 3 salários mínimos, se destacando como a construtora com mais imóveis construídos no Sul do Brasil para esta faixa de renda.

Possui em seu portfólio diversas obras privadas e públicas, tendo destaque nos setores de Obras Industriais, Saneamento Básico, Incorporação e Construção de Edifícios, Pavimentação e Terraplanagem. A construção de grandes conjuntos habitacionais em parceria com o Governo Federal tem auxiliado para a redução do déficit habitacional existente no Brasil.

As entrevistas contendo os onze princípios *Lean Construction* propostos por Koskela (1992) foram realizadas na filial da Empresa A em Campo Mourão, Paraná. Nesta cidade, está sendo executado um conjunto habitacional que contará com 824 unidades habitacionais de 40,79m², com prazo para execução de 12 meses.

O empreendimento chegou a empregar cerca de 700 pessoas, tendo seu número reduzido após o término de algumas etapas da obra. Dos 520 colaboradores empregados atualmente, aproximadamente 75% são contratados diretamente pela empresa e os outros 25% são terceirizados.

Utilizando o questionário semiestruturado (Anexo A), foram entrevistados o Gerente de Planejamento e Contratos e o Engenheiro da Obra. O representante do Setor de Recursos Humanos, que é responsável pela contratação de pessoal, participou do estudo fornecendo informações a respeito de rotatividade, contratação e qualificação de mão de obra.

Inicialmente foi perguntado aos participantes do estudo qual era o conhecimento que possuíam a respeito do *Lean Construction*, também conhecido como Construção Enxuta. Devido à experiência dos entrevistados no setor da construção civil, estes possuíam conhecimento empírico a respeito do assunto, destacando que o *Lean Construction* poderia ser visto como uma maneira de reduzir o desperdício, aumentar a produtividade e evitar vícios durante o processo de execução de empreendimentos.

As respostas obtidas aos questionamentos dos onze princípios propostos estão dispostas a seguir:

Primeiro Princípio: Redução de atividades que não agregam valor

Trata-se de um princípio que já está sendo aplicado na empresa de maneira prática. Há planilhas para definir a quantidade de mão de obra para cada atividade de modo que não haja perda por capacidade de superprodução. Como os ajudantes de pedreiro não são profissionais ligados às atividades de conversão, a empresa procura reduzir a quantidade deste tipo de colaborador para a execução dos serviços, reduzindo assim os custos de produção. Nas atividades de transporte e obras de terra, são utilizados maquinários específicos em substituição do trabalho braçal, visto que essa medida reduz o tempo de execução e o valor gasto com o serviço.

Segundo Princípio: Aumento de valor do produto final considerando os requisitos dos clientes

Após a explanação dos conceitos envolvidos neste princípio, tem-se que se tratando de obras públicas, a empresa deve buscar a total adequação dos imóveis construídos às exigências dos órgãos públicos. No caso do conjunto habitacional visitado, a empresa A tem como cliente a Caixa Econômica Federal (CEF). Como há a fiscalização dos serviços e a liberação de recursos para a obra depende das medições realizadas pela CEF, os serviços feitos devem estar de acordo com as Normas Brasileiras e também devem atender aos requisitos impostos pelo PMCMV. Internamente, é feita a verificação dos serviços pelos funcionários designados antes da liberação da edificação para a realização dos serviços das etapas subsequentes. Na visão dos entrevistados, não basta apenas construir o imóvel, este produto deve possuir condições de moradia.

Terceiro Princípio: Redução da variabilidade do processo

Trata-se de um princípio já conhecido na empresa A. Para cada tipo de serviço há padrões de qualidade que estão dispostos no Manual da Qualidade da Empresa. Existem 2 funcionários exclusivos no setor da qualidade e mais 20 estagiários que têm participação efetiva na identificação de serviços fora de padrão. A empresa possui certificação PBQP-H nível A, que engloba além de procedimentos específicos, todos os procedimentos corporativos de sistemas como ISO 9000. Acredita-se que a ausência de mão de obra qualificada tem influência direta na questão da variabilidade e, por isso, foram criados métodos para garantir que o profissional não realize um serviço de

maneira inadequada, tendo como exemplo, o uso de escantilhões para assentamento da alvenaria e a utilização das esquadrias como guias para a execução do emboço.

Quarto Princípio: Redução de tempo de ciclo das atividades

Embora a nomenclatura tempo de ciclo não seja utilizada, a empresa A busca reduzir o tempo gasto para a execução das tarefas por meio de bonificação aos colaboradores que atinjam as metas de produção. Essas bonificações, porém, só são pagas àqueles trabalhadores que tiveram seus serviços aprovados pela qualidade. Acredita-se que essa medida aumenta a produtividade e estimula o trabalhador a produzir com qualidade, visto que se não há a aprovação do serviço, tal trabalhador deverá refazê-lo.

Quinto Princípio: Simplificação do processo eliminando etapas e atividades

A empresa A busca constantemente simplificar os processos produtivos por acreditar que quanto mais simples estes forem, maior a facilidade de execução e menor a ocorrência de vícios e desperdícios de materiais. Este princípio é praticado na empresa através da utilização de componentes pré-fabricados, como por exemplo, as tesouras de madeira da cobertura, e distribuição de *kits*. Os *kits* são conjuntos de componentes que são utilizados na realização de serviços, como por exemplo, *kits* de instalações hidrossanitárias, onde os tubos e as conexões são previamente colados, restando apenas que o profissional da produção instale estes *kits* nos locais apropriados. Essas medidas reduzem consideravelmente o desperdício de materiais, pois só são levados ao local de trabalho os componentes que são utilizados e que já se encontram montados. A empresa considera que deve haver sempre a busca por novos métodos construtivos que colaborem com esse princípio.

Sexto Princípio: Aumentar a flexibilidade de entrega de produtos diferenciados

Como a construtora trabalha com a construção de unidades habitacionais iguais e repetidas, não há grande variedade do produto final. No entanto, a flexibilidade de produção pode ser encontrada na construção de unidades habitacionais adaptadas para portadores de necessidades especiais e também, na possibilidade de adaptação de todas as outras unidades, por serem consideradas adaptáveis. A empresa possui também,

profissionais técnicos, mão de obra e equipamentos para executar uma ampla variedade de edificações.

Sétimo Princípio: Aumentar a transparência do processo

Para que os processos sejam mais transparentes e haja a identificação de vícios de execução, a empresa A realiza reuniões semanais para expor os acertos e os erros. Tal interação tem como objetivo o compartilhamento de informações entre os profissionais da produção e o corpo técnico de modo a alcançar soluções para os problemas da obra. Por haverem vários processos no canteiro de obras, a solução de problemas é segmentada, ou seja, como não há a possibilidade de reunir todos os trabalhadores, o foco está na correção dos erros mais repetitivos ocorridos no canteiro. Além do mais, para que haja transparência na execução dos serviços, a empresa busca sempre estar orientando os profissionais da produção e fornece a estes os projetos necessários para cada serviço.

Oitavo Princípio: Foco no controle do processo visto como um sistema

Não se trata de um conceito novo na empresa, embora a forma como foi apresentado o princípio seja diferente do que é conhecido na empresa A. O controle das entradas é feito com base no planejamento, onde de acordo com as metas estabelecidas, é levantada a demanda de materiais e então são feitos os pedidos. Por se tratar de um processo dinâmico, onde pode haver adiantamento ou atraso na produção, essas previsões de matérias são constantemente revistas de modo a não gerar estoques desnecessários no canteiro.

O controle do processo é feito através da distribuição de responsabilidades e atribuições aos profissionais de todos os níveis. Os profissionais de níveis hierárquicos superiores, tem a responsabilidade de controlar as atividades de seus subordinados. A medição do processo permite a rastreabilidade do produto, pois em cada etapa há a identificação do profissional que executou o serviço e se este está cumprindo com os padrões de qualidade. Por se tratar de um canteiro muito amplo, acredita-se que controlar 100% do processo seja algo muito difícil, porém a empresa busca minimizar ao máximo a ocorrência de vícios na obra.

Nono Princípio: Introduzir melhorias contínuas no processo

Para a empresa A, introduzir melhorias contínuas no processo é identificar aspectos de melhoria por meio da redução do tempo de execução e/ou ganho na qualidade, sempre minimizando as perdas. Pode ser considerada também, a forma de readequação de atividades que apresentem vícios construtivos.

Na empresa há a utilização do 5S nos escritórios de engenharia e finanças, porém, há certa defasagem no período de treinamento, que já leva cerca de um ano desde o último treinamento para essa prática. De acordo com os entrevistados, para que possam ser colocados em prática os conceitos 5S no canteiro de obras, é necessária uma mudança na mentalidade dos trabalhadores e maior qualificação destes. A melhoria contínua é vista como “uma luta diária” e é fundamental para a sobrevivência da empresa no mercado.

Não foi verificada a utilização de *kanbans* no canteiro de obras embora a construtora mantenha estoques mínimos para diversos materiais. Os funcionários do almoxarifado são os responsáveis pela contagem da quantidade de materiais e de alertar ao setor de compras a necessidade de reposição de materiais.

Décimo Princípio: Balanceamento de melhorias entre fluxo e conversões

O princípio era desconhecido pelos entrevistados por se tratar de algo específico do *Lean Construction*, porém, ao serem explicados os conceitos relacionados às atividades de fluxo e conversão, foi constatado que a empresa o praticava.

Para a redução das atividades de fluxo, a empresa busca alocar os materiais a serem utilizados em determinada etapa, de maneira mais próxima possível ao local de trabalho. Isso faz com que o profissional da produção não perca tempo se deslocando excessivamente. Como a mão de obra consome recursos consideráveis do orçamento de uma obra, a redução das atividades de fluxo é fundamental para a redução dos custos de produção.

Para a melhoria das atividades de conversão, são feitas orientações aos profissionais de como executar os serviços e quais são as normas de qualidade que devem ser seguidas. Esse tipo de treinamento é feito inicialmente, antes de o profissional começar a trabalhar no canteiro de obras e periodicamente, de acordo com a necessidade dos treinamentos.

Décimo Primeiro Princípio: Aplicação de boas práticas do *Benchmarking*

Para a Empresa A, a aplicação de boas práticas do *Benchmarking* diz respeito à absorção de inovações presentes em outras obras do setor que a construtora atua. A empresa procura também, aproveitar as oportunidades de melhoria por meio da integração com diferentes obras da própria construtora em outras cidades.

Após o término das perguntas do questionário contendo os onze princípios *Lean Construction*, foi aberto um diálogo informal que permitiu os entrevistados opinarem sobre a aplicabilidade dos princípios em obras de habitação popular com produção em série.

Os entrevistados ressaltaram que os princípios *Lean Construction* propostos seriam de grande importância para o controle do processo produtivo, porém, para que pudessem ser introduzidos de maneira estruturada na empresa, deveriam representar vantagens qualitativas e quantitativas, ou seja, além de gerar melhorias no planejamento e execução dos empreendimentos, o *Lean Construction* deveria oferecer vantagens econômicas mesmo que a médio ou longo prazo.

Quando citados os casos de sucesso de empresas de construções verticais que implementaram o *Lean Construction*, foi colocado que uma das principais diferenças representa a grande área de construção que os empreendimentos horizontais ocupam, o que torna o controle mais complexo.

Outra dificuldade seria a mudança de mentalidade dos trabalhadores visto que estes se encontram acomodados com as práticas atuais e haveria resistência na introdução da filosofia *Lean*. A ausência de mão de obra qualificada aliada à rotatividade, que varia em torno de 15 a 20% na empresa A, são vistas como fatores que prejudicariam a aplicação dos princípios *Lean Construction*.

A falta de mão de obra qualificada é comum na construção civil, tendo em vista que os trabalhadores não permanecem por longos períodos trabalhando na mesma empresa. No entanto, a empresa reconhece que os funcionários mais eficientes são os que já estão empregados há mais tempo.

Os entrevistados identificaram que a empresa já pratica boa parte dos princípios propostos, no entanto, existem pontos de melhoria, como a minimização do desperdício e maior engajamento dos trabalhadores. Com relação a isto, ressaltam que a formalização da aplicação dos princípios *Lean Construction* poderia agregar vantagens

à obra, e que após o tempo de maturação dessas práticas na empresa, poderiam chegar ao patamar de estar totalmente alinhada à filosofia *Lean*.

Destacam, ainda, que a padronização das atividades e valorização da mão de obra são conceitos fundamentais na indústria da construção civil. Foi considerado que em virtude de um cenário cada vez mais competitivo, os princípios *Lean Construction* permitiriam que as construtoras conquistassem o mercado e se mantivessem em atividade.

6.2. ESTUDO DE CASO NA EMPRESA B

A Empresa B, está presente no mercado da Construção Civil desde 1981 e possui sede na cidade de Maringá. No atual ano, 2014, a empresa possui obras em andamento em três diferentes cidades: Maringá, Campo Mourão e São José dos Pinhais, todas no Estado do Paraná.

Em seu acervo constam obras de edifícios residenciais e comerciais, escolas, hospitais, praças, barracões industriais e pavimentação asfáltica. Como a Empresa A, a Empresa B também atua no setor de habitação popular com financiamento pelo PMCMV.

As entrevistas contendo os onze princípios *Lean Construction*, foram realizadas na filial da Empresa B em Campo Mourão, Paraná. Nesta cidade a empresa está executando um conjunto habitacional com imóveis de cinco tipologias, com áreas de 56,47 m², 57,77 m², 59,15 m², 72,14 m² e 102,73m², totalizando a construção de 246 casas.

No empreendimento visitado, a empresa B possui 22 funcionários contratados diretamente e possui cerca de 140 funcionários terceirizados. No entanto, a quantidade de funcionário no canteiro de obras oscila em torno de 10% devido às empreiteiras executarem outras obras e realocarem seus funcionários de acordo com suas necessidades.

Por meio do questionário semiestruturado (Anexo A), foram entrevistados o Engenheiro da obra, que é responsável pelo setor administrativo, e o responsável pelo setor de Operações do canteiro. Participou também do estudo, uma representante do setor de Recursos Humanos, fornecendo informações a respeito de rotatividade, contratação e treinamento.

Quando questionados a respeito do conhecimento que possuíam de *Lean Construction* ou Construção Enxuta, os entrevistados embora não possuíssem definição formal para o termo *Lean Construction*, demonstraram conhecer as principais diretrizes que envolvem esse termo e, opinaram que as estratégias da filosofia *Lean* têm como objetivo transformar um setor tipicamente artesanal, em indústria da construção civil.

Com relação aos onze princípios do *Lean Construction*, as respostas obtidas estão dispostas a seguir:

Primeiro Princípio: Redução de atividades que não agregam valor

De acordo com os entrevistados, a redução de atividades não agregadoras de valor é uma das bandeiras da empresa. As operações logísticas na empresa são pensadas para que não se perca tempo com movimentações desnecessárias. A utilização de mão de obra em atividades de transporte consome tempo dos trabalhadores, o que, representa desperdício de mão de obra. Para reduzir estas atividades, além do planejamento logístico da obra, a empresa B faz uso de maquinários para o transporte de materiais.

Segundo Princípio: Aumento de valor do produto final considerando os requisitos dos clientes:

Com o objetivo de fornecer a seus clientes produtos diferenciados, a empresa B investiu em um novo conceito de habitações populares para a realização do empreendimento visitado. Como serão construídos 5 tipos diferentes de imóveis, a empresa busca atender às necessidades de um amplo público consumidor. A empresa B está em processo para certificação do “Selo Casa Azul” nível Ouro dado pela CEF às empresas que atendam a certos requisitos voltados à sustentabilidade.

Para que sejam cumpridos os requisitos dos clientes, a empresa B busca desenvolver projetos voltados as necessidades do consumidor. O planejamento e execução devem garantir que tais requisitos sejam cumpridos. Sendo assim, considera-se que este princípio esteja intrínseco na empresa B.

Terceiro Princípio: Redução da variabilidade do processo

A empresa B procura trazer o conceito de indústria para a construção civil por meio da utilização de estratégias que reduzam a variabilidade do processo. Para os entrevistados, a redução da variabilidade dependerá diretamente do treinamento da mão

de obra e, portanto, os trabalhadores são orientados a executar as tarefas de acordo com o padrão da empresa.

Além do mais, para que a empresa faça a manutenção das certificações existentes e pleiteie novas certificações, os processos devem estar controlados, minimizando as variações. A empresa possui as certificações ISO 9001 e PBQP-H nível A.

Quarto Princípio: Redução de tempo de ciclo das atividades

Os conceitos envolvendo tempo de ciclo eram desconhecidos na empresa B, no entanto, após uma melhor explanação do assunto, os entrevistados dessa empresa entendem que este princípio pode ser atendido com a capacitação da mão de obra. Além disso, para que não haja atrasos na execução dos serviços, o planejamento da obra está em constante revisão, levando em conta as previsões de atraso e, caso necessário, antecipando algumas atividades.

Quinto Princípio: Simplificação do processo eliminando etapas e atividades

A empresa B considera que a simplificação do processo pela eliminação de etapas e atividades é um princípio básico se tratando da construção de unidades habitacionais repetidas onde, tal medida de simplificação permite reduzir o tempo gasto para a realização dos serviços. Para isso a empresa trabalha com centrais de produção onde são feitos *kits* de componentes para a execução de um serviço, que são levados ao local de trabalho apenas para serem montados. Essa medida evita que o profissional perca tempo com a montagem devido à falta de algum material no local do serviço, reduz a ocorrência de erros de execução e evita o desperdício de materiais.

Sexto Princípio: Aumentar a flexibilidade de entrega de produtos diferenciados

A empresa B pratica ativamente este princípio por ser capaz de produzir edificações dos mais variados tipos e com distintas finalidades. Segundo os entrevistados, isso se deve ao perfil arrojado dos diretores da empresa B, que estão sempre abertos a inovações e atuam em diversos segmentos da construção civil.

No empreendimento em execução visitado, existirão imóveis com diferentes tamanhos, finalidades e público alvo, reforçando ainda mais a aplicação prática desse princípio.

Sétimo Princípio: Aumentar a transparência do processo

De acordo com os entrevistados da empresa B, o modo com que a empresa colabora para a transparência dos processos construtivos é o fornecimento de projetos claros e sem erros aos trabalhadores. Considerou-se que a análise detalhada dos projetos impede que erros de projeto sejam transmitidos para a obra.

Nesta empresa, são realizadas reuniões semanais para confrontar se as atividades planejadas foram realizadas. Desta forma, é analisado se houve atrasos na produção e no caso em que isso ocorra, são identificados os motivos.

Oitavo Princípio: Foco no controle do processo visto como um sistema

A empresa B considera que todas as etapas do processo construtivo devem ser priorizadas com igual importância. Para o controle dos materiais recebidos, a empresa B possui ficha de verificações que avaliam se o material atende ou não às especificações exigidas. Há também fichas de verificações de serviços que são utilizadas diariamente na obra. Quando há relato de alguma não conformidade com os critérios estabelecidos nas fichas de verificação, o corpo técnico discute a melhor forma de solucionar o problema e toma as medidas necessárias.

Embora existam as fichas de verificações para cada etapa da obra, por vezes, os serviços subsequentes são iniciados sem que haja a verificação do serviço precedente. Isso ocorre para que não ocorram atrasos durante a execução da obra. Os entrevistados ressaltam que devido às certificações que a empresa possui, é exigido que os trabalhadores ligados à produção cumpram rigorosamente os critérios de qualidade.

Nono Princípio: Introduzir melhorias contínuas no processo

Na empresa B, as práticas do 5S estão restritas à administração central. No entanto, foi colocado que a empresa busca manter o canteiro de obras bem organizado, permitindo que os trabalhadores tenham as ferramentas e materiais necessários para a realização de cada serviço, evitando que sejam realizados improvisos na obra.

Não foi verificado o uso de *kanbas* no canteiro de obras ou no almoxarifado da empresa, embora houvesse estoques mínimos de materiais que eram controlados pelos profissionais designados para tal.

Os entrevistados na empresa B opinaram que para que haja melhoria contínua, deve-se investir em equipamentos que permitam reduzir o tempo de execução dos serviços. Além disso, esta empresa considera relevante a participação dos trabalhadores da produção oferecendo sugestões de melhorias, que são analisadas e aplicadas caso ofereçam benefícios à obra.

Décimo Princípio: Balanceamento de melhorias entre fluxo e conversões

Após a explicação dos conceitos relacionados às atividades de fluxo e conversão, foi constatado que a empresa B pratica o balanceamento dessas atividades por meio do planejamento do *layout* e da logística no canteiro de obras.

A prioridade da empresa está na redução das atividades de fluxo. Para a redução dessas atividades, a empresa B possui centrais de produção e faz o uso de máquinas para o transporte de materiais. Nesta empresa, existe também, uma usina para a produção de concreto e argamassa, permitindo a esta um melhor controle da qualidade desses materiais e que se produza de acordo com a sua necessidade.

De acordo com os entrevistados, para a melhoria das atividades de conversão, a empresa capacita a mão de obra por meio de treinamentos para a execução dos serviços e trabalha com materiais de boa qualidade.

Décimo Primeiro Princípio: Aplicação de boas práticas do *Benchmarking*

Na empresa B o incentivo a busca de melhorias e inovações é feito através do investimento em treinamentos e viagens a feiras de construção civil. Tal atitude permite que os colaboradores se atualizem das novidades do mercado e, desta forma, levem as boas práticas observadas à empresa.

Para os entrevistados, a empresa B é modelo no mercado da construção civil por construir imóveis de qualidade. Tal feito é possível, pois a empresa inspeciona em laboratório grande parte dos materiais utilizados nas obras e, dessa forma, agrega maior valor ao produto final.

Após o término das questões relacionadas aos onze princípios propostos por Koskela (1992), continuou-se com o debate de ideias a respeito do *Lean Construction* e de que forma estes princípios poderiam ser introduzidos na realidade de habitações populares.

Para os entrevistados da empresa B, a construção civil brasileira se encontra ultrapassada quando comparada a realidade encontrada em outros países. Isso se deve a utilização de métodos e ferramentas arcaicos e a ausência de mão de obra qualificada. O que viabilizava o uso de técnicas pouco eficientes era o baixo custo da mão de obra, porém com a valorização constante dos salários do setor de obras, há a necessidade de novas formas de gestão de empreendimentos que promovam a melhoria em todas as fases do processo construtivo.

Na empresa B também foi constatado que a rotatividade de pessoal é um sério problema enfrentado pela empresa. Nesta organização há o estímulo para que os funcionários almejem postos superiores de trabalho, no entanto, os trabalhadores da construção civil geralmente priorizam benefícios imediatos em detrimento de um plano de carreira, fazendo com que estes estejam constantemente mudando de empresa.

Os entrevistados salientaram que os princípios do *Lean Construction* se adequariam a todos os tipos de obras, cabendo apenas serem feitas adaptações à realidade das empresas. A implementação do *Lean*, proporcionaria um caráter mais industrial às empresas, algo que os entrevistados viram como ponto positivo, que agregaria valor.

Para que os princípios propostos fossem absorvidos, deveria haver uma quebra de paradigmas existentes na construção civil, pois, de acordo com os entrevistados, a aplicação do *Lean Construction* dependeria da mudança de mentalidade desde a engenharia, até os operários e, portanto, esse seria o maior obstáculo.

A empresa B possui estudos em processo para a utilização de métodos industriais como *Wood Frame* e *Steel Frame*. Acredita-se que a utilização destas novas tecnologias permitirá que a empresa controle melhor os processos construtivos. Pelo fato dos processos industriais serem realizados em ambientes fechados, não sofreriam ação de intempéries e conseqüentemente não seriam gerados atrasos na obra. Outro elemento importante destas novas tecnologias, está no uso de máquinas, que reduz os problemas relacionados à mão de obra.

6.3. COMPARATIVO ENTRE AS EMPRESAS A E B

Tendo como base as informações obtidas por meio da aplicação do questionário contendo os onze princípios do *Lean Construction* propostos por Koskela (1992), é possível fazer comparações entre as duas empresas que participaram desse estudo. Na Figura 6 estão dispostas sínteses dos resultados obtidos nas empresas A e B.

COMPARATIVO DOS PRINCÍPIOS <i>LEAN CONSTRUCTION</i> NAS EMPRESAS A E B	
1 - Redução de atividades que não agregam valor	
Empresa A	Empresa B
Trata-se de um princípio já aplicado na empresa de maneira prática. Foram verificadas várias medidas com o intuito de reduzir atividades não agregadoras de valor. Como exemplo, pode ser citado o uso de maquinários para obras de terra e transporte de materiais.	Foi verificada a prática deste princípio na empresa B. As operações logísticas na empresa são pensadas para que não se perca tempo com movimentações desnecessárias. Para reduzir estas atividades, além do planejamento logístico da obra, esta empresa faz uso de maquinários para o transporte de materiais.
2 - Aumento de valor do produto final considerando os requisitos dos clientes	
Empresa A	Empresa B
A empresa A procura atender as Normas Brasileiras e também às exigências dos órgãos públicos por realizar obras para o PMCMV, tendo nesse caso a CEF com cliente. Para que essas exigências sejam cumpridas, faz o acompanhamento dos serviços da obra, de modo a verificar erros de execução e readequá-los as condições exigidas pela CEF.	Para que sejam cumpridos os requisitos dos clientes, a empresa B busca desenvolver projetos voltados as necessidades do consumidor. O planejamento e execução devem garantir que tais requisitos sejam cumpridos. Sendo assim, considera-se que este princípio esteja intrínseco na empresa B.
3 - Redução da variabilidade do processo	
Empresa A	Empresa B
A empresa possui padrões de qualidade que estão dispostos no Manual da Qualidade. Possui também, certificação PBQP-H nível A, que engloba os procedimentos de sistemas como ISO 9000. Para reduzir a variabilidade, a empresa desenvolveu métodos para garantir que o trabalhador não realize o serviço de maneira inadequada.	Para a empresa B, a redução da variabilidade dependerá diretamente do treinamento da mão de obra e, portanto, os trabalhadores são orientados a executar as tarefas de acordo com o padrão da empresa. A empresa possui as certificações ISO 9001 e PBQP-H nível A. Para que a empresa faça a manutenção das certificações existentes e pleiteie novas certificações, os processos devem estar controlados, minimizando as variações.

4 - Redução de tempo de ciclo das atividades	
Empresa A	Empresa B
Embora essa nomenclatura não seja utilizada, a empresa A busca reduzir o tempo gasto para a execução dos serviços por meio de bonificação aos colaboradores que atinjam as metas de produção.	Os conceitos envolvendo tempo de ciclo eram desconhecidos na empresa B, no entanto, após uma melhor explanação do assunto, os entrevistados dessa empresa opinaram que este princípio pode ser atendido com a capacitação da mão de obra.
5 - Simplificação do processo eliminando etapas e atividades	
Empresa A	Empresa B
Este princípio é praticado na empresa através da utilização de componentes pré-fabricados e distribuição de <i>kits</i> para a realização de serviços. A empresa A considera que deve haver sempre a busca de novos métodos que colaborem com esse princípio.	A empresa B também utiliza kits de componentes para a execução de serviços. Os <i>kits</i> são levados ao local de trabalho apenas para serem montados. Essa medida evita que o profissional perca tempo com a montagem devido à falta de algum material no local do serviço, reduz a ocorrência de erros de execução e evita o desperdício de materiais.
6 - Aumentar a flexibilidade de entrega de produtos diferenciados	
Empresa A	Empresa B
Ainda que a empresa produza o mesmo imóvel repetidamente em um conjunto habitacional, a empresa A pratica esse princípio ao ser capaz de construir outros tipos de edificações. Isso é possível, pois esta empresa possui profissionais técnicos, mão de obra e equipamentos para tal.	A empresa B pratica ativamente este princípio por ser capaz de produzir edificações dos mais variados tipos e com distintas finalidades. Segundo os entrevistados, isso se deve ao perfil arrojado dos diretores da empresa B, que faz com que a empresa esteja sempre aberta a inovações e atue em diversos segmentos da construção civil.
7 - Aumentar a transparência do processo	
Empresa A	Empresa B
Nesta empresa são realizadas reuniões semanais com a participação do corpo técnico, mestres e contramestres da obra. Por haverem vários processos no canteiro de obras, o foco das reuniões está na identificação e correção dos erros mais repetitivos ocorridos no canteiro.	Nesta empresa também são realizadas reuniões semanais para confrontar se as atividades planejadas foram realizadas. Desta forma, é analisado se houveram atrasos na produção e no caso em que isso ocorra, são identificados os motivos.

8 - Foco no controle do processo visto como um sistema	
Empresa A	Empresa B
<p>Não se trata de um conceito novo, embora a forma como foi apresentado seja diferente do que é conhecido na empresa A. Para controlar o processo como um todo, esta empresa realiza a revisão constante do planejamento da obra e da entrega de materiais. As medições realizadas pela empresa permitem a rastreabilidade do produto, por identificar o profissional que executou determinado serviço, e se este está dentro dos padrões da empresa.</p>	<p>A empresa B considera que todas as etapas do processo construtivo devem ser priorizadas com igual importância. Para o controle dos materiais recebidos, a empresa B possui ficha de verificações que avaliam se o material atende ou não às especificações exigidas. Há também fichas de verificações de serviços que são utilizadas diariamente na obra. Nesta empresa foi ressaltado que devido às certificações que esta possui, é exigido que os trabalhadores ligados à produção cumpram rigorosamente os critérios de qualidade.</p>
9 - Introduzir melhorias contínuas no processo	
Empresa A	Empresa B
<p>A empresa A busca identificar aspectos de melhoria para reduzir o tempo de execução e/ou agregar mais qualidade, sempre minimizando as perdas. Há a utilização das ferramentas do 5S nos escritórios de engenharia e finanças. Não há a utilização de <i>kanbans</i>, porém a empresa A possui outros métodos para controle de estoque mínimo.</p>	<p>Nesta empresa foi considerado que para que haja melhoria contínua, deve-se investir em equipamentos e considera que seja importante a participação dos trabalhadores da produção na sugestão de melhoria. Na empresa B, as práticas do 5S estão restritas à administração central. Não foi verificada a utilização de <i>kanbans</i> no controle de estoques ou em outras atividades no canteiro.</p>
10 - Balanceamento de melhorias entre fluxo e conversões	
Empresa A	Empresa B
<p>O princípio era desconhecido pelos entrevistados, entretanto ao serem explicados os conceitos relacionados a este, foi constatado que a empresa o praticava. Para a melhoria das atividades de fluxo, a empresa loca os materiais de maneira mais próxima possível ao local de trabalho e utiliza máquinas para transportá-los quando é necessário. Para melhoria das atividades de conversão, a empresa fornece orientações a respeito dos serviços e os projetos que deverão ser seguidos.</p>	<p>Após a explicação dos conceitos relacionados às atividades de fluxo e conversão, foi constatado que a empresa B pratica o balanceamento dessas atividades por meio do planejamento do <i>layout</i> e da logística no canteiro de obras. A prioridade da empresa está na redução das atividades de fluxo. De acordo com a empresa B, para a melhoria das atividades de conversão, a empresa capacita a mão de obra e trabalha com materiais de boa qualidade.</p>

11 - Aplicação de boas práticas do <i>Benchmarking</i>	
Empresa A	Empresa B
De acordo com esta empresa, a aplicação de boas práticas do Benchmarking diz respeito à absorção de inovações presentes em outras obras do setor que a construtora atua. A empresa procura também, aproveitar as oportunidades de melhoria por meio da integração com diferentes obras da própria construtora em outras cidades.	Na empresa B o incentivo pela busca de melhorias e inovações é feito através do investimento em treinamentos e viagens a feiras de construção civil. Tal atitude permite que os colaboradores se atualizem das novidades do mercado e, desta forma, levem as boas práticas vistas à empresa.

Figura 7 – Comparativo da verificação dos princípios *Lean Construction* nas empresas A e B
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por meio das visitas de campo realizadas nas empresas A e B, buscou-se verificar se as ferramentas da filosofia *Lean Construction* estavam sendo empregadas nos canteiros de obras das empresas. Para tanto, foi utilizado o questionário de Boas Práticas nos canteiros de obras proposto por Saurin (1997), com adaptações (Anexo B). Com base nas constatações observadas, foi possível fazer um comparativo entre as duas empresas estudadas. Os resultados estão na Figura 7.

VERIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS EM CANTEIROS DE OBRAS	
1 - Tipologia das instalações provisórias no canteiro de obras	
Empresa A	Empresa B
1.1 - Os canteiros são modulados adequadamente, dentro de um padrão em todas as obras?	
A empresa A utiliza com instalações provisórias casas do conjunto habitacional em construção e um barracão que será destinado para comércio após a conclusão da obra. Há também instalações para execução de serviços de marcenaria e ferragens, que seguem o padrão da empresa em outras obras.	De acordo com os entrevistados na empresa B, o dimensionamento do canteiro é feito pelo setor de arquitetura da empresa. A locação do almoxarifado, do refeitório, dos sanitários e das demais instalações segue um padrão em todas as obras.
1.2 - A capacidade de acomodação do canteiro comporta o número de funcionários da obra?	
Sim, a empresa A dimensiona suas instalações para o pico máximo de funcionários trabalhando na obra. Desta forma não há problemas relacionados a esta questão.	Sim, na empresa B foi verificado que as instalações atendem ao número de funcionários. No dia de uma das visitas, foi observado que a empresa acabara de aumentar a capacidade dos armários individuais para atender a todos os funcionários.

2 - Tipo de acessos na obra	
Empresa A	Empresa B
2.1 - Existe portão exclusivo para entrada de pedestres (visitantes e operários) com sistema de controle e vigilante?	
Sim, nesta empresa há portão exclusivo para pedestres com catraca que faz o controle das pessoas que estiveram na obra. Há também um vigia que é responsável por permitir que apenas as pessoas autorizadas tenham acesso a obra.	Não, nesta empresa não foi verificada entrada exclusiva para pedestres. No entanto, a portaria que é responsável pelo controle de pessoas está próxima à entrada.
2.2 - Existe Acesso exclusivo para entrada de caminhão até o canteiro de obra?	
Sim, nesta empresa foi verificado um acesso exclusivo para a entrada de caminhões.	A empresa B possui acesso para veículos e pessoas, portanto não exclusivo para caminhões.
2.3 - O <i>layout</i> do canteiro favorece armazenagem de material evitando movimentação desnecessária?	
O <i>layout</i> do canteiro busca reduzir as distâncias percorridas para o transporte de materiais por meio da alocação dos materiais próximos aos locais de trabalho.	Na empresa B o <i>layout</i> é planejado de modo que se evitem perda de tempo por transporte desnecessário, depositando os materiais em locais previamente definidos.
3 - Guarita do Vigia / Portaria	
Empresa A	Empresa B
3.1 - A guarita está junto do portão de entrada de pessoas?	
Sim, nesta empresa a guarita do vigia está junto ao acesso de pessoas ao canteiro.	Não, a portaria se localiza próxima à entrada e não necessariamente junto a ela.
3.2 - Na portaria são distribuídos capacetes para os visitantes?	
Sim, nesta empresa há a distribuição de capacetes aos visitantes que irão ter acesso ao canteiro.	Sim, são distribuídos capacetes na portaria da empresa a todas as pessoas que terão acesso à obra.
3.3 - Existe sistema de comunicação entre a portaria e o canteiro de obra?	
Sim, a comunicação entre a portaria e os outros setores da empresa é feita através de rádio.	Sim, esta empresa também usa o sistema de rádio para a comunicação entre a portaria e o canteiro de obras.

4 - Escritório do Engenheiro, Mestre de Obras e Almojarifados	
Empresa A	Empresa B
4.1 - A documentação técnica da obra está disponível e de fácil acesso?	
Sim, a documentação técnica deve sempre estar disponível e de fácil acesso, pois a obra está em constante fiscalização da CEF.	Sim, nesta empresa foi verificado que a documentação técnica possuía local apropriado para arquivamento e fácil acesso.
4.2 - O canteiro de obra possui estojo de primeiros socorros para emergência?	
Sim, no canteiro de obras visitado há inclusive ambulatório com técnico em enfermagem.	Sim, o estojo de primeiro socorros fica no almojarifado da empresa B.
4.3 - O almojarifado é dividido em espaços adequados e os materiais são devidamente identificados?	
Sim, foi verificado que no almojarifado desta empresa existiam locais apropriados para o armazenamento de materiais e havia a identificação dos diferentes itens.	Sim, no almojarifado desta empresa haviam vários itens organizados e classificados em prateleiras de modo a permitir fácil visualização e acesso.
5 - Local para Refeições dos Operários:	
Empresa A	Empresa B
5.1 - Existem lavatórios instalados em suas proximidades? NR-18	
Sim, existem lavatórios ao lado do local para refeições.	Sim, existem lavatórios próximos ao local de refeições.
5.2 - Possuem fechamento que permite isolamento durante as refeições? NR-18	
Sim, o refeitório está localizado em um barracão construído pela empresa. Possui cobertura e vedação lateral em alvenaria.	Sim, o refeitório construído em madeira possui cobertura e vedação lateral. Possui também telas em suas aberturas.
5.3 - Tem piso cimentado ou outro material lavável? NR-18	
Sim, o local para refeições possui piso cimentado, estando de acordo com a Norma.	Sim, possui piso cimentado. Sendo assim, está em conformidade com a NR-18.
6 - Vestiários do Canteiro de obra	
Empresa A	Empresa B
6.1 - Possui armários individuais com fechaduras e cadeados? NR-18	
Sim, todos os funcionários possuem armário individual.	Sim, há armários individuais para todos os funcionários da obra.

7 - Sanitários do Canteiro de Obra	
Empresa A	Empresa B
7.1 - Possui chuveiros e vasos sanitários de acordo com o número de funcionários? NR-18	
Sim, ao serem feitas as instalações sanitárias foi levado em conta os critérios da NR-18.	Sim, a empresa cumpre com as exigências da NR-18 no dimensionamento das instalações sanitárias.
7.2 - Existe área destinada a lazer, após as refeições no espaço da obra?	
Sim, há um espaço no refeitório destinado a revistas e livros que estão à disposição dos funcionários.	Sim, no refeitório há uma televisão e para os funcionários do escritório há uma mesa de bilhar.
7.3 - Existe local com quadro de avisos para informações pertinentes e espaço para treinamento?	
Na obra visitada não foi observado um quadro específico para avisos aos funcionários, no entanto, quando necessário, são colocados avisos no refeitório. Há espaço para treinamento e um projetor para auxiliar nesta tarefa.	Há quadro de avisos no refeitório desta empresa, que conta com informações e imagens. Há também um lugar adequado para treinamentos.
8 - Proteção contra incêndio no Canteiro de Obra	
Empresa A	Empresa B
8.1 - O canteiro de obra possui extintores para combate de princípio de incêndios? NR-18	
Segundo os entrevistados, a empresa A possui a quantidade de extintores que recomenda a NR-18.	De acordo com os entrevistados na empresa B, a empresa está de acordo com a NR-18 com relação à quantidade de extintores.
9 - EPI's no interior da Obra	
Empresa A	Empresa B
9.1 - São fornecidos capacetes e EPI's pertinentes aos operários e visitantes?	
Esta empresa fornece aos trabalhadores os EPI's necessários para cada tipo de atividade. Para os visitantes também são fornecidos EPI's.	Assim como a empresa A, a empresa B fornece os EPI's necessários para cada atividade, como avental, luva, capa de chuva, óculos, protetor solar, etc.
9.2 - Os funcionários usam uniformes cedidos pela empresa? NR-18	
Sim, a empresa A obriga que seus funcionários diretos e terceirizados utilizem uniformes.	Sim, foi verificado que os profissionais contratados diretamente pela empresa usam sempre o uniforme da empresa, porém, há certa resistência dos funcionários terceirizados que por vezes não utilizam.
9.3 - Os andaimes e sistema de segurança obedecem às normas de segurança? NR-18	
Sim, a empresa possui andaimes metálicos, com fundo de tábuas de madeira e guarda corpo. Sendo assim, atende aos requisitos da NR-18.	Sim, a empresa B fez um investimento considerável nesses equipamentos adquirindo pranchas metálicas em substituição de tábuas de madeira. Os andaimes são metálicos e atendem a NR-18.

10 - Máquinas no canteiro de obra	
Empresa A	Empresa B
10.1 - Há uso de máquinas para transporte de materiais ou outros tipos de serviço na obra	
Sim, a empresa A utiliza máquinas para obras de terra e transporte de materiais. Foi verificado a utilização de empilhadeira, retroescavadeira, caminhão para transporte, trator com carreto, mini carregadeira.	Sim, a empresa B utiliza máquinas para a realização de serviços, transporte de materiais e concreto. A empresa possui em seu canteiro pá carregadeira, mini carregadeira, empilhadeira, caminhão pipa, caminhão basculante, caminhão betoneira.
10.2 - Existe delimitação da área de descarga de materiais	
Sim, a empresa possui locais específicos para o descarregamento de diferentes tipos de materiais no canteiro de obras.	Sim, de acordo com os entrevistados, esses locais mudam de acordo com a necessidade de alocação dos materiais.
11 - <i>Housekeeping</i> e Implementação dos 5 S	
Empresa A	Empresa B
11.1 - Existem evidências práticas das ferramentas dos 5 S	
Não foram verificadas evidências dessa prática, porém, há a aplicação nos escritórios da empresa.	Não há evidências no canteiro de obras, porém há a aplicação na engenharia e administração.
11.2 - Há treinamento para essa prática?	
Não há treinamento para essas práticas no canteiro de obras.	Não há treinamento para essas práticas no canteiro de obras.

Figura 8 – Verificação das Boas Práticas nos Canteiros de Obras

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Entende-se que a aplicação das Boas Práticas propostas por Saurin (1997) nos canteiros de obras e a utilização das ferramentas dos 5S proporcionariam às empresas de habitação popular maior facilidade da introdução da filosofia *Lean* nessas organizações.

Observou-se que as empresas A e B atuam de forma semelhante na organização e logística dos canteiros. A alocação de materiais em ambas as empresas é considerada um processo dinâmico, ou seja, os materiais são depositados em locais variados na obra, de acordo com as necessidades da produção, para que não haja desperdício de tempo e mão de obra.

Nas duas empresas foi verificado que há a utilização de maquinários para a execução de serviços e transporte de materiais. Tal medida possibilita às empresas um ganho considerável de tempo e reduz os custos das operações, visto que a produtividade das máquinas é muito superior a da força de trabalho, justificando assim, o investimento feito na aquisição ou no aluguel destes equipamentos.

Embora haja nos escritórios das duas empresas a utilização das ferramentas dos 5S, essas práticas não foram verificadas nos canteiros de obras. Tem-se que a utilização dessas ferramentas seria o primeiro passo para a implementação da filosofia *Lean Construction*. A utilização dos 5S nos canteiros de obras colaboraria para a identificação e correção de erros, pois uma situação fora dos padrões estaria visível a todos.

7. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo principal a verificação dos princípios *Lean Construction* propostos por Koskela (1992) em obras de habitação popular na cidade de Campo Mourão, Paraná. Foi realizado um Estudo de Casos Múltiplos para que fossem atendidos os propósitos da pesquisa. Tais princípios sugerem uma nova filosofia na construção civil, tendo como base as práticas exitosas desenvolvidas na indústria manufatureira pelo Sistema Toyota de Produção.

As entrevistas realizadas utilizando o questionário proposto por Peretti (2013) permitiram a obtenção de informações a respeito da aplicação dos onze princípios *Lean Construction* nas empresas estudadas. Tais verificações serviram como parâmetros para análise da viabilidade de aplicação desses princípios nas empresas A e B.

Foram verificadas também as Boas Práticas nos canteiros de obras propostas por Saurin (1997), pois se considera que a análise logística, a utilização de operações mecanizadas, a organização do canteiro de obras e os demais objetos de verificação propostos por esse autor, são fundamentais para a implementação das ferramentas *Lean Construction* e para a integração da mão de obra nas ações voltadas a melhoria contínua dos processos.

Foi observado que embora a empresa A não possuísse direcionamento formal para as práticas do *Lean Construction*, os princípios eram aplicados de maneira não estruturada. A empresa busca constantemente a padronização das atividades e a redução do desperdício. Devido ao longo período de existência e a vasta experiência em diversos tipos de obras, deduz-se que as medidas tomadas pela empresa no planejamento e execução dos empreendimentos são eficientes. No entanto, os entrevistados nesta empresa reconheceram que existem aspectos a melhorar e se mostraram abertos à adoção das práticas do *Lean Construction*, desde que estas representassem maior lucratividade para a empresa.

Na empresa B também foi verificada a aplicação dos princípios de maneira não estruturada, entretanto o princípio voltado a atender os requisitos do cliente possuía aplicação formalizada e priorizada pela empresa. De acordo com os entrevistados o perfil arrojado dos diretores da empresa faz com que estes estejam buscando cada vez mais oferecer a seus clientes soluções inovadoras e sustentáveis. A exemplo disso, a empresa está pleiteando o “Selo Casa Azul” da CEF. Tal certificação inclui entre outras medidas, a realização de atividades sociais e o treinamento da mão de obra para a

separação de resíduos gerados na obra. Foi constatado que a cultura e as práticas desta empresa estão alinhadas à filosofia *Lean Construction* e que os funcionários da engenharia estariam dispostos a aplicá-la de maneira estruturada.

Nos canteiro de obras das duas empresas foram observados resíduos devido ao desperdício de material. Tal realidade é comum na construção civil, pois, diferentemente da indústria manufatureira onde as peças se encontram prontas para serem utilizadas na linha de montagem, na construção de edificações há a necessidade de adaptação de componentes e materiais, a exemplo da quebra de blocos para a execução de alvenaria e recortes de cerâmica. Há também resíduos gerados pela ruptura de materiais durante o transporte ou armazenagem. Sendo assim, nas empresas A e B foi verificado um baixo desperdício de materiais, quando levado em conta a grande quantidade de edificações que estão sendo construídas.

Embora as empresas A e B demonstrem interesse na aplicação dos princípios *Lean Construction*, vale ressaltar que no segmento de habitações populares foram observados alguns agravantes que prejudicam a implementação dessa filosofia.

A escassez de mão de obra qualificada e a alta rotatividade deste setor da construção civil influenciam no treinamento para as práticas *Lean*. Outro fator que prejudica o treinamento dos funcionários é a adoção de mão de obra terceirizada. Tem-se ainda como obstáculo a mudança na mentalidade dos trabalhadores, que deve ocorrer para que as novas práticas sejam absorvidas.

Tendo em vista este cenário, vê-se a necessidade de serem desenvolvidos outros estudos a respeito da aplicabilidade da filosofia *Lean Construction* em obras de habitação popular. Desta forma, é imprescindível que os pesquisadores dediquem-se a este campo de pesquisa com o intuito de desenvolver trabalhos que apliquem os princípios dessa filosofia nas empresas de construção horizontal, de modo a obterem resultados qualitativos e quantitativos.

Devem ser realizados estudos que investiguem formas de estabilizar a produção por meio de planejamento de longo prazo e visão sistêmica, vislumbrando a qualificação e manutenção da força de trabalho, com o objetivo de reduzir custos com treinamentos e aumentando a eficácia dos processos construtivos. Nesse sentido, a estabilização da produção é fundamental, pois possibilita uma constância no quadro de funcionários da organização. Esta realidade permitiria que a empresa investisse esforços e recursos para que as práticas da filosofia *Lean* fossem introduzidas, praticadas e compartilhadas pelos colaboradores da empresa.

A verificação dos princípios *Lean Construction* em obras de habitação popular na cidade de Campo Mourão foi atendida por meio do Estudo de Casos Múltiplos realizado nas empresas A e B. Através deste Estudo evidenciou-se que as ferramentas *Lean Construction* podem contribuir com a redução do desperdício, aumento da produtividade, tornando os processos mais claros e aumentando a participação da mão de obra na identificação e correção de erros. Entretanto, vale ressaltar que a execução de obras horizontais envolve grande número de funcionários e se distribui por uma área de construção considerável. Sendo assim, há a necessidade de serem desenvolvidas estratégias de gestão que viabilizem a aplicação das ferramentas *Lean Construction* nesses tipos de empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Paula Cristina F. G. *Lean Construction – Filosofia e Metodologias*. 108 f. Dissertação de Mestrado – Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60079/1/000129800.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

BARROS NETO, J. P.; ALVES, T. C. L. **Análise estratégica da implementação da filosofia lean em empresas construtoras**. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo, v. 11, 2008. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2008/artigos/E2008_T00293_PCN34531.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2014.

C. ROLIM, Engenharia Ltda. **Filosofia Lean**. Prêmio CBIC de Inovação e Sustentabilidade, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/premioinovacaoesustentabilidade/baixar6.php?file=FILOSOFIA%20LEAN.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

CARVALHO, Bruno F. M. **Capacitação de Mão de Obra para a Construção Civil**. 2011. 71 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Bruno_Franklin_Capacitacao%20de%20Mao%20de%20Obra%20para%20a%20Construcao%20Civil.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2014.

CONTE, Antonio S. I.; GRANSBERG, Douglas. **Lean Construction: From Theory to Practice**. IGLC – *International Group for Lean Construction*, v. 10, Gramado, 2001. Disponível em: <http://www.4shared.com/file/61744088/90078353/Conte_ASI_-_Lean_Construction_-_Da_Teoria_para_Pratica.html>. Acesso: 23 jul. 2014.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Estudo Setorial da Construção. Estudos e Pesquisas, n. 65, mai. 2013. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/estudosetorial/2012/estPesq65setorialConstrucaoCivil2012.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2015.

FORMOSO, Carlos T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Boletim Técnico, Norie, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 14, 2002. Disponível em: <<http://www.construtoracastelobranco.com.br/aempresa/ps-37/files/LeanConstru.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

GENEVOIS, Marie Louise B. P.; COSTA, Olavo V. Carência habitacional e déficit de moradias: questões metodológicas. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, v. 15, n. 1, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392001000100009&script=sci_arttext>. Acesso em: 23 fev. 2015.

HIROTA, E. H.; POWELL, J. A.; DAVEY C. L.; POWELL, J. E.; FORMOSO, C. T. Vencendo barreiras para a aplicação dos princípios da construção enxuta. **Semina: Ci. Exatas/Tecnol.** Londrina, v. 21, n. 4, 2000. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/viewFile/3008/2551>>. Acesso em: 28 jul. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Déficit Habitacional Total e Relativo (2007 – 2012). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Elaborado por Fundação João Pinheiro. Disponível em: <www.cbicdados.com.br/media/anexos/tabela_08.A.06_1.xlsx>. Acesso em: 23 jul. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Variação do PIB Brasil e Construção Civil (2004 – 2013). Contas Nacionais Trimestrais. Elaborado por Banco de Dados CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/home/Grafico_PIB_4.JPG>. Acesso em: 7 ago. 2014.

KOSKELA, Lauri. ***Application of the new philosophy to construction***. CIFE - Center for Integrated Facility Engineering. Technical Report, 75p. Stanford University, Palo Alto, California, 1992. Disponível em: <<http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/Koskela-TR72.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2014.

MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india>. Acesso em: 6 ago. 2014.

MORGAN, James M.; LIKER, Jeffrey K. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto: integrando pessoas, processo e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

NAVES, Paula Vanessa P. Aplicação dos conceitos de 5S em um sistema de gestão de estoques de uma indústria de móveis e seus impactos na racionalização de recursos. **Revista On-Line IPOG**, jul. 2013. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/revista-ipog/download/aplicacao-dos-conceitos-de-5s-em-um-sistema-de-gestao-de-estoques-de-uma-industria-de-moveis-e-seus-impactos-na-racionalizacao-de-recursos>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

NORMA REGULAMENTADORA 18. Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, NR-18. Diário Oficial da União, 2013. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/05/mtb/18.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEIXOTO, Berto Luiz F.; GOMES, Maria L. B. **Ganhos em produtividade decorrentes de inovação tecnológica na construção civil: o uso dos distanciadores plásticos no sub-setor de edificações**. ENEGEP XXVI – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2006. Disponível em: <http://coplas.com.br/upload/artigos/artigos_6-pt.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2014.

PERETTI, Luiz Celso. **Aplicação das ferramentas da construção enxuta em construtoras verticais na região metropolitana de São Paulo: estudo de casos múltiplos**. 154 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.uscs.edu.br/handle/123456789/335>>. Acesso em: 7 ago. 2014.

PERETTI, L. C.; FARIA, A. C.; SANTOS, I. C. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em construtoras verticais: estudo de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo**. XXXVII Encontro da ANPAD. 2013. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GOL681.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2014.

ROMAN, Humberto R.; OLIVEIRA, Ana Maria S.S; BRESSIANI, Lucia. Levantamento de pesquisas nacionais sobre treinamento e formação de operários na construção civil. **Revista Técnico Científica**, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/1>>. Acesso em: 6 ago. 2014.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia**. 204 f. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. Disponível em: <[http://www.pec.poli.br/conteudo/bibliografia/_TeseSabbatini%202007-v5%20\(1\).pdf](http://www.pec.poli.br/conteudo/bibliografia/_TeseSabbatini%202007-v5%20(1).pdf)>. Acesso em: 7 ago. 2014.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção Enxuta através da padronização de Tarefas e Projetos**. 80 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Wanessa.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2014.

SAURIN, Tarcisio A. **Método para Diagnóstico e Diretrizes para Planejamento de Canteiro de Obras de Edificações**. 162 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35152/000216018.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 7 ago. 2014.

SHINGO, Shingeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SILVA, Cassandra R. O. **Metodologia e Organização do projeto de pesquisa**. 34 f. Guia Prático. Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará. Fortaleza, 2004. Disponível em: <<http://www.terribilepasticcio.info/wp-content/uploads/2012/03/metodologia.pdf>>. Acesso em 7 ago. 2014.

TOMASI, Antônio P. N.; COSTA, Luciano R. **O canteiro de obras é escola? Formação e Qualificação profissional na Construção Civil**. 2009. Disponível em: <http://www.fafich.ufmg.br/revistasociedade/edicoes/artigos/17_2/o_canteiro_de_obras_e_a_escola.pdf>. Acesso em 7 ago. 2014.

VILLAR, Francelene H. R. **Alternativas de sistemas construtivos para condomínios residenciais horizontais**. 139 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. Disponível em: <http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/7/TDE-2006-03-17T06:48:51Z-906/Publico/DissFHRV.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2014.

WIGINESCKI, Beatriz B. **Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em obras pequenas e de curto prazo: um estudo de caso**. 115 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0114.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2014.

ANEXO A – Os Onze Princípios do *Lean Construction*

Fonte: Adaptado de Peretti (2013).

QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTAS	
1	O que você entende como reduções de atividades ou serviços que não agregam valor à obra ou ao cliente?
	Conceito: Redução de atividade entende-se como todo serviço que consome tempo demais, por falta de planejamento ou falta de recurso tecnológico.
	Esta empresa atua na redução destas atividades?
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
2	O que você entende por aumento de valor no produto final por meio de considerações dos requisitos do cliente?
	Conceito: O aumento de valor do produto final ocorre quando os requisitos dos clientes externos ou internos são plenamente atendidos, em conformidade ao requerido inicialmente.
	Esta empresa prioriza este tipo de atividade?
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
3	O que você entende por redução de variabilidade no processo produtivo?
	Conceito: Redução da variabilidade entende-se como produto uniforme em todas as obras, processo produtivo padronizado visto como padrão de qualidade.
	Esta empresa possui certificação ISO 9001 e outras?
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
4	O que você considera como fator de tempo no ciclo de uma atividade?
	Conceito: O tempo é uma atividade útil e universal na formação do custo e da qualidade, porque pode ser utilizado para impulsionar melhorias ou sistemas padronizados.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
5	O que você entende como simplificação de processo, minimização do número de etapas e partes entre atividades?
	Conceito: A simplificação é entendida como redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo de material ou mesmo informação. Por meio da simplificação, eliminam-se atividade que não agregam valor ao produto.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
6	O que você entende como aumento da flexibilidade de entrega de produtos diferenciados?
	Conceito: O aumento da flexibilidade envolve trabalhar com tamanho de lote padrão, aproximando-os à sua demanda e redução do tempo de preparação, bem como desenvolver o processo de forma a entregar ao cliente um produto diferenciado em relação aos concorrentes.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?

7	O que você entende como o aumento da transparência de um processo?
	Conceito: A falta de transparência em todo tipo de processo, aumenta a possibilidade de indução ao erro. Assim sendo, a visibilidade e clareza dos procedimentos nos processos, reduzem a possibilidade de erros e aumentam a motivação para melhorias.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
8	O que você entende como foco no controle do processo, visto como um sistema, e não por atividades independentes ou isoladas?
	Conceito: Há dois pré-requisitos sobre o processo completo: o processo tem que ser medido e deve haver uma autoridade para controlar o processo completo; ou seja, a estratégia é sempre manter a visão do sistema como um sistema único.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
9	O que você entende como melhorias contínuas no processo produtivo?
	Conceito: Sugere a prática e uso das ferramentas de qualidade, estimulando aplicação do <i>kanban</i> , <i>housekeeping</i> , <i>5S</i> , <i>kaizen</i> e boas práticas de trabalho, com atribuição de responsabilidades, que tendem a surtir melhorias.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
10	O que você sugere para o balanceamento de melhorias entre fluxo e conversão?
	Conceito: O paradigma na melhoria das atividades deve ser abordado tanto nas melhorias de conversões quanto nas atividades de fluxos. O balanço deve ser melhorado, uma vez que o sistema convencional valoriza a transformação, negligenciando o fluxo de processo.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?
11	O que significa para você aplicação de boas práticas de <i>Benchmarking</i> ?
	Conceito: O <i>Benchmarking</i> pode ser um estímulo útil para alcançar a devida melhoria. Consiste em um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas por outras empresas consideradas como líderes em um determinado segmento de mercado.
	Este conceito é novo ou já é praticado com outro nome?

ANEXO B – Verificação das Boas Práticas em canteiros de obras
Adaptado de Saurin (1997).

OBJETO DE VERIFICAÇÃO NOS CANTEIROS DE OBRAS	
1	Tipologia das Instalações Provisórias no Canteiro de Obra:
1.1	Os Canteiros são modulados adequadamente, dentro de um padrão em todas as obras?
1.2	A capacidade de acomodação do canteiro comporta o número de funcionários da obra?
2	Tipos de Acessos na Obra:
2.1	Existe portão exclusivo para entrada de pedestres (visitantes e operários) com sistema de controle e vigilante?
2.2	Existe Acesso exclusivo para entrada de caminhão até o canteiro de obra?
2.3	O <i>layout</i> do canteiro favorece armazenagem de material evitando movimentação desnecessária?
3	Guarita do Vigia / Portaria:
3.1	A guarita está junto do portão de entrada de pessoas?
3.2	Na portaria são distribuídos capacetes para os visitantes?
3.3	Existe sistema de comunicação entre a portaria e o canteiro de obra?
4	Escritório do Engenheiro, Mestre de Obras e Almojarifados:
4.1	A documentação técnica da obra está disponível e de fácil acesso?
4.2	O canteiro de obra possui estojo de primeiros socorros para emergência?
4.3	O almojarifado é dividido em espaços adequados e os materiais são devidamente identificados?
5	Local para Refeições dos Operários:
5.1	Existem lavatórios instalados em suas proximidades? NR-18
5.2	Possuem fechamento que permite isolamento durante as refeições? NR-18
5.3	Tem piso cimentado ou outro material lavável? NR-18
6	Vestiários do Canteiro de obra:
6.1	Possui armários individuais com fechaduras e cadeados? NR-18
7	Sanitários do Canteiro de Obra:
7.1	Possui chuveiros e vasos sanitários de acordo com o número de funcionários? NR-18
7.2	Existe área destinada a lazer pós as refeições no espaço da obra?
7.3	Existe local com quadro de avisos para informações pertinentes e espaço para treinamento?
8	Proteção contra incêndio no Canteiro de Obra:
8.1	O canteiro de obra possui extintores para combate de princípio de incêndios e existe brigadista de incêndio? NR-18
9	EPI's no interior da Obra:
9.1	São fornecidos capacetes e EPI's pertinentes aos operários e visitantes?
9.2	Os funcionários usam uniformes cedidos pela empresa? NR-18
9.3	Os andaimes e sistema de segurança obedecem às normas de segurança? NR-18
10	Maquinas no canteiro de obra:
10.1	Há uso de máquinas para transporte de materiais ou outros tipos de serviço na obra?
10.2	Existe delimitação da área de descarga de materiais?
11	<i>Housekeeping</i> e Implementação dos 5S:
11.1	Existem evidências práticas das ferramentas dos 5S?
11.2	Há treinamento para essa prática?