

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ – FAG
GUSTAVO HENRIQUE GERVASONI

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA *LEAN CONSTRUCTION* EM UM CONDOMÍNIO
HABITACIONAL NA CIDADE DE CASCAVEL - PR**

CASCAVEL - PR

2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ – FAG
GUSTAVO HENRIQUE GERVASONI

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA *LEAN CONSTRUCTION* EM UM CONDOMÍNIO
HABITACIONAL NA CIDADE DE CASCAVEL - PR**

Proje apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de graduação em Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Profa. Orientadora: Doutora, Engenheira Civil Ligia Eleodora Francovig Rachid.

CASCAVEL - PR

2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

GUSTAVO HENRIQUE GERVASONI

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION EM UM CONDOMÍNIO
HABITACIONAL NA CIDADE DE CASCAVEL - PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação da Professora Doutora, Engenheira Civil LIGIA ELEODORA FRANCOVIG RACHID.

BANCA EXAMINADORA



Orientadora Prof. Doutora **LIGIA ELEODORA FRANCOVIG RACHID**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil



Professor Mestre **IZAN GOMES DE LACERDA**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil



Professor Mestre **RODRIGO TECHIO BRESSAN**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil

RESUMO

As empresas de construção civil passam por um período de recursos escassos para realização de empreendimentos. Desta forma, as empresas buscam para se manterem competitivas, melhorias nos sistemas de produção, maior cuidado com os canteiros de obras em relação à logística, armazenagem adequada dos materiais, entre outros, isto para reduzir os custos das edificações. Posto isto, o objetivo deste trabalho foi estudar os canteiros de obras quanto a aplicação dos princípios da *Lean Construction* em um conjunto habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Cascavel – PR. A metodologia utilizada foi a quantitativa-descritiva usando a técnica de coleta de dados por meio de aplicação de questionário, visitas ao canteiro de obra e registros fotográficos. Os resultados obtidos foram analisados e comparados com a bibliografia existente sobre o assunto. No canteiro de obra foram observadas algumas falhas referentes ao método construtivo, como por exemplo, a falta de informação na área técnica do canteiro sobre o andamento da produção, mas em sua maioria os princípios são aplicados pela empresa, como por exemplo, a maneira como administram seus estoques e o bom uso que fazem dos dados obtidos referentes à qualidade dos seus produtos. A cultura de planejamento e controle de obra pelos envolvidos é de suma importância para se obter êxito na aplicação das metodologias, neste caso a *Lean Construction*.

Palavras-chave: Canteiro de obras. Logística. Cultura profissional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação do canteiro de obra.....	23
Figura 2: Amostra das obras em estudo.....	24
Figura 3: Instalação administrativa.....	24
Figura 4: Refeitório.....	25
Figura 5: Estoque de materiais pesados.....	25
Figura 6: Estoque de materiais leves.....	26
Figura 7: Materiais hidráulicos.....	26
Figura 8: Estoque de formas e escoras.....	27
Figura 9: Canteiro de obra e suas ocupações.....	30
Figura 10: Equipamento utilizado para movimentações de materiais.....	31
Figura 11: Plataforma elevatória.....	31
Figura 12: Padronização com o uso de formas.....	33
Figura 13: Caçamba para entulho.....	34
Figura 14: Elementos pré-fabricados.....	35
Figura 15: Indicador de desempenho.....	37
Figura 16: Quadro cronograma de obra.....	37
Figura 17: Almoxarifado do canteiro.....	38
Figura 18: Portas para serem instaladas.....	39
Figura 19: Depósito de materiais.....	41
Figura 20: Aplicação de impermeabilizante.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: 7 Grandes perdas.....	14
Quadro 2: Grau de satisfação da aplicação de cada princípio.....	43

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	9
1.1 INTRODUÇÃO.....	9
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo geral.....	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
1.3 JUSTIFICATIVA.....	10
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	11
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	11
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	12
CAPÍTULO 2.....	13
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1.1 Produção Enxuta.....	14
2.1.2 Classificação das perdas segundo o Sistema Toyota de Produção.....	14
2.1.3 Construção Enxuta.....	15
2.1.4 Construção convencional <i>versus Lean Construction</i>	19
CAPÍTULO 3.....	22
3.1 METODOLOGIA.....	22
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa.....	22
3.1.2 Caracterização da amostra.....	22
3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados.....	27
3.1.4 Análise dos dados.....	27
CAPÍTULO 4.....	29
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
4.1.1 Canteiro de obra em estudo.....	29
4.1.2 Primeiro princípio.....	30
4.1.3 Segundo princípio.....	32
4.1.4 Terceiro princípio.....	32
4.1.5 Quarto princípio.....	33
4.1.6 Quinto princípio.....	34
4.1.7 Sexto princípio.....	35
4.1.8 Sétimo princípio.....	36

4.1.9 Oitavo princípio.....	38
4.1.10 Nono princípio.....	40
4.1.11 Décimo princípio.....	40
4.1.12 Décimo primeiro princípio.....	42
4.2 Síntese do capítulo.....	43
CAPÍTULO 5.....	45
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
CAPÍTULO 6.....	46
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICE.....	50

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil brasileira, segundo Sarcinelli (2008), destaca-se cada vez mais na economia, podendo ser considerado um ramo de grande influência no desenvolvimento do país.

Por outro lado, a construção civil apresenta problemas desde a concepção até a execução de uma obra. Sarcinelli (2008) diz que o setor da construção civil sempre foi objeto de críticas, principalmente, em virtude dos altos custos e da baixa produtividade. Também se caracteriza por utilizar processos pouco produtivos gerando, conseqüentemente, muito desperdício, o que leva a problemas relacionados à competitividade das empresas.

Uma arma relevante para aumentar a competitividade das empresas de construção civil pode ser traduzida no planejamento racional das atividades de produção e a baixa eficiência e qualidade na construção civil, apontadas por Isatto *et al.* (2000), têm relação com a falta de planejamento e gerenciamento das obras.

Na década de 1940, a Toyota começou a desenvolver o Sistema Toyota de Produção, era um período pós-guerra e eles estavam motivados em produzir bens com os mesmos recursos. Porém, com uma produção mais eficiente, surge então, *Lean Toyota Production System (TPS)*, com foco na eliminação de desperdícios e implementação de estoque zero.

Na década de 1970, aparece, no interesse pela qualidade em diversos setores do sistema produtivo e na década de 1980, a construção civil começou a implementação da Gestão da Qualidade Total (TQM), percebendo que poderia melhorar o nível de controle dos seus processos produtivos e a adoção da filosofia de *Lean Production* se tornava cada vez mais evidente no setor da construção civil brasileira.

Assim, na década de 1990, foi construído um novo referencial teórico para adaptar o *Lean Production* no gerenciamento dos processos na construção civil, devido à peculiaridade do setor, sendo denominado de *Lean Construction*, com o objetivo de aumentar a competitividade da empresa no mercado, desde a fase de projetos e planejamento até a execução de obras.

De acordo com Antunes Junior *et al.* (2008), deve-se projetar sistemas de produção que sejam capazes de responder a uma demanda de produtividade do mercado, de forma eficiente e eficaz, sendo o marco histórico da filosofia *Lean Construction* (Construção

Enxuta) a publicação de um trabalho desenvolvido por Lauri Koskela em 1992, na Finlândia, que adaptou e disseminou o trabalho e apresentou os princípios do *Lean Construction*.

Bernardes (2010) comenta que a base conceitual da *Lean Construction* pode trazer benefícios e melhoria nos sistemas de produção, mediante a aplicação dos seus princípios básicos.

É seguindo esse contexto, que os princípios da Construção Enxuta, na construção civil, podem mudar o padrão de elaboração de todos os processos e, com isso, as empresas construtoras consigam sobreviver, aumentar seus lucros e conquistar vantagens competitivas no novo cenário, sendo este o objetivo deste trabalho, ou seja, estudar como estão sendo aplicados os onze princípios do método *Lean Construction* por uma Construtora em um conjunto habitacional na cidade de Cascavel-PR.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Estudar a aplicação da *Lean Construction* na construção de um condomínio habitacional na cidade de Cascavel – Paraná.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Verificar o planejamento, organização e controle do estoque de materiais;
- b) Analisar como se dá a aplicação da *Lean Construction* no *layout* e na logística do canteiro;
- c) Apresentar a aplicação dos 11 princípios da *Lean Construction* no canteiro de obra do conjunto habitacional.

1.3 JUSTIFICATIVA

É necessário discutir melhorias na indústria da construção civil, afinal, ela compõe uma parcela importante da economia brasileira representando uma parte significativa do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro. Isso se justifica por ser um setor que necessita de elevados custos de produção para gerar seu produto final, tanto em termos de mão de obra quanto de

materiais. O mercado brasileiro experimentou as ações governamentais que resultaram na estabilidade da economia, por meio do êxito da política monetária adotada pelos últimos governos brasileiros.

Com o comentário anterior, fica evidente que várias empresas do setor de construção utilizaram grandes volumes de recursos destinados a obras em várias regiões do país, o que favoreceu a construção civil e muitas famílias que não tinham suas moradias, mas o cenário que se apresenta atualmente, não é nada animador. Percebe-se, cada vez mais, uma competição acirrada entre as empresas para se manterem no mercado, muitos aspectos podem ser mencionados em todas as fases de um empreendimento, sendo uma delas o processo produtivo, no qual ainda não há uma padronização, tornando-os mais eficientes.

Vendramini *et al.* (2011) dizem que o modelo de construção que predomina no Brasil é ineficaz e resulta em um alto índice de desperdícios e vários problemas relacionados à mão de obra. Por isso, a necessidade de buscar um novo modo de construção que gere vantagens em relação aos custos, qualidade, flexibilidade e inovação, tendo assim um processo produtivo mais saudável e sustentável.

Quanto a aplicação do método da Produção Enxuta, pode-se dizer que é uma maneira de romper com os paradigmas relacionados à construção, principalmente, no processo de produção rudimentar que se utiliza na construção civil. Com a filosofia da *Lean Construction*, pode-se chegar em uma forma de produção atrelada às novas tecnologias que sejam mais eficazes, possibilitem o acesso aos benefícios da evolução para que empresas sobrevivam, gerem mais empregos, mais qualidade nas obras e, sobretudo, gerem lucro.

O presente trabalho estudou a aplicação dos conceitos de *Lean Construction* na construção civil em um conjunto habitacional, na cidade de Cascavel-PR, levantando quanto dos princípios que estão sendo aplicados pela construtora estão impactando de forma positiva ou negativa a execução dos serviços na obra.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Nas etapas de planejamento, produção e controle dos processos construtivos, a construtora aplica os princípios da *Lean Construction*?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

O conceito sobre *Lean Construction* mostra o que se deve fazer para enxugar o processo e onde está sendo aplicado, sendo muito importante manter uma linha de produção sólida, ter um estoque suficiente para que não provoque interrupções na obra e, ao mesmo tempo, manter um espaço físico livre para movimentações de máquinas, equipamentos e funcionários.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi limitada ao canteiro de obra de um conjunto habitacional de interesse social composto por dez blocos com 192 unidades, em um bairro na cidade de Cascavel, Paraná. Atualmente, oito blocos se encontram na fase de acabamentos e limpeza para entrega, nos outros dois blocos estão sendo realizadas a impermeabilização dos pisos e paredes para receber o revestimento cerâmico.

Os dados da pesquisa foram obtidos com questionários e planilhas para coletar e organizar as informações que foram realizadas por inspeção visual nas instalações do canteiro de obra para identificar como e onde foram aplicados os princípios da *Lean Construction*. Restringe-se, a pesquisa, à identificação do método na prática e apresentação dos dados referentes ao aproveitamento dos princípios propostos pela construção enxuta.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, será abordado o surgimento do método *Lean Construction*, os princípios da filosofia e como ele é aplicado na construção civil.

2.1.1 Produção enxuta

A produção enxuta surgiu na fábrica da *Toyota Motor Company*, no século XX, com o objetivo de fabricar produtos com elevados índices de qualidade e baixo custo, evitando desperdícios (SCHLUNZEN JUNIOR, 2003).

Em agosto de 1945, após o Japão perder a guerra, a Toyota marcou o seu reinício. A empresa sentiu a necessidade de reestruturar seu modo de produzir, devido às características internas do mercado japonês (CORRÊA; CORRÊA, 2004).

Então, Ohno e Toyoda realizaram estudos de modelos de sistemas de produção norte-americanos, os quais tinham o objetivo de produzir altas quantidades de um número baixo de modelos de carro e adaptaram os conceitos obtidos para a realidade japonesa. Dessa forma, com mão de obra reduzida e poucos recursos à disposição para investimentos, os profissionais japoneses desenvolveram um sistema que vinculava os benefícios da produção artesanal com operários altamente qualificados e ferramentas flexíveis para produzir, precisamente, o que o consumidor desejava, ou seja, buscaram as vantagens da produção em massa, com elevada produtividade e baixo custo (WOMACK; JONES, 2003).

A aplicação desses novos conceitos na indústria japonesa consolidou o Sistema Toyota de Produção, também chamado de Produção com Estoque Zero (CORIAT, 1994).

O termo Produção Enxuta, segundo Koskela (1992), refere-se ao uso intensivo de ideias de uma nova filosofia de produção, a qual pode ser chamada, também, de mentalidade enxuta, sendo a forma de pensar ou enxergar a produção por meio da Produção Enxuta. Womack e Jones (1998, p. 03) dizem que “o pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz”. Tal colocação pode ser complementada com a afirmação de Rother e Harris (2001), pois ambos dizem que o objetivo principal de produzir, é obter fluxo contínuo.

Liker (2005) afirma que um dos principais motivos da criação da produção enxuta foi a carência de processos rápidos e flexíveis que entregassem o que os clientes desejavam, quando o desejavam, com uma qualidade excelente e um custo reduzido.

Rizzo (2012), menciona que a produção enxuta surgiu com o objetivo de melhorar os procedimentos e processos por meio da redução de perdas, trazendo, em sua bagagem, a otimização, redução do custo de produção, flexibilidade do processo, produção atrelada à demanda com excelente qualidade e mantendo o compromisso com o cliente e fornecedores.

O princípio da automação, pilar do Sistema Toyota de Produção, consiste em parar um processo automaticamente assim que ocorra uma falha na produção, evitando a produção de produtos defeituosos que geram desperdícios. Mesmo quando uma linha de produção é operada manualmente, os operadores são capazes de parar a produção para que o erro seja corrigido ou até mesmo para prevenir uma possível falha no processo (OHNO, 1997).

2.1.2 Classificação das perdas segundo o Sistema Toyota de Produção

Pádua (2014), diz que as perdas nos processos são os principais fatores que contribuem para a redução do valor agregado dos produtos e para o aumento do custo final dos produtos, devido a inclusão das etapas de fluxo, que não agregam valor ao produto final. Assim, Ohno (1997) e Shingo (1996) realizaram estudos para identificar os tipos de perda que são passíveis de ocorrerem em processos industriais de manufatura. Essas perdas constituem as 7 grandes perdas, que são explicadas no Quadro 1.

Quadro 1: 7 Grandes perdas.

Item	Perdas	Explicação
1	Superprodução	Esconde outros tipos de perda, como as decorrentes da espera do processo, e espera e também perdas por produtos defeituosos. A superprodução ocorre quando, se produz uma quantidade maior do que a necessária, ou pela produção em excesso, por antecipação.
2	Espera	Caracteriza-se pelo conjunto de itens não processados que aguardam o processamento, inspeção ou transporte de um conjunto de itens subsequentes. Perda, essa que, é diretamente ligada à sincronização e nivelamento do fluxo de produção, cuja falha acarreta espera por parte dos operários e gera queda na taxa de utilização dos equipamentos de produção.
3	Transporte	Quando esta etapa não agrega valor ao produto final, mas sim apenas custo. Para reduzir esse tipo de perda deve-se eliminar ao máximo a movimentação dos insumos. Isso é

		obtido com o melhoramento do <i>layout</i> dos estoques e do ambiente de trabalho.
4	Processamento	Quando são executadas atividades desnecessárias durante a fase de processamento, que não agregam valor ao produto final. Esse tipo de perda pode ser evitado quando a produção é questionada, há necessidade de produzi-los, analisando se agregará algum valor que o cliente espera do produto final.
5	Estoques	Quando a quantidade de materiais em estoque ultrapassa o necessário para produção. Os estoques existem justamente pela falta de sincronia entre o prazo de entrega do pedido e o prazo necessário para produção. Deve-se manter um nivelamento de produção, para que haja uma fluidez no processo de produção.
6	Movimentações desnecessárias	Quando os operários geram as perdas por movimentação, estas sendo facilmente identificadas pela falta de padronização de operações, que é essencial para a racionalização dos movimentos dos trabalhadores.
7	Elaboração de produtos defeituosos	Quando são fabricados produtos que não atendem às especificações ou requisitos de qualidade especificados em projeto. Por isso, a importância de manter inspeções antes da produção para prevenir erros e dar retorno para as equipes identificarem e solucionar as causas desses erros. Os sistemas de controle de qualidade são os grandes responsáveis pela diminuição dessas perdas.

Fonte: Adaptado pelo Autor (2019) de Ohno (1997) e Shingo (1996).

2.1.3 Construção enxuta

A aplicação da filosofia da produção enxuta na construção civil, resultou no termo Construção Enxuta, mas a indústria da construção civil, por muitos anos, não aceitou novas ideias de produção enxuta, por acreditar que na construção tudo fosse diferente e, por outro lado, todos os projetos mantêm o objetivo que é atender os requisitos do cliente (HOWEL, 1999).

Segundo Formoso (2002), existe uma diferença fundamental entre os métodos clássicos de gerenciamento e a filosofia enxuta, o método clássico segue um modelo no qual a produção é focada no gerenciamento do projeto dividindo-o em atividades. Já, com a mentalidade enxuta, segue-se um modelo de fluxo contínuo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sem que sejam desconsiderados os processos de transportes, espera, processamento e inspeção. Processos estes que, quando desconsiderados pela metodologia convencional, pelo fato da separação por etapas das atividades, tais perdas passam despercebidas.

O setor da construção civil é marcado por fragmentar suas atividades, ou seja, terceirizar os serviços. Isso acaba sendo um desafio para a filosofia enxuta, pois o método propõe que o gerenciamento seja feito por meio do fluxo de valor e não pelas partes fragmentadas (*LEAN INSTITUTE BRASIL*, 2018).

Para se fazer uso adequado do método da construção enxuta, deve-se, primeiramente, entender como as interdependências e as variabilidades de cada uma das atividades influenciam no projeto como um todo. Outra questão é a necessidade de manter um fluxo de trabalho no qual as variações não causem ociosidade nas frentes de trabalho (HOWEL, 1999).

O *Lean Construction Institute* (2017) publicou que as principais diferenças entre o método enxuto e os demais métodos de gestão são:

- i. O controle tende a ser de monitoramento dos resultados para fazer as coisas acontecerem de forma que se mantenha um planejamento que garanta um confiável fluxo e um horizonte de resultados já esperados;
- ii. Focar em atividades que geram valor ao invés de focar em atividades que não geram valor é um princípio que atinge os projetos globais e não de cada atividade separa;
- iii. As práticas tradicionais costumam definir valor junto com a concepção dos projetos, já o método enxuto define valor ao longo de todo o projeto;
- iv. As atividades são coordenadas com base no modelo de produção puxada, em que a produção segue a demanda dos clientes, ao contrário do modelo tradicional no qual uma pessoa é responsável por gerenciar os recursos e coordenar o trabalho;
- v. O método descentraliza responsabilidades e deixa todos os funcionários por dentro do projeto, em um processo de empoderamento.

A empresa de consultoria McKinsey (2017) relata que a produtividade da construção civil cresceu a uma taxa média de 1% ao ano durante o período de 1997 e 2017, enquanto a produtividade global cresceu em média 2,8% ao ano e a indústria de manufatura cresceu 3,6% ao ano no mesmo intervalo de tempo.

Ainda, segundo o estudo da Mckinsey (2017), a construção civil deixa de arrecadar 1,63 trilhões de dólares por ano em relação à economia global.

O método *Lean* é uma saída para reverter o desagrado do consumidor em relação aos resultados da construção civil. A construção civil não é a única a enfrentar esse problema, o mesmo se espalha pelo sistema. Os contratantes, engenheiros, arquitetos e fornecedores

acabam introduzindo grande quantidade de desperdícios no sistema que gera uma falta de confiança que, por sua vez, forma um sistema de dupla checagem e enorme quantidade de especificações para cobrir burocracias.

Segundo Koskela (1992), o método da construção enxuta é formado por onze princípios, sendo eles:

1. Redução das atividades que não agregam valor: permite aumentar a eficiência e reduzir as perdas dos processos, não só pelo fato de aumentar o desempenho das atividades de conversão e de fluxo, mas também por eliminar algumas atividades;
2. Aumentar o valor da saída atendendo os requisitos do cliente: deve estar clara a necessidade do cliente final e do cliente da atividade posterior, e levar isso em consideração desde o projeto do produto até a gestão da produção;
3. Redução da variabilidade: um produto que mantém uniformidade costuma agradar mais os clientes que os consomem, e a utilização de processos que seguem um padrão, tendem a reduzir a variabilidade tanto nas atividades de conversão como nas de fluxo; padronização produto;
4. Reduzir o tempo de ciclo: este princípio está relacionado à necessidade de diminuir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo. A redução do tempo de ciclo também melhora o desempenho na gestão dos processos, o produto é entregue mais rápido ao cliente, aumenta o efeito aprendizagem, melhora a estimativa de futuras demandas e mantém uma maior flexibilidade; tempos para execução, “produtos pré-moldados”, produtos prontos, ou é só aplicar;
5. Minimização do número de passos e partes: sistemas mais simples tendem a ser mais confiáveis e ter um baixo custo. Em sistemas construtivos racionalizados é comum o uso deste princípio. Isso costuma ocorrer pelo fato de que os processos dependem entre si, se houver variabilidade entre os processos a tendência é que ocorram interferências entre as equipes;
6. Melhor flexibilidade dos produtos: trata-se de diminuir os lotes de produção para tentar ajustar ao tamanho da demanda, reduzir as complexidades dos processos e melhorar o conhecimento e o desempenho dos trabalhadores;
7. Melhor transparência do processo: um processo transparente tende a facilitar a identificação dos erros que podem ocorrer no sistema de produção, isso também aumenta a disponibilidade de informações que facilitarão a execução

das tarefas. Este princípio serve de mecanismo para familiarizar a mão de obra com o sistema de produção e facilitar no desenvolvimento de melhorias;

8. Manter o foco no controle global: é necessário que haja, pelo menos, uma autoridade que faça o controle de todo o processo e, que este processo, esteja inteiro mensurado;
9. Introduzir a melhoria contínua ao processo: existem atividades que devem ser feitas continuamente, como a redução do desperdício e o aumento de valor. Existem alguns métodos para tal finalidade, como manter medição e monitoramento das melhorias propostas, estabelecer metas esticadas, todos os operários devem estar por dentro e serem responsáveis por melhorias, manter sempre um desafio pela busca de caminhos adequados e ter ligação das melhorias ao controle;
10. Balancear melhorias nos fluxos por meio de melhorias nas conversões: para ter fluxos melhorados requer menos capacidade na conversão. Já, fluxos mais controlados, tornam a implantação de novas tecnologias de conversão mais fáceis e essas podem gerar baixa variabilidade, beneficiando os fluxos;
11. *Benchmark*: trata de uma pesquisa externa para encontrar melhorias internas, pesquisa essa feita em concorrentes. Para tal processo, é necessário conhecer os líderes no mercado para compreender e comparar as melhores práticas, trazendo, então, os melhores encaminhamentos para o seu negócio.

Além de colaborar para o alcance das metas com excelência, a mentalidade enxuta proporciona visão mais sistêmica das necessidades do cliente. A empresa que adota esta forma de pensar e agir, é vista como sinônimo de flexibilidade, velocidade e confiabilidade pelo fato de que trabalha com baixo custo e mantém um elevado índice de qualidade. Além disso, as empresas que utilizam o método *Lean* conseguem eliminar os desperdícios e reduzem seus estoques, comprando somente o necessário e no momento em que será utilizado, fazendo uso da mão de obra e dos recursos disponíveis (SANTOS, 2010).

Uma das definições mais gerais é de que a *Lean Construction* é uma forma de desenhar o sistema de produção de forma a minimizar o desperdício de materiais, o tempo e o esforço de forma a gerar o máximo possível de valor. De forma homóloga, define-se *Lean Construction* como uma estrutura holística de desenho e filosofia de fornecimento, cujo objetivo é maximizar o valor para todos os envolvidos no projeto. Isto através de uma forma sistemática, sinérgica e com melhoria contínua nos contratos, do desenho do produto, do

desenho do processo de construção e dos métodos de seleção, da cadeia de fornecimento, e da confiança no fluxo de trabalho e nas operações de estaleiro. É por tudo isto que cada vez mais, a *Lean Construction* se assume como um novo paradigma para a gestão de projetos de construção (ABDELHAMID e SALEM, 2005).

2.1.4 Construção convencional *versus* *Lean Construction*

Os projetos estão cada vez maiores e se mostram mais incertos e complexos. Os modelos e técnicas de gestão convencionais não funcionam tão bem nos projetos de grande escala e são extremamente dinâmicos. Esta gestão passa, sobretudo pelo planejamento, controle e execução, segundo o paradigma da Gestão de Projeto (PENEIROL, 2007).

Segundo Ballard e Howell (1996), existe a necessidade de controlar a gestão dos processos dos projetos e não somente os seus resultados. Tradicionalmente os resultados são medidos em termos de custo e prazos, e estes indicadores só poderão ser verdadeiramente utilizados para decisões em projetos dinâmicos se o respectivo sistema de gestão estiver sob controle. O primeiro indicador da boa ou má execução do controle é a confiabilidade do planejamento da produção, o controle altera-se conforme os projetos.

Segundo o modelo clássico de controle, onde os objetivos do projeto são assumidos como fixos e os meios para atingi-los são somente alteráveis, quando é necessário recuperar uma falha de desempenho face ao plano inicialmente estabelecido. Melhor dizendo, o sistema de controle de projeto tradicional verifica, sobretudo, qual é o afastamento que existe em relação aos objetivos inicialmente estipulados em termos de custo, prazo e qualidade, assim as ações tomadas são em função dessas leituras. Posto isto, a função de controle em um sistema tradicional é feita para dizer se o plano será cumprido e para promover uma reação em função dos dados obtidos. No entanto, este nada informa acerca das causas para o não cumprimento de determinadas datas ou objetivos planejados (BALLARD e HOWELL, 1996).

Para Howell e Koskela (2000) a gestão de projeto corrente revela-se insuficiente por diversas razões:

- Desconsidera-se a incerteza presente na abrangência e nos métodos do projeto;
- Considera-se a relação entre atividades simples e sequencial quando na realidade é mais complexa;
- As fronteiras das atividades são tidas como rígidas, mas na verdade raramente o começo de uma atividade está em função da anterior;

- Preocupa-se com o resultado obtido em cada atividade, fazendo com que haja uma perspectiva egoísta de melhoria para cada uma sem se preocupar com o impacto que possa ter nas restantes ou no processo global;
- A gestão da produção está excluída da gestão de projeto.

De forma diferente, pela abordagem *lean*, na gestão de projeto desenha-se um sistema de controle que tenta garantir que o plano é concretizado. O próprio sistema estabelece-se como uma moeda de duas faces que vai girando entre planeamento e controle da produção. Um conceito chave do *Lean Construction* na fase de execução é o de que uma tarefa só deve ser iniciada – ou colocada no planeamento semanal /execução – caso tudo o que é necessário para concluir com sucesso esteja resolvido antecipadamente.

No caso de uma tarefa não ser realizada, o sistema recebe rapidamente *feedback*. Logo, a causa pode ser identificada e ser seguido o rasto desta até à raiz do problema. Com esta informação a gestão pode tomar medidas preventivas e corretivas e pode utilizar a informação reportada para melhorar o processo de planeamento (BALLARD e HOWELL, 1998).

Em vez de se ter uma gestão reativa, processa-se uma gestão proativa. Tradicionalmente na construção parte-se o projeto no início, de forma discreta, em tarefas que tentam ser geridas e otimizadas de forma individual. Mas esta perspectiva de planeamento, embora possa parecer fazer sentido, torna-se insuficiente e raramente se consegue traduzir uma situação real, visto que se assume de forma simples prazos e custos e desconsidera-se a maioria das relações complexas entre tarefas. São essas relações que fornecem grande variabilidade.

A coordenação entre as organizações ou equipes é basicamente controlada pelo plano geral que estabelece a sequência das atividades e determina, quando cada uma começa e quanto tempo dura. Custos, erros e aprendizagem são reconhecidos, egoisticamente, para cada atividade. Quando são necessárias melhorias de produção, especificamente dos índices de controle, a solução frequentemente adotada para acelerar as atividades é aumento de recursos (BALLARD e HOWELL, 1998).

Ballard e Howell, (1998b), mencionam que, com o planeamento *Lean* tenta-se lidar com as imprevisibilidades de forma a reduzir a variabilidade na construção. Isto passa em grande parte pela gestão da interação entre atividades. Esta ação advém de um princípio simples: a necessidade de criação de um fluxo de trabalho fiável em termos globais de projeto que é o nosso sistema de produção. O trabalho não é exclusivamente ditado pelo que está no plano geral, mas também é estabelecido pelo executor, de forma a ser o mais realista possível.

Este planejamento detalhado em curto prazo permite estabelecer considerações sobre materiais, equipamentos, mão de obra, informação, condições atmosféricas, se a equipe e a atividade precedente são viáveis e se estará concluída a tempo, ou seja, sobre os subfluxos ou pré-requisitos para largada da atividade. Tais considerações seriam impossíveis na fase de concretização do planejamento geral, que é feita a grande distanciamento do momento de execução. Assim o redesenhar o sistema de planejamento ao nível da execução, é a chave para assegurar um fluxo de trabalho fiável (BALLARD e HOWELL, 1998b).

O controle na *Lean Construction* estabelece ações específicas, tendo em conta critérios, que permitem definir se a tarefa pode ser concluída como planejado, caso não seja concluída são identificadas as razões e tomadas as medidas cabíveis. Logo, o planejamento *Lean* é uma redução progressiva da incerteza, de forma a assegurar que as tarefas a serem executadas estão livres de compressões, sendo feita a sua análise segundo as categorias de subfluxos já referidas (Howell e Koskela, 2000).

Os mesmos autores Howell e Koskela, (2000) afirmam que a variação do fluxo de trabalho do resultado será menor. Também aumenta a percepção de que esta redução permite que os custos e os prazos sejam reduzidos. A duração é reduzida, pois o trabalho é melhor sincronizado com a mão de obra e recursos. O custo diminui porque um fluxo de trabalho previsível, permite entregas na hora certa das encomendas e há cumprimento das condições de início de atividade e a diminuição de desperdício. Por último, o valor é garantido entre as várias partes através de um diálogo interativo em que se definem fins e meios.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa de campo, uma fase que foi realizada após o estudo bibliográfico para que o pesquisador tivesse um amplo conhecimento sobre o assunto. Foi nesta etapa que se atingiu os objetivos da pesquisa, qual foi o meio de coleta de dados, tamanho da amostra em estudo e como estes dados foram analisados.

Dentre os tipos de pesquisa de campo, a utilizada no presente estudo foi a quantitativa-descritiva a qual Marconi e Lakatos (1996), definem como uma investigação empírica, com o objetivo de conferir hipóteses, delineamento de um problema, análise de um fato, avaliação de programa e isolamento de variáveis principais. É uma pesquisa quantitativa, que usa técnica de coleta de dados por meio de roteiro de entrevistas, questionários, formulários, etc.

A pesquisa foi realizada no canteiro de obras de um condomínio habitacional na cidade de Cascavel, no Paraná, para verificar os locais e as atividades que a empresa está aplicando o método *Lean Construction*. O estudo foi feito por meio de questionário baseando-se nos onze princípios da *Lean Construction*, visitas no canteiro de obras e ao escritório da empresa para avaliar a aplicação do método.

Os dados coletados foram analisados e comparados com a bibliografia existente sobre o método no intuito para identificar quais dos onze princípios da *Lean Construction* foram aplicados pela empresa e qual a porcentagem de aproveitamento de cada princípio.

3.1.2 Caracterização da obra

O estudo foi realizado em um conjunto habitacional localizado em um bairro na cidade de Cascavel, Paraná. Neste local possui um canteiro de obra com área total aproximada de 190.000m² e será apresentado na Figura 1, pode-se visualizar o espaço em verde que é a área disponível de utilidade pública e os espaços em amarelo apresentam as áreas destinadas a espaços comerciais e de serviços.

Figura 1: Delimitação do canteiro de obra.



Fonte: Empresa (2019).

A Figura 2 ilustra as áreas das instalações provisórias, no espaço contornado em vermelho estão as edificações prontas e já habitadas, com 16 blocos que somam 512 unidades residenciais. Os espaços marcados em azul correspondem às obras em andamento, que foram os objetos de estudo deste trabalho, são 10 blocos totalizando 192 unidades habitacionais, oito blocos se encontram na fase de calafate e limpeza para serem entregues, duas torres estão na etapa de impermeabilização de paredes e revestimento cerâmico de pisos. A marcação em amarelo destaca os espaços utilizados para guarda de materiais e onde ficam o espaço administrativo e o refeitório do canteiro.

Figura 2: Amostra das obras em estudo.



Fonte: Google Maps (2019).

Esta obra conta com 40 funcionários que são registrados pela empresa e mais 60 funcionários terceirizados, no canteiro de obras há três depósitos cobertos, área aberta para guarda de materiais e produtos, refeitório e espaço administrativo.

Na Figura 3 está apresentada a instalação administrativa do canteiro de obra.

Figura 3: Instalação administrativa.



Fonte: Autor (2019).

Na Figura 4 está ilustrado o refeitório do canteiro.

Figura 4: Refeitório.



Fonte: Autor (2019).

O canteiro também possui locais para estoques, que são cobertos, e guarda de materiais, na Figura 5 é apresentado um dos locais, sendo este utilizado para abrigo de materiais brutos (cimento, cal, argamassa).

Figura 5: Estoque de materiais pesados.



Fonte: Autor (2019).

Figura 6: Estoque de materiais leves.



Fonte: Autor (2019).

E na Figura 6, é um espaço destinado à guarda de materiais com pequeno volume e as ferramentas (fita adesiva, acabamentos elétricos).

No canteiro de obra também há espaços abertos para guarda de materiais hidráulicos, como tubulações e equipamentos, como se observa na Figura 7.

Figura7: Materiais hidráulicos.



Fonte: Autor (2019).

Figura 8: Estoque de formas e escoras.



Fonte: Autor (2019).

A Figura 8 traz o espaço utilizado para guarda das formas e escoras, utilizadas na construção dos edifícios. São armazenadas sobre paletes de madeira, para não ficar em contato com o solo.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

Foram realizadas quatro visitas ao canteiro de obras para coletar dados e registros fotográficos que foram usados para ilustrar e relacionar com as atividades descritas, considerando cada um dos 11 princípios.

Para auxiliar na apresentação dos resultados foi aplicado um questionário, que se encontra no Apêndice A, composto por vinte e três questões, em três pessoas, individualmente, que são responsáveis por setores estratégicos da empresa, ou seja, a coordenadora administrativa-financeira da obra, engenheiro civil responsável técnico da obra e o mestre de obra responsável pelo canteiro. As respostas obtidas com cada um dos profissionais, foram utilizadas para justificar a movimentações no canteiro de obra.

3.1.4 Análise dos dados

Após a coleta de dados foi realizada a análise e comparando-os com o que a bibliografia apresenta sobre o assunto para, então, definir quais pontos de cada princípio do método *Lean Construction* estão sendo aplicados pela empresa na obra.

Os resultados obtidos no canteiro de obras estão apresentados em forma de tópicos, onde cada um representa um princípio do método *Lean Construction*. Em cada tópico é mostrado do que se trata o princípio, apresentado os dados obtidos referentes a este princípio e em seguida realiza-se a discussão comparando a teoria com a prática observada.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo foi realizado em um canteiro de obra na cidade de Cascavel – PR, este canteiro já possui 16 edifícios habitacionais concluídos. Cada bloco tem 4 andares, totalizando 512 unidades residenciais.

Para este trabalho foram considerados 10 edifícios que estão em fase construção com 4 pavimentos cada um, 8 deles com 16 unidades habitacionais e os outros 2 possuem 32 unidades por bloco, que juntos somam 192 unidades residenciais e 9.660m² de área construída.

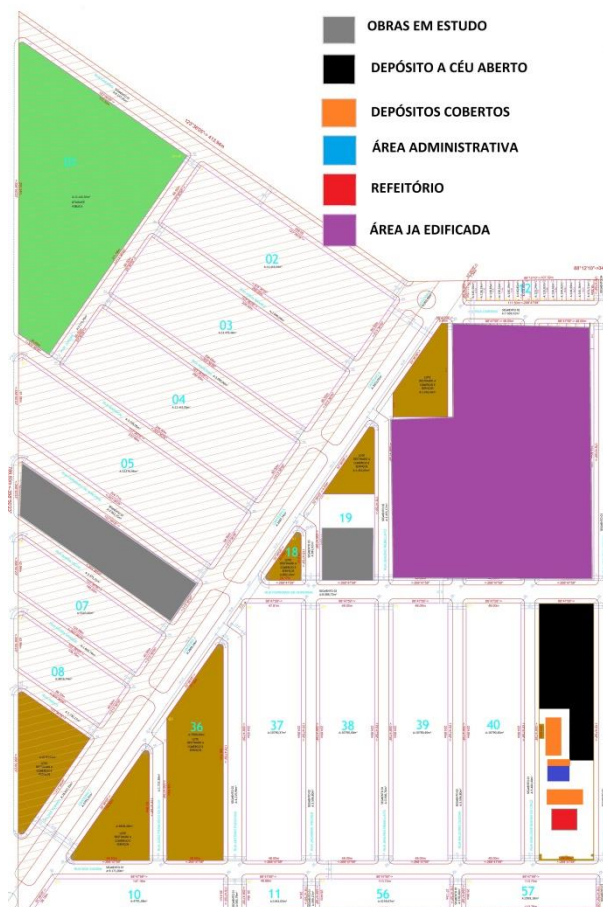
Durante as quatro visitas ao canteiro de obra foram coletadas as imagens das instalações provisórias e espaços para estoque os quais constam no capítulo 3, metodologia. Observaram-se as movimentações das equipes de trabalho, execução das tarefas e informações com os colaboradores. Todas as imagens e informações coletadas e observadas são utilizadas neste capítulo de resultados e discussões.

Aplicou-se o questionário para cada um dos profissionais, responsável administrativa-financeira, engenheiro civil responsável técnico pelo canteiro de obra e o mestre de obra responsável pelas equipes de trabalho, para que nos resultados fossem inseridos os comentários e as justificativas destes profissionais referentes às constatações verificadas no canteiro de obras.

4.1.1 Canteiro de obra em estudo

O canteiro de obra em estudo tem 190.000 m² de área total e conta com um espaço administrativo, um refeitório, três locais cobertos para estoque de materiais e um amplo espaço a céu aberto para guarda de materiais e equipamentos. As áreas ainda não edificadas do canteiro estão destinadas a futuras construções residenciais, mantendo o mesmo método produtivo do existente. A Figura 9 apresenta o canteiro de obra e suas ocupações, os espaços verdes delimitam a área para utilidade pública já os espaços em amarelo apresentam os espaços para comércio e serviços, a legenda apresentada na imagem descreve a ocupação dos espaços delimitados.

Figura 9: Canteiro de obra e suas ocupações.



Fonte: Adaptado pelo autor (2019) espaço do canteiro (2019).

Nos itens a seguir são mostrados como acontece na prática a aplicação dos 11 princípios da *Lean Construction*, ou seja, o fluxo dos materiais, do local de estoque até o produto final, considerando o processo de transporte, processamento e tempos de espera, entre outros.

4.1.2 Primeiro princípio

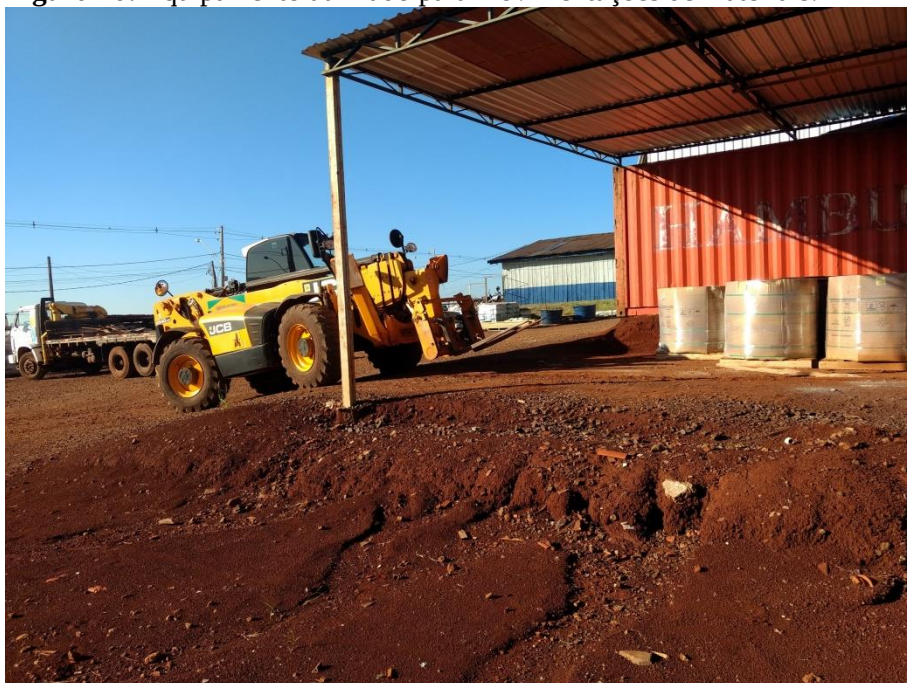
O primeiro princípio do método *Lean Construction*, trata da redução de parcela das atividades que não agregam valor.

Segundo Koskela (1992), toda e qualquer atividade que não agregue valor deve ser reduzida ou eliminada, seja ela atividade de movimentação, inspeção ou mesmo de espera.

O canteiro de obra possui um projeto de área de trabalho e utilizam o arruamento do loteamento para as movimentações, os estoques ficam em torno de 350 metros distantes das obras, todos os materiais são transportados até o local de aplicação com equipamentos, os

quais são providos de plataformas elevatórias para facilitar o trabalho em altura, nas Figuras 10 e 11 estão ilustrados os equipamentos que realizam esta atividade.

Figura 10: Equipamento utilizado para movimentações de materiais.



Fonte: Autor (2019).

Figura 11: Plataforma elevatória.



Fonte: Autor (2019).

4.1.3 Segundo princípio

Este princípio estabelece que o aumento do valor da saída de atender aos requisitos do cliente. A empresa, responsável pelo canteiro de obra, verifica a qualidade dos serviços durante a construção. Também é aplicado um questionário aos proprietários, quando recebem as chaves das unidades residenciais, as informações coletadas são analisadas por uma equipe na matriz da empresa, os dados servem de parâmetros para as construções futuras.

Para Koskela (1992), existem apenas dois tipos de clientes, o interno e o externo. O cliente interno é aquele responsável pela próxima atividade de um sistema produtivo, já o cliente externo é o cliente final. Deve-se então conhecer todos os requisitos que satisfaçam o cliente para poder adicionar valor ao produto.

Os desejos dos clientes devem ser conhecidos e analisados para que, sempre que possível, sejam implantados. Assim é possível garantir a satisfação do cliente pelo serviço realizado ou um produto ofertado (FORMOSO, 2002). Com o conhecimento da teoria e a verificação do que acontece no canteiro de obra, este princípio é aplicado nos processos do canteiro.

4.1.4 Terceiro princípio

O terceiro princípio trata da redução da variabilidade na execução dos processos de produção. Formoso (2000), afirma que quando a produção é padronizada os produtos tendem a ser mais aceitos pelo cliente.

O canteiro de obra segue um padrão próprio de execução das tarefas obedecendo as normas de execução exigidas, todos os novos colaboradores passam por treinamentos antes de iniciarem no canteiro de obra. São os estagiários do curso de engenharia civil do canteiro, os responsáveis por repassar as instruções técnicas da empresa para os funcionários, para que toda a equipe siga o mesmo padrão produtivo. E também, o canteiro é inserido no Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (**PBQP-H**) pelo Minha Casa Minha Vida e atendem a faixa salarial para quem ganha até 1,5 salários mínimos, que são para as pessoas com renda máxima de R\$ 2.600,00 (2018) e segue o padrão exigido pelo programa.

O sistema construtivo das paredes dos blocos habitacionais são paredes de concreto moldada no local, com o uso de fôrmas metálicas que servem como moldes da planta do pavimento tipo e replicam como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12: Padronização com o uso de formas.



Fonte: Autor (2019).

Quando se trata da qualidade de um produto final, diz-se respeito aos prazos que devem ser cumpridos durante a execução, é importante manter o controle da variabilidade (FORMOSO, 2000). Koskela (1992), afirma que manter a padronização de processos e atividades internas de uma obra é um dos passos para a redução da variabilidade de processo. Tendo em vista o método construtivo que a empresa utiliza, mantém-se o padrão nas execuções das etapas construtivas, destacando o aproveitamento que é apresentada no princípio.

4.1.5 Quarto princípio

Kurek *et al.* (2005), afirmam que o tempo é a unidade básica usada para medir os fluxos de um processo. Koskela (1992), menciona que o tempo de ciclo é a somatória do tempo usado nas etapas de processamento, espera, inspeção e movimentação no processo de produção de determinado produto.

Na aplicação do questionário foi observado por um dos profissionais questionados que as etapas: preparação do terreno e fundação são as que geram o maior tempo de espera e que para tentar diminuir o mesmo aumentam o número de equipamentos e colaboradores das equipes nestas etapas. Por outro lado, Grenho (2009), afirma que as mudanças das conversões e dos fluxos estão intimamente ligadas, consequentemente, melhores fluxos necessitam de menor capacidade de conversão e pede menor investimento em equipamentos.

Para esta mesma questão sob o ponto de vista de outro profissional, o tempo de espera está nas etapas finais da obra, no caso, definição dos acabamentos como cor da tinta, revestimento cerâmico, que serão aplicados nas moradias.

As movimentações dos colaboradores são observadas pelos profissionais responsáveis e para evitar grandes movimentações, são colocadas caçambas de entulhos em locais estratégicos para facilitar o descarte de resíduos, como mostra a Figura 13.

Figura 13: Caçamba de entulho.



Fonte: Autor (2019).

4.1.6 Quinto princípio

O quinto princípio aborda a minimização do número de passos e partes, que é a simplificação dos processos na forma de redução de passos existentes em um fluxo de material ou informação (KOSKELA, 1992).

Na execução das redes de esgotos das edificações foram usadas caixas coletoras de esgoto pré-fabricadas, que facilitam a instalação. Também foram utilizados elementos pré-fabricados para delimitar cada uma das vagas dos carros dos estacionamentos dos

residenciais, servem, na Figura 14 estão ilustrados que serão colocados futuramente no estacionamento para delimitar as vagas.

Figura 14: Elementos pré-fabricados.



Fonte: Autor (2019).

4.1.7 Sexto princípio

Este princípio orienta na manutenção da flexibilidade dos produtos, segundo Formoso (2002), refere-se a aumentar as possibilidades a serem ofertadas ao cliente sem que haja aumento no preço do produto.

No escritório da administração, verificou-se que todos os projetos são arquivados, antigos e novos, e constam todas as informações que servem de banco de dados para novos projetos o que possibilita alterações de produtos, execução de serviços, entre outros.

As modificações que ocorrem em projetos são todas controladas para aproveitar ao máximo os materiais já existentes no canteiro. Para Koskela (1992), a flexibilidade pode ser alcançada obtendo reduções dos estoques até se igualar a demanda.

O canteiro controla a flexibilização em seus projetos usando seu banco de dados e consegue produzir quantidades próximas a demanda por conta da rapidez do seu método construtivo com o uso de formas.

Kurek, *et. al.* (2005), garantem que além da redução dos estoques, pode-se aumentar a quantidade de colaboradores polivalentes, realizando-se as mudanças na obra, o mais tarde possível.

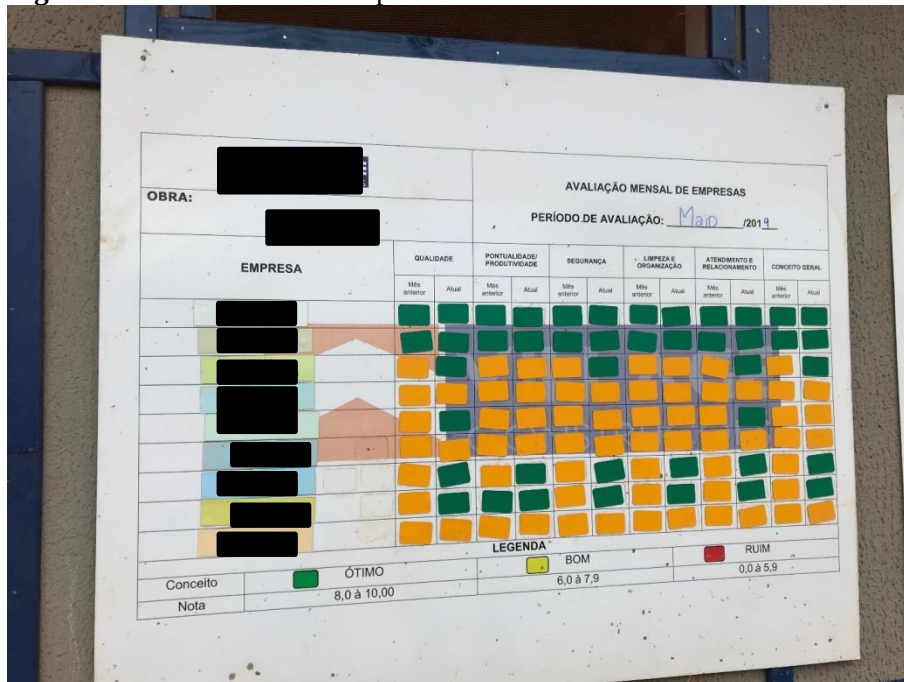
4.1.8 Sétimo princípio

O sétimo princípio defende o aumento da transparência do processo construtivo. Na área administrativa ficam dispostos vários cartazes com informações atualizadas da produção, e também empregam controle com indicadores de desempenho para avaliar materiais, empreiteiros e funcionários fixos da empresa. Estes indicadores englobam itens como qualidade, pontualidade/produtividade, segurança, limpeza e organização e atendimento/relacionamento. Na Figura 15 é apresentado um modelo de indicador de desempenho utilizado pelo canteiro, onde as empresas prestadoras de serviços são avaliadas como: ótimo, bom e ruim, em cada quesito avaliado.

Quando se adota esse princípio, Koskela (1992) comenta que é possível diminuir as ocorrências de erros durante a construção, proporcionando maior transparência aos processos produtivos e para Formoso (2002), aplicando-se esse princípio é possível exibir os pontos falhos existentes e permite um melhor acesso à informação de todos os envolvidos.

Algumas formas de melhorar a transparência do processo são citadas por Isatto *et al.* (2000): a remoção de divisórias e tapumes, para evitar obstáculos visuais; a utilização de cartazes como forma de dispositivos visuais; emprego de indicadores de desempenho e aplicação de programas para melhorar a organização e limpeza do canteiro.

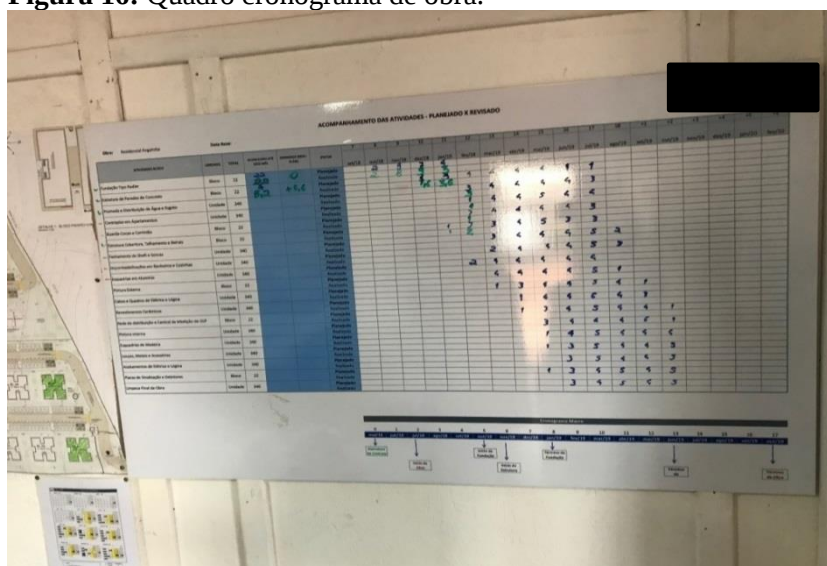
Figura 15: Indicador de desempenho.



Fonte: Autor (2019).

O canteiro utiliza o cronograma de obra, exposto no setor administrativo, para manter seus colaboradores informados do andamento da obra. Este cronograma fica disponível no quadro apresentado na Figura 16 e também em meio digital, que pode ser acessado pelos colaboradores pelo *tablet* disponibilizado pela empresa.

Figura 16: Quadro cronograma de obra.



Fonte: Autor (2019).

Com relação a novos serviços no canteiro de obra, o engenheiro responsável pontuou que sempre que for implantado um novo serviço, é realizado um treinamento com a equipe do empreiteiro de acordo com a Instrução de Serviço (IT), esse material é elaborado pelo setor de qualidade da empresa e segue as normas técnicas e boas práticas do setor. O treinamento é feito pelo responsável da qualidade em cada obra.

4.1.9 Oitavo princípio

Orienta a se manter o foco no controle global das operações, este é oitavo princípio. A obra possui planejamento à curto, médio e longo prazo, o qual é utilizado para manter o controle dos seus estoques, os quais são supervisionados pelo engenheiro civil e responsável técnico. Estes controles foram focados nos estoques que devem reduzidos, que é realizado por sistema de emissão de ordem de serviço, os materiais são organizados e nomeados com códigos numéricos referentes ao bloco e local em que serão utilizados. A Figura 17 é o almoxarifado, onde os materiais estão organizados e nominados pelas etiquetas.

Figura 17: Almoxarifado do canteiro.



Fonte: Autor (2019).

Isatto *et al.* (2000), dizem que o princípio de focar o controle no processo global gera melhoria do processo como um todo e não apenas nas etapas do mesmo. Koskela (1992), diz que o processo global deve ser mensurado e controlado para buscar a melhoria contínua da empresa.

Como a empresa é responsável pelos seus estoques, mas utiliza os serviços de mão de obra terceirizada, sempre que um novo prestador de serviço inicia um serviço, é emitida uma ordem de serviço para fornecimento de todos os materiais e a responsabilidade de zelo destes materiais são passadas para o prestador de serviço. Na Figura 18 estão apresentadas as portas que serão instaladas nos apartamentos, já sob responsabilidade do prestador de serviço e com a quantidade necessária para executar o serviço.

Figura 18: Portas para serem instaladas.



Fonte: Autor (2019).

Para Bernardes (2003), quando se tem o controle total de um processo, é possível se identificar possíveis erros, que venham a interferir no prazo da obra e corrigi-los com antecedência. Para Lorenzon (2008), os processos de produção podem atravessar vários níveis organizacionais, podendo até ir além dos limites da empresa, envolvendo clientes externos e fornecedores.

Nesta obra lida-se com fornecedores externos e também com mão de obra terceirizada, desta forma todos os processos são controlados, o estoque é o necessário para atender a demanda, há controle da entrega de materiais para se evitar desperdícios e descaso com esses materiais.

4.1.10 Nono princípio

O nono princípio aborda a introdução de melhorias contínuas aos processos da empresa. A obra possui um cronograma de reuniões a serem seguidas, tanto reuniões técnicas quanto administrativas. O mestre de obras realiza reuniões semanais com os funcionários da empresa e os terceirizados. Nestas reuniões os assuntos tratados são os andamentos dos serviços, da qualidade do que está sendo executado, pois é uma das exigências que consta no Manual da qualidade da empresa, ou seja, os parâmetros que devem ser seguidos e que em alguns serviços podem não estar sendo cumpridos.

Para Koskela (1992), estar informado de todos os processos da produção, facilita o reconhecimento dos resultados da empresa e também contribui para facilitar a escolha de soluções mais eficazes.

Para introduzir a melhoria contínua nos processos Pozzobon *et al.* (2004), destacam: adoção de caixa de sugestões para obter opiniões de clientes e colaboradores, premiação pelo cumprimento de tarefas e metas, oferta de medalhas por distinção e estabelecimento dos planos de carreira.

O exposto pelos autores verificou-se que na obra há iniciativas de apoio como premiação por produção e cumprimento de metas, além das reuniões para discutir possíveis melhorias nas construções.

4.1.11 Décimo princípio

Balancear os fluxos por meio de melhorias na conversão é o que trata o décimo princípio. Melhorar as conversões dos fluxos é mais do que observar os processos, é analisar o que pode ser melhorado, independentemente de serem conversões ou fluxos (REZENDE *et al* 2012).

Em resposta a esta questão que está no questionário aplicado, para este princípio, o engenheiro responsável afirma que os fluxos de todas as atividades são planejados ainda na fase de projeto e que há uma preocupação em manter uma racionalidade nas movimentações dentro do canteiro de obra. Na Figura 19 é apresentado um depósito de materiais da empresa, que mostra uma falta de racionalidade e organização, que poderia melhorar o processo de movimentação.

Figura 19: Depósito de materiais.



Fonte: Autor (2019).

Isatto *et al.* (2000), mencionam que antes de avaliar se é possível introduzir novas inovações tecnológicas, devem-se eliminar todas as possíveis perdas nas atividades de transporte, estoque e inspeção dentro do processo. E observando a imagem da Figura 19, a falta de racionalidade dentro deste espaço pode gerar atrasos nas movimentações destes materiais, mesmo com o auxílio de equipamentos.

Outro fator abordado neste princípio são as inovações tecnológicas, que eles apresentam é o método construtivo como a maior delas, procuram sempre novas formas para melhorar os processos, como exemplo, citaram a aplicação de uma pintura impermeabilizante (Figura 20) em pontos onde observaram falhas em construções que já estão em uso, assim garantindo uma melhoria para as construções futuras.

Figura 20: Aplicação de impermeabilizante.



Fonte: Autor (2019).

Para aplicação desse princípio, Isatto *et al.* (2000), dizem que deve haver um conhecimento dos responsáveis pela produção do que é necessário para atuar tanto nas frentes de fluxos quanto nas de conversões. Para Bernardes (2003), o princípio deve ser observado, durante a etapa de projeto e no período de formulação da estratégia para início da obra.

4.1.12 Décimo primeiro princípio

O último princípio trata do *benchmark*, que consiste em aprender com referências de ponta. Isatto *et al.* (2000), dizem que neste processo são observadas as melhores práticas utilizadas por outras empresas, essas consideradas como líderes do mercado, por exemplo: MRV Engenharia.

Os responsáveis pelo canteiro comentaram que a empresa está sempre em busca de novas tecnologias e novos métodos para aplicar no canteiro. Fazem visitas à fornecedores e outras empresas construtoras com frequência. Além das visitas, atualmente fazem parte da empresa, profissionais que tem muita experiência e conhecimento no método construtivo que é utilizado para execução dos edifícios.

Os resultados obtidos com esse processo permitem que a empresa compare os seus produtos, métodos de trabalho e serviços com as organizações que representam as melhores práticas do mercado (CARVALHO, 2008). Esse processo requer da empresa uma constante

atualização dos dados coletados e analisados, por se tratar de um processo permanente (KOSKELA, 1992).

4.2 Síntese do capítulo

Quadro 2: Grau de satisfação da aplicação de cada princípio.

Princípios	Satisfação (atende; atende parcial; não atende)
1º Princípio	Atende parcial
2º Princípio	Atende
3º Princípio	Atende
4º Princípio	Atende
5º Princípio	Atende
6º Princípio	Atende
7º Princípio	Atende parcial
8º Princípio	Atende
9º Princípio	Atende
10º Princípio	Atende parcial
11º Princípio	Atende

Fonte: Autor (2019).

A *Lean Construction* propõe melhorias para serem implantadas para organizar o funcionamento de um canteiro de obra. No canteiro que foi objeto deste trabalho, verificou-se que há o uso deste método.

O canteiro de obras possui em torno de 190.000m², o engenheiro responsável técnico da obra menciona que planejam as movimentações que ocorrem dentro do canteiro, mas foi observado que os estoques ficam a cerca de 350 metros das obras o que pode gerar uma demora na movimentação dos materiais e uma espera maior na obra, para execução de alguns serviços.

A empresa aplica um controle de qualidade para atender a satisfação dos seus clientes internos, com os dados obtidos procuram sempre melhorar suas construções, o que acarreta no aumento do valor de saída dos seus produtos. A obra possui planejamento a curto, médio e longo prazo, o que facilita o controle dos estoques da obra, podendo manter um estoque reduzido, mas que atenda às necessidades da obra, reduzindo o tempo de espera.

Para manter os colaboradores informados do andamento da produção do canteiro a empresa deixa exposto na área administrativa, cartazes que indicam o desempenho e a produtividade, mas deveriam também expor estes resultados nas áreas técnicas do canteiro. No canteiro existe um processo de produção com o uso de formas de metal, que melhora a padronização do processo construtivo, há um calendário de reuniões para ser seguido, implementando melhorias e existe uma preocupação com as inovações que acontecem no mercado, pois de acordo com as respostas do questionário aplicados, fazem visitas em outras empresas para buscar inovações, que agreguem valor as construções futuras.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método *Lean Construction* apresentado no trabalho propõe melhorias em canteiros de obras enraizados por métodos antigos e ultrapassados, o que reforça quão importante é o planejamento de uma obra ainda nas etapas de concepção de projeto. O método quando implantado, entrega uma obra pensada e planejada para evitar movimentações desnecessárias que criam fluxos que não agrega valor ao produto final.

O método possibilita que uma obra seja entregue dentro do seu prazo, assegurando a qualidade e os custos planejados para a mesma. A racionalização dos processos que o método propõe, é fundamental para evitar possíveis perdas.

No canteiro estudado observou-se algumas falhas em relação ao método, como a organização dos estoques, o que facilitaria a movimentação e retirada de materiais pelos equipamentos, também a distância de movimentação, quando é necessário levar um material do estoque até o ponto de execução de um serviço.

Outro ponto falho do canteiro é em relação ao aumento da transparência da produção, pelo fato de manter estas informações apenas nos ambientes administrativos, longe dos colaboradores que atuam diretamente no canteiro de obra.

Mesmo com alguns pontos falhos, na maioria das vezes a empresa faz bom uso do método principalmente se tratando de aumentar o valor de saída atendendo as exigências dos clientes internos, onde segue um controle de qualidade, do qual utiliza os dados para suas obras futuras. Em relação ao foco no controle global, a empresa também aplica vários pontos do que diz o princípio, principalmente em manter seus estoques atrelados à demanda do canteiro de obra, podendo ter um estoque reduzido.

Dessa forma, ficou claro que o método *Lean Construction* não deve ser simplesmente implantado em um canteiro, não sem antes criar uma cultura de planejamento e controle de obras pelo corpo técnico da empresa.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Aplicação da *Lean Construction* em uma obra de pequeno porte;
- Avaliar se ocorreu ou não melhorias em um canteiro de obras após a implantação da *Lean Construction*;
- Apresentar soluções para os pontos falhos apresentados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

AMORIM, K. **Construção civil cresceu 74,25% nos últimos 20 anos, revela estudo do SINDUSCON-MG.** Portal PINIweb, 2014.

CORREA, H. L., CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica.** Brasil: Atlas, 2004.

CORIAT, B. **Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização.** Trad. Emerson S. Silva. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

COSTA, M. Z. **Estudo de dificuldade para a implantação da filosofia *Lean* em empresas construtoras.** Projeto de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

FONTANINI, P.S.P.; PICCHI, F.A. **Mentalidade enxuta na cadeia de fornecedores da construção civil – APLICAÇÃO DE MACRO-MAPEAMENTO,** SÃO PAULO, 2003, 9P. III SIMBRAGEC.

HOWEL, 1999. **What Is Lean Construction.** University of California, Berkeley, CA, USA.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto, 2018.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; CESARES, C. M. de; HIROTA, E. H. ALVES, T. da C. L. (2000) - **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil.** 177p. Porto Alegre, SEBRAE/RS.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction (1992).** Finlândia.

KUREK, J.; PANDOLFO, L. M.; RINTZEL, R.; TAGLIARI, L.; PANDOLFO, A. **Implantação dos princípios da Construção Enxuta.** IV SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. Porto Alegre, RS: 2005.

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. **What is Lean Design & Construction?** 2018.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookmam, 2005.

LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso.** Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MALAQUIAS, W. R. **Contribuições da produção enxuta e produção mais limpa para a melhoria de processos produtivos: um estudo de caso.** UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Ponta Grossa, 2018.

MCKINSEY, 2017. *Reinventing construction through a productivity revolution.* 2018.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.** Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1997.

PÁDUA, R. C. **Implementação de Práticas de Lean Construction em uma Obra Residencial em Goiânia – Estudo de Caso.** GOIÂNIA, 2014.

RIZZO, G. P. V. **Produção Enxuta e Produção mais Limpa: Proposta Metodológica Integrada.** 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia de Fabricação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

REZENDE J. S., DOMINGUES S. M. P. S., MANO, A. P. **Identificação das práticas da filosofia lean construction em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA).** Revista Engevista, Ilhéus, Volume 14, n. 3. p. 281-292, dezembro 2012.

SHINGO, S. **Sistema de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.** Porto Alegre: Editora Bookman, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção;** trad. Eduardo Schaan, 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SANTOS, F. M. **Análise e controle da produção na construção civil, através do planejamento e controle da produção juntamente com a teoria Lean Construction.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, 2010.

SARCINELLI, W.T. **Construção Enxuta através da padronização de Tarefas e Projetos.** 80 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

SCHLÜNZEN JUNIOR, K. **Aprendizagem, cultura e tecnologia: desenvolvendo potencialidades corporativas.** UNESP, 2003.

VENDRAMINI, M. M.; COSTA, G. de; PINHEIRO, H. A. G.; COSTA, F. A. da; ABRAHIM, G. S. **Sistema de fôrmas de alumínio para a indústria de formas de concreto: critérios competitivos na construção civil.** In: XXXI ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Belo Horizonte, MG, 2011.

VENTURINI, J. S. **Proposta de ações baseadas nos 11 princípios *Lean Construction* para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria.** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

WOMACK, J.P; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas. Elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. & ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

APÊNDICE A - Questionário com base nos princípios do método *Lean Construction*.

1º Princípio: Redução das atividades que não agregam valor
Nos projetos da empresa existe um plano de área de trabalho?
Possui equipamentos para movimentação de materiais?
É realizado projeto de formas das estruturas?
2º Princípio: Aumentar o valor da saída atendendo os requisitos do cliente
Existe algum sistema de gestão da qualidade, para verificação dos serviços?
São utilizadas algumas das ferramentas da qualidade para gestão da qualidade, gerenciamento das atividades de obra?
É realizada pesquisa de satisfação do cliente?
3º Princípio: Redução da variabilidade
É realizado treinamento de mão de obra para mostrar os cuidados e forma de execução de uma nova atividade?
O processo de execução de serviços é padronizado?
4º Princípio: Reduzir o tempo de ciclo
Como é calculada a equipe e o tempo de execução das atividades?
Quais são as atividades que apresentam maior tempo de espera?
Vocês tomam alguma providência para reduzir o tempo de espera?
A movimentação dos funcionários durante a realização das atividades é observada?
Vocês aplicam alguma técnica e providência para reduzir a movimentação?
5º Princípio: Minimizar o número de passos e partes
Utiliza o serviço de corte e dobra de aço do fornecedor?
Utilizam elementos pré-fabricados ou pré-moldados para execução das atividades na obra?
Os funcionários exercem mais de uma atividade específica?
6º Princípio: Melhor flexibilidade dos produtos
Existe sistema que possibilita flexibilização dos materiais em relação ao que consta nos projetos?
Há um controle dos projetos em relação às modificações que ocorrem?
7º Princípio: Melhor transparência do processo

Utilizam comunicação visual, com informações sobre produção, através de cartazes ou placas?
Emprega controle com indicadores de desempenho?
Há uma pessoa responsável pela organização e limpeza da obra do canteiro de obras?
Como é realizado o gerenciamento de resíduos na obra, tem pessoas responsáveis com a embalagem e locais de depósitos?
8º Princípio: Manter o foco no controle global
Existe planejamento a longo, médio e curto prazo?
Existe alguma parceria com fornecedores para reduzir o tempo de descarga dos materiais?
Trabalham com estoques reduzidos, com entrega parcial de materiais?
Há um controle de estoque mínimo? Como é realizado?
9º Princípio: Introduzir melhoria contínua ao processo
São realizadas reuniões com a equipe para resolver problemas e discutir melhorias nos processos construtivos?
Os processos são padronizados e as equipes são fixas?
A empresa tem algum incentivo aos funcionários para garantir resultados melhores?
10º Princípio: Balancear melhorias nos fluxos por meio de melhorias nas conversões
Existe uma racionalidade na movimentação no canteiro de obras?
Quanto ao fluxo dentro do canteiro de obras é planejado para todas as atividades?
A empresa apresenta inovação tecnológica na obra?
As inovações melhoram o desenvolvimento dos processos e dos fluxos?
11º Princípio: Fazer Benchmark
A construtora reconhece seus pontos fracos, processos passíveis de melhoria?
Identificam em outras empresas técnicas de sucesso, fazendo visita ou recolhendo informações destes procedimentos, para aplicar nos seus canteiros?
O que é considerado como boas práticas na empresa?

Fonte: Adaptado pelo Autor (2019) de Souza e Cabette (2014).