

FAEX- FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS DE EXTREMA
CURSO DE ENGENHRIA CIVÍL
ÁTILA CRESCENTE

**FERRAMENTAS *LEAN MANUFACTURING* APLICADAS ÀS EMPRESAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL E NO CANTEIRO DE OBRAS - *LEAN CONSTRUCTION***

EXTREMA
2018

ÁTILA CRESCENTE

**FERRAMENTAS *LEAN MANUFACTURING* APLICADAS ÀS EMPRESAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL E NO CANTEIRO DE OBRAS - *LEAN CONSTRUCTION***

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado a Faculdade de Ciências
Sociais e Aplicadas de Extrema-
FAEX, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Renan Luís Mariano.

EXTREMA

2018

ÁTILA CRESCENTE - RA - 06150

**FERRAMENTAS *LEAN MANUFACTURING* APLICADAS ÀS EMPRESAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL E NO CANTEIRO DE OBRAS - *LEAN CONSTRUCTION***

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado a Faculdade de Ciências
Sociais e Aplicadas de Extrema-
FAEX, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Renan Luís Mariano.

Data de aprovação:
____/____/____

Banca Examinadora:

Orientador: Prof. Renan Luís Mariano

Examinadora: Prof. Renata Camargo

Examinador: Prof. Pãmella Duarte dos Santos



ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
FAEX - FACULDADE DE EXTREMA

Em sessão às 17h30 do dia 29 de Novembro de 2018 o aluno Átila Cascoara apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "FERRAMENTAS LEAN APLICADAS ÀS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E NO CANTEIRO DE OBRAS LEAN CONSTRUCTION" como requisito para conclusão do Curso de Engenharia Civil, perante uma Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Átila Cascoara (Aluno)

Renato Luis Mariano (orientador)

Prof.ª Msc. Flávia Duarte dos Santos

Prof.ª Msc. Rosana Martins de Campos

Aprovado ()

Aprovado com restrições ()

Reprovado ()

Dedico este trabalho à minha família,
pois sem ela nada de meu esforço
seria considerado.

“No caso brasileiro, não se poderia admitir a ocorrência de desperdícios. Mas existem, tanto ou mais do que em países desenvolvidos. Paradoxalmente manifestam-se até em maior grau nos setores desfavorecidos da economia, e mais nos países desenvolvimento do que em nações ricas que convivem com a falta de recursos, da qual são causa e consequência.”

Claude Machline (1996)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Marina, minha esposa e ao André, meu filho, pelo incentivo para ingressar neste curso de Engenharia Civil e pela força que ele me transmitem para que eu nunca esqueça de meus objetivos.

Aos professores da FAEX por estarem sempre presentes em todos os momentos que deles precisei.

Aos alunos e amigos, pelas horas dedicadas aos estudos coletivos.
Agradecimentos sinceros!

RESUMO

A busca para melhorar nossa vida no dia-a-dia, através de ferramentas e processos, é de primordial importância na busca contínua de qualidade de vida. Lugares, cidades, comunidades, organizações, empresas estão sempre a procura de melhoria contínua.

Assim o engajamento dos indivíduos é de suma importância, no sentido de promover a incorporação de princípios, ferramentas, processos e pratica que os levem a alcançar a qualidade de vida.

Os Sistemas e ferramentas *Lean* são uma abordagem que converge para tais ideais. A indústria da construção civil tem crescido nas últimas décadas, saindo de um período conturbado de estagnação, para um momento de expectativas de aquecimento do mercado, situação esta que poderá levar o individuo a ter uma sensação de acreditar em seu sucesso.

A importância da qualidade e rapidez dos processos tem se mostrado uma preocupação presente dentro da construção civil, pois interfere na competitividade e lucratividade das empresas, neste sentido nota-se um aumento de empresas da construção civil, aderindo a processos, programas e ferramentas de gestão de qualidade.

Assim, o *Lean Construction* (Construção Enxuta) surge como uma alternativa para melhorar estes processos dentro de um canteiro de obra, trazendo benefícios através da diminuição de desperdícios e proporcionando maior qualidade.

Palavras-Chaves: Melhoria; Desperdícios; Qualidade.

ABSTRACT

The quest to improve our day-to-day life, through tools and processes, is of paramount importance in the ongoing quest for quality of life. Places, cities, communities, organizations, companies are always looking for continuous improvement.

Thus the engagement of individuals is of paramount importance, in the sense of promoting the incorporation of principles, tools, processes and practices that lead them to achieve quality of life.

Lean Systems and tools are an approach that converges to such ideals.

The construction industry has grown in recent decades, emerging from a troubled period of stagnation, to a time of market warming expectations, a situation that may lead the individual to have a sense of believing in their success.

The importance of the quality and speed of the processes has been a present concern in the civil construction, because it interferes in the competitiveness and profitability of the companies, in this sense we notice an increase of civil construction companies, adhering to processes, programs and management tools of quality.

Thus, Lean Construction emerges as an alternative to improve these processes within a construction site, bringing benefits by reducing waste and providing higher quality.

Keywords: Improve; Waste; Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Modelo estruturado do TPS. | 18 |
| Figura 2 - Desenvolvimento do Modelo LCR. | 34 |
| Figura 3 - Dispositivos Visuais de Comunicação. | 52 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Pontos de avaliação do modelo LCR a partir de cada categoria. | 37 |
| Tabela 2 - Pontos de avaliação do modelo LCR a partir de cada categoria. | 43 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------------|---|
| ANAPRE | Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto |
| Desempenho | |
| fck | Resistência característica do concreto em Mpa |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> |
| LCR | <i>Rapid Lean Construction-Quality Rating Model</i> |
| MFV | Mapa de Fluxo de Valor |
| PALC | Plano de Aplicação da Construção Enxuta |
| PBQP-h | Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat |
| PDCA | <i>Plan – Do – Check – Act</i> |
| TPS | Sistema Toyota de Produção |
| DDS | Diálogo Diário de Segurança |
| DDSMS | Diálogo Diário de Segurança, Meio Ambiente e Saúde |
| PCMSO | Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| ASO | Atestado de Saúde Ocupacional |
| PCMAT | Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho |
| NR | Norma Regulamentadora |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1. | Objetivo geral..... | 14 |
| 1.2. | Objetivos específicos..... | 14 |
| 1.3. | Metodologia..... | 14 |
| 1.4. | Justificativa..... | 14 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 16 |
| 2.1. | Sistema Toyota de Produção..... | 16 |
| 2.1.1. | Histórico..... | 16 |
| 2.1.1.1. | Princípios e conceitos..... | 16 |
| 2.1.2. | Mentalidade Enxuta..... | 19 |
| 3 | A Construção Enxuta..... | 21 |
| 3.1. | O panorama da construção civil..... | 21 |
| 3.2. | Os princípios da Construção Enxuta..... | 23 |
| 3.3. | Os princípios da Mentalidade Enxuta..... | 26 |
| 3.4. | Ferramentas adaptadas da Produção Enxuta à Construção Enxuta..... | 27 |
| 3.4.1. | <i>Kanban</i> | 28 |
| 3.4.2. | Arranjo Físico..... | 28 |
| 3.4.3. | Operador Polivalente..... | 29 |
| 3.4.4. | Auto Controle..... | 30 |
| 3.4.5. | Nivelamento da Produção ou <i>Heijunka</i> | 30 |
| 3.4.6. | Controle Visual do processo..... | 30 |
| 3.4.7. | <i>Kaizen</i> / Melhoria de atividades..... | 31 |
| 3.4.8. | Mapa de fluxo de valor..... | 31 |
| 3.5. | Ferramenta “5S”..... | 32 |
| 3.6. | Modelo LCR (<i>Rapid Lean Construction</i>)..... | 33 |
| 3.7. | A importância do <i>layout</i> do canteiro de obras na <i>Lean Construction</i> | 39 |

| | |
|---|----|
| 3.7.1. <i>Layouts</i> do canteiro de obras: isso faz mesmo diferença? | 39 |
| 3.7.2. Vantagens de um bom <i>layout</i> do canteiro de obras | 40 |
| 3.7.3. O que é um canteiro de obras? | 40 |
| 3.7.4. <i>Layout</i> e logística | 41 |
| 3.7.5. Barracão da obra | 41 |
| 3.8. Estoque de materiais | 42 |
| 3.8.1. Exemplo de Armazenamento de Materiais | 42 |
| 3.9. Limpeza e organização | 44 |
| 3.10. Problemática no Canteiro de Obras | 44 |
| 3.11. Planejamento | 44 |
| 3.12. Impasses | 45 |
| 3.13. Organização | 46 |
| 3.14. Tecnologia | 47 |
| 3.15. Implementação de novas soluções para o Canteiro de Obras | 47 |
| 3.16. Objetivos | 48 |
| 3.17. Etapas de Implementação | 48 |
| 3.18. PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do <i>Habitat</i> | 49 |
| 3.19. Gestão de segurança no canteiro de obras | 49 |
| 3.20. Controle de treinamentos dos colaboradores, com avaliação de eficácia | 52 |
| 3.21. Controle de registros dos colaboradores | 53 |
| 3.22. Painel de segurança da empresa / obra | 54 |
| 4 CONCLUSÃO | 56 |
| REFERÊNCIAS | 59 |
| ANEXOS I | 66 |

1 INTRODUÇÃO

A ideia inicial do *Lean Thinking* ou Mentalidade Enxuta surgiu no início dos anos 90, tendo como base o Sistema Toyota de Produção, tornando-se um novo modelo de controle de produtividade aplicável a diversos setores da indústria em geral (KUREK, 2005).

O princípio da Mentalidade Enxuta apresenta-se extremamente amplo, sendo várias suas possibilidades de aplicação ao setor da construção civil, o qual se mostra complexo e diversificado, de forma a relacionar os princípios e as ferramentas em etapas diversas (PICCHI, 2003).

O *Lean Construction* (Construção Enxuta) surge no espaço da construção como uma ferramenta que representa fazer mais com menos, ou seja, menos tempo, menos esforço humano, menos material; e vinculado a tudo isso, proporcionar aos clientes o que eles buscam e da melhor forma possível para ambos (DENNIS, 2008).

É necessário que sejam melhorados os processos para que se possa obter bons resultados, para tanto, observa-se que na construção civil existe um excessivo desperdício de materiais e tempo, o que gera uma significativa perda de lucro. Tais desperdícios são gerados por:

1. Falta de controle;
2. Falta de planejamento;
3. Falta de organização.

Isso nos mostra que simples estratégias ajudam a diminuir em quase zero, este desperdício.

Neste contexto, ressalta-se a importância do planejamento e controle, o que nos direciona ao conceito da Construção Enxuta, onde este assume um planejamento de processos que consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria-prima até o produto final, sendo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção (FORMOSO, 2012).

1.1. Objetivo geral

Identificar e apresentar ferramentas *Lean* adequadas às empresas da construção civil para que possam obter a classificação no modelo LCR.

1.2. Objetivos específicos

- a) Apresentar o modelo LCR;
- b) Apresentar as classificações para as empresas segundo o modelo LCR;
- c) Identificar as ferramentas *Lean* aplicáveis à construção civil;
- d) Identificar os benefícios da implantação das ferramentas na empresa.

1.3. Metodologia

Quanto a descrição metodológica apresentadas neste trabalho, são metodológica típica como pesquisa bibliográfica, apontamentos e sítios de internet. Tais materiais de pesquisa foram adotadas uma vez que neste trabalho não houve pesquisa de campo, ficando somente no campo filosófico.

1.4. Justificativa

Nos últimos anos, o mercado da construção civil tem vivido grandes mudanças, transitando de um longo período de estagnação sem muitos investimentos, para uma fase de aquecimento do setor, com inúmeras obras em andamento e grandes investimentos imobiliários (MELLO; AMORIM, 2009).

A importância da aplicação das ferramentas *Lean* aplicadas na construção civil, dá-se devido a falta de estratégias que otimizem os processos, os prazos e desperdícios gerados. A realidade vista na maioria das obras está muito distante do que seria considerado como um processo ideal, onde o planejamento e controle atuariam como indicadores principais da qualidade final, em ambos os sentidos.

A Construção Enxuta mostra-se como uma filosofia gerencial que se desenvolve a partir do controle sobre os problemas dos processos construtivos e começa a agir nas causas destes problemas, mostrando, assim, que se podem melhorar processos quando se conhece onde estão os possíveis erros, sendo que esses processos são observados desde sua etapa inicial (FILHO, 2009).

Como prega Kosakela (1992), a Construção Enxuta traz como mudança conceitual mais importante para a construção civil, a introdução de uma nova forma de se entender os processos produtivos.

Devido à falta de mão de obra profissionalizada, a construção civil precisa adotar alternativas que zelem pela melhor qualidade do produto final gerado, visando também o lucro, menores prazos e desperdícios; o que nos traz novamente a essa filosofia de construção, *Lean Construction* (Construção Enxuta).

O pensamento *Lean* vem sendo utilizado por diversas empresas como um diferencial competitivo, o qual tem mostrado um crescimento positivo nos resultados buscados. Dessa forma, observa-se que esse pensamento é um novo conceito de qualidade, que vem sendo utilizado e que se tornará uma tendência de mercado. A partir dele, diversas melhorias estão sendo e serão conquistadas em vários setores da indústria, principalmente no setor da construção civil.

Pensando em melhores resultados, as ferramentas *Lean* surgem como uma solução para algumas questões ligadas a qualidade e ao controle no canteiro de obra, de fácil implementação, elas precisam de disposição e disciplina dos colaboradores para que funcionem da forma correta (VANSAN; LOGRANO, 2013).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Sistema Toyota de Produção

2.1.1. Histórico

Na década de 50, após o término da Segunda Guerra Mundial, a empresa Toyota (fundada pela família Toyoda em 1937) se viu necessitando melhorar sua atuação dentro do setor automobilístico, objetivando a produção de carros e caminhões em grande escala (WOMACK; JONES; ROOS, 1992; OLIVEIRA, 2007).

Para tal feito, o Sr. Eiji Toyoda viajou até os Estados Unidos da América a fim de visitar as instalações da Ford para avaliar e aprender as técnicas utilizadas em seu sistema de produção em grande escala. Porém, ao voltar para o Japão, o Sr. Eiji Toyoda concluiu que para tal empresa, necessitaria fazer algumas adaptações no sistema desenvolvido e utilizado por Henry Ford, afinal, a economia do Japão no pós guerra estava arruinada, o que impedia grandes investimentos em alta tecnologia e com altas taxas alfandegárias, medida implantada pelo governo buscando proteger o mercado interno japonês (OLIVEIRA, 2007).

Também foi sugerido pelo governo do Japão, que cada indústria devia deter-se a um único ramo. No entanto a Toyota decidiu ter uma linha completa de carros, ônibus e caminhões, transformando-se em uma indústria completa. Assim, modificou os meios de produção automobilística da época, desenvolvendo novas regras e conceitos chamados de Sistema Toyota de Produção - TPS (SILVA, 2005).

2.1.1.1. Princípios e conceitos

Segundo Womack; Jones; Roos (1992) e Oliveira (2007), o principal engenheiro de produção da Toyota, Taiichi Ohno, começou a estudar o sistema de produção em massa, buscando adaptar as ferramentas e implementá-las na fábrica.

Inicialmente, decidiu criar equipes de colaboradores, tendo cada uma um líder ao invés de supervisor, ficando cada um em um determinado conjunto de etapas de montagem e uma parte da linha, recebendo as orientações de que trabalhassem unidos, desenvolvendo da melhor maneira possível suas atividades. As equipes tinham também de zelar pela limpeza, reparos necessários à ferramentas e realizar controle de qualidade, enquanto os líderes deviam coordenar as equipes, executar processos de montagem e substituir trabalhadores que ocasionalmente faltassem.

Ainda segundo Womack; Jones; Roos (1992), com as equipes se mostrando eficientes, foram estipulados horários para que as mesmas pudessem apresentar sugestões para melhoria dos processos. Passou a existir assim um processo de aperfeiçoamento contínuo e gradual (chamado *Kaizen*) com a cooperação dos engenheiros industriais, que ainda existiam, mas em menor número.

Outra das mudanças desenvolvidas pelo TPS foi em relação à quantidade de estoques. No sistema de produção em massa era fabricado um volume muito grande de peças por dia, que gerava grandes estoques, algo que não funcionaria no mercado japonês que não tinha condições de adquirir essa quantidade de apenas um tipo de produto. Para que fossem produzidos diferentes tipos de peças, era necessário que fossem trocadas as ferramentas utilizadas na fabricação, e com o objetivo de não gerar grandes estoques do mesmo produto, alguns estudos foram desenvolvidos para diminuir o tempo desta troca de algumas horas para algo em torno de dez minutos. Dessa forma, o menor tempo de troca de ferramentas (chamado de *set-up*), demonstrou que produzindo pequenos lotes se obtinha mais lucro, sendo eliminados os grandes estoques e os defeitos detectados mais rapidamente, reduzindo desperdícios com peças não conformes (SILVA, 2005).

Nos métodos de produção em massa, não era permitido que se parasse a linha de produção caso erros fossem detectados durante o processo, sendo estes detectados apenas ao final, depois do produto acabado, gerando muito trabalho para a correção.

Para evitar o “retrabalho”, Ohno resolveu instalar cordas acima de cada estação de trabalho, de forma a os trabalhadores assim que notassem qualquer defeito que não pudessem resolver, parassem toda a linha de montagem para que todos da equipe ajudassem nos reparos. Com o passar do tempo, após esta ideia inovadora ter sido posta em prática, as equipes desenvolveram experiência em

detectar os problemas e resolvê-los com maior rapidez, diminuindo significativamente a quantia de erros (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

Para que fossem desenvolvidas e implantadas todo o conjunto ferramentas e ideias dentro da Toyota foram necessários mais de 20 anos de trabalho desenvolvido por Toyoda e Ohno, sendo que o resultado final foi de grande êxito, principalmente em relação à produtividade, qualidade dos produtos e rapidez em atender a demanda de mercado.

Gonçalves (2009) relata que o engenheiro Taiichi Ohno, desenvolveu o TPS (Sistema Toyota de Produção), fundamentado na eliminação total do desperdício, sustentando-se em dois pilares:

- I. **Just in Time** - produção conforme a necessidade; e
- II. **Jidoka** - automação com um toque humano.

Para a representação esquematizada do sistema foi criada, “A Casa do TPS”, apresentada na Figura 1.

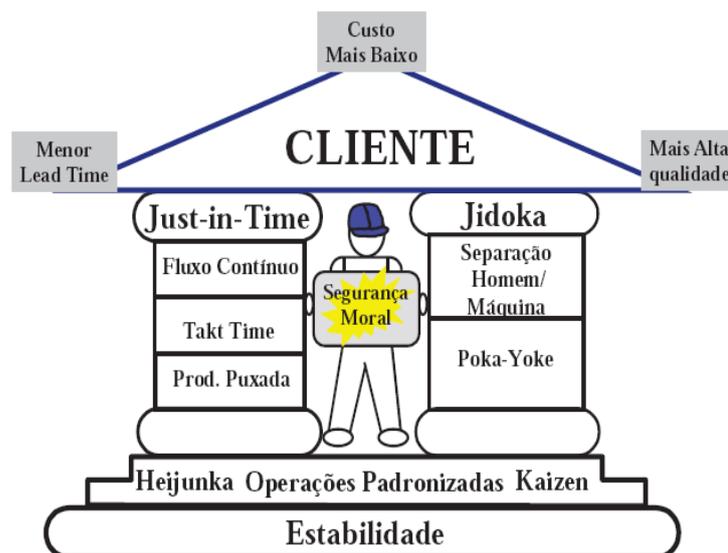


Figura 1 – Modelo estruturado do TPS.

Fonte: Ghinato (2000).

O termo *Just in Time* refere-se a um sistema produtivo em que a produção em movimentação de materiais acontece conforme a necessidade. Ou seja, no momento exato que o cliente precisa de um produto específico, este é produzido apenas na quantidade solicitada.

Já a terminologia *Jidoka* significa autonomação, que consiste na transferência de inteligência humana para maquinário automatizado, para que este consiga detectar defeitos ou erros durante a produção, parando imediatamente o processo para que sejam corrigidos os defeitos, não os propagando por toda a produção (PINTO, 2008).

A base que sustenta todo o TPS é a estabilidade, afinal, para que os produtos sejam fabricados na quantidade e instante certos conforme o pilar *Just in Time* e livres de defeitos como preconiza o pilar *Jidoka*, é preciso que haja o controle dos processos e sua capacitação, chegando a serem estáveis (GHINATO, 2000).

Ainda segundo Ghinato (2000), para que o TPS seja implementado, é indispensável que haja estabilidade dos processos, pois a idealização e implantação de melhorias na produção carecem de total controle e previsibilidade, para também identificar-se toda a cadeia de valor, os problemas e soluções a serem adotadas.

Com o sucesso do TPS no Japão, este passou a ser difundido, podendo ser aplicado a qualquer empresa, independente de sua localização, tendo sua eficiência atrelada a quantidade de ferramentas utilizadas e em quais setores da corporação (Gonçalves, 2009).

2.1.2. Mentalidade Enxuta

Segundo Gonçalves (2009), o termo Mentalidade Enxuta foi utilizado para nomear a filosofia de gestão do Sistema Toyota de Produção, visando meios de melhorar a performance das organizações e eliminar desperdícios na produção.

Para Nunes (2010), a nomenclatura Mentalidade Enxuta teve origem através de James Womack e Daniel Jones (1998) em sua obra intitulada com este nome. A partir de então, tem sido utilizada mundialmente para referir-se ao sistema de gestão que objetiva a geração de valor por meio da eliminação de desperdícios.

Womack; Jones (1998, *apud* Silva, 2005) desenvolveram cinco princípios para o pensamento enxuto, com o objetivo de eliminar as perdas nas organizações, sendo estes descritos abaixo:

1. *Especificação do valor*: o valor deve ser especificado pelo cliente final do produto, de forma que o mesmo deve ser atendido de maneira eficaz, no momento apropriado e com preço adequado. Para tal, não basta possuir uma produção eficiente, métodos sofisticados e funcionários capacitados. É indispensável atender as expectativas do cliente, pois de nada serve o produto ser perfeito se não for atraente.

2. *Identificação da cadeia de valor*: a cadeia de valor é definida como todos os processos pelos quais um produto passa, iniciando em sua concepção, indo ao fluxo de produção da matéria-prima e chegando ao produto acabado, incluindo as especificações de projeto e os prazos instituídos, terminado com a entrega do produto ao cliente final. Em cada etapa destas, haverá atividades que agregam e que não agregam valor ao produto final, levando todos os envolvidos no processo de produção a eliminar *etapas* desnecessárias, ajustando-as ao desígnio comum.

3. Fluxo: o fluxo de valor deve estar presente em toda a cadeia produtiva. Deve haver um fluxo contínuo de uma etapa para a outra da produção, gerando valores, desprendendo-se do conceito de que uma atividade só se inicia se houver um grande volume de produtos a serem produzidos, que torna o fluxo descontínuo.

4. *Produção puxada*: a produção deve atender a demanda do mercado, ou seja, ser puxada pelo cliente. Assim, será produzido apenas o que será solicitado, podendo ser atendidas as especificações pedidas pelos clientes.

5. *Perfeição*: obtendo-se sucesso com os princípios anteriores, é almejada a satisfação do cliente, adequando da melhor forma o produto a suas necessidades. Autores relatam que o maior impulso a obtenção da perfeição é a transparência, que permite a todos ver todas as etapas, podendo os envolvidos cooperarem com ideias que ajudem todo o processo (ALVES, 2000 *apud* SILVA, 2005).

Deste modo, nota-se que os princípios criados por Womack; Jones (1998) buscam eliminar o desperdício desenvolvendo um fluxo contínuo de valor por toda cadeia produtiva, alcançando a perfeição em satisfazer os desejos do cliente (SILVA, 2005).

3 A Construção Enxuta

3.1. O panorama da construção civil

Conforme afirma Koskela (1992), os problemas existentes na construção civil são bem notórios e conhecidos. As condições de trabalho são ruins, existência de uma escassez de força trabalhista, agregado a mão de obra pouco qualificada existente, traz grandes problemas e uma baixa qualidade aos produtos finais gerados.

Segundo Messeguer (1991 *apud* Kurek, 2005), algumas características que limitam o crescimento desse setor:

- Caráter nômade, produtos únicos e produção centralizada;
- Indústria tradicional, resistência às mudanças;
- Mão de obra pouco qualificada, baixa motivação no trabalho, possibilidades de promoção quase inexistentes;
- Especificações complexas e confusas;
- Quadro de responsabilidades mal definido;
- Baixo grau de precisão.

Apesar dos problemas enfrentados, a indústria da construção civil tem grande importância na economia, sendo que de acordo com **IBGE** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 01 de junho de 2012, dentre as atividades industriais a construção civil destaca-se com um crescimento de 3,1% em comparação ao ano de 2011, sendo que o Produto Interno Bruto (PIB) do país cresceu 0,9%, atingindo R\$ 4,402 trilhões e a construção civil no acumulado do ano colaborou com o **PIB** em um crescimento geral de 1,4%.

Devido a essa importância, as empresas têm começado a se preocupar com as suas formas de produção, desperdícios e lucros. O mercado vem se tornando cada vez mais competitivo e a necessidade de redução dos custos gerados está sendo um fator decisivo de sobrevivência, além de que as empresas têm necessidade de oferecer produtos mais acessíveis que satisfaçam e muitas vezes superem as expectativas dos clientes (BARROS, 1998).

Nesse contexto, o conceito da Produção Enxuta entra como uma forma de melhoria para esse setor, sendo que este busca melhor qualidade, menor desperdício e maior lucro, tudo isso agregado ao tempo.

Apesar do alto nível de complexidade que as indústrias possuem, seus pontos fracos são facilmente identificáveis, sendo eles, geralmente, baixa produtividade, condições de trabalho inadequadas e falta de qualidade. As soluções propostas a esses problemas tem base na indústria manufatureira, como a pré-fabricação e a industrialização (NUNES, 2010).

O *Sistema Lean*, desenvolvido a partir da produção manufatureira e com excelentes resultados comprovados a partir de inúmeros estudos, teve sua aplicabilidade sugerida à construção civil, com a terminologia de Construção Enxuta, mostrando-se um atrativo sistema de gestão (GONÇALVES, 2009).

Para Coelho (2009), a *CONSTRUÇÃO ENXUTA* é uma adaptação da Produção Enxuta. A aplicação de seus princípios possibilita identificar atividades que gerem interrupções no fluxo do trabalho, que são atividades que não agregam valor. São essas as interrupções que causam desperdícios e até retrabalhos, e são elas que devem ser minimizadas.

Já para Reis (2004), reduzir essas atividades é um dos principais objetivos da *Construção Enxuta*, segundo a qual os processos podem ser melhorados e os desperdícios reduzidos, com a melhoria na eficiência de algumas atividades e também na eliminação de outras.

Ainda segundo Reis (2004), com o objetivo de minimizar os desperdícios, deve-se analisar e controlar todas as atividades de fluxo desde o início ao fim do processo, ou seja, desde o levantamento das necessidades até a entrega da obra ao cliente.

Apesar de que a construção civil ser considerada por muitos como um dos setores lentos da indústria em geral, observa-se que a adaptação a essa nova realidade, a *Lean Construction*, vem crescendo muito o interesse destas empresas

no tocante à adaptação a essa nova realidade de mercado, sendo assim muitas construtoras têm buscado a certificação de seus sistemas de gestão da qualidade, principalmente na *ISO 9001 (International Organization for Standardization)* e *PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat)*.

Essas certificações exigem padronização e qualidade de serviços e produtos, estes são os princípios *Lean Construction* (Construção Enxuta) buscando exatamente a mesma coisa, eles contribuem para a melhoria de estratégias adotadas para alcançar o objetivo final:

- Qualidade;
- Menor desperdício;
- Maior lucro.

3.2. Os princípios da Construção Enxuta

O gerenciamento dos processos na construção, fundamentada no *Sistema Lean*, cria-se um diferencial em relação às práticas tradicionais, pois apresenta um conjunto de objetivos claros para que no processo de entrega, o aumento do desempenho do projeto a concepção simultânea de produtos e procedimentos e controle de produção durante a vida do projeto (HOWELL, 1999).

Dessa forma, Koskela (1992) desenvolveu o conceito da *Construção Enxuta*, instituindo 11 (onze) princípios para sua aplicação na construção civil, sendo estes listados abaixo:

1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valores: para que o processo possa ser aprimorado reduzindo suas perdas, deve ser melhorada a eficácia das atividades de conversão e fluxo, excluindo as atividades que não acrescentar valor ao cliente final. Porém, estas atividades a serem excluídas devem ser criteriosamente analisadas, pois há atividades que não agregam valor diretamente ao cliente final, mas são indispensáveis para a eficácia global dos processos, como treinamento da mão de obra, utilização de dispositivos de segurança e controle dimensional (FORMOSO, 2002).

2. Aumentar o valor do produto por meio da consideração das necessidades dos clientes: é preciso identificar as necessidades dos clientes, tanto internos quanto externos, para que estas participem da elaboração do plano de gestão da produção. Para o emprego deste princípio deve-se mapear o processo, encontrando sistematicamente os clientes e informando os requisitos correspondentes a cada fase (GONÇALVES, 2009).

3. Reduzir a variabilidade: pois os processos de produção não são constantes, existindo diferenças de item para item, ainda sendo estes o mesmo produto, feitos com os mesmos recursos (tempo, mão de obra e matéria prima) (KOSKELA, 1992). São vários os processos de variabilidade de um processo. Dentre eles há a variabilidade nos processos anteriores, que é ligada aos fornecedores do processo, a variabilidade no próprio processo, atrelada a sua execução, e a variabilidade da demanda, vinculada às necessidades e anseios do cliente final. A diminuição da variabilidade nos processos tem dois principais motivos: primeiramente um produto uniforme resulta em maior satisfação ao cliente, afinal, o atendimento das necessidades previamente notadas é o que confere qualidade ao produto. Em segundo, se houver variabilidade, a quantidade de atividades que não agregam valor deve aumentar, juntamente com o tempo para a produção devido a interrupções de fluxos de trabalho e rejeição de produtos fora da especificação do cliente (FORMOSO, 2002).

4. Redução do tempo de ciclo: isso é o conjunto de todos os tempos vinculados ao fluxo de materiais, essencial a execução de uma obra. Reduzir o tempo de ciclo denota aprovisionar cada processo no momento certo, impedindo a criação de grandes estoques (MACEDO, 2004).

5. Simplificar através da redução de passos, partes e ligações: a simplificação de um processo pode ser realizada readequando seus passos ou partes que agregam valor a ele, e descartando as tarefas que não agregam nenhum valor. São muitas as formas de simplificar o processo de produção, tal qual a utilização de elementos pré-fabricados, equipes polivalentes,

aplicação de ferramentas, como os 5S's, planejamento eficiente do processo, dentre outras (NUNES, 2010).

6. Aumentar a flexibilidade do resultado final: isso significa majorar a capacidade de realizar modificações no produto final conforme as necessidades do cliente, sem considerável aumento do custo (NUNES, 2010).

7. Aumentar a transparência do processo: quanto mais transparente o processo, maior a facilidade em se obter controle e melhorias. A transparência diminui a disposição a falhas, aumenta a visibilidade geral da produção e incentiva melhorias. O aumento da transparência pode ser conseguido, por exemplo, através de controle visual, sinalizações, etc (WIGINESCKI, 2009).

8. Focar o controle no processo global: o controle segmentado de processos tem seu fluxo transcorrente por unidades distintas ou atravessando a organização. Logo, para o controle global do processo, este deve ser medido durante todos os procedimentos, com um responsável sempre realizando acompanhamento (ROMANEL, 2009).

9. Introduzir melhoria contínua no processo: a melhora contínua dos processos colabora com a redução de perdas, agregando valor ao produto. Acontece internamente, por meio da interação dos funcionários, que devem receber capacitação, juntamente com outras iniciativas, levando ao aprimoramento constante do processo (ROMANEL, 2009).

10. Balancear melhoria nos fluxos por meio de melhoria nas conversões: para que haja melhoria na produção, tanto os fluxos quanto as conversões devem receber atenção especial, pois em cada etapa de produção possuem diferentes características que devem ser observadas. Em geral, quanto mais complexa a etapa e mais resíduos inerentes ao processo de produção, maior melhoria é obtida através de alterações no fluxo. Para implantação de uma tecnologia de conversão mais simples, menores devem ser os fluxos controlados, e com nova tecnologia de conversão pode resultar em menos variabilidade, gerando melhoras ao fluxo (KOSKELA, 1992).

11. Fazer benchmarking: isso significa empregar métodos e processos utilizados em outras empresas que apresentaram êxito. É uma ideia simples, que dispensa a organização de investimentos para sua obtenção a aplicação. Diminui a competitividade, criando um padrão de métodos e processos no canteiro de obra (MACEDO, 2004).

3.3. Os princípios da Mentalidade Enxuta

Em relação à aplicação da *Mentalidade Enxuta* na construção civil, é necessário que sejam analisados seus diversos fluxos, afinal, seus processos possuem inúmeras etapas envolvidas (PICCHI, 2003).

As ideias da *Mentalidade Enxuta* podem ser aplicadas a qualquer empresa, independente de seu setor, desde que sejam considerados no mínimo os três fluxos fundamentais existentes, sendo eles:

- O fluxo de projeto, compreendido desde sua criação até o cliente;
- O fluxo da construção, partindo do pedido até o recebimento, envolvendo o fluxo das informações do pedido à entrega;
- O fluxo físico em relação à matéria prima, a entrega e a sustentação que deve ser contínua por toda vida útil até a sua reciclagem.

Neste contexto, segundo Picchi (2003), cria-se uma nomenclatura para os processos mais relevantes em relação à execução dos processos, listadas abaixo:

- **Fluxo de negócio:** comandado pelo cliente, engloba a identificação das necessidades, a realização do planejamento geral do empreendimento, sua aprovação nos órgãos competentes, aquisição de financiamento, contratações, gerenciamento do projeto e execução, recebimento da obra finalizada e sua entrega ao cliente final.
- **Fluxo de projeto:** usualmente comandado pelo projetista responsável, tem como participantes o cliente, por meio da identificação de suas necessidades e briefing, juntamente com os demais projetistas.
- **Fluxo de obra:** conduzido pela empresa executora da obra, muitas vezes empregando um alto grau de subcontratação.

- **Fluxo de suprimentos:** gerido pela empresa executora da obra, abrange fornecedores de materiais, serviços e subfornecedores.
- **Fluxo de uso e manutenção:** inicia-se posteriormente a entrega da obra, equiparando-se ao fluxo de sustentação das indústrias manufatureiras. Inclui uso, operação e manutenção, tais como reparos, reforma e demolição. Na maioria das vezes é administrado por empresas especializadas diferentemente às das etapas anteriores.

3.4. Ferramentas adaptadas da Produção Enxuta à Construção Enxuta

Para ajudar na aplicação dos *Princípios Lean*, faz-se o uso de certas ferramentas. Devido à impossibilidade de abordar todas as ferramentas *Lean* com a devida profundidade, optamos por fazer uma breve discussão a respeito daquelas mais citadas na literatura e consideradas aplicáveis ao setor da construção civil.

Abaixo estão listadas as ferramentas que foram pensadas para este estudo:

- *Kanban*;
- Arranjo Físico;
- Operador Polivalente;
- Auto Controle;
- Nivelamento da Produção ou *Heijunka*;
- Controle Visual do processo;
- *Kaizen* / Melhoria de atividades;
- Mapa de fluxo de valor.

Estas ferramentas foram pensadas devido ao fácil entendimento e de fácil aplicação na construção civil, elas se encaixam de uma forma adequada aos canteiros de obra, diferentemente de outras ferramentas que são melhor aplicáveis para a indústria em geral (VANSAN; LOGRANO, 2013).

3.4.1. *Kanban*

O *kanban* é uma ferramenta a qual consiste em utilizar cartões que registram a liberação de um serviço ou a retirada de materiais que serão utilizados (MOURA, 2007 *apud* CORREIA, 2007).

Ainda segundo Correia (2007), o uso dessa ferramenta ajuda a movimentação de materiais e solicitação de serviços, a manutenção dos estoques, não deixando serviços parados por falta de materiais, e também na continuidade do fluxo de serviços.

Para Molina (1995) os principais tipos de *kanban* são os seguintes:

- ***Kanban de ordem de Produção***: determina o número e o tipo de produtos que o próximo processo deverá produzir;
- ***Kanban de movimentação ou requisição***: determina a quantidade de produtos ou material que devem ser retirados de um processo anterior pelo processo posterior. Nenhum material ou produto, sem exceção, pode ser retirado e transportado sem estar acompanhado de seu cartão. Este cartão circula entre dois centros de produção;
- ***Kanban de fornecedor***: este *kanban* é de requisição também, pois possui informações para o fornecedor entregar os produtos, sendo que ele administra informações sobre os processos, produtos e estoques, avisando quando é necessário repor materiais e evitando o excesso. Segundo Molina (1995), é um mecanismo simples de ser utilizado, e permite controle visual de todo o processo.

3.4.2. Arranjo Físico

O *arranjo físico* significa organizar ou dispor os vários recursos produtivos como máquinas, equipamentos, instalações e pessoal, utilizados para produção de um bem ou serviço. Existem alguns tipos de arranjo físico: posicional, funcional,

celular e por produto. Cada um leva em consideração o tipo de processo. Para a construção civil, os mais interessantes são:

- **O arranjo físico celular:** é o agrupamento de peças ou produtos em grupos que tem características em comum e utilizam os mesmos recursos de produção. Dessa forma, torna-se mais simples e fácil a programação da produção, movimentação de materiais e o controle (MIYAKE, 2002 *apud* FILHO, 2011);
- **O arranjo físico posicional:** traz as estações de trabalho próximas ao produto que será transformado. Nesse arranjo, vê-se que o produto final não se move, e sim a matéria-prima, como é o caso da construção de uma casa, produção de concreto, entre outros serviços. Segundo Filho (2011), para a construção civil, o arranjo físico, seria fazer o *layout* do canteiro de obra, o qual ajuda a manter a organização, rapidez e qualidade dos processos. A elaboração do *layout* do canteiro traz alguns benefícios, como por exemplo, a diminuição do percurso entre postos de trabalho, eliminando o desperdício do tempo em decorrência desse percurso. Sendo que o desenvolvimento do mesmo envolve um estudo das várias etapas da obra, sendo assim, pode mudar conforme o decorrer dos processos;

Para a elaboração do *layout do canteiro*, devem-se levar em consideração alguns aspectos importantes, tais como:

- A economia de movimento,
- O fluxo progressivo,
- A flexibilidade e integração,
- O uso do espaço físico disponível e necessário,
- A satisfação e a segurança.

Nesta elaboração devemos considerar algumas ferramentas e processos de melhoria e de capacitação.

3.4.3. Operador Polivalente

Essa ferramenta consiste em capacitar os operadores a executar várias tarefas, ao invés de se especializar o operador em apenas uma tarefa específica, restringindo o trabalho do mesmo, ou seja, a *Lean Construction* emprega trabalhadores multiquificações em todos os níveis da organização (WOMACK; JONES, 1998).

3.4.4. Auto Controle

Para resolver falhas ou erros no processo, essa ferramenta transfere algumas decisões da média gerência ou supervisão para a base da organização, ou seja, da maior autonomia e responsabilidade aos operadores, exigindo em troca a qualidade (WOMACK; JONES, 1998).

3.4.5. Nivelamento da Produção ou *Heijunka*

Essa ferramenta consiste em tentar manter constante o volume total produzido, uniformizando a produção. Através dessa ferramenta, a programação da produção nivela a demanda dos recursos e também permite combinar itens diferentes de forma que se garanta um fluxo contínuo de produção. Ela permite produzir em pequenos lotes e minimizar os estoques. (WOMACK; JONES, 1998).

3.4.6. Controle Visual do processo

O controle visual consiste em expor problemas, ações, metas e níveis de desempenho de todo o processo, ou seja, apresentar resultados parciais em murais onde todos possam visualizar e acompanhar o processo, onde assim, permite-se a rápida e clara imagem do andamento da produção e torna o gerenciamento do sistema mais ágil.

Para a construção civil, essa ferramenta é interessante, já que a maioria dos processos e serviços é artesanal, precisando assim manter um nível de produção e a qualidade final dos produtos e serviços.

Algumas maneiras de aplicar essa ferramenta é a elaboração de listas de verificação, ou *check lists*, outra é a exibição do desempenho da produção ou equipe, onde pode-se abordar metas e melhorias para os próximos serviços (WOMACK; JONES, 1998).

3.4.7. Kaizen / Melhoria de atividades

Como pôde ser observado, o terceiro constituinte da base sobre o qual estão assentados os pilares do TPS (TOYOTA *Production System*) é justamente o *kaizen*, ou seja, determina onde estão as perdas ou as falhas do processo e foca na eliminação dessas falhas, de tal forma a evitar desperdícios e agregar valor ao produto ou atividade.

Segundo Ghinato (2000), esta ferramenta funciona com um *contínuo monitoramento dos processos*, o qual pode ser feito através do ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*), o que garante uma observação dos erros e possíveis melhorias, ou seja, padronização de melhores soluções, tudo isso sem grandes investimentos.

3.4.8. Mapa de fluxo de valor

Segundo Rother; Shook (2003), o fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa que consiste em toda ação, que agrega valor ou não, necessária para realizar a transformação de um produto, desde a matéria-prima até o processo de entrega do produto ao consumidor final.

Rother; Shook (2003) propõe que o MFV de um produto ajuda a visualizar todo o processo, a partir daí pode-se identificar desperdícios, ou seja, identificar as atividades que não estão agregando valor ao fluxo e ao produto final. Essa ferramenta ajuda na implementação de conceitos e técnicas enxutas, e mostra a relação existente entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

3.5. Ferramenta “5S”

Liker (2005) afirma que o “5S” é uma técnica, uma ferramenta, que tem como principal objetivo organizar o local de trabalho visando aumentar a produtividade e eliminar as perdas que contribuem para a ocorrência de erros, defeitos e acidentes de trabalho. De acordo com Womack; Jones (2003), o “5S” refere-se a cinco palavras japonesas iniciadas com a letra S:

- *SEIRI* (senso da utilização): classificar os itens de uma operação, descartar o que for desnecessário, para manter apenas o que realmente é usado naquele local;
- *SEITON* (senso da organização): ter um lugar definido e único para cada item classificado como necessário e mantê-lo no lugar;
- *SEISO* (senso da limpeza): criar uma rotina de limpeza e inspeção que auxilia a expor condições anormais e falhas que, potencialmente, acarretarão em baixa qualidade e quebras de equipamentos;
- *SEIKETSU* (senso da padronização): elaborar regras e procedimentos (se possíveis visuais) para manter e controlar os três primeiros “S”;
- *SHITSUKE* (senso da autodisciplina): o mais difícil de implantar. Criar um senso de autodisciplina para manter um ambiente de trabalho estável e favorável à melhoria contínua.

A utilização do “5S”, além de deixar o ambiente mais limpo e organizado, é fundamental nos sistemas de produção puxada por permitir um maior controle visual das atividades executadas possibilitando a identificação mais rápida de problemas que possam interferir no fluxo contínuo de produção da empresa (LIKER, 2005).

Atualmente temos agregado a esta ferramenta mais duas letras “S” que também tem muito a ver com o ambiente de trabalho, são:

- *Sekyuriti* (senso de Segurança);
- *Sumairu - Smile* (senso de felicidade do colaborador).

3.6. Modelo LCR (*Rapid Lean Construction*)

O modelo LCR (*Rapid Lean Construction-Quality Rating Model*) surgiu de uma ideia desenvolvida e adaptada por Hofacker *et al.* (2008) denominada de *Plano de Aplicação da Construção Enxuta* (PALC).

Este plano propunha o desenvolvimento de uma metodologia de aplicação dos conceitos enxutos em canteiros de obra, com um instrumento de avaliação (*check list*) para medir o desempenho das empresas.

Porém, o *check list* proposto não se mostrou eficaz, o que levou os pesquisadores a desenvolverem um novo modelo (OLIVEIRA, 2010).

Assim novos estudos foram iniciados afim de realizar, ou facilitar a adaptação do *check list*, para resolver as falhas, mas resolveram não fazer adaptações e sim criar um novo modelo partindo do seguinte objetivo: desenvolver um modelo de avaliação da qualidade e do grau de aplicação da construção enxuta em empresas construtoras.

Algumas características apresentadas por esse novo modelo (LCR) se tornam importantes para facilitar a aplicação do mesmo em canteiros de obra, tais como (OLIVEIRA, 2010):

- Tempo de aplicação de no máximo 1 hora;
- Interface de preenchimento simples e resumida, com itens agrupados em categorias e com pontuação na escala Likert.

Usualmente são usados cinco níveis de respostas, o formato típico de um item Likert é:

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Indiferente
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

Aplicação realizada na presença apenas do engenheiro da obra ou do mestre de obras, dentro do canteiro, para entrevista acompanhada de observação dos pesquisadores.

O modelo é composto por 6 categorias:

1. Foco no cliente;
2. Desperdícios;
3. Fluxo de materiais;
4. Organização;
5. Planejamento;
6. Fluxo de informações e melhorias contínuas as quais foram definidas a partir dos 5 princípios da Mentalidade Enxuta segundo Koskela (1992).

A Figura 2, representa o desenvolvimento do modelo LCR que pode ser aplicado ao canteiro de obra, por ser de fácil entendimento e de respostas rápidas, desenvolvido por Hofacker *et al.* (2008):

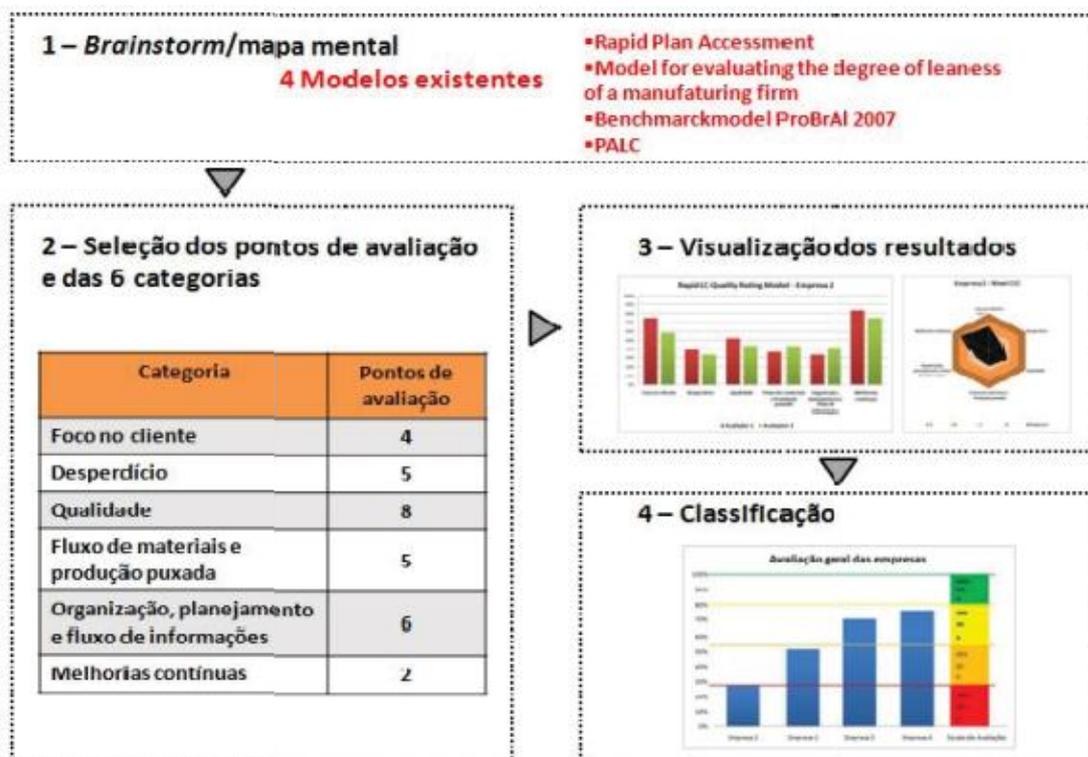


Figura 2 - Desenvolvimento do Modelo LCR.

Fonte: Adaptado de HOFACKER *et al.* (2008).

Para a aplicação desse modelo, alguns autores recomendam aplicá-lo em pelo menos cinco obras diferentes de uma mesma empresa, sendo realizada por dois pesquisadores que tenham domínio da teoria da Construção Enxuta.

Assim, apoiados pelo PALC, e por outros modelos de avaliação do grau de enxugamento, definiu-se as categorias deste modelo, bem como seus pontos de avaliação.

Foram então definidas seis categorias:

1. Foco no cliente;
2. Desperdícios;
3. Qualidade;
4. Fluxo de materiais;
5. Organização, planejamento e fluxo de informações;
6. Melhorias contínuas.

Estas categorias foram definidas a partir dos 5 princípios do *Lean Thinking* e dos 11 princípios da *Lean Construction*.

Para cada categoria foram escolhidos pontos de avaliação, com pontuação de 0 a 6, sendo que o modelo totalizou 30 questões a serem avaliadas.

A partir da avaliação dos dois pesquisadores, será feita a média, que indicará uma classificação da empresa quanto ao grau de aplicação dos conceitos da construção enxuta em suas obras.

Esta classificação foi definida de AAA (de 95% a 100% da pontuação atingida, significa a busca pela perfeição tanto em desenvolver a qualidade como na aplicação dos conceitos *Lean*) até D (de 0% a 9% da pontuação, significa baixa qualidade dos processos e do produto, baixo foco em melhorias, desperdícios e nenhum conhecimento da filosofia enxuta).

A classificação foi determinada de modo que as empresas que não conhecessem e/ou não aplicassem os conceitos da construção enxuta não pudessem atingir o nível B na classificação. Apenas as empresas que aplicam a *filosofia Lean* em suas obras podem atingir os níveis B e A.

Segue a apresentação simplificada do modelo, com a divisão entre categorias, os pontos de avaliação e a escala de pontuação.

| Categoria | Nº. | Ponto de avaliação | 0- 6 |
|---|------------|--|-------------|
| Foco no cliente | 1. | Foco no cliente, em termos de vendas, marketing e foco estratégico, detectando o que é o valor para o cliente. | |
| | 2. | Comunicação regular com o cliente e flexibilidade para adaptar as mudanças requeridas. | |
| | 3. | Flexibilidade do projeto e comunicação entre projetistas e gerente da construção (durante a execução). | |
| | 4. | Limpeza do canteiro de obras (5S). | |
| Desperdícios | 5. | Desperdício dos materiais de construção: detecção dos desperdícios e consciência no canteiro. | |
| | 6. | Ações, conhecimento e incentivos para eliminar os desperdícios (produção em excesso, tempos de espera, transportes desnecessários, retrabalhos...). | |
| | 7. | Gerenciamento dos resíduos (reciclagem, separação do entulho da construção). | |
| | 8. | Utilização dos espaços: quanto o espaço é eficientemente utilizado (áreas dedicadas aos materiais, pequenas peças organizadas, menor espaço possível utilizado). | |
| Qualidade | 9. | Tempo desperdiçado (redução do tempo de transporte, tempo de espera, padronização do uso de equipamentos e transportes). | |
| | 10. | Controle de qualidade constante dos materiais de construção (e.g. certificação de controle da resistência do concreto). | |
| | 11. | A empresa possui algum tipo de certificação da qualidade (e.g. ISO, PBQP-H). | |
| | 12. | Percepção visual da qualidade de execução dos serviços (variabilidade do padrão). | |
| | 13. | Segurança no canteiro de obras. | |
| | 14. | Busca e análise das causas dos retrabalhos (5W). | |
| | 15. | Padronização de processos. | |
| | 16. | Sistema de gerenciamento visual (sinalização clara, sinalização auto-explicativa e sistemas de controle de qualidade). | |
| | 17. | Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho. | |
| Categoria | Nº. | Ponto de avaliação | 0- 6 |
| Fluxo de materiais e produção puxada | 18. | Sistema de cartões <i>Kanban</i> (existência e bom funcionamento). | |
| | 19. | Aplicação de conceitos Just-In-Time (medição e.g. da quantidade de armazenamento, e.g. estoque > 1 semana, não é JIT). | |
| | 20. | Uso de concreto usinado (uso = (6), feito no canteiro = 0). | |
| | 21. | Sistema de pedido e tempo de reposição de materiais (concreto, aço, tijolos) pelos fornecedores (1 dia = (6), 1 semana = (3), > 2 semanas = (0)). | |
| | 22. | Uso de sistemas de suporte ao transporte (grua) e padronização dos transportes (<i>pallets</i>). | |
| Melhorias contínuas | 29. | Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto. | |
| | 30. | Educação continuada dos empregados (e.g. qualidade, cursos de especialização, <i>Lean...</i>). | |
| Organização, planejamento e fluxo de informações | 23. | Como é a consciência, convencimento e suporte da alta gerência na aplicação dos conceitos da <i>Lean Construction</i> . | |
| | 24. | Motivação e responsabilidade dos empregados (existem ações, métodos que promovam isso?). | |
| | 25. | Polivalência dos times (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços). | |
| | 26. | São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema <i>Last-Planner</i> (6)? Ou a estrutura de planejamento da produção é tradicional (0)? | |
| | 27. | Ferramentas de comunicação (e.g. aplicação do <i>Andon</i>). | |
| | 28. | Aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal. | |

Quadro 1 – Categorias e pontos de avaliação do LCR, em escala de 0 a 6

Fonte: Adaptado de Hofacker *et al.*, 2008.

Assim, segundo Oliveira (2010), os pesquisadores, munidos do LCR podem partir para a etapa de validação do modelo, determinando que obras sejam visitadas e, principalmente, que seu engenheiro responsável pudesse ser entrevistado.

Tabela 1 - Pontos de avaliação do modelo LCR a partir de cada categoria.

-
- 1 Desperdício dos materiais de construção: detecção dos desperdícios e consciência no canteiro
 - 2 Ações, conhecimento e incentivos para eliminar os desperdícios (produção em excesso, tempos de espera, transportes desnecessários, retrabalhos)
 - 3 Gerenciamento dos resíduos (reciclagem, separação do entulho da construção)
 - 4 Utilização dos espaços: quanto o espaço é eficientemente utilizado (áreas dedicadas aos materiais, pequenas peças organizadas, menor espaço possível utilizado)
 - 5 Tempo desperdiçado (redução do tempo de transporte, tempo de espera, padronização do uso de equipamentos e transportes)
 - 6 Controle de qualidade constante dos materiais de construção (e.g. certificação de controle da resistência do concreto)
 - 7 A empresa possui algum tipo de certificação da qualidade (ISO, PBQP-H)
 - 8 Percepção visual da qualidade de execução dos serviços (variabilidade do padrão)
 - 9 Segurança no canteiro de obra
 - 10 Busca e análise das causas dos retrabalhos (5W)
 - 11 Padronização de processos
 - 12 Sistema de gerenciamento visual (sinalização clara, sinalização autoexplicativa e sistemas de controle de qualidade)
 - 13 Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho
 - 14 Sistema de cartões *kanban* (existência e bom funcionamento)
 - 15 Aplicação de conceitos *Just-In-Time* (medição e.g. da quantidade de armazenamento, e.g. estoque > 1 semana, não é JIT)

- 16 Uso de concreto usinado (uso = (6), feito no canteiro = (0))
- 17 Sistema de pedido e tempo de reposição de materiais (concreto, aço, tijolos) pelos fornecedores (1 dia = (6), 1 semana = (3), > 2 semanas = (0))
- 18 Uso de sistemas de suporte ao transporte (grua) e padronização dos transportes (*pallets*)
- 19 Como é a consciência, convencimento e suporte da alta gerência na aplicação dos conceitos da *Lean Construction*
- 20 Motivação e responsabilidade dos empregados (existem ações, métodos que promovam isso?)
- 21 Polivalência dos times (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços)
- 22 São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema *Last-Planner*, ou a estrutura de planejamento da produção é tradicional
- 23 Ferramentas de comunicação
- 24 Aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal
- 25 Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto
- 26 Educação continuada dos empregados (qualidade, cursos de especialização, *Lean*)
- 27 Polivalência dos times (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços)
- 28 São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema *Last-Planner* (6)? Ou a estrutura de planejamento da produção é tradicional (0)?
- 29 Ferramentas de comunicação (e.g. aplicação do *Andon*); aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal
- 30 Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto; educação continuada dos empregados (qualidade, cursos de especialização, *Lean*)

Fonte: Adaptado de Hofacker *et al.* (2008).

3.7. A importância do *layout* do canteiro de obras na *Lean Construction*

Saber organizar a logística do canteiro de obras posicionando equipamentos, mão de obra e matéria-prima da maneira mais eficiente possível é fundamental para reduzir os fluxos, garantindo que os materiais cheguem às mãos certas com rapidez e no momento correto. A questão é que, embora pareça óbvio, desenvolver processos internos eficazes, efetivos e eficientes é tarefa extremamente complexa e envolve alto nível de organização da parte dos responsáveis pela obra (MOBUS, 2017).

A importância da aplicação das Ferramentas *Lean*, faz com que sua obra sempre dê um passo à frente quer na mudança para a redução de custos ou no aumento da eficiência em sua obra. Então se conclui que a otimização da logística em seu canteiro pode fazer toda a diferença.

3.7.1. *Layouts* do canteiro de obras: isso faz mesmo diferença?

Não tenhamos dúvida de que a resposta a essa pergunta é positiva. O arranjo correto no canteiro de obras é tão importante que deve ser a primeira coisa a ser pensada, antes mesmo da própria obra.

Layout nada mais é que a disposição física de pessoas, equipamentos e materiais de maneira mais eficiente possível, um mapa de trabalho preciso que possibilita reduzir ao mínimo os movimentos dos trabalhadores. Dessa forma, eles gastam o mínimo de tempo possível em deslocamentos para buscar materiais ou usar equipamentos (reduzindo seu nível de estafa e aumentando sua produtividade).

Para que os equipamentos sejam menos expostos ao manuseio, logo, é possível reduzir as quedas, danos e desperdícios.

Para que as máquinas e matérias-primas estejam sempre próximo aos profissionais, assegurando mais produção dentro de um mesmo período (MOBUS, 2017).

3.7.2. Vantagens de um bom *layout* do canteiro de obras

- Permite um fluxo de serviços e materiais de forma contínua;
- Reduz transportes e movimentos, melhorando processos;
- Reduz perdas e desperdícios de insumos;
- Integra todos os elementos da obra;
- Melhora e facilita as condições de trabalho;
- Aumenta a produtividade;
- Reduz o nível de cansaço dos trabalhadores;
- Permite flexibilidade para atender as mudanças que possam ocorrer ao longo da obra.

3.7.3. O que é um canteiro de obras?

O canteiro de obra é a área de trabalho temporário onde serão desenvolvidas as operações de apoio para execução da obra. Ele deve ser organizado de forma a maximizar a eficiência dos trabalhos e serviços que serão realizados na construção, além garantir a segurança e conforto da equipe da sua obra.

Segundo a norma NR18, os canteiros de obras residenciais devem conter instalações sanitárias, vestiário e local para refeições. Porém, a importância do canteiro de obras vai, além disso. Um bom canteiro de obra deve considerar:

- *Layout* e logística;
- Barracão da obra;
- Estoque de materiais;
- Limpeza e organização.

Nessa fase é recomendado que você já tivesse cercado o seu terreno com muro ou tapume e colocado o número da casa de forma visível.

3.7.4. Layout e logística

Recomenda-se que primeiramente seja feito um “projeto” para definir o melhor layout do canteiro da sua obra. O primeiro passo para fazer este projeto é desenhar o terreno e o local onde será executada a obra.

Depois defina os locais de entrada e saída dos veículos e área para descarregamento e armazenamento de materiais. Por último defina onde ficará o barracão e as demais instalações.

Um bom *layout* ajudará a melhorar o fluxo de trabalho. Por isso, evitar colocar o local de armazenamento muito distante da obra, para que o tempo gasto nos deslocamentos dentro do canteiro seja reduzido.

Lembre, para que situações que possam causar acidentes de trabalho, os locais de transito dos trabalhadores não podem ter materiais e equipamentos obstruindo a passagem.

O local de armazenamento dos materiais e equipamentos é outro ponto importante do canteiro de obras que devemos dar ênfase, pois armazenar os materiais de forma inadequada e incorreta pode gerar perdas e prejuízos para o cliente.

Sendo assim devemos ter em mente que o canteiro de obras não terá um *layout* fixo durante toda a construção, a sua organização mudará com o avanço da obra. No início você necessitará de mais espaço para armazenamento de materiais brutos tais como areia, pedra, aço e tijolos. No final da obra você precisará de menos espaço e mais segurança para armazenar os materiais de acabamento como pisos, porcelanatos e metais.

3.7.5. Barracão da obra

O barracão de obra pode ser construído ou alugado e deve ter espaço para o armazenamento de materiais, equipamentos, escritório, vestiário e banheiros para os funcionários.

Geralmente os barracões são construídos pela própria equipe da obra com madeirites, compensados e caibros de madeira com a cobertura é feita com telhas de fibrocimento. É necessário comprar materiais hidráulicos e elétricos para realizar as instalações provisórias da água, banheiro e luz para atender o conforto dos funcionários.

Já o aluguel é feito através de *containers*. Esta opção é nova e muito prática. Para uma obra residencial, você poderá alugar um *container* de 3 metros com ou sem banheiro. Quando finalizada a construção, a empresa retira o container sem gerar entulhos.

Lembre-se que a lei obriga que no canteiro de obra tenham banheiro e fornecimento de água potável, filtrada e fresca. Por isso, uma opção que também pode ser considerada é alugar banheiro químico.

3.8. Estoque de materiais

O modo de armazenar equipamentos e materiais de construção é muito importante, pois confere agilidade nas tarefas, maior segurança para os funcionários e menores perdas de materiais.

3.8.1. Exemplo de Armazenamento de Materiais

Cada material deve ser armazenado conforme as suas características. Veja alguns exemplos na tabela abaixo:

Tabela 2 - Pontos de avaliação do modelo LCR a partir de cada categoria.

| Materiais | Como armazenar? |
|-----------------------------|--|
| Cimento, cal e argamassas | Não podem ficar em contato direto com o solo, por isso devem ser armazenados sobre tablados ou plataformas. |
| Areia e pedra | Devem ter fácil acesso ao carrinho de mão e ficar dentro de baias para em casos de chuvas não serem carregadas. |
| Tijolos e blocos | Ocupam bastante espaço e as pilhas devem ser feitas em locais planos e respeitar a altura máxima de empilhamento para não danificar os materiais. |
| Barras de aço | Por terem grande comprimento, devem ser armazenados em camadas utilizando espaçadores e peças de retenção. Devem ser separados por bitola para facilitar a identificação na hora do uso. |
| Materiais hidráulicos | Devem ficar em um espaço coberto e na horizontal. Podem ser separados em camadas conforme o diâmetro para facilitar na hora de usar. |
| Materiais elétricos | Devem ser adquiridos próximos da utilização. Se você comprar antes, armazene em local seguro e de preferência fora do canteiro de obra. |
| Telhas | As telhas de cerâmica e concreto devem ser empilhadas verticalmente. Já as telhas de fibrocimento e aço ficam na horizontal, mas levemente inclinadas. |
| Pisos e revestimentos | Por serem frágeis o ideal é que eles cheguem no canteiro próximo da utilização. Verifique na embalagem a recomendação do fabricante para armazenagem. |
| Tintas e impermeabilizantes | Coloque as embalagens em prateleiras em um local protegido e ventilado. Não dispense a embalagem original e verifique sempre o prazo de validade. |

Fonte: FAZFACIL (2018).

3.9. Limpeza e organização

Manter o seu canteiro de obra limpo e organizado é fundamental para aumentar a eficiência da equipe e evitar acidentes. Os entulhos e restos de materiais devem ser removidos todos os dias ao término da jornada. Os entulhos e eventuais sobras de materiais devem ser coletados em caçambas e descartados corretamente. Certifique-se que a empresa contratada realiza o descarte correto dos materiais.

3.10. Problemática no Canteiro de Obras

O sucesso de um projeto realizado no canteiro de obras depende de vários fatores que nascem no planejamento do empreendimento e vai até o acompanhamento do pós-venda, a solução de problemas e o zelo com a qualidade do seu serviço devem ser vistos como uma prioridade e todos os casos.

Difícilmente, algum dia, essas tarefas não de se tornarem simples. Contudo, com as possibilidades que hoje trazem alguns métodos e costumes de profissionais que atuam na construção civil, vêm mudando na medida em que estes profissionais adotem e concebam a mudança de pensamentos e atitudes dentro de um canteiro de obras, para que a solução de problemas e o aprimoramento dos resultados apareçam de forma leve e fácil.

Apesar de tudo, alguns princípios básicos se mantêm primordiais.

3.11. Planejamento

Muito antes do início das atividades num canteiro de obras, é necessária a realização de um planejamento extenso, detalhado, que contemple todas as etapas envolvidas no projeto em questão. Acordos com prestadores de serviço, fornecedores, adversidades e soluções devem ser mapeados e previstos, por mais

extremos que sejam, a fim de que não se tornem imprevistos e, por consequência, não exijam medidas apressadas e menos efetivas.

Estar preparado para seguir um cronograma e solucionar adversidades e mudando conceitos e pensamentos, no tocante a certas ferramentas que estão surgindo para facilitar o dia-a-dia no canteiro de obras, tais como “*Just in time*”, onde não se prevê desperdícios e falta de material para o serviço, é o primeiro passo para se conquistar resultados ainda superiores aos estipulados inicialmente.

Esse novo jeito de olhar o canteiro de obras, não como uma “bagunça”, mas simples, descomplicado e seguro, é que dá margem para que problemas que possam surgir, sejam solucionados com mais rapidez, a ponto de possibilitar que as atenções sejam voltadas ao aprimoramento do que já está sendo posto em prática sem negligenciar o prazo de entrega.

3.12. Impasses

Muitos são os problemas e impasses entre empreiteiras e fornecedores, é também comum que isso acarrete no rompimento de contratos e cause a paralisação de obras por tempo indefinido, motivos para isso são os mais variados como por exemplo a falta de qualidade nos serviços, não cumprimento de prazos de entrega, entre outros. Em todos os casos, é de extrema importância manter aberto o diálogo constante com esses parceiros para que soluções sejam encontradas sem que necessitassem chegar ao extremo de procurar a justiça para a solução deste impasse.

Para isso as ferramentas *Lean* têm agido para tornar explícito a empreiteiras e fornecedores os detalhes acerca do que é esperado deles e nortear sua atuação para que todos cumpram seus prazos e exigências da melhor maneira possível .

Nesse caso, havendo uma fiscalização e um detalhamento acerca do que fora ou não cumprido para que sejam realizadas as exigências adequadas, apoiadas pelo cronograma físico-financeiro e o que mais havia sido estipulado em contrato.

3.13. Organização

A palavra “organização” pode ter conotação similar a “planejamento”, mas, sendo aplicada ao canteiro de obras, é possível perceber as diferenças entre elas.

Atrasos e não cumprimento de normas qualitativas estão, muitas vezes, ligados à falta de organização dos canteiros de obra, ocasionando perda de materiais, exposição de operários a riscos desnecessários. Para que isso não venha a ocorrer, a mudança e a aplicação de *Lean Construction*, juntamente com suas ferramentas é de “uso obrigatório” dentro de um canteiro de obras, seja um grande ou pequeno em todos os casos, o envolvimento destas ferramentas é essencial.

A partir do momento em que o cronograma de atividades é definido, assim as ferramentas da Construção Limpa devem ser utilizadas em sua plenitude durante todo o processo, todas as medidas necessárias para que quaisquer falhas nas análises de logística e produtividade sejam prevenidas.

Um canteiro de obras que seja arquitetado, seja desenvolvido corretamente, juntamente de suas atividades, poderá ter preservada toda sua integridade física, o transporte de materiais em tempo otimizado e a oferta de boas condições de trabalho para os colaboradores naturalmente trará um aumento na qualidade dos trabalhos realizados.

Contudo, é preciso atentar ao planejamento dos fluxos que permeiam os trabalhos realizados nos canteiros, por exemplo, ferramenta *Just in Time*, que garante a sincronia dentro do processo, prevendo quaisquer conflitos que venham a ocorrer antes que afetem as atividades em alguma das unidades.

Essas ferramentas, apesar de serem utilizadas em empresas como ferramentas administrativa, tem também o cunho gerencial e têm seu caráter generalizador, mas a atenção a detalhes e medidas mais práticas também compõem sua importância.

A alocação e estoque inadequado de materiais de construção e itens de segurança num canteiro de obras, por exemplo, também podem ser causadores de transtornos durante a realização de um projeto.

Por esses e outros motivos que a presença do gestor no próprio canteiro de obras, munido das ferramentas necessárias para realizar sua gestão em todo o

momento, é tão essencial para que uma obra seja bem sucedida em todos os seus aspectos.

3.14. Tecnologia

Para qualquer ramo de atuação e qualquer mercado, é preciso estar atento à vanguarda. Na indústria da construção, investimentos em estrutura e capacitação de profissionais também não é uma novidade, mas por vezes acabam caindo no esquecimento ou no comodismo.

Por ser uma indústria que despende grandes volumes de pessoas, materiais e mesmo dinheiro, é comum pensar que nela não há realmente investimentos “pequenos”. Para a tecnologia, em especial, não é raro empresas e profissionais que tenham um olhar mais estagnado, avesso ao novo.

Isso se dá porque investimentos tecnológicos, de fato, estão entre aqueles que mais movimentam montantes financeiros e que, desde o momento da sua realização, já há um prazo marcado para sua obsolescência. Dentro ou fora da indústria da construção, isso também é uma realidade vivida por todos, uma vez que o avanço da tecnologia é acelerado e o que é oferecido no mercado, tanto em *hardware*, quanto em *software*, é constantemente renovado.

Entretanto, pode ser conquistado “muito”, mesmo investindo “pouco”, independente do tamanho da construtora. É também um diferencial do gestor identificar as oportunidades que o mercado traz e buscar aplicar as medidas que trarão um maior retorno sobre o investimento.

3.15. Implementação de novas soluções para o Canteiro de Obras

Desconfiança e resistência são sentimentos comuns na indústria da construção quando se fala na adoção de novas soluções e práticas para o gerenciamento do canteiro de obras.

Por mais que “o novo” deve ser sempre visto com um olhar crítico, esse equilíbrio entre aversão e aceitação nem sempre deve ser mantido e cultivado, para que o pensamento em prol do que é melhor para uma construtora, seus colaboradores e até mesmo seu cliente final.

Investimentos dessa natureza não devem ser feitos às cegas, nem de maneira impetuosa. Pelo contrário, devem ser feitos de acordo com um planejamento bem estruturado, o que fará com que o processo de avaliação seja mais proveitoso, criterioso, pertinente e gere melhores resultados.

3.16. Objetivos

Ter uma visão clara dos seus objetivos e da solução em vista é o primeiro passo para avaliá-la de forma adequada fazendo algumas perguntas, tais como:

- O que você espera dessa solução?
- O que a solução pode lhe proporcionar?

Não há soluções mágicas, tampouco há uma só solução para todos os problemas. Sem uma visão racional e segmentada desses objetivos, torna-se muito mais difícil avaliar se essa nova solução trará ou não benefícios para sua obra ou empresa.

3.17. Etapas de Implementação.

Assim como há etapas distintas em qualquer projeto de construção, deve haver as mesmas etapas durante o processo de na implementação das novas tecnologias de gestão que serão implementadas dentro do canteiro de obras. O respeito à curva de aprendizagem de cada colaborador e o incentivo constante, são ferramentas essenciais do programa de implementação, para assegurar a assimilação por parte de todos, permitindo que o conhecimento seja contemplado

em sua totalidade no tempo certo de cada colaborador, sem pressa, e sem deixar a qualidade de lado.

3.18. PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do *Habitat*

Esta ferramenta já existe há muito tempo (mais de 23 anos de existência). Criado em 1991, este Programa tem como objetivo principal, a avaliação da conformidade de sistemas de gestão da qualidade em níveis adequados às características de cada empresa do setor de serviços e obras atuantes no que se refere à construção civil.

Este Programa é constituído de uma série de métodos de avaliação, controladores de qualidade e sistemas evolutivos. Oferece benefícios como linhas de crédito diferenciadas e assessoria técnica para tornar obras mais eficientes.

Contudo, é necessário que a empresa atenda a todos os requisitos estabelecidos para estar apta a obter tudo que o programa oferece.

O projeto social Minha Casa, Minha Vida, por exemplo, permite apenas a participação de empresas cadastradas no PBQP-H. Não obstante, há bancos que fornecem linhas de crédito exclusivas a empresas certificadas no programa.

O PBQP-H é caracterizado por etapas. A aprovação em cada uma delas, sequencialmente, é necessária para o avanço de uma empresa no processo de certificação. Sendo aprovada, a solicitante possui um prazo de até 3 anos para que outros níveis de certificação sejam alcançados. Caso não ocorra a obtenção desses certificados, a empresa é excluída da lista contemplada pelo PBQP-H.

É também importante a lembrança de que a permanência no programa só é possível mediante a renovação anual das certificações

3.19. Gestão de segurança no canteiro de obras

Segurança é a palavra fundamental de sempre deverá estar em mente de qualquer um dos colaboradores, desde o mais baixo ao mais alto cargo em uma

cadeia hierárquica dentro de um canteiro de obras, pois qualquer deslize nas normas, a não obediência as mesmas, poderá surgir algum inconveniente. Portanto saber gerir a segurança dentro de um canteiro de obras, durante toda a execução do serviço (obras) é de fundamental importância para não comprometer a saúde dos colaboradores e para que a construção seja realizada conforme o planejamento. Nesse sentido, um a nova ferramenta voltada para o gerenciamento da segurança do trabalho, com profissionais habilitados, facilitará em muito a queda dos números de acidente no canteiro.

Além disso, dados mostram que no Brasil o número de acidentes em canteiros de obras cresceu 47,02% de 2007 a 2012, segundo dados do Ministério da Previdência Social. Por outro lado, o setor da construção civil, no mesmo período, teve um aumento expressivo no número de trabalhadores, de 1,518 milhão passou para 3,015 milhões.

Isso significa que é urgente aumentar a segurança no canteiro de obras, pois esse é um setor que cada vez mais emprega trabalhadores, nesse sentido, o PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil – NR 18 se torna uma ferramenta imprescindível.

Essa norma é considerada o marco de uma nova etapa na prevenção de acidentes nos canteiros de obra. Entre os seus principais avanços está a exigência de treinamento admissional e periódico aos trabalhadores, para que estejam capacitados a executar as suas atividades com segurança.

Ações como treinamentos, controle no uso de EPIs – equipamentos de segurança individual e outros procedimentos hoje em dia, podem e devem ser controlados com ferramentas tecnológicas que darão suporte para o gestor destas ações, bem com o acesso de pessoas estranhas ao serviço no canteiro de obras, uma ferramenta que automatiza o gerenciamento de todos os procedimentos em um canteiro de obras. As vantagens vão desde um melhor planejamento das reuniões até o controle dos treinamentos, passando pelos demais processos intermediários, é possível integrar um sistema de coleta de evidências como fotos, identificação por QR CODE e assinatura eletrônica, já para manter a segurança na manipulação de dados diários do canteiro.

Um instrumento eficiente para a gestão de segurança é o DDS – Diálogo Diário de Segurança também chamada de DDSMS – Diálogo Diário de Segurança, Meio Ambiente e Saúde. Esses encontros servem para prevenir acidentes, e

disseminar as informações relevantes entre todos os colaboradores envolvidos no trabalho realizado no canteiro de obras.

O DDS pode ocorrer todos os dias, porém, trata-se de uma reunião breve que pode ter aproximadamente 10 minutos. O seu principal objetivo é a eficiência da comunicação, para tanto, exige uma linguagem clara e atrativa. Nesse momento, dúvidas são esclarecidas, avisos são feitos, mas principalmente, são levantados os assuntos referentes à segurança no canteiro de obras.

Não basta a empresa que está realizando uma construção entregar os EPIs a seus colaboradores, é preciso fiscalizar. Por isso, uma ferramenta específica juntamente com um SESMET atuante é de fundamental importância nessa hora, pois assim é possível em tempo real certificar-se de que todos estão usando os equipamentos de segurança adequados ao risco.

Além de reduzir a produtividade, a falta dos EPIs adequados podem provocar sérios riscos à saúde e mesmo à vida dos colaboradores. Nesse sentido, as reuniões e treinamentos de segurança têm papel fundamental, ao mostrar quais são os riscos envolvidos no projeto, já que estes podem variar conforme a dimensão da obra e do projeto. Há também a importância de vistorias periódicas, a fim de realizar a manutenção de EPIs, sendo que deve ser feita a substituição ou a retirada dos que estão desgastados ou com qualquer tipo de problema.

Os EPIs em um canteiro de obras podem ser muitos, o que requer um detalhado e permanente controle quanto ao seu uso correto. A atividade de registrar as entregas e controles de EPIs é uma forma de certificar-se de que os colaboradores estão protegidos enquanto trabalham.

Quando esse controle se dá de forma móvel, torna a obra muito mais segura. Pensando nisso, uma ferramenta de Gestão da Segurança em Canteiro de Obras permite acessar as informações em tempo real, bem como atualizá-las.

Empresas que não fornecem os EPIs adequados a seus colaboradores, estão sujeitas à multa, sendo que também estará sujeita a multa se não observar a utilização do equipamento pelos colaboradores. Eles devem ser corretamente capacitados e orientados, e ser bem consciente da importância destes equipamentos, ao entender quais os riscos que ele corre ao não usar os EPIs.

Os documentos de controle de entrega e devolução de EPIs são uma segurança para a empresa, que terá o registro de que os seus colaboradores estão recebendo os equipamentos adequados conforme a sua função. Assim, é possível

gerir os colaboradores com maior facilidade no que se refere ao uso dos equipamentos que vão garantir a sua segurança.

Quanto à transparência dos sistemas de comunicação na obra, evidenciaram-se inúmeras placas de segurança, determinando a obrigatoriedade da utilização de equipamentos de proteção, além de sinalizações de entradas e saídas das obras e instruções sobre o armazenamento de materiais (Figuras 3).



Figura 3 - Dispositivos Visuais de Comunicação.

Fonte: Google Imagens.

3.20. Controle de treinamentos dos colaboradores, com avaliação de eficácia

Novos equipamentos e procedimentos são constantemente implantados na indústria e nas atividades desempenhadas em um canteiro de obras. Por isso, é imperativo que empresas da construção civil mantenham os seus colaboradores sempre atualizados com as novidades do mercado.

Os treinamentos de colaboradores de modo ininterrupto é uma maneira de promover a constante otimização das atividades desempenhadas. Essa medida se reflete, inclusive, muito positivamente quanto à segurança, pois se a mão de obra for especializada, será mais fácil de absorver a responsabilidade que possui.

A partir disso, os trabalhadores seguem as instruções mais conscientes de que essa atitude não apenas resulta em produtividade como também na sua própria

segurança e na dos demais colaboradores. Por sua vez, os profissionais que gerenciam uma construção devem estar a par do empenho dos funcionários e participação nos treinamentos.

3.21. Controle de registros dos colaboradores

Estar com os papéis como documentos trabalhistas, exames médicos, entre outros dos seus colaboradores atualizados é outra exigência para que empresas dos mais diversos setores atuem de forma legalizada. O mesmo acontece quando se trata de uma construção, sendo que os empresários devem seguir o PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

O programa faz parte da lei que integra a Consolidação das Leis do Trabalho, a qual é regida pela Norma Regulamentadora 7, que tem como objetivo proteger a saúde ocupacional dos trabalhadores. Entre as suas exigências, todos os funcionários devem passar por exames determinados.

Entre eles, está o admissional ao ser contratado; o exame periódico, realizado de acordo com a função desempenhada para certificar-se de que a sua saúde não foi afetada; exame de mudança de função; exame de retorno ao trabalho, feito depois que há afastamento por doença ou acidente; e o exame médico demissional.

Esses exames servem para prevenir e tratar problemas decorrentes da atividade empregatícia, sendo que a comprovação de sua realização se dá através de Atestado de Saúde Ocupacional – ASO, em duas vias, emitido pelo médico responsável. Uma via deve ficar no local de trabalho, à disposição da fiscalização.

Há também situações em que são emitidos os atestados médicos, quando o trabalhador deve se ausentar da sua função por um determinado período. Esses são alguns exemplos dos exames médicos que se deve controlar, bem como os demais documentos obrigatórios, como a Carteira de Trabalho. Quando algum desses documentos e exames extrapola a sua data de validade, o empresário corre o risco de pagar multas, prejudicando a sua relação com o colaborador.

3.22. Painel de segurança da empresa / obra

Visualizar as informações referentes à segurança por meio de um painel permite um melhor entendimento global da situação. Com isso, é viável executar ajustes nos trabalhos da construção e mesmo reprogramar prioridades a qualquer momento. Ao nutrir o painel com dados relevantes, ele consegue cruzar informações e obter resultados contundentes, reduzindo o risco de conclusões incorretas.

O painel, também chamado de *dashboard*, permite o acompanhamento de procedimentos, gerenciamento de documentos e agendamento de eventos de segurança. Isso é possível porque o painel de segurança traz informações em tempo real, o que é oferecido de modo visual e intuitivo, permitindo que se verifiquem os pontos fortes e como melhorar a segurança da empresa e de suas obras.

Essa ferramenta é dividida em três níveis: empresa, obra e colaborador. No painel se visualizam todas as informações armazenadas a respeito da obra, a partir das quais é possível responder à pergunta: como anda a segurança da construção?

Todos os dados estão resumidos e divididos em áreas, que são os indicadores de segurança, como treinamentos realizados, registros trabalhistas, EPIs entregues e outros. O painel também dispõe de uma função de alertas de pendências e de problemas, representadas por cores.

Outra função é o comparativo de índices entre obras, o que ajuda a determinar se algum dos indicadores de segurança está acima ou abaixo da normalidade em comparação às demais.

É possível ainda acessar os indicadores e conferir como estão os procedimentos, inclusive, acessar histórico de cada colaborador, bem como usar filtros para pesquisas, a fim de analisar um aspecto específico.

A solução do painel de segurança, os relatórios e as ferramentas de coleta de informações em campo trazem benefícios concretos para os técnicos de segurança, engenheiros de segurança e gestores de obras.

Essas vantagens são muito relevantes, inclusive, para a alta administração das construtoras grandes interessadas na segurança. A segurança no canteiro de obras afeta diretamente a imagem da empresa perante os clientes e a sociedade, além da qualidade de vida dos colaboradores, sejam próprios ou terceirizados. Além

disso, a segurança se traduz naturalmente, numa melhor qualidade e produtividade da mão de obra.

Outro dos benefícios desta ferramenta é o acompanhamento em tempo real dos requisitos de segurança em uma única visão através do painel.

Essa facilidade dá suporte a uma avaliação quantitativa da eficiência e eficácia do sistema de gestão de segurança da empresa e das obras, além de permitir uma análise detalhada até o nível do colaborador.

Essa análise é instrumento confiável para a tomada de decisão, aumentando a agilidade das ações para mitigar riscos, corrigir desvios e evitar acidentes de trabalho no canteiro de obra.

Os novos tempos exigem ferramentas tecnológicas dinâmicas que permitam a otimização de todas as etapas e processos, o que se for feito com mobilidade, é ainda mais eficiente, atualizando dados e obtendo informações em tempo real.

Uma empresa da construção civil exige tecnologia de ponta em termos de segurança para ser bem sucedida, contar com colaboradores satisfeitos e apresentar uma alta produtividade. A antiga metodologia de classificar documentos em ordem cronológica em pastas não só demanda muito tempo como é ineficiente. Porém, ter todos os registros à mão é fundamental para a gestão de segurança.

4 CONCLUSÃO

Os conceitos e as técnicas do Sistema Toyota de Produção, ou Produção Enxuta, baseados na redução dos desperdícios e na melhoria contínua vêm provando, há mais de meio século, serem capazes de proporcionar enormes vantagens competitivas na produção industrial.

Durante esse período, estes conceitos se consolidaram com a mentalidade enxuta que, ano após ano, vem sendo estudada e adaptada a vários ambientes produtivos, entre eles o da construção civil.

A filosofia da Produção Enxuta, voltada à construção civil (Construção Enxuta), vem sendo estudada em várias partes do mundo há mais de vinte anos, entretanto o conceito *Lean* é recente no panorama brasileiro. A abordagem segundo a Construção Enxuta nas obras de construção nacionais é ainda desconhecida em muitas regiões.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi mostrar uma abordagem tradicional dos conceitos e ferramentas da Produção Enxuta e da Construção Enxuta por meio da realização de um diagnóstico para determinar a maturidade da filosofia *Lean*.

A questão que tentamos mostrar neste trabalho era responder e propor quais as ferramentas *Lean* seriam aplicáveis às empresas construção civil, classificadas no *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR).

A grande preocupação da maioria das empresas de construção civil é com relação ao foco no cliente e na melhoria contínua, mas grande parte deixa a desejar em aspectos como o desperdício de materiais e tempo, o qual em grande parte dos canteiros é bem evidente, e também na organização, planejamento e no fluxo de informações.

Conforme referencial teórico, foram mostradas algumas ferramentas adequadas que se aplicadas a um canteiro de obras e conscientizando os colaboradores da importâncias delas, obterão melhorias no que tange ao rendimento e desenvolvimento do serviço.

Assim, havendo a combinação de sistemas de gestão da qualidade e ferramentas *Lean*, os resultados que poderão ser alcançados, tornam as empresas

mais produtivas e com benefícios nas ações relacionadas à desperdícios, qualidade, lucro e competitividade.

Para a aplicação das ferramentas se faz necessário o acompanhamento periódico de todo o procedimento realizado e para que sejam averiguados quais os pontos que cada ferramenta poderia causar os resultados esperados, e como forma de acompanhamento, ser apresentado os resultados e proposta discussões para uma melhoria continuada.

A ferramenta arranjo físico, no qual são elaborados os *layouts*, devem ser seguida e acompanhada em todas as etapas da obra, para que a aceitação por parte dos colaboradores e pelo responsável técnico, se sintam confortáveis para o desenvolvimento seguro da obra.

Este pensamento deve ser levado e apresentado aos colaboradores e ao responsável técnico, para que se desenvolva uma cultura de diminuição no tempo de deslocamento de materiais e pessoas dentro do canteiro, com aumento de organização; pois estas “coisas” geram uma grande dificuldade em começar a locação da obra, distribuir os materiais dentro do canteiro e no fluxo de pessoal.

Desse modo, apesar de simples algumas ferramentas trazidas das indústrias, e inseridas dentro de um canteiro de obras, seja ele pequeno, médio ou grande, gera inúmeros benefícios, agilizando os processos de execução do serviço dentro do canteiro.

Uma outra ferramenta apresentada, o controle visual do processo, onde são elaborados *check lists* e estes serão utilizados durante todas as etapas da execução da obra.

Por exemplo: o *check list* de materiais deverá ser utilizado para a conferência da quantidade necessária a cada área executada, mostrando sua importância em não permitir que haja atrasos nos processos devido a falta de algum material, assim fica dispensado o que chamamos de estoque sobressalente, que ocupa grande espaço no canteiro e gera desperdícios. Dai a importância da aplicação e conscientização do uso desta ferramenta. Lógico que imprevistos acontecem e o gestor saberá como lidar com isso, pois ele terá todas as ferramentas de controle para uma tomada de decisão que não afetará o seu cronograma inicial.

É evidente que proporcionando autonomia aos colaboradores e envolvendo eles no processo, ou seja, passando a eles a responsabilidade sobre a conferência de materiais e serviços, estes acabam desempenhando melhor suas funções, pois

assim ficam encarregados sobre toda a qualidade dos processos, ainda sobre a supervisão do responsável técnico para que este confira se realmente tem sido cumprido o que é proposto pela ferramenta.

A aplicação das ferramentas *Lean* em canteiros de obra apresenta-se como uma solução à falta de estratégias que melhorem os processos, os prazos e desperdícios gerados.

Pode-se observar *in loco* que as condições de trabalho, tanto de colaboradores quanto organização do canteiro de obra, estão distantes de serem consideradas ideais, pois além da falta de treinamento deste, há uma ausência de planejamento de ações que minimizem as falhas e melhorem a qualidade dos processos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Thaís. **Diretrizes para gestão dos fluxos Físicos em Canteiros de obra: proposta baseada em estudo de caso.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

AMORIM, S. R. L. **Tecnologia, organização e produtividade na construção.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.

Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho – <http://www.previdencia.gov.br/a-previdencia/saude-e-seguranca-do-trabalhador/estatisticas-de-saude-e-seguranca-no-trabalho/anuario-estatistico-de-acidentes-do-trabalho/>.

BARROS, Mércia M. B. **O desafio da implantação de inovações tecnológicas no Sistema produtivo das Empresas Construtoras.** *In:* Seminário Tecnologia e Gestão na produção de Edifícios Vedações verticais. São Paulo, 1998.

BRASIL, IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2093. Acesso em: jun. 2012.

COELHO, Clara B. T. **Antecipações gerenciais para a inserção de atividades facilitadoras na execução de alvenaria de tijolos cerâmicos: análise dos relatos de agentes do processo.** Universidade Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009.

CORREIA, Bruno M. **Estudo sobre a implantação de sistema *kanban* em obras de construção civil de pequeno porte.** Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

COSTELLA, M. **Análise dos acidentes do trabalho e doenças profissionais ocorridos na atividade de construção civil no Rio Grande do Sul em 1996 e 1997.** Porto Alegre, 1999. Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS.

CRISTELLI, Rafael. **Pavimentos Industriais de concreto – Análise do sistema construtivo**. 2010. UFMG, Belo Horizonte, 2010.

DE CICCIO, F. **Manual sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho**: volume m. São Paulo: Risk tecnologia, junho, 1999.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean simplificada**. Tradução: Rosalia Angelita Neumann.
Garcia. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FAZFACIL. **Material de Construção**: Como armazenar bem os materiais?
Disponível em: <http://www.fazfacil.com.br/reforma-construção/armazenar-materiais-obra/2/>. Acesso em out. de 2018.

FERRO e Telma Rodriguez. São Paulo: *Lean Institute Brasil*, 2003.

FILHO, Adalicio B. F. **Aplicação de melhorias baseadas na construção enxuta: materiais, equipamentos e métodos construtivos inovadores em um canteiro de obras em Aracaju**. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.

FILHO, Manassés C. **As ferramentas de qualidade no processo produtivo com enfoque no processo enxuto**. Instituto Superior De Tecnologia, Conselheiro Lafaiete, 2011.

FORMOSO, Carlos T. **Lean Construction: Princípios básicos e exemplos**. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Disponível em:
<http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/norie>. Acesso em: abr. 2012.

GHINATO, Paulo. **Produção e Competitividade: Aplicação e Inovações**. Tradução: Adiel Almeida e Fernando Souza. Recife: UFPE, 2000.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Atlas S.A., 1996.

GONÇALVES, Wilma K. F. **Utilização de técnicas *Lean* e *Just in Time* na gestão de empreendimentos e obras.** Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

HOWELL, George. ***What is Lean Construction.*** In: *Annual Conference of the International group for Lean Construction*, 7, 1999. Berkeley. Proceedings. California, University of California, 1999.

HOFACKER, Alexander; OLIVEIRA, B. F.; GEHBAUER, F.; FREITAS, M. C. D.; MENDES JÚNIOR, R.; SANTOS, A.; KIRSCH, J. ***Rapid lean construction-quality rating model (LCR).*** In: *16th International Group for Lean Construction conference. Manchester, IGLC*, 2008.

KOSKELA, Lauri. ***Application of the new production philosophy to construction.*** *Technical Report*, Finlândia, 1992.

KUREK, Juliana. **Introdução dos princípios da filosofia de Construção Enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo-RS.** Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

LEWIS M. A. ***Lean production and sustainable competitive advantage.*** *International Journal of Operations & Production Management*, 2000.

LYRA DA SILVA, Rodrigo R. **Construção predial *Lean*: mapeamento da cadeia de valor das estruturas metálicas.** Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MACEDO, Roberto F. **Análise de viabilidade dos processos construtivos (gesso projetado e emboço) a partir da aplicação dos conceitos da nova filosofia de construção.** Engenharia Civil. Universidade Salvador, Salvador, 2004.

MELLO, Luiz Carlos B. B.; AMORIM, Sérgio Roberto L. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos.** Produção, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009.

MESSEGUER, Álvaro G. **Controle e garantia da qualidade na construção.** São Paulo: Sinduscon, 1991.

MOLINA, Juan F.G. - **Contribuição da Informatização no Sistema *Kanban*: Critérios e Exemplos de Implementação.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

MIYAKE, Dario I. **Melhorando o processo: Seis Sigma e Sistema de Produção Lean.** In ROTONDARO *et al.* **Seis Sigma** – Estratégia Gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

MOURA, Reinaldo A. ***Kanban*: A Simplicidade do Controle da Produção.** São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenamento de Materiais, IMAN, 2007.

NR 7 - NORMA REGULAMENTADORA 07 PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO DE SAÚDE OCUPACIONAL -

<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr7.htm>

NUNES, Iara J. D. **Aplicação de ferramentas *Lean* no planejamento de obras.** Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

OLIVEIRA, Bruno F.; FREITAS, M. C. D.; HOFACKER, A.; GEHBAUER, F.; MENDES JÚNIOR, R. **Um modelo de avaliação do grau de aplicação de Ferramentas *Lean* em empresas construtoras: o rapid Lean construction-quality rating Model (LCR).** Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, Florianópolis, SC, v. 2, n. 2, p. 156-174. dez. 2010.

OLIVEIRA, Damasia G. S. **Uma metodologia de avaliação de concretagens de lajes prediais na ótica da construção *Lean*.** Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

PICCHI, Flávio Augusto. **Oportunidades de aplicação do *Lean Thinking* na construção.** Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 3, n. 1, p 7-23, jan./mar. 2003.

PINTO, João. ***Lean Thinking - Glossário de termos e acrônimos.*** Disponível em: http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/ct_glossario_leanthinking.pdf. Acesso em: out. 2008.

PISKE, Felipe B. **A influência do arranjo físico nos desperdícios de uma fábrica de máquinas para implementos agrícolas.** Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PROGRAMA Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat: <http://www.pbqp-h.com.br/>. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Campanha nacional de combate aos acidentes de trabalho (CANCAT). Brasília, 1996.

REIS, Thatiana. **Aplicação da Mentalidade Enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do Mapeamento do fluxo de valor: Estudos de Caso.** Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

RODRIGUES, Públio P. F. Pavimentos de Concreto. Pisos Industriais: conceitos e execução. **Revista Concreto & Construção.** São Paulo. n. 45, p. 24 a 31, 2007.

RODRIGUES, Públio P. F.; BOTACINI, S. M.; GASPARETTO, W. E. **Manual Gerdau de Pisos Industriais.** São Paulo: Pini, 2006.

ROMANEL, Fabiano B. **Jogo “desafiando a produção”:** uma estratégia para a disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

ROTHER, Mike; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar.** Traduzido por José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2003.

TEMPLUM Consultoria Online. Cartilha PBQP-H Qualidade Habitacional: http://www.templum.com.br/lp/wp-content/uploads/sites/3/2014/01/Cartilha_PBQP-H2.pdf, 2014.

TRENTIN, Luciano. **Manufatura enxuta**: Contribuições para a obtenção da vantagem competitiva. Disponível em: . Acesso em: 22/04/2018

WIGINESCKI, Beatriz B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo**: um estudo de caso. 2009. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

WOMACK, James P. ***The challenge of value stream management***. In: *LEAN ENTERPRISE INSTITUTE VALUE STREAM MANAGEMENT CONFERENCE*, 2000, Dearborn, MI. *Proceeding Dearborn, MI: Lean Enterprise Institute*, 2000.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Tradução: Ivo Korytowski. 11^a ed. São Paulo: Campus, 1992.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

VANSAN, Ana P.; LANGARO, E. A. **Ferramentas Lean aplicadas às empresas de Construção civil classificadas no modelo LCR**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

ANEXOS

ANEXOS I

Exemplo de um canteiro de obra ideal.



ANEXO II

Disponibilização dos insumos e equipamentos



ANEXO III

Preocupação com a limpeza e com a segurança



ANEXO IV

Falta de organização no canteiro



Desperdício de materiais

