



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SEBASTIÃO DINIZ DE SÁ NETO

CONSTRUÇÃO ENXUTA – *LEAN CONSTRUCTION*: O CASO DO INOVACON-CE.

MOSSORÓ

2020.1

SEBASTIÃO DINIZ DE SÁ NETO

CONSTRUÇÃO ENXUTA – *LEAN CONSTRUCTION*: O CASO DO INOVAÇON-CE.

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dra. Maria Aridenise Macena Fontenelle.

MOSSORÓ

2020.1

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

D469c De Sá Neto, Sebastiao Diniz.
Construção enxuta - LEAN CONSTRUCTION: o caso
do INOVACON-CE / Sebastiao Diniz De Sá Neto. -
2020.
46 f. : il.

Orientadora: Maria Aridenide Macena Fontenelle.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2020.

1. Programa de Inovação. 2. Sistema Toyota de
Produção. 3. Produtividade. I. Fontenelle, Maria
Aridenide Macena, orient. II. Título.

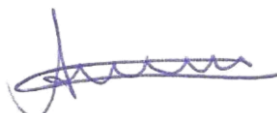
Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)
SEBASTIÃO DINIZ DE SÁ NETO

CONSTRUÇÃO ENXUTA – *LEAN CONSTRUCTION*: O CASO DO INOVAÇON-CE

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 11 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA



Dra. Maria Aridenise Macena Fontenelle- UFERSA

Presidente

Marineide Jussara
Diniz

Assinado de forma digital por
MARINEIDE JUSSARA DINIZ
Dados: 2020.12.16 19:00:07 -02'00'

Dra. Marineide Jussara Diniz- UFERSA

Membro Examinador

MARCIA YARA DE OLIVEIRA
SILVA:05163965441

Assinado de forma digital por
MARCIA YARA DE OLIVEIRA
SILVA:05163965441
Dados: 2020.12.16 08:09:13 -03'00'

Mestre Márcia Yara de Oliveira Silva - UFERSA

Membro Examinador

Dedico a meu avô, Sebastião Diniz de Sá, e a minha avó, Antônia Gomes de Sá, conhecida como Toinha de Diniz, casal referência para mim e exemplo de alegria e compaixão.
Estarão, sempre, em vida comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por sempre me guiar e colocar grandes pessoas em meu caminho.

Agradeço a minha mãe, Terezinha Diniz, por ser meu porto seguro.

Agradeço ao meu pai, Antonio Soares, por todo o suporte que me deu desde sempre.

Agradeço a minhas irmãs, em especial, a Clara Soares por sempre me apoiar, independentemente de qualquer resultado a qual me destino. Para ela, toda a minha gratidão em vida.

Agradeço a minha namorada, Cinthia Beatriz, por ter aberto minha mente para a vida e, no momento mais difícil, procurou e incentivou a me fazer voltar a sorrir. Todo o apoio que ela e a mãe dela, Maria Docarmo, me ofereceram eu jamais esquecerei, e serei eternamente grato a elas. Momentos difíceis aparecem para serem superados e juntos, nós, iremos superar um a um.

Agradeço aos meus tios e tias que contribuíram com incentivos, inclusive financeiro, teria sido impossível sem vocês.

Agradeço a minha orientadora a Profa. Dra. Maria Aridenise Macena Fontenelle por ter entendido a minha situação e ter se colocado a disposição para me ajudar, principalmente nesse período a qual estamos passando.

Agradeço ao coordenador do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido o Prof. Dr. Francisco Alves da Silva Júnior por todo o apoio que me deu desde a primeira disciplina que ministrou a minha turma.

Agradeço aos meus amigos, em especial, Marelly Diniz, Marcos Marinho, Júnior Noronha, Valkayvson Fernandes, Raimundo Neto, Rodrigo Lorens, Alisson Maciel e Victor Hiago por terem me feito relaxar nos momentos de mais estresse, e aos meus amigos de UFERSA, em especial, a Leonardo por sempre está comigo nas decisões. Você irá longe.

É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades.

RESUMO

Este estudo mostra o resultado de diversas melhorias realizadas em obras verticais na utilização de novas técnicas de organização da produção tomando-se por base a aplicação da filosofia *Lean-Construction*. Esta aplicação foi inserida em algumas construtoras participantes de um projeto de inovação tecnológica para a construção civil conhecido como INOVACON-CE, existente desde 1998. Foi realizado um inventário das melhorias tecnológicas e gerenciais introduzidas nas empresas destacando-se pela aplicação de técnicas que buscam aperfeiçoar o processo de trabalho e introduzir as ferramentas da filosofia *Lean*. São apresentadas as sequências de trabalho desenvolvidas para vários serviços e suas melhorias, como também, os resultados da implantação de ferramentas como: *Kanbans*, *Andon*, 5S, demarcação de fluxos, linhas de balanço, dentre outras.

Palavras-chave: Programa de Inovação. Sistema Toyota Produção. Produtividade.

ABSTRACT

This study shows the result of several improvements made in vertical works in the use of new production organization techniques based on the application of the Lean-Construction philosophy. This application was inserted in some construction companies participating in a technological innovation project for civil construction known as INOVACON-CE, existing since 1998. An inventory of the technological and managerial improvements introduced in the companies was carried out, highlighted by the application of techniques that seek to improve the work process and introduce the tools of the Lean philosophy. The work sequences developed for various services and their improvements are presented, as well as, the results of the implementation of tools such as: Kanbans, Andon, 5S, demarcation of flows, balance lines, among others.

Keywords: Innovation program. Toyota production system. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do Conceito <i>Lean</i>	24
Figura 2 - Linha do tempo do conceito <i>lean</i>	25
Figura 3 - Linha de balanço implantada em <i>software</i>	41
Figura 4 - Diagrama de sequência utilizado na atividade de revestimento cerâmico.....	42

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Pacote de Alvenaria.	32
Foto 2 - Racionalização dos fluxos de transportes no canteiro.	33
Foto 3 - Carro Prateleira.	34
Foto 4 - Placas indicativas de quantidade de materiais por pavimento.	34
Foto 5 - Projeto de Paginação de Alvenaria.	35
Foto 6 - Confecção de tijolo mestra.	36
Foto 7 - Baías de estoque de tijolos especiais e suas unidades.	36
Foto 8 - Exemplo do <i>Kanban</i> de sinalização.	37
Foto 9 - <i>Transpallets</i> e <i>Pallets</i> adquiridos pelas obras.	38
Foto 10 - Andon para acompanhamento dos serviços instalado nos pavimentos.	39
Foto 11 - Andon para acompanhamento dos serviços instalado na sala do engenheiro.	40
Foto 12 - Informativo do desempenho do setor indicando o período, a nota obtida, a escala de notas associada a cores e o símbolo do programa 5S na empresa.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Melhorias implantadas no planejamento e controle das obras – INOVACON CE	42
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bel	Bacharel
Dr	Doutor
Esp	Especialista
GE	Gestão do Conhecimento
GI	Gestão da Informação
IES	Intituição de Ensino Superior
Me	Mestre
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PG&C	Perspectivas em Gestão & Conhecimento
SBGC	Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento
UI	Unidade de Informação

LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem
\$	Cifrão

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMÁTICA	17
1.2 JUSTIFICATIVA	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 ORIGEM DA FILOSOFIA <i>LEAN</i>	21
2.2 <i>LEAN THINKING</i> – O PENSAMENTO ENXUTO	23
3 METODOLOGIA.....	26
4 ESTUDO DE CASO	29
4.1 ACOMPANHAMENTO DO FLUXO DE MATERIAL E INFORMAÇÕES DENTRO DA OBRA.....	29
5 RESULTADOS	31
5.1. AÇÕES IMPLEMENTADAS NA GESTÃO ORGANIZACIONAL DAS OBRAS VERTICAIS.....	31
5.1.1 Síntese fotográfica de melhorias implantadas na gestão organizacional das obras – INOVACON-CE	32
5.2. AÇÕES IMPLEMENTADAS NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DAS OBRAS	42
5.3 DIFICULDADES E FACILIDADES ENCONTRADAS PELA ETPP NA IMPLANTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DAS MELHORIAS NAS OBRAS DO INOVACON NO MÓDULO DE CONSTRUÇÃO ENXUTA	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A construção civil se distingue das demais indústrias pela sua mobilidade fabril, produtos finais diferenciados entre si e rotatividade de mão de obra (GREEF; FREITAS; ROMANEL, 2012) e por isso não vinha sendo aplicado o conceito enxuto, que já estava consolidado em outras indústrias (KOSKELA, 1992).

Com base na produção enxuta, foi criado o *Lean Construction*, ou Construção Enxuta, com princípios diferenciados pela distinção entre a indústria da construção civil e às demais indústrias, que são (KOSKELA, 1992):

- (a) redução das parcelas de atividades que não agregam valor;
- (b) aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente;
- (c) redução da variabilidade;
- (d) redução do tempo de ciclo;
- (e) minimização do número de passos e partes;
- (f) aumento da flexibilidade da saída;
- (g) aumento da transparência do processo;
- (h) foco no controle do processo global;
- (i) introdução de melhorias contínuas no processo;
- (j) equilíbrio das melhorias do fluxo; e
- (k) benchmarking.

Almeida et al. (2018) complementam que o Pensamento *Lean* na construção civil se disseminou a partir dos textos de Koskela, em 1992. Assim, discussões acadêmicas e aplicações práticas do *Lean Construction* vêm sendo comum.

Koskela (1992) considera que o processo construtivo é composto por atividades de conversão e de fluxo (de materiais e/ou de informações). As atividades de fluxo geram despesas e consomem tempo, por exemplo, são identificadas como espera e movimentação. Em contraponto, as atividades de conversão são as únicas que agregam valor, pois o material transformado é mais relevante para o cliente, além de subsidiar a tomada de decisão.

Porém, a maioria dos trabalhos que aplicam o *Lean* em canteiros de obra, como é o caso de Pontes (2004), Ely (2011), Araújo (2016) e Bajjou (2017). Nesses estudos, a aplicação dos onze princípios do *Lean Construction* levou a uma redução na variabilidade, aumento na transparência, comprometimento das equipes, facilitação do planejamento e execução das atividades, melhoria do serviço, aumento da produtividade, redução dos desperdícios, agregação de valor, oportunidade de melhorias e construção mais sustentável.

O INOVACON (Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Ceará) foi criado em 1988 a partir de uma parceria entre um conjunto de 11 empresas e representantes das Instituições de Ensino Superior (IES) do Ceará com o intuito de desenvolver inovações relativas a processo, produto e gestão nas empresas parceiras, com o apoio das IES, contribuindo para a melhoria da qualidade da construção civil local, a partir da disseminação do conhecimento no setor e na academia.

Atualmente o Inovacon é constituído por 32 empresas associadas (construtoras e fornecedores), além de entidades, instituições e profissionais convidados, sendo uma comissão técnica de trabalho de incentivo à pesquisa e inovação, vinculada ao Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará - SINDUSCON/CE.

Sua finalidade primordial é realizar projetos, pesquisas, palestras, seminários, cursos de qualificação ou requalificação e desenvolver ferramentas vislumbrando a inovação, o desenvolvimento científico, cultural, educacional e tecnológico da Construção Civil no Estado do Ceará.

Este estudo busca descrever as melhorias na área de *Lean Construction* – construção enxuta no INOVACON-CE.

1.1 PROBLEMÁTICA

A baixa produtividade no cenário atual, devido a diversos problemas acrescidos com a crise econômica, torna-se uma grande dificuldade encontrada na gestão da construção civil.

Essa baixa produtividade tem sua origem na concepção do planejamento, onde as atividades são concebidas de forma que possuem prazos independentes e são desbalanceadas entre si. Por esse motivo há interrupção de fluxo, criando soluções de continuidade com esperas e acumulação de serviços concluídos (OLIVEIRA, 2007).

Usualmente adota-se para o problema da baixa produtividade a solução convencional, tendo como base o gerenciamento da obra. Esta solução se propõe a igualar a produção em cada uma das fases do processo, similarmente ao que ocorre na indústria. No entanto, na indústria, há a possibilidade de um ajuste técnico no maquinário caso haja a necessidade de aumentar a produtividade, o que não ocorre na construção civil (DRUCKER, 1975).

Segundo Tommelein e Weissemberger (1999), uma alternativa para os problemas decorrentes da baixa produtividade, seria a utilização dos conceitos da construção *lean*. Na construção *lean* releva-se o gerenciamento de etapas isoladas da obra para se enfatizar o

planejamento de todo o processo construtivo, por meio do mapeamento do fluxo de atividades.

O exemplo clássico utilizado e discutido no TFG (Trabalho Final de Graduação) é a metodologia TPS (Sistema Toyota de Produção), no qual, fornece-se uma estruturação e implantações de ações de melhoria dentro de uma visão Taylorista, plano de trabalho e de gerenciamento de projetos tradicionais.

1.2 JUSTIFICATIVA

O INOVACON-CE preocupa-se em salientar sobre boas formas de organizar e planejar a obra das construtoras participantes desse projeto de melhoria na construção civil cearense. Para isso, utiliza de intensos estudos inteligentes, o qual se comprova a sua eficiência e identificação de melhorias.

Em orçamentos e planejamentos de obras, é comum ver que um dos itens que mais carecem a edificação são os materiais de construção e o que dificulta o cronograma do edifício são as formas como esses materiais são dispostos nos canteiros e/ou pela obra, ignorando, muitas vezes, a NR 18, que se trata sobre as condições de segurança e saúde no trabalho.

Conseguir como valores a sustentabilidade, a responsabilidade, a qualidade e segurança durante todo o processo, em que é denominado como fluxo contínuo, para garantir diversos benefícios no ambiente de trabalho é de suma importância, como por exemplo: aperfeiçoar o tempo, produtividade e racionalização dos materiais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A baixa produtividade no cenário atual, devido a diversos problemas acrescidos com a crise econômica, torna-se uma grande dificuldade encontrada na gestão da construção civil.

Essa baixa produtividade tem sua origem na concepção do planejamento, onde as atividades são concebidas de forma que possuem prazos independentes e são desbalanceadas entre si. Por esse motivo há interrupção de fluxo, criando soluções de continuidade com esperas e acumulação de serviços concluídos (OLIVEIRA, 2007).

Usualmente adota-se para o problema da baixa produtividade a solução convencional, tendo como base o gerenciamento da obra. Esta solução se propõe a igualar a produção em cada uma das fases do processo, similarmente ao que ocorre na indústria. No entanto, na indústria, há a possibilidade de um ajuste técnico no maquinário caso haja a necessidade de aumentar a produtividade, o que não ocorre na construção civil (DRUCKER, 1975).

Segundo Tommelein e Weisseberger (1999), uma alternativa para os problemas decorrentes da baixa produtividade, seria a utilização dos conceitos da construção *Lean*. Na construção *Lean*, releva-se o gerenciamento de etapas isoladas da obra para se enfatizar o planejamento de todo o processo construtivo, por meio do mapeamento do fluxo de atividades.

Na definição do plano de trabalho do Inovacon-CE, os consultores basearam-se na metodologia preconizada pelo Lean Institute Brasil, através das publicações “Aprendendo a enxergar” (Rother et al, 1999) e “Criando fluxo contínuo” (Rother et al, 2002). Desta forma, em linhas gerais, chegou-se ao seguinte plano de trabalho para implantação dos conceitos e ferramentas da construção enxuta na obra selecionada: fazer o levantamento da situação atual da obra (mapeamento do estado atual); identificar as oportunidades de melhoria (mapeamento do estado futuro); e implantar melhorias (*kaizen* de processo e de fluxo).

2.1 ORIGEM DA FILOSOFIA *LEAN*

Até o começo do século XX, o sistema de produção foi artesanal, ou seja, os produtos eram feitos manualmente, e estava, essencialmente, concentrado na Europa. Após a Primeira Guerra Mundial, no final da década de 1910, Henry Ford e Alfred Sloan, presidentes da *Ford Motor Company* e *General Motors*, respectivamente, começaram uma nova era na manufatura: a produção em massa (WOMACK, et al., 2004).

A produção em massa é caracterizada e diferenciada da produção manual pela redução de custos e pouca variedade de produtos devido à sua produção em larga escala. Além disso, Ford conseguiu racionalizar a produção e, para isso, criou linhas de montagem, cuja vantagem foi a agilidade e padronização do processo. Com esse sistema de produção (conhecido como Fordista), os Estados Unidos se tornaram rapidamente influente na economia mundial (GREEF, et al., 2012; WOMACK, et al., 2004).

Na metade do século XX, final da Segunda Guerra Mundial, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, funcionários da *Toyota Motor Company*, criaram um sistema de produção e começaram a implementá-lo na empresa. Posteriormente esse sistema seria reproduzido em empresas do mundo todo (WOMACK et al., 2004).

A *Toyota Motor Company* poderia apenas aplicar o estilo de produção norte americano que já estava estabelecido no cenário automobilístico, porém, o Japão apresentava um cenário pós-guerra complicado: inflação; escassez de recursos, de estrutura e de capital; necessidade de sustentar a indústria nacional; mercado restrito e fragmentado; demanda por produtos diversificados e consequente necessidade de flexibilidade da produção. Com isso, Toyoda Kiichiro procurou criar um método japonês de produção adequado para a situação que o país enfrentava utilizando as pesquisas realizadas por ele mesmo e a própria criatividade (GREEF et al., 2012; OHNO, 1997).

O sistema de produção aplicado na *Toyota Motor Company* foi chamado inicialmente de Sistema Toyota de Produção (STP) e após a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo”, ocorreu à disseminação do conceito *Lean Production*, baseado no STP, que é traduzido para o português como “Produção Enxuta”. Os autores explicam que esse conceito foi cunhado, pois o STP utiliza, quando comparado com a produção em massa, menor quantidade de esforço humano, de espaço, de investimento e de tempo para desenvolver um novo produto e de estoques (WOMACK, et al., 2004).

Ohno (1997) comenta que a prática enxuta na produção tem como objetivo a eliminação completa do desperdício e, para isso, conta com dois pilares: o *just-in-time* e a

automação (automação com um toque humano). O *just-in-time*, quando globalmente aplicado em uma linha de produção, atinge um baixo grau de estoque, pois essa técnica exige que os materiais necessários para a produção cheguem no momento exato e na quantidade exata. A automação impede a produção defeituosa, pois não permite que o erro seja levado adiante na linha de montagem, devido à existência de um sistema que interrompe toda a linha quando é notado algum erro na produção.

Desde sua implantação, a produção *Lean* agregou valor às práticas tanto da produção manual quanto da fordista. Dessa maneira, combina as vantagens desses dois modelos de produção, uma vez que utiliza máquinas automatizadas (prática utilizada na produção em massa) e é flexível (prática utilizada na produção artesanal), pois permite que o cliente tenha opção de escolha. A partir das vantagens citadas, o STP evita o alto custo da produção artesanal, quando comparada ao fordismo, e a rigidez da produção em massa. Ainda, é possível citar outras características da produção enxuta: a busca pela perfeição e zero desperdício (GREEF et al., 2012; WOMACK, et al., 2004).

A ideia de desperdício zero na produção, utilizada nas fábricas da *Toyota Motor Company*, é descrita da seguinte forma: o somatório do trabalho realizado com os desperdícios ocorridos no processo resulta na capacidade atual da fábrica (OHNO, 1997).

A partir desse conceito de capacidade atual, Ohno (1997) explica que para aumentar a eficiência da produção, a porcentagem de trabalho deve atingir 100% e, consequentemente, o desperdício, 0%. Para essas porcentagens serem alcançadas, é necessário identificar os desperdícios na linha de produção, que são: de superprodução, de tempo disponível (espera), em transporte, do processamento em si, de estoque, de movimento e da produção com defeitos.

A eficiência que o STP busca nas produções *Lean* é indicada por fatores como produtividade, eficiência, entre outros. Womack et al. (2004) ao comparar uma fábrica de automóveis japonesa com uma americana constata que é grande a diferença: a fábrica japonesa é aproximadamente duas vezes mais produtiva, três vezes mais eficaz e 40% mais eficiente que a americana.

A partir desses dados, nota-se que a aplicação do *Lean* nas linhas de produção foi efetiva. Por isso, os mesmos pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT), que dissemina o termo *Lean*, tentaram levar essa filosofia para os mais diversos setores (WOMACK, JONES, 1998).

2.2 LEAN THINKING – O PENSAMENTO ENXUTO

Em 1996, os mesmos autores do livro “A máquina que mudou o mundo” lançaram um segundo livro, “A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas”. O livro aborda respostas sobre questionamentos que não foram sanadas no primeiro livro, por exemplo, de como se tornar uma empresa enxuta (WOMACK; JONES, 2004).

Dentro desse contexto, os autores cunharam outro termo, o “Pensamento Enxuto”, que possibilita a aplicação do *Lean* nos mais diversos setores, e não apenas na manufatura. Além disso, os autores acreditam que a aplicação do Pensamento Enxuto é a solução para produzir os melhores resultados em uma empresa, pois irá eliminar os desperdícios presentes em seus processos.

A redução dos desperdícios é um dos objetivos do *Lean Thinking*, no entanto, Odorczyk (2018) ainda adiciona os seguintes: operação eficaz dos processos, solução de problemas, minimização de erros, satisfação do cliente, entre outros.

No segundo livro, os autores apresentaram os princípios para que uma empresa se torne enxuta, para atingir os objetivos do Pensamento Enxuto, que são: valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição (WOMACK; JONES, 2004). Os autores explicam que uma empresa enxuta converte desperdício em valor (definido pelo consumidor final), pois o produto e/ou serviço precisa atender as necessidades específicas do cliente.

Bertão (2015) enfatiza que o cliente é o ponto principal do Pensamento Enxuto, por isso, o primeiro princípio da filosofia *Lean* é o valor, pois é a partir dele que são definidos os fluxos operacionais e de produção. Para isso, recomenda-se identificar as necessidades do cliente de forma profunda, bem como entender sua perspectiva (BERTÃO, 2015).

A cadeia de valor, o segundo princípio, é definida por Womack e Jones (2004) como sendo o conjunto das ações necessárias em todo o processo de gerenciamento da empresa. Os autores ainda complementam que para a eliminação de desperdícios é essencial que seja feita a identificação desse fluxo.

Assim, a empresa tem conhecimento das etapas que não criam valor e que podem ser removidas do fluxo, pois são desperdícios. No entanto, é necessário que toda a equipe envolvida no fluxo esteja com o mesmo objetivo: atender a necessidade do cliente (BERTÃO, 2015).

O terceiro passo para uma empresa se tornar enxuta é manter seu fluxo contínuo, desde as matérias-primas até o produto acabado. A vantagem da aplicação do fluxo contínuo é a eliminação de esperas e lotes na linha de produção, dois dos sete desperdícios identificados

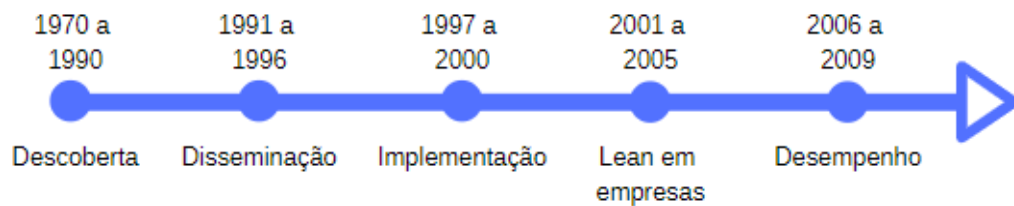
pela Toyota. O fluxo contínuo também tem o objetivo de tornar a produção ininterrupta, sincronizada e interligada (BERTÃO, 2015; WOMACK; JONES, 2004).

O resultado da aplicação do fluxo contínuo apresenta mais uma vantagem: qualquer mudança que ocorra na demanda, não afetará a produção, o que gera a possibilidade de o consumidor puxar a produção a partir das suas necessidades. Dessa forma, o quarto princípio do pensamento enxuto é a produção puxada (WOMACK; JONES, 2004).

A partir da aplicação dos quatro princípios citados, o quinto e último princípio, é a aplicação de soluções de melhoria, a fim de reduzir os desperdícios em um processo (BERTÃO, 2015).

Porém, a implementação da filosofia *Lean* nas empresas não ocorreu logo após a publicação de Womack e Jones. Stone (2012) identificou cinco fases desse conceito após quatro décadas da sua criação, sintetizadas na FIGURA 1.

Figura 1 - Fases do Conceito *LEAN*



FONTE: Adaptado de Stone (2012)

Stone (2012) explica que a primeira etapa é marcada pelo interesse dos demais países pelo método de fabricação japonesa, pois em 1973 ocorreu a crise do petróleo. Além disso, essa época também é marcada por publicações que descrevem a produção enxuta. De 1991 a 1996, as publicações sobre o conceito *Lean* ainda eram muito recorrentes, por isso, a segunda fase é nomeada de disseminação.

Após a fase de disseminação, de 1997 a 2000, as empresas automobilísticas começaram a realmente implementar as práticas *Lean* em seus processos. Foi então que as vantagens foram sendo alcançadas e a filosofia *Lean* foi também sendo implantada nos mais diversos setores, como economia, recursos humanos e saúde (quarta fase). Já a quinta fase, de 2006 a 2009, é marcada pelo momento em que a *Toyota* desbancou a principal fabricante de automóveis do mundo na época, a *General Motors*.

Com o sucesso do Pensamento Enxuto, tanto no Japão, quanto mundialmente, as técnicas que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno desenvolveram na manufatura foram levadas para outros setores, pois o desempenho e o crescimento da empresa chamaram a atenção das

pessoas ao redor do mundo. Dessa maneira, surgiram as terminologias que aplicam o Pensamento *Lean* em diferentes contextos, que podem ser vistas na linha do tempo, representada na FIGURA 2, como: *Lean thinking* - Pensamento Enxuto (WOMACK; JONES, 2004), *Lean Construction* - Construção Enxuta (KOSKELA, 1992), *Lean Office* - Escritório Enxuto (GREEF et al., 2012), *Lean Accounting* - Contabilidade Enxuta (MASKELL, 2000) e *Lean Service* - Serviço Enxuto (BOWEN, YOUNGDAHL, 1998).

Figura 2 - Linha do tempo do Conceito *LEAN*



FONTE: Adaptado de Freitas (2018)

Dentro desse contexto, Ferro (2005) afirma que a Filosofia *Lean* entrega produtos e/ou serviços com valor para o cliente em qualquer setor da economia, quer seja na construção, na saúde, em processos administrativos ou na prestação de serviços.

3 METODOLOGIA

O estudo de caso é um estudo empírico que pesquisa um fenômeno presente, dentro do contexto da realidade. Acontece quando as fronteiras entre o fenômeno e as linhas gerais não são claramente definidas e, com isso, são utilizadas várias fontes de evidência. Desta forma este é um método que pode ser classificado como pesquisas descritivas, qualitativas, entretanto, devem ser consideradas várias técnicas de coleta de dados, elaboração de projeto de pesquisa.

Para Triviños (1987) a pesquisa descritiva permite empregar várias formas de estudos tais como estudos descritivos e correlatos, estudos de casos, análise documental, estudos causais comparativos, dentre outros.

Triviños (1987) define estudo de caso como uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Tendo como objetivo aprofundar a descrição de determinada realidade.

Para ele talvez o estudo de caso seja um dos mais relevantes métodos de pesquisa qualitativa. No entanto, o autor alerta que os resultados são válidos somente para o caso que se estuda. Porém, defende que o grande valor do estudo de caso é fornecer o conhecimento aprofundado de uma realidade delimitada que os resultados atingidos podem permitir e formular hipóteses para o encaminhamento de outras pesquisas.

Neste estudo de caso serão realizados estudos documentais a partir de publicações do INOVACON-CE.

A metodologia de trabalho do módulo do INOVACON-CE consistiu em realizar visitas de cunho técnico com o objetivo de observar as mudanças implantadas com a incorporação da nova filosofia. Foram observados os seguintes princípios da construção enxuta definidos pelo STP:

- a) Estabilizar o fluxo de material e informação (*kaizen* de fluxo);
- b) Melhorar os processos construtivos (*kaizen* de processo);
- c) Produzir o necessário, quando necessário (*just-in-time*); e
- d) Otimização da Mão de Obra, reduzindo os tempos de ociosidade

Buscando o repasse da teoria sobre o tema construção enxuta, bem como a aplicação prática desses conceitos nas empresas participantes do módulo, a metodologia de trabalho para realização da pesquisa no INOVACON-CE consistiu nas seguintes etapas: realização de aulas teóricas às empresas participantes, visando o repasse dos conceitos e das ferramentas

sobre o tema construção enxuta; realização de visitas técnicas às empresas participantes do módulo; e realização de estudo de caso.

As aulas, em um total de doze, foram ministradas por renomados consultores, que repassaram os conceitos e ferramentas da construção enxuta. Também foram aplicados jogos educativos e exercícios, com o intuito de facilitar a compreensão e fixar as informações teóricas a respeito do assunto.

As visitas às obras das empresas participantes foram realizadas pela equipe técnica permanente do programa (ETPP), juntamente com os consultores e tiveram como intuito verificar a atual situação das empresas com relação aos princípios da construção enxuta.

Para o estudo de caso, os consultores e a ETPP, de acordo com as visitas técnicas realizadas, fizeram uma pré-seleção das empresas mais adequadas para implantação da pesquisa. A partir dessa pré-seleção, foi escolhida uma empresa para o estudo de caso, através de uma reunião onde se contou com a participação de todas as empresas envolvidas no programa. A empresa selecionada, por sua vez, indicou a obra onde seria realizada a pesquisa. Após a escolha da empresa, a ETPP e os consultores do programa, através de reuniões, definiram as metas a serem alcançadas e a forma de implantação dos conceitos e ferramentas da construção enxuta na obra selecionada.

Na definição das metas a serem alcançadas, levaram-se em consideração, os princípios da construção enxuta definidos pelo STP. As metas foram as seguintes: estabilizar o fluxo de material e informação (*kaizen* de fluxo); melhorar os processos construtivos (*kaizen* de processo); buscar a autoregulação do fluxo (autonomação); e produzir o necessário, quando necessário (*just-in-time*). Já a forma de implantação, passou pelas seguintes definições: definição da forma de acompanhamento da ETPP e dos consultores e definição do plano de trabalho. Para o acompanhamento, foi definido que a ETPP ficaria em tempo integral dentro da obra, auxiliando e orientando a equipe técnica da obra (ETO) na implantação dos conceitos e ferramentas relacionados com os princípios da construção enxuta. Já os consultores, fariam o acompanhamento através de reuniões semanais com a ETPP e a ETO, na própria obra, para ajustar ou dar novo direcionamento ao processo de implantação.

Na definição do plano de trabalho, a ETPP e os consultores basearam-se na metodologia preconizada pelo Lean Institute Brasil, através das publicações “Aprendendo a enxergar” (Rother *et al*, 1999) e “Criando fluxo contínuo” (Rother *et al*, 2002). Desta forma, em linhas gerais, chegou-se ao seguinte plano de trabalho: fazer o levantamento da situação atual da obra (mapeamento do estado atual); identificar as oportunidades de melhoria (mapeamento do estado futuro); e implantar melhorias (*kaizen* de processo e de fluxo).

Foi proposta pela ETPP e pelos consultores, uma reunião com o dono da empresa e a ETO, onde seria elaborado o escopo detalhado do plano de trabalho. Para isto, foi necessária a definição dos serviços a serem acompanhados para a implantação de melhorias no processo e no fluxo de material e informação. Na definição dos serviços, relacionados com as melhorias no processo, levou-se em consideração os seguintes critérios: serviços que estavam iniciando no período de implantação da pesquisa e serviços que apresentavam repetitividade na execução. Como a obra já estava na fase de acabamento, foram selecionados os seguintes serviços: revestimento cerâmico/granito e fiação. Já na definição dos serviços relacionados com o fluxo de material e informação, foram selecionados: planejamento e acompanhamento da obra; organização do canteiro; estocagem e transporte de materiais; e comunicação dentro da obra. Após estas definições, o escopo detalhado do plano de trabalho ficou da seguinte forma:

- Fazer o levantamento da situação atual da obra;
- Fazer o acompanhamento dos serviços:
- Revestimento cerâmico e granito;
- Fiação;
- Fazer o acompanhamento do fluxo de material e informação;
- Planejamento da obra;
- Organização do canteiro, estocagem e transporte de materiais;
- Comunicação dentro da obra;
- Identificar as oportunidades de melhoria;
- Implantar melhorias.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 ACOMPANHAMENTO DO FLUXO DE MATERIAL E INFORMAÇÕES DENTRO DA OBRA;

O Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVACONCE), institucionalizado a partir de 1998, tem como metodologia de atuação, a criação de módulos de transferência de conhecimento, com duração padrão de quatro meses. Durante este período, consultores ministram palestras sobre o tema de sua especialidade e uma equipe técnica atua junto às empresas, para implantar as inovações.

Os temas estudados no INOVACON-CE foram:

- Análise de Investimentos Aplicada ao Setor Imobiliário
- Construção enxuta
- Coordenação de projetos
- Desenvolvimento de Competências Gerenciais
- Canteiros de obras verticais
- Estruturas
- Fundações
- Manual do síndico
- Manual do Proprietário
- Motivação
- Pintura
- Planejamento de curto prazo Produtividade
- Revestimento cerâmico de fachada
- Revestimento interno

Esse estudo de caso visa apresentar os resultados obtidos com as diversas melhorias realizadas em obras verticais na utilização de novas técnicas de organização da produção tomando-se por base a aplicação da Construção Enxuta que foi o tema que mais rendeu publicações e aplicações nas organizações participantes do INOVACON-CE .

O embasamento teórico sobre a filosofia *Lean* foi repassado às construtoras participantes do INOVACON-CE por meio do primeiro módulo que tratou sobre *Lean*

Construction (Construção Enxuta). Foi selecionada uma vertente da *Lean*, no caso o Sistema Toyota de Produção (STP), como o elemento norteador das ações a serem realizadas nas obras do grupo do INOVACON-CE.

Diversos trabalhos foram publicados pela Equipe Técnica do INOVACON (SOUZA et al., 2005 e BARROS NETO, 2005) exaltando a aplicação da filosofia da Construção Enxuta realizada pelo grupo de empresas do INOVACON, tomando por base uma obra piloto a qual foi escolhida durante o módulo de Construção Enxuta.

Este estudo mostrará as diversas ferramentas aplicadas e as melhorias aportadas para o processo de racionalização da construção de edifícios após a implantação da filosofia *Lean* nas empresas do grupo do INOVACON-CE. As técnicas baseadas na filosofia de Construção Enxuta que foram observadas nas obras verticais do grupo INOVACON-CE e que serão mostradas a seguir são: técnicas de otimização do processo de trabalho, através do estudo de seqüências de trabalho desenvolvidas para vários serviços; melhorias implementadas na gestão organizacional (padronização da execução de serviços; *layout* de canteiro, *Kanbans*, programa 5S, *pallets* e *transpallets*); no planejamento e controle da obra (Linha de Balanço, pacotização dos serviços e diagramas de seqüências).

Desta forma, serão repassadas medidas simples, fáceis, mas de cunho essencial para uma mudança no pensamento gerencial: a constante melhoria do processo.

Durante o módulo de Construção Enxuta foram realizadas as seguintes etapas: realização de aulas teóricas (doze aulas de 3 horas cada) às empresas participantes, visando o repasse dos conceitos e das ferramentas sobre o tema construção enxuta; realização de visitas técnicas às empresas participantes do módulo; e realização de estudo de caso.

O objetivo maior, neste estudo, não é mostrar como foram executadas as atividades durante o módulo de Construção Enxuta, mas sim, de constatar as mudanças e melhorias reais ocorridas nas empresas em que a filosofia do *Lean* foi trabalhada, após o término do módulo.

5 RESULTADOS

As ações aqui apresentadas foram observadas nas construtoras participantes do INOVACONCE, as quais totalizam 13 empresas na época em que foram implementadas as melhorias de construção enxuta. Neste item, serão mostradas as melhorias baseadas na filosofia *Lean*, mas, por questão de precaução e segurança, a identidade das empresas em que as melhorias foram observadas será guardada em sigilo.

5.1. AÇÕES IMPLEMENTADAS NA GESTÃO ORGANIZACIONAL DAS OBRAS VERTICAIS

Os trabalhos repetitivos, característicos das obras de edifícios residenciais, propiciam a implantação de sinalização, de atividades produtivas, de planejamento e de controle de produção particulares a este tipo de obra.

Consequente, serão citadas algumas das melhorias implantadas (ver Quadro 1):

- a) Pacotização dos Serviços de alvenaria;
- b) Racionalização dos fluxos de transportes no canteiro;
- c) Projeto do carro prateleira (em desenvolvimento);
- d) Programa visual do canteiro;
- e) Projeto de Paginação de Alvenaria;
- f) Melhorias no serviço de alvenaria;
- g) Formulário de acompanhamento detalhado da execução de serviços;
- h) Formulários de acompanhamento da sequência de execução do serviço e motivo de paradas; e
- i) Exemplo do *Kanban* de sinalização, Cartões *Kanbans* instalados no almoxarifado, *heijunka box* e detalhe do cartão *Kanban*.
- j) Exemplo de Andon;
- j) Exemplo do programa 5S de limpeza e organização do canteiro de obras.

5.1.1 Síntese fotográfica de melhorias implantadas na gestão organizacional das obras – INOVACON-CE

O trabalho consistirá em descrições de melhorias implantadas na gestão organizacional em obras de edifícios verticais – INOVACON CE. Segue a listagem:

A pacotização dos serviços de alvenaria (Foto 1) aportou melhorias e produtividade para as obras verticais. A utilização de blocos especiais, de diferentes espessuras, de blocos calhas, de blocos caixa, trouxe uma redução na perda de materiais e uma melhoria na padronização dos serviços. Na foto 05 será mostrado o projeto específico de alvenaria, o qual auxilia na execução dos serviços a partir da pacotização dos mesmos.

Foto 1: Pacote de Alvenaria.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

Foram demarcados pelas empresas participantes do INOVACON-CE os caminhos por onde devem passar os materiais (Foto 2). Desta forma, pode-se otimizar os fluxos de materiais, reduzindo a distância média de transporte, e facilitando a desobstrução do trajeto a ser percorrido pelos materiais.

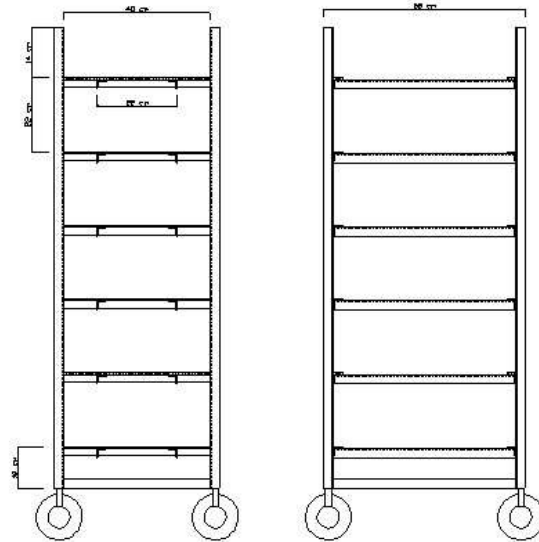
Foto 2: Racionalização dos fluxos de transportes no canteiro.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

Um Projeto em desenvolvimento é o do carro prateleira para transporte de argamassa dentro das unidades habitacionais (ver Foto 3), para substituir as jericas, melhorando o fluxo dos materiais no canteiro. O carro prateleira será composto por várias caixas plásticas para transporte de argamassa, com volume superior ao da jericas, para abastecimento dos carros de argamassa com dimensões que permita o livre trânsito dentro dos apartamentos.

Foto 3: Carro Prateleira.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

As placas indicativas (ver foto 4) foram criadas com o intuito de indicar a quantidade de material por pavimento tipo, obtendo desta forma uma melhor visualização dos materiais necessários a serem empregados em determinados serviços. Permite também uma maior difusão das informações por todos os níveis hierárquicos da empresa.

Foto 4: Placas indicativas de quantidade de materiais por pavimento.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

O projeto de paginação das alvenarias (ver foto 5), com utilização de blocos cerâmicos especiais de diferentes espessuras, blocos calhas e bloco caixa para racionalização dos trabalhos auxiliam os pedreiros na marcação e na elevação das alvenarias. Também auxilia no levantamento exato do material (tijolo) a ser utilizado nesta etapa da obra.

Foto 5: Projeto de Paginação de Alvenaria.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

Com a criação do tijolo emestrado, as diversas espessuras de mestra dos tijolos emestrados confeccionados, na central de emestramento, são produzidos (Foto 6) utilizando-se de gabaritos e posteriormente armazenados nas baias do supermercado de produtos (Foto 7). Com a criação do supermercado de produtos os materiais estão sendo dispostos em baias, devidamente identificadas, para agilizar o transporte para os locais de aplicação.

Foto 6: Confecção de tijolo mestra.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

Foto 7: Baías de estoque de tijolos especiais e suas unidades.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

Foram feitos e instalados kanbans de sinalização para os principais materiais em grande parte das obras participantes do INOVACON, com o intuito de controlar visualmente a quantidade mínima, determinada para cada um deles, evitando assim, o desabastecimento. A determinação dessas quantidades mínimas ficou a cargo da equipe técnica de cada obra, que se baseou para isso, nas necessidades diárias da obra. Por exemplo, para o cimento foi determinada a quantidade mínima de 50 sacos. Desta forma conseguiu-se reduzir o estoque de materiais e melhor controlar a faltas destes na obra. (Ver foto 08 e 09). Com intuito de se evitar o desabastecimento de materiais importantes na obra, foram feitos e instalados kanbans de sinalização para o controle do estoque mínimo dentro do almoxarifado.

Foto 8: Exemplo do *Kanban* de sinalização.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

Os transpallets foram adquiridos por algumas construtoras juntamente com pallets com dimensões especiais para facilitar a livre circulação do fluxo de materiais (tijolos; cimento; argamassa pronta; etc). Otimizando desta forma o fluxo físico dentro da obra.

Foto 9: *Transpallets* e *Pallets* adquiridos pelas obras.

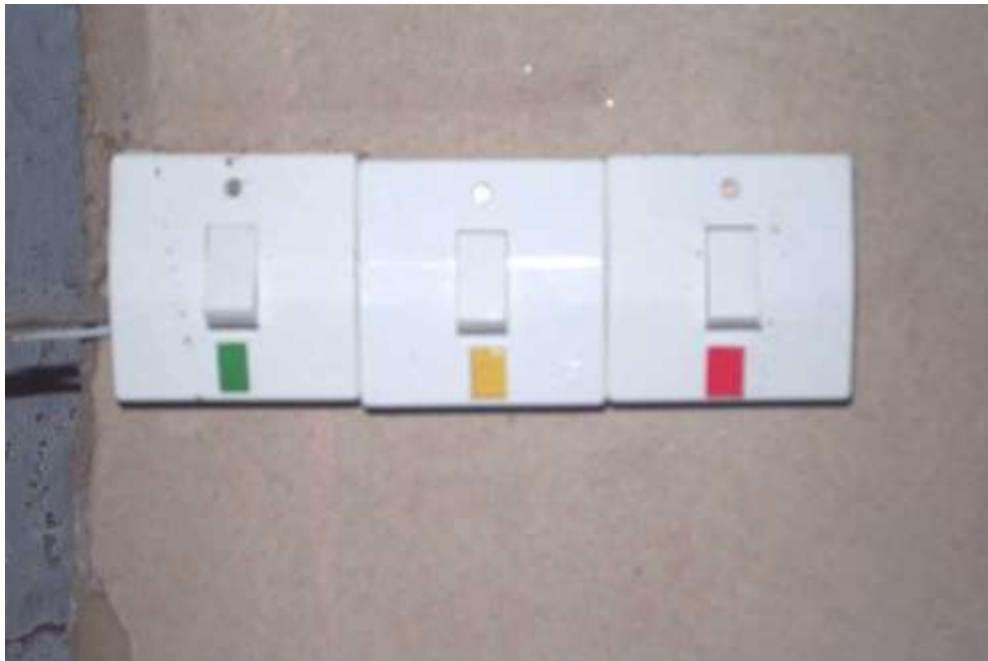


Fonte: Relatório Construção Enxuta – INOVACON – CE.

O andon, lâmpada, na língua japonesa, é uma ferramenta de gerenciamento que mostra o estado das operações em uma área e avisa quando ocorrer algo de anormal. A administração da obra resolveu implantar um andon como ferramenta de gerenciamento visual para obter o estado das operações nos diversos pavimentos e facilitar a comunicação quando da ocorrência de alguma anormalidade, tendo como objetivos a melhoria da comunicação com as equipes, manter o fluxo contínuo dos trabalhos e consequente diminuição do tempo ocioso e reduzir o tempo de resposta na solução dos problemas visando à melhoria da eficiência. O andon foi instalado no escritório do engenheiro permitindo o acompanhamento direto pela administração do andamento dos serviços. Constituído por 3 (três) painéis eletrônicos com pontos luminosos nas cores verde, amarelo e vermelho, indicando o estado de cada pavimento. A luz de cor verde quando acionada representa a situação ativa e normal no pavimento correspondente. A luz de cor amarela, indica um alerta de ocorrência de anormalidade como estoque reduzido de argamassa ou necessidade de assistência do mestre para esclarecimentos. A luz de cor vermelha acionada, indica a paralisação dos serviços. Neste estado, o painel emite alarme sonoro. O acionamento é composto por um conjunto de 3

(três) interruptores instalados em caixas plásticas de sobrepor, identificados pelas cores verde, amarelo e vermelho, situado na circulação de cada pavimento. Acionado o andon, e percebido pelos componentes do escritório, de pronto faz-se contato, via rádio, com os responsáveis para o atendimento. Na obra estão distribuídos rádios de comunicação com o engenheiro, o mestre, o auxiliar do mestre, o estagiário, o almoxarife, o auxiliar do almoxarife e os dois gaioleiros. A implantação possibilitou a visualização, em tempo real, dos alertas e das paralisações dos serviços e o imediato acionamento das soluções. Conforme os relatos, a implantação do andon atingiu os objetivos de maneira satisfatória. A figura 10 e 11 apresentam o andon composto por painéis instalados no escritório do engenheiro.

Foto 10: Andon para acompanhamento dos serviços instalado nos pavimentos.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

Foto 11: Andon para acompanhamento dos serviços instalado na sala do engenheiro.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

O programa 5S, de origem japonesa, é um processo educativo que possibilita uma mudança cultural quanto à organização, tendo como objetivo, a conquista de uma vida harmônica no trabalho. O programa procura colocar em prática 5 sentidos que são: o senso de Utilização, o senso de Organização, o senso de Limpeza, o senso de Asseio e senso de Disciplina. A implantação do programa 5S nas empresas de construção civil visa à redução do desperdício e a melhoria do desempenho profissional por meio da promoção da mudança da cultura do desperdício, organização e limpeza do local de trabalho. As empresas do INOVACON-CE já adotam o 5S e promove o treinamento para cada profissional contratado para que haja absorção desde os primeiros dias de atuação. O programa requer, para sua manutenção, a prática diária, e para fazer um acompanhamento das práticas, foi criado um comitê que avalia o programa mensalmente. O comitê formado por representantes de vários setores da empresa se reúne uma vez por mês para promover a avaliação do programa, percorrendo todos os setores, observando, anotando e atribuindo notas para cada senso

aplicado. Independente da avaliação do comitê, cada setor, denominados na obra de Unidade de Gerenciamento Básico – UGB, promovem auto-avaliações quinzenais. Havendo ainda a necessidade do reconhecimento do esforço para estímulo à participação, e para isto a empresa promove um encontro, servido um lanche, no qual são apresentados os resultados com gráfico de indicadores do programa. Nos setores avaliados se encontra um informativo sobre o desempenho, apresentando a nota obtida, o período e uma escala de notas representada por cores. Associado à nota existe um símbolo representativo do programa com a cor relativa à nota obtida, permanecendo expostos a cada período. O símbolo do 5S na empresa é o bloquinho, apresentado na Foto 12.

Foto 12: Informativo do desempenho do setor indicando o período, a nota obtida, a escala de notas associada a cores e o símbolo do programa 5S na empresa.



Fonte: Relatório Construção Enxuta - INOVACON-CE.

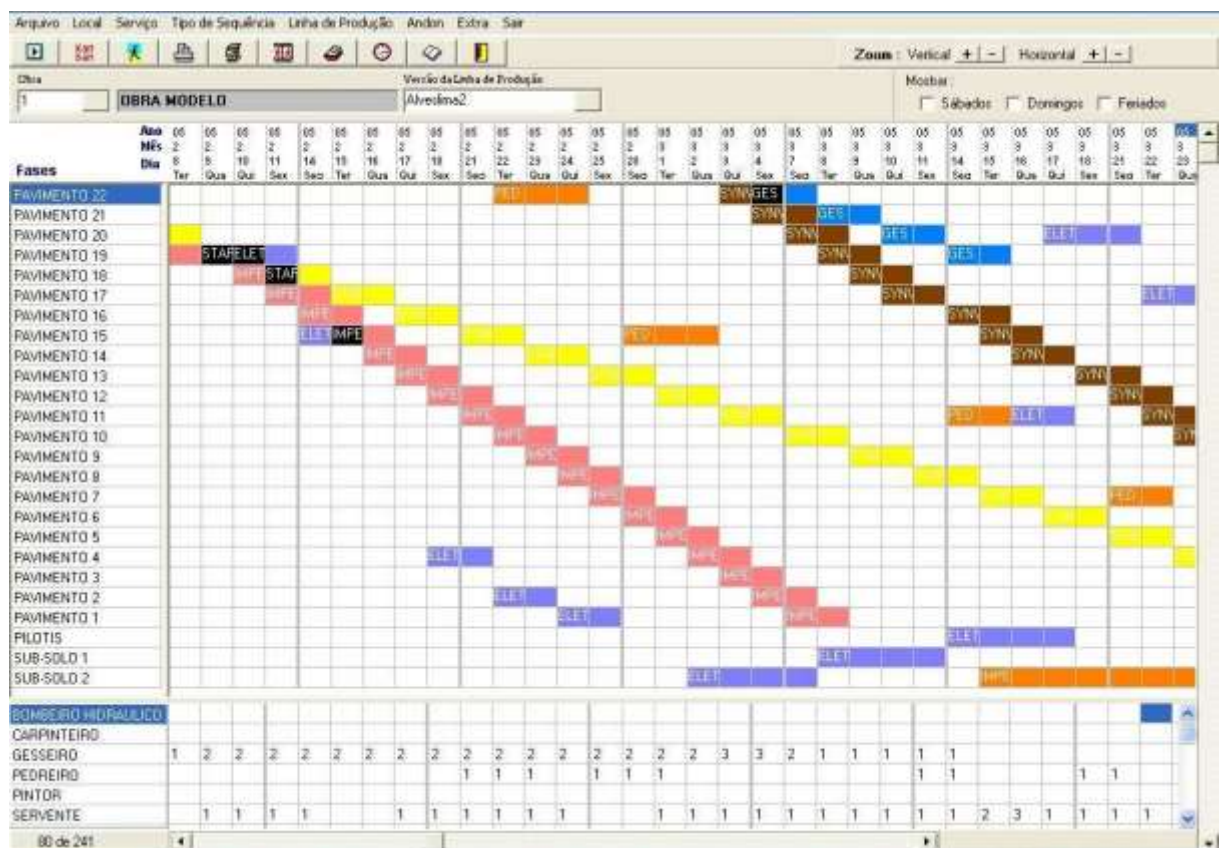
5.2. AÇÕES IMPLEMENTADAS NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DAS OBRAS

Dentre as ações de planejamento e controle nas obras destacam-se as seguintes (ver Quadro 1):

- a) Linha de balanço parcial das atividades de produção (Figura 3);
- b) Elaboração do diagrama de sequência utilizado na atividade de revestimento cerâmico (Figura 4);

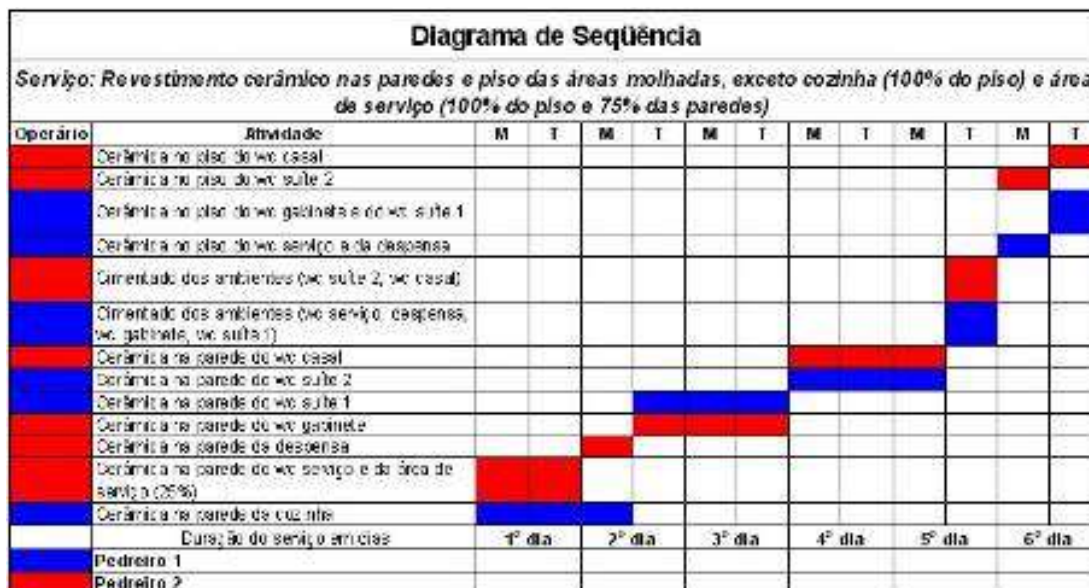
Quadro 1: Melhorias implantadas no planejamento e controle das obras – INOVAÇON CE

Figura 3: Linha de balanço implantada em *software*



Nesta imagem pode-se observar uma Linha de Balanço gerada por um *software* de gerenciamento de obras. A empresa criadora do *software*, frente à necessidade de seus clientes e por intermédio de solicitações das empresas participantes do INOVAÇON-CE, lançou um módulo que gera a linha de balanço a partir dos dados de controle da obra. Facilitando desta forma a obtenção de uma visão global da obra e um melhor controle das atividades.

Figura 4: Diagrama de sequência utilizado na atividade de revestimento cerâmico.



A unidade que se realiza a programação é o apartamento. Desta forma pode-se observar a atividade que cada profissional está realizando balanceando as cargas de trabalhos para que um não fique mais sobrecarregado do que o outro.

Fonte: Manual do INOVACON-CE – Construção Enxuta. Abril, 2005

5.3 DIFICULDADES E FACILIDADES ENCONTRADAS PELA ETPP NA IMPLANTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DAS MELHORIAS NAS OBRAS DO INOVACON NO MÓDULO DE CONSTRUÇÃO ENXUTA

Os fatores apresentados basearam-se na experiência vivida pelos integrantes da ETPP dentro da obra, notadamente, os pesquisadores que conviveram mais tempo com a ETO e com as equipes de produção.

Como fatores que dificultaram a implantação e operacionalização das melhorias podemos citar:

- Cultura tradicional da ETO que aceitava o fato de que as coisas na construção civil são assim mesmo, ou seja, o desperdício, o retrabalho, o “apagar fogo”, a falta de planejamento é inevitável dentro de um canteiro de obra;
- Cultura tradicional da ETO de priorizar o custo, dando menor importância ao planejamento da obra;
- A falta de um sistema de planejamento na obra;

- A falta de rotinas padronizadas para maioria das atividades relacionadas com a produção;
- A figura tradicional do mestre de obra que centralizava as informações relacionadas com a produção;
- A resistência inicial da ETO em não acreditar que tais melhorias poderiam realmente fazer algum diferencial no andamento da obra;
- A resistência inicial das equipes de produção que achavam que as melhorias a serem implantadas trariam benefícios apenas para o dono da empresa;
- Os pedreiros do revestimento cerâmico recusaram-se em sentar as caixas de passagem, por acharem que estariam tirando o emprego do eletricista;
- A dificuldade apresentada pela ETO, notadamente, almoxarife e mestre de obra na utilização de sistemas computacionais.

Como fatores que facilitaram a implantação e operacionalização das melhorias podemos citar:

- O apoio incondicional do dono da empresa que incentivou e participou do processo de implantação das melhorias dentro da empresa. Sem dúvida alguma, o principal fator que facilitou a implantação e operacionalização das melhorias;
- A presença diária da ETPP auxiliando a ETO na implantação das melhorias;
- A realização de visitas pela ETO em empresas onde as melhorias que desejávamos implantar, já estavam sendo operacionalizadas com sucesso. As visitas foram importantes para quebrar as resistências apresentadas pela ETO;
- A apresentação de dados comprovando os problemas que estavam ocorrendo na obra, com o intuito de despertar a ETO para os fatos. Neste sentido, os indicadores de parada (Andon) foram bem eficientes;
- A implantação da linha de balanço motivou a ETO, notadamente, o engenheiro e o estagiário que perceberam a importância da utilização da ferramenta no planejamento da obra;
- O envolvimento dos supervisores na implantação das melhorias, visto que se esforçaram bastante para cumprir com as funções estabelecidas pela ETPP.

É importante frisar que a operacionalização das melhorias implantadas na obra está muito incipiente. Com a gradativa operacionalização das melhorias implantadas, outras dificuldades e facilidades apareceram. O importante é estar sempre ajustando o processo e adequando-o às peculiaridades existentes na obra e na empresa.

Ainda é muito cedo para afirmarmos se haverá ganhos significativos de produção na obra, com a implantação das melhorias. Todavia, podemos afirmar, que com a operacionalização efetiva das ferramentas implantadas, a ETO conseguirá melhorar o quadro atual apresentado pela empresa, proporcionando mais racionalização, produtividade e qualidade para seus empreendimentos. É certo afirmamos também, que a experiência vivida pela ETO na realização da pesquisa, mudou a forma dela enxergar as coisas dentro da obra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram apresentadas diversas melhorias de processos, nas empresas construtoras de edifícios participantes do INOVACON-CE, no que diz respeito à implantação da filosofia *Lean Construction*.

Várias foram às melhorias realizadas, as quais trouxeram para as empresas um maior controle dos fluxos, sejam eles físicos, de informação ou financeiros. O planejamento da obra também teve uma maior abertura quanto à visualização do mesmo, tanto em curto quanto em longo prazo. O estudo de fluxos do serviço verificando os possíveis pontos de não agregação de valor, para a eliminação destes, foi importante durante a implantação desta nova filosofia.

Embora a implantação destas melhorias tenha trazido mudanças significativas para a rotina da obra, deve-se ressaltar que o princípio da melhoria contínua deve estar sempre na mentalidade dos gestores.

Vale ressaltar que apesar das melhorias alcançadas, várias foram as dificuldades encontradas na implantação desta nova filosofia, pode-se citar a maior de todas as dificuldades a resistência dos funcionários as mudanças provenientes da implantação da nova filosofia.

É possível afirmar que o módulo do INOVACON, de *Lean Construction*, modificou a maneira de pensar dos construtores, mas vale salientar que, apesar das mudanças geradas sem grandes investimentos financeiros, se torna necessário, em alguns casos, investir para melhor controlar e planejar, podendo desta forma abrir novos horizontes para as melhorias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L. G.; PICCHI, F. A. The relationship between lean construction and sustainability. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 91-109, 2018.

ARAÚJO, A. V. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em canteiros de obras suportada por simulação computacional**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

BAJJOU, M. S. et al. The Practical Relationships between Lean Construction Tools and Sustainable Development: A literature review. **Journal of Engineering Science & Technology Review**, v. 10, n. 4, 2017.

DRUCKER, P. **Administração: tarefas, responsabilidades e práticas**. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 407p. 1975.

ELY, D. M. **Intervenção para melhorias em serviços de construção**: um estudo de caso baseado em princípios da construção enxuta. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

FRANCELINO, T. R., BARROS NETO, J. DE P., HEINECK, L.F. M., TEIXEIRA, M.C, KEMMER, S. L. **Melhorias de Processos com a aplicação da Filosofia Lean**.In: XXVI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ABEPRO: Fortaleza, 2006.

GREEF, A. C.; FREITAS, M. C. D.; ROMANEL, F. B. **Lean Office: operação, gerenciamento e tecnologias**. São Paulo: Atlas, v. 224, 2012.

HEINECK, L.F. M. PICCHI, F.A, PEREIRA, P.E. **Manual do INOVAÇON-CE – Construção Enxuta**. Abril, 2005

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção**. Bookman, 1997.

- OLIVEIRA, D. G., Uma Metodologia de Avaliação de Concretagens de Lajes Prediais na Ótica da Construção Lean. 2007. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ.
- PONTES, L. A. C. **Análise do impacto do planejamento de curto prazo nos princípios da construção enxuta**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo**: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo, SP, Brasil, Lean Institute Brasil, 2002.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo, SP, Brasil, Lean Institute Brasil, 1999.
- TEIXEIRA, M.C.; KEMMER, S.L.; SILVA, M.F.S.; HEINECK, L.F.M. **Melhorias gerenciais e tecnológicas: princípios da construção enxuta contemplados**, XXIV ENEGEP, Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de novembro de 2004.
- TOMMELEIN, I. D.; WEISSENBERGER, M.. "More Just-in-Time: Location of Buffers in Structural Steel Supply and Construction Processes." in Tommelein, I.D. (editor), Proc. Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7), 26-28 July, Berkeley, CA, USA, 1999. p109-120.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. I. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro, Campus, 1992.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro. Elsevier. 1998.