

# **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION*: estudo de caso em uma empresa de blocos no sul de Minas Gerais**

## ***LEAN CONSTRUCTION METHODOLOGY APPLICATION: case study in a block enterprise in southern Minas Gerais***

Ana Paula Garcia Reis Castro <sup>1</sup>  
Eduardo Guedes <sup>2</sup>  
Jéssica Trombine<sup>3</sup>

### **RESUMO**

A Engenharia de Produção está presente em diversas áreas e situações que podemos transformar e modificar. Nos dias atuais o mercado tem sofrido grandes transformações, impondo aos empreendedores mudanças significativas em suas técnicas e ferramentas de trabalho. O cliente final, cada vez mais exigente, espera receber um produto que atenda suas expectativas quanto à qualidade, com baixo custo e dentro do prazo estipulado. Na construção civil é cada vez mais frequente o termo industrialização, prometendo alta produtividade e economia para os projetos. O conceito da construção enxuta vem para valorizar esse processo da industrialização da construção civil, trazendo benefícios aos empresários que queiram se manter ativos no exigente mercado atual. Em função disso o presente artigo irá apresentar um estudo de caso aplicando a metodologia *lean construction* que é focada para a eliminação de desperdícios, utilizando um novo conceito de gestão e fluxo produtivo, visando auxiliar no planejamento, e redução de custos, em uma empresa de blocos de concreto no sul de Minas Gerais. Como resultado almeja-se aumentar a produtividade, melhorando a qualidade das entregas e gerando mais eficiência na rotina da empresa.

**Palavras-chave:** Blocos de concreto. *Lean construction*. desperdícios.

### **ABSTRACT**

*Production Engineering is present in several areas and situations that we can transform and modify. Nowadays the market has undergone major transformations, imposing to the entrepreneurs significant changes in their techniques and work tools. The increasingly demanding end customer expects to receive a product that meets their expectations for quality at a low cost and on time. In construction, the term industrialization is increasingly common, promising high productivity and economy for projects. The concept of lean construction comes to value this process of industrialization of construction, bringing benefits to entrepreneurs who want to stay active in today's demanding market. Therefore, this paper will present a case study applying the lean construction methodology that is focused on the elimination of waste, using a new concept of management and production flow, aiming to assist in the planning, and cost reduction, in a construction company. concrete blocks in the*

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: anapaula\_castro@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor orientador do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: eduardo.guedes@unis.edu.br

<sup>3</sup> Professora coorientadora do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: jessica.trombine@professor.unis.edu.br

*south of Minas Gerais. As a result it aims to increase productivity, improving the quality of deliveries and generating more efficiency in the company's routine.*

**Keywords:** *Concrete blocks. Lean Construction. waste.*

Data de conclusão: 12/11/2019.

## **1 INTRODUÇÃO**

Nos dias atuais a sociedade tem procurado por maior agilidade nos serviços, produção eficiente e qualidade nas mercadorias, além de preços mais acessíveis por conta da evolução tecnológica. O setor da construção civil encontra-se em elevação no cenário brasileiro, devido ao crescimento da economia do país. Sendo assim, há um aumento na competitividade entre as empresas desse setor, exigindo um melhor desempenho em seu processo produtivo. Apesar de complicado, o setor da construção busca cada vez mais possibilidades com o intuito de auxiliar no planejamento, sendo uma delas a implementação da “metodologia enxuta”, que visa o melhor aproveitamento dos recursos.

Contudo, a construção continua a sofrer com problemas repetitivos, dentre eles o da baixa produtividade, mão de obra não especializada, falta de condições de segurança, inúmeros problemas, muitas vezes a impossibilidade de aplicação de conceitos teóricos em obra e a falta de planejamento, que pode acarretar atrasos e escalada de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento.

Observa-se, ainda nos dias de hoje, certa informalidade em determinados tipos de obras “executadas artesanalmente, sem planejamento formal e sem estabelecimento prévio de garanti de prazo e, muito menos, de custo” (TOSTA, 2013, p. 9).

Neste sentido, esforços capazes de reduzir a geração de resíduos e desperdícios, ao mesmo tempo em que se aumentam os níveis de produtividade e eficiência no setor civil, se fazem importantes e necessários. Portanto, começa-se a falar da aplicação do *Lean manufacturing* à construção civil. O termo *Lean manufacturing*, ou manufatura enxuta, foi introduzido por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross através do livro ‘*The machine that changed the world*’ (A máquina que mudou o mundo) lançado em 1990, que descreve o novo paradigma de manufatura estabelecido pelo Sistema Toyota de Produção (BERTANI, 2012). A manufatura enxuta está baseada nos princípios *Lean Thinking*, ou pensamento enxuto, que tem como prioridade a eliminação de qualquer atividade humana que absorve recursos sem a criação de valor (MARCHWINSKI, 2008). Bercaw (2012) salienta que a melhoria baseada em princípios *Lean* se sustenta em dois temas: melhoria contínua através da eliminação de atividades que não agregam valor, e respeito por pessoas. De maneira simples, melhorar um sistema baseando-se em princípios *Lean*, significa identificar todos os desperdícios a fim de eliminá-los (BERCAW, 2012).

Neste contexto, este artigo tem a finalidade de apresentar por referencial teórico, a importante aplicação da metodologia *lean construction* em uma empresa de blocos, utilizada com o intuito de diminuir desperdícios, custos e prazos aumentando a eficiência e a produtividade na entrega do produto final. O planejamento, diminui o trabalho em processo e potencializa a produtividade das equipes de trabalho. O resultado é um planejamento mais realista e organizado com menos desperdícios e maior valor gerado para o cliente.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 *Lean Construction***

O sistema de gestão *Lean Construction* foi desenvolvido a partir das premissas do STP, surgido na década de 50 no Japão. O mesmo teve notoriedade durante a década de 70, quando mostrou-se eficiente ao manter seus padrões de produção em meio a uma crise econômica. O objetivo desse novo conceito era a eliminação dos desperdícios através de uma abordagem prática, visando a diminuição dos custos de produção, mas com o aumento da qualidade do produto final ( SANCHES, 2015).

Usualmente a construção civil tem desenvolvido suas atividades num complexo, incerto e confuso processo de fluxo nos canteiros de obras . A *Lean Construction* é então a adaptação da *Lean Production* para à indústria da construção, gerada em 1990, tem como marco fundamental a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* Tendo sido em seguida criado o IGLC – *International Group for Lean Construction* (KOSKELA, 1992).

A *Lean Construction* traz como mudança conceitual mais importante um modelo de processos que passa a considerar que além das atividades de conversão, são inerentes ao processo de produção também as atividades de fluxo. As atividades de fluxo acontecem naturalmente e são caracterizadas pela movimentação dos funcionários nos canteiros de obras, espera pelo material nos postos de trabalho, retrabalhos e inspeção. Porém, todas estas atividades não agregam valor do ponto de vista do cliente e devem ser eliminadas para aperfeiçoamento da produção. Em resumo, pode ser entendida como uma nova abordagem no desenvolvimento de atividades de maneira diferenciada ao modelo de produção em massa (HOWELL, 1999).

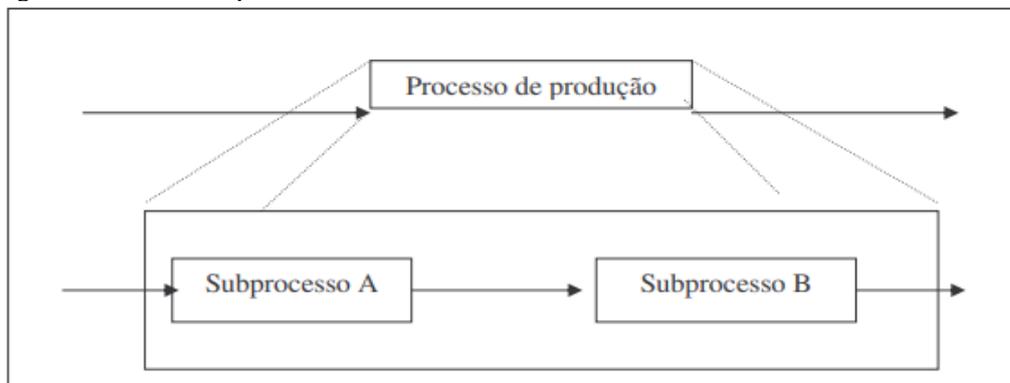
Segundo Womack e Jones (2004) a produção enxuta é definida como: “A produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.” (WOMACK; JONES, 2004, p. 03).

Na construção enxuta a ideia central é perceber que os custos totais de qualquer produto levam consigo uma parte que é o custo que não agrega valor algum na percepção do cliente. O desafio da construção enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro. Encontra-se na construção civil muitas atividades entendidas como não geradoras de valor. Tais perdas estão escondidas em movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros. Sua origem ocorre desde os projetos mal concebidos, desenvolvimento do planejamento executivo coordenado através de princípios obsoletos, predominância da individualidade de ações no canteiro, sendo essa manifestada por grupos ou pessoas, não havendo a ideia de conjunto. A noção pela gerência é que obtendo ganhos individuais, somarão um ganho maior do todo (SARCINELLI, 2008).

Ao pensar sobre a eliminação total dos desperdícios, principal bandeira do pensamento enxuto, deve-se ter em mente que o aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução de custos. Para isso, deve-se produzir apenas o necessário utilizando a quantidade necessária de mão de obra para se alcançar a eficiência desejada com o mínimo de desperdício e com o máximo de qualidade (SANCHES, 2015).

A Filosofia tradicional e a filosofia enxuta possuem algumas características peculiares e a diferença básica é puramente conceitual, (FORMOSO et al, 2000).

Figura 01- Modelo de processo tradicional.



Fonte: Formoso et al. (2000).

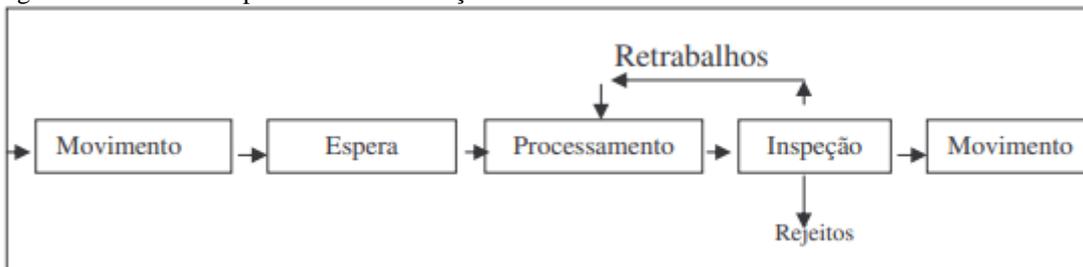
Esse modelo apresenta, implicitamente, algumas características apontadas por Formoso et al (2000):

- a) O processo de conversão pode ser subdividido em subprocessos, que também são processos de conversão;
- b) O esforço de minimização de custos total de um processo em geral é focado no esforço de minimização do custo de cada subprocesso separadamente;
- c) O valor do produto de um subprocesso é associado somente ao custo (ou valor) dos seus insumos.

Esse, é o modelo adotado, segundo o mesmo autor, nos orçamentos convencionais, que são tipicamente segmentados por produtos intermediários (vigas, paredes, portas, etc), e também nos planos de obras, nos quais são normalmente representadas apenas as atividades de conversão.

O modelo de processo da *'Lean Construction'* funciona da seguinte maneira: em primeiro lugar, deve-se considerar o processo como um fluxo de materiais desde a matéria prima até o consumidor final, sendo o mesmo constituído de atividades tais como mostrado na figura abaixo:

Figura 02- Modelo de processo da construção enxuta.



Fonte: Koskela (1992) apud Formoso et al (2000).

As atividades chamadas de fluxo têm esse nome devido ao fato de não agregarem valor ao produto final. São elas: atividades de transportes, espera e inspeção. Mas mesmo as atividades ditas de processamento, aquelas ligadas diretamente ao processo produtivo, podem não agregar valor ao produto da mesma maneira que as atividades de fluxo. Um exemplo disso é quando ocorre retrabalho no processo produtivo logo após o processo de conversão do sistema, no qual verifica-se que o produto não está em conformidade com as especificações. Dessa maneira, entende-se que o próprio processo de conversão não foi capaz de gerar valor para o produto (BARROS, 2005).

No processo de construção enxuta, assim como em toda filosofia “*Lean*”, o ponto crucial é ter o cliente como centro das atenções e das referências, pois o modelo trabalha com a geração de valor para o cliente. Dessa maneira, um processo produtivo só é capaz de gerar valor para o cliente, quando as atividades de conversão/processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes (internos ou externos) (BARROS, 2005).

## **2.2 Princípios da *Lean Construction***

São onze os princípios abordados por Koskela (1992) para aplicação da *Lean Construction*. Basicamente, cada princípio possui enfoque em aspectos envolvidos numa visão sistêmica do ambiente de produção e considera que a redução da parcela de atividades que não agregam valor e a melhoria contínua são duas premissas que devem fazer parte de uma construtora que pretende aplicar sua filosofia. Além destes princípios supracitados a aplicação plena exige:

- a) Redução da variabilidade;
- b) Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- c) Diminuição do tempo de ciclo; – Simplificação através da diminuição do número de passos e/ou partes;
- d) Aumento da flexibilidade na execução do produto;
- e) Incremento da transparência;
- f) Foco no controle do processo global;
- g) Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões;
- h) Realização de benchmarking.

## **2.3 Os Sete Desperdícios**

O desperdício é considerado como um dos pontos fundamentais dentro da conceptualização *Lean*. A sua redução é uma das aspirações essenciais da cultura *Lean*. Esta filosofia defende que o desperdício da produção advém das atividades que não fornecem valor ao produto final. Ohno (1988).

Segundo o impulsionador do *Toyota Production System*, estes desperdícios podem representar entre 80% a 95% do tempo e custos do processo produtivo.

- a) Superprodução/excesso de produção: produzir mais do que o essencial, ou seja produzir sem ser de acordo com a demanda do cliente, é um enorme desperdício, as matérias-primas são utilizadas antes de serem necessárias, é preciso mais espaço para armazenar o excesso de inventário e são gerados custos administrativos e de transporte adicionais;
- b) Excesso de inventário/stock: está ligado à superprodução de produtos, estes tem de ficar armazenados em stock, e por necessitarem de espaço, equipamento adicional, tempo e pessoal para transporte somam custos;
- c) Defeitos: as peças ou produtos com defeito requerem correção ou repetição do trabalho, e para tal é necessário mais tempo, requisitar mão-de-obra para corrigir ou repetir o trabalho, há desperdício do material que foi utilizado e ainda existe o risco de reclamação por parte do cliente que receber o produto defeituoso (no caso de este chegar até ao consumidor final);
- d) Movimentos desnecessários: qualquer movimento de um trabalhador que não está a acrescentar valor é desperdício, procurar ferramentas ou contar peças são exemplos disso, é fundamental reorganizar o espaço de trabalho;
- e) Processamento que não agrega valor: Tecnologia inadequada ou um layout pobre do espaço pode representar um desperdício no processamento do próprio trabalho. As necessidades de manutenção e inspeção são exemplos de processos que constituem desperdícios. Recorrer à

técnica de Mapeamento de Fluxo de valor é recomendável para detectar as etapas do processo que não acrescentam valor;

f) Espera: engloba espera por equipamento, por materiais, por informação etc. por exemplo se um operário fica parado porque está a observar o funcionamento de uma máquina ou aguarda que termine uma tarefa precedente isso constitui um desperdício, ter-se-á então de eliminar a fonte da espera;

g) Desperdício de transporte: os meio de transporte tem de ser adequados à carga em questão.

### 3 METODOLOGIA

Quanto aos fins, a pesquisa é exploratória, aplicada e descritiva. Exploratória porque a empresa possui um grau de informalidade, sendo necessário investigar a sua realidade a fim de obter os dados necessários para a elaboração do planeamento. Segundo Gil (apud Silva 2002) a pesquisa exploratória: Visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL apud SILVA e MENEZES, 2001, p. 21).

O presente artigo tem como propósito realizar pesquisa bibliográfica e aplicar os conceitos de ferramentas da metodologia *Lean Construction*, Vergara, afirma que: estudo de caso é o circunscrito a uma ou poucas unidades, entendidas essa como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um país. Tem caráter de profundidade e detalhamento (VERGARA, 2000).

Neste estudo, será adotado o método de estudo de caso, considerado a forma mais adequada de se apresentar o tema proposto, pois trata-se de um estudo fundamentado em experiências, envolvendo a investigação e avaliação de um determinado fenômeno com o objetivo de aprofundar o conhecimento a respeito de um problema não suficientemente definido, visando instigar a compreensão, sugerir hipóteses e questões e também desenvolver alguma teoria (YIN, 2001).

Silva e Menezes (2001, p. 22), define a necessidade do Estudo de caso como: "quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou pouco objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento".

#### 3.1 Estudo de caso

Para esse trabalho, a empresa escolhida para a aplicação da teoria estudada, foi uma empresa de blocos de concreto de pequeno porte, localizada no sul do estado de Minas Gerais. Sendo que fabricam blocos de 10x10x40 cm e 15x15x40 cm.

Para coleta de dados foram realizadas visitas na empresa, com o intuito de adquirir informações relevantes para as análises futuras. Foram entrevistados o diretor e os colaboradores para o melhor entendimento da filosofia e dos procedimentos que a empresa utiliza. Na primeira visita á empresa, houve uma reunião informal com o diretor para conhecer a estrutura física e gerencial da organização. Nessa reunião foram apresentados os princípios da filosofia *Lean* e quais os benefícios que os mesmos poderiam levar para a empresa.

Sendo que a empresa estudada é de pequeno porte, onde o conceito *Lean* ainda não havia sido estudado nem implementado, e por possuir livre acesso às informações com o apoio da gerência, ficou nítido que a empresa estava à disposição para receber esse estudo de melhorias. Ficou claro também que a empresa possuía uma estrutura adequada e viável para o desenvolvimento desse trabalho.

### 3.1.1 Processo de fabricação do bloco de concreto

O processo produtivo do bloco de concreto é realmente muito diversificado e cuidadoso, devendo passar por algumas exigências para que o produto final se torne o mais resistente e padronizado possível e com qualidade adequada.

a) Primeiramente para a fabricação é o armazenamento da matéria-prima utilizada, sendo eles areia, pedrisco, pó de brita e cimento, considerando que esses materiais não podem ser colocados diretamente no chão evitando a contaminação e a umidade dos mesmos, o que poderá alterar o padrão e a resistência exigida.

b) Em seguida o segundo passo tem como objetivo efetuar a dosagem, de forma correta, da matéria-prima necessária para a produção de determinado número de unidades.

c) No terceiro passo tem-se o momento de mistura destes agregados de forma homogênea, a fim de obter a melhor padronização seguindo após para a formação do modelo do bloco através de uma máquina, a qual deixa o bloco de concreto pronto.

d) No quarto passo, depois do produto pronto, o mesmo é retirado da máquina através de carrinhos de transporte com pneus de ar, que eliminam os impactos do piso, até o encaminhamento ao local de secagem e cura, que deverá ser um ambiente úmido e sem ventilação, longe do vento e sol, para evitar o ressecamento e a variabilidade.

e) No quinto passo, depois do produto estar completamente curado, ele passa por uma identificação. É necessário que em todas as etapas haja um rígido controle de qualidade para que o produto atenda as exigências legais.

Figura 03- Fluxograma do processo de fabricação dos blocos de concreto.



Fonte: o autor.

### 3.1.2 Aplicação dos setes desperdícios na empresa de blocos de concreto

Aplicando na *Lean Construction* os desperdícios apresentados pelo engenheiro da Toyota, Taiichi Ohno referente ao sistema produtivo, serão apresentados exemplos dos 7 desperdícios que pode acontecer na empresa de blocos.

a) Superprodução: Na empresa em estudo não ocorre uma superprodução, por ser de pequeno porte, muitas das vezes é produzido de acordo com pedido e encomenda do cliente, porém pode acontecer de produzirem mais que o pedido e o produto ficar parado, isso constitui um desperdício, de tempo, de espaço, de matérias-primas e de transporte. Num nível mais global,

tudo o que é construído sem ser pedido, ou sem certezas que está de acordo com aquilo que o mercado quer, terá pouca perspectiva de venda, constituindo um desperdício.

b) Excesso de inventário: é uma consequência do primeiro, e aplica-se principalmente ao caso de excesso de materiais. Facilmente se percebe que quando os produtos excedem a produção necessária para a demanda, está tem que ser armazenada, desperdiçando espaço.

c) Defeitos: estes sempre ocorrem na empresa. Praticamente todos os materiais são passíveis de terem defeitos, pelo que é necessário proceder-se a uma verificação quando são entregues; os equipamentos usados também podem comprometer a produção se for necessária a sua paragem devido a defeito ou mesmo a uma má execução da tarefa se o problema não for identificado com tempo. Hoje a empresa tem uma taxa de defeito de 5% a cada 1000 blocos produzidos.

d) Movimentos desnecessários: Na empresa em estudo pode acontecer quando os colaboradores tem que buscar alguma ferramenta que não esteja na linha de produção e desloquem mais do que o necessário desperdiçando tempo.

e) Processos que não acrescentam valor: como inspeções ou repetição dos trabalhos. Na empresa é necessário inspecionar equipamentos, matéria-prima e a própria execução do processo de fabricação dos blocos, isto pode ser amenizado com o uso de *checklists*, por exemplo. A repetição dos trabalhos ocorre quando, por exemplo, uma remessa de blocos saiu com defeitos ou com má-formação.

f) Espera: é também uma forma de desperdício bastante presente na empresa, colaboradores esperam informações do diretor para que possam dar continuidade na produção. Cliente espera pelo produto final quando o mesmo não tem no estoque e a produção atingiu a demanda fabricada no dia, ou semana. Linha de produção esperando por peças. Ou seja, a espera é um fator presente em várias atividades da empresa, mas que em vez de ser encarada como normal, deverá ser reduzida ao máximo, através de um bom planeamento, de uso do *just-in-time* e de planos de recurso para imprevistos.

g) Transporte: que é facilmente identificado na empresa, quando tem vários pedidos a serem entregues no mesmo dia, acontece um conflito entre os meios de transporte da empresa. As cargas de material devem ser de acordo com os meios disponíveis para a sua movimentação.

Ao analisar e aplicar os setes desperdícios da metodologia *Lean Construction* na empresa de blocos de concretos, foram constatados os principais problemas que a mesma enfrenta. Tendo em vista que a metodologia aplicada hoje não está sendo necessária para o bom planeamento e execução das tarefas desenvolvidas, foi dada a sugestão de ferramentas, para melhor otimização do processo, e planeamento ideal da empresa.

### 3.1.3 Análise de capacidade x demanda

De acordo com Jack e Powers (2009), um dos desafios mais significativos que enfrentam os gerentes é a necessidade de adequar a procura com a capacidade de produção em um ambiente industrial. Para Pacheco et al. (2012), a habilidade de medir, compreender e gerenciar a capacidade torna-se crítica, para uma administração eficaz da produção

Ao se avaliar a capacidade de produção de uma fábrica, verifica-se a quantidade de demanda que pode ser atendida pela mesma. De posse dessas informações, é possível utilizar-se estratégias para administrar a diferença entre a demanda e a produção. Esse balanceamento pode ser feito utilizando estratégias para atuar na capacidade, fazendo com que a produção acompanhe a demanda, ou seja, produza mais nos meses de maior procura e menos nos outros meses, ou atuar na demanda, fazendo com que ela acompanhe a produção, a fim de influenciar no comportamento dos clientes e incentivar as vendas, nos períodos de menor demanda (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Feita uma análise de capacidade x demanda de um mês da empresa de blocos, pode-se observar uma desigualdade entre os pedidos feitos e a demanda produzida, isso pode ocorrer devido a falta de planejamento e monitoramento da produção, sendo assim foi proposto a implantação do sistema Kanban para auxiliar na produção da necessidade desbalanceada com o objetivo de ter uma melhor visualização do processo em geral.

Figura 04 – Tabela de capacidade x demanda em 15 dias.

Dias	Capacidade	Demanda
1	1500	1000
2	1500	950
3	1500	1000
4	1500	800
5	1500	1200
6	1500	1100
7	1500	1000
8	1500	1100
9	1500	900
10	1500	950
11	1500	1000
12	1500	900
13	1500	1200
14	1500	1000
15	1500	1000

Fonte: o autor.

### 3.1.4 Kanban

Kanban é um sistema de cartão ou etiqueta que se fundamenta no fornecimento ao posto de trabalho posterior apenas das peças vendidas a este, de forma que o lançamento da fabricação no posto anterior só é realizado após a encomenda realizada pelo posto posterior (GHINATO,2000).

Segundo Barros (2005), o Kanban funciona como uma ferramenta interna fornecida a um posto de trabalho e como guia de remessa quando acompanha o produto resultante dessa encomenda. Dessa forma, o Kanban é uma “ordem de fabricação” que circula permanentemente no fluxo de produção, acompanhando o fluxo de materiais e voltando sozinho para montante logo que os materiais são consumidos. O ritmo de produção é determinado pelo ritmo de circulação dos cartões (Kanban), o qual, por sua vez, é determinado pelo ritmo de consumo de materiais. Um posto de trabalho a jusante comanda, assim, o posto de trabalho a montante.

Segundo Pinheiro (2005), o método Kanban apresenta como principais vantagens na sua aplicação as seguintes características:

- a) Permite expor os problemas da fábrica;
- b) Possibilita uma rápida e eficiente circulação, entre os postos de trabalho, da informação respeitante aos problemas da fábrica (avarias, peças defeituosa, etc.);
- c) Desenvolve a coesão entre os postos de trabalho, em consequência da sua grande interdependência;
- d) Melhora a adaptação da produção á procura, visto eu o tempo de reação a uma modificação eventual da procura é muito curto, porque apenas se produz para corresponder á procura;
- e) Melhora significativamente o serviço aos clientes, o que, normalmente traduz-se por uma diminuição dos prazos de entrega;
- f) Descentraliza e simplifica a gestão, que se efetua diretamente na fábrica;

g) Possibilita uma diminuição dos estoques (é um dos seus principais objetivos) e consequentemente, gera uma libertação de espaços na fábrica, melhor arrumação dos espaços, maior facilidade na gestão de estoques e uma reação mais rápida a alterações.

### 3.1.5 Aplicação do sistema kanban

Um dos problemas enfrentados na empresa hoje é a espera, a mesma não trabalha com pedidos programados para o mês, os pedidos chegam conforme o cliente vai necessitando do material e por não terem estoques sempre valorizam a pronta entrega. A empresa atende desde pequenos até os maiores clientes, por isso o volume de blocos de cada pedido varia muito de acordo com o cliente, por exemplo, há clientes que compram 100 blocos de 10 cm e há clientes que compram 700 blocos desse mesmo produto. O estoque do bloco de 10 cm fica descompensado, pois às vezes há muito no estoque, ou às vezes não há nada.

Para reduzir o prazo de entrega e a falta de estoque foi sugerida a empresa a implantação do sistema kanban. Onde será necessário rever o ponto de ressuprimento de cada produto e o seu estoque de segurança para que não falte material e também não haja desperdício de estoque.

A princípio foi instalado um quadro onde fica visível para os colaboradores que ficam na linha de produção, para a montagem desse sistema foram utilizados porta-etiquetas, contendo as metas de produção diária, onde é indicada a quantidade de blocos produzidos, com cores diferentes, sendo:

- a) Vermelho: tem objetivo de alertar urgência, onde os blocos que deve ser carregado no mesmo dia que foi emitido o pedido, que estão no relatório de produção diária;
- b) Verde: Informa os blocos a serem produzidos para o dia seguinte;
- c) Azul: Informa principalmente a preparação de matéria-prima que deverão ser fabricados no terceiro dia.

Para cada ordem liberada da remessa de blocos, seguindo para fase de secagem e cura, libera-se um carrinho e junto a ele vem anexado um porta-etiqueta, contendo as etiquetas dos blocos que deverão ser produzidos. Logo após quando os blocos vão para o processo de identificação de lotes, o porta-etiqueta junto com o carrinho é entregue á pessoa responsável, para dar baixa no quadro de metas da produção.

### 3.1.6 Redução de defeitos

O processo de fabricação de blocos de concreto é realizado através da mistura uniforme de cimento, areia, pó de pedra, pedrisco e água. A fabricação de blocos de concreto é um processo altamente preciso, fazendo com que determinados cuidados sejam necessários para evitar problemas futuros nas estruturas construídas com eles e assim ter um produto com qualidade.

Diante da análise feita na empresa em estudo foi constatado que existe uma grande porcentagem de defeitos nos blocos produzidos, em média de 1000 blocos, 5% saem com defeitos, sendo assim foram listados os principais defeitos e aplicado a ferramenta dos 5 porquês para encontrar a causa raiz dos problemas que estão ocorrendo o defeito e uma possível solução para redução do mesmo.

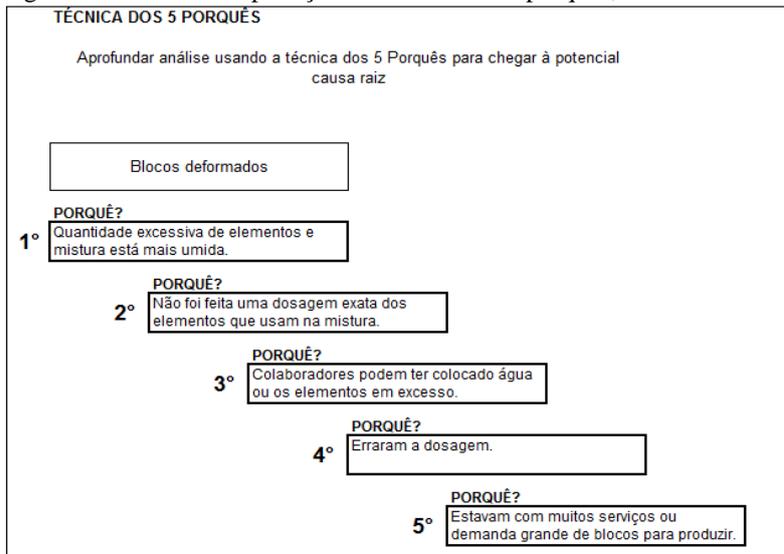
A ferramenta dos “5 Porquês” é uma técnica de investigação para encontrar a causa raiz de um defeito ou de um problema. Pode ser utilizada sozinha ou acompanhada de outras ferramentas. Foi desenvolvida por Sakichi Toyota (fundador da Toyota), e foi utilizado no Sistema de Toyota de Produção durante a evolução de suas metodologias de manufatura. É uma técnica fácil ser usada e consiste em questionar as pessoas a responder: “qual é o

problema”. E questioná-las cinco vezes “por que”. Sempre questionando a resposta anterior (ROCHA, 2001).

Os principais defeitos que ocorrem na produção dos blocos de concreto são:

- a) Blocos deformados: apresentam curvaturas para dentro da cavidade;
- b) Bloco preso na forma: quando o bloco fica preso na forma;
- c) Bloco com curva na superfície: Outro problema que ocorre na fabricação de blocos de concreto é a superfície curva na face superior.

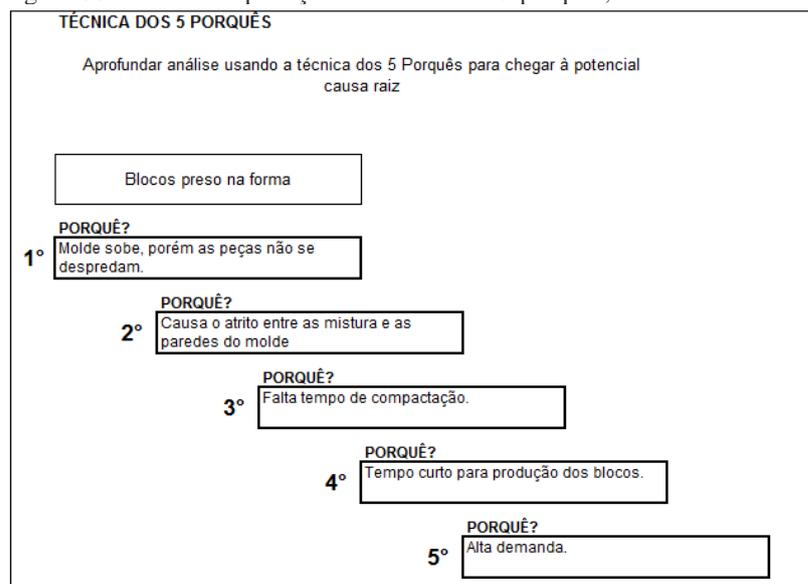
Figura 05- Tabela da aplicação da técnica dos 5 porquês, defeito de blocos deformados.



Fonte: o autor.

Foi constatado que o defeito dos blocos deformados acontece com uma certa frequência devido a dosagem dos elementos colocados na mistura, a solução neste caso é reduzir a quantidade de água usada na mistura, ou reduzir a quantidade de elementos também pode ajudar a solucionar o problema.

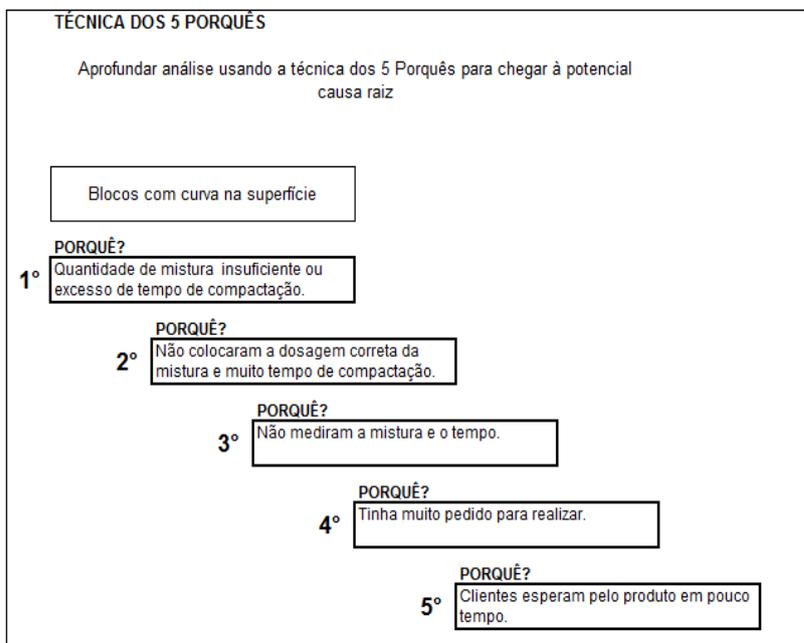
Figura 06- Tabela da aplicação da técnica dos 5 porquês, defeito de blocos preso na forma.



Fonte: o autor.

No defeito de blocos preso na forma foi observado que para evitar a alta pressão da mistura contra as paredes da forma, a saída é justamente aumentar o tempo de compactação, para que haja a acomodação e alívio da peça dentro do molde, e assim diminuir o número de blocos com defeitos por ficarem presos na forma.

Figura 07- Tabela de aplicação da técnica dos 5 porquês, defeito de blocos com curva na superfície.



Fonte: o autor.

Para solução dos defeitos com os blocos com curva na superfície, o que pode ser realizado é diminuir o tempo de vibração de acomodação ou até diminuir a umidade e aumentar a alimentação, e também dosar corretamente a mistura, calcular o tempo mais preciso possível das etapas de processamento dos blocos.

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A Proposta de implementação da metodologia *Lean Construction*, foi bem aceita por todos os colaboradores da empresa, trazendo assim resultados positivos, eliminação de desperdícios e otimização do processo.

A qualidade é apontada como sendo o objetivo de produção mais importante para empresa, seguido pelo custo, que é principal para ter um retorno esperado em seus serviços. Qualidade pode ser entendida segundo Formoso (2000) como o aumento do valor do produto através das considerações das necessidades dos clientes. A satisfação dos clientes é a medida de desempenho não financeira adotada pela empresa.

Com a aplicação dos setes desperdícios e o sistema Kanban para melhorar a otimização do processo de fabricação dos blocos de concreto tem algumas consequências para sua implantação como:

- a) Redução drástica de estoques: antes era enviado somente uma ordem de demanda para o dia inteiro, ocasionando um grande número de estoque;
- b) Redução de tempo de setup;
- c) Redução de perdas de movimentos desnecessários (áreas, movimentação de matéria-prima mão de obra e espaço de fabricação);

- d) Melhor visualização do processo pelo quadro;
- e) Identificação imediata de problemas de produção.

Com análise feita com a técnica dos 5 porquês dos principais defeitos que ocorrem na fabricação dos blocos de concreto, pode-se ter uma melhor visualização das causas que estão acontecendo para que a porcentagem esteja relativamente alta. Com as soluções propostas espera-se reduzir 2% de defeitos nos blocos, e assim ter uma melhor qualidade em seu produto final, e reduzindo desperdícios, e retrabalho no processo de fabricação.

No estudo de caso apresentado encontra-se estes problemas, assim sugere-se que seja aplicado treinamento com os funcionários e criação de comissão da qualidade total, para implantar na empresa a cultura de resolução de problemas com o apoio dos colaboradores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora muitas empresas do ramo da construção civil ainda estão adaptadas a uma metodologia antiga. Um dos principais problemas enfrentados é a falta de planejamento e controle dos serviços prestados, mão de obra sem treinamentos, desperdícios em grande escala, baixa produtividade, e uma escassa qualidade do produto ou serviço final aos seus clientes. A proposta da implementação da metodologia *Lean Construction* tem como objetivo a qualificação da empresa de blocos, trazendo assim um novo conceito produtivos atuais.

Com a alta competitividade do mercado, exige que as empresas, construtoras, organizações tenham um maior controle com seus gastos, com controle e cumprimentos de prazos. Por isso é essencial entender esta realidade, com foco nos planejamentos de processos e serviços e na execução das atividades, para eliminar desperdícios na mão de obra, ou de materiais, causados por retrabalhos.

O planejamento na empresa de blocos tem como objetivo melhorar e organizar seu espaço físico, assim como eliminar desperdícios e ter uma qualidade no produto final, de acordo com as especificações do cliente. Essa organização e planejamento possibilitam que os colaboradores e os maquinários trabalhem com segurança e eficiência.

Tendo em vista sua proposta inicial, que é dentro da metodologia *Lean* ajuda na eliminação de desperdícios, pode-se observar que não irá interferir somente nos recursos materiais, mas também em outros fatores, como por exemplo movimentações desnecessária, padronização do abastecimento de matéria-prima, melhoria na qualidade de atendimento ao cliente, devido ao produto está sempre disponível no lugar certo, sem esperas. Contudo o maior ensinamento que trouxe o artigo em estudo foi que a metodologia *Lean* pode ser aplicada em diversos tipos de processos.

## REFERÊNCIAS

BARROS , E. S. **Aplicação da construção enxuta no setor de edificações**: um estudo multicaso. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

BERCAW, R. **Taking improvement from assembly line to health care: the application of Lean with in the health care industry**. New York: CRC Press, 2012.

BERTANI, T. M. **Lean health care: recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares**. 2012. 166f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <

file:///C:/Users/877165/Downloads/Dissertacao\_Thiago\_Moreno\_Bertani.pdf >. Acesso em: 20 ago. 2019.

FORMOSO, T. C. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GHINATO, P. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção, In. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed. Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2002.

HOWELL, G. What is Lean Construction. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley. Anais ele - trônicos...** Berkeley: University of California, 1999. Disponível em: . Acesso em: 02 julho. 2019.

JACK, E.P; POWERS, T.L. **A review and synthesis of demand management, capacity management and performance in health-care services**. International Journal of Management Reviews. v. 11, n. 2 p. 149–174, June 2009.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992. (CIFE Technical Report, 72).

MARCHWINSKI, C. (Ed.) **Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers**. 4th. ed. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2008.

OHNO, Taiichi. **Toyota production system**. Productivity Press, Cambridge, Reino Unido, 1988.

PACHECO, D.A.J.; ANTUNES JÚNIOR, J.A.V.; LACERDA, D.P.; GOLDMEYER, D.B.; GILSA, C.V. **Modelo de Gerenciamento da capacidade produtiva: Integrando Teoria das restrições e o índice de rendimento operacional global (IROG)**. Revista Produção Online, v.12, n.3, p.806-826, jul./set. 2012.

PINHEIRO, P. C. **Artigo Kanban. MICROVOLT: Quality in temperature: consultoria de assistência técnica e manutenção de instrumento**. Disponível em: <www.microvolt.com.br/noticias.php?cod=79> Acesso em: 15 de out. de 2019.

ROCHA, Marilis A, N. **Melhoria contínua: um estudo de caso sobre a implantação na área administrativa de uma empresa e seus resultados**. 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/33855/MARILIS%20ROCHA%20ALBUQUERQUE%20NECO.pdf?sequence=1> Acesso em 07 de out. de 2019.

SANCHES, Juliana, V. **Proposta de ações baseadas nos 11 princípios Lean Construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria**. 2015. Disponível em: <http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1\_2015/TCC\_JULIANA%20SANCHES%20VENTURINI.pdf> Acesso em: 27 de Ago.de 2019.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. Belo Horizonte Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SILVA, Edna L., MENEZES, Esteia M., **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: editora, 2001.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2009.

TOSTA, J. **Restrições de Processos Construtivos de Edifícios**: uma Abordagem a partir das percepções de Engenheiros de Obras. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória - ES, 2013.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, J. **The machine that changed the world**. New York, N.Y.: Macmillan, 2004.

YIN, R. K. Estudo de Caso: **Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.