

# ANÁLISE DAS FALHAS DE AUDITORIAS DO SISTEMA LEAN: ESTUDO DE CASO EM EMPRESA CONSTRUTORA<sup>1</sup>

ANGELIM, V. L., Universidade Federal do Ceará, email: angelim.vanessa@gmail.com; LIMA, R. X., Universidade de Fortaleza, email: romarioxavierlima@gmail.com; CORDEIRO, H. S., Universidade de Fortaleza, email: engcivilcordeiro@gmail.com

## ABSTRACT

*In the face of the comprehensive implementation of lean principles in the construction industry, companies began to formalize lean system procedures. In order to promote continuous improvement of processes, there is a need to evaluate through audits the level of attendance to lean requirements. In this way, the present work has the objective of analyzing the data of the audits of the lean system in 15 buildings of a construction company located in Brazil and identify the main faults and opportunities for improvement. The audits were carried out during 6 bi-monthly cycles in the year 2017. The results indicate that, despite the company's efforts to standardize the lean procedure in its works, to plan the workflow in a more optimized way, there are failures in the accomplishment of the lean activities by the employees and difficulty in obtaining the commitment and the understanding by the teams of about lean principles. The suggested improvement opportunities are more investments in training and implementation of motivational factors to get more commitment from employees. In addition, conducting lean audits were important to obtain data that guide corrective and preventive actions and promote the continuous improvement of company processes.*

**Keywords:** Lean construction. Lean Audits. Performance Measurement. Construction Site.

## 1 INTRODUÇÃO

A construção enxuta tem origem do Sistema Toyota de Produção (KOSKELA, 1992), que possui como pilares os princípios *Just in Time*, que utiliza os *kanbans* (cartões de sinalização que contem informações para a produção) para puxar a produção; e o princípio *Jidoka* (autonomação, que utiliza o *andon*, ferramenta de gestão visual para informar anomalias no sistema de produção. Os *kanbans* são dispostos em um *heijunka box*, ferramenta de comunicação, que informa locais e cronograma necessário para a utilização dos *kanbans* (OHNO, 1997).

A avaliação de desempenho do sistema *lean* de uma organização através de auditorias é presente em empresas que são formalmente comprometidas com o uso dos princípios de construção enxuta. Para isso, é necessário que as empresas adotem o uso dos princípios da construção enxuta como uma política corporativa (ETGES; SAURIN; BULHÕES, 2013).

Koskela (1992) elenca 11 princípios da construção enxuta para projetar os processos de fluxos e melhorá-los continuamente, são eles: reduzir a parcela das atividades que não agregam valor; aumentar o valor do produto/serviço

<sup>1</sup> ANGELIM, V. L., XAVIER, R., CORDEIRO, H. Análise das falhas de auditorias do sistema lean: estudo de caso em empresa construtora. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

através da consideração sistemática dos requisitos dos clientes; reduzir a variabilidade; reduzir o tempo de ciclo; simplificar através da redução do número de passos e partes; aumentar a flexibilidade de saída; aumentar a transparência do processo; focar o controle no processo global; introduzir melhoria contínua no processo; balancear melhorias nos fluxos e nas conversões; e realizar benchmarking.

Spear e Bowen (1999) mencionam outros fatores que são determinantes para obter o sucesso da aplicação eficiente do Sistema Toyota de Produção, e comparam esses fatores como o DNA do sistema Toyota. O segredo da eficiente implementação do sistema *lean* está relacionado a quatro regras, descritas a seguir:

- Regra 1: como os funcionários trabalham.
- Regra 2: como os funcionários se relacionam.
- Regra 3: como a linha de produção é construída.
- Regra 4: como aprimorar o processo, de acordo com o conhecimento científico e envolvendo os profissionais da produção.

Realizar auditorias no sistema *lean* de uma empresa é importante, pois permite que os gerentes de projetos obtenham diagnóstico do que deve ser melhorado na produção, fornece dados para estabelecer ações corretivas e preventivas, e impacta positivamente o processo de tomada de decisão a nível estratégico, tático e operacional (VALENTE et al., 2012).

As auditorias do sistema *lean* abrangem o atendimento às práticas de construção enxuta e aos princípios *lean* essenciais, e podem atribuir pontuação para os itens atendidos através do registro de fontes de evidência para comprovar as conformidades e não conformidades (ETGES; SAURIN; BULHÕES, 2013).

A metodologia das auditorias em obras do sistema *lean* pode ser composta por ferramentas como lista de verificações e critérios de avaliação, e geralmente são agendadas com periodicidade planejada (VALENTE et al., 2012), sendo imprescindível que o auditor esteja completamente familiarizado com os princípios *lean* da empresa (ETGES; SAURIN; BULHÕES, 2013).

Portanto, o objetivo do presente artigo é analisar os dados das auditorias do sistema *lean* de uma empresa construtora a fim de identificar quais as principais falhas e oportunidades de melhorias.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada através de estudo de caso em uma empresa construtora que atua na região Nordeste do Brasil e que aplica princípios *lean* em suas obras desde 2012.

A empresa possui como procedimento a realização de auditorias bimensais em todas as suas obras, realizadas por auditor interno designado para

verificar o atendimento aos requisitos do sistema *lean*.

Esse estudo abrangeu dados obtidos de auditorias realizadas durante o ano de 2017, em 15 obras localizadas em quatro estados da região Nordeste do Brasil: Bahia, Alagoas, Ceará e Pernambuco.

A empresa em estudo possui procedimento formal e padrão do seu sistema *lean*, determina que todos os funcionários sejam treinados e que auditorias regulares sejam realizadas conforme lista de verificação apresentada no Quadro 1.

O item 1 da lista de auditoria é aplicado somente para obras em fase de elevação de alvenaria, devido especificidade desse serviço na execução do item 1.1, que avalia a central de trinchos de blocos de alvenaria, o item 2 aplica-se a todos os serviços em andamento na obra.

A central de trinchos é um depósito situado no canteiro de obras, dividido por baias, que deve existir em todos os empreendimentos que estejam executando elevação de alvenaria não estrutural. Cada baia é destinada a uma dimensão e tipo de trincho de bloco, conforme especificado no projeto de paginação de alvenaria, e com área para estocar a quantidade mínima de consumo de um dia de produção. Na central são realizados cortes dos blocos em trinchos, chumbadas caixas elétricas, emestramento de blocos e executados vergas e contravergas pré-moldadas.

Quadro 1 – Itens *lean* auditados pela empresa em estudo

1	Item	Lean – Logística – Alvenaria	Forma de Avaliação (critério e pontuação)
1.1	Central de trinchos / blocos elétricos/ elementos pré-moldados	Evidência de execução na central - vergas / contravergas	<u>Critério:</u> todos os kit's por pavimento de vergas e contravergas preparados na central. <u>Pontuação:</u> 0% ou 20%.
		Evidência de execução na central - bloco emestrados	<u>Critério:</u> todos os kit's por pavimento de blocos emestrados preparados na central. <u>Pontuação:</u> 0% ou 20%.
		Evidência de execução na central - blocos com caixas elétricas	<u>Critério:</u> todos os kit's por pavimento de blocos com caixas elétricas chumbadas preparadas na central. <u>Pontuação:</u> 0% ou 20%.
		Central locada e identificada de acordo com o layout	<u>Critério:</u> verificar se posição da central no canteiro está de acordo com layout. <u>Pontuação:</u> 0% ou 10%.
		Identificação dos kit's dos itens produzidos na central	<u>Critério:</u> verificar se todos os kits estão identificados. <u>Pontuação:</u> 0% ou 10%.

		Cumprimento da meta de fabricação (consumo de um dia de produção)	<u>Critério:</u> verificar atendimento da meta diária de fabricação. <u>Pontuação:</u> 0% ou 10%.
		Limpeza e organização da central	<u>Critério:</u> verificar se central está limpa e organizada. <u>Pontuação:</u> 0% ou 10%.
<b>2</b>	<b>Item</b>	<b>Lean – Ferramentas e Logística – Todos os Serviços</b>	<b>Forma de Avaliação (critério e pontuação)</b>
2.1	Planilha do Andon	Utilização correta da planilha e análise crítica das ocorrências (100%)	<u>Critério:</u> preenchimento correto da planilha de andon e validação mensal pelo engenheiro. <u>Pontuação:</u> 0% ou 100%.
2.2	Ferramenta Andon	Utilização do Andon nos pavimentos	<u>Critério:</u> verificar se todos os pavimentos com serviços em andamento possuem andons. <u>Pontuação:</u> 0% ou 100%.
2.3	Ferramenta Heijunka Box	Utilização do Heijunka Box com todos os horários atendidos (100%)	<u>Critério:</u> verificar se todos os horários do heijunk box com kanbans estão atendidos. <u>Pontuação:</u> 0% ou 100%.
2.4	Arquivamento de Kanban	Utilização correta da caixa de arquivamento de Kanban com acesso apenas para o almoxarife (100%)	<u>Critério:</u> verificar caixa trancada com cadeado e com kanbans armazenados. <u>Pontuação:</u> 0% ou 100%.
2.5	Avaliação da equipe com a utilização do kanban	As equipes estão comprometidas e entendem o objetivo da utilização do kanban e solicitação nos horários com o heijunka box.	<u>Critério:</u> Conversar e arguir, no mínimo 2 equipes, como ocorre o processo de transporte de material, desde a distribuição dos kanbans até a chegada ao local de trabalho. <u>Pontuação:</u> % de equipes com entendimento conforme em relação ao total da amostra
2.6	Materiais das frentes de serviço com utilização de kanban	Possuem os kits de kanbans entregues antes do início do ciclo, contemplando todos os materiais utilizados, o kanban deve ter quantidade pequena e proporcional de acordo com o guincho.	<u>Critério:</u> verificar se todas as equipes de produção de todos os serviços estão com os kanbans necessários e se foi entregue kits completos. <u>Pontuação:</u> 0% ou 100%.

Fonte: Os autores

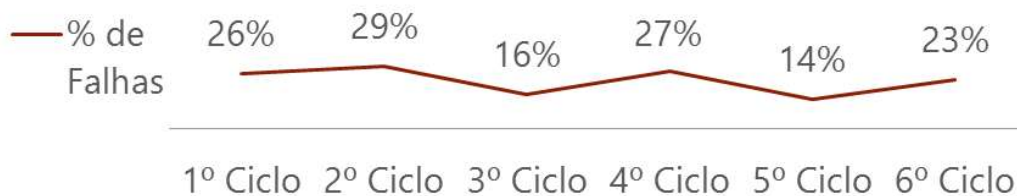
A central de trinchos reduz atividades que não agregam valor durante a atividade de conversão de elevação de alvenaria e diminui o tempo de cliço, pois os blocos são movimentados para os pavimentos nas quantidades e dimensões especificadas pelo projeto. Outra vantagem é a redução de resíduos, pois na central usa-se maquinário apropriado de corte.

### 3 RESULTADOS

Durante os seis ciclos de auditorias bimensais (Figura 1), foram auditados 360 itens (somatório dos itens da lista de auditoria lean verificados em todas as

obras durante ano de 2017) dos quais 82 foram não conformes, e apresentou média de 23% de falhas por ciclo de auditoria.

Figura 1 – Percentual de itens com falhas por ciclo de auditoria



Fonte: Os autores

O procedimento de execução de alvenaria da empresa consistia em alguns princípios *lean*, como aumentar a flexibilidade de saída, utilizando equipes polivalentes, que executavam a elevação dos tijolos já com os eletrodutos das instalações elétricas embutidas conforme projeto de paginação; e simplificar através da redução do número de passos e partes, utilizando central de trinchos (Figura 2) e eliminando etapas de posterior corte da parede, instalação de eletrodutos e posterior fechamento com argamassa dos rasgos na alvenaria.

Figura 2 – Central de trinchos

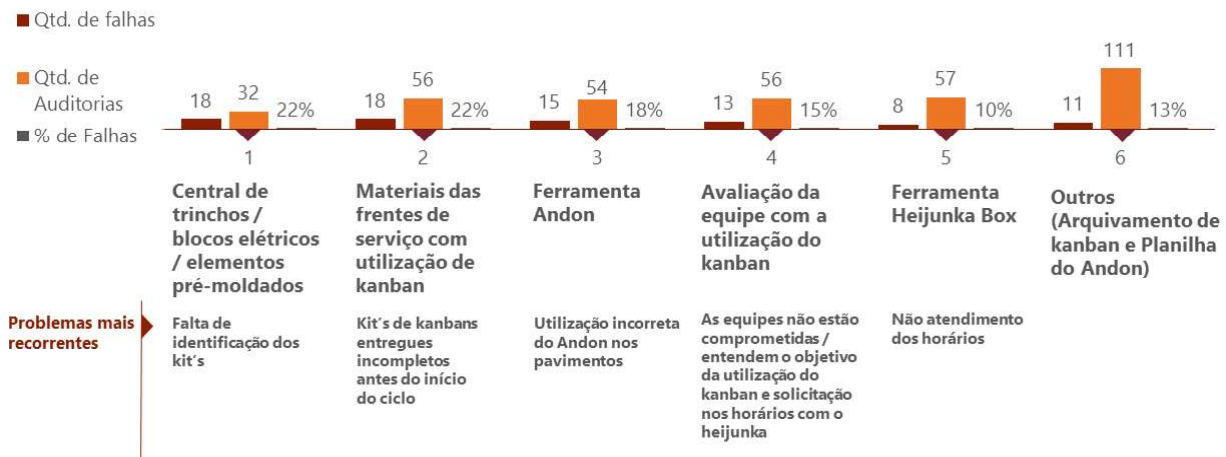


Fonte: Os autores

Apesar do esforço da empresa em aprimorar a execução do serviço de alvenaria, a falha mais recorrente verificada nas auditorias foi falta de identificação dos kits de trinchos de blocos e pré-moldados, que apresentou não conformidades em 18 das 32 auditorias realizadas (Figura 3).

Essa falha é grave, uma vez que os kits de trinchos e pré-moldados poderiam ser transportados para pavimentos equivocados, gerando desperdícios de transporte, movimento e podendo interromper o fluxo de produção da atividade de alvenaria por ausência de material.

Figura 3 –Itens auditados com falhas



Fonte: Os autores

A segunda maior falha foi entregar *kanbans* com quantidades incompletas no início da execução dos serviços, comprometendo o princípio básico da construção enxuta, o *just in time*. Essa falha compromete a execução do fluxo contínuo das atividades, devido atraso de materiais e interrupção do trabalho para equipe adquirir os *kanbans* restantes para a liberação dos materiais dos estoques.

As demais falhas foram utilização incorreta do *andon* nos pavimentos; falta de comprometimento das equipes e dificuldade de compreensão acerca do objetivo da utilização do *kanban*; e não atendimento dos horários de entrega dos materiais dispostos no *heijunka box*, comprometendo o fluxo contínuo da produção.

As dificuldades e falhas verificadas estão relacionadas ao entendimento dos funcionários da produção acerca da importância e objetivos dos princípios *lean*. É imprescindível o comprometimento de todos envolvidos na produção, sendo necessário maior investimento em treinamentos e motivação dos funcionários para o funcionamento correto do sistema *lean*. Isso promoverá padronização, confiabilidade da execução e estabilização da produção com o fluxo contínuo.

#### 4 CONCLUSÕES

Conclui-se que as causas das principais falhas identificadas nas auditorias estão relacionadas a erros no processo realizado pelos funcionários da produção e dificuldade em obter o comprometimento e a compreensão das equipes de produção acerca dos princípios *lean*.

O envolvimento dos funcionários com o sistema *lean* é essencial para a correta aplicação dos princípios e, como oportunidade de melhoria, este trabalho sugere maior investimento em treinamentos e implantação de fatores motivacionais para obter maior empenho dos funcionários.

Ademais, o presente trabalho apresentou a importância da realização de auditorias internas do sistema *lean* para obter dados que balizem ações

corretivas e preventivas, identifique pontos falhos e oportunidades de melhorias, a fim de promover a melhoria contínua do sistema de construção enxuta.

## REFERÊNCIAS

ETGES, B. M. B. S.; SAURIN, T. A.; BULHÕES, I. R. A protocol for assessing the use of lean construction practices. In: 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2011, (IGLC-21), July, Fortaleza, Brazil. **Anais...** Fortaleza, Brazil: 2013. Disponível em: <[goo.gl/wFHKdS](https://goo.gl/wFHKdS)>.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Center for Integrated Facility Engineering**, v. 72, p. 1–81, 1992. Disponível em: <<https://goo.gl/3yNAkB>>.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 5, p. 96–106, 1999. Disponível em: <[goo.gl/82kESK](https://goo.gl/82kESK)>.

VALENTE, C. P.; NOVAES, M. de V.; MOURÃO, C. A. M. do A.; BARROS NETO, J. de P. Lean monitoring and evaluation in a construction site: A proposal of lean audits. In: 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, (IGLC-20), San Diego, CA, USA. **Anais...** San Diego, CA, USA: 2012. Disponível em: <[goo.gl/kXyXAD](https://goo.gl/kXyXAD)>.

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