2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPLANTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM TRÊS PEQUENAS CONSTRUTORAS DO CEARÁ[1]

SANTOS, Éden Malveira (1); FONTENELE, Amanda Daniel (2); COMELLI, Mariana Lira (3); BARROS NETO, José de Paula (4)

(1) Universidade Federal do Ceará (UFC), eden_malveira@hotmail.com;
(2) Universidade Federal do Ceará (UFC), amanda_fontenele@alu.ufc.br;
(3) Universidade Federal do Ceará (UFC), mariana.comelli@unichristus.edu.br;
(4) Universidade Federal do Ceará (UFC), jpbarros@ufc.br.

RESUMO

A aplicação da filosofia Lean Construction *(Construção Enxuta) surge como uma ferramenta potencial para melhorar o processo tradicional da indústria da construção, desencadeando uma série de benefícios nítidos no processo de gerenciamento dentro da construção civil. Sabendo da necessidade de aperfeiçoamento de técnicas nos processos construtivos e gestão em pequenas construtoras, o objetivo deste trabalho é aplicar e avaliar a ferramenta desenvolvida por Comelli (2017) para o contexto de pequenas construtoras do Ceará. O processo metodológico se deu por meio de aplicação de questionários aos gestores e engenheiros das construtoras selecionadas, a fim de identificar qualitativa e quantitativamente eventos sobre a filosofia* lean *aplicada ao setor da construção. Uma das contribuições do presente trabalho foi uma nova divisão dos níveis de implantação, anteriormente caracterizados por Comelli (2017). A aplicação do protocolo mostrou existir por parte das pequenas construtoras certo grau de conhecimento, interesse e início da utilização das ferramentas da construção enxuta. Contudo, empresas de pequeno porte do setor da construção civil ainda precisam imergir completamente nos conceitos básicos desta filosofia e assim alavancar melhores resultados nos processos de produção e gestão.*

Palavras-chave: *Lean Construction. Pequenas Construtoras. Auditoria.*

ABSTRACT

The application of the Lean Construction philosophy emerges as a potential tool to improve the traditional process of the construction industry, unleashing a series of clear benefits in the management process within civil construction. Knowing the need to improve techniques in construction processes and management in small construction companies, the objective of this work is to apply and evaluate the tool developed by Comelli (2017) for the context of small construction companies in Ceará. The methodological process took place by using questionnaires to the managers and engineers of the selected construction companies to identify qualitatively and quantitatively events about the lean philosophy applied to the construction sector. One of the contributions of the present work was a new division of the implantation levels, previously characterized by Comelli (2017). The protocol application

[1]SANTOS, É. M.; FONTENELE, A. D.; COMELLI, M. L.; BARROS NETO, J. P. Avaliação do nível de implantação da construção enxuta em três pequenas construtoras do Ceará. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

showed that there is a certain degree of knowledge, interest, and beginning of the use of lean construction tools on the part of small construction companies. However, small companies in the construction sector still need to fully immerse themselves in the basic concepts of this philosophy and thus leverage better results in the production and management processes.

***Keywords**: Lean Construction. Small Construction Companies. Audit.*

1 INTRODUÇÃO

Buscando melhorar o processo tradicional da indústria da construção através da organização para atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, com alta qualidade e baixo custo através de um sistema de produção mais eficiente, flexível, ágil e inovador, surge a aplicação da filosofia *lean* em construções. O marco para o desenvolvimento desta nova filosofia foi Koskela (1992) apresentando onze princípios da *Lean Construction*, aplicáveis efetivamente à indústria da construção.

A *Lean Construction* traz como mudança conceitual um importante modelo de processos que passa a considerar que além das atividades de conversão (transformação de insumos em produtos intermediários ou final) são inerentes ao processo de produção também as atividades de fluxo (transporte, espera, inspeção e atividades que não agregam valor ao produto final).

Hirota e Formoso (2000) defendem que a aplicação dos conceitos da produção enxuta na construção civil deve ser resultante do estudo de práticas bem sucedidas e por meio da aprendizagem durante sua implantação. É recomendável adotar medidas que venham a contribuir para o sucesso da implantação da construção enxuta a partir da compreensão e da antecipação de situações que se oponham a esse processo. Bhasin (2011) afirma que umas das medidas importantes no processo de adesão à filosofia *lean* é a auditoria, e passa a apontá-la como uma ferramenta capaz de gerar dados importantes para reparos e melhorias na implantação da filosofia. Dessa forma, confirma a necessidade da realização de inspeções que verifiquem se as empresas estão com práticas enxutas.

Analisando o setor de construção civil brasileiro, de acordo com o levantamento da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2018) das mais de 197 mil construtoras em atividade formal no país, 98,63% (195 mil) tinham menos de 100 funcionários, 96,87% (191 mil) empregavam até 50 pessoas e 82,88% (164 mil empresas) não passavam de dez funcionários. Tal incidência de pequenas empresas no setor da construção ocasiona o aumento da concorrência fazendo com que estas pequenas construtoras reavaliem seus métodos e sistemas de produção em busca de maior competitividade e, de certa forma, capacidade de sobrevivência.

Tendo a filosofia lean como uma ferramenta no processo de produção da indústria da construção e sabendo da necessidade de implantação de técnicas nos processos construtivos e gestão de pequenas empresas o objetivo deste trabalho é aplicar e avaliar a ferramenta desenvolvida por Comelli (2017) para o contexto de pequenas construtoras do Ceará.

2 AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Li *et al.* (2015) trazem a importância da utilização de ferramentas para avaliação e acompanhamento da construção enxuta, afirmando que a falta deste tipo de

instrumento mascara os reais ganhos de valor obtidos pela filosofia *lean* e geram barreiras de aplicações em muitas empresas.

Diekmann *et al.* (2003) apresentaram um modelo que foi elaborado com a finalidade de colaborar com as empresas na verificação das conformidades perante os ideais da construção enxuta. As categorias de avaliação compreendem: Organização do Ambiente de Trabalho/Padronização, Cultura/Pessoas, Melhoria Contínua/Qualidade, Eliminação de Desperdício e Foco no Cliente. Carvalho (2008) traz um modelo que propõe uma ferramenta de avaliação do desempenho de empresas construtoras por meio de questionários desenvolvidos para os diferentes representantes envolvidos na cadeia de valor das empresas, tendo como base os onze princípios de Koskela (1992).

Valente *et al.* (2012) definem diretrizes para a realização de auditorias internas nos canteiros de obras de uma empresa, cuja implantação da construção enxuta já se encontra consolidada. Avaliando gerenciamento e planejamento da produção, *Kanban*, fluxo, produção, transparência, limpeza, organização e segurança.

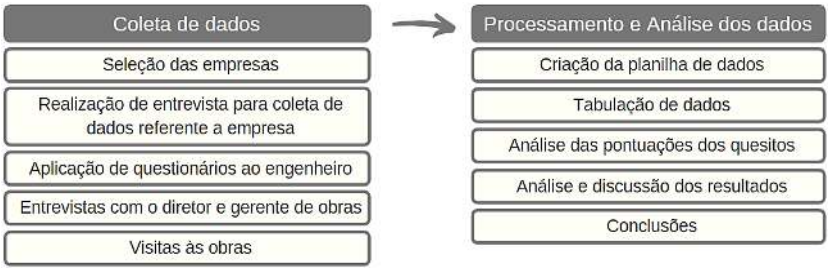
Comelli (2017) desenvolveu um protocolo que possibilita avaliar o nível da filosofia *lean* em quatro dimensões: Filosofia, Processo, Colaboradores e Solução de Problemas. A classificação acontece em três níveis: Baixo, Médio e Alto, possibilitando a identificação do nível de implantação da construção enxuta na empresa como um todo.

3 METODOLOGIA

Para atender ao objetivo desta pesquisa, inicialmente realizou-se um estudo exploratório e descritivo, por meio de aplicação de questionários em três construtoras de pequeno porte localizadas nas cidades de Fortaleza/CE e Sobral/CE, a fim de identificar qualitativa e quantitativamente eventos sobre a filosofia *lean* aplicada ao setor da construção.

Em seguida, fez-se uma coleta abrangente de dados referente a cada empresa através de entrevistas com os responsáveis de cada uma delas. O fluxograma, apresentado na Figura 1, descreve todo o procedimento metodológico.

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa.



Fonte: Os autores

A escolha dos ambientes de estudo se deu em função do porte das empresas e da disponibilidade da diretoria para a coleta de informações. Optou-se por empresas de pequeno porte, voltadas para construção de unidades habitacionais unifamiliares entre baixo e médio padrão, uma vez que esta categoria de empresas predomina no setor da construção civil brasileira, além disso, sabe-se a necessidade de implantação de técnicas nos processos construtivos e gestão em pequenas construtoras em busca de maior competitividade.

Após a seleção das empresas, caracterizou-se cada construtora, coletando informações quanto à estrutura organizacional e estabeleceu-se a obra que seria avaliada. Estas informações facilitaram o acesso à configuração da construtora e permitiram identificar os cargos e as respectivas funções. As informações obtidas de caracterização das empresas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização das empresas

Empresa	**A**	**B**	**C**
Cidade	Sobral	Fortaleza	Sobral
Atuação no mercado	Gestão de Obras e Consultoria	Construção Civil e Incorporação	Construção Civil e Incorporação
Tempo de atuação	4 anos	10 anos	4 anos
Padrão dos empreendimentos	Médio e Alto padrão	Minha Casa Minha Vida	Minha Casa Minha Vida e Médio padrão
Função do entrevistado	Engenheira Civil	Coordenador de Engenharia	Engenheira Civil
Tempo na empresa	1 ano e 5 meses	1 ano e 6 meses	4 anos

Fonte: Os autores

Após essa caracterização, aplicou-se o Protocolo de avaliação do nível de implantação da produção enxuta, desenvolvido por Comelli (2017). A avaliação inicia-se pela aplicação dos questionários estruturados aos engenheiros de cada empresa. O questionário aplicado apresenta quatro dimensões de implantação da construção enxuta, subdivididas em categorias de avaliação. A Tabela 2 traz as dimensões e categorias do protocolo de avaliação.

Tabela 2 – Caracterização do protocolo de auditoria

Dimensões	**Nº de categorias**	**Categorias**
Filosofia	06	Cultura *Lean*
		Comportamento *Lean*
		Foco no Cliente
		Meio Ambiente
		Gerenciamento de Resíduos
		Bem-estar dos Colaboradores e Segurança no Trabalho
Processo	13	Fluxo de Trabalho
		Fluxo de Materiais
		Fluxo de Pessoas
		Fluxo de Equipamentos
		Controle de Qualidade
		Automação
		Trabalho padronizado
		5S
		Transparência
		Gestão do conhecimento e Informação
		Planejamento e Controle de projetos
		Planejamento e Controle de produção
		Planejamento e Controle de custos
Colaboradores	03	Liderança *Lean*
		Aprendizado e crescimento dos colaboradores internos
		Aprendizado e crescimento dos colaboradores externos

Solução de Problemas	03	Identificação do problema
		Resolução do problema
		Melhoria contínua

Fonte: Adaptado de Comelli (2017)

A avaliação dos quesitos deverá acontecer a partir da análise das evidências observadas na empresa que comprovem os atendimentos dos mesmos. De acordo com Comelli (2017) os quesitos deverão ser avaliados utilizando a escala de pontuação apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Pontuação dos quesitos de avaliação

Avaliação	**Pontuação**	**Observação**
Sim Totalmente (Sim Tot.)	1,0	Quesito totalmente implantado
Sim Parcialmente (Sim Parc.)	0,5	Quesito parcialmente implantado
Não	0,0	Quesito não implantado
Não se aplica (N. A)	NULO	Quesito não existente

Fonte: Adaptado de Comelli (2017)

Ainda de acordo com o Protocolo desenvolvido por Comelli (2017), para atribuição da nota referente ao Nível de Implantação da Construção Enxuta (Nd) foi utilizada a Equação 1 que expressa o valor em porcentagem (%), podendo assim avaliar cada dimensão existente no protocolo.

$$Nd(\%) = \left(\frac{Pontos\,obtidos}{Pontos\,possíveis} \right) x\,100 \quad (1)$$

Para "Pontos obtidos" é necessário fazer o somatório entre as categorias de cada dimensão, ressaltando que para cada categoria é feito o cálculo de acordo com a resposta da construtora com os quesitos de avaliação (Tabela 3). Já para "Pontos possíveis" é feito o somatório maximizado das questões de cada categoria, sendo os respectivos valores: Filosofia (33 pontos), Processo (75 pontos), Colaboradores (16 pontos) e Solução de Problemas (12 pontos).

Através da equação calcula-se o nível de implantação da construção enxuta para cada dimensão existente no protocolo. Uma das contribuições do presente trabalho foi uma nova divisão dos níveis de implantação, anteriormente caracterizados por Comelli (2017). Esta nova divisão apresenta maior quantidade de níveis resultando nas mudanças dos intervalos de implantação, de forma que é permitido enquadrar e visualizar melhor a situação da empresa em relação ao *lean construction*. Assim, foram acrescentados os níveis Ausente, Muito Baixo, Muito Alto e Presente, o ajuste está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Níveis de Implantação.

Ausente	0%
Muito Baixo	0% < Nd ≤ 20%
Baixo	20% <Nd ≤ 40%
Médio	40% <Nd ≤ 60%
Alto	60% <Nd ≤ 80%
Muito Alto	80% <Nd ≤ 100%
Presente	100%

Fonte: Adaptado de Comelli (2017)

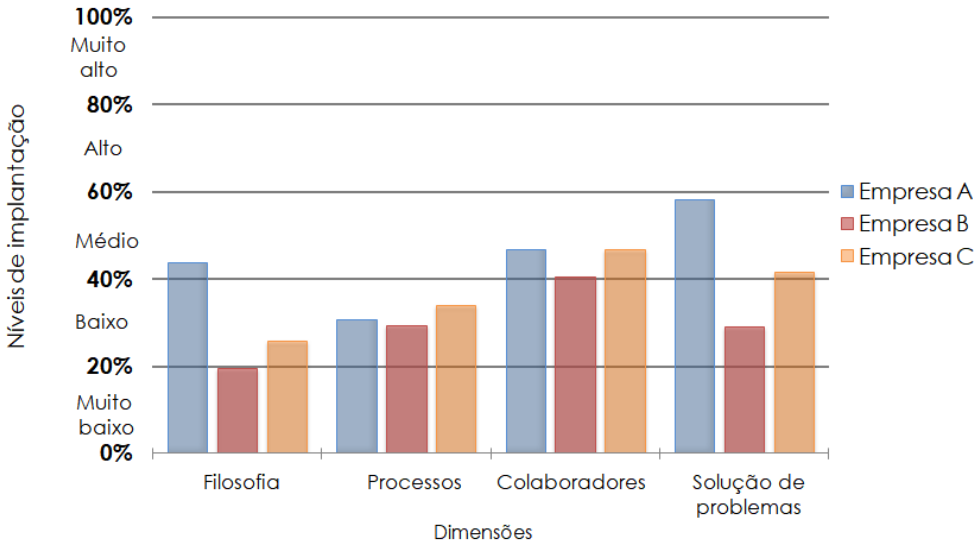
4 RESULTADOS

Mediante as respostas obtidas determinou-se o nível de implantação da filosofia *Lean* para cada uma das pequenas construtoras analisadas, de acordo com cada dimensão, o qual está apresentado na Figura 2.

No cenário da empresa A, diante da implantação do *Lean Construction*, é observado melhores resultados o nível de implantação na dimensão "Solução de Problema", e menor nível na dimensão "Processo". A empresa A se encontra com um nível médio de maturidade na implantação do *lean*, visto que, apenas "Processos" está abaixo do limite superior do nível baixo. Bem como, é a única que na dimensão "Filosofia" tem seu nível de implantação médio.

Nas empresas B e C observa-se a presença mais recorrente na dimensão "Colaboradores", já a menor é na dimensão "Filosofia". Quanto aos níveis de implantação na empresa B, apenas "Colaboradores" está no nível médio, as demais dimensões estão no nível baixo. Ambas as empresas se encontram no nível baixo de implantação do *lean construction*.

Figura 2 – Níveis de implantação nas pequenas construtoras analisadas.



Fonte: Os autores

De acordo com Bhasin (2011) as empresas que almejam implantar a filosofia *lean* devem tê-la como uma filosofia de negócio. Dessa forma, de acordo com Comelli (2017), entende-se que toda a empresa, desde a diretoria até os cargos que tenham menor responsabilidade, deve absorver o conhecimento sobre *lean*, visto que a execução dos serviços de forma individual influencia diretamente nos resultados de cada setor e do negócio como um todo.

A forma como os colaboradores entendem a construção enxuta e a aplicam incluindo suas ferramentas, técnicas, princípios, cultura e comportamento diariamente fazem a empresa A possuir um maior nível de maturidade na implantação da filosofia *lean* comparada as demais. O médio nível de implantação na dimensão "Filosofia", nesta empresa, também reflete nos princípios *lean* nas demais dimensões.

Analisando de maneira geral, observa-se que as empresas têm em comum o nível de implantação médio na dimensão "Colaboradores", apresentando, por exemplo, preocupação em firmar parceiras com outras empresas, manter relações

duradouras com os fornecedores e foco na aprendizagem dos colaboradores através de lições aprendidas ao longo dos processos. Tal nível mostra que existe, por partes das pequenas construtoras analisadas, foco em manter uma rede de colaboradores, externos e internos, mais fortalecidas e que atendam de maneira satisfatória a qualidade visada na entrega dos empreendimentos.

Para impulsionar o desenvolvimento nesta dimensão as construtoras devem adotar estratégias colaborativas como a parceria e relacionamentos na comercialização do projeto (CRESPIN-MAZET; HAVENVID; LINNÉ, 2015), benchmarking (ERCAN; KOKSAL, 2016), gestão da relação de fornecedores (BARBOSA; CAMPELO FILHO, 2018) e incentivo do envolvimento da mão de obra (SALLEH *et al*., 2016).

Outro fato observado, em âmbito geral das pequenas empresas estudadas, é o nível de implantação baixo na dimensão "Processos" observando a falta de estudos de layout de canteiros, fluxo de equipamentos, pessoas e ferramentas de gerenciamento em tempo real. Saurin e Formoso (2006) afirmam que o planejamento do canteiro tem o objetivo de melhorar a utilização do espaço físico possibilitando que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, de forma a minimizar os deslocamentos de materiais, componentes e mão-de-obra. Com isso, as empresas que planeja e controla essas atividades de fluxo e logísticas dentro do canteiro de obra atendem a simplificação e/ou redução de passos ou partes, bem como desenvolvem maiores níveis de implantação *lean* em seus processos.

O baixo grau de maturidade na dimensão "Processos" está relacionada ao baixo nível de implantação da própria filosofia *lean* nos canteiros de obras das construtoras, que embora mostrem conhecimento, interesse e um certo grau de aplicação das ferramentas da construção enxuta, ainda precisam imergir completamente nos conceitos básicos desta filosofia e assim alavancar melhores resultados que os próprios gestores e engenheiros entrevistados conseguem enxergar que sejam alcançados com a *lean construction*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como objetivo de pesquisa aplicar e avaliar a ferramenta desenvolvida por Comelli (2017) para o contexto de pequenas construtoras do Ceará foi necessário observar as técnicas construtivas e gestão das construtoras estudadas. Uma das contribuições do presente trabalho foi uma nova divisão dos níveis de implantação, que permite enquadrar e visualizar melhor a situação da empresa em relação ao *lean construction*.

As empresas têm em comum o nível de implantação médio na dimensão "Colaboradores", que reflete o anseio por partes das pequenas construtoras analisadas em manter uma rede de colaboradores mais fortalecida e que atendam de maneira satisfatória a qualidade visada na entrega dos empreendimentos. Outro fato observado é o nível de implantação baixo na dimensão "Processos", relacionado principalmente ao baixo nível de implantação da própria filosofia *lean*.

Embora o método desenvolvido por Comelli (2017) tem sido voltado para empresas com certo grau de conhecimento e aplicação da construção enxuta, este se mostrou eficaz no reconhecimento por parte das pequenas empresas sobre a Lean Construction e se torna uma ferramenta útil a ser utilizada no início de programas de implementação desta filosofia por construtoras de pequeno porte. Além disso, a aplicação do protocolo mostrou que existe por parte das pequenas construtoras

certo grau de conhecimento, interesse e início da utilização das ferramentas da produção enxuta. Contudo, tais empresas do setor da construção civil ainda precisam imergir completamente nos conceitos básicos desta filosofia e assim alavancar melhores resultados nos processos de produção e gestão.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. S.; CAMPELO FILHO, E. A gestão da relação de fornecedores a jusante da cadeia de suprimentos de material de construção. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 19, n. 1, p. 01, 11 jun. 2018.

BHASIN, S. Measuring the Leanness of an organization**. International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 55–74, 2011.

CARVALHO, B. S. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.**2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Estabelecimentos na Construção:** N.º de Estabelecimentos por Grupos de Atividade Econômica da Construção Civil - Brasil, Regiões e UF. Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/menu/empresas-de-construcao/estabelecimentos-na-construcao. Acesso em: 16 nov. 2019.

COMELLI, M. L. **Proposta de um modelo de protocolo de auditoria do nível de implantação da construção enxuta para a indústria da construção civil.** 2017. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

CRESPIN-MAZET, F.; HAVENVID, M. I.; LINNÉ, Å. Antecedents of project partnering in the construction industry — The impact of relationship history. **Industrial Marketing Management**, v. 50, p.4-15, out. 2015. Elsevier BV.

DIEKMANN, J.; BALONICK, J.; KREWEDL, M.; TROENDLE, L. Measuring lean conformance. In: 11thANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2003, Virgínia. **Anais...** Virgínia: IGLC, 2003.

ERCAN, T.; KOKSAL, A. Competitive Strategic Performance Benchmarking (CSPB) model for international construction companies. **Ksce Journal Of Civil Engineering**, v. 20, n. 5, p.1657-1668, 23 set. 2015.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Salvador. **Anais...**Salvador: ENTAC, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Center for Integrated Facility Engineering – CIFE, Stanford University, Stanford – EUA, Technical Report n. 72, 1992.

LI, S.; WU, X.; HU, S.; HU, B. Performance Evaluation of Lean Construction Projects Based on Balanced Scorecard. In: 23th ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2015, Perth. **Anais...** Perth: IGLC, 2015.

SALLEH, N. M.; ISA, S. S. S. M.; JAMALULIU, S. N. N. S.; IBRAHIM, I. H.; HUSSEIN, E. Formulating a Long-Term Employment Strategy for Construction Workforce in Malaysia. **Matec Web Of Conferences**, v. 66, p.1-7, 2016.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. v.3. Porto Alegre: Entac, 2006. 112 p. Recomendações Técnicas HABITARE

VALENTE, C.; NOVAES, M.; MOURÃO, C. A.; NETO, J. Lean monitoring and evaluation in a construction site: a proposal of lean audits. In: 20th ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2012, USA. **Anais...**USA: IGLC, 2012.