



ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS PRINCÍPIOS DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO E OS PRINCÍPIOS LEAN

DENISE ALVES LEAL - denisealvesleal1@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

VANESSA RIBEIRO CAMPOS - vanessa.campos@ufc.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

Área: 1 - GESTÃO DA PRODUÇÃO

Sub-Área: 1.3 - LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E DISTRIBUIÇÃO

Resumo: A PRODUTIVIDADE DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL TEM SIDO SEVERAMENTE AFETADA PELA FALTA DE INVESTIMENTOS QUE PROMOVAM A MELHORIA DE ATIVIDADES RELACIONADAS AOS PROCESSOS, COMO MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM. PESQUISAS NESTA ÁREA TORNAM-SE NECESSÁRIAS, POIS OS APRIMORAMENTOS DE TAIS SUBATIVIDADES CONVERGEM PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO COMO UM TODO. A UTILIZAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN EM CANTEIROS DE OBRA TEM-SE MOSTRADO EFICIENTE PARA ATINGIR TAL OBJETIVO. ESTE ESTUDO BUSCOU AVALIAR A RELAÇÃO ENTRE A MATURIDADE DA PRÁTICA LEAN EM TRÊS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO NA CIDADE DE FORTALEZA, CEARÁ, E O CUMPRIMENTO DE UMA SÉRIE DE PRINCÍPIOS ACERCA DA MOVIMENTAÇÃO E DA ARMAZENAGEM. PARA TANTO, APLICOU-SE UM CHECK LIST CONSIDERANDO ASPECTOS COMO O TRANSPORTE E ALOCAÇÃO DE MATERIAIS, MOVIMENTAÇÃO E BEM-ESTAR DOS OPERÁRIOS. VERIFICOU-SE QUE OS RESULTADOS OBTIDOS APONTAM PARA A EXISTÊNCIA DE UMA PROPORCIONALIDADE ENTRE A PRÁTICA LEAN E O CUMPRIMENTO DE TAIS PRINCÍPIOS. O ATENDIMENTO A ESTES PRINCÍPIOS É CAPAZ DE IMPACTAR DE FORMA CONSIDERÁVEL A PRODUTIVIDADE DA EMPRESA SEM NECESSARIAMENTE REPRESENTAR GRANDES AUMENTOS DE CUSTOS DO EMPREENDIMENTO.

Palavras-chaves: CONSTRUÇÃO CIVIL. LOGÍSTICA DE CANTEIROS. LEAN.

ANALYSIS OF THE RELATION BETWEEN THE PRINCIPLES OF MOVEMENT AND STORAGE AND THE LEAN PRINCIPLES

Abstract: *THE CONSTRUCTION INDUSTRY PRODUCTIVITY HAS BEEN SEVERELY AFFECTED BY THE LACK OF INVESTMENTS THAT PROMOTE THE IMPROVEMENT OF ACTIVITIES RELATED TO THE PROCESSES, SUCH AS MOVEMENT AND STORAGE. RESEARCHES IN THIS AREA BECOME NECESSARY, AS THE IMPROVEMENTS OF SUCH SUBACTIVITIES CONVERGE TO THE OPTIMIZATION OF THE PROCESS AS A WHOLE. THE USE OF LEAN PHILOSOPHY IN CONSTRUCTION SITES HAS PROVEN TO BE EFFICIENT IN ACHIEVING THIS GOAL. THIS STUDY AIMED TO EVALUATE THE RELATIONSHIP BETWEEN LEAN PRACTICE MATURITY IN THREE CONSTRUCTION COMPANIES IN THE CITY OF FORTALEZA, CEARÁ, AND THEIR COMPLIANCE WITH A NUMBER OF PRINCIPLES REGARDING MOVEMENT AND STORAGE. FOR THAT, A CHECK LIST WAS APPLIED CONSIDERING ASPECTS SUCH AS TRANSPORTATION AND MATERIAL ALLOCATION, MOVEMENT AND WELL-BEING OF THE WORKERS. IT WAS VERIFIED THAT THE OBTAINED RESULTS POINT TO THE EXISTENCE OF A PROPORTIONALITY BETWEEN THE LEAN PRACTICE AND THE FULFILLMENT OF THESE PRINCIPLES. COMPLIANCE WITH THESE PRINCIPLES IS CAPABLE OF SIGNIFICANTLY IMPACT THE PRODUCTIVITY OF THE COMPANY WITHOUT NECESSARILY REPRESENTING LARGE INCREASES IN THE COSTS OF THE ENTERPRISE.*

Keyword: *CIVIL CONSTRUCTION. SITE LOGISTICS. LEAN.*

1. Introdução

A indústria da construção civil figura entre os setores de mais baixo índice de produtividade, apresentando desempenho inferior à indústria de transformação (SAURIN; FORMOSO, 2006). Durante muitos anos, seu foco tem sido o aprimoramento das atividades de conversão, que constituem a modificação na forma ou substância de um material, em detrimento das atividades relacionadas ao processo, como transporte e estoque (KOSKELA, 1992).

Neste contexto, as atividades de movimentação e armazenagem constituem ramificações de um processo global de transformação. A visualização deste desmembramento do processo em subatividades leva à dedução de que a melhoria do todo pode ser atingida pela melhoria de suas partes (ALVES, 2000). Dessa forma, o planejamento adequado destas micro operações converge para a otimização do desempenho do processo através da redução dos tempos de operação, atividades de espera e transporte (SALES et al., 2004).

Tendo em vista esta necessidade de melhor desempenho, a utilização de diretrizes para o planejamento das atividades constitui uma saída para a diminuição de falhas, maior segurança e saúde das equipes, melhor qualidade, tempo e custos totais (SILVA, 2000).

Prática notavelmente sedimentada na indústria da construção civil, a produção enxuta é regada a princípios que apresentam estreita relação com tais necessidades de otimização das tarefas de transporte e de armazenagem dentro de um canteiro de obras (ALVES, 2000). Fundamentos como a redução de atividades que não agregam valor, de tempo de ciclo, de número de passos e o aumento do foco no controle do processo como um todo compõem mecanismos para a busca por maior produtividade através de ações coletivas que visem benefícios à organização (KOSKELA, 1992; ALPENBERG et al., 2016).

Após considerar a relevância deste tema para o melhor desempenho no setor da construção, o presente trabalho tem como objetivo relacionar o envolvimento de adequado planejamento e execução de sistema de movimentação e armazenagem em canteiros de obra com o nível de maturidade de aplicação dos princípios lean ao longo de sua produção. Através desta análise será possível verificar se, de fato, existe proporcionalidade entre estes fatores. Para o cumprimento desta meta, foram analisadas três construtoras locais – sem formalização de produção lean, com produção lean e com produção lean e auditorias frequentes – através do preenchimento de questionário sobre os princípios de movimentação e armazenagem (MOTA, 2012).

2. Produção Enxuta

Segundo Melton (2005), a filosofia lean define desperdício como qualquer atividade que não adicione valor ao cliente, seja por excesso de produção, transporte, defeitos ou espera. Neste sentido, sua produção baseia-se numa gama de conceitos e princípios que buscam eliminar ao máximo estas perdas ao longo processo de produção (NOGUEIRA, 2010).

Neste âmbito, é possível identificar cinco fundamentos que permitem a implementação do pensamento *lean* de uma forma geral, definidos abaixo (PINTO, 2008; NOGUEIRA, 2010):

- especificar o valor: identifica aquilo que os clientes querem;
- identificar e analisar o fluxo de valor: conjunto das etapas e ações necessárias à satisfação dos pedidos dos clientes;
- criar fluxo contínuo: elimina qualquer parte do processo que não acrescente valor, tornando o processo o mais fluido possível;
- implementar um sistema *pull*: consiste em produzir apenas aquilo que é necessário quando for necessário;
- procurar atingir a perfeição: baseia-se na completa eliminação dos desperdícios e na criação de valor.

Segundo Ballard e Howell (1998), a aplicação de tais princípios na construção passou a ocorrer pela percepção da possibilidade de reprodução dos conceitos desenvolvidos na indústria automobilística – criadora do pensamento enxuto – através do Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido pelos engenheiros Taichi Ohno e Shigeo Shingo.

A reprodução da filosofia *lean*, no ramo da construção civil, ganhou ainda mais reconhecimento científico e prático através dos estudos de Koskela (1992) que, em sua tese, lista onze princípios aplicáveis a esta realidade:

- redução das atividades que não agregam valor;
- aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente;
- redução da variabilidade;
- redução do tempo de ciclo de produção;
- simplificação através da redução do número de passos ou partes;
- aumento da flexibilidade na execução do produto;
- aumento da transparência do processo;
- foco no controle do processo global;

- introdução da melhoria contínua no processo;
- manutenção do equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- realização de benchmarking.

No contexto de movimentação e armazenagem dentro do canteiro de obras, o atendimento aos princípios mencionados, com foco na geração de valor, redução do *lead time*, simplificação dos passos e melhoria nos fluxos, torna-se uma forma de atender às exigências para a melhoria da qualidade e da produtividade da produção (ALVES, 2010; SPEAR; BOWEN, 1999).

3. Movimentação e armazenagem

Para Alves (2000), as movimentações dentro do canteiro envolvem tanto materiais quanto mão de obra. No primeiro caso, as atividades englobam desde a aquisição até a alocação, distribuição e posterior utilização do material nos postos de trabalho. Por outro lado, a movimentação dos operários diz respeito à organização das equipes, designação e sequência de execução das tarefas.

Segundo Santos (1995), a movimentação é considerada uma das atividades de suporte que mais consomem energia, tempo e mão de obra sendo, portanto, prioritária para programas de melhorias. Dessa maneira, a existência de transportes em quantidades e distâncias superiores às indispensáveis representam gastos inúteis, uma vez que não agregam valor ao produto final.

Notável destaque também deve ser dado ao sistema de estoques dentro dos canteiros de obras, cujo planejamento específico e estabelecimento de diretrizes são essenciais para a boa prática do processo de produção (SAURIN, 1997). Bogado (1998) afirma que as principais perdas com estoque estão associadas à existência de materiais em excesso devido à programação inadequada na entrega ou a erros de orçamento, além de também decorrerem da falta de cuidados no processo de armazenamento.

A definição de local adequado para estocagem, o dimensionamento proporcional à programação da produção e a expedição controlada de materiais constituem aspectos essenciais para o aumento da produtividade da empresa (SANTOS, 1995). De acordo com Said et al. (2010), se não forem corretamente planejadas, a aquisição e a armazenagem de materiais podem provocar impactos negativos que vão desde a escassez até o excesso de inventário dentro do campo.

Portanto, os sistemas de movimentação e armazenagem representam uma grande

capacidade de melhoria dos níveis de produtividade ao ditar o funcionamento harmonioso dos diversos postos de trabalho e devem ser tidos como prioridades por parte da equipe de gerência (SANTOS, 1995).

4. Metodologia

Foram investigadas três empresas de construção civil localizadas na cidade de Fortaleza. A escolha das obras a serem analisadas buscou obter situações que apresentassem níveis diferentes em maturidade *lean*, conforme informações abaixo:

- a) Empresa 1: responsável pela construção de 8 blocos de edifícios residenciais de 5 pavimentos em alvenaria estrutural; não possui prática *lean* regulamentada;
- b) Empresa 2: responsável pela construção de 2 blocos de edifícios residenciais de 17 pavimentos em concreto armado; possui prática *lean* regulamentada, porém sem auditoria;
- c) Empresa 3: responsável pela construção de um edifício comercial de 14 pavimentos em concreto armado; possui prática *lean* regulamentada e auditoria realizada a cada dois meses.

O levantamento de dados empregado no desenvolvimento deste artigo consistiu na aplicação de um *check list* composto de perguntas objetivas (“sim” ou “não”) em que foi avaliado o cumprimento de 86 princípios de movimentação e armazenagem subdivididos em 8 subcategorias (MOTA, 2012):

- a) Planejamento e gestão de movimentação;
- b) Cuidados com os caminhos de circulação;
- c) Cuidados com o homem como agente da movimentação;
- d) Deslocamento e trânsito de pessoas;
- e) Planejamento e gestão da armazenagem;
- f) Cuidados com o ambiente de armazenagem;
- g) Cuidados com os insumos.

A coleta de informações foi realizada por meio do envio de formulário eletrônico aos engenheiros responsáveis pelos empreendimentos selecionados, contendo perguntas acerca da tecnologia construtiva aplicada, da utilização ou não de medidas de produção enxuta e questionamentos referentes aos critérios de movimentação e armazenagem.

Após finalizada esta etapa, foram analisados os dados obtidos com o intuito de relacionar a utilização da filosofia *lean* com a prática dos princípios de movimentação e armazenagem. As respostas positivas aferidas a partir do questionário possibilitaram a

quantificação, em forma de porcentagem, do grau de envolvimento de cada empresa com tais princípios. A análise final destes dados permitiu a elaboração de gráficos facilitadores de uma melhor visualização da proporcionalidade existente entre os fatores estudados como agentes otimizadores da produtividade final do empreendimento.

5. Resultados e discussões

Após a aquisição de dados e a elaboração dos gráficos com o comportamento de cada empresa, percebe-se uma tendência de crescimento do comprometimento com os princípios de movimentação e armazenagem, tanto para as subcategorias elencadas em seção anterior quanto para seu resultado final, à medida em que a implantação da filosofia *lean* se torna mais efetiva no processo produtivo.

A partir da análise do quesito movimentação, percebe-se que a empresa 1 apresentou excelentes resultados totais, conforme ilustrado na figura 1. A quantificação dos resultados obtidos por intermédio do *check list* apontou um grau de 95% de conformidade com os princípios analisados, se comparados aos 79% da empresa 2 e aos 65% da empresa 3.

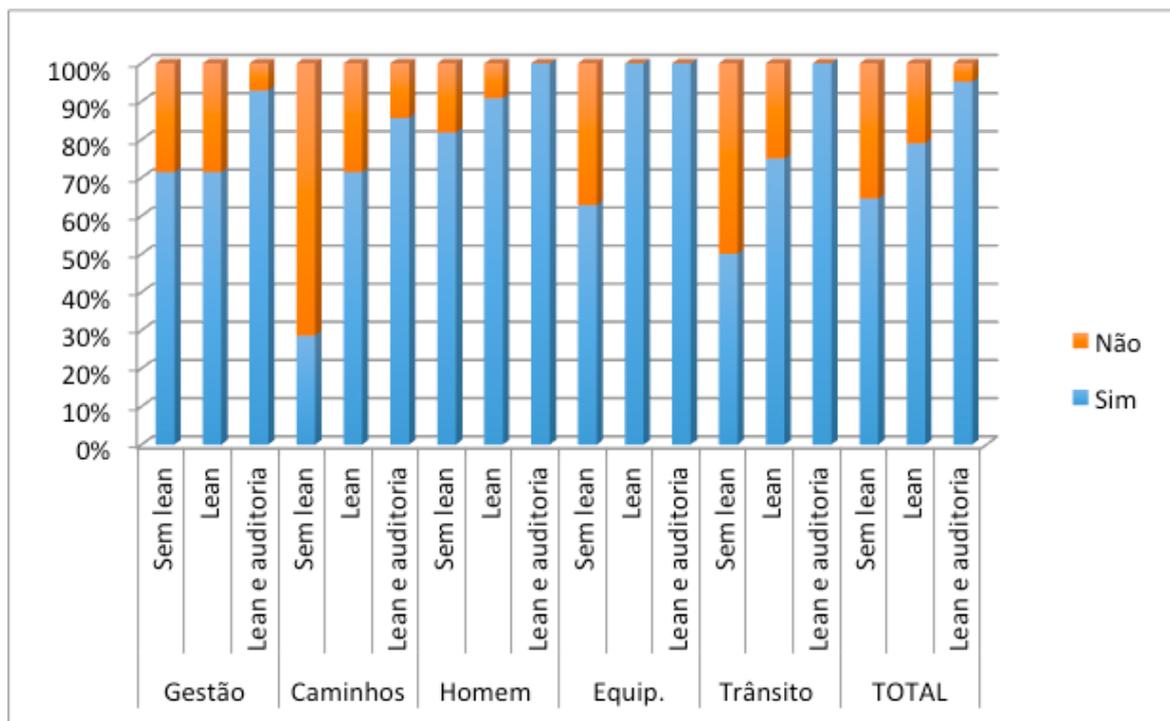


FIGURA 1 – Resultados da pesquisa de movimentação e suas subcategorias. Fonte: Autores (2017).

Além disto, o estudo ressalta que os cuidados com os caminhos de circulação representam a subcategoria mais negligenciada no que tange a medidas básicas como

desobstrução de passagens e isolamento de áreas para a movimentação de materiais. Na sequência, encontram-se as subcategorias de deslocamento e trânsito de pessoas, planejamento e gestão e características dos equipamentos. Os cuidados com o homem como agente da movimentação ocuparam posição de destaque dentro das três empresas analisadas, com percentual variando entre 82% e 100% de cumprimento de metas.

A apreciação dos dados relacionados à armazenagem, apresentados na figura 2, também se mostrou bastante favorável à empresa reconhecida por práticas *lean* regulamentadas e auditorias frequentes, atingindo 100% de conformidade com os princípios analisados, se comparados aos 75% da empresa que não dispõe de auditorias e aos 67% da empresa sem qualquer regulamentação *lean*.

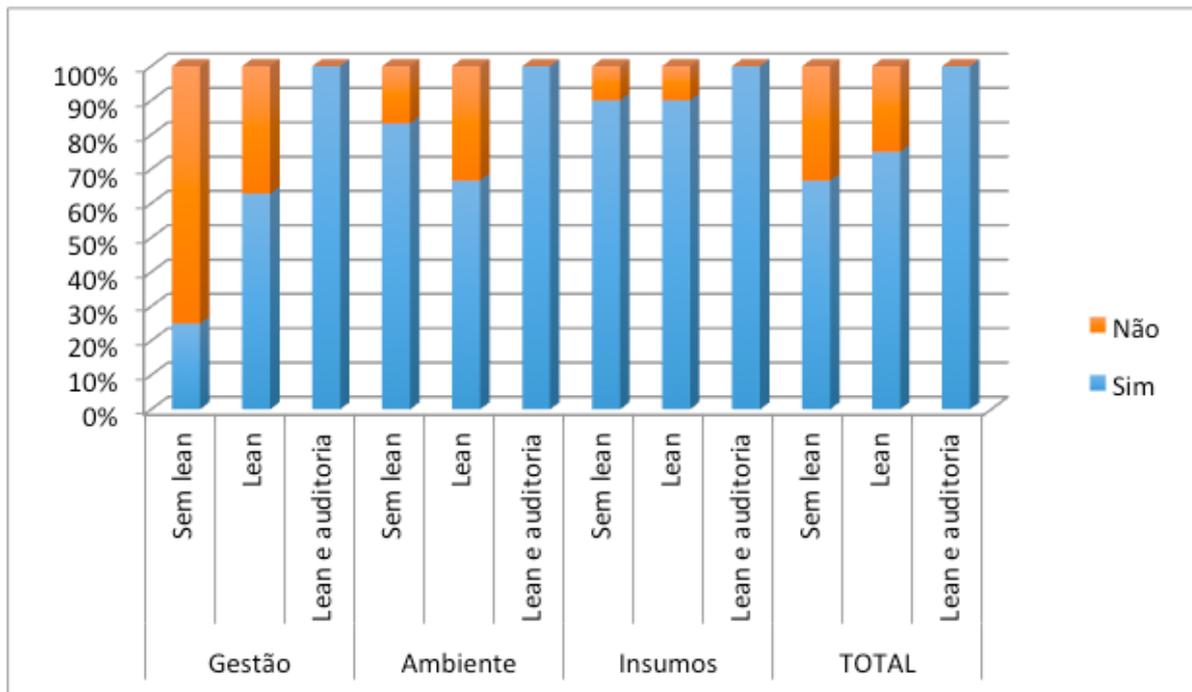


FIGURA 2 – Resultados da pesquisa de armazenagem e suas subcategorias. Fonte: Autores (2017).

Pode-se perceber que a subcategoria de planejamento e gestão da armazenagem assumiu a posição mais negligenciada, atingindo satisfação mínima de 25% para a empresa 1, por exemplo. Critérios como a garantia de acesso aos quatro lados da pilha de materiais e entrega de pedidos em quantidades necessárias à medida da necessidade (*just-in-time*) figuraram entre os pontos abordados neste quesito. Na sequência, encontram-se as subcategorias de cuidados com o ambiente de armazenagem e cuidados com os insumos, que demonstraram melhores resultados.

De uma forma geral, a empresa 1 apresentou atendimento aos princípios de

movimentação e armazenagem de 65% e 67%, respectivamente. Para a empresa 2, este percentual aumentou para 79% e 75%, respectivamente, ao passo em que a empresa 3, que obteve os melhores resultados, apontou observância de 95% e 100%, respectivamente.

6. Considerações finais

Ao longo desta pesquisa buscou-se verificar a possível existência de relação entre o nível de maturidade em *lean* de cada um dos três empreendimentos investigados e suas respostas à série de perguntas acerca dos cuidados com movimentação e armazenagem que, em caso afirmativo, representariam um maior alinhamento ao padrão desejado para a empresa.

Diante dos resultados apresentados, pode-se observar a existência de estreita correlação entre a implantação dos fundamentos *lean* e o cumprimento dos princípios de movimentação e armazenagem mencionados anteriormente. A empresa 1, que se destaca pela implementação de práticas *lean* e pela promoção de auditorias a cada período de 2 meses, mostrou-se consideravelmente mais eficiente, se comparadas com as demais, não apenas em termos de redução de desperdícios de materiais, como também de *lead time* e de custos, além de melhoria das condições de trabalho dos operários.

Este estudo também revela que pequenas medidas de melhorias nestas atividades de suporte, descritas pelos 86 princípios, podem impactar de forma considerável a produtividade da empresa sem necessariamente representar grandes aumentos de custos do empreendimento.

Dessa forma, sugere-se, para estudos futuros, o aumento da granularidade dos parâmetros de movimentação e armazenagem analisados, podendo-se adaptá-lo segundo o nível de maturidade em *lean* de cada empresa. Ressalta-se, também, a necessidade de ampliar o escopo da pesquisa através do mapeamento de um maior número de empresas, com vistas a obter um panorama mais fidedigno da realidade local.

Referências

- ALPENBERG, J.; SCARBROUGH, D. P. Exploring communication practices in lean production. *Journal of Business Research*, v. 69, n. 11, p. 4959-4963, 2016.
- ALVES, T.C.L. Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudos de caso. 2000. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: an essential step in production control. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 124, n 1, p. 11-17, 1998.
- BOGADO, J.G.M. Aumento da Produtividade e Diminuição de Desperdícios na Construção Civil: um Estudo de

- Caso - Paraguai. 1998. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.
- DENNIS, P. Produção lean simplificada. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- KOSKELA, L. An exploration towards a production theory and its application to construction. Espoo 2000. Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408. 296 p.
- MELTON, T.. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. Chemical engineering research and design, v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005.
- MOTA, G.R.; et al. Princípios de movimentação e armazenagem na construção civil. IN: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, Juiz de Fora.
- NOGUEIRA, M.A.A. Implementação da gestão da produção Lean: estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.
- PINTO, J. P. Lean thinking. Comunidade *Lean Thinking*, p. 1-8, 2008.
- SAID, H.; EL-RAYES, K. *Optimizing material procurement and storage on construction sites. Journal of Construction Engineering and Management*, v. 137, n. 6, p. 421-431, 2010.
- SALES, A. L. F.; BARROS NETO, J. P.; ALMINO, I. A gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras focando a melhoria nos processos construtivos. IN: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. 2004.
- SANTOS, A. Método alternativo de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- SAURIN, T. A. Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obra de edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. *Recomendações Técnicas Habitaré*, v.3, Porto Alegre, 2006.
- SILVA, F. B. Conceitos e Diretrizes para Gestão da Logística no Processo de Produção de Edifícios. 2000. 223f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- SOIBELMAN, L. As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.
- SPEAR, S.; BOWEN, H. K. *Decoding the DNA of the Toyota production system*. Harvard business review, v. 77, p. 96-108, 1999.