

UTILIZAÇÃO DOS CONCEITOS DO LEAN CONSTRUCTION, COM O OBJETIVO DE REDUÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Felipe França Marino de Barros (Unicamp) felipefrancabarros@hotmail.com

Francisco Ignácio Giocondo César (Unicamp) giocondo.cesar@gmail.com

Resumo:

As empresas com o objetivo de melhorar seus requisitos de qualidade, vêm buscando implantar um sistema de gestão da qualidade baseado nos requisitos da ISO 9001, porém observa-se que ocorre uma diferença entre o que se é divulgado, esperado e planejado, com o que se realmente produz como resultado de produto final. Desta forma se evidencia a importância de estudos no setor de construção civil, buscando entender, esclarecer e alinhar objetivos e expectativas do setor, a fim de realmente obter melhorias efetivas, de forma que empresas com um sistema de gestão da qualidade implantado passem a ser referencial de excelência na qualidade de seus produtos, assim como na redução de desvios e desperdícios no processo. O presente trabalho tem como objetivo de estudar e analisar os números referentes ao índice de desperdício e volume de resíduos gerados na construção civil e a partir desses indicadores de desempenho do setor, buscar uma análise sobre como a filosofia Lean Construction pode contribuir para redução de desperdícios, com enfoque na redução de resíduos.

Palavras chave: Gestão da qualidade, Lean, resíduos, Lean construction, processos.

USE OF THE CONCEPTS OF LEAN CONSTRUCTION, WITH THE PURPOSE OF REDUCING WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION

Abstract

Companies with the objective of improving their quality requirements have been seeking to implement a quality management system based on the requirements of ISO 9001, but it is observed that there is a difference between what is disclosed, expected and planned, with which if it actually produces as a result of final product. In this way, it is evident the importance of studies in the civil construction sector, seeking to understand, clarify and align objectives and expectations of the sector, in order to actually achieve effective improvements, so that companies with a quality management system implemented become a reference of excellence in the quality of its products, as well as in the reduction of deviations and waste in the process. The present work has the objective of studying and analyzing the numbers referring to the waste index and volume of waste generated in the construction industry and from these performance indicators of the sector, to seek an analysis on how the Lean Construction philosophy can contribute to waste reduction, with a focus on waste reduction.

Key-words: Quality management, Lean, waste, Lean construction, processes.

1. Introdução

O segmento da Construção Civil possui uma série de características que o torna próprio, quando comparada aos demais setores industriais e as suas particularidades e à complexidade do processo produtivo. É caracterizada pela alta incidência de patologias (problemas de qualidade de material ou serviço), por elevados índices de desperdícios de diversas naturezas, pela baixa produtividade, pela reduzida mecanização e pelo uso intensivo de mão-de-obra desqualificada ou com baixa escolaridade. Um aspecto importante destacado por PICCHI (1993), são os fatores culturais arraigados nos profissionais e empresas de construção onde, na maioria das vezes, priorizam-se aspectos como prazos e custos em detrimento da questão da qualidade.

O setor da Construção Civil vem na última década, passando por uma grande transformação, saindo de um longo período de estado de apatia, com poucos investimentos, para um período com grandes obras em andamento e fortes investimentos no setor. A retomada de investimentos públicos, especialmente no setor imobiliário voltado a baixa renda, como exemplo do programa Minha casa Minha Vida (MCMV), foi um importante catalisador para as transformações e novas exigências do setor, que está diretamente relacionada a ações voltada a melhoria de qualidade e desempenho dos produtos, como consequência da necessidade de melhora da qualidade dos produtos, redução de custos e desperdício, para responder a esta demanda, foi criado o Plano Brasileiro de Qualidade e Produtividade – PBQP H, que disseminou os conceitos de gestão de qualidade na indústria da construção imobiliária.

O PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

Observando todos os benefícios conquistados através de um sistema de gestão da qualidade, diversos autores enumeram alguns fatores que dificultam o processo, segundo Sila e Ebrahimpour (2003), o comprometimento da alta administração ou alta gerência é o fator crítico mais citado em pesquisas internacionais. Ainda falando sobre o papel da alta direção, Tolovi Jr (2014) conclui que, a promoção da qualidade em uma empresa é um processo de envolvimento e comprometimento de pessoas, o papel dos gerentes é de suma relevância.

A baixa escolaridade dos funcionários da construção civil é também apontada como uma das dificuldades para a execução de obras e a introdução de medidas voltadas para a melhoria da qualidade no setor, conforme Neves (1995), além do comprometimento, é necessário que os funcionários tenham a qualificação para executar suas tarefas adequadamente. A importância do treinamento é demonstrada por Antony et al. (2002), ao concluir que treinamento e educação são os fatores críticos de sucesso mais importantes para a gestão da qualidade total.

Durante este trabalho serão demonstrados através de levantamento bibliográfico sobre Lean Construction, Desperdícios na construção Civil e Sistema de Gestão da Qualidade, através de estudos promovidos, assim como indicadores no setor da construção civil, tais como os elevados índices de desperdício de materiais e retrabalhos que o setor acumula. Por fim esse estudo tem como finalidade responder as seguintes questões: Quais as dificuldades de aderência do sistema de gestão da qualidade (SGQ) nas construtoras? A filosofia Lean Construction tem potencial para redução de desperdícios de materiais na construção Civil?

Neste artigo foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os indicadores do setor da construção civil, tais como os elevados índices de desperdício de materiais e retrabalhos que o setor acumula, por fim serão levantados os estudos sobre o desempenho na construção civil.

Espera-se constatar que apesar de as construtoras possuem em sua grande maioria um sistema de gestão da qualidade já implantado e consolidado, contudo o fato é que faltam evidências de que estas têm conseguido efetivamente melhorar seus processos e reduzir os problemas relacionados à qualidade do produto final, bem como seu desempenho ao longo do tempo, por fim espera-se concluir que tais problemas estão relacionados à falta de treinamentos e aderências das pessoas aos processos.

2- Números da construção civil

2.1- Indicadores de Resíduos na Construção Civil

Os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) são gerados nas atividades de construção, reforma ou demolição e constituídos por um conjunto de materiais, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, madeiras e compensados, argamassa, gesso, entre outros (CONAMA, 2002; ANGULO, 2005). Os RCD, pela resolução CONAMA 307, são classificados em quatro classes, a saber: Classe A (RCD recicláveis como os agregados); B (RCD recicláveis para outras destinações como plásticos, papel/papelão, metais, entre outros); C (RCD sem tecnologia disponível para reciclagem e aproveitamento como o gesso) e D (RCD perigosos como tintas, solventes, óleos, fibrocimentos com amianto, entre outros). Os RCD representam, em média, 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos (PINTO, 1999), tanto no Brasil como em outros países.

A metodologia de quantificação geralmente emprega índices de geração dos RCD por unidade de área, dependendo da origem (construção, reforma e demolição). Alguns estudos, visando estimar a geração de RCD a partir de construção, foram realizados no Brasil (PINTO, 1999; SOUZA et al., 2004; CARELI, 2008). Nesses estudos, foram obtidas gerações de RCD por unidade de área (em m²) de edificações verticais, variando entre 0,050 e 0,150 t/m². Tal variação depende do controle da produção implementado em cada canteiro de obra

2.1- Indicadores de Financeiros na Construção Civil

O setor da construção civil teve participação de 5,7% do Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2012, possuindo cerca de 7,8 milhões de ocupados, representando 8,4% de toda a população ocupada do Brasil (DIEESE, 2012). A área tem um papel fundamental na economia Brasileira, sendo um setor importante na participação no Produto Interno Bruto (PIB), visto que o crescimento ou retração no setor tem comportamento diretamente relacionado ao PIB do Brasil. Na tabela 1- PIB Brasil x PIB Construção Civil (Variação %)- 2014 a 2017 pode-se verificar tal relação.



Fonte: Adaptado IBGE- Contas Nacionais Trimestrais. Nova série 2010.

Tabela 1- PIB Brasil X PIB Construção Civil

Analisando a tabela 1, pode-se verificar que dos 14 anos consecutivos analisados (2004- 2017), a % de variação do PIB da construção civil este diretamente relacionado com a % de variação no PIB do Brasil em 9 períodos (anos) analisados, sendo que nos anos de 2004, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013 a influência do setor da construção civil foi positiva, sendo o PIB Brasileiro também positivo, já para os anos de 2015, 2016 a influência foi fortemente negativa, sendo o PIB Brasileiro negativo. Com essa análise prévia baseada na tabela 1, pode-se concluir que a capacidade produtiva do setor da construção civil e o alto índice de desperdícios do setor deve ser melhor estudado e melhor entendido, visto o impacto real que o setor tem na economia Brasileira. Na tabela 2 esta análise pode ser melhor visualizada.



Fonte: Adaptado IBGE- Contas Nacionais Trimestrais. Nova série 2010.

Tabela 2- PIB Brasil X PIB Construção Civil

3- Metodologia

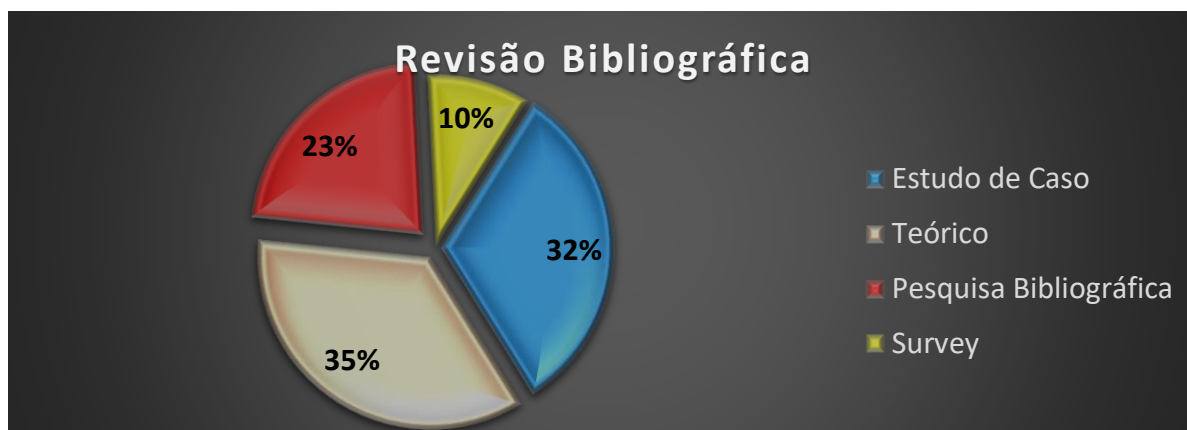
O presente estudo consiste em uma revisão de literatura, norteadas pela seguinte questão de pesquisa: Quais são os impactos da aplicação do lean construction na construção civil, seus benefícios e métodos eficientes relacionados a aspectos como o aumento da produtividade. O objetivo foi levantar todas as hipóteses publicadas em congressos e revistas nacionais e internacionais do ano de 2005 a 2018 em português, sobre o Lean Construction aplicado ao setor da construção civil.

O base de dados da Scielo foi utilizada como uma das fontes para a pesquisa realizada, resultando em 31 artigos selecionados através das palavras de busca “Lean Construction”, “Construção Enxuta” e “Gestão da Qualidade na construção Civil”, estudos que apresentavam vínculo com a construção civil.

3.1- Revisão da Literatura

Neste capítulo pretende-se abordar o levantamento de artigos propostos, buscando alcançar o objetivo deste trabalho. Através da realização da pesquisa nos veículos de busca (Scielo), a mesma obteve 31 artigos com aplicações à construção civil na língua portuguesa, com publicações feitas em congresso e revistas nacionais e internacionais, no período de 2005 a 2018.

O estudo de caso foi o método que mais se destacou entre os artigos estudados, tratando-se de 10 artigos (32%). O estudo teórico- conceitual também teve destaque com 35% dos artigos totais. A grande utilização do método teórico- conceitual pode sugerir a aplicação dos mecanismos propostos através de estudos de caso, adotando os conceitos dissertados no canteiro de obras. Diante da pesquisa realizada, as metodologias utilizadas foram discriminadas na Figura 3.



Fonte: Resultado da pesquisa na base de dados Scielo conforme metodologia descrita.

Tabela 3- Distribuição da revisão Bibliográfica por categoria de artigos

Após a verificação dos objetivos dos artigos estudados, pôde-se observar que Souza et al. (2005); Francelino et al. (2006); Heineck et al. (2006); Mota e Alves (2008); Costa et al. (2009); Azevedo, Barros Neto e Nunes (2010); Souza e Brandstetter (2010); Kurek et al. (2013) e Tonin e Schaefer (2013) que utilizaram o estudo de caso como metodologia, estudaram os impactos gerados nas empresas que utilizavam os conceitos e métodos propostos pelo Lean Construction e representaram 32% dos artigos da classe.

3.2- Aplicação das ferramentas Lean

Nos artigos de Pereira et al. (2015); Bulhões e Picchi (2011); Tonin e Schaefer (2013); Souza et al. (2005); Mota e Alves (2008); Souza e Brandstetter (2010); Milano e Fontanini (2012) evidenciam a importância da filosofia Lean e a utilização de ferramentas como o 5S, Kanban e Andon, as quais podem vir a serem de grande auxílio na aplicação da filosofia Lean.

A ferramenta Andon foi utilizada por alguns dos autores citados acima e ainda para Greenfield (2009), é considerada uma ferramenta essencial do conceito jidoka oriundo do STP, pois através de seu painel indicativo, informa a linha produtiva que o processo necessita ser parado por alguma irregularidade ou imperfeição, fazendo com que este sistema evite a fabricação de produtos defeituosos. A ferramenta mapeamento de fluxo de valor foi aplicada nos trabalhos de Saurin (2000); Sales et al. (2003) e Milano e Fontanini (2012), obtiveram resultados como, a diminuição no lead time e no tempo de espera por equipamento/material, a eliminação de transportes desnecessários e atividades que não agregam valor ao produto.

4-Lean Construction

Womack e Jones (2004) são os autores do termo Pensamento Enxuto (Lean Thinking), o qual é uma maneira de identificar valor, organizar na melhor sequência as atividades ou ações que agregam valor, realizar essas atividades sem interrupção quando forem solicitadas e executá-las da maneira eficiente. Resumidamente, o pensamento Lean é uma maneira de realizar mais com cada vez menos – menos ferramentas, menos recursos humanos, menos tempo e menos espaço físico – enfim, menos desperdícios, porém sempre com foco total na excelência dos produtos entregues, visando o atendimento dos requisitos e necessidades dos clientes.

Desde a década de 80 observa-se no Brasil uma tendência de aplicação e utilização de ferramentas da Gestão da Qualidade Total (Total Quality Management - TQM). Muitas empresas de construção voltaram-se para o desenvolvimento de sistemas de gestão da qualidade tanto para melhorar processos produtivos como também para obtenção da ISO 9000, principal certificação que agrega valor de mercado as empresas, visto que empresas certificadas são entendidas pelo mercado como aquelas que entregam produtos também de qualidade. Apesar dos benefícios trazidos, o TQM pode vir a atender de forma parcial às necessidades das empresas. Os conceitos, princípios e ferramentas desse método podem não contemplar, com a devida profundidade, a eficiência do sistema de produção, tais conclusões podem ser citadas visto os altos índices de desperdícios recorrentes no setor da construção civil.

Verificada a baixa eficiência e a necessidade de obter melhores resultados de gestão produtiva, o finlandês Koskela em 1992, realizou estudos que resultaram no surgimento do modelo para gestão da produção na construção civil chamado Lean Construction. Tal modelo de gestão é advindo do conceito da Produção Enxuta (Lean Production) (LORENZON; MARTINS, 2006).

4.1- Base Conceitual

Lean Production X Filosofia tradicional

O Lean Production e filosofia gerencial tradicional se diferenciam principalmente em seu conceito. O modelo conceitual dominante na construção civil define a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação), conforme ilustra a figura 1.



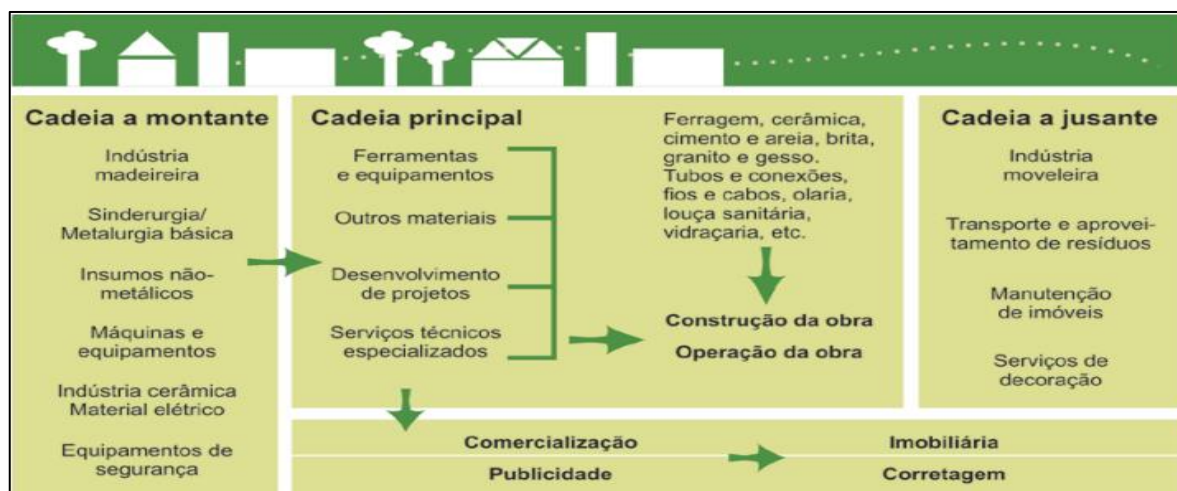
Fonte: SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/ Multivisão 2010.

Figura 1- Cadeia Produtiva da Construção Civil

Ciclo de vida na Construção

A abordagem da edificação integrada ou sustentável considera o ciclo de vida em todos os níveis, inclusive como objetivo do escopo, e precisa solucionar os impactos ambientais que a obra vai ocasionar, como movimento de terra, resíduos da construção, emissão de carbono, resíduos gerados pelos moradores e, assim, buscar a eficiência na utilização de todos os recursos. A abordagem da edificação integrada ou sustentável considera o ciclo de vida em todos os níveis, inclusive como objetivo do escopo, e precisa solucionar os impactos ambientais que a obra vai ocasionar, como movimento de terra, resíduos da construção, emissão de

carbono, resíduos gerados pelos moradores e, assim, buscar a eficiência na utilização de todos os recursos.



Fonte: SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/ Multivisão 2012.

Figura 2- Inventário de Ciclo de Vida

O modelo apresentado na figura 1 e desdobrado também na figura 3 apresenta, implicitamente, as seguintes características:

- O processo de transformação ao produto final pode ser dividido em subprocessos, que também são processos de transformação. Por exemplo, a execução da estrutura pode ser subdividida em execução de fôrmas, corte, dobra e montagem de armaduras e lançamento do concreto.
- A energia gasta para minimizar o custo total de um processo é focada no empenho em reduzir o custo de cada subprocesso separadamente.
- O valor do produto de um subprocesso é associado somente ao custo (ou valor) dos seus insumos.

O modelo apresentado é geralmente utilizado nos orçamentos convencionais, que por sua vez divide as etapas de execução em produtos intermediários (Por exemplo, estacas de fundação, blocos de fundação, pilares, vigas, paredes, caixilhos, portas, etc.). Na etapa de planejamento de obra também geralmente são consideradas (representadas) as atividades ou etapas de serviço de conversão. Portanto pode-se verificar que tanto no orçamento, assim como no planejamento e obra, são representados de forma explícita as atividades e sequenciamento de serviços que agregam valor ao produto, não levando em consideração as atividades que não agregam valor.

As principais deficiências do modelo de conversão são:

- Uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão-de-obra), não são explicitamente consideradas. (Essas atividades não agregam valor). Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos é originada nesses fluxos físicos. Por exemplo: estima-se que cerca de dois terços (67%) do tempo gasto pelos trabalhadores em canteiro não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, etc.
- O controle da produção e energia gasta para aplicação de melhorias tende a ser focada nos

subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo, Pode-se gastar uma excessiva energia desenvolvendo novas tecnologias, substituindo sistemas tradicionais, por sistemas mais industriais, como por exemplo a troca da alvenaria convencional por drywall, porém tais substituições podem não ser eficientes ou não obter a eficiência desejada se as etapas de conversão (que não agregam valor) não forem consideradas, verificadas e melhoradas, ou seja, os gargalos de produção permaneceram, havendo desperdício de mão-de-obra parada, tempo de deslocamento de materiais, falta de sequenciamento das atividades, etc.

c) A não consideração dos requisitos dos clientes (maior parte interessada) pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos inadequados.

4.2- Aplicabilidade do Lean Construction

No Lean Construction, um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria-prima até o produto final, sendo que pode ser dividido em atividades de logística, espera, execução(transformação) e inspeção. É importante ressaltar que as atividades de logística, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo por esta razão classificadas como atividades de fluxo. Nem toda a atividade de transformação agrega valor ao produto, pode-se exemplificar uma atividade de transformação que não agrega valor ao produto, como aquela que os requisitos e especificações do produto não são atendidas, sendo neste caso necessário retrabalho ou correção.

Na Construção Enxuta o conceito de valor também está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Assim, um processo só gera valor quando as atividades de transformação resultam em produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos.

4.3- Desperdícios de Materiais e geração de Resíduos

A indústria da construção é uma das que mais consome energia e água do planeta (USGBC, www.usgbc.org). Nos Estados Unidos, as edificações respondem por 48% do consumo total de energia e 73,1% do consumo de eletricidade, 30% das emissões de GEE e 30% das matérias-primas. No Brasil, com o desperdício de três obras, poderíamos construir uma outra (Agopyan, 2008). Temos um imenso passivo ambiental. Um dos grandes problemas ambientais decorrentes da geração de RCC's (Resíduos da Construção Civil) é, como bem explicita Dijkema et al. (2000), a saturação de espaços disponíveis nas cidades para descarte desses materiais, uma vez que eles correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos em cidades de médio e grande porte no Brasil. No país, estima-se que é gerado anualmente algo em torno de 68,5 x 106 toneladas de entulho. Um outro fator a se destacar é a extração desnecessária de recursos naturais que poderiam ser evitados com a reutilização e/ou reciclagem do entulho gerado. Além disso, o entulho é responsável por altos custos sócio-econômicos e ambientais nas cidades, em função das deposições irregulares. Por exemplo, na cidade de São Paulo, os gastos anuais saltaram de R\$45 milhões (2002) para R\$88,4 milhões (2011) para coleta-transporte- -deposição desses resíduos (ANGULO et al., 2002 e Agência Estado, 30/06/2011). Por outro lado, o setor da construção civil é um grande consumidor de recursos naturais não-renováveis. Os agregados naturais estão entre os minerais mais consumidos no Brasil (380,6 x 106 t/ano) e no mundo (RANGEL et al., 1997; WHITAKER, 2001).

4.3.1- Perdas em obras

As perdas em obras podem estar presentes em todas as etapas do processo, seja em Planejamento, Projeto, Materiais, Execução e Uso-manutenção. [(CUNHA (1987); PICCHI (1995); SOUZA et al. (1995); FREITAS (1995); OLIVEIRA et al. (1998); SOUZA et al.

(1998a), entre outros] e, conseqüentemente, podem ser abordadas de diversas formas, principalmente com relação ao tipo de recurso em questão e ao número de etapas envolvidas. Abaixo serão melhor detalhadas apenas as perdas que estejam diretamente relacionadas ao desperdício de materiais e geração de resíduos.

- Perdas por superprodução
- Perdas por transporte
- Perdas por processamento em si
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos
- Perdas no movimento
- Perdas por espera
- Perdas por estoque
- Perdas por substituição
- Perdas por produção
- Perdas diretas

A partir do entendimento das perdas que tem relação direta com desperdício de materiais, foram separados e melhor detalhados cada uma das perdas relacionadas:

Perdas por superprodução

As perdas por superprodução, segundo Ohno consistem no pior inimigo pois “elas ajudam a esconder outras perdas”. Para Shingo existem perdas por superprodução de naturezas distintas: superprodução no sentido de quantidade (superprodução quantitativa) e superprodução no sentido de produzir antecipadamente as necessidades dos estágios subsequentes da produção e do consumo (superprodução por antecipação). Na construção civil considera-se como exemplos de perdas por superprodução uma laje que foi executada com 15 cm quando o projeto previa 12 cm, a produção de argamassa em quantidades superiores para um determinado serviço, ou uma alvenaria estocada aguardando aplicação de chapisco. Porém, como dito acima, estas perdas podem ser confundidas como outras perdas como perdas por estoque de serviços em processamento ou estoques intermediários. Dentro da metodologia, são identificados serviços realizados em quantidades superiores as necessárias, sem se deter a medições detalhadas do produto, ambiente etc. No exemplo de um reboco executado com 2 cm, quando deveria ter 1cm.

Perdas por processamento em si

Originam-se na natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos, decorrentes da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento dos operários ou deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos. Para localizar estas perdas, basta responder à perguntas básicas, utilizando técnicas de Análise de Valor e Engenharia de Valor, do tipo: porque determinado item ou componente deve ser feito? qual sua função no produto? por que esta etapa do processo é necessária? Um exemplo seria a execução de contrapiso. São identificadas, através de observações no canteiro, as atividades do processo executadas inadequadamente. A perda é calculada sabendo-se o tempo aproximadamente gasto na execução do serviço, o número de operários e o custo horário da mão-de-obra.

Perdas por fabricação de produtos defeituosos

Ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados em projeto. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos e retrabalhos. A forma do pilar fora do prumo ou a marcação de esquadrias ou alvenarias fora da posição realmente especificada constituem exemplos de perdas por produtos defeituosos na construção civil.

Portanto, na metodologia atribui-se perda ao serviço realizado no dia, fruto de recuperações de serviços mal feitos. Tendo-se idéia do tempo de execução, quantidade do serviço executado e custo da mão-de-obra, calcula-se então o valor da perda.

Perdas por estoque

Reflete a existência de estoques elevados de matéria-prima, material em processo e produtos ou serviços acabados, com elevados custos financeiros, pela programação inadequada dos serviços, da compra de materiais, ou da falta de cuidados na armazenagem dos materiais. Este tipo de perda oculta a existência de outras perdas, além de investimento e espaço. Para exemplificar, a estocagem de areia feita a céu aberto, fora de caixas e sobre o próprio terreno pode acarretar a perda do material. Os materiais e serviços prontos normalmente são avaliados pela participação percentual no custo total da obra, participação esta, sempre regulada pela quantidade percentual do material ou serviço executado no dia, estipulando-se arbitrariamente 15 dias para o limite de tempo de estoque, a partir do qual será considerado perda, aplicando-se sobre o custo do material ou serviço a taxa de juros de 1% ao mês, pelo período em que esteja parado.

5- Considerações Finais e Conclusão

Visto que a Indústria da Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas por outro lado, comporta-se ainda como grande geradora de impactos ambientais. A cadeia produtiva da construção civil consome entre 20 e 50% dos recursos naturais de todo o planeta. As atividades de construção demandam uma notável quantidade de materiais inertes, tais como areia e cascalho, que usualmente são fornecidos por meio da extração de sedimentos aluviais. Com a urbanização acelerada, que resultou no rápido adensamento das cidades, e, por conseguinte, o crescimento das atividades do setor construtivo, além da larga exploração dos recursos naturais, a geração de resíduos da construção e demolição (RCD) alcançou índices alarmantes, produto do desperdício nas obras de construções, reformas e demolições. Esses resíduos representam aproximadamente, de 20 a 30% do fluxo de resíduos sólidos gerados pelas cidades dos países desenvolvidos, sendo que nos demais pode alcançar índices bem maiores. Segundo Pinto, nas cidades brasileiras o RCD representa de 41 a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos (RSU)

Como em todo processo industrial, o uso dos insumos da indústria da construção civil gera resíduos em grande escala, que necessitam ser gerenciados. O macro complexo da indústria da construção civil é responsável por 40% dos resíduos gerados na economia. Na União Europeia (UE), em torno de 850 milhões de toneladas de RCD são geradas anualmente. Isso representa um total de 31% dos resíduos gerados na UE, 60 milhões nos Estados Unidos e 12 milhões somente no Japão.(BRASILEIRO e MATOS, 2015). Esses resíduos representam aproximadamente, de 20 a 30% do fluxo de resíduos sólidos gerados pelas cidades dos países desenvolvidos, sendo que nos demais, pode alcançar índices bem maiores. (BRASILEIRO e MATOS, 2015)

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) representam entre 40 e 60% do total de resíduos gerados nos municípios brasileiros, a grande produção aliada diversidade de materiais tornam o processo de gestão municipal de RCC complexo e difícil de ser avaliado.

A construção civil no Brasil, como detalhado no presente artigo e verificado sua participação no PIB, ocupa um papel importante no cenário econômico brasileiro, tendo participação direta na variação do Produto Interno e abrangendo uma extensa cadeia produtiva de fornecedores, serviços de comercialização e manutenção (MELLO, 2007). Para manter esta importância, a

construção civil vem passando por grandes mudanças, que foram facilitadas por fatores tais como a retomada dos investimentos públicos, a criação de diversas leis que facilitam a retomada de imóveis em caso de inadimplência, a captação de recursos em bolsas e os esforços do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – PBQP H, que difundiu os conceitos de gestão de qualidade. O déficit habitacional brasileiro hoje se aproxima dos oito milhões de unidades, crescendo em decorrência de que a produção atual não atende sequer à demanda do crescimento da população (PLANHAB, 2008), tampouco às novas demandas decorrentes da melhoria de renda. A mudança do patamar de produção para o volume necessário a estas demandas exige um novo paradigma organizacional para o setor. A comparação com países que apresentam bons indicadores de produtividade pode colaborar para que esta barreira seja ultrapassada.

Visto o impacto da construção civil no PIB, os altos índices de desperdícios de materiais e geração conforme analisado durante este artigo, a implementação do Lean Construction pode ser a chave de sucesso para redução das perdas, de maneira mais específica abordada neste artigo, perdas de materiais. As práticas Lean Construction são mais difundidas em países desenvolvidos, fator que pode ser conclusivo para o entendimento que a filosofia Lean Construction pode estar diretamente relacionada a redução de perdas e geração de resíduos.

6- Referências Bibliográficas

ANGULO, S.C. *Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos*. 2005. 149p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica-Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

ANTONY, J., Banuelas, R. *Key ingredients for the effective implementation of six sigma program*. *Measuring Business Excellence* 6 (4), 20–27, 2002.

ANTONY, J., Escamilla, J.L., Caine, P. *Lean Sigma*. *Manufacturing Engineer* 82 (4), 40–42, 2003.

BRASILEIRO, L. L. & Matos, J. M. E. *Reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil*. *Cerâmica*. 61 (358), 178-189, 2015.

BULHÕES, I. R., and PICCHI, F. A. *“Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações” (Guidelines for implementing continuous flow in building projects)*. *Revista Ambiente Construído*, 11(4), 205–223, 2011.

CONAMA. *Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil*. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96

COSTA, G. S. et al. *Uma discussão sobre critérios competitivos da produção em empresas que implantaram a construção enxuta*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29., 2009, Salvador. Anais... Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. p. 1-14.

CUNHA A. *Tecnologias aplicadas à construção popular: 44 fatores de erros e desperdícios de recursos nas obras populares no Brasil*. In: JORNADAS DE ENGENHARIA DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, Rio de Janeiro, 1987.

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. *Estudo Setorial da Construção* 2012 (Estudos e Pesquisas, 65). 2012. Disponível em: . Acesso em: 05 jan. 2015.

FREITAS, E.N.G.O. *O desperdício na construção civil: caminhos para sua redução*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE 19 CONSTRUÍDO, 6., Rio de Janeiro, 1995. Anais. Rio de Janeiro, UFRJ, 1995. v1, p. 167-72.

GREENFIELD, R. A. B. *Desenvolvimento de um sistema Andon para sistemas de produção lean*. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

HEINECK, L.F.M. & MACHADO, R.L. *A geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo em obra.* II SIMBRAGEQ, Fortaleza, 2001.

KUREK, J. et al. *Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora.* Revista de Arquitetura da IMED, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p. 20-36, 2013.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. *Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction.* In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13., 2006, Bauru. Anais... São Carlos: UFSCAR, 2006. p. 1-10

MELLO, Luis Carlos B; AMORIM, Sergio Roberto L.; BANDEIRA, Renata Albergaria M. *Estudo sobre a construção civil no Brasil, Estados Unidos e União Europeia: Comparações e propostas para o setor no Brasil.* In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador/BA, 2009, Anais...São Paulo-SP, 2009, Prod. Vol.19 nº2

MILANO, C. S.; FONTANINI, P. S. P. *Sistemas construtivos e tecnologias (redução de perdas e desperdícios de materiais de construção) – lean and green projects.* In: Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2., Campinas. Anais... Campinas: PUC-Campinas, 2012. p. 1-6.

MOTA, B. P.; ALVES, T. C. L. *Implementação do pensamento enxuto através do projeto do sistema de produção: estudo de caso na Construção Civil.* In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., 2008, Rio de Janeiro. Anais... Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008. p. 1-9.

NEVES, C.M.M. *Alguns aspectos que interferem na implantação de melhorias e inovações tecnológicas na construção de edifícios.* In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Rio de Janeiro, 1995, **Anais...**, Rio de Janeiro: UFRJ/ANTAC, 1995, p.79-84.

PICCHI, Flavio Augusto. *Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção e edifícios.* 1993. Tese de Doutorado.

PINTO, T. P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.* São Paulo, 1999. Tese (doutorado) - ESCOLA POLITÉCNICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 189p.

REIS, Palmyra F.; MELHADO, Silvio B. *Implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de construção de edifícios.* In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis-SC, 1998. p. 619-626.

SAURIN, T. A. *Identificação de perdas no serviço de alvenaria em um canteiro de obras sob a ótica do sistema de produção enxuta.* In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 20., 2000, São Paulo. Anais... Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 1-8.

SOUZA, L. S.; BRANDSTETTER, M. C. G. O. *Avaliação de princípios da lean construction em construtoras goianas.* In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30., 2010, São Carlos. Anais... Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2010. p. 1-14.

SOUZA, Roberto de; MEKBKIAN, Geraldo. *Entraves comportamentais e de gestão na implantação de sistemas da qualidade em empresas construtoras.* In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, IV, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro-RJ, 1995. p.237-242.

SOUZA, U.E.L. et al. (a). *Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito.* Qualidade na Construção, v.2, n.13, p.10-5, 1998.

TONIN, L. A. P.; SHAEFER, C. O. *Diagnóstico e aplicação da lean construction em construtora.* In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33., 2013, Salvador. Anais... Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2013. p. 1-16.

RANGEL, A. S. et al. *A exploração de areia na RMSP.* In: *Padrão de concorrência e competitividade da indústria de materiais de construção.* São Paulo: Singular, 1997. p.89-102.

WOMACK, J. P., and JONES, D. T. *“Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.”* Simon & Schuster, New York, 2004.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., and Ross, D. (1992). *“The machine that changed the world.”* Rawson Associates Scribner, New York, 1992.