

# ANÁLISE DA INTERAÇÃO ENTRE A ADOÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION E OS ESTÁGIOS FINAIS DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO

Iuri A. de Vasconcelos<sup>(1)</sup>; Luiz Fernando Mählmann Heineck<sup>(2)</sup>

(1) UFC, e-mail: iuriav.ufc@gmail.com

(2) UFC, e-mail: Freitas8@terra.com.br

## **Resumo**

*Os conceitos da Construção Enxuta empregam a racionalização do processo construtivo e a agregação de valor ao cliente. O caos inerente ao Processo de Final de Obra é um dos paradigmas que exemplifica a necessidade de empregar essa filosofia no setor da construção. No mercado da Construção Civil é comum ouvir falar que o período próximo à entrega de um empreendimento é caracterizado pela quebra das ferramentas gerenciais. Normalmente, isso acarreta no atraso da obra e prejuízo à qualidade do produto final. Acredita-se que essa etapa da obra, quando a empresa não está inserida na filosofia gerencial da Construção Enxuta, é altamente marcada pelo descontrole da gestão e quebra do fluxo contínuo, repercutindo principalmente no atraso e na diminuição da qualidade do produto final, bem como o aumento da insatisfação do cliente. Portanto, objetiva-se com esse trabalho traçar um comparativo entre os princípios da Construção Enxuta e o Processo de Final de Obra. Para tanto, foi realizado um estudo de caso em uma obra residencial de 16.800 m<sup>2</sup> da cidade de Fortaleza – Ceará – Brasil. A construtora responsável se diz envolvida com inovação. Os dados foram coletados durante os 06 últimos meses de execução. Foi aplicado o modelo LCR (Rapid Lean Construction-Quality Rating Model) de Hofacker et al. (2008) para mensuração do grau de utilização das ferramentas enxutas na obra. Com esses dados, pode-se comparar a situação ocorrida no final da obra com o grau de envolvimento da empresa com a filosofia enxuta. Conclui-se que é inerente ao processo de final de obra uma diminuição na utilização das ferramentas gerenciais, mesmo com as vantagens agregadas com a inserção na filosofia enxuta. Portanto, esse tópico carece de uma análise mais detalhada para compreensão do problema e solução do mesmo a partir dos conceitos da Construção Enxuta.*

**Palavras-chave:** Final de Obra, Construção Enxuta, Interação.

## **Abstract**

*Lean construction principles emphasize indistinctively streamlining construction processes, being them part of the initial stages of construction or as suggested by JIT concentrated nearer to customers taking possession of the new building. Every new project offers an opportunity to start afresh with better management techniques and it might be taken that this earlier period, free from time pressures to hand over the building, is more receptive for the application of lean concepts, as compared to latter stages. At that time delays might accumulate, cash flow could be jeopardized and the strategic decision to leave greater proportion of work for the end of construction might decrease the effect of ongoing lean management techniques or require greater efforts in connection to them. This research work investigates the application of lean construction principles on a 16,800sqm construction site in Fortaleza, Brazilian northeast, investigating performance outcomes as related to management lean grading according to a questionnaire developed by Hofacker (2008). It concludes that work disruptions, rework and making ready activities near to the end of the construction period accumulates and lean grading decreases when it is possibly most needed to deliver customers the required quality.*

**Keywords:** Final Stages of Construction, Lean Construction, Interaction.

## 1. INTRODUÇÃO

Os projetos desenvolvidos atualmente estão exigindo maior qualidade de acabamento e prazos de execução cada vez menores. Segundo Ballard e Howell (2004), empresas que adotam processos gerenciais tradicionais não serão capazes de atender a essas demandas. Os mesmos autores ressaltam ainda que esse pensamento tradicional de gerenciamento está equivocado com relação à questão da independência das etapas do serviço, pois interpreta a rapidez dos processos sem levar em conta a qualidade do produto final e as necessidades dos clientes.

Johansen e Walter (2007) afirmam que os estudos realizados para instauração dos conceitos enxutos apontam para a obtenção de melhorias através do processo de aprendizagem, o que ainda é dificultado por parte das tradições e cultura das empresas, sendo necessária ainda uma mudança nos costumes do mercado.

Para Costa (2007) e Bernardes et al. (1998), a utilização de filosofias tradicionais de gestão está fortemente ligada com os problemas que surgem ao término da execução de uma obra, dados pelo aparecimento, ao longo da construção, de não conformidades e falta de transparência e organização do processo.

Segundo Vasconcelos (2010), o processo de final de obra tradicional apresenta características não condizentes com os requisitos de um processo enxuto, principalmente pela perda do controle das atividades, fluxos erráticos, retrabalhos e custos adicionais com os mesmos.

O fluxo não contínuo de execução dos serviços é prejudicial para uma obra independentemente das razões que geraram a descontinuidade (HEINECK, 1983). Há vezes em que a própria gerência da obra opta por quebrar o fluxo das atividades em decorrência de variáveis diversas, o que muito ocorre em empresas com filosofias gerenciais tradicionais.

Com a pressa em decorrência da proximidade do prazo final, surge uma perda de controle dos processos, propiciando a existência de fluxos erráticos durante a realização dos serviços (VASCONCELOS, 2010).

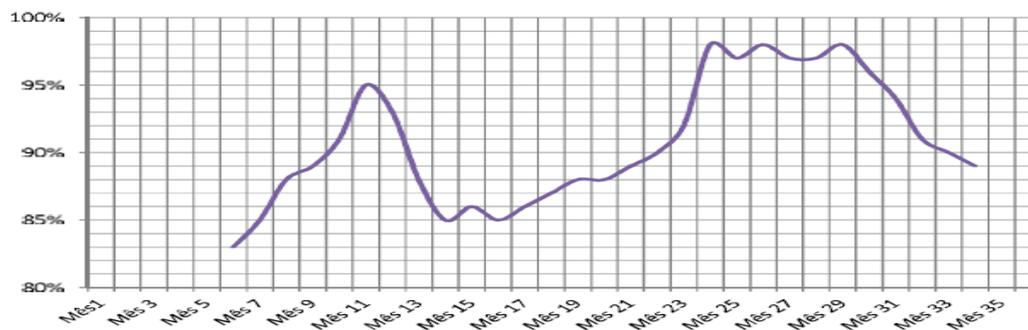
De acordo com o trabalho de Vasconcelos (2011), há uma baixa relevância dos custos adicionais com retrabalhos para o orçamento de uma obra. Entretanto, a qualidade do produto é prejudicada, tornando-se o fator crítico influenciado pelos problemas oriundos do processo de final de obra.

Fica exposto, portanto, a dicotomia entre Custo e Qualidade, em que muitas empresas não se preocupam em melhor administrar suas obras, pois no período de final de obra podem utilizar uma equipe para arrematar os defeitos a um custo relativamente baixo. Contudo, o processo intrínseco ao final de obra impõe por esses defeitos uma baixa qualidade do produto, o que reduz a credibilidade das empresas com seus clientes (VASCONCELOS, 2011).

Koskela (1992) apresentou a filosofia da Construção Enxuta e sua importância para a racionalização do processo construtivo e percepção do valor agregado pelo cliente. De maneira contrária às filosofias tradicionais de gerenciamento de obras, os princípios da Construção Enxuta possibilitam a transparência, redução de perdas e continuidade do processo construtivo, sendo ferramenta indispensável na adaptação do atual mercado competitivo do setor da construção (KOSKELA, 2004).

Segundo Valente (2011), o perfil enxuto de uma obra varia ao longo de toda a sua execução. Conforme a Figura 1, a evolução das características enxutas oscila até estabilizar por volta da metade da obra. Contudo, quando entra em período de final de obra, os processos gerenciais enxutos começam a ser desativados.

Figura 1 – Modelo de evolução Lean em um empreendimento



Fonte: (Adaptado de Valente, 2010)

Objetiva-se, portanto, com este artigo traçar um comparativo entre os princípios da Construção Enxuta e o Processo de Final de Obra, propiciando uma melhor compreensão sobre esse fenômeno e como as ferramentas da Construção Enxuta interferem no mesmo.

## 2. METODOLOGIA

Para realizar a comparação entre o Processo de Final de Obra e a Filosofia Enxuta foi realizado o procedimento descrito a seguir. O primeiro passo foi compreender o significado do Processo de Final de Obra através de um levantamento bibliográfico. A segunda fase da pesquisa foi a escolha de uma obra da cidade de Fortaleza (Ceará/Brazil) que estivesse em seu período de finalização (adotado como os últimos 06 meses de obra) e que a empresa responsável estivesse inserida no contexto da Filosofia Enxuta, para avaliar a obra quanto ao seu grau de envolvimento com a Filosofia Enxuta antes e durante o Processo de Final de Obra. Para tanto, foi utilizado o modelo LCR (Rapid Lean Construction-Quality Rating Model) desenvolvido por Hofacker et al. (2008).

No caso, o empreendimento escolhido para realizar o estudo apresenta projeto inspirado nos villages de Miami, caracterizados por prédios com ventilação e iluminação natural valorizada, além de serem estruturas de pequeno porte, com fachada de pavimentos não uniformes e área comum pensada para atender as necessidades de clientes variados. A obra é uma edificação multifamiliar, com 208 unidades divididas em 05 blocos de 07 pavimentos cada, totalizando uma área construída de 16.800 m<sup>2</sup>, com uma área comum coberta constituída por 10 ambientes, além de uma área comum descoberta composta por 05 ambientes (Figura 2).

Figura 2 – Visão geral do canteiro de obra do estudo de caso



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

O terceiro passo consistiu na coleta de dados da obra que fornecessem parâmetros para avaliar seu desempenho e possíveis problemas durante a construção (principalmente nos estágios finais). A quarta etapa do procedimento consistiu na análise e interpretação interativa dos dados gerados nas etapas anteriores. Finalmente, a interpretação dos resultados e proposição de melhorias nos processos visando a solução ou minimização dos problemas. Esse procedimento adotado nessa pesquisa pode ser visualizado na Figura 3 e replicado em outras pesquisas com o intuito de adquirir mais informações sobre esse processo.

Figura 3 – Procedimento para interpretação entre o processo de final de obra e a lean construction



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

### 3. MODELO LCR

O modelo LCR elaborado por Hofacker et al. (2008) é baseado nos 05 princípios do Pensamento Enxuto proposto por Womack, Jones e Roos (1990) e nos 11 princípios da Construção Enxuta lançados por Koskela (1992).

Consiste em um questionário de 30 questões (Figura 4) que mensura o envolvimento de uma empresa ou obra quanto à utilização das ferramentas enxutas. Para cada questão deve ser atribuído um valor de 0 a 6.

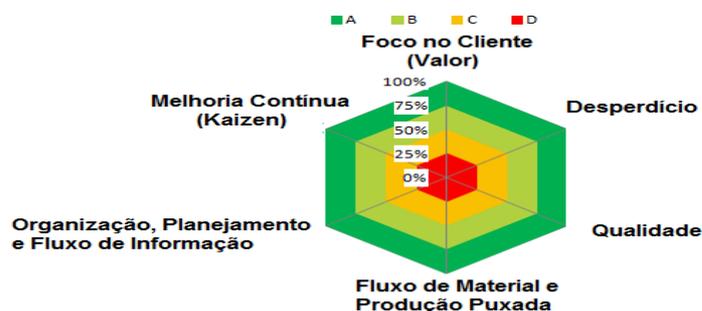
Figura 4 – Questionário de entrada do modelo de mensuração Lean

Categorias	Questões	Pontuação
- Foco no Cliente	1	0, 1, ... , 6.
- Desperdícios	2	
- Qualidade	...	
- Fluxo de Materiais	...	
- Organização, Planejamento e Fluxo de Informações		
- Melhoria Contínua	30	

Fonte: (Adaptado de Hofacker et al., 2008)

O modelo sugere a aplicação do questionário por 02 avaliadores, sendo a média de suas respostas o resultado final. Finalmente, para cada uma das 06 categorias tratadas no modelo, obtém-se o resultado percentual do grau de envolvimento com as ferramentas enxutas. Esses resultados são ilustrados conforme a Figura 5.

Figura 5 – Visualização direta do modelo de mensuração Lean



Fonte: (Adaptado de Hofacker et al., 2008)

O grau de envolvimento é obtido a partir da média das porcentagens das 06 categorias. Esse valor médio é comparado em uma escala de níveis conforme a Figura 6. Com isso, determina-se o grau de envolvimento com a Filosofia Enxuta (variando de D a AAA).

Figura 6 – Categorização e interpretação do modelo de mensuração Lean

Resultado	% Alcançada	Passos	Interpretação dos Níveis
LC aaa	95% to 100%	6	Esforce-se para a perfeição em melhorias da qualidade e aplicação da Construção Enxuta
LC aa	89% to 94%	6	
LC a	81% to 88%	8	
LC bbb	73% to 80%	8	Foco em alta qualidade e aprendizado da Construção Enxuta dentro do projeto principal
LC bb	64% to 72%	9	
LC b	55% to 63%	9	
LC ccc	46% to 54%	9	Consciência da qualidade, mas baixo/nenhum conhecimento sobre a Construção Enxuta
LC cc	37% to 45%	9	
LC c	28% to 36%	9	
LC ddd	19% to 27%	9	Baixa qualidade e baixo foco na melhoria contínua, muito desperdício
LC dd	10% to 18%	9	
LC d	0% to 9%	10	

Fonte: (Adaptado de Hofacker et al., 2008)

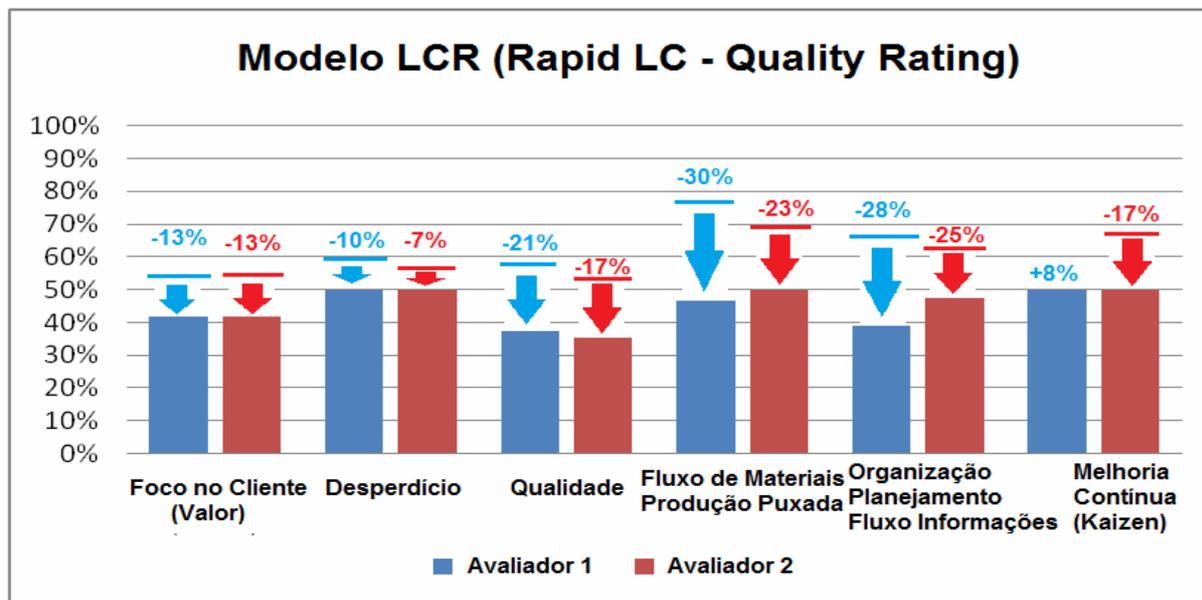
#### 4. RESULTADOS

Por meio da metodologia desenvolvida para auxiliar no processo de caracterização da etapa de final de obra (Figura 3), foi possível a obtenção e análise dos dados a seguir.

O resultado do modelo LCR aplicado antes do Processo de Final de Obra (60,25% - Grau B) aponta que a empresa estava interessada pela boa qualidade do produto e desenvolvimento do pensamento enxuto. Já o resultado do modelo LCR aplicado durante o Processo de Final de Obra (44,92% - Grau CC) aponta que a empresa estava medianamente interessada pela qualidade do produto e pouco envolvida com o pensamento enxuto.

A Figuras 7 ilustra a involução do uso dos conceitos enxutos antes e durante o Processo de Final de Obra apontada pelas respostas de ambos os avaliadores. Percebem-se a queda, em ordem decrescente de importância, dos critérios: Fluxo de Materiais, Organização, Qualidade, Foco no Cliente, Desperdício e Melhoria Contínua.

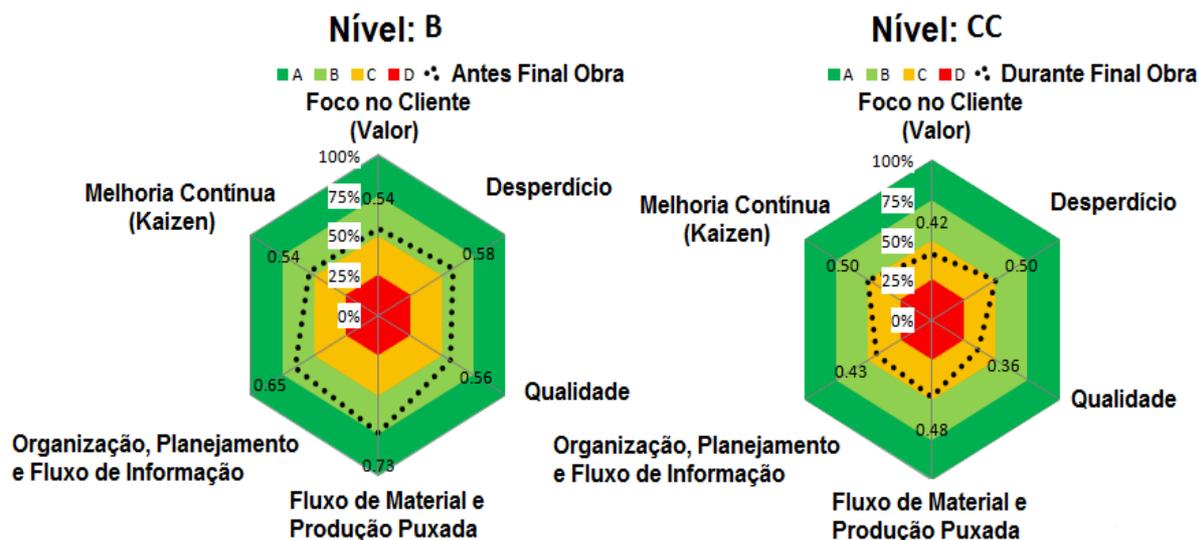
Figura 7 – Respostas dos avaliadores (antes e durante o final de obra)



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

Outra maneira de visualizar os resultados obtidos com o modelo LCR é através dos gráficos representados na Figuras 8. A interpretação da problemática ocorrida com a involução da inserção na Filosofia Enxuta por parte da obra fica mais evidente por meio dessa figura.

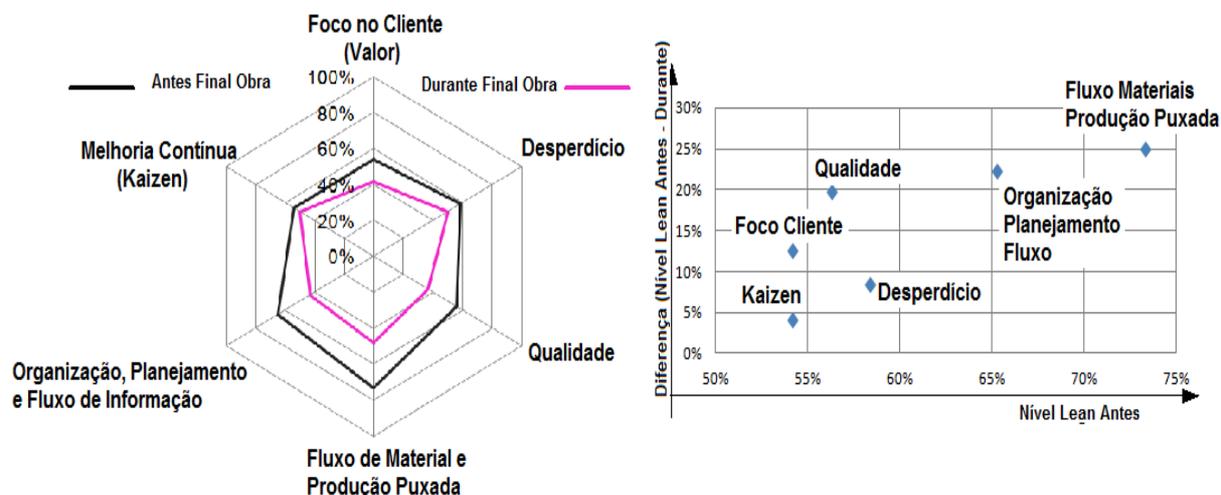
Figura 8 – Visualização direta do grau de envolvimento Lean



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

Na Figura 9, com a sobreposição dos gráficos das situações de antes e durante o Final de Obra, averigua-se a diminuição das médias das respostas dos avaliadores. É possível notar que há uma diminuição maior nos critérios: Fluxo de Materiais/Produção Puxada, Organização/Planejamento/Fluxo de Informações, Qualidade e Foco no Cliente, principalmente quando é feito a comparação entre os níveis antes e durante o final de obra.

Figura 9 – Comparação dos grau de envolvimento Lean



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

Mais uma vez, observa-se que o critério de Fluxo de Materiais/Produção Puxada obteve a maior desvalorização (25%), seguido pela quebra da Organização, Planejamento e Fluxo de Informações (22,22%). A Qualidade (19,79%) e o Foco no Cliente (12,50%) também apresentaram uma elevada diminuição. Com relação aos critérios de Desperdícios (8,33%) e Melhoria Contínua (4,17%), também houve involução, contudo não representativa em comparação com os demais aspectos.

Após a verificação do grau de envolvimento da gestão da obra com os Pensamentos Enxutos, realizou-se uma série de análises dos Custos Adicionais com Retrabalhos oriundos do Processo de Final de Obra. Também foram analisados todos os Checklists de Recebimento das Unidades (preenchidos pelos clientes), de modo a verificar quais os serviços que apresentaram pior nível de acabamento.

Os Custos Adicionais (em torno de R\$35.000,00) não se mostraram relativamente representativos perante o orçamento da obra (R\$5.000.000,00), perfazendo somente 0,7% do mesmo. Os serviços relacionados à esses custos são, em ordem decrescente: Pintura, Substrato, Gradis e Esquadrias.

Ao analisar os defeitos mais apontados pelos clientes, observou-se que os serviços abaixo foram os mais representativos.

- Pintura (29%): acabamentos de fachada e interna.
- Substrato (19%): serviços de vedação com alvenaria, contrapiso e rebocos.
- Gradis (18%): instalação de guarda-corpos metálicos.
- Esquadrias (10%): janelas e portas de varanda em alumínio.
- Outros (24%): demais serviços que compõe a unidade habitacional.

Portanto, apesar dos custos adicionais com retrabalhos não serem relativamente significativos diante do orçamento da obra, constata-se que os serviços aos quais esses custos estão relacionados são os que apresentam o maior nível de percepção por parte dos clientes quanto ao baixo acabamento.

Isso se transcreve na relação Custo x Benefício da lucratividade da obra em contrapartida com o grau de satisfação dos clientes e credibilidade da construtora.

Na Tabela 1 observa-se a relação entre os problemas identificados pelos clientes, os custos adicionais e o nível de envolvimento com a Construção Enxuta, antes e durante o processo de Final de Obra, indicando as relações direta ou inversamente proporcionais das mesmas.

Tabela 1 – Relação entre defeitos e custos adicionais antes e durante o final de obra

	Antes Final de Obra	Durante Final de Obra
<b>Porcentagem de Problemas</b>	19%	57%
<b>Porcentagem de Custos</b>	16%	58%
<b>Outros Problemas de Atividades</b>		24%
<b>Outros Custos com Atividades</b>		26%
<b>Níveis do LCR</b>	60,25%	44,92%

Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

O registro fotográfico obtido durante o Estudo de Caso possibilitou, também, observar esses defeitos apontados pelos clientes e caracterizados nos custos adicionais com retrabalho. Na Figura 10 a seguir, estão compiladas algumas das ilustrações dos problemas de acabamento visualizados no Processo de Final de Obra, destacando os serviços tratados anteriormente.

Figura 10 – Registro fotográfico dos problemas e defeitos



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho fornece evidências sobre o esforço desigual de aplicar os princípios da Lean Construction em canteiros de obra. Conclui-se que os custos diretos com reparo de defeitos acumulados até o final do período de construção não são significativos, mas a qualidade é uma questão importante. Os reparos e retrabalhos geraram uma aparência frágil nos detalhes arquitetônicos e possíveis prejuízos ao desempenho estético e funcional do projeto. Mais importante ainda, as operações de construção da fase final são identificadas pelos clientes a não satisfazer as suas necessidades de entrega, levando a mais trabalho de reparação e custos adicionais ou insatisfação. Tais problemas não eram de se esperar: a empresa sob investigação

beneficia-se da aprendizagem da construção enxuta e da implementação de uma rede de sucesso de empresas de construção no Estado do Ceará, conhecido como INOVACON.

Após a aplicação do modelo LCR, verificou-se que houve uma diminuição do grau de envolvimento da obra com as Ferramentas Enxutas. Enquanto a obra estava no período anterior ao processo de conclusão, classificava-se como grau B (60,25%), o que era entendido pelo modelo como interessada pela boa qualidade do produto e desenvolvimento do pensamento enxuto. Ao ingressar no Processo de Final de Obra, houve uma redução para grau CC (44,92%), passando a se enquadrar, conforme o modelo, em um interesse mediano pela qualidade do produto e pouco envolvimento com o pensamento enxuto.

A problemática da baixa qualidade do produto e consequente custo com retrabalhos foi verificada com o levantamento de custos adicionais e defeitos apontados pelos clientes.

A partir da análise inicial da interação entre o Processo de Final de Obra e os princípios da Construção Enxuta realizada neste artigo, sugere-se como trabalho futuro uma análise aprofundada das causas da diminuição do grau de envolvimento com a Filosofia Enxuta por parte da gerência da obra. Com isso, propor melhorias gerenciais, através dos conceitos da Construção Enxuta, para sanar essa problemática.

## REFERÊNCIAS

- Ballard, G.; Howell, G. A. **Competing construction management paradigms**. Lean Construction Journal, Volume 01, Issue 01, p. 38-45, 2004.
- Bernardes, C.; Arkie, A.; Falcão, C. M.; Knudsen, F.; Vanossi, G.; Bernardes, M.; Yaokiti, T. U. **Qualidade e o custo das não-conformidades em obras de construção civil**. São Paulo: Pini, 1998.
- Costa, A. C. F. **A comunicação no gerenciamento da execução de projetos enxutos da construção civil – uma perspectiva da linguagem ação**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Heineck, L. F. M. **On the Analysis of Activity Durations on Three House Building Sites**. Doctoral Thesis, The University of Leeds. 1983.
- Hofacker, A.; Oliveira, B. F.; Gehbauer, F.; Freitas, Maria do Carmo Duarte; Mendes Júnior, R.; Santos, A.; Kirsch, J. **Rapid lean construction-quality rating model (LCR)**. In: 16th International Group for Lean Construction Conference (IGLC16), 2008, Manchester. Anais do 16thIGLC. Manchester, UK : IGLC, 2008.
- Johansen, E.; Walter, L. **Lean Construction: prospects for the German construction industry**. Lean Construction Journal, Volume 03, Issue 01, 2007.
- Koskela, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University. 1992.
- Koskela, L. **Moving on beyond Lean Thinking**. Lean Construction Journal, Louisville, CO, Volume 1, Issue 1, p. 24-37, 2004.
- Valente, C. P. **Acompanhamento e Avaliação Lean em um Canteiro de Obras: Uma Proposta de Auditorias Lean**. 2011. 64 p. Monografia (Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará.
- Vasconcelos, I. A.; Heineck, L. F. M. **Análise do Processo de Final de Obra Através dos Conceitos de Construção Enxuta**. In: VII SIBRAGEC, Pará, 2011.
- Vasconcelos, I. A. **Análise do Processo de Final de Obra Através dos Conceitos de Construção Enxuta, Fluxos Erráticos, Descontinuidade e Sobreposição de Atividades**. 2010. 75 p. Monografia (Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível de ser realizado graças ao apoio fornecido pela CAPES e pelo Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil - DEECC da UFC.