

Monografia

"METODOLOGIA DE GESTÃO LEAN CONSTRUCTION – ADAPTAÇÕES E APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS EM UMA OBRA PREDIAL RESIDENCIAL"

Autor: André de Lima e Silva Soares Teixeira

Orientador: Prof. Cícero Murta Diniz Starling

Julho/2013

ANDRÉ DE LIMA E SILVA SOARES TEIXEIRA

**“METODOLOGIA DE GESTÃO LEAN CONSTRUCTION –
ADAPTAÇÕES E APLICAÇÕES DOS PRINCÍPIOS EM UMA OBRA
PREDIAL RESIDENCIAL”**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: “Gestão e Tecnologia na Construção Civil”

Orientador: Prof. Cícero Murta Diniz Starling

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2013

Dedico este trabalho a minha mãe e
ao meu pai, por terem sido a peça
fundamental para que eu tenha me
tornado a pessoa que sou hoje.
Ao meu irmão, minha cunhada,
minha esposa pelo carinho e apoio
em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e iluminando meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

A minha mãe Fátima, por todo amor e dedicação, apoiando-me e me fazendo acreditar que nada é impossível, pessoa que sigo como exemplo, mãe batalhadora, guerreira, meu eterno amor e agradecimento.

Ao meu irmão Bruno e minha cunhada Bruna, por toda atenção, ajuda e apoio ao longo desta etapa, meu eterno agradecimento.

À minha esposa Morgana, por toda a compreensão, apoio e incentivo.

À ArcelorMittal pela oportunidade única, à equipe da MASB pela confiança depositada e reconhecimento.

Ao meu orientador, professor Cícero Murta Diniz Starling, pelos ensinamentos e atenção que permitiram a concretização desta monografia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 <i>Sistemas de produção.....</i>	16
3.1.1 <i>Produção artesanal.....</i>	16
3.1.2 <i>Produção em massa</i>	18
3.1.3 <i>Taylorismo.....</i>	21
3.1.4 <i>Sistema Toyota de produção.....</i>	22
3.1.4.1 <i>Just-In-Time.....</i>	25
3.1.4.2 <i>Perdas no sistema toyota de produção.....</i>	27
3.1.4.2.1 <i>Perda por superprodução.....</i>	28
3.1.4.2.2 <i>Perda por tempo de espera.....</i>	28
3.1.4.2.3 <i>Perda por transportes desnecessários.....</i>	29
3.1.4.2.4 <i>Perda por processamento, resultante de procedimentos desnecessários na cadeia de valor.....</i>	30
3.1.4.2.5 <i>Perda por movimentos.....</i>	31
3.1.4.2.6 <i>Perda por estoque.....</i>	31
3.1.5 <i>Metodologia de gestão da produção Lean Construction.....</i>	32
3.1.5.1 <i>Princípios da Lean Construction.....</i>	35
3.1.5.1.1 <i>Reduzir as atividades que não agregam valor.....</i>	35

3.1.5.1.2 <i>Agregar valor ao produto considerando as necessidades dos clientes</i>	36
3.1.5.1.3 <i>Reduzir a variabilidade</i>	36
3.1.5.1.4 <i>Reduzir tempo de ciclo</i>	37
3.1.5.1.5 <i>Simplificar através da redução do número de passos e partes</i> ..	37
3.1.5.1.6 <i>Aumentar a flexibilidade do produto</i>	38
3.1.5.1.7 <i>Aumentar a transparência do processo</i>	38
3.1.5.1.8 <i>Focar o controle em todo o processo</i>	39
3.1.5.1.9 <i>Introduzir melhoria contínua ao processo</i>	39
3.1.5.1.10 <i>Balancear melhoria nos fluxos por meio de melhoria nas conversões</i>	40
3.1.5.1.11 <i>Benchmark</i>	40
4. METODOLOGIA DO TRABALHO	42
4.1. <i>Apresentação do estudo de caso</i>	42
4.2. <i>Etapas e procedimentos utilizados para o desenvolvimento do estudo</i>	42
4.2.1. <i>Coleta de dados</i>	42
4.2.2. <i>Definição do foco do estudo</i>	43
4.2.3. <i>Contextualização dos dados</i>	43
4.2.4. <i>Análise dos dados</i>	43
5. ESTUDO DE CASO	44

<i>5.1 Primeiro princípio da Lean Construction - Reduzir as atividades que não agregam valor.....</i>	<i>44</i>
<i>5.2 Segundo princípio da Lean Construction - Agregar valor ao produto considerando as necessidades dos clientes.....</i>	<i>46</i>
<i>5.3 Terceiro princípio da Lean Construction - Reduzir a variabilidade..</i>	<i>46</i>
<i>5.4 Quarto princípio da Lean Construction - Reduzir o tempo de ciclo..</i>	<i>48</i>
<i>5.5 Oitavo princípio da Lean Construction - Focar o controle em todo o processo.....</i>	<i>51</i>
<i>5.5.1 Etapas de elaboração do relatório de controle.....</i>	<i>51</i>
<i>5.5.1.1 Orçamento.....</i>	<i>51</i>
<i>5.5.1.2 Percentual previsto.....</i>	<i>52</i>
<i>5.5.1.3 Custo previsto.....</i>	<i>53</i>
<i>5.5.1.4 Evolução Física.....</i>	<i>54</i>
<i>5.5.1.5 Custo previsto realizado.....</i>	<i>56</i>
<i>5.5.1.6 Plano de contas.....</i>	<i>56</i>
<i>5.5.1.7 Relatório de despesas de obra – RDO.....</i>	<i>58</i>
<i>5.5.1.8 Estoque.....</i>	<i>59</i>
<i>5.5.1.9 Comprometimento.....</i>	<i>60</i>
<i>5.5.2.10 Custo real.....</i>	<i>61</i>
<i>5.5.2 Análises dos resultados.....</i>	<i>62</i>

<i>5.5.2.1 Análise física com base em custos.....</i>	<i>62</i>
<i>5.5.2.2 Análise econômica.....</i>	<i>64</i>
6. RESULTADOS OBTIDOS COM O ESTUDO DE CASO.....	67
7. CONCLUSÃO.....	74
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 5. 1: Alvenaria paginada executada.....	47
Figura 5. 2: Estoque de blocos canaletas com as caixas elétricas chumbadas.....	47
Figura 5. 3: Execução de revestimento em Pedra Filetada.....	48
Figura 5. 4: Aplicação de pedra filetada por placa pronta.....	49
Figura 5. 5: Grua Ascensional.....	50
Figura 5. 6: Plataforma para grua.....	50
Figura 6. 1: Gráfico de economia unitária de tijolos cerâmicos.....	68
Figura 6. 2: Economia no consumo (quantitativo) de tijolo cerâmico.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 5. 1: Ferramenta Desenho do Processo.....	45
Tabela 5. 2: Planilha de custo.....	52
Tabela 5. 3: Cronograma físico / financeiro.....	53
Tabela 5. 4: Custo Previsto.....	54
Tabela 5. 5: Planilha para evolução física – piso.....	55
Tabela 5. 6: Custo previsto realizado.....	56
Tabela 5. 7: Plano de contas.....	57
Tabela 5. 8: Custo – RDO.....	59
Tabela 5. 9: Estoque.....	60
Tabela 5. 10: Comprometimento.....	61
Tabela 5. 11: Custo real.....	62
Tabela 5. 12: Análise física.....	63
Tabela 5. 13: Análise física – alvenaria.....	63
Tabela 5. 14: Indicadores da análise física.....	64
Tabela 5. 15: Análise econômica.....	65
Tabela 5. 16: Análise econômica – alvenaria.....	65
Tabela 6. 1: Comparativo do custo de tijolos cerâmicos.....	67
Tabela 6. 2: Comparativo do custo de revestimentos.....	68
Tabela 6. 3: Consumo de tijolos cerâmicos previsto e real.....	70
Tabela 6. 4: Custos unitários das opções de revestimento em pedra filetada.....	71
Tabela 6. 5: Custo final das opções de revestimento em pedra filetada aplicada.....	72

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

FVS = Ficha de verificação de serviço

IEC = Índice econômico

IFEC = Índice físico econômico

JIT = Just in time

MO = Mão de obra

PES = Procedimento de execução de serviço

RDO = Relatório de despesa de obra

STP = Sistema Toyota de produção

RESUMO

O setor da construção civil está vivenciando um momento de vasto aquecimento, porém para que se otimizem os benefícios gerados pelo atual quadro deve-se reduzir os custos, a fim de aumentar os lucros e tornar o preço de aquisição do empreendimento mais competitivo. A minimização dos custos da obra se baseia no aumento da produtividade da mão de obra e principalmente na redução das perdas.

O objeto de estudo foi uma obra residencial, cuja implementação do sistema de gestão da qualidade e sistema Lean Construction ocorreram em conjunto com a mobilização do canteiro de obras.

Uma pesquisa sobre os princípios do Lean Construction foi realizada visando associá-los as medidas tomadas no canteiro de obras. O estudo avaliou os efeitos da adoção da nova filosofia de produção no empreendimento para alcançar a melhoria contínua nos processos construtivos. Após o levantamento dos dados, foi realizada a avaliação e discussão dos resultados obtidos no estudo de caso.

ABSTRACT

The construction industry is experiencing a time of vast heating, but for that optimize the benefits generated by the current framework should reduce costs in order to increase profits and make the purchase price of the enterprise more competitive. A minimization construction costs are based on increasing the productivity of labor and especially in reducing losses.

The object of study was a residential project, whose implementation of the system of quality management system and Lean Construction occurred in conjunction with the mobilization of the construction site.

A survey of the principles of Lean Construction was performed in order to associate them the measures taken at the construction site. The study evaluated the effects of adopting the new production philosophy in the venture to achieve continuous improvement in construction processes. After the data collection was performed the evaluation and discussion of the results obtained in the case study.

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil passa por um momento de aquecimento, porém para que se garantam os benefícios econômicos provenientes desse momento, deve-se combater um grande problema ligado à produção, o fato de a mão de obra disponível no mercado ser representada em sua maioria por operários desqualificados, gerando assim uma redução da produtividade e o aumento considerável das perdas, desencadeando em um aumento dos custos da obra.

Com o acirramento da concorrência, o setor que atualmente utiliza muitos processos artesanais, precisa se industrializar através da utilização de máquinas e o aperfeiçoamento dos processos, a fim de se reduzir os custos para que possa comercializar os empreendimentos com mais competitividade.

Diante deste cenário foi escolhido o estudo da metodologia de gestão Lean Construction. O sistema propõe novas técnicas construtivas que proporcionam a organização, planejamento e controle dos processos, gerando redução das perdas, aumento da produtividade e redução de custos.

A entrega das obras dentro do prazo contratual e do custo orçado se torna possível através da implantação de novas técnicas de gestão e de tecnologia da produção propostas pelo modelo de gestão.

2. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é avaliar a viabilidade de implantação do modelo de gestão da produção Lean Construction em uma obra, identificando quais as ferramentas do modelo que podem ser aplicadas na redução de prazos, perdas e dos custos da construção de edifícios residenciais. No estudo de caso, serão apresentados os princípios do sistema de gestão que foram aplicados em uma obra de grande porte e os benefícios gerados com a implantação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistemas de produção

3.1.1 Produção artesanal

Os primeiros objetos feitos pelos homens eram artesanais, tal forma de produção se caracterizava por possuir forte caráter familiar, no qual o produtor (artesão) possui os meios de produção (sendo o proprietário da oficina e das ferramentas) e trabalha com a família em sua própria casa, realizando todas as etapas que envolvem a produção, desde o preparo da matéria-prima, até o acabamento; não havendo divisão do trabalho ou especialização para a confecção de algum produto.

Com a Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII, a produção artesanal sofreu grandes modificações, passando a ser desenvolvida em ambientes industriais e composta por etapas mecanizadas. Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), as máquinas e ferramentas dos anos 1890 eram incapazes de cortar o aço com alta pureza, e os fornecedores normalmente não utilizavam um sistema de metrologia. Por esse motivo, era impossível a produção de dois carros idênticos, mesmo que fossem construídos de acordo com o mesmo projeto.

Ainda segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), Diante da evolução da produção artesanal e da alta e crescente demanda de serviços, os artesãos

começaram a contratar ajudantes que inicialmente eram responsáveis somente pelos trabalhos mais grosseiros e de menor responsabilidade. Ao longo do tempo, esses ajudantes adquiriam conhecimento e experiência tornando-se novos artesãos.

Dentre as desvantagens da produção artesanal destaca-se o alto custo de produção, restringindo o mercado consumidor, além de que, cada produto era, na verdade, um protótipo, o que coloca em risco sua confiabilidade e durabilidade. Tendo ainda como agravante para a produção artesanal a falta de desenvolvimento de novas tecnologias. Os artesãos individuais careciam dos recursos financeiros e de pessoal para gerar inovações, visto que os avanços tecnológicos genuínos necessitam de pesquisa sistemática e estudos de caso, e não apenas de tentativas isoladas.

Diante dos problemas enfrentados pelos meios de produção, juntamente com a difusão das ideias desenvolvidas por Henry Ford, ficou clara que o setor e industrial passaria por uma nova revolução atingindo assim um novo patamar. Segundo WOMACK, JONES (2002), Após a primeira guerra, a indústria artesanal evoluiu para a produção em massa, devido ao aumento da demanda de produtos por parte dos países que tiveram as suas indústrias destruídas pelo conflito, mas nem todas as empresas conseguiram se adaptar ao novo cenário. Mesmo não se adaptando algumas delas sobrevivem até hoje, voltadas para pequenos grupos, mais sofisticados, compostos de consumidores ávidos por uma imagem personalizada.

Contudo, se os produtores artesanais não se adaptarem adotando métodos da produção enxuta eles poderão se extinguir, pois, as companhias que dominam

a produção enxuta irão conquistar o seu espaço no mercado, por meio do desenvolvimento de metodologias para reduzir custos e superar a qualidade.

3.1.2 Produção em massa

Produção em Massa era caracterizada pela produção em larga escala e em série de produtos padronizados, gerando estoques intermediários ao longo de toda a linha de produção, objetivando-se atender a crescente demanda do mercado consumidor. Este paradigma se tornou o padrão dominante de produção e gestão em quase todos os países industrializados durante, praticamente, todo o século XX e foi muito eficaz enquanto o mercado consumidor foi constante e abundante e poucas empresas concorriam neste ambiente, sendo que as empresas podiam produzir à vontade, antecipando às vendas e formando estoques de produtos que, mais cedo ou mais tarde, seriam vendidos (BOYER e FREYSSENET, 2002 e CORRÊA, 2003).

O sistema de produção em massa, criado por Henry Ford, visava resolver um grande problema do modelo de produção artesanal, o grande tempo necessário para se produzir um determinado produto, visto que no modelo artesanal uma única máquina podia desempenhar várias tarefas, desde que fossem realizados muitos ajustes, o que demandava muito tempo do operador.

Como solução foi proposto por Ford um novo modelo de produção baseado em uma correia transportadora que levava o produto até o operador, reduzindo assim o esforço humano para a realização das tarefas, evitando os transtornos decorrentes da movimentação dos operadores no chão de fábrica,

já que com esse novo modelo o operador ficava em um determinado local desenvolvendo uma atividade específica e repentina, ou, seja estações de trabalho, e a matéria prima ou os produtos intermediários vinham até ele por meio de esteiras rolantes (BOYER e FREYSSENET, 2002 e CORRÊA, 2003).

Nesse contexto cada operador ficava responsável por uma determinada etapa do processo de produção dando origem ao conceito de linha de produção. Com as mudanças propostas por Ford, houve a redução dos custos de produção, aumento da qualidade dos produtos por meio da aplicação de metodologias de controle da qualidade, significativo aumento da produtividade, obtenção de produtos padronizados e a drástica redução do tempo demandado pela produção através da adoção do conceito de linhas de produção e de maquinário que realizava apenas uma tarefa de cada vez, evitando a necessidade de ajustes periódicos facilitando assim o trabalho do operador.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), ele atingiu seu objetivo padronizando vários itens mecânicos produzidos por ferramentas especializadas. Ao mesmo tempo, alterava anualmente a aparência externa dos carros e introduzia uma série de novos acessórios, para sustentar o interesse dos consumidores.

A produção em massa de Henry Ford orientou a indústria automobilística e tantas outras por mais de meio século e acabou sendo adotada em quase toda atividade industrial na Europa e América do Norte. O sucesso do modelo de produção em massa deveu-se ao complemento oferecido por Alfred Sloan,

que sanou os problemas organizacionais da fábrica. Ele criou divisões descentralizadas, periodicamente solicitava relatórios detalhados sobre as vendas, participação no mercado, bem como estoques, lucros, perdas e orçamentos de capital. Estes últimos eram revisados sempre que as divisões solicitassem fundos aos cofres centrais da corporação. Em síntese as inovações de Sloan representaram uma revolução no marketing e na gerência da indústria automobilística.

Ainda segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), Ford e Sloan foram os primeiros a aperfeiçoar o sistema completo, acoplando-lhe nova concepção do mercado e novo sistema de distribuição. Assim, a indústria automobilística veio a ser o símbolo global da produção em massa. Ao mesmo tempo, o crescimento rápido das vendas desses bem duráveis, aliados aos preços continuamente em queda, criavam centenas de empregos não qualificados nas linhas de montagem. O sistema completo alastrou-se rapidamente, nos anos 20, para outras indústrias norte-americanas, logo sendo adotado por praticamente todos os ramos industriais de grandes volumes. Além disso, a produção em massa foi experimentada, sem grande sucesso, em indústrias artesanais de produtos individualizados – em particular a construção civil.

Durante décadas o sistema de produção em massa só obteve sucesso, mas assim que esse modelo começou a migrar para fora dos Estados Unidos, passou a encontrar resistência.

3.1.3 Taylorismo

O taylorismo, metodologia criada por Frederick Taylor no início do século XX, teve como características a organização do chão de fábrica, racionalização da produção, a especialização dos trabalhadores e rigorosa divisão do trabalho entre aqueles que pensam e os que executam.

Nesse contexto Taylor acreditava que as tarefas deveriam ser feitas de modo mais inteligente e reduzindo-se ao máximo o esforço dos trabalhadores. Além disso, propunha melhores salários para os operários, com a concomitante diminuição dos custos unitários de produção, aplicando-se assim a sua máxima, “tempo é dinheiro”. Segundo CHIAVENATO (1993), enquanto "Taylor preocupava-se mais com a filosofia – com a essência do sistema – que exige uma revolução mental tanto de parte da direção como da parte dos operários a tendência de seus seguidores foi uma preocupação maior com o mecanismo e com as técnicas do que com a filosofia da Administração Científica."

Em seu *Principles of Scientific Management*, Taylor (1911) anuncia quatro princípios:

- substituir os métodos empíricos e improvisados (rule-of-thumb method) por métodos científicos e testados (planejamento);
- selecionar os trabalhadores para suas melhores aptidões e treiná-los para cada cargo (seleção ou preparo);
- supervisionar se o trabalho está sendo executado como foi estabelecido (controle);
- disciplinar o trabalho (execução).

O modelo da administração científica, apesar de suas inúmeras vantagens apresentou problemas. Dentre eles o fato de o modelo ignorar as necessidades dos trabalhadores, além do contexto social, gerando conflitos entre patrões e trabalhadores. Outra crítica ao modelo é a de que ele transformou o homem em uma máquina, uma vez que o operário passou a ser tratado como uma engrenagem do sistema produtivo, desencorajado a tomar iniciativas, já que os gestores não ouviam suas ideias.

3.1.4 Sistema Toyota de produção

A partir dos anos 80 o grande desenvolvimento industrial japonês surpreendeu o ocidente. Esta surpresa deu-se principalmente nos aspectos de gerenciamento da qualidade, emprego da automação e técnicas de marketing reverso, ou seja, partindo-se do foco do cliente, chega-se à organização, passando pelo desenvolvimento de novos produtos, novas aplicações para os produtos existentes, novas embalagens. Tal sucesso é devido ao novo modo de gestão de negócios, subsidiado por uma mudança de paradigma: o Sistema Toyota de Produção e um de seus pilares; o paradigma Just in Time (JIT).

Segundo GHINATO(2000), o Sistema Toyota de Produção (STP) consiste em uma filosofia de gerenciamento que procura otimizar a organização do meio de produção objetivando atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, prezando a boa qualidade e o mais baixo custo, concomitantemente ao aumento da segurança, envolvendo e integrando não só a manufatura, mas todas as partes da organização. A firma japonesa

lembrada por OHNO (1994, p. 144) “não é uma firma movida pela busca do lucro máximo, mas pela conciliação, a melhor possível, dos componentes que a constituem”.

O STP foi originalmente desenvolvido para a manufatura, mais especificamente na indústria automobilística. Apesar de originado na indústria, a aplicação dos fundamentos do STP se estende a outros tipos de negócios, principalmente na gestão de serviços, como por exemplo: distribuição de materiais, gestão de recursos de transporte, gestão ambiental e desenvolvimento de novos produtos.

Com o aumento da concorrência e o surgimento de um consumidor mais exigente, o preço passa a ser determinado pelo mercado. Sendo assim, a única forma de aumentar ou manter o lucro é através da redução dos custos e principalmente das perdas. No sistema Toyota de produção, a redução dos custos através da eliminação das perdas passa por uma análise detalhada da cadeia de valor, isto é, a sequência de processos pela qual passa o produto, desde o estágio de matéria-prima até ser transformado em produto acabado. O processo sistemático de identificação e eliminação das perdas passa ainda pela análise das operações, focando na identificação dos componentes do trabalho que não adicionam valor.

Mesmo após adotar o modo de produção em larga escala a Toyota ainda apresentava produção significativamente inferior à produção norte americana, após diversos estudos percebeu-se que este fato era devido à existência de perdas no sistema de produção japonês, sendo assim, foi proposta uma estruturação na indústria automobilística. A Toyota passou a ser reconhecida

mundialmente a partir da crise do petróleo em 1973, visto que a Toyota Motor Co. se destacava como uma das poucas empresas a escaparem praticamente ilesas dos efeitos da crise.

A essência do Sistema Toyota de Produção é a eliminação de toda e qualquer perda, é o que na Toyota se conhece como “princípio do não custo”. Este princípio baseia-se na crença de que a tradicional equação Custo. Segundo a lógica tradicional, o preço era imposto ao mercado como resultado de um dado custo de fabricação somado a uma margem de lucro pretendida. Desta forma, era permitido ao fornecedor transferir ao cliente os custos adicionais decorrentes da eventual ineficiência de seus processos de produção.

O Sistema Toyota de Produção tem sido ultimamente, denominado como “Sistema de Produção Enxuta”. Segundo BAUMHARDT (2002), a produção “enxuta” (do original em inglês, “lean”) é, na verdade, um termo cunhado no final dos anos 80, para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança. A produção mais eficiente no Sistema Toyota se deve ao fato de a máquina ter a capacidade de detectar qualquer anormalidade e parar imediatamente a produção, Tal detecção geralmente é feita pelos dispositivos poka-yoke, que são utilizados na detecção da causa-raíz dos defeitos, ou seja, os erros na execução da operação.

Segundo WOMACK, JONES e ROSS (1992), ela é enxuta por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa:

1. Metade do esforço dos operários da fabrica;

2. Metade do espaço para fabricação;
3. Metade do investimento em ferramentas;
4. Metade de horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo;
5. Menos da metade dos estoques no local de fabricação

3.1.4.1 Just-In-Time

A expressão "Just-In-Time" foi adotada pelos japoneses, mas não existem relatos de quando exatamente ela começou a ser utilizada. Fala-se do surgimento da expressão na indústria naval, sendo incorporada, posteriormente, pelas indústrias montadoras. Just-In-Time (JIT) significa que cada processo deve ser suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. O objetivo do JIT é identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção. De acordo com LIKER (2005), para que essa metodologia fosse viabilizada se faz necessária a adoção de três fatores intrinsecamente relacionados: fluxo contínuo, takt time e produção puxada.

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do lead time de produção. A implementação do mesmo na cadeia de produção requer a reorganização e rearranjo do layout fabril, convertendo os tradicionais layouts funcionais, nos quais as máquinas e recursos estão agrupados de acordo com seus processos, em células de manufatura compostas dos diversos processos necessários à fabricação de determinada gama de produtos. Sendo assim, existe um número de postos de trabalho, locados de

tal forma que as pessoas fiquem muito próximas e dispostos de tal sorte a permitir que os produtos possam ser fabricados integralmente dentro desta célula com um mínimo de movimentação de material.

Segundo LIKER (2005), as plantas da Toyota ou de qualquer um de seus fornecedores têm o plano de produção nivelado. Os melhores fornecedores da Toyota assumem um risco ao trabalharem com a suposição de que a demanda das peças que fabricam será equilibrada, não mantém estoques de produtos acabados e se expõe a qualquer variação de pedidos. Mas este risco não os preocupa, pois eles sabem que a Toyota, além de ter seu plano de produção nivelado, é um cliente totalmente confiável.

Ainda de acordo com LIKER (2005), O fluxo contínuo é conduzido pela a capacidade de implementar um fluxo unitário de produção, onde, no limite, os estoques entre processos sejam completamente eliminados. Desta forma garantindo a eliminação das perdas por estoque, perda de tempo e obtendo a redução do lead time de produção.

Na montadora Toyota, o balanceamento das operações está relacionado ao conceito do takt time, que vem a ser o tempo necessário para produzir um componente ou um produto completo, baseado na demanda do cliente. Na lógica da “produção puxada” pelo cliente, o fornecedor produzirá somente quando houver demanda de seu cliente. Segundo LIKER (2005), o conceito do “sistema de puxar” é inspirado nos supermercados americanos, onde os itens individuais são recolocados assim que cada um deles começa a acabar na prateleira.

O conceito de produção puxada confunde-se com a definição de Just-In-Time, que é produzir somente os determinados itens, na quantidade certa e no momento pré-definido. No Toyotismo, o ritmo da demanda do cliente final deve repercutir ao longo de toda a cadeia, desde o estoque de produtos até os fornecedores de matérias-primas.

A produção puxada na Toyota é viabilizada através do kanban, um sistema de sinalização entre cliente e fornecedor que informa ao processo-fornecedor exatamente o que, quanto e quando produzir. O sistema kanban tem como objetivo controlar e balancear a produção, eliminar perdas, permitir a reposição de estoques baseado na demanda e constituir-se num método simples de controlar visualmente os processos. Tal preocupação com os estoques se deve: Ao fato de os recursos financeiros serem escassos, a administração deve ser criativa para poder realizar muito com poucos recursos, ao fato de que o estoque em si é um investimento improdutivo, pois não agrega valor ao produto, não melhora a sua qualidade, nem faz com que os custos diminuam e também devido os estoques mascararem os problemas, visto que dada a sua existência, os problemas são contornados de maneira a não serem percebidos pela administração da empresa. Desta maneira, a concepção japonesa enxerga os estoques como sendo uma perda, um desperdício que deve ser eliminado.

3.1.4.2 Perdas no sistema toyota de produção

Segundo LIKER (2005), assim como em todo o sistema de produção, o toyotismo também apresentava perdas, sendo elas citadas e descritas abaixo.

3.1.4.2.1 Perda por superprodução

A perda por superprodução é considerada a mais prejudicial pelo sistema de produção. Existem dois tipos de perda por superprodução, Superprodução por quantidade que é a perda por produzir além do programado, gerando sobra de peças e produtos, e Superprodução por antecipação que é a perda por produzir antecipadamente, gerando estoque de peças e produtos aguardando o momento de serem consumidas ou utilizadas por etapas posteriores. Esta é a perda mais perseguida no Sistema Toyota de Produção.

3.1.4.2.2 Perda por tempo de espera

Está diretamente ligado ao desperdício anterior, uma vez que havendo lotes maiores haverá formação de filas para o processamento do material nas operações posteriores. Mas como os materiais são necessários em etapas do processo, ou em outros setores, que ficam aguardando o recebimento do material para poder iniciar a sua etapa, dará origem a um novo desperdício: o da espera.

O desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. O lote fica “estacionado” à espera de sinal verde para seguir em frente no fluxo de produção. Nesse contexto pode destacar três tipos de perda por espera: Perda por Espera no Processo (o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior), do Lote (se refere à espera que cada peça componente de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham

sido processadas) e do Operador (gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina, de forma a acompanhar/monitorar o processamento do início ao fim, ou devido ao desbalanceamento de operações).

3.1.4.2.3 Perda por transportes desnecessários

O transporte é considerado uma atividade que não agrega valor, portanto deve ser minimizado ao máximo chegando a até mesmo idealmente eliminá-lo, visto que em um meio de produção ele pode ser interpretado como uma tipologia de perda. A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos, pois estudos relatam que o transporte demanda 45% do tempo total gasto para a fabricação de um determinado produto.

Para que ocorra a redução da perda por transporte ou até mesmo a sua completa eliminação, estratégias como mudanças no layout das fabricas, são realizadas de forma a dispensar ou eliminar as movimentações de material. Não havendo mais nenhuma possibilidade de alteração do layout, passam a ser adotadas medidas que visam melhorar as operações de transporte, como por exemplo, a aplicação de esteiras rolantes, transportadores aéreos, braços mecânicos e pontes rolantes.

3.1.4.2.4 Perda por processamento, resultante de procedimentos desnecessários na cadeia de valor

Desperdício de processamento refere-se às perdas que ocorrem no próprio processo de produção, dando assim origem a questionamento sobre a real necessidade de se utilizar um dado produto ou até mesmo da real necessidade da existência de uma determinada etapa no processo. Esse estudo está diretamente relacionado com a metodologia chamada de análise de valor. A redução ou até mesmo a extinção das perdas oriundas do processamento, podem ser atingidas pela eliminação de etapas do processamento que não afetariam as características e funções básicas do produto/serviço.

Podem ainda ser identificadas como perda no próprio processamento, situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal, como por exemplo, a baixa velocidade de corte de um torno devido a problemas de ajuste de máquina ou manutenção, e também o número de figuras estampadas em uma chapa metálica menor do que o máximo possível por causa de um projeto que não visa o máximo aproveitamento de material.

Perda por produção de produtos com defeitos

Tal perda é consequência da geração de produtos que apresentem alguma de suas características de qualidade fora do padrão estabelecido pelo meio de produção. No Sistema Toyota de Produção, a eliminação das perdas por fabricação de produtos defeituosos depende da aplicação sistemática de métodos de controle na fonte, portando é necessário à realização de inspeções periódicas em todas as etapas de produção para que se identifique caso haja

defeito no produto final, qual a etapa está sendo a responsável por essa perda de qualidade.

3.1.4.2.5 Perda por movimentos

As perdas por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação, como por exemplo, abaixar para pegar uma ferramenta que poderia estar ao alcance das mãos em local padronizado. Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos. Estudos revelam que a redução dos movimentos pode reduzir os tempos de produção em 10 a 20%.

A racionalização dos movimentos nas operações pode ser alcançada por meio da mecanização de operações, ou seja, da implementação de máquinas no meio de produção. É importante salientar que a mecanização é recomendada somente após terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário e alterações nas rotinas das operações.

3.1.4.2.6 Perda por estoque

É a denominação dada à perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto final. Tais perdas se devem a incapacidade do sistema em produzir lotes menores, efetuar a troca rápida de máquinas e adequar o fluxo de produção, sendo assim, produzindo apenas o necessário para suprir a demanda do mercado.

Uma grande barreira ao combate às perdas por estoque é a “vantagem” que os estoques proporcionam de aliviar os problemas de sincronia entre os processos, fazendo assim com que a produção não pare devido a um problema em uma determinada célula de trabalho. O Sistema Toyota de Produção utiliza a estratégia de diminuição gradativa dos estoques intermediários objetivando identificar outros problemas no sistema de produção.

O Sistema Toyota de Produção é, incontestavelmente, o benchmark, ou seja, a busca das melhores práticas na indústria que tem por objetivo obter um desempenho superior, para as organizações industriais no mundo inteiro. Contudo, o Sistema Toyota de Produção não deve e nem pode ser simplesmente “copiado” por outras indústrias, visto que os conceitos devem ser adaptados a cada meio de produção. O processo de “enxugamento” de outros sistemas de produção deve ser conduzido a partir de um profundo e perfeito entendimento acerca dos conceitos, princípios fundamentais e componentes do Sistema Toyota de Produção.

3.1.5 Metodologia de gestão da produção Lean Construction

Na década de 90 os princípios do pensamento enxuto foram adaptados para proporcionar a redução dos desperdícios, redução dos prazos e conseqüentemente gerar um aumento da produtividade no setor da construção civil. O novo modelo de produção é chamado de Lean Construction (construção enxuta), o conceito tem origem no Sistema Toyota de Produção e visa a racionalização dos processos.

Segundo Koskela (1992), o modelo de processo da Construção Enxuta consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria-prima até o produto final, sendo o mesmo composto por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção são consideradas atividades de fluxo por não agregarem valor ao produto final. Vale salientar também que nem toda atividade de processamento agrega valor ao produto. Como exemplo tem-se o caso em que não existe um detalhamento para execução de um determinado serviço e o mesmo não é realizado conforme o desejado. Há então a necessidade de retrabalho, o que significa que a atividade de processamento foi efetuada sem agregar valor.

ISATTO (2000) destaca as principais deficiências deste modelo, identificado como modelo de conversão, que apresenta uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão, as quais não são consideradas de forma explícita. Diferentemente das atividades de conversão, estas não agregam valor. Ainda no modelo de conversão, o controle da produção tende a ser focado nos sub processos individuais e não no sistema de produção considerado como um todo.

De acordo com ISATTO (2000) caracteriza como processo na Construção Enxuta a geração de valor, que está diretamente ligada à satisfação do cliente, não sendo intrínseco à execução de um processo. Assim, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos. No caso de processos gerenciais, ao invés de materiais, ocorre o transporte, espera, processamento e inspeção de informações (fluxo de

informações). Há ainda um outro tipo de fluxo que deve ser devidamente controlado. É o chamado fluxo de trabalho, que diz respeito ao conjunto de operações realizadas por equipes ou máquinas no canteiro de obras.

A construção de edificações é um processo complexo, possui uma série de particularidades que, combinadas ao modelo de produção artesanal utilizado, apresentam uma série de ineficiências, resultando em altos índices de desperdícios que geram aumento dos custos e atrasos na entrega.

Com o objetivo de mudar essa situação, novos conceitos de gestão foram implantados para eliminar os desperdícios, que inicialmente só eram considerados como sendo a sobra de materiais e o volume de entulho produzido ao longo da obra. Porém percebeu-se que os desperdícios estavam presentes também ao longo do processo produtivo, em atividades que utilizam recursos, mas não agregam valor ao produto final esperado pelo cliente.

O processo de produção é formado pela a entrada de matéria prima, conversão, produção de vários subprocessos e a saída do produto final para o cliente. Desta forma o controle, implantação de melhorias e a redução de recursos do processo global são alcançados através da redução em cada subprocesso separadamente.

A Construção Enxuta pode ser entendida como uma forma de desenho de sistema de produção objetivado em gerar o máximo possível de valor (KOSKELA, 1992). Segundo o mesmo autor, enquanto os conceitos tradicionais do sistema de produção da construção apresentam um único objetivo final, a entrega do produto, a construção enxuta tem seus conceitos

voltados a três objetivos principais: a entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício.

Segundo PICCHI (2001), a melhoria contínua e competitiva das empresas através da eliminação de desperdícios e o constante atendimento aos requisitos dos clientes em variedade, qualidade, tempo e preço é um dos objetivos da mentalidade enxuta.

Desta forma, compreende-se que o fim desejado afeta diretamente os meios necessários para chegar-se até esse fim (LICHTIA, 2004, apud WIGINESCKI, 2009).

Foram desenvolvidos onze princípios da construção enxuta, com o intuito de abranger os pontos que devem ser lapidados, proporcionando o sucesso da implantação do sistema.

3.1.5.1 Princípios da Lean Construction

3.1.5.1.1 Reduzir as atividades que não agregam valor

As atividades que não agregam valor estão presentes na maioria dos processos, são as atividades que gastam tempo, geram custos e não contribuem na geração de valor do produto final esperado pelo cliente. As movimentações, espera e verificação dos produtos são atividades que devem ser reduzidas e se possível eliminadas, pois são consideradas desperdícios (não agregam valor) dentro do processo produtivo.

A análise das atividades é essencial, pois algumas delas apesar de não agregar valor ao produto final diretamente, contribuem para a eficiência dos processos, como é o caso da segurança do trabalho e do planejamento.

De acordo com KOSKELA [1992], as atividades podem ser definidas como:

- Atividades que agregam valor ou atividades de transformação ou conversão de material;
- Atividades que não agregam valor, ou seja, desperdício;
- Atividades que despendem de tempo, espaço e recursos, mas que não agregam valor ao produto.

3.1.5.1.2 Agregar valor ao produto considerando as necessidades dos clientes

Ao longo do processo de produção, existem o cliente final e o cliente que executa a atividade posterior na cadeia produtiva, através do mapeamento do fluxo, o cliente pode ser identificado em cada fase do processo, permitindo a avaliação e o atendimento de suas necessidades.

Segundo KOSKELA (1992), o valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente.

3.1.5.1.3 Reduzir a variabilidade

Ao longo do processo produtivo são encontradas diversas variabilidades, como do tempo de processamento, de dimensões dos materiais a serem

aplicados e do fluxo (chegada de tarefas no canteiro de obras). Um processo que possui um grande volume de variabilidades, conseqüentemente tem mais atividades que não agregam valor, aumentando a quantidade de defeitos nos produtos. A redução da variabilidade pode ser conseguida através da padronização dos processos.

Conforme KAIZEN (1986), é impossível melhorar qualquer processo antes que ele seja padronizado. Não se pode garantir a qualidade sem procedimentos padrão para assegurar a coerência dos processos.

Outra forma de se reduzir a quantidade de erros no produto final é a utilização de equipamentos ao longo do processo produtivo, diminuindo a possibilidade de erro humano.

3.1.5.1.4 Reduzir tempo de ciclo

O tempo de ciclo é calculado pela soma dos tempos gastos ao longo de todo o processo produtivo. É a soma do tempo de processamento, de inspeção, de espera e de movimentação.

A redução do tempo de ciclo gera um aumento da produtividade, elimina o desperdício, permite a antecipação da entrega do produto ao cliente e auxilia na gestão dos processos.

3.1.5.1.5 Simplificar através da redução do número de passos e partes

O processo pode ser simplificado através da redução do número de componentes dos produtos, redução do número de passos ou etapas,

eliminando as atividades que não agregam valor e reconfigurando os passos ou etapas do processo que agregam valor. A utilização de elementos industrializados e o planejamento eficaz também contribuem para a simplificação.

Os processos simplificados são mais confiáveis, além de gerar menos custos. Quanto maior o número de passos ou partes em um processo, maior é a tendência de possuir atividades que não agregam valor (ISATTO, 2000). Esta simplificação pode ser atingida a partir da utilização de elementos pré-fabricados, uso de uma equipe multiespecializada e principalmente com um planejamento eficaz dos métodos de produção.

3.1.5.1.6 Aumentar a flexibilidade do produto

O aumento da flexibilidade é obtido através da redução do tamanho dos lotes, na possibilidade de customizar o produto o mais tarde possível, na implantação de processos construtivos que permitem a flexibilidade de alteração do produto sem gerar grande aumento de custos. Outra medida é treinar a mão de obra para executar diferentes tarefas, viabilizando as adaptações.

3.1.5.1.7 Aumentar a transparência do processo

A adoção da transparência facilita o controle da produção, permitindo a identificação dos problemas ao longo do processo, reduzindo a ocorrência de possíveis erros e facilitando o trabalho. Isso pode ser conseguido pela

disponibilização das informações necessárias para a execução das atividades próximo ao setor de trabalho. Com a identificação dos problemas é possível desenvolver melhorias.

Para ISATTO (2000) é possível aumentar a transparência do processo implantando um sistema de comunicação com o uso de dispositivos visuais (avisos e sinalização), divulgando os indicadores de desempenho, removendo obstáculos visuais (divisórias e tapumes) e mantendo o canteiro de obras limpo.

3.1.5.1.8 Focar o controle em todo o processo

Para focar no controle, todos os processos devem ser medidos e deve ser instituído um responsável pelo controle. O controle dos sub processos permite que o processo principal não seja prejudicado, através da identificação e correção dos desvios encontrados.

3.1.5.1.9 Introduzir melhoria contínua ao processo

Realizar a melhoria em etapas e de forma contínua é a alternativa mais promissora para o sucesso do uso dos conceitos enxutos (KOSKELA, 2000). Os benefícios gerados através da melhoria contínua proporcionam vantagens competitivas com relação às outras empresas do ramo.

A melhoria contínua pressupõe mudanças como hábito da organização e grandes mudanças com maior planejamento. Cabe salientar que quando a empresa evolui dentro de um processo de melhoria contínua, os ganhos

associados às mudanças de origem tecnológicas, sejam gerencias ou operacionais, são mais rápidos e mais facilmente incorporados ao processo (MORAES et al., 2003).

O cumprimento dos outros princípios, o envolvimento dos colaboradores desenvolvendo trabalho em equipe, o estabelecimento de metas, a busca constante por melhores caminhos, são ferramentas para implantar a melhoria contínua.

3.1.5.1.10 Balancear melhoria nos fluxos por meio de melhoria nas conversões:

De acordo com KOSKELA (2000) as melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas da seguinte forma:

- Fluxos melhorados requerem menos capacidade de conversão.
- Fluxos mais controlados facilitam a implantação de novas tecnologias na conversão.
- Novas tecnologias de conversão podem minimizar a variabilidade, beneficiando os fluxos.
- As melhorias de fluxo devem ser tratadas antes da busca de melhorias de conversão.

3.1.5.1.11 Benchmark

Por meio de uma pesquisa, é realizada uma comparação da performance atual com os processos, produtos, e práticas empresariais entre os concorrentes. A partir do conhecimento obtido, é realizada uma seleção das melhores práticas, para posterior adaptação e implantação, gerando melhoria nos processos.

Benchmarking é um processo de aprendizado a partir de referências de outras empresas consideradas “líderes” em determinados aspectos ou seguimentos (ISATTO, 2000).

4. METODOLOGIA DO TRABALHO

4.1. Apresentação do estudo de caso

Para o desenvolvimento do estudo foi selecionada uma obra de uma construtora que atua em vários estados do Brasil, com empreendimentos residenciais, comerciais e de loteamentos. O objeto de estudo é uma obra de várias torres residenciais que quando concluída será composta de mais de seiscentos apartamentos de dois a quatro quartos.

Esta obra foi escolhida por ter iniciado o processo de implantação do sistema de gestão da qualidade e as ferramentas do sistema Lean Construction em conjunto com a mobilização do canteiro.

4.2. Etapas e procedimentos utilizados para o desenvolvimento do estudo

4.2.1. Coleta de dados

Inicialmente foi realizado um levantamento dos principais dados disponíveis relacionados a cada etapa da obra. Os procedimentos de execução dos serviços foram selecionados, o processo de controle de custos foi levantado, atas de reunião e estudos elaborados pela engenharia da obra foram resgatados.

4.2.2. Definição do foco do estudo

Com base nas informações disponíveis, foi definido que o foco do estudo seria o processo de controle de custos, que é um dos princípios da Lean Construction que está diretamente relacionado com a redução dos custos da obra. O setor de controle sempre obteve destaque dentro da obra, não só pela importância, mas também pela grande confiabilidade de dados fornecidos.

4.2.3. Contextualização dos dados

Todos os dados apurados foram separados visando à vinculação aos princípios propostos pelo sistema de gestão da produção Lean Construction. Imagens e tabelas foram inseridas, ilustrando o estudo.

4.2.4. Análise dos dados

Ao final da apresentação dos dados, foi realizada uma análise das informações, fechando o estudo.

5. ESTUDO DE CASO

Ao longo da obra, os princípios do sistema Lean Construction foram analisados, buscando a sua adaptação e aplicação, gerando melhorias no processo e a redução dos prazos e custos. Nesse contexto as próximas etapas do presente trabalho irão associar os princípios do Lean Construction com as experiências vivenciadas na administração e no canteiro de obras do empreendimento, como será listado abaixo.

O estudo foi desenvolvido com base nos procedimentos que foram criados ao longo da obra, visando à redução de custos, prazo e aumento da produtividade.

Abaixo serão associados os princípios do Lean Construction aos procedimentos adotados na obra.

5.1 Primeiro princípio da Lean Construction - Reduzir as atividades que não agregam valor

Visando a redução as atividades que não agregam valor, foram adotadas as seguintes medidas:

- Análise do layout do canteiro

Por se tratar de uma obra entregue em várias fases, foi realizado um estudo para definir o local das instalações do canteiro. Os setores de engenharia, administração, segurança do trabalho e enfermaria que eram necessários em

todas as fases foram implantados de forma que não seria necessária alteração de local físico ao longo da entrega de cada fase. Cada par de torres possuía um almoxarifado, sala do mestre de obras e uma área de vivencia, formando uma obra independente das outras fases.

- Utilização da ferramenta desenho do processo

Complementando o PES (procedimento de execução de serviço) e a FVS (ficha de verificação do serviço) foi desenvolvida a ferramenta desenho do processo, conforme a figura abaixo. A ferramenta (Tabela 5.1) está ligada ao planejamento da atividade, reúne informações importantes para o bom andamento do serviço, possibilitando a movimentação correta de materiais evitando assim sobras e perdas.

Tabela 5.1: Ferramenta Desenho do Processo.

Desenho do Processo				
Serviço: Execução de Alvenaria				
Informações básicas		Material necessário		Quant./ Pav.
Quantidade por pavimento		Argamassa múltiplo uso		
PES nº		Tijolo Cerâmico de dimensão:		
FVS nº		Tijolo Cerâmico de dimensão:		
Metodologia de execução		Tijolo Cerâmico de dimensão:		
O serviço será iniciado na cozinha do final 01 em direção ao final 02		Tijolo Cerâmico de dimensão:		
		Tijolo Cerâmico de dimensão:		
Equipe necessária		Tijolo Cerâmico de dimensão:		
Número de Oficiais		Bloco Canaleta de dimensão:		
Número de Ajudantes		Bloco Canaleta de dimensão:		

Fonte: O autor, 2012.

5.2 Segundo princípio da Lean Construction - Agregar valor ao produto considerando as necessidades dos clientes

Objetivando agregar valor ao produto foi adotado o seguinte procedimento: Os serviços são conferidos e liberados através do preenchimento da FVS (ficha de verificação de serviços), caso constatada alguma pendência, o empreiteiro tem um prazo para corrigir e entregar o pavimento limpo, além de ficar impedido de iniciar o serviço em outro pavimento. Desta forma o próximo serviço (novo cliente interno) pode ser iniciado tendo a garantia que as etapas anteriores foram concluídas corretamente.

5.3 Terceiro princípio da Lean Construction - Reduzir a variabilidade

Para se reduzir a variabilidade optou-se pela utilização de projeto de alvenaria paginada, visando à padronização, agilidade e redução de perdas no processo de execução. As instalações elétricas são implantadas em blocos canaletas (Figura 5.1), as mangueiras são inseridas dentro dos blocos ao longo da execução da alvenaria eliminando cortes e as caixas elétricas são chumbadas nos blocos antes da execução da alvenaria. O projeto é desenvolvido através da análise das dimensões de cada parede, buscando o aproveitamento máximo dos tijolos cerâmicos, minimizando bruscamente as perdas. Para a realização do sistema foi necessário montar uma central para corte de tijolos e assentamento de caixas elétricas nos blocos canaletas (Figura 5. 2).



Figura 5.1: Alvenaria paginada executada.

Fonte: O autor, 2012.



Figura 5.2: Estoque de blocos canaletas com as caixas elétricas chumbadas.

Fonte: O autor, 2012.

5.4 Quarto princípio da Lean Construction - Reduzir o tempo de ciclo

Com o intuito de reduzir o tempo de ciclo foram adotadas duas medidas:

- análise crítica dos projetos: Após o recebimento dos projetos de detalhamento foram realizadas análises do revestimento propostos com o intuito de verificar a viabilidade técnica e o prazo disponível para a execução do serviço. Após a análise de um dos projetos foi realizada a substituição do revestimento em pedra filetada (Figura 5.3) por placa pronta (Figura 5.4).



Figura 5.3: Execução de revestimento em Pedra Filetada

Fonte: O autor, 2013.



Figura 5.4: Aplicação de pedra filetada por placa pronta.

Fonte: O autor, 2011.

- Utilização de grua: Ao longo da execução da estrutura e alvenaria, foi locada uma grua ascensional (Figura 5.5) visando à redução do prazo de execução dos serviços. O equipamento foi utilizado para transporte de aço, formas de madeira, concreto para pilares e tijolos cerâmicos. Desta forma os pilares e vigas eram transportados montados, possibilitando a montagem contínua no terreno. Com o auxílio de um funil, o concreto dos pilares era transportado do caminhão betoneira até cada peça que seria concretada. O processo de montagem das formas ficou mais simples através do transporte do material do pavimento inferior para o superior, distribuindo o material próximo ao local de aplicação. Os pallets de tijolos cerâmico e argamassa foram transportados com o auxílio de plataforma para recebimento (Figura 5.6), instalada em cada pavimento que o serviço de alvenaria seria realizado.



Figura 5. 5: Grua Ascensional

Fonte: O autor, 2013.

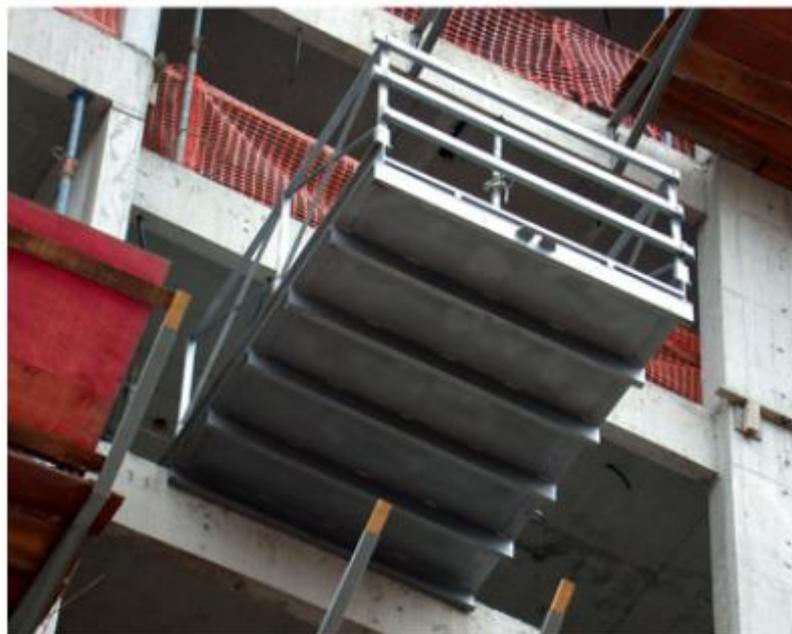


Figura 5. 6: Plataforma para grua

Fonte: O autor, 2013.

5.5 Oitavo princípio da Lean Construction - Focar o controle em todo o processo

O controle minucioso de prazos e custos proporciona através de suas análises, a tomada de ações objetivando correções de possíveis desvios ao longo da execução do empreendimento.

O sistema inicialmente utilizado para o controle das atividades da obra era bastante genérico, pois quando um indicador estava alterado não se conseguia identificar a causa. Tomando como exemplo a classe de custos MO – mão de obra, existem inúmeros serviços dentro desta classe. Caso um deles tenha sido contratado fora do orçamento, ele já irá afetar o resultado da classe.

Será apresentada a metodologia de desenvolvimento do relatório de controle, incluindo as etapas necessárias para gerar os resultados e suas respectivas análises.

5.5.1 Etapas de elaboração do relatório de controle

5.5.1.1 Orçamento

O orçamento do empreendimento (Tabela 5.2) é utilizado para gerar o custo previsto e o custo previsto realizado. Os dados são colocados no início da planilha de Controle por atividades, sem nenhuma alteração, já que os apartamentos foram vendidos tendo como base os valores do orçamento.

Tabela 5. 2: Planilha de custo.

ITEM	SERVIÇOS	UN	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
02.	SERVIÇOS PRELIMINARES				
02.04	Locação da obra				
02.04.01	Locação da obra	un.	109,00	54,00	5.886,00
02.04.02	Tabeira da obra	m ²	300,00	13,42	4.026,03
				total item 02	9.912,03
03.	INFRAESTRUTURA				
03.01.	FUNDAÇÃO PROFUNDA E CONTENÇÕES				
03.01.01	TUBULÕES				
03.01.01.01	Taxa de mobilização	un	1,00	5.000,00	5.000,00
03.01.01.02	Escavação mecanizada de tubulões de ø 70, 80 e 90 cm	m ³	753,44	140,00	105.481,60
03.01.01.02	Alargamento de base tubulão < 1m ³	un	18,00	208,00	3.744,00
03.01.01.02	Alargamento de base tubulão > 1m ³	m ³	238,90	208,00	49.691,20
03.01.01.03	Remoção de lama para concretagem de selo	vb	0,33	845,00	281,67
03.01.01.04	Armação CA 50/60 (+28kg/m ³)	kg	6.193,52	5,89	36.479,83
03.01.01.05	Concreto estrutural fck >= 15,00 Mpa	m ³	753,44	230,12	173.381,61
03.01.01.06	Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml	m	1.504,20	0,70	1.052,94
03.01.01.07	Retirada de terra proveniente das escavações	m ³	1.313,44	19,00	24.955,41
03.01.01.08	Consultoria para fundações	mês	2,00	5.230,00	10.460,00
					410.528,26
03.02	FUNDAÇÃO SUPERFICIAL				
03.02.01	Blocos e cintas				
03.02.01.01	Escavação	m ³	896,25	48,32	43.306,80
03.02.01.02	Apiloamento de fundo de valas	m ²	483,98	8,50	4.113,81
03.02.01.03	Forma de fundação	m ²	1.219,80	49,00	59.770,20
03.02.01.04	Armação CA 50/60	kg	29.500,00	26,00	767.000,00
03.02.01.05	Concreto magro fck >= 9,00 Mpa	m ³	21,51	154,00	3.311,85
03.02.01.06	Concreto estrutural fck >= 20,00 Mpa	m ³	358,50	159,00	57.001,50
03.02.01.07	Reaterro manual de valas	m ³	516,24	28,00	14.454,86
03.02.01.08	Retirada de terra proveniente das escavações	m ³	380,01	54,00	20.520,48
					969.479,52

Fonte: O autor, 2010.

5.5.1.2 Percentual previsto

O percentual previsto para o mês é retirado do cronograma físico (Tabela 5.3). Os percentuais do cronograma irão multiplicar os valores unitários do orçamento gerando o custo previsto.

Tabela 5. 3: Cronograma físico / financeiro.

CRONOGRAMA FÍSICO - FINANCEIRO										
ITEM	SERVIÇOS	UN	Data Início/Término	ANO 2008				jan/09	fev/09	mar/09
				set/08	out/08	nov/08	dez/08			
02. SERVIÇOS PRELIMINARES										
02.04	LOCAÇÃO DA OBRA									
	Locação da obra	m2	01/09/08 a 31/10/08	20,00%	80,00%					
				20,00%	100,00%					
03. INFRAESTRUTURA										
03.01. FUNDAÇÃO PROFUNDA										
03.01.01	Tubulões-concreto	m3	01/10/08 a 31/01/09		20,00%	20,00%	30,00%	30,00%		
					20,00%	40,00%	70,00%	100,00%		
03.02. FUNDAÇÃO SUPERFICIAL										
03.02.01	Blocos e cintas-concreto	m3	01/11/08 a 28/02/09			25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
						25,00%	50,00%	75,00%	100,00%	
04. SUPRA ESTRUTURA										
04.01	Forma	m2	01/01/09 a 31/03/10					3,00%	5,00%	
								3,00%	8,00%	
04.02	Armação	kg	01/01/09 a 31/03/10					3,00%	5,00%	
								3,00%	8,00%	
04.03	Concreto	m3	01/01/09 a 31/03/10					3,00%	5,00%	
								3,00%	8,00%	
04.04	Controle Tecnológico concre	vb	01/01/09 a 31/03/10					3,00%	5,00%	
								3,00%	8,00%	

Fonte: O autor, 2010.

5.5.1.3 Custo previsto

Custo previsto (Tabela 5.4) é obtido no cronograma físico. É calculado pela multiplicação de quantitativos e custos unitários previstos.

Possui a finalidade de gerar a análise física da obra, ou seja, verificar se a obra encontra-se adiantada, dentro do prazo previsto ou atrasada. Para gerar o índice é necessário obter o custo previsto realizado, como será apresentado posteriormente.

Tabela 5. 417: Custo Previsto.

CÓDIGO	SERVIÇO	un	CUSTO PREVISTO			
			% PREVISTO ATÉ O MÊS (CRONOGRAMA)	QUANTIDADE PREVISTA ATÉ O MÊS ORÇAMENTO	CUSTO UNITÁRIO PREVISTO ORÇAMENTO	CUSTO PREVISTO ATÉ O MÊS ORÇAMENTO
	TUBULÕES					
03.01.01.01	Taxa de mobilização	un	100,00%	1,00	5.000,00	5.000,00
03.01.01.02	Escavação mecanizada de tubulões de ø 70, 80 e 90 cm	m³	100,00%	1.574,58	140,00	220.441,20
03.01.01.09	Alargamento de base tubulão < 1m3	un	100,00%	35,00	168,00	5.880,00
03.01.01.10	Alargamento de base tubulão > 1m3	m³	100,00%	498,55	168,00	83.756,40
03.01.01.03	Remoção de lama para concretagem de selo	vb	100,00%	1,00	750,00	750,00
03.01.01.07	Retirada de terra proveniente das escavações	m³	100,00%	2.740,57	14,00	38.367,98
03.01.01.08	Consultoria para fundações	vb	100,00%	4,00	3.700,00	14.800,00
03.01.01.04	ARMAÇÃO (MT)	kg	100,00%	12.390,66	2,88	35.685,10
03.01.01.04	Armação CA 50/60 (+-28kg/m3)	kg	100,00%	12.390,66	0,68	8.425,65
03.01.01.06	Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml	m	100,00%	3.008,40	0,40	1.203,36
03.01.01.05	Concreto estrutural fck >= 15,00 Mpa	m³	100,00%	1.574,58	153,60	241.855,49
03.01.01.05	CONCRETO - MO	m³	100,00%	1.574,58	17,16	27.019,79

Fonte: O autor, 2013.

5.5.1.4 Evolução Física

A evolução física da obra é obtida através da medição realizada em campo, alimentando as planilhas de quantidades por pavimento (Tabela 5.5). O percentual depende da quantidade realizada e da quantidade total quando o serviço estiver totalmente executado. A quantidade total executada é dividida pela quantidade total, gerando o percentual da evolução.

Tabela 5. 5: Planilha para evolução física – piso.

PLANILHA PARA EVOLUÇÃO FÍSICA - PISO				
	PAV.	DATA	%	QUANT.
SARRAFEADO	COB. 2		1,44%	444,78
	COB. 1		1,92%	590,42
	23º		1,92%	590,42
	22º		1,92%	590,42
	21º		1,92%	590,42
	20º		1,92%	590,42
	19º		1,92%	590,42
	18º		1,92%	590,42
	17º		1,92%	590,42
	16º		1,92%	590,42
	15º		1,92%	590,42
	14º		1,92%	590,42
	13º		1,92%	590,42
	12º		1,92%	590,42
	11º		1,92%	590,42
	10º		1,92%	590,42
	9º		1,92%	590,42
	8º		1,92%	590,42
	7º		1,92%	590,42
	6º		1,92%	590,42
5º		1,92%	590,42	
	PILOTIS		0,00%	NÃO PREVISTO
POLIDO	3º		17,86%	1.877,11
	2º		21,32%	2.241,04
	1º		21,06%	2.213,45

PREVISTO	17,25%
REAL	67,90%

Fonte: O autor, 2011.

5.5.1.5 Custo previsto realizado

Custo previsto realizado (Tabela 5.6) é obtido, mensalmente, através da evolução física da obra. É calculado pelo produto entre o percentual físico executado e os custos unitários previstos. É utilizado posteriormente na análise de custo, quando se compara com o custo real.

Tabela 5. 6: Custo previsto realizado.

SERVIÇO	un	CUSTO PREVISTO REALIZADO			
		% REALIZADO (MEDIÇÃO FÍSICA)	QUANTIDADE REALIZADA ORÇAMENTO	CUSTO UNITÁRIO PREVISTO ORÇAMENTO	CUSTO PREVISTO REALIZADO ORÇAMENTO
TUBULÕES					
Taxa de mobilização	un	78,00%	0,78	5.000,00	3.900,00
Escavação mecanizada de tubulões de ϕ 70, 80 e 90 cm	m ³	78,00%	1.228,17	140,00	171.944,14
Alargamento de base tubulão < 1m ³	un	78,00%	27,30	168,00	4.586,40
Alargamento de base tubulão > 1m ³	m ²	78,00%	388,87	168,00	65.329,99
Remoção de lama para concretagem de selo	vb	78,00%	0,78	750,00	585,00
Retirada de terra proveniente das escavações	m ³	78,00%	2.137,64	14,00	29.927,02
Consultoria para fundações	vb	78,00%	3,12	3.700,00	11.544,00
ARMAÇÃO (MT)					
Armação CA 50/60 (+28kg/m ³)	kg	78,00%	9.664,71	2,88	27.834,38
Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml	m	78,00%	2.346,55	0,40	938,62
Concreto estrutural fck \geq 15,00 Mpa	m ³	78,00%	1.228,17	153,60	188.647,28
CONCRETO - MO	m ³	78,00%	1.228,17	17,16	21.075,44

Fonte: O autor, 2013.

5.5.1.6 Plano de contas

O plano de contas (Tabela 5.7) é gerado juntamente com a elaboração do orçamento. Os códigos emitidos são utilizados para organizar o orçamento, agrupando serviços correlatos.

Possui papel fundamental para a classificação de todas as despesas ocorridas ao longo da obra, que são lançadas no Relatório de despesas de obra (RDO).

Os itens com códigos comuns são somados, para posterior lançamento na planilha resumo.

Tabela 5. 7: Plano de contas.

ITEM	SERVIÇOS
02.	SERVIÇOS PRELIMINARES
02.04	Locação da obra
02.04.01	Locação da obra
02.04.02	Tabeira da obra
03.	INFRAESTRUTURA
03.01.	FUNDAÇÃO PROFUNDA E CONTENÇÕES
03.01.01	TUBULÕES
03.01.01.01	Taxa de mobilização
03.01.01.02	Escavação mecanizada de tubulões de ϕ 70, 80 e 90 cm
03.01.01.02	Alargamento de base tubulão < 1m ³
03.01.01.02	Alargamento de base tubulão > 1m ³
03.01.01.03	Remoção de lama para concretagem de selo
03.01.01.04	Armação CA 50/60 (+28kg/m ³)
03.01.01.05	Concreto estrutural fck \geq 15,00 Mpa
03.01.01.06	Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml
03.01.01.07	Retirada de terra proveniente das escavações
03.01.01.08	Consultoria para fundações
03.02	FUNDAÇÃO SUPERFICIAL
03.02.01	Blocos e cintas
03.02.01.01	Escavação
03.02.01.02	Apiloamento de fundo de valas
03.02.01.03	Forma de fundação
03.02.01.04	Armação CA 50/60
03.02.01.05	Concreto magro fck \geq 9,00 Mpa
03.02.01.06	Concreto estrutural fck \geq 20,00 Mpa

Fonte: O autor, 2010.

5.5.1.7 Relatório de despesas de obra - RDO

O relatório de despesas de obra (Tabela 5.8) é obtido a partir de todas as despesas ocorridas, através do lançamento das notas fiscais.

É de suma importância que todas as notas sejam lançadas no sistema, garantindo a confiabilidade do número gerado. O Plano de contas apresentado anteriormente é utilizado para classificar as notas fiscais, além de auxiliar na apropriação das mesmas.

Uma apropriação bem feita proporciona uma análise com base em informações reais, já que o custo é lançado na atividade relacionada.

São lançados além do código e o custo, as quantidades, o número da nota fiscal, nome do fornecedor. Os últimos são utilizados para comparar os dados da obra com os da contabilidade (Razão).

Razão é um relatório onde são registrados todos os custos representados por documentos (nota fiscal de fornecedores de materiais ou serviços, folha de pagamento, guia de impostos, documentos internos da empresa).

Custo é o valor efetivo gasto na execução de serviços. Portanto analogamente à receita, o custo existe quando se produz serviço, independentemente de seu registro (lançamentos no sistema) ou de seu pagamento (saída de caixa).

Saída é o pagamento aos fornecedores. É a consolidação do custo pela efetiva saída do caixa da empresa.

Tabela 5. 8: Custo – RDO.

CÓDIGO	SERVIÇO	un	CUSTO-RDO		
			QUANTIDADE REALIZADA CAMPO	CUSTO UNITÁRIO PRATICADO	TOTAL GASTO (PAGO)
 TOTAL ATÉ A DATA					
TUBULÕES					
03.01.01.01	Taxa de mobilização	un	1,00	1.186,66	1.186,66
03.01.01.02	Escavação mecanizada de tubulões de ø 70, 80 e 90 cm	m²	1.340,56	115,12	154.320,06
03.01.01.09	Alargamento de base tubulão < 1m3	un			
03.01.01.10	Alargamento de base tubulão > 1m3	m²	628,95	188,14	118.328,52
03.01.01.03	Remoção de lama para concretagem de selo	vb			
03.01.01.07	Retirada de terra proveniente das escavações	m²	2.290,00	26,06	59.683,00
03.01.01.08	Consultoria para fundações	vb	1,00	15.933,86	15.933,86
03.01.01.04	ARMAÇÃO (MT)	kg	17.207,87	2,67	45.895,80
03.01.01.04	Armação CA 50/60 (+-28kg/m3)	kg	14.910,45	1,16	17.232,20
03.01.01.06	Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml	m	1,00	4.741,16	4.741,16
03.01.01.05	Concreto estrutural fck >= 15,00 Mpa	m²			274.261,12
03.01.01.05	CONCRETO - MO	m²	1,00	26.391,66	26.391,66

Fonte: O autor, 2013.

5.5.1.8 Estoque

O relatório de estoque (Tabela 5.9) é extraído do sistema de gestão empresarial da empresa, no segundo dia útil do mês subsequente ao do Relatório de Controle. Todos os materiais que estão no estoque, já foram lançados no RDO, desta forma são considerados como despesa. Através do relatório do estoque, é realizada a subtração do custo dos materiais que ainda não foram aplicados, gerando o custo mensal da obra.

Tabela 5. 9: Estoque.

CÓDIGO	SERVIÇO	un	ESTOQUE		
			QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
	FORMA				
04.01	FORMA EM COMPENSADO PLASTIFICADO	m ²			3.429,00
	ARMAÇÃO				
04.03.02	Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml	m ²			18,50
04.03	ARMAÇÃO (MT)	kg	26.741,00		83.320,88
04.03	ARMAÇÃO (MO)	kg			
	CONCRETO				
04.04	CONCRETO ESTRUTURAL BOMBEADO (MT)	m ³			3.174,17
04.04	CONCRETO (MO)	m ³			
04.07.01	ADITIVOS ESPECIAIS SIKADUR (ANT.)	kg			
04.10.01	FUROS EM VIGAS / LAJES (ST)	vb			
04.10.02	PLACA DE NEOPRENE	vb			
04.10.03	JUNTA DE DILATAÇÃO (POLIURETANO E ISOPOR)	m			691,56
	CONTROLE TECNOLÓGICO				
04.06.01	CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO / AÇO (ST)	vb			
04.06.02	ENSAIOS DIVERSOS (ST)	vb			

Fonte: O autor, 2013.

5.5.1.9 Comprometimento

Comprometimento (Tabela 5.10) é um relatório onde são registrados todos os custos reconhecidos pela obra e que ainda não estão pagos. Todos os serviços executados (evoluídos fisicamente), e que não estão pagos (lançados no RDO), devem ser comprometidos, impedindo distorções.

Caso o comprometimento não seja considerado a análise fica errada, já que o serviço foi realizado e não houve desembolso.

Tabela 5. 10: Comprometimento.

CÓDIGO	SERVIÇO	un	COMPROMETIMENTO		
			QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
	FORMA				
04.01	FORMA EM COMPENSADO PLASTIFICADO	m ²			
	ARMAÇÃO				
04.03.02	Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml	m ²			
04.03	ARMAÇÃO (MT)	kg			
04.03	ARMAÇÃO (MO)	kg	8.743,83		9.382,13
	CONCRETO				
04.04	CONCRETO ESTRUTURAL BOMBEADO (MT)	m ³	36,00		2.160,00
04.04	CONCRETO (MO)	m ³			
04.07.01	ADITIVOS ESPECIAIS SIKADUR (ANT.)	kg			
04.10.01	FUROS EM VIGAS / LAJES (ST)	vb			
04.10.02	PLACA DE NEOPRENE	vb			
04.10.03	JUNTA DE DILATAÇÃO (POLIURETANO E ISOPOR)	m			
	CONTROLE TECNOLÓGICO				
04.06.01	CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO / AÇO (ST)	vb			216,00
04.06.02	ENSAIOS DIVERSOS (ST)	vb			

Fonte: O autor, 2013.

5.5.2.10 Custo real

Custo real (Tabela 5.11) corresponde à produção real de serviços, com seus custos reais. É obtido através da soma do custo lançado no RDO e custo comprometido subtraído pelo valor em estoque.

Tabela 5. 11: Custo real.

CÓDIGO	SERVIÇO	un	CUSTO REAL=rdo-estoq.+compr.		
			QUANTIDADE EFETIVAMENTE REALIZADA (CAMPO)	CUSTO UNITÁRIO REAL	CUSTO REAL FINAL
TOTAL ATÉ A DATA					9.201.242,28
	TUBULÕES		-		
03.01.01.01	Taxa de mobilização	un	1,00	1186,66	1.186,66
03.01.01.02	Escavação mecanizada de tubulões de ø 70, 80 e 90 cm	m²	1.340,56	115,116	154.320,06
03.01.01.09	Alargamento de base tubulão < 1m3	un	-		0,00
03.01.01.10	Alargamento de base tubulão > 1m3	m²	628,95	188,137	118.328,52
03.01.01.03	Remoção de lama para concretagem de selo	vb	-		0,00
03.01.01.07	Retirada de terra proveniente das escavações	m²	2.290,00	26,0624	59.683,00
03.01.01.08	Consultoria para fundações	vb	1,00	15933,9	15.933,86
03.01.01.04	ARMAÇÃO (MT)	kg	17.207,87	2,66714	45.895,80
03.01.01.04	Armação CA 50/60 (+-28kg/m3)	kg	14.910,45	1,15571	17.232,20
03.01.01.06	Pastilha para recobrimento - 4 un/ ml	m	1,00	4741,16	4.741,16
03.01.01.05	Concreto estrutural fck >= 15,00 Mpa	m³	-		274.261,12
03.01.01.05	CONCRETO - MO	m³	1,00	26391,7	26.391,66

Fonte: O autor, 2013.

5.5.2 Análises dos resultados

5.5.2.1 Análise física com base em custos

A análise física (Tabela 5.12) é realizada através da comparação entre o custo previsto (obtido no cronograma, pela multiplicação da produção prevista vezes o custo unitário previsto) e custo previsto realizado (obtido, mensalmente, através da evolução física da obra, que por sua vez é calculado pela multiplicação do percentual executado vezes o custo unitário previsto).

Na (Tabela 5.13) está sendo exemplificada a análise física do serviço de alvenaria.

Tabela 5. 12: Análise física.

ANÁLISE FÍSICA		
PRODUÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
PREVISTA	PREVISTO	PREVISTO
REAL	PREVISTO	PREVISTO REALIZADO

Fonte: O autor, 2013.

Tabela 5. 13: Análise física – alvenaria.

ANÁLISE FÍSICA - ALVENARIA		
PRODUÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
PREVISTA	PREVISTO	PREVISTO
100 m ²	R\$ 10,00	R\$ 1.000,00
REAL	PREVISTO	PREVISTO REALIZADO
110 m ²	R\$ 10,00	R\$ 1.100,00

Fonte: O autor, 2013.

Essa análise gera o índice físico econômico (IFEC).

IFEC	CUSTO PREVISTO REALIZADO	R\$ 1.100,00	1,10
	CUSTO PRESVISTO	R\$ 1.000,00	

A partir dos valores obtidos pela relação acima pode se fazer a seguinte análise, quanto ao andamento da obra:

- A obra está adiantada em relação ao cronograma se IFEC é maior que 1,00
- A obra está em dia em relação ao cronograma se IFEC é igual a 1,00
- A obra está atrasada em relação ao cronograma se IFEC é menor que 1,00

Considerações sobre a análise física e seus indicadores (Tabela 5.14).

Para o cálculo de índices de uma única atividade não é necessária a adoção de parâmetros de receita ou de custo, basta fazer a comparação pelos quantitativos. Porém em uma obra existem unidades de medida diferentes envolvidas no processo, sendo necessário utilizar o custo para gerar o percentual de evolução física.

Tabela 5. 14: Indicadores da análise física.



DADO	QUANTIDADE	CUSTO
CUSTO PREVISTO CRONOGRAMA	PREVISTO	PREVISTO
CUSTO PREVISTO REALIZADO	REAL	PREVISTO
CUSTO REAL	REAL	REAL

Fonte: O autor, 2013.

5.5.2.2 Análise econômica

A análise econômica (Tabela 5.16) é realizada através da comparação entre o custo previsto realizado (É calculado pela multiplicação de quantitativos executados “evolução física da obra” pelos custos unitários previstos) e o custo real que corresponde à produção real de serviços, com seus custos reais.

Tabela 5. 16: Análise econômica.

ANÁLISE ECONÔMICA		
PRODUÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
REAL	PREVISTO	PREVISTO REALIZADO
REAL	REAL	REAL

Fonte: O autor, 2013.

Na (Tabela 5.17) está sendo exemplificada a análise econômica da alvenaria, como o valor unitário da mão de obra contratada foi maior que o previsto, IEC do serviço é 1,05.

Tabela 5. 17: Análise econômica – alvenaria.

ANÁLISE ECONÔMICA - ALVENARIA		
PRODUÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
REAL	PREVISTO	PREVISTO
110 m ²	R\$ 10,00	R\$ 1.100,00
REAL	REAL	PREVISTO REALIZADO
110 m ²	R\$ 10,45	R\$ 1.149,50

Fonte: o autor, 2013.

A análise econômica é representada pelo índice econômico (IEC), como está representado abaixo:

IEC	$\frac{\text{CUSTO REAL}}{\text{CUSTO PRESVISTO REALIZADO}}$	$\frac{\text{R\$ } 1.149,50}{\text{R\$ } 1.100,00}$	1,05
-----	--	---	------

A partir dos valores obtidos pela relação acima, é realizada a seguinte análise quanto aos custos da obra:

A obra está mais barata que o previsto se IEC é menor que 1,00

A obra está com o custo igual ao previsto se IEC é igual a 1,00

A obra está mais cara que o previsto se IEC é maior que 1,00

Uma atividade pode ficar fora do orçamento caso a quantidade real de um serviço for maior que a prevista ou se o valor unitário contratado for maior que o previsto.

6. RESULTADOS OBTIDOS COM O ESTUDO DE CASO

A implantação dos novos procedimentos e soluções contribuiu diretamente para o aperfeiçoamento do processo de produção.

A utilização da ferramenta desenho do processo proporcionou a antecipação do levantamento do quantitativo dos materiais necessários para a execução dos serviços, permitindo um prazo maior de negociação da compra por parte do setor de suprimentos, gerando uma redução no custo do material (Figura 6.1) na grande maioria das vezes. Como está sendo exemplificado para os tijolos cerâmicos e revestimentos, respectivamente (Tabela 6.1) e (Tabela 6.).

Tabela 6. 1: Comparativo do custo de tijolos cerâmicos.

Material	Custo unitário	Custo unitário
	Previsto	Real
Tijolo cerâmico 9X19X29	R\$ 0,48	R\$ 0,41
Tijolo cerâmico 14X19X29	R\$ 0,80	R\$ 0,63
Tijolo cerâmico 19X19X29	R\$ 1,11	R\$ 1,06

Fonte: O autor, 2013.

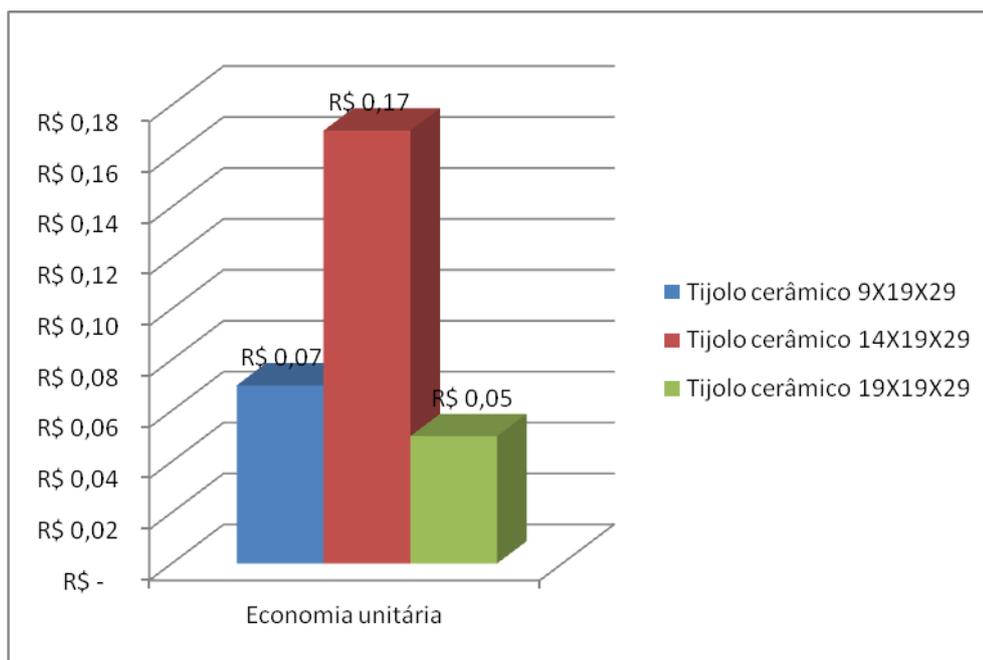


Figura 6. 1: Gráfico de economia unitária de tijolos cerâmicos.

Fonte: O autor, 2013.

Tabela 6. 2: Comparativo do custo de revestimentos.

Material	Custo unitário	Custo unitário
	Previsto	Real
Revestimento Cerâmico 30 X 60	R\$ 31,85	R\$ 25,71
Revestimento Porcelanato 60 X 60	R\$ 65,87	R\$ 32,90

Fonte: O autor, 2013.

Segundo McCormack (1984), o tempo é um dos três elementos fundamentais da estratégia de negociação, podendo representar o mais valioso aliado no processo. A ansiedade e o desejo de ver o negócio realizado levam a um comportamento impulsivo. O negociador precisa de tempo para conhecer a outra parte, para obter informações, para negociar e necessita conhecer bem o seu tempo limite e, se possível, o tempo limite da outra parte.

A ferramenta desenho do processo contribuiu para a economia de 2,5% do custo de materiais ao longo da obra.

Diante da grande extensão da obra, o uso da ferramenta desenho do processo permitiu a realização do dimensionamento prévio da equipe, contribuindo para o desenvolvimento e acompanhamento do quadro de distribuição de pessoal diário, controlando a mão de obra de forma mais eficiente.

A checagem diária entre o ponto batido pelos colaboradores e o levantamento das atividades que cada colaborador está executando no canteiro de obras, permite que possíveis desvios sejam corrigidos, garantindo que todos os funcionários presentes estejam realizando as tarefas delegadas, aproveitando ao máximo a mão de obra disponível.

A perda dos materiais reduziu bruscamente com a adoção de três medidas, a primeira se refere à análise crítica das dimensões dos locais de aplicação e do memorial descritivo, verificando qual revestimento terá o maior aproveitamento. A segunda medida se refere ao armazenamento do quantitativo de material estritamente necessário para a execução de cada pavimento, esgotando as possíveis sobras que eram deixadas nos pavimentos, e que na maioria das vezes se tornava entulho. A última medida se refere ao monitoramento do consumo de materiais por parte dos empreiteiros, que quando o material não era suficiente para a realização completa do pavimento, o complemento era descontado no valor da medição do serviço. Com as medidas adotadas a perda dos acabamentos (revestimentos de parede e piso) passou de 5% para 3%.

No caso do serviço de alvenaria, com a adoção do projeto de paginação, a redução do consumo do material (Tabela 6.3) e da mão de obra foi ainda maior. O plano de corte dos blocos foi desenvolvido buscando o máximo aproveitamento do material, o corte através de maqui tão também reduz as perdas (Figura 6.2) se comparado com o método antigo que corta os blocos com a colher de pedreiro.

Como o material é entregue no pavimento, todo cortado, o processo de execução demanda menor tempo, devido ao aumento da produtividade, reduzindo o custo indireto da obra. Outro ponto importante é a redução dos custos (material, mão de obra e resíduos), decorrente da adoção da metodologia construtiva em que se executam as instalações elétricas simultaneamente com a alvenaria.

Tabela 6. 3: Consumo de tijolos cerâmicos previsto e real.

Material	Consumo Previsto	Consumo Real
Tijolo cerâmico 9X19X29	120.354,93	90.266,20
Tijolo cerâmico 14X19X29	229.871,88	172.403,91
Tijolo cerâmico 19X19X29	57.188,75	41.175,90

Fonte: O autor, 2013.

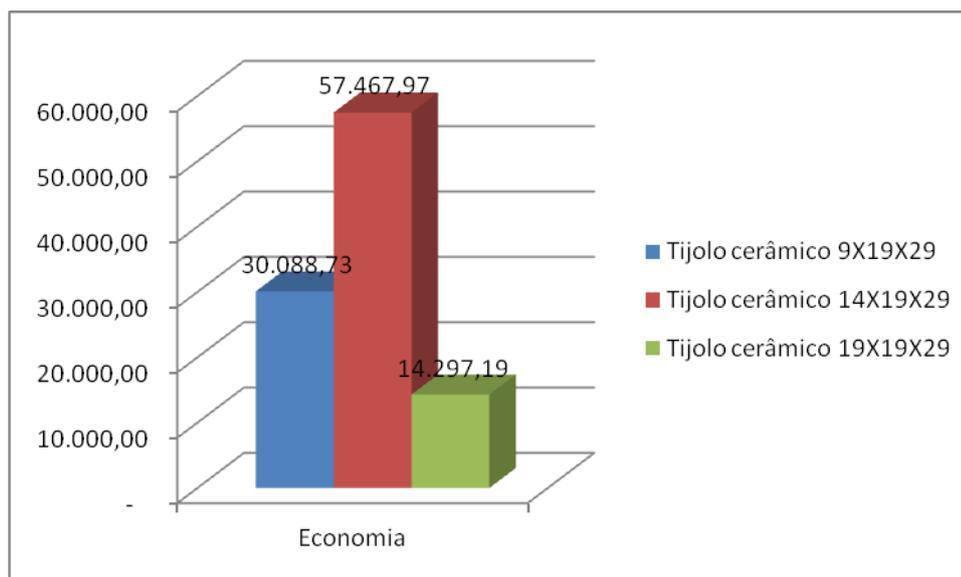


Figura 6. 2: Economia no consumo (quantitativo) de tijolo cerâmico.

Fonte: O autor, 2013.

A utilização de placas de pedra filetada em substituição dos filetes gerou uma economia de R\$ 6.493,74. Conforme demonstrado na (Tabela 6.4), o custo do material em placas por m² é superior ao do m² composto por filetes, porém a agilidade no assentamento das placas gera uma economia no gasto com a mão de obra superior à diferença do custo do m² (Tabela 6.5).

Tabela 6. 4: Custos unitários das opções de revestimento em pedra filetada.

Tipo de Material	Material (m ²)	Mão de obra (m ²)	Custo final (m ²)
Pedra filetada (filetes separados)	R\$ 50,00	R\$ 98,30	R\$ 148,30
Pedra filetada (placa pronta)	R\$ 99,00	R\$ 28,46	R\$ 127,46

Fonte: O autor, 2013.

Tabela 6. 5: Custo final das opções de revestimento em pedra filetada aplicada.

Custo do m ² de Pedra filetada (filetes separados)	Custo do m ² de Pedra filetada (placa pronta)	Economia	%
R\$ 148,30	R\$ 127,46	R\$ 20,84	14,05%

Fonte: O autor, 2013.

A utilização de grua para transporte vertical teve por objetivo reduzir os custos associados ao transporte de materiais e proporcionar maior agilidade ao processo construtivo. A locação do equipamento proporcionou maior segurança no transporte de insumos, eliminação do gasto com bombeamento de concreto de pilares, além de resolver o problema da falta de funcionários para realizar os transportes internos ao longo da execução da estrutura e vedação.

Com a implantação do sistema de controle, foi possível verificar detalhadamente as distorções no custo, permitindo a tomada de ações para correções de rota.

Todas as contratações são aprovadas após cotação com três empresas, é realizado comparativo entre o custo orçado e o custo contratado. Com os dados da empresa vencedora da concorrência é gerada uma projeção do custo global, permitindo a análise do saldo de cada serviço.

Após concluir o processo de estudo de algumas contratações, foram realizadas adaptações em projetos, permitindo o cumprimento do orçamento. O sistema auxilia no controle das medições dos empreiteiros, uma vez que, o quantitativo a pagar é comparado com o levantamento disponibilizado pelo setor de orçamento. Quando alguma diferença é encontrada, é realizado um novo levantamento detalhado para descobrir o motivo.

O custo com cada implantação e desmobilização da estrutura administrativa e de apoio (área de vivência, almoxarifado, refeitório) gira em torno de R\$73.000,00 com o estudo do layout do canteiro, considerando as diversas fases de entrega, gerou uma economia total de R\$ 255.500,00 se comparado com a mobilização e desmobilização da estrutura para cada fase do empreendimento.

7. CONCLUSÃO

Com base na análise das informações apresentadas neste estudo, percebe-se que o sistema de gestão da produção Lean Construction é uma evolução dos sistemas de produção, baseado na adaptação do sistema Toyota de produção voltada à construção civil. Os princípios da nova metodologia estão ligados a várias etapas do setor, desde a concepção do empreendimento até a entrega das chaves aos clientes.

Na obra analisada, foi constatado que os princípios propostos pela nova metodologia foram profundamente estudados visando sua adaptação e implantação no canteiro de obras. O sistema de controle de custos foi desenvolvido para apresentar dados detalhados de cada atividade, contribuindo para a tomada de ações corretivas caso houvesse alguma distorção no custo.

Apesar do aumento do custo da mão de obra de execução de vários serviços, ocasionado pela maior demanda decorrente do aquecimento do setor, a obra conseguiu através da utilização dos princípios, amenizar dentro do possível o aumento do custo final.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMHARDT, E. O. **Sistemática para a operacionalização de conceitos e técnicas da construção enxuta**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BOYER R., FREYSSENET M., *The productive models. The conditions of profitability*, Londres, New York, Palgrave, 2002, 126 p. Digital publication : freysenet.com, 2013, 9,2 Mo, ISSN 7116-0941. Translation: Alan Sitkin.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 4. ed. São Paulo: Makron, 1993.

CORRÊA, R. L. **A Geografia Cultural e o Urbano**. In: CORRÊA, R L. E ROZENDAHL, Z. (Orgs.). **Introdução a Geografia Cultural**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 167-187.

GHINATO, P. Publicado como 2^o. cap. do Livro **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

IMAI, M. **Kaizen: a Estratégia para o Sucesso Competitivo**. 5^a ed. São Paulo: IMAM, 1994,236 p.

ISATTO, E.L. et al. (2000) - **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil.** 177p .PortoAlegre, SEBRAE/RS.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.**CIFE Technical Report #72, Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

LIKER, Jeffrey. **O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo** – SP, 2005.

McCORMACK, Mark H.. **O que não se ensina em Harvard Business School.** Tradução Jean Jacques Salim. São Paulo: Best Seller, 1984.

MORAES, R.F.; SILVA, C.E.S.; TURRIONI, J.B. **Filosofia Kaizen Aplicada em uma Indústria Automobilística.** X SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, 2003.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 149 p.

PICCHI, F. A. (2001) - Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): Avaliação Sistemática do Potencial de Aplicação no Setor de Construção. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído. Artigo técnico, Fortaleza – CE.

TAYLOR, Frederick W. **Principles of Scientific Management.** Nova Iorque: Harper & Row, 1911.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Tradução de Ivo Korytovski. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES, D. **Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream.** Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 2002.