

ANÁLISE E PROPOSTA DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO EM OBRAS DE TERRAPLENAGEM.

Área temática: Gestão da Produção

Thiago Marques Viana

thiago.m.viana@hotmail.com

Tiago Alvim Jota

tiagoalvim@yahoo.com.br

White José dos Santos

white.santos@denc.ufmg.br

Resumo: *As deficiências no planejamento e no controle da qualidade estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção civil, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos (MATTOS, 2010). Neste contexto, a gestão da produtividade tem o objetivo de aumentar a eficiência da transformação de esforço humano e insumos em serviços de construção civil, além de reduzir as perdas nos processos, por meio do planejamento das atividades, padronização da execução do serviço, treinamento, busca de novas tecnologias, controle da qualidade, quantificação das perdas e desperdícios e por fim, da retroalimentação das informações obtidas no processo. Este trabalho apresenta um estudo de algumas das principais metodologias de gestão da produtividade aliadas a conceitos de Construção Enxuta (Lean Construction) para constituir um sistema de gerenciamento que poderá ser usado tanto na etapa de planejamento quanto de execução de serviços de terraplenagem. Adicionalmente, realiza-se um breve estudo de caso, abordando os principais temas abordados por esta pesquisa.*

Palavras-chaves: *Terraplenagem, Construção Enxuta, Controle de Qualidade, Gestão da Produção.*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

Serviço de terraplenagem é o conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga e compactação dos solos, aplicadas na construção de aterros e cortes, dando à superfície do terreno a forma projetada para construção de qualquer tipo de obra (DNIT/IPR, 2010). Segundo Ricardo e Catalani (2007), podem-se distinguir quatro operações básicas que ocorrem em sequência ou, às vezes, com simultaneidade: escavação, carga do material escavado, transporte e descarga e, espalhamento. As quatro operações básicas repetem-se através do tempo, constituindo, portanto, um trabalho cíclico e o seu conjunto denomina-se ciclo de operação, cuja determinação do seu tempo de duração permite o estudo da estimativa da produção de um equipamento de terraplenagem (RICARDO e CATALANI, 2007).

Dentre as várias alternativas para aumento de produtividade, destaca-se a Construção Enxuta (*Lean Construction*), considerada como modelo para a organização e gestão da produção na Construção Civil, que procura reduzir as atividades que não agregam valor, aumentar a flexibilidade e fornecer transparência ao processo, emprego de equipes de trabalhadores multiquificados em todos os níveis da organização, dentro outras características (LORENZON e MARTINS, 2009). No caso das obras de terraplenagem, o uso de ferramentas da *Lean Construction* apresenta grandes vantagens, principalmente no que diz respeito à redução do tempo de ciclo.

Conhecer a situação atual do processo de planejamento e controle da empresa e avaliar a maturidade das práticas atuais em relação aos princípios da Construção Enxuta possibilita a identificação das ações prioritárias para a melhoria dos processos (SILVA e CALMON, 2009).

1.2. Serviços de Terraplenagem

Os serviços de terraplenagem, por sua natureza, diversificação e magnitude dos quantitativos envolvidos, requerem processo executivo mecânico, envolvendo a utilização de um conjunto complexo e bastante diversificado de equipamentos pesados (DNIT, 2010).

Essa diversificação pode ser constatada de imediato, ao se observar os tipos de equipamentos classificados pelo DNIT (2010) em função de suas finalidades dentro do processo construtivo, na qual são considerados como integrantes de conjuntos de unidades específicas, a saber: unidades de tração (tratores), escavo-empurradoras; escavo-

transportadoras; escavo-carregadoras; aplainadoras; unidades de transporte; compactadoras; equipamentos auxiliares.

A fase de terraplenagem, dentro do contexto das obras de engenharia, demanda elevado recurso econômico, devido a forte incidência de equipamentos pesados e de toda a movimentação de terra. Diante disto, é necessário que seja feito adequado investimento e correta aplicação dos recursos, para tanto, se faz necessário o planejamento, que fornece um domínio de todo o projeto, envolvendo os custos necessários à sua realização. (SOUZA e FALCÃO, 2014).

A importância de se estudar a produtividade em obras de terraplenagem é explicitada por Soares e Nobre Jr. (2013), ao ressaltar que apesar dos custos envolvidos na operação dos serviços de terraplenagem, pouco se tem pesquisado sobre produtividade, seleção e determinação da quantidade e tipos de equipamentos.

1.3. “Lean Construction”

Dentro de um contexto problemático da construção civil, na busca de melhoria no sistema de produção e planejamento para a construção civil, surgiu a *Lean Construction*, ou construção enxuta (LORENZON e MARTINS, 2009). Segundo Koskela (2000), enquanto os conceitos tradicionais do sistema de produção da construção apresentam um único objetivo final, a entrega do produto, por sua vez a construção enxuta tem seus conceitos voltados a três objetivos principais: a entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício.

Kurek *et al.* (2005) propõe um diagnóstico de implantação de princípios da construção enxuta englobando os onze princípios propostos por Koskela (1992). Para cada princípio, foram elaboradas perguntas que envolvem práticas, atitudes e comportamentos, cujas aplicações apresentam as evidências da utilização da filosofia de *Lean Construction*, vide Tabela 1.

A ideia principal de procedimento é planejar a execução como a realização de sequências autônomas (KOSKELA, 1992): reduzir a parcela das atividades que não agregam valor; aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes; reduzir a variabilidade; reduzir o tempo de ciclo; simplificar por meio da redução do número de etapas; aumentar a flexibilidade de saída; aumentar a transparência; focar o controle no

processo completo; introduzir a melhoria contínua no processo; manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões e fazer benchmarking.

1.4. Visão Sistêmica

Para ressaltar a visão sistêmica no contexto desta pesquisa, utilizou-se basicamente o Diagrama PERT-CPM e a Engenharia Simultânea. Uma ferramenta importante na gestão de obras é o diagrama PERT/COM, sendo que o mesmo é um tipo de diagrama de rede que permite a representação gráfica das atividades, levando em conta as dependências entre elas, em uma malha de flechas ou blocos (MATTOS, 2010). Permite que sejam indicadas as relações lógicas de precedência (inter-relacionamento) entre as inúmeras atividades do projeto e que seja determinado o caminho crítico, isto é, a sequência de atividades que, se sofrer atraso em alguma de suas componentes, vai transmiti-lo ao término do projeto.

Tabela 1 - Itens de verificação para a *Lean Construction*.

ITENS DE VERIFICAÇÃO	S	N	NA
1) Reduzir a parcela de atividades que não acrescentam valor:			
1.1) A obra possui um arranjo físico visando minimizar distância entre locais de descarga e os respectivos locais de utilização			
1.2) Existem evidências de redução de atividades de movimentação, inspeção e espera (utilização de algum dispositivo de melhoria do fluxo do processo)			
2) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente:			
2.1) São identificadas as necessidades dos clientes internos e externos			
3) Reduzir a variabilidade:			
3.1) Existem procedimentos padronizados para a execução das tarefas			
3.2) Existe controle de variabilidade na execução das tarefas			
4) Reduzir o tempo de ciclo da produção:			
4.1) Existem boas condições de trabalho, com segurança e equipamentos adequados aos operários			
4.2) Existe alguma evidência de eliminação de atividades de fluxo que fazem parte de um ciclo de produção			
5) Simplificar através da redução do número de passos ou partes:			
5.1) É evidenciada a utilização de máquinas polivalentes no processo de produção			
5.2) Existe um planejamento do processo de produção			
5.3) Existe uma constante avaliação do processo, buscando a melhoria (reuniões, discussões para identificação de simplificação das operações)			
6) Aumentar a flexibilidade de saída:			
6.1) As equipes de produção são polivalentes			
6.2) Existe uma minimização no tamanho dos lotes, aproximando-os de sua demanda			
7) Aumentar a transparência do processo			
7.1) O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais, como divisórias			
7.2) São empregados indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo			
8) Focar o controle no processo global			
8.1) Existe planejamento e controle da produção afim de garantir a entrega da obra no prazo			
9) Introduzir melhoria contínua no processo			
9.1) Existem procedimentos para monitorar as ações corretivas (as causas reais) e a eliminação com ações preventivas			
9.2) Utiliza-se indicadores de desempenho para monitoramento dos processos			

10) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões			
10.1) São evidenciadas práticas de melhorias nos fluxos como o mapeamento do processo			
10.2) Existe uma estratégia de ataque à obra			
11) Benchmarking			
11.1) A empresa conhece seus próprios processos (estão descritos e entendidos)			
11.2) Adapta as boas práticas encontradas à sua realidade			

S – Sim / N – Não / NA – Não se aplica

Fonte: KUREK *et al.*, 2005(modificado)

O caminho crítico de um projeto é a sequência de atividades que concorrem à determinação da duração total (MATOS, 2010). Ele é o conjunto de atividades que define o prazo total da rede. Antes desse prazo, o projeto não pode ser concluído de acordo com os dados informados.

A Engenharia Simultânea (ES) é uma metodologia de projeto que visa uma mudança cultural, integrando os diferentes recursos e especialidades internos e externos de uma organização, no sentido de reduzir o tempo de desenvolvimento, o custo e aumentar a qualidade do produto (PERALTA, 2002). A preocupação básica é disponibilizar toda informação relevante ao agente envolvido no processo de projeto antes que a tarefa de projeto seja iniciada. Assim, a aplicação da ES requer a maximização das informações relevantes e a habilidade em compartilhar e comunicar as informações úteis em tempo adequado.

O aumento da produtividade, a diminuição dos prazos de concepção e disposição dos produtos, a ampliação da qualidade e a redução dos custos vêm contribuindo para a implantação dos princípios da ES nas empresas do setor da Construção Civil, devido ao aumento de competição no mercado (PERALTA, 2002).

Os principais objetivos da ES estão centrados na redução do tempo de desenvolvimento de empreendimentos, no aumento do valor do produto para o cliente e na redução de custos (PERALTA, 2002). Objetiva também criar condições para o desenvolvimento de empreendimentos complexos, com alto grau de incerteza envolvida, que devem ser conduzidos em período de tempo reduzido, sem aumento de custos e satisfazendo os clientes finais. A diminuição de incertezas do processo é a característica mais importante da ES.

Como na ES as atividades são executadas em paralelo, o reconhecimento e/ou previsão dos problemas é facilitado, tornando as tomadas de decisão precoces e com melhor repercussão nas etapas envolvidas, o que caracteriza a simultaneidade nas atividades de desenvolvimento de um produto, de forma a reduzir o tempo de projeto e ampliar a integração entre as interfaces dos projetos (PERALTA, 2002).

A Engenharia Simultânea busca promover a melhoria do processo de projeto através da análise de seus aspectos de conversão, fluxo e geração de valor, conforme a Nova Filosofia de Produção (KOSKELA, 1992).

1.5. Gestão da Qualidade

A qualidade é um conjunto de propriedades de um bem ou serviço que redunde na satisfação das necessidades dos seus usuários, com a máxima economia de insumos e energia, com a máxima proteção à saúde e integridade física dos trabalhadores na linha de produção, com a máxima preservação da natureza (THOMAZ, 2001). Assim, a gestão ou controle da qualidade constitui-se de técnicas operacionais e atividades de acompanhamento e comprovação da qualidade, podendo ocorrer em diferentes níveis, tais como controles internos, externos e da produção.

Embora as chances de sucesso de qualquer atividade dependam fortemente de um bom projeto e de uma boa programação, um bom controle da produção é também um ponto importante a ser ressaltado (SOUZA, 2005). Assim, preconiza-se a implementação de um acompanhamento contínuo como instrumento para auxiliar no controle da produção, visando à melhoria contínua. O uso do ciclo PDCA (*plan-do-check-act*) baseia-se em um método bastante difundido, que consiste nas seguintes etapas:

- *Plan* (planejar): envolve a concepção da produção, abrangendo a discussão dos recursos necessários – materiais, mão-de-obra e equipamentos/ferramentas – e, a partir das condições preconizadas pelos projetos do produto e do processo, a elaboração de um prognóstico quanto à produção dos processos;
- *Do* (executar/desempenhar): implementação do processo de produção com base no que foi planejado;
- *Check* (checar): avaliação da produção e das condições reinantes (relacionadas a causas, origens e natureza de eventuais problemas identificados);
- *Act* (agir): confronto das informações checadas com aquelas previstas na etapa de planejamento. Como resultado dessa comparação, podem ser tomadas decisões relativas à alteração ou não das condições vigentes (replanejamento).

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma metodologia integrando os conceitos de gestão da produtividade e *Lean Construction* para propor um sistema de gerenciamento de uma obra de terraplenagem, considerando a otimização do tempo de ciclo e

a implantação de sistema de acompanhamento da produtividade. No sentido de se encontrar subsídios práticos à este modelo, efetuou-se um estudo de caso, no qual buscou-se identificar aspectos da gestão da produtividade e da filosofia *Lean Construction*.

2. METODOLOGIA

2.1. Análise do modelo de gestão

Para avaliação da aplicação da *Lean Construction*, propõe-se o modelo proposto por Kurek *et al.* (2005), especificamente para serviços de terraplenagem. A partir das respostas concedidas aos itens, é possível verificar e propor, então, pontos de melhoria para os serviços de terraplenagem.

Neste estudo, através da união entre filosofias de gestão da produtividade, ferramentas de gestão e de *Lean Construction*, aliadas à estes mesmos aspectos aplicados no estudo de caso, elaborou-se um modelo de sistema de gerenciamento para obras de terraplenagem.

2.2. Estudo de caso

A obra analisada consiste em um empreendimento de grande porte localizado em Belo Horizonte/MG, executado pela Empresa X. O terreno no qual será realizada a obra possui área 23.000 m², sobre o qual será erguida a construção com cerca de 42.000 m². A movimentação de solo total executada na obra está listada na Tabela 2.

Tabela 2 - Movimentação de terra na obra analisada.

Item	Descrição	Unid.	Quantidade
2.1	Remoção da camada vegetal	m ³	4.028,00
2.2	Escavação material 1ª categoria	m ³	22.419,00
2.3	Aterro compactado	m ³	12.102,00
2.4	Transporte e lançamento em bota-fora	m ³ x km	377.460,00

Fonte: Arquivo pessoal.

Dado o cenário explicitado pela Tabela 2, conclui-se que a obra estudada possui características interessantes que podem ser analisadas no contexto de produtividade dos serviços de terraplenagem, auxiliando na criação de um sistema de gerenciamento de obras de terraplenagem.

O diagrama PERT/CPM foi utilizado para organizar as atividades que compõem os serviços de terraplenagem, de maneira a facilitar a identificação do caminho crítico de cada

processo e aplicar, então, os conceitos de *Lean Construction* e PDCA.

A gestão da qualidade é analisada através da aplicação dos conceitos do ciclo PDCA em toda a cadeia de execução dos serviços de terraplenagem. Estão incluídas as análises dos projetos, dos procedimentos padrões, das situações em que ocorre variabilidade e das melhorias contínuas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliação do estudo de caso

De posse do banco de dados, contendo a produtividade de cada equipamento (acervo da Empresa X) e das metodologias de *Lean Construction*, foi possível analisar a obra em diversos aspectos, considerando a diminuição do tempo de ciclo dos equipamentos e consequente aumento de produtividade.

A Figura 1 contém um exemplo de operação analisada pelo estudo de caso do presente trabalho, na sequência retratada pela figura, a retroescavadeira necessita de um giro de quase 180° para carregar e descarregar o material no caminhão basculante, sendo que há condições do caminhão se posicionar de maneira a diminuir significativamente o giro da retroescavadeira.



Figura 1: Sequência das ações de carregamento de solo no caminhão basculante.

Fonte: Arquivo pessoal.

O ciclo identificado nesta operação se constitui de: a) posicionamento da concha acima da caçamba do caminhão basculante; b) descarregamento de material sob o caminhão;

c) giro da retroescavadeira até o monte de solo a ser retirado; d) carregamento da concha com solo; e) giro da retroescavadeira até o caminhão; f) posicionamento da concha acima da caçamba do caminhão basculante, que corresponde à mesma posição da posição a.

Se retomar-se o item 1.3, da Tabela 1 deste mesmo estudo (existe alguma evidência de eliminação de atividades de fluxo que fazem parte de um ciclo de produção) para questionar esse procedimento, verifica-se que há elemento físico que, apesar de não ser possível sua eliminação, pode-se reduzir sua significância dentro do tempo de ciclo.

O elemento físico identificado para a melhora do processo é a localização do caminhão basculante em relação ao local de captação do solo. A atividade de giro, de quase 180°, para captação do material faz com que o tempo de ciclo seja aumentado.

Há de se ressaltar que, é necessária habilidade da equipe de engenharia no desenvolvimento das obras, visto que a redução de atividades que não agregam valor é uma tarefa árdua na Construção Civil, pois ocorrem situações inesperadas pela equipe de planejamento. A título de exemplificação, neste estudo de caso, apresenta-se a situação de incidência de uma raiz de árvore não prevista, conforme Figura 2, que ilustra a retirada de uma raiz de árvore que restou no terreno após a remoção da camada vegetal. Esse tipo de variabilidade consome tempo que seria utilizado na escavação do terreno e recursos como a retroescavadeira e um caminhão basculante a mais para transportar o material para fora da obra.



Figura 2: Retirada de raiz de árvore com uma retroescavadeira.
Fonte: Arquivo pessoal.

O uso do diagrama PERT/CPM demonstrou-se interessante em situações como a ilustrada pela Figura 3. Para a compactação de aterro, foi utilizado um caminhão basculante

que descarrega o solo úmido sobre o terreno e, logo atrás, um trator equipado com lâmina espalha o material para que o rolo compactador compacte o material. Enquanto o trator ainda espalha o material, pode-se observar que o rolo já está compactando um lote adjacente de solo, ou seja, os serviços não dependem totalmente da execução um do outro para que possam ser iniciados.

Portanto, através de uma simples análise na obra estudada, é possível identificar ações que, se implantadas, têm grande potencial de aumentar a produtividade de execução dos serviços. Assim, faz-se necessário um estudo mais aprofundado nas etapas de planejamento e de execução das obras para que todas as metodologias possam ser aplicadas.



Figura 3: Procedimento de compactação de aterro.
Fonte: Arquivo pessoal.

4. PROPOSTA DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO

O sistema de gerenciamento proposto é baseado nas metodologias discutidas e nos procedimentos necessários para a execução de serviços de terraplenagem. A ideia-base é utilizar um mecanismo capaz de unir as fases de planejamento e de execução de modo a favorecer a melhoria contínua, em primeiro plano, de cada fase individualmente e, em segundo plano, do processo de concepção de um projeto como um todo.

A Tabela 3 apresenta os procedimentos e as respectivas ferramentas recomendadas, de forma resumida, que serve de base para a implementação do sistema de gerenciamento.

Tabela 3: Procedimentos e ferramentas do sistema de gerenciamento proposto.

ETAPA	PROCEDIMENTOS	FERRAMENTAS
Planejamento do serviço	1. Definir escopo do serviço, com base nos projetos	
	2. Calcular a produtividade necessária/desejada	
	3. Escolher os equipamentos	Banco de dados próprio/Bibliografia técnica.
	4. Planejar a sequência de execução	Diagrama PERT/CPM
	5. Definir ações de <i>Lean Construction</i>	Metodologia de <i>Lean Construction</i>
	6. Repetir os itens 2 a 5	Ciclo PDCA
Execução e controle em obra	1. Calcular a produtividade na obra	
	2. Comparar com valor teórico	Banco de dados de produtividade
	3. Identificar práticas de <i>Lean Construction</i> existentes	Metodologia de <i>Lean Construction</i>
	4. Implementar novas práticas de <i>Lean Construction</i>	
	5. Repetir itens 1 a 4	Ciclo PDCA

Genericamente, o sistema aplica o ciclo PDCA nas etapas de planejamento e de execução, mas ambas estão conectadas de modo a promover a melhoria contínua de seus processos de modo a aplicar as lições aprendidas em projetos futuros.

Os procedimentos apresentados podem ser visualizados graficamente na Figura 4. Os dados de entrada (inputs) do sistema são os projetos básicos ou executivos de terraplenagem, supostos já verificados e checados por profissionais responsáveis.

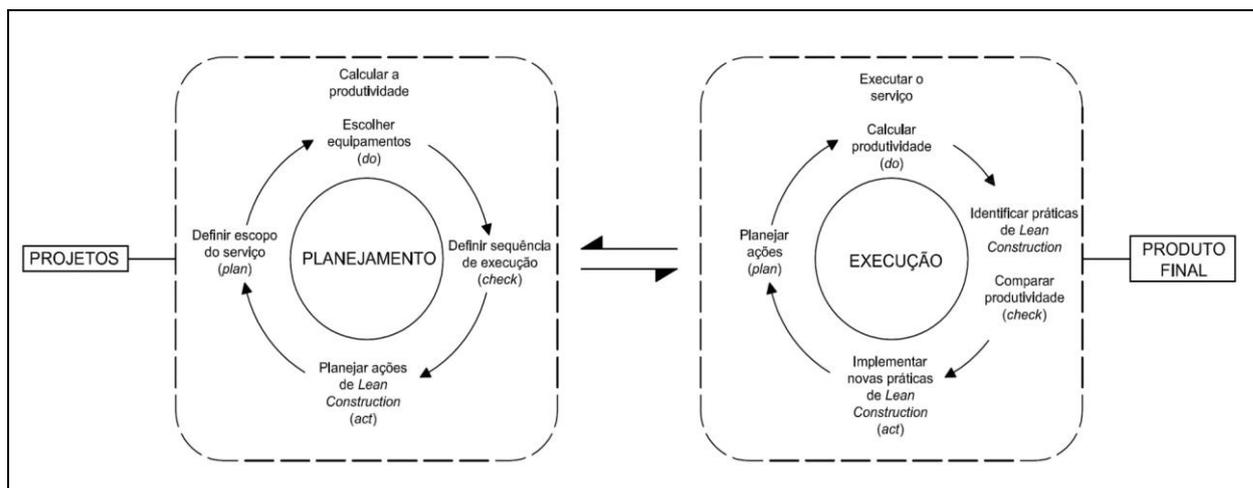


Figura 4: Esquematização do sistema de gerenciamento proposto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira etapa consiste no planejamento para execução do serviço de terraplenagem, no qual é elaborado um plano que será utilizado durante as obras. O primeiro procedimento, que é análogo à etapa de planejamento (*plan*) do ciclo PDCA, é a definição do escopo do serviço e a elaboração do objetivo do serviço a ser executado. Exemplos são: compactação de aterros, escavação, construção de valetas, nivelamento de terreno através de corte e aterro, entre outras. É a etapa em que deve estar claro qual deverá ser o produto final entregue após a execução do serviço.

No procedimento correspondente ao executar (*do*) está a escolha dos equipamentos, que dependem do escopo do serviço, e, posteriormente, o cálculo da produtividade necessária ou desejada. Este procedimento pode ser realizado através do método de tentativa e erro, buscando a melhor configuração de equipamentos e produtividade, ou seja, a configuração que utilize o menor número de equipamentos com a maior produtividade possível. É sugerido, portanto, o uso do banco de dados de produtividade, de modo a facilitar o cálculo e a escolha mais rápida e eficaz dos equipamentos.

A checagem (*check*) corresponde à definição da sequência de execução do serviço de terraplenagem. O diagrama PERT/CPM é a ferramenta indicada para organizar a sequência de atividades e verificar a duração e o caminho crítico de todo o procedimento. Exemplo: na compactação de aterros, o espalhamento de material feito pela motoniveladora é seguido da umidificação do solo pelo caminhão pipa e da compactação pelo rolo compressor. Porém, o serviço realizado pela motoniveladora não precisa estar totalmente terminado para que a umidificação ou a compactação possa ser iniciada. Portanto, o diagrama PERT/CPM se torna

importante para organizar o fluxo de trabalho e para identificar os possíveis pontos de checagem do planejamento. A elaboração de ações de *Lean Construction* deve ser, portanto, realizado de acordo com a metodologia apresentada na Tabela 3, e constitui a ação (*act*) do planejamento do serviço de terraplenagem. As ações que serão utilizadas posteriormente na execução do projeto realimentam a etapa de definição do escopo, de modo a adaptá-lo às práticas de *Lean Construction* e, portanto, fechando o ciclo de melhoria contínua do planejamento.

Após tantos ciclos quantos se fizerem necessário na fase de planejamento, inicia-se a aplicação do ciclo PDCA para a execução do serviço através do planejamento das ações que serão utilizadas durante a obra. Este novo planejamento pode ser realizado com auxílio de cronogramas, visando a pré-alocação de recursos de acordo com a necessidade em campo.

Na próxima etapa, é iniciada a execução do serviço de terraplenagem, considerando todo o planejamento realizado nos procedimentos anteriores. Concomitantemente à execução, deve ser calculada a produtividade real dos equipamentos, cujo valor será utilizado para comparação na etapa de checagem. A comparação entre os valores teóricos e reais da produtividade de cada equipamento é então feita utilizando-se o banco de dados de produtividade. Com isso, o responsável pela execução terá uma visão do andamento da obra, de tal modo que medidas devem ser tomadas caso se verifique baixa produtividade. Simultaneamente, deve ser identificada a existência de práticas de *Lean Construction*, bem como a possibilidade de adotar novas ações, de acordo com o procedimento da Tabela 3.

Com as análises realizadas na produtividade e na identificação das práticas de *Lean Construction*, são implementadas as práticas que se julgarem necessárias para o aumento da produtividade. De posse de tais práticas, é realizado novo planejamento das ações para o próximo lote, visando à melhoria contínua do processo de execução.

A fase de execução pode realimentar a fase de planejamento através das experiências vividas durante a execução do serviço e, então, se transformar em parâmetro importante no planejamento de novos projetos. Ao fim da execução de todo o projeto, o produto final é entregue. No caso de serviços de terraplenagem, o produto final pode ser um terreno preparado para receber uma futura construção ou uma pavimentação.

O sistema de gerenciamento proposto é, portanto, um sistema que visa ser prático e de uso simples. Devido à facilidade de uso e ao caráter direto das metodologias utilizadas, espera-se que o tempo de ciclo seja minimizado, de modo que a melhoria contínua dos processos seja a mais rápida possível.

Outra vantagem é a possibilidade de ampliação dos procedimentos adotados em todas as etapas, de acordo com a necessidade do projeto. O sistema é flexível e permite que procedimentos e ferramentas sejam adicionados ou substituídos. A utilização não se restringe a obras de terraplenagem, podendo compreender qualquer serviço em Engenharia Civil, como estruturas, instalações hidráulicas e elétricas, e várias outras possibilidades. O sistema é, portanto, adaptável aos diversos segmentos da construção civil.

5. CONCLUSÕES

Os modelos de gestão tais como *Lean Construction* e Engenharia Simultânea puderam ser avaliados através de um breve estudo de caso, percebendo-se que as metodologias discutidas permitem a identificação rápida das ações que são ou não exercidas durante a execução dos serviços de terraplenagem. Deste modo, a implementação de tais ações é fundamental para que se obtenham maiores produtividades.

O sistema de gerenciamento proposto possui uma metodologia simples, que abrange todas as etapas discutidas e sugere o uso das ferramentas apresentadas, considerando os conceitos de gestão da produtividade e *Lean Construction*. O sistema foi inicialmente construído para atender aos serviços de terraplenagem, porém demonstrou-se sua capacidade de utilização nas diversas áreas da Construção Civil.

Neste trabalho contou-se com um facilitador para analisar os processos, o banco de dados de produtividade dos equipamentos da Empresa X, recomenda-se que para melhor conhecimento do sistema como um todo, seja feito este banco de dados para cada caso que almeje a implantação de algum sistema de gerenciamento, tal como o proposto pela presente pesquisa. Essa ferramenta permite o acesso simples e rápido aos valores de produtividade de alguns tipos de equipamentos, sendo uma ferramenta potencial de expansão e de uso constante em planejamento e execução de obras de Engenharia Civil.

REFERÊNCIAS

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Manual de Custos Rodoviários. 3.ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Manual de implantação básica de rodovia. 3.ed. Rio de Janeiro: IPR, 2010. 617 p. (IPR. Publ. 742).

DA SILVA SOARES, Maria Edjane; JÚNIOR, Ernesto Ferreira Nobre. A PRODUTIVIDADE DE MOTONIVELADORAS E SUA APLICAÇÃO EM UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA O PLANEJAMENTO E A GESTÃO DE OBRAS DE TERRAPLENAGEM E DE PAVIMENTAÇÃO.

GUERRA, M. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. *Sistema de Gestão Integrada em construtoras de edifícios: como planejar e implantar um SGI*. São Paulo: PINI, 2010.

KOSKELA, L. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Expoo 2000, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408, 2000. 296 p.

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

KUREK, J.; PANDOLFO, A.; BRANDLI, L. L.; PANDOLFO, L. M.; ROJAS, J. W. J. *Diagnóstico para implantação dos princípios da construção enxuta*. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 4., 2005, Brasil.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. *Avaliação do nível de adoção da construção enxuta por meio de seus princípios*. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 6., 2009, Brasil.

MATTOS, A.D. *Planejamento e controle de obras*. São Paulo: PINI, 2010.

PERALTA, A. C. Um modelo do processo de edificações baseado na Engenharia Simultânea em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte. 2002. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

RICARDO, H. S.; CATALANI, G. *Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de rocha*. 3. ed.. São Paulo: PINI, 2007.

SILVA, A. T. S. P.; CALMON, J. L. Diagnóstico do processo de planejamento e controle da produção baseado nos princípios da construção enxuta: caso de uma empresa construtora capixaba. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 6, 2009, Brasil.

SOUZA, U. E. L. *Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil*. São Paulo: PINI, 2005.

SOUSA, Luiz Manoel; FALCÃO, Viviane Adriano. PLANEJAMENTO DE OBRAS DE TERRAPLENAGEM E PAVIMENTAÇÃO: UM MANUAL DE REFERÊNCIA, 2014.

SOARES, M. E. S. ; NOBRE JÚNIOR, E. F. A PRODUTIVIDADE DE MOTONIVELADORAS E SUA APLICAÇÃO EM UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA O PLANEJAMENTO E A GESTÃO DE OBRAS DE TERRAPLENAGEM E DE PAVIMENTAÇÃO. In: XXVII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2013, Belém. XXVII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2013

THOMAZ, E. Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo: PINI, 2001.