

LEAN CONSTRUCTION: O impacto da redução do tempo de ciclo

Vinicius Castro Berçanetti¹

José Aparecido Canova²

Luci Mercedes De Mori³

RESUMO

A aplicação dos princípios da Construção Enxuta pode fazer com que as empresas identifiquem melhorias em cada um dos processos da obra. Um dos onze princípios é a redução do tempo de ciclo. O presente trabalho tem como objetivo descrever a melhoria relativa à redução do tempo de ciclo no processo da atividade de execução de forro de gesso acartonado, em uma obra de um edifício de múltiplos pavimentos na cidade de Maringá-PR. A partir dos quantitativos de serviço, do plano de ataque do serviço no pavimento pelas equipes, do sequenciamento das atividades, de índices de produtividade definidos para as equipes formalizou-se um cronograma para a atividade, representando a forma como era conduzida a execução. Fez-se a análise do cronograma e se percebeu que o tempo de ciclo estava acima do necessário para que a empresa finalizasse a atividade sem atrasos. Propôs-se um novo cronograma com um tempo de ciclo reduzido a partir da inserção de mais um profissional para que as tarefas passassem a ter o mesmo *takt-time*. Tal redução no tempo de ciclo de três dias trouxe benefícios não só para a empresa construtora, mas também, para a empresa empreiteira. Implantada a melhoria ao processo, o tempo de ciclo de execução de cada pavimento passou a ser de seis dias, a construtora conseguiu reduzir em 86% o atraso previsto da atividade, já a empreiteira aumentou o seu lucro mensal em 180%.

Palavras-chave: Forro de gesso acartonado. Construção Enxuta. Programação da produção.

¹ Eng. de Produção, Especialista em Construção Civil, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Curso de Especialização em Construção Civil, vcb.bercanetti@gmail.com

² Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, jacanova@uem.br

³ Prof^a. Dr^a., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Immori@uem.br

1. INTRODUÇÃO

Aumento dos juros, restrição no crédito, desemprego em todos os níveis, escândalos e recessão fez com que o mercado brasileiro da construção civil passasse por uma crise sem precedentes nos últimos anos. Agora, mais do que nunca, é o momento de as construtoras reduzir os custos e investir em planejamento e produtividade para garantir a lucratividade e manter o faturamento ativo, fazendo-se mais, com menos.

De acordo com Mattos (2010), a indústria da construção civil vem enfrentado algumas ameaças, tais como: escassez de financiamentos, concorrência acirrada, mão de obra desqualificada, entre outras. Logo, torna-se crescente a necessidade das empresas construtoras desenvolverem seu objetivo em busca de maior produtividade e qualidade, conseqüentemente, maior competitividade no mercado.

É nesse contexto que se observa a importância de uma filosofia de gestão que, quando aplicada no setor da Construção Civil, é denominada *Lean Construction* ou Construção Enxuta. De maneira bastante simplificada, Heineck et al. (2009, p. 10) resume a visão de tal corrente teórica como sendo “construir com a metade dos recursos, na metade do tempo, sem desperdícios e com o dobro da satisfação dos clientes, operários e empresários”.

A filosofia da construção enxuta foi desenvolvida por meio da adaptação dos conceitos da produção enxuta para a indústria da construção civil, realizada por Koskela no ano de 1992. Trata-se de uma filosofia de produção que buscou exemplos nas atividades práticas da indústria e foi transmitida para os canteiros de obras, mantendo-se o modo enxuto de se pensar e agir (JUNQUEIRA, 2006).

Koskela (1992) define o modelo tradicional de produção na construção civil como um conjunto de atividades de conversão que transformam insumos em produtos final, ou intermediários. Já a *Lean Construction*, assume que um processo consiste em um fluxo de materiais e informações, desde a matéria-prima até o produto final, composto por movimentação, espera, processamento e inspeção, conforme se ilustra na Figura 1.

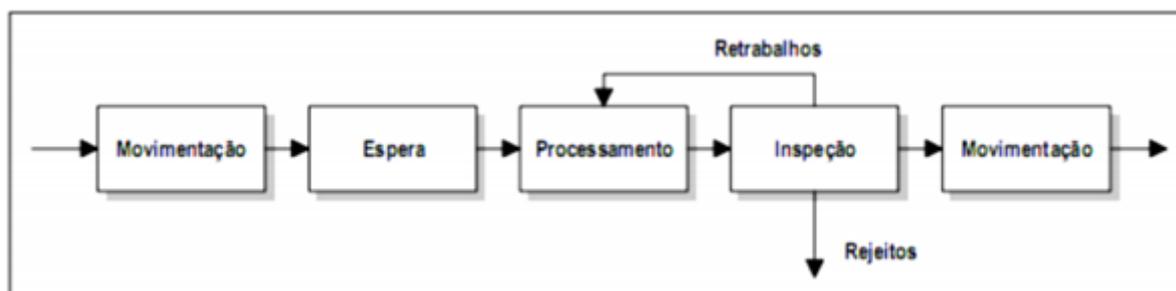


Figura 1 – Modelo de processo na *Lean Construction*

Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

De acordo com o autor, movimento, espera e inspeção (ainda com possíveis rejeitos e retrabalhos) são atividades que não agregam valor ao produto final, logo, são denominadas atividades de fluxo. Já as atividades de processamento deverão transformar as matérias-primas e componentes nos produtos demandados pelos clientes, portanto, são atividades que agregam valor.

Para Koskela (1992), a construção enxuta possui, pelo menos, dois focos que a diferenciam da filosofia de produção convencional. Um deles é sobre perdas e sua redução, o tempo e dinheiro perdidos quando materiais e informações são ineficientes. O outro foco é no gerenciamento dos

fluxos e, para isso, se evidencia o gerenciamento dos fluxos com o processo de produção.

Seguindo uma tendência da manufatura, o novo desafio é reconceituar construção como fluxo. O ponto de partida é a manufatura no modo de pensar, logo, sugere-se que os fluxos de informações, de materiais e de trabalhos sejam identificados e medidos em termos de suas perdas internas, duração e valor de saída (KOSKELA, 1992).

Para o autor, a construção civil deve considerar, prioritariamente, os desejos de seus clientes, procurando evitar a variabilidade e os desperdícios na produção. Deverá haver a simplificação dos processos por meio da diminuição de suas partes e da redução das etapas dos fluxos de materiais e informações, sem prejudicar a produção. Com o objetivo de facilitar a implantação da filosofia, o autor apresenta onze princípios para a gestão de processos nos canteiros de obras:

1. Reduzir atividades que não agregam valor;
2. Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes;
3. Reduzir a variabilidade;
4. Reduzir o tempo do ciclo de produção;
5. Simplificar através da redução do número de passos ou partes;
6. Aumentar a flexibilidade de saída do produto;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Focar no controle de todo o processo;
9. Introduzir melhoria contínua no processo;
10. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
11. Realizar *benchmarking* (referências de ponta).

Em se tratando da aplicação do quarto princípio especificamente, reduzir o tempo de ciclo de produção, ele está fortemente relacionado à necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo.

Segundo Formoso (2000), o tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos necessários para produzir um determinado produto. Ou seja, se refere ao tempo necessário para que a matéria-prima passe por todo processo produtivo, englobando os tempos de processamento, inspeção, espera e transporte.

Reduzir esse tempo é fundamental, visto que permite uma entrega mais rápida do produto final ao cliente, diminui a necessidade de previsões e planejamentos futuros e torna o processo mais simples de ser acompanhado, visto que ele se torna mais rápido (KOSKELA, 1992). Para tanto, no contexto da Construção Civil, estratégias como reconfigurar o canteiro de obras, sincronizar os fluxos, de forma a diminuir tempos ociosos e de esperas, além de prevenir incidentes que possam atrasar ou mesmo interromper o ciclo produtivo são altamente importantes.

Para Bernardes (2003), o planejamento de médio prazo, aliado ao ritmo das equipes de produção, é um instrumento potencial para que o fluxo seja analisado na busca da sincronização. No nível de curto prazo, as ações destinadas à proteção para a produção, possibilitam a continuidade das operações no canteiro, diminuindo a variabilidade e seu consequente tempo de ciclo.

Portanto, é nesse cenário que a presente pesquisa se faz importante, uma vez que objetiva descrever a melhoria relativa a tempo de ciclo no processo da atividade de execução de forro de gesso acartonado, o qual foi realizado em uma obra de um edifício de múltiplos pavimentos na cidade de Maringá-PR.

2. MÉTODO

O presente trabalho foi realizado entre os meses de abril a julho de 2016 em uma obra de um edifício residencial localizado na cidade de Maringá-PR. O empreendimento possui vinte pavimentos, sendo dezesseis pavimentos tipo com quatro apartamentos cada. Totaliza uma área de 16.168,68 m² de construção com 66 apartamentos, seu término está previsto para abril de 2017.

Como o objetivo deste estudo foi de identificar e sugerir melhorias ao processo da atividade de forro de gesso, foi levantada a área de forro de gesso acartonado a ser executada em projeto, com o auxílio do *software* “AutoCAD”, de cada ambiente de cada um dos quatro tipos de apartamento do pavimento tipo, e também, da área de acesso aos apartamentos por pavimento tipo. Tais dados foram utilizados para planejar as tarefas das equipes.

A empresa não possuía planejamento de curto prazo para a atividade, somente longo prazo, o qual definiu que a atividade de execução de gesso acartonado deveria ser executada em aproximadamente cinco meses.

Na obra em estudo, a atividade era desempenhada por uma empresa terceirizada a qual disponibilizou cinco colaboradores para a execução do forro de gesso acartonado no empreendimento.

Para se iniciar a análise do processo de produção do forro de gesso acartonado fez-se a observação *in loco* monitorando-se as equipes na execução da atividade em um pavimento tipo para se identificar como o processo estava ocorrendo.

Buscou-se também informações sobre dados de produtividade do trabalho de equipes semelhantes em obras similares junto a empresa construtora.

Considerando os quantitativos de serviços, as produtividades médias das equipes e o sequenciamento produtivo, a princípio se estabeleceu um cronograma de execução da atividade.

Fez-se a sua análise em termos de tempo de ciclo e o seu impacto no prazo de execução proposto para a atividade pela empresa e propuseram-se mudanças no processo visando sua melhoria. Tal proposta foi adotada pela empresa na execução do forro a partir do nono pavimento, momento no qual havia um atraso acumulado de 12 dias em relação ao plano de longo prazo estabelecido para a atividade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o procedimento da empresa construtora, a atividade de execução do forro de gesso é composta por três tarefas, são elas: estruturação, fixação das placas e acabamento.

A estruturação consiste em fixar os perfis de estruturação do forro de gesso acartonado em perímetros superiores das paredes e no teto, no nível e altura corretos, bem como a execução do suporte para o varal de teto, conforme Figura 2, na qual se ilustra a tarefa de estruturação já executada na Suíte 1 de um apartamento da obra em estudo.



Figura 2 – Estruturação do forro de gesso

Fonte: O Autor (2017)

A fixação das placas consiste em parafusá-las nos perfis estruturantes, niveladas e alinhadas, provendo a passagem da fiação elétrica por elas, de acordo com o projeto elétrico. Na Figura 3 se ilustra a tarefa de fixação de placas concluída na Suíte 1 de um apartamento da obra em estudo.



Figura 3 – Fixação das placas de gesso

Fonte: O Autor (2017)

O acabamento consiste em fixar fitas e passar massa nas juntas das placas, deixando-as prontas para a pintura. Na Figura 4 se ilustra a tarefa de acabamento em massa concluído na Suíte 1 de um apartamento da obra em estudo. Assim, a atividade está finalizada no ambiente.

A atividade analisada foi planejada para ser executada em, aproximadamente, cinco meses, portanto a duração da atividade de forro de gesso acartonado para cada pavimento tipo foi planejada para sete dias. Vale lembrar que ao término dos sete dias devem estar concluídas todas as tarefas referentes à atividade (estruturação, fixação de placas e acabamento) tanto dos apartamentos, quanto dos ambientes da área comum.



Figura 4 – Acabamento do forro de gesso

Fonte: O Autor (2017)

Os cinco profissionais alocados na atividade eram divididos em três equipes, duas equipes formadas por dois colaboradores eram responsáveis pelas tarefas de estruturação e fixação das placas de gesso (Equipe 1 e Equipe 2). A outra equipe, composta por apenas um colaborador, era responsável por fazer todo o acabamento (Equipe 3).

As equipes 1 e 2 realizavam as tarefas de estruturação e fixação das placas de gesso ao mesmo tempo, mas nunca trabalhavam no mesmo local, ou seja, logo que a atividade era iniciada no pavimento, uma delas iniciava o trabalho no apartamento 1, finalizando o apartamento, passava a execução do Hall Social 1 e, posteriormente, executava estruturação e fixação das placas de gesso do apartamento 4. A outra equipe, iniciava o trabalho pelo apartamento 2, logo após executava o Hall Social 2 e, por fim, o apartamento 3. A equipe que finalizasse primeiro as atividades a ela atribuídas, era responsável por executar o Hall de Serviço. Assim as tarefas de estruturação e fixação de placas eram concluídas quase que simultaneamente pelas equipes no pavimento, teoricamente.

A tarefa de acabamento se iniciava no pavimento assim que estivesse concluída a tarefa anterior em pelo menos metade de um apartamento. O profissional responsável iniciava por esse apartamento, e percorria o pavimento no sentido horário, ou seja, se iniciasse pelo apartamento 1, após sua conclusão, era executado, respectivamente: apartamento 2, Hall Social 2, apartamento 3, Hall de Serviço, apartamento 4 e, por fim, o Hall Social 1.

Com relação a índices de produtividade, através de dados armazenados de outras obras da empresa construtora, detectou-se que a produtividade média de uma equipe, composta por dois profissionais, para a execução das tarefas de estruturação e fixação de placas de gesso, gira em torno de 50 m² por dia. Já a produtividade de um profissional para executar o acabamento do forro de gesso fica em torno de 80 m² por dia.

Com o auxílio do *software* AutoCAD foi levantada a área de forro de gesso acartonado em projeto, de cada ambiente dos apartamentos, e também, da área comum de acesso aos apartamentos a ser executada, por pavimento tipo. A descrição de cada ambiente e suas respectivas áreas estão apresentados na Tabela 1.

A partir dos quantitativos de serviço, do plano de ataque do serviço no pavimento pelas equipes, do sequenciamento das atividades, de índices de produtividade definidos para as equipes e

da consideração de um *lead-time* de dois dias para início da tarefa de acabamento formalizou-se um cronograma para a atividade, apresentado na Figura 5, representando a forma como era conduzida a execução.

Tabela 1– Área dos ambientes

Ambientes	Área (m ²)			
	Apto 1	Apto 2	Apto 3	Apto 4
Suíte Master	17,25	17,25	17,25	17,25
BWC Master	7,27	7,27	7,27	7,27
Suíte 1	11,08	11,08	11,08	11,08
BWC 1	3,46	3,46	3,46	3,46
Suíte 2	9,32	9,32	9,32	9,32
BWC 2	3,72	3,72	3,72	3,72
Circulação	1,63	1,63	1,63	1,63
Estar/Jantar	27,99	27,99	27,99	33,12
Lavabo	2,32	2,32	2,32	2,32
Varanda	14,26	14,26	14,26	14,26
Cozinha	9,84	9,84	9,84	9,84
Área de Serviço	8,04	5,29	5,29	8,04
BWC Serviço	2,02	2,02	2,02	2,02
Laje Técnica	1,36	1,36	1,36	1,36
Subtotais	119,56	116,81	116,81	124,69
Área Comum	Área (m ²)			
Hall Social 1	7,02			
Hall Social 2	7,02			
Hall de Serviço	17,42			
Subtotal	31,46			
Total a ser executado por pavimento: 509,33 m²				

Fonte: O Autor (2017)

A quantidade diária a ser executada pelas equipes deveria seguir um sequenciamento físico entre os ambientes dentro de um apartamento e do pavimento, de modo que não ocorressem perdas por movimentação e transportes. Também, não se deveria iniciar alguma tarefa em um determinado elemento de produção e não ser finalizada. Ou seja, cada tarefa deveria ser iniciada e finalizada dentro de cada ambiente.

Analisando a Figura 5, percebe-se que o ciclo da atividade de forro de gesso acartonado que deveria ser executado em sete dias, está programado para ocorrer em nove dias, ou seja, dois de atraso por pavimento. Ao longo dos dezesseis pavimentos tipo que a obra possui, a atividade seria concluída com um atraso de 32 dias úteis, ou então, seis semanas.

As equipes que executam a estruturação e fixação das placas de gesso trabalham por seis dias no pavimento, e ainda podem contar com três dias de folga. Já a equipe que executa o acabamento finaliza a tarefa em sete dias trabalhados, sem folgas. Ou seja, caso o colaborador precisar se ausentar da obra por um dia, significará mais um dia de atraso para a atividade. As folgas também podem ser usadas para refazer algum serviço que tenha sido reprovado pelo conferente de qualidade da obra.

Equipe	Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Equipe 1	Estruturação/Fix. Placas - Apto 1	█	█	█						
	Estruturação/Fix. Placas - Hall Soc. 1			█						
	Estruturação/Fix. Placas - Apto 4				█	█	█			
Equipe 2	Estruturação/Fix. Placas - Apto 2	█	█	█						
	Estruturação/Fix. Placas - Hall Soc. 2			█						
	Estruturação/Fix. Placas - Apto 3				█	█	█			
	Estruturação/Fix. Placas - Hall Serviço						█			
Equipe 3	Acabamento Apto 01			█	█					
	Acabamento- Hall Soc. 1									█
	Acabamento Apto 02				█	█				
	Acabamento- Hall Soc. 2					█				
	Acabamento Apto 03						█	█		
	Acabamento Apto 04								█	█
	Acabamento- Hall Serviço							█		

Figura 5 – Cronograma de execução do forro de gesso acartonado – Pavimento tipo

Fonte: O Autor (2017)

Ao término da execução da atividade de forro de gesso acartonado no oitavo pavimento tipo, a atividade já tinha acumulado 12 dias de atraso em relação ao cronograma executivo. Mantendo-se a mesma programação da produção, com nove dias de ciclo, ao término do último pavimento o atraso acumulado seria de 28 dias em relação à data de término planejada. Desse modo, propôs-se uma nova programação ser implantada no processo antes que se iniciasse o nono pavimento tipo a fim de se reduzir, ou eliminar, esse atraso.

3.1 Propostas de melhoria para a redução do tempo de ciclo

As três equipes estavam executando suas tarefas de acordo com média de produtividade definida pela construtora, logo, exigir uma maior produtividade das equipes não seria viável. As tarefas de estruturação e fixação de placas estavam sendo executadas de acordo com as quantidades programadas e finalizando a tarefa em seis dias, um dia a menos que o ciclo da atividade. Portanto concluiu-se que o problema estava na formatação da tarefa de acabamento.

Nos dados contidos na programação da produção, e no seu controle, observou-se que cada equipe produzia de maneira nivelada, ou seja, conseguia manter a produtividade diária constante. No entanto, não havia um nivelamento de produção entre as tarefas, ou seja, enquanto as equipes da tarefa de estruturação e fixação de placas executavam, em média, 50 m²/dia, o acabamentista executava na média de 80 m²/dia.

Essa diferença nas produtividades diárias, fez com que as Equipes 1 e 2 devessem abrir uma frente de trabalho grande para se dar início à tarefa de acabamento (Equipe 3). Por consequência,

existia a necessidade de um *lead-time* de dois dias, logo, uma programação com um ciclo de nove dias. Porém, esse cenário poderia ser mudado se as tarefas passassem a ter o mesmo *takt-time* (tempo necessário para se produzir uma parte do produto).

Assim, se a tarefa de acabamento passasse a ter o mesmo *takt-time* que as tarefas de estruturação e fixação de placas, não seria mais necessário um tempo de espera de dois dias, pois, o acabamentista poderia trabalhar junto com as outras equipes com um *lead-time* de algumas horas, tempo necessário para a primeira equipe executar as duas primeiras tarefas em um elemento de produção, Suíte Master, por exemplo.

Porém, para isso seria necessário que a empresa empreiteira disponibilizasse à obra mais um profissional para executar a tarefa de acabamento. Nessa nova configuração, os seis colaboradores ficariam divididos em duas equipes (Equipe A e Equipe B), cada uma composta por dois profissionais responsáveis pelas tarefas de estruturação e fixação de placas, e outro responsável pela tarefa de acabamento.

Nesse novo cenário, a programação da produção a partir do nono pavimento tipo passaria a ter uma duração de seis dias de ciclo, conforme apresentado na Figura 6.

Equipe	Atividade	1	2	3	4	5	6
Equipe A	Estruturação/Fix. Placas - Apto 1	■	■	■			
	Acabamento Apto 01	■	■	■			
	Estruturação/Fix. Placas - Hall Soc. 1			■			
	Acabamento- Hall Soc. 1			■			
	Estruturação/Fix. Placas - Apto 4				■	■	■
	Acabamento Apto 04				■	■	■
Equipe B	Estruturação/Fix. Placas - Apto 2	■	■	■			
	Acabamento Apto 02	■	■	■			
	Estruturação/Fix. Placas - Hall Soc. 2			■			
	Acabamento- Hall Soc. 2			■			
	Estruturação/Fix. Placas - Apto 3				■	■	■
	Acabamento Apto 03				■	■	■
	Estruturação/Fix. Placas - Hall Serviço						■
	Acabamento- Hall Serviço						■

Figura 6 – Novo cronograma de execução do forro de gesso acartonado – Pavimento tipo

Fonte: O Autor (2017)

Para que isso fosse possível a quantidade programada para a tarefa de acabamento é inferior à quantidade das tarefas de estruturação e fixação de placas no primeiro, segundo, quarto e quinto dia de ciclo. Isso se deve ao fato do *lead-time* da execução do primeiro ambiente para que o colaborador responsável pela tarefa de acabamento inicie seu trabalho.

3.2 Benefícios percebidos

A implantação desta melhoria poderia trazer benefícios tanto para a empresa construtora quanto para a empreiteira da atividade de forro de gesso. Em um primeiro momento, o proprietário da empresa prestadora de serviço foi contra a disponibilização de mais um colaborador para a obra. Porém, após a apresentação dos benefícios que traria a sua empresa, ele aceitou a proposta.

No cenário inicial, cada pavimento era concluído com nove dias de trabalho. A empresa construtora só disponibiliza o pagamento do serviço da atividade quando esta estiver 100% concluída no pavimento. Desse modo, em um mês, a empreiteira executava e recebia a quantia referente a dois pavimentos. No cenário proposto, a empresa empreiteira passaria a executar três pavimentos da atividade de forro de gesso por mês trabalhado.

Tem-se que a empresa empreiteira recebia R\$8.000,00 por pavimento executado. O custo de um colaborador, com gastos diretos, indiretos e impostos, era de R\$2.600,00. Então, no cenário inicial, seu faturamento era de R\$16.000,00 com um custo total de R\$13.000,00, tendo uma lucratividade de R\$3.000,00 mensais.

Com a implantação da melhoria, o faturamento da empresa empreiteira passaria a ser de R\$24.000,00 mensais, porém, seu custo total passaria a ser de R\$15.600,00, tendo uma lucratividade de R\$8.400,00 por mês.

A contratação de mais um colaborador acarretaria em 20% a mais no custo da empreiteira. No entanto, os benefícios decorrentes desta contratação seria um aumento de 50% na produtividade e no faturamento da empresa, gerando um aumento de 180% em sua lucratividade.

Enquanto o objetivo na implantação da melhoria à empresa empreiteira era de aumentar produtividade e lucratividade, para a empresa construtora o objetivo era de reduzir o atraso através da redução do tempo de ciclo da atividade, visto que esta já se encontrava doze dias de atraso em relação ao cronograma executivo da obra.

No cenário inicial, a duração programada da atividade era de nove dias. Com a melhoria implantada, a atividade passou a ser executada em seis dias, logo, uma redução de três dias. Porém, vale lembrar que a duração inicialmente planejada era de sete dias por pavimento. Desse modo, a redução do tempo de ciclo com a implantação da melhoria foi de apenas um dia em relação ao proposto pelo cronograma executivo.

A partir do controle das datas de início e de término real da atividade em cada pavimento, constatou-se que ocorreu um atraso final de quatro dias em relação a proposta inicial. Porém, caso não houvesse a implantação da melhoria, a atividade seria finalizada com vinte e oito dias de atraso, sendo assim, obteve-se uma redução de vinte e quatro dias no saldo de atraso da atividade.

Pode-se concluir, portanto, que a redução de três dias no tempo de ciclo alcançada pela implantação da redução do tempo de ciclo da atividade de forro de gesso acartonado proporcionou uma redução de 86% no saldo de atraso acumulado ao término da atividade.

4. CONCLUSÃO

Após a implantação da programação de produção com o novo tempo de ciclo, constatou-se que não houve sobrecarga de trabalho para os profissionais, pois nenhuma das equipes passou a produzir além da média estabelecida. Pelo contrário, os colaboradores responsáveis pela tarefa de acabamento passaram a produzir menos, porém, no mesmo *takt-time* das tarefas de estruturação e

fixação de placas de gesso. Tal nivelamento foi o que proporcionou a redução do tempo de ciclo da atividade.

Redução a qual se fazia necessária já que a atividade estava atrasada de acordo com o cronograma executivo da obra. Ao término da atividade no último pavimento tipo, em relação aos pavimentos que foram considerados, obteve-se uma redução de 86% nos dias atrasados do cenário inicial, restando apenas quatro dias. E não só houve benefícios para a empresa construtora visto que a empresa empreiteira passou a lucrar 180% a mais por mês após tal alteração.

Porém, tais benefícios poderiam ter sido ainda maiores se a programação e verificação da produção fossem realizados desde o primeiro pavimento tipo. Com a redução de um dia de ciclo desde o início, ao invés da atividade ser finalizada com quatro dias de atraso, esta seria concluída com dezesseis dias de antecedência em relação ao cronograma executivo da obra, possibilitando uma antecipação das atividades sucessoras.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

Formoso, C. T. **Lean Construction**: princípios básicos e exemplos. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

HEINECK, L. F. M. et al. **Introdução aos Conceitos Lean**: Visão Geral do Assunto. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2009. 104 p. 1 v. Coletânea Edificar Lean - construindo com o Lean Management.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da lean construction para redução dos custos de produção da casa 1.0[®]**. 2006. 146f. Dissertação (Especialização em Engenharia de Produção para Construção Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

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

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.