

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

REPERCUSSÃO DE DECISÕES GERENCIAIS NO PRAZO DE EXECUÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

SAFFARO, Fernanda A (1); FAZINGA, Wanessa R (2); SANTANA, Vinicius A (3)

(1) DCCI/Uel, email: saffaro@uel.br; (2) DCCI/Uel, email: wanessa@uel.br; (3) UEL, email: viniciussantana0493@gmail.com

RESUMO

A presença de variabilidade no processo produtivo da construção civil implica dificuldades para cumprir metas de planejamento e pode induzir a tomadas de decisão sem embasamento. Muitas dessas decisões ocorrem durante a execução das obras e exigem do gestor capacidade de articular variáveis diversas como tempo, custo, suprimentos, equipes e técnicas construtivas. Há, entretanto, pouca clareza sobre a repercussão das decisões no desempenho da produção. Este artigo tem como objetivo discutir a repercussão das decisões gerenciais no prazo de execução de um empreendimento. Foi realizado um estudo de caso em canteiro de edifício residencial, utilizando a técnica da linha de balanço para representar o planejamento da obra e registrar sua evolução real. A produção foi acompanhada por dezesseis semanas e os resultados evidenciaram que o planejamento de longo prazo era elaborado sem considerar a interface entre serviços subsequentes e decisões durante a execução também priorizavam cada serviço de maneira isolada. Além disso, houve tempos de ciclo variáveis e os dias em situação de espera no processo foram superiores aos dias de trabalho, causando atraso no conjunto de serviços observados. Esta espera foi superior a trinta dias na maioria dos pavimentos monitorados e os níveis de trabalho em progresso oscilaram fortemente.

Palavras-chave: Planejamento. *Lead time*. Linha de balanço.

ABSTRACT

The variability in the production process of construction implies difficulties to meet the goals scheduled and can also induce decision-making without foundation. Many of the decisions take place during the production phase and require the capacity to manage several variables such as time, cost, supplies, crews and construction techniques. Although, the impacts of the decisions taken on the performance are not so clear. The aim of this paper is to discuss the impacts of the management decisions on the delivery time of the project. A case study was carried out in a residential building site and the line of balance was the tool adopted to plan the production and also to register the actual progress of the tasks done. The production was monitored for sixteen weeks and the results pointed out that the master plan did not consider the interface between subsequent tasks. In the production phase, the decision taken also prioritise each task in isolation. In addition, there were variables cycle times and waiting days in the process causing delay in the set of tasks monitored. In most of

¹ SAFFARO, Fernanda A; FAZINGA, Wanessa R; SANTANA, Vinicius A. Repercussão de decisões gerenciais no prazo de execução de empreendimentos da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

the units (floors) monitored, this wait in the process was more than thirty days and work in progress levels fluctuated strongly.

Keywords: Planning. Lead time. Line of Balance

1 INTRODUÇÃO

As dificuldades impostas pela alta variabilidade nos processos produtivos na construção civil, bem como a falta de práticas formais de planejamento e controle da produção (PCP) são apontadas há bastante tempo na literatura (FORMOSO, 1991; BERNARDES, 2001; COELHO, 2003). Problemas relacionados ao cumprimento de prazos, custos e requisitos de qualidade persistem em decorrência de planos elaborados com base em informações pouco confiáveis, provenientes apenas da experiência dos gestores, da falta de retroalimentação dos planos com dados mensurados nos canteiros de obras e da postura dos profissionais em tomar decisões rapidamente no ambiente da obra, sem avaliação criteriosa ou contraste com os documentos de planejamento (BERNARDES, 2001).

A tomada de decisões está fortemente relacionada ao conceito de planejar e controlar a produção, porém, como citam Kim e Ballard (2000), previsões ou controle feitos sem reconhecer as relações de dependência entre atividades produzem resultados pouco confiáveis.

Tradicionalmente, a execução das obras tem início com o apoio de documentos como o orçamento e cronograma físico-financeiro, resultado de decisões iniciais que traduzem a expectativa da empresa em relação ao empreendimento. No entanto, Duarte e Cordeiro (2000) mencionam que pensar a fase de execução da obra apenas como assegurar a conformidade às decisões anteriores é um entendimento reducionista sobre a atuação do gestor do canteiro. Ao contrário, há diversas decisões ao longo da execução da obra, acerca de técnicas construtivas, uso do espaço físico, suprimentos e coordenação de equipes, sempre permeadas por limitações financeiras ou de tempo.

Há, portanto, uma problemática relacionada à necessidade de avaliar de maneira ampla a repercussão de decisões tomadas no decorrer da obra, especialmente nos aspectos de custos e prazos. Neste artigo, o objetivo é apontar a repercussão das decisões gerenciais no prazo de execução de uma edificação residencial de múltiplos pavimentos.

2 GESTÃO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO

A partir da publicação de Koskela (2000), as práticas de gestão nas empresas e canteiros de obras passaram a ser mais fortemente discutidas. Desde então, fica evidente a necessidade de um novo olhar sobre os processos produtivos na construção, abandonando o foco excessivo nas atividades de processamento e passando a avaliar com maior cuidado as ocorrências de transportes, inspeções e esperas durante a evolução da obra (ALVES, 2000; BERNARDES, 2001). Trata-se de compreender o Mecanismo da

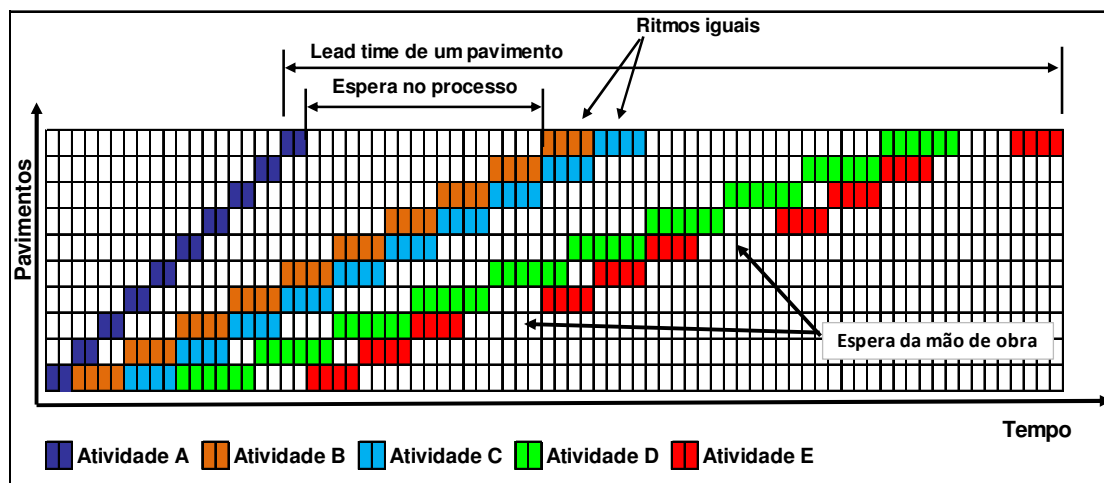
Função Produção (MFP), proposto por Shingo (1996) no contexto da produção enxuta e que poderia ser mais intensamente aproveitado na construção.

Entende-se que compreender corretamente o MFP é uma exigência para a tomada de decisões acertadas. Neste sentido, a existência de planos formais no início da obra pode facilitar a atuação dos gestores, tendo, ainda, maior efetividade quando os planos forem estruturados em função da hierarquia de longo, médio e curto prazo.

No planejamento de longo prazo, é delineado o cronograma da obra (sem grande detalhamento), identificadas parcerias comerciais, simulado o fluxo de caixa e programados os recursos de longo tempo de aquisição. Ao nível de médio prazo, são identificados os pré-requisitos para os serviços que serão executados no horizonte delimitado, providenciadas aquisições e contratações e organizados os fluxos de materiais e mão de obra pelo canteiro. Todas as atividades sem restrições para início poderão ser programadas no plano de curto prazo, definido semanalmente durante a evolução da obra e no qual cabe controle de cumprimento dos pacotes de trabalho planejados (BALLARD, 2000; BERNARDES, 2001; COELHO, 2003).

À sistemática de elaboração dos planos, diversos conceitos advindos da produção enxuta podem ser agregados, como produzir em pequenos lotes, manter ritmos sincronizados e constantes entre serviços e reduzir o *lead time* de produção (KOSKELA, 2000). Para Moura e Heineck (2014), a ferramenta de planejamento que melhor incorpora os conceitos de produção enxuta é a linha de balanço (LB), ilustrada na Figura 1. A LB representa graficamente a sequência de atividades de uma obra, em função do tempo e das unidades de repetição da edificação (pavimentos, casas).

Figura 1: Exemplo de linha de balanço



Fonte: adaptado de Moura e Heineck (2014)

A figura 1 ilustra que cada atividade é produzida segundo um determinado tempo de ciclo, que se refere à frequência com que sua parte do produto é entregue (ALVAREZ e ANTUNES JR, 2001). Como exemplo, a equipe

desenvolvendo a atividade “A” entrega seu produto (pavimento) a um tempo de ciclo de dois dias, sendo este o ritmo desta atividade. Exercer controle sobre o tempo de ciclo durante a execução visa reduzir os efeitos negativos da variabilidade.

A existência de tempos de ciclo naturalmente diferentes ou a variabilidade nestes tempos leva a produtos semiprocessados, ou trabalho em progresso (WIP), parados na linha de produção. Estes devem ser reduzidos, uma vez que consomem parte do *lead time*. O *lead time* é definido por Koskela (2000) como o tempo de atravessamento, ou seja, a soma dos tempos de processamento, transporte, inspeção e espera (produtos semi processados parados na linha).

Em uma situação ideal, denominada de fluxo contínuo de produção, todas as equipes responsáveis pelas atividades deveriam entregar seus produtos semiprocessados em ritmos constantes e iguais às equipes de produção à jusante (LIKER, 2005). Kim e Ballard (2000) afirmam que não considerar as necessidades à jusante e avaliar as atividades isoladamente resulta em um fluxo de produção não confiável, embora seja uma prática comum.

Frequentemente, o controle da produção nos canteiros tem foco nas variações de custo ou de prazo de cada atividade vista de maneira isolada. Kim e Ballard (2000) apontam que estes dois parâmetros conduzem as decisões dos gestores sobre a sequência entre atividades e alterações de ritmo. Pode haver, por exemplo, redução da capacidade de produção de uma equipe (alteração de ritmo) apenas para proporcionar aderência ao custo previsto, ou o gestor pode manipular a sequência entre atividades, autorizando início daquelas que tornem melhor seu desempenho imediato em relação a um cronograma, sem levar em conta o fluxo de produção à frente.

Em virtude da variabilidade nos ritmos ao longo da produção, é necessário o emprego de *buffers* que, segundo Gonzáles e Allarcón (2009), correspondem a folgas intencionais de tempo entre atividades. Durante este período de tempo, os produtos semiprocessados, denominados de trabalho em progresso (WIP), se acumulam na linha de produção e permitirão que as equipes se mantenham ativas (SHINGO, 1996). Entende-se que esta prioridade em manter a atuação contínua das equipes conduz a níveis mais altos de WIP, sendo esta uma característica dos planos traçados com a LB.

No entanto, conforme destacam Gonzáles e Allarcón (2009), *buffers* devem ser reduzidos à medida que se reduz a variabilidade, uma vez que durante este período não há agregação de valor ao produto. O desafio, conforme mencionam Isatto e Zuchetti (2014), em termos de gestão da produção é reduzir desperdícios em ambos os eixos do MFP (processos e operações). Para tanto, é preciso conciliar fluxo contínuo de produção, caracterizado pela baixa incidência de WIP, e continuidade no fluxo de trabalho das equipes (inexistência de ociosidade da mão de obra).

3 MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa se desenvolveu com um estudo de caso em canteiro de um edifício residencial de 18 pavimentos tipo na cidade de Londrina, PR.

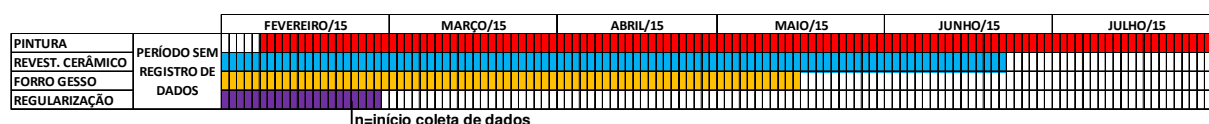
O primeiro procedimento de pesquisa foi analisar o cronograma de longo prazo da obra, elaborado com a técnica de Gantt, e transformar as informações de sequência e durações das atividades em uma LB, chamada então, de LB planejada. Em seguida, a produção no canteiro foi observada diariamente por, aproximadamente, 16 semanas, com o objetivo de registrar a sequência real de evolução das atividades, durações e decisões do gestor com relação à produção. Os serviços escolhidos foram: regularização de piso com argamassa, revestimentos cerâmicos de piso e parede, forro de gesso e pintura interna.

Com os dados da observação, foi elaborada a LB que traduzia a situação real, considerando que esta técnica de planejamento evidencia de maneira clara a dependência entre serviços, seus ritmos de execução e o trabalho em progresso (WIP). O contraste entre as duas linhas permitiu avaliar o impacto das decisões gerenciais no prazo dos serviços em questão.

4 ESTUDO DE CASO

Houve uma reunião inicial com o gestor do canteiro para apresentação dos conceitos envolvidos na pesquisa, uma vez que a técnica da LB não era utilizada na empresa. No canteiro havia apenas o cronograma de longo prazo traçado com a técnica de Gantt. A Figura 2 é um recorte deste cronograma para demonstrar somente os serviços investigados nesta pesquisa.

Figura 2: Cronograma de Gantt conforme documentos da empresa



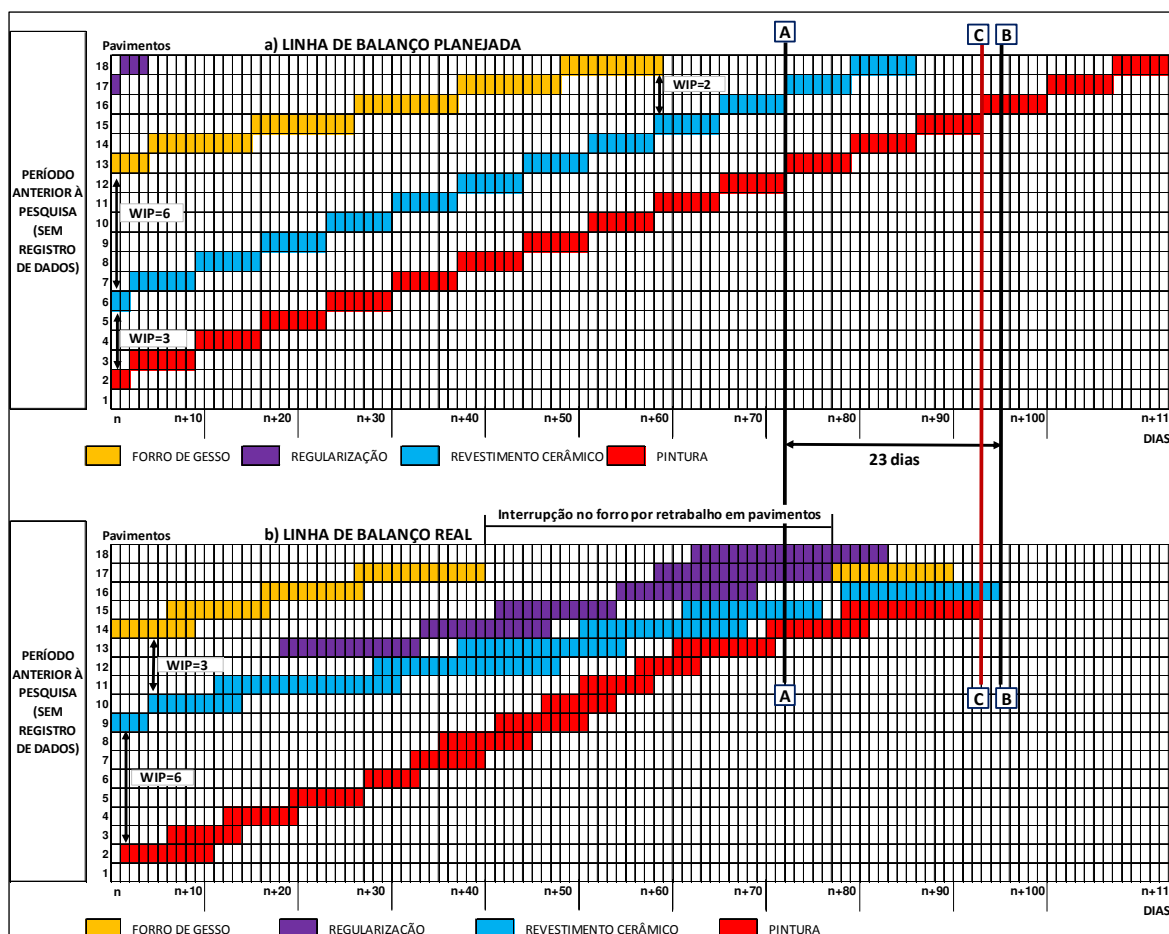
Como este gráfico não indica os pavimentos em execução, para encontrar o tempo de ciclo de cada serviço foi feito o seguinte raciocínio: se há 126 dias previstos para execução da pintura em 18 pavimentos, então o tempo de ciclo deve ser de 7 dias por pavimento, tendo início e fim conforme os limites indicados pela empresa no cronograma.

Seguindo este raciocínio para os 4 serviços investigados, as informações foram convertidas para um gráfico de LB, que passou a ser chamado de linha planeada. O primeiro dia do gráfico não se refere ao início do conjunto de serviços analisados, mas ao primeiro dia de observação dos pesquisadores no canteiro, sendo assim chamado de dia "n". Houve uma tentativa de resgatar informações anteriores no diário de obras, mas não

foram encontrados registros de início, tamanho da equipe ou durações para os serviços em questão. Assim, a linha de balanço da evolução real (Figura 3b) contém apenas informações efetivamente resultantes da observação dos pesquisadores no canteiro.

A LB planejada (Figura 3a) explicita que cada um dos serviços foi planejado com tempo de ciclo constante e com uma equipe alocada, ou seja, com um pavimento sendo totalmente concluído para dar início ao próximo. Para revestimento cerâmico e pintura, observa-se um mesmo tempo de ciclo, de sete dias, enquanto o forro de gesso teria um ciclo de onze dias. Quanto à regularização de piso, a previsão era de que ao iniciar o estudo, a mesma já estivesse praticamente concluída. Destacam-se, também, os valores elevados de *buffer* de tempo entre os serviços, como por exemplo, 40 dias entre o término do forro e início da cerâmica no 13º pavimento, ou, 21 dias entre o término da cerâmica e início da pintura no 6º pavimento. O gestor do canteiro não soube explicitar as premissas adotadas pela empresa ao elaborar o cronograma da obra, mas reconheceu que era uma prática frequente adotar *buffers* entre atividades para se proteger quanto ao atraso na compra de materiais que costumava acontecer. Sobre os valores dos *buffers* serem elevados, o gestor disse não ter um claro posicionamento a respeito.

Figura 3: Linha de balanço planejada versus real



Sobre o trabalho em progresso (*WIP*), nota-se um número constante planejado de três pavimentos de cerâmica à frente da pintura. Já com relação aos serviços de forro e cerâmica a quantidade de *WIP* seria variável, de seis a dois pavimentos, em função dos ritmos também diferentes de cada serviço.

Na LB real, a primeira constatação é de que os tempos de ciclo foram variáveis. O forro de gesso não permite uma análise fiel, pois no 14º pavimento não houve coleta completa do ciclo e no 17º pavimento houve um período de paralização, em decorrência de retrabalho em pavimentos anteriormente executados. Cabe apenas observar que o forro foi executado antes da regularização de piso, em sequência contrária à planejada. Quando questionado sobre esta inversão, o gestor relatou que ambos os serviços eram terceirizados a empresas empreiteiras. A empreiteira responsável pela regularização atendia outros canteiros e alegava, por um período, indisponibilidade de mão de obra. Por sua vez, a empreiteira responsável pelo forro estava disponível quando requisitada e, assim, o engenheiro decidiu autorizar o início do forro anteriormente à regularização. Entende-se que este comportamento confirma os apontamentos de Kim e Ballard (2000) sobre a manipulação de sequência e deliberações dos gestores sem análise do fluxo à jusante.

A regularização teve sua evolução bastante diferente da situação planejada, com tempos de ciclo até seis vezes superior. Não havia na obra uma programação formal para o tamanho da equipe alocada no serviço, tampouco estava registrado o número de trabalhadores previsto no planejamento, por isso a causa do desvio significativo no tempo de ciclo não foi compreendida. Ao negociar com a empresa empreiteira na ocasião do início da regularização, o gestor decidiu pela alocação de pedreiros em pavimentos simultâneos e chegou a ter 3 pavimentos em execução paralela. Mesmo com aumento do efetivo, a regularização terminou 79 dias após o planejado.

Os revestimentos cerâmicos tiveram início antecipado em relação ao planejado. No início da coleta de dados, a execução deveria estar no 6º pavimento, mas na realidade estava no 9º. O gestor argumentou que a equipe terceirizada estava disponível e que julgou ser vantajoso antecipar o início. Porém, o tempo de ciclo foi significativamente maior que o planejado, além de variável, de 10 a 20 dias. A mão de obra se sobrepôs em alguns pavimentos, não porque a equipe foi duplicada, mas porque alguns trabalhadores ficaram dedicados aos revestimentos de paredes e mudavam de pavimento antes dos demais que trabalhavam no piso.

A pintura estava ligeiramente atrasada quando o estudo iniciou. O 2º pavimento, por exemplo, deveria ser concluído no dia "n+2", mas terminou nove dias mais tarde. Os pintores trabalhavam simultaneamente em dois pavimentos e os tempos de ciclo foram bastante variáveis, porém menores que os ciclos de cerâmica (serviço precedente). Como consequência, o

buffer de tempo entre pintura e cerâmica foi sendo gradativamente consumido e os serviços se cruzariam em um mesmo pavimento. A partir do 13º pavimento, o gestor determinou a redução da equipe de pintura para evitar a sobreposição dos serviços. Esta foi uma decisão em resposta ao problema iminente, pois a diferença de ritmo não foi avaliada de maneira antecipada.

Entende-se que o excesso de WIP, de 6 pavimentos de cerâmica à frente da pintura (no período inicial deste estudo) pode ter levado a uma conclusão precipitada de que havia muita frente de trabalho a ser vencida pela pintura, incentivando a alocação de equipes em simultaneidade.

Estes relatos demonstram a evolução da produção de maneira bastante diversa em relação ao plano da obra e sem alcance de benefícios. É relevante destacar que, a partir do início da pesquisa, esperava-se que o gestor adotasse a LB como parâmetro de controle, mas este permaneceu utilizando o cronograma de Gantt.

O Quadro 1 ilustra os atrasos percebidos nos quatro serviços acompanhados, considerando sempre o último pavimento em que cada serviço foi concluído durante a coleta.

Quadro 1: Atraso nos serviços executados

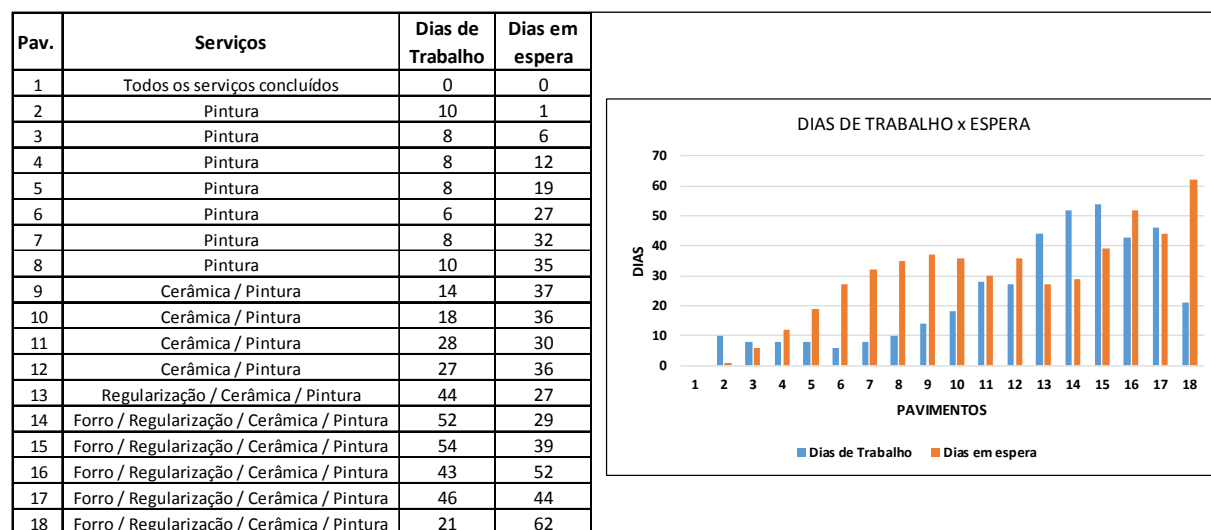
Serviço	Último pavimento concluído durante o estudo	Término planejado	Término Real	Dias de atraso
REGULARIZAÇÃO	18º	Dia n + 4	Dia n + 83	79
FORRO	17º	Dia n + 48	Dia n + 90	32
CERÂMICA	16º	Dia n + 72	Dia n + 95	23
PINTURA	15º	Dia n + 93	Dia n + 93	0

Fonte: os autores

Os revestimentos cerâmicos, por exemplo, tiveram início antecipado, mas quando concluídos no 16º pavimento (último pavimento registrado na coleta) já acumulavam um atraso de 23 dias, perceptível pelo contraste entre as barras “A” na Figura 3a e “B” na Figura 3b. Por sua vez, a pintura, quando concluída no 15º pavimento, estava compatível com o planejado em termos de prazo, como indica a barra “C” na Figura 3, porém, havia sido executada com equipe dupla de trabalhadores. Considerando que a partir da redução desta equipe de pintura no 13º pavimento, os ciclos se alongaram por volta de 11 dias, é razoável prever que a pintura também seria concluída com atraso em relação ao planejado.

Outro aspecto a considerar como consequência da negligência da interface entre os serviços foi a quantidade significativa de dias em que cada pavimento ficou em situação de espera, sem qualquer atividade em execução, como demonstra a Figura 4.

Figura 4: Relação entre dias de trabalho e de espera nos pavimentos



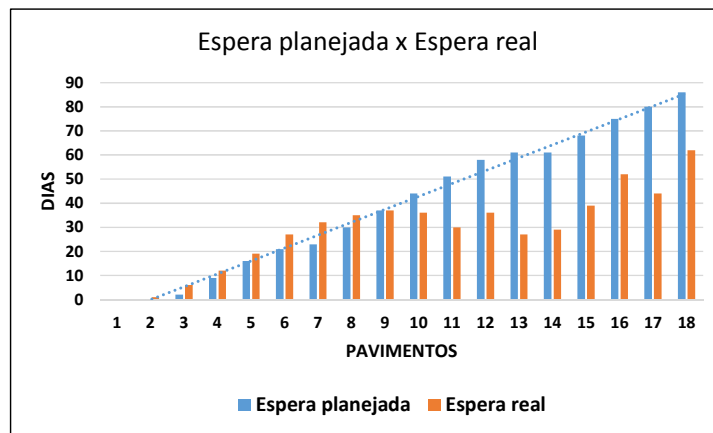
Fonte: os autores

Não é possível mensurar o *lead time* de cada pavimento porque em poucos deles houve a execução completa dos quatro serviços monitorados. No entanto, é relevante apontar que no período de 114 dias de observação, 11 pavimentos tiveram dias de espera em quantidade superior aos dias em que houve trabalho executado, conforme Figura 4. O descontrole sobre o ritmo de cada serviço na situação real da obra fez com que a maioria dos pavimentos, do 2º ao 12º, tivesse apenas um ou dois serviços em execução, apresentando a maior quantidade de espera. Em termos quantitativos, metade dos pavimentos apresentou espera real superior a 30 dias.

O planejamento feito com a técnica de Gantt não favorece a visualização da interferência que um serviço causa em seu predecessor em um mesmo pavimento. Já foi mencionado que o gestor reconhecia o *buffer* de tempo entre os serviços, mas não avaliava se os números eram exagerados. Por outro lado, não foi percebido um empenho em controlar os tempos de ciclo em favor das atividades à jusante, como recomenda Liker (2005).

A Figura 5 demonstra que a LB planejada previa quantidade ainda maior de dias de espera, sem que essa situação estivesse clara para o gestor da produção.

Figura 5: Relação entre dias de espera na situação planejada e real



Fonte: os autores

Em síntese, tanto as decisões de planejamento anteriores ao início da obra, quanto as decisões tomadas no decorrer da execução evidenciam pouco entendimento sobre o MFP ou sobre princípios voltados à redução de variabilidade.

5 CONCLUSÕES

Atendendo ao objetivo de apontar as repercussões de decisões gerenciais no prazo de execução da edificação, aponta-se os seguintes aspectos:

- Variabilidade generalizada, manifestando-se em termos de datas aleatórias de início dos serviços, tamanho das equipes e tempos de ciclo variáveis;
- Atrasos relevantes em pelo menos três dos quatro serviços observados;
- Dias de espera superiores aos dias de trabalho efetivo na maioria dos pavimentos da edificação;
- Esperas superiores a trinta dias na metade dos pavimentos observados.

Um maior conhecimento dos gestores sobre os conceitos de tempo de ciclo e fluxo contínuo de produção levaria a decisões mais assertivas, contrariando a percepção de que o início antecipado de um serviço ou sua execução em equipes duplicadas repercute em benefícios ao prazo da obra, pois este estudo evidenciou que esta percepção é equivocada.

Em função da forma de contratação praticada por esta empresa, remunerando empreiteiros por quantidade de serviço concluído, não havia preocupação com o aumento no número de trabalhadores alocados no canteiro. Este comportamento reflete decisões focadas apenas na adesão ao custo previsto, mas que negligenciam os demais impactos de um canteiro com grande efetivo de mão de obra.

Cabe destacar, ainda, que as decisões tomadas ao longo da obra eram reações imediatas às circunstâncias do canteiro, mas não pareciam ser decisões fundamentadas em conceitos de gestão. A empresa não praticava a hierarquia de planos, o que permitiria tratar, por exemplo, da indisponibilidade de empreiteiros desde o planejamento de médio prazo, visando proteger a produção das incertezas.

O gestor explicitava foco no controle de prazos, porém, mesmo tendo discutido a LB real com os pesquisadores não a inseriu em sua rotina. O conjunto de decisões tomadas no período da pesquisa não teve efetividade em reduzir a variabilidade dos ciclos de produção, reduzir WIP e garantir aderência aos prazos planejados.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.R; ANTUNES JUNIOR, J.A.V. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção.** Gestão & Produção. São Carlos. v.8, n.1, p. 1-18, 2001.

ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras:** proposta baseada em estudos de caso. 2000. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BALLARD, G. **The last planner system of production control.** 2000. Tese de doutorado. Birmingham: School of Civil Engineering. Faculty of Engineering. University of Birmingham. 2000.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção.** 2001. 291 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

COELHO, H.O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil.** 2003. 134 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: PPGECC, 2003.

DUARTE, F.G.C.M; CORDEIRO, C.V.V. **A etapa de execução da obra: um momento de decisões.** Produção, Rio de Janeiro. n.especial, p. 5-27, 2000.

FORMOSO, C.T. **A knowledge based framework for planning house building projects.** 1991. 341 f. Thesis (Ph.D) – Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford. Salford, 1991.

GONZÁLEZ, V.; ALARCÓN, L.F. **A methodology for integrated buffer design and management in repetitive construction projects.** In: Conference of the International Group for Lean Construction, 17., Taipei. Taiwan, 2009. Proceedings ... Taiwan, 2009. Disponível em <<http://www.iglc.net/>>. Acesso em: 19/04/16

ISATTO, E.L.; ZUCHETTI, M. Aplicação do mecanismo da função produção ao planejamento da produção seriada na construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2014.

KIM, Y; BALLARD, G. **Is the earned-value method an enemy of work flow?** In: Conferecne of the International Group for Lean Construction, 8. Brighton, UK, 2000. Proceedings ... Brighton, 2009. Disponível em <<http://www.iglc.net/>>. Acesso em: 19/04/16

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** 2000. 298 p. Tese (Doctor of Philosophy) - VTTTechnical Research Centre of Finland. Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota** – 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman. 2005

MOURAR.S.L.M.; HEINECK, L. F. M. **Linha de balanço:** síntese dos princípios de produção enxuta aplicados à programação de obras? In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2014.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** 2ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.