FERRAMENTAS VISUAIS PARA PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO HIERARQUIZADO[1]

ZANI, C., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: zani.carol@gmail.com; UTZIG, H., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: helena.utzig@ufrgs.br; ROCHA, C., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: cecilia.rocha@ufrgs.br

ABSTRACT

Construction is a process beyond the transformation of inputs into products. Considering the steps involved (processing, handling, inspection, and material waiting) there are waste generated in all stages, and it cannot be avoided. However, one way to minimize it is to plan and control construction. This paper aims to propose tools that improve the reliability of the planning, as well as to facilitate the communication of it to the users. This investigation was structured in four stages: (i) literature review; (ii) partnership with a construction company willing to implement lean production (iii) implementation of short, medium and long term planning; (iv) analysis of indicators and development of new tools. As a result, the proposed tools are: (i) indicator of unplanned but realized activities compared to the planned activities; (ii) chart of the reasons for non-compliance activities; (iii) layout drawing that shows the activities planned on the week; (iv) a method to develop the balance line for long-term planning.

Keywords*: Last Planner. Construction Planning. Waste reducing.*

1 INTRODUÇÃO

Uma obra envolve muitos desperdícios tais como espera de materiais, movimentações e inspeções (KOSKELA, 2000). Estes desperdícios ocorrem em todas as etapas construtivas e dificilmente podem ser evitados por completo. No Brasil, as perdas de materiais podem chegar até 8% e as financeiras até 30% (RODRIGUES, 2001). Uma das formas de reduzir o desperdício é através do Planejamento e Controle da Produção (PCP) (LAUFER; TUCKER, 1987) mediante o sistema *Last Planne*r (BALLARD, 2000) ou planejamento hierarquizado. Este método divide o planejamento em três horizontes de tempo – curto, médio e longo prazo – cujo grau de detalhe é variável, crescendo com a proximidade da implementação do plano. Esse estudo aplica o planejamento hierarquizado em uma empresa construtora de pequeno porte no sul do Brasil. Com base nas limitações identificadas, principalmente em relação à transparência do planejamento e avaliação da confiabilidade do mesmo, foram propostas ferramentas visuais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O PCP é listado como um dos fatores fundamentais para prover melhorias na produtividade e redução de desperdício (ARDITI, 1985). Segundo Laufer e Tucker (1987), planejamento é uma tomada de decisão realizada antes da

[1] ZANI, C.; UTZIG, H.; ROCHA, C. Ferramentas Visuais para Planejamento e Controle da Produção Hierarquizado. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

ação, visando realizá-la eficientemente. Através do sistema *Last Planner* de Ballard (2000), o planejamento torna-se amplamente utilizado no mundo (PORWAL ET AL., 2010). Vários casos de implementação indicam melhorias no tempo de entrega do projeto, produtividade, segurança e qualidade do trabalho (PORWAL ET AL., 2010). Court et al. (2009) reafirma as diversas melhorias ocorridas implementado o PCP: redução do trabalho em campo, menores riscos de segurança, melhora no bem-estar dos trabalhadores, diminuição do desperdício, além disso, em outro exemplo é relatado que a aplicação do sistema permitiu a entrega de uma obra duas semanas antes do cronograma (ALSEHAMI ET AL., 2009).

Por outro lado, o estudo de Friblick et al. (2009) sobre planejamento de produção envolvendo empresas construtoras sugere que as equipes de obra podem não estar familiarizadas com teorias e conceitos sobre planejamento. Além disso, o estudo mostra o desejo de envolver os trabalhadores e subcontratados nas atividades de planejamento. Assim, a falta de confiabilidade e a falta de comunicação aos usuários do planejamento pode ser um problema crítico no setor da construção civil. Desta forma, este artigo oferece ferramentas que auxiliam o planejamento ao mesmo tempo que ajudam no entendimento e compreensão do mesmo.

3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO HIERARQUIZADA (PCPH)

O planejamento e controle da produção hierarquizados é organizado em 3 horizontes de tempo descritos a seguir.

3.1 Curto prazo

O curto prazo define e quantifica as atividades a serem realizadas em obra, bem como as equipes responsáveis pelas mesmas. O PPC (Porcentagem de Pacotes Completos) (BALLARD, 2000) é a métrica utilizada para avaliar a confiabilidade do planejamento. Esta é calculada dividindo-se o número de tarefas concluídas pelo total de tarefas planejadas na semana (BALLARD; HOWELL, 1998).

3.2 Médio prazo

O médio prazo é realizado mensalmente e destaca-se pelo controle dos fluxos de trabalho entre as unidades de produção. Este plano faz um recorte de dois meses no planejamento de longo prazo, identificando e removendo restrições para as atividades no curto prazo (BALLARD, 2000).

3.3 Longo prazo

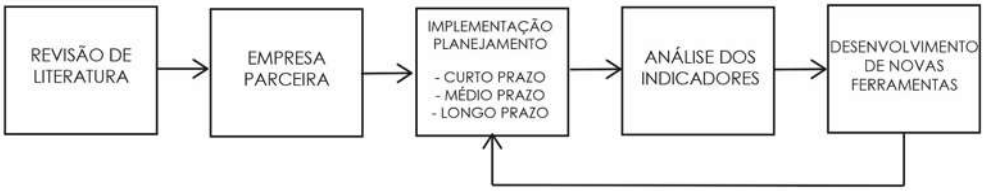
O longo prazo abrange todo o período de construção, definindo as macro etapas construtivas (pacotes de trabalho). A Linha de Balanço é uma técnica normalmente utilizada para o planejamento neste horizonte. Ela relaciona o tempo (e.g. semanas de obra) com o espaço (unidade padrão

de repetição, e.g. apartamentos) permitindo que se identifique onde cada pacote está sendo realizado a cada momento na obra (KEMMER, 2008).

4 MÉTODO DE PESQUISA

O trabalho foi desenvolvido em cinco etapas (Figura 1): revisão de literatura envolvendo conceitos e métodos de planejamento na construção, busca e identificação de empresa parceira, implementação do planejamento e controle da produção hierarquizado, análise dos indicadores e propostas de ferramentas visuais.

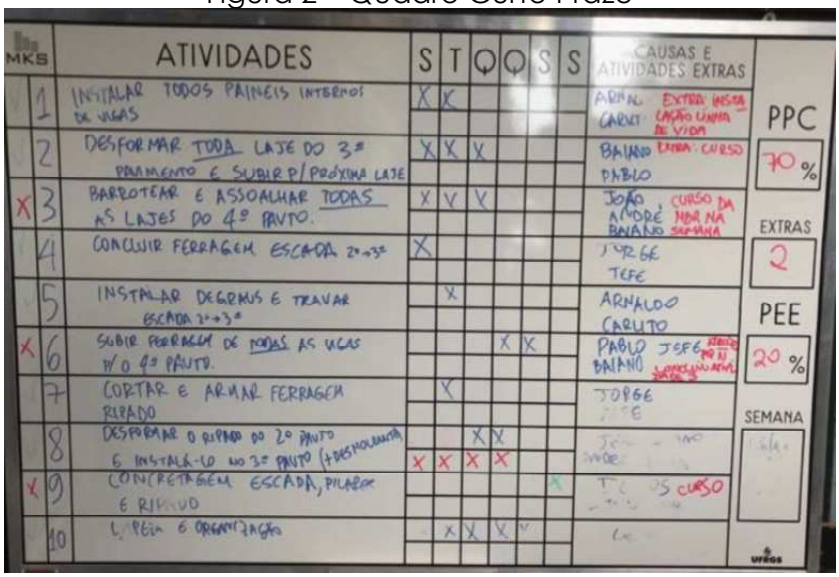
Figura 1 – Método de pesquisa



Fonte: Os autores

A implementação do planejamento ocorreu ao longo de sete meses. Antes da aplicação de cada plano foi ministrado um módulo teórico, abordando a filosofia da produção enxuta, bem como as ferramentas a serem utilizadas. A implementação do curto prazo durou 4 semanas e foi feita primeiramente pois é o horizonte de tempo mais tangível. Todas sextas-feiras ocorriam reuniões do curto prazo, com duração de 1h, na presença do engenheiro de produção e do mestre de obras. As atividades eram listadas e descritas em um quadro, indicando-se também o dia da semana para a realização destas, além da equipe responsável (Figura 2). Na semana seguinte, conferia-se as atividades realizadas *versus* planejadas, marcando um "*check*" para as atividades realizadas e um "x" para as atividades planejadas não cumpridas. No mesmo quadro eram levantadas as causas de não cumprimento, as atividades extras realizadas e o PPC.

Figura 2 – Quadro Curto Prazo



Fonte: Os autores

O próximo planejamento implementado foi o longo prazo, pois gera uma visão macro da obra. A etapa de longo prazo durou 12 semanas, sendo iniciada com a definição dos pacotes de trabalho para desenvolvimento da Linha de Balanço. Os pacotes foram agrupados por afinidade de tarefas, equipes ou espaço físico em obra e escritos com cores diferentes em papéis *post-it*. Após, organizou-se os *post-it* com os pacotes de trabalho na sequência em que eram realizados em obra (esquerda da Figura 3). Depois de definidos os pacotes de trabalho e a ordem de execução, se traçou um esboço da linha de balanço, com canetas coloridas e uma folha quadriculada (direita da Figura 3). Estabeleceu-se a unidade padrão de repetição (andares e apartamentos) e definiu-se o ritmo da obra, a reutilização das equipes e buffers de tempo. Essas informações foram depois transcritas para um *software* e a Linha de Balanço foi impressa e disposta em local visível.

Figura 3 – Pacotes de trabalho em post-it e linha de balanço



Fonte: Os autores

A implementação do médio prazo teve duração de 8 semanas. Este horizonte de tempo foi implementado por último por fazer a vinculação entre o longo e o curto prazo. A lógica do planejamento de médio prazo foi introduzida pela apresentação da planilha de remoção de restrições. Essas

restrições são identificadas em um recorte de 2 meses do plano de longo prazo afim de garantir a confiabilidade no curto prazo. Nesta planilha, a data limite para remoção das restrições e o responsável é preenchido. As reuniões foram realizadas duas vezes por mês, a primeira conferindo se as restrições das atividades do primeiro mês foram removidas e a segunda para determinar quais são as restrições dos próximos meses que devem ser analisadas.

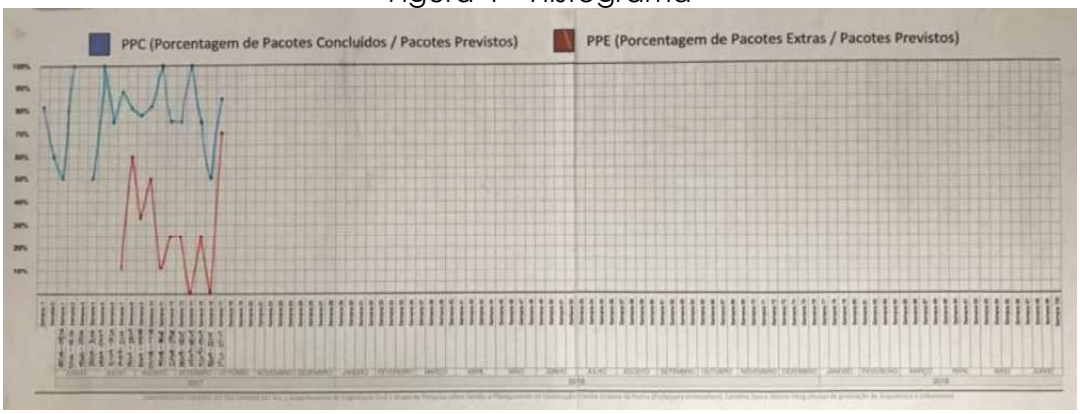
5 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E FERRAMENTAS PROPOSTAS

Durante a implementação do planejamento foram identificadas algumas limitações: (i) formalização de poucas atividades no plano de curto prazo visando manter um PPC alto, porém com a realização de atividades extras; (ii) atividades não descritas corretamente, tornando difícil a avaliação do seu cumprimento de forma integral (ou não); e (iii) atividades rotineiras tais como limpeza e organização não listadas no plano. Visando responder a estas limitações, foram propostas as seguintes ferramentas visuais:

(i) PPE (Porcentagem de Pacotes Extras) - indicador que mede as atividades realizadas, mas que não foram previstas no plano semanal (atividades extras) dividido pelas as atividades planejadas. É um mecanismo criado para auxiliar na formalização de todas as atividades no plano de curto prazo. O ideal é um PPE nulo (zero atividades extras em relação as atividades planejadas).

(ii) Histograma (figura 4) - gráfico com histórico do PPC e PPE. A relação desses indicadores (alto PPC *versus* baixo PPE) visa otimizar os dois indicadores e indica um bom planejamento. Quando havia apenas o PPC, havia uma tendência de planejar abaixo da capacidade da empresa, fazendo com que o plano de curto prazo e o PPC tivessem seus propósitos comprometidos.

Figura 4 – Histograma

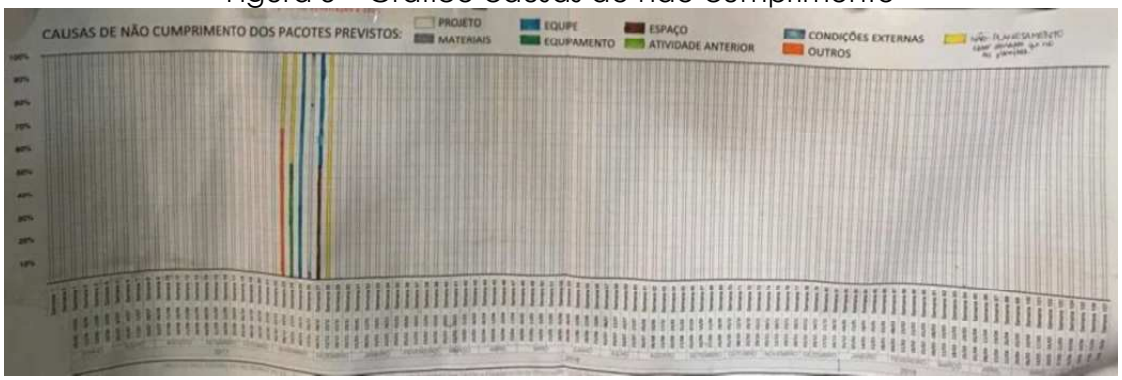


Fonte: Os autores

(iii) Gráfico de Causas de Não Cumprimento (Figura 5) – apresenta os motivos do PPC não atingir 100%, permitindo classificar a natureza das restrições não removidas. Esse gráfico resulta de estudos de PCP de Koskela (2000), Ballard (2000), cujas aplicações apresentam apenas resultados da última

semana e não uma visão geral da obra, o que é proposto nesse trabalho, visando também tornar visível a todos na obra o histórico das causas de não cumprimento. No eixo x dispõem-se as semanas de obra e no eixo y a porcentagem (0-100%). A causa de não cumprimento de uma atividade (projeto, equipe, espaço, condições externas, materiais, equipamento, atividade anterior, atividade não planejada e outros) é marcada no eixo x proporcionalmente com a cor correspondente, levando em consideração que o total de atividades não realizadas na semana é 100%.

Figura 5 – Gráfico causas de não cumprimento



Fonte: Os autores

(iv) Quadro Layout (Figura 6) - croqui do canteiro de obra utilizado para marcar as zonas de as atividades previstas/listadas no curto prazo. Por exemplo, a área da laje L1 referente a atividade "concretagem da laje 1 – L1" é delimitada/assinalada no quadro.

Figura 6 – Quadro Layout



Fonte: Os autores

No planejamento do longo prazo, a utilização de *post-it* e cores diferentes auxiliou na definição dos pacotes de trabalho e no sequenciamento dos mesmos. O uso de papel quadriculado e caneta para a criação da primeira versão da Linha de Balanço também foi importante pois possibilitou traçar hachuras e linhas para a marcação de pacotes de trabalho que ocorrem

simultaneamente no mesmo local. Já a transcrição deste plano para o *software* foi útil para o planejamento pelas (i) questões visuais; (ii) agilidade para analisar as informações e alterá-las ao longo do processo. Também foi estabelecido que seria construída uma linha de balanço separada para o acabamento de fachadas. Isto deve-se ao fato de que unidade padrão de repetição para as fachadas seria a extensão do equipamento para trabalho e serviços nas fachadas, enquanto que para os demais pacotes seriam os apartamentos.

6 CONCLUSÕES

No contexto da construção civil brasileira, nota-se que há necessidade da adoção de ferramentas visuais que facilitem a comunicação do planejamento a todos os envolvidos. Os métodos disponíveis na literatura, principalmente o Sistema *Last Planner* e o planejamento hierarquizado, são importantes aplicações do planejamento da construção civil. Entretanto, ambos podem ser complementados por ferramentas simples tais como o quadro layout, gráfico de causas de não cumprimento, gráfico PPC x PPE. Estas ferramentas auxiliam no planejamento nos diferentes horizontes de tempo a todos os envolvidos e podem contribuir na melhoria do planejamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da CAPES e do CNPq para realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALSEHAIMI, A.; TZORTZOPOULOS, P.; KOSKELA, L. Last Planner System: experiences From Pilot Implementation in The Middle East. Proceedings of 17th Annual Conference of the International Group of Lean Construction, Taiwan, 2009

ARDIT, D. Construction productivity improvement. **Journal of Construction Division**, ASCE 111, p. 1-14, 1985

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: An Essential Step in Production Control**. Technical report No. 97-, Construction Engineering and Management Program, Department of civil and Environmental Engineering, University of California, 1998.

BALLARD, Glenn. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Thesis (Doctor of Civil Engineering). Faculty of Engineering, University of Birmingham, 2000.

COURT, P.F., PASQUIRE, C.L.; GIBB, A.G.F. A lean and agile construction system as a set of countermeasures to improve health, safety and productivity in mechanical and electrical construction. **Lean Construction Journal**, p. 61-76., 2009.

FRIBLICK, F., OLSSON, V., RESLOW, J. Prospects for Implementing Last Planner in the Construction Industry. Proceedings of 17th Annual Conference of the International Group of Lean Construction, Taiwan, 2009.

KEMMER ET AL. Using the Line of Balance for production system design. Proceedings of 16th Annual Conference of the International Group of Lean Construction, UK, 2008.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Thesis (Doctor of Civil Engineering). Technical Research Centre of Finland, 2000.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction planning really doing its job? A critical explanation of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, United States, n. 5, p. 243-266, 1987.

PORWAL, V.; FERNÁNDEZ-SÓLIS, J.; LAVY, S. RYBKOWSKI, Z. Last Planner System Implementation Challenges. Proceedings of 18th Annual Conference of the International Group of Lean Construction, Israel, 2010.

RODRIGUES, M. Números do desperdício. **Revista Téchne – Tecnologia PINI**, edição 53. Agosto, 2001.