APLICAÇÃO DO SISTEMA LAST PLANNER EM EMPREENDIMENTOS COMPLEXOS DE REFORMA

Application of the Last Planner System to complex refurbishment projects

Douglas Comassetto Hamerski
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | douglas_hamerski@hotmail.com

Carlos Torres Formoso
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | formoso@ufrgs.br

Eduardo Luis Isatto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | isatto@ufrgs.br

RESUMO

O Sistema Last Planner (LPS) tem sido utilizado com sucesso em diversos países há mais de três décadas. Embora a necessidade de adaptar o LPS às particularidades de um empreendimento ou organização (e, consequentemente, a diferentes tipos de complexidade) seja reconhecida, há poucos casos documentados relacionados a empreendimentos complexos de reforma, os quais apresentam características de complexidade distintas em relação a outros tipos de empreendimentos. Esta investigação tem como objetivo propor um modelo de planejamento e controle baseado no LPS para a gestão de empreendimentos complexos de reforma. A abordagem metodológica adotada foi o Design Science Research, e um estudo empírico foi realizado em uma empresa de lojas de departamento no Brasil. A coleta de dados envolveu a análise de documentos, observação participante e entrevistas semiestruturadas. O principal resultado desta investigação é o modelo proposto que inclui práticas do LPS e de outras fontes (como o projeto do sistema de produção e ideias de planejamento baseado em localização) para lidar com as características de reformas complexas. Além disso, o modelo destaca a importância de realizar análises frequentes do status do sistema de produção no contexto estudado.

Palavras-chave: Sistema Last Planner; Adaptação; Empreendimentos complexos de reforma.

ABSTRACT

The Last Planner System (LPS) have been successfully used around the world for more than three decades. Although the need for adapting LPS to the specific needs of a project or organisation (and, consequently, to different types of complexity) is recognised, only a few cases are related to complex refurbishment projects, which have different types of complexity in relation to other types of projects. This investigation aims to propose a planning and control model based on the LPS for managing complex refurbishment projects. Design Science Research was used as the methodological approach, and an empirical study was carried out in a department store company in Brazil. Data collection involved document analysis, participant observation, and semi-structured interviews. The main outcome of this investigation is the model itself. This model includes practices from the LPS and also from other sources (e.g., production system design and location-based planning ideas) to deal with the characteristics of complex refurbishment projects. Moreover, the model highlights the importance of conducting frequent analyses of the production system status in the studied context.

Keywords: Last Planner System; Adaptation; Complex refurbishment projects.

1 INTRODUÇÃO

A abordagem tradicional de gestão de empreendimentos tem enfrentado críticas substanciais ao longo de várias décadas, sendo considerada inadequada para a complexidade da maioria dos empreendimentos de construção (Collyer *et al*., 2010; Laufer e Tucker, 1987). A complexidade é um conceito multidimensional (Saurin e Gonzalez, 2013), manifestando-se por meio de um grande número e diversidade de elementos interativos, como partes interessadas, atividades e componentes do produto bem como um alto grau de incerteza (Luo *et al*., 2017). Diferentes tipos de empreendimentos apresentam diferentes tipos de complexidade, o que desencadeia diferentes requisitos para sistemas de planejamento e controle.

Uma alternativa bem-sucedida é o Last Planner System (LPS) (Tzortzopoulos, Kagioglou e Koskela, 2020). O LPS é um método hierárquico e colaborativo de planejamento e controle da produção desenvolvido para lidar com a natureza complexa dos empreendimentos de construção (Ballard e Tommelein, 2021). Por exemplo, o LPS lida com a incerteza por meio de um processo hierárquico de planejamento e controle (Ballard e Tommelein, 2021).

Na indústria da construção, é uma prática comum adaptar sistemas de planejamento com base na complexidade do empreendimento, um processo também aplicável ao LPS (Hamerski *et al*., 2024). Por exemplo, Lerche *et al*. (2020) adaptaram o LPS para construção modular off-site de turbinas eólicas, e Nieto-Morote e Ruz-Vila (2012) o adaptaram para a construção de uma planta industrial do setor químico. No entanto, nem sempre essa adaptação é realizada de maneira sistemática considerando explicitamente os atributos de complexidade de cada caso. Além disso, há uma carência de estudos sobre a adaptação do método para empreendimentos complexos de reforma.

Esta investigação tem como objetivo propor um modelo de planejamento e controle baseado no LPS para a gestão de empreendimentos complexos de reforma. A investigação foi conduzida no contexto de um amplo programa de capacitação desenvolvido em uma empresa de lojas de departamento do Brasil, que possui um portfólio de mais de 60 empreendimentos por ano.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A abordagem metodológica adotada nesta investigação foi a Design Science Research (DSR). O artefato desenvolvido neste estudo é um modelo de planejamento e controle baseado no LPS, focado na gestão de empreendimentos complexos de reforma. Este modelo pode ser usado como referência para o desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle para empresas que operam em contextos semelhantes.

O artefato foi desenvolvido em um estudo empírico realizado em uma empresa de lojas de departamento focada na venda de vestuário (empresa A). Na época em que esta pesquisa foi desenvolvida, a empresa tinha 25 anos de existência, 385 lojas e mais de 20.000 funcionários.

O processo de pesquisa foi dividido em três fases: (i) análise das características de complexidade dos empreendimentos da empresa A; (ii) desenvolvimento do novo modelo de planejamento e controle; e (iii) implementação do novo modelo.

Dados qualitativos e quantitativos foram utilizados nesta pesquisa. A validade interna dos resultados da pesquisa beneficiou-se do uso de boas práticas de estudos de caso (Yin, 2013), como o uso de múltiplas fontes de evidência, sobreposição parcial entre a coleta e a análise de dados para permitir a identificação antecipada de dados ausentes ou imprecisos e uma revisão dos dados coletados por representantes da empresa.

O processo de pesquisa teve início com a análise das características de complexidade dos empreendimentos da empresa A. Entrevistas semiestruturadas foram realizadas com o coordenador da equipe de engenharia da empresa e com dois de seus gerentes de projeto. Observações participantes foram conduzidas em oito reuniões semanais da equipe de engenharia. Também foi analisado um conjunto de documentos, incluindo um mapa do processo de desenvolvimento do produto, uma apresentação com informações gerais dos empreendimentos — localização, área, custo estimado, contratos, lista de entregas, orçamentos e projetos de arquitetura e complementares. Além disso, foram realizadas observações diretas em três canteiros de obras distintos, com o objetivo de compreender suas características gerais.

Na segunda fase da pesquisa, foram realizadas seis reuniões com a equipe de engenharia para a elaboração do novo modelo de planejamento e controle. Nessas reuniões, foram definidos os elementos básicos do novo modelo (por exemplo, níveis de planejamento, principais mecanismos de integração, estratégias de controle) e desenvolvidos alguns novos templates (por exemplo, ferramentas de planejamento de médio e curto prazo).

Na terceira fase, o novo modelo de planejamento e controle foi implementado em três empreendimentos. Para cada empreendimento, foi realizada uma série de reuniões para desenvolver o PSP e implementar rotinas de planejamento de médio e curto prazo. O

Quadro 1 apresenta características gerais desses empreendimentos e o número de reuniões realizadas em cada caso.

Quadro 1: Breve descrição dos empreendimentos e reuniões realizadas

EMPREEND.	ÁREA (m²)	TIPO	LOCAL	DURAÇÃO ESTIMADA (dias)	Nº REUNIÕES PSP	Nº REUNIÕES MÉDIO PRAZO	Nº REUNIÕES CURTO PRAZO
1	1.063,00	Reforma comercial	Shopping center	120	6	13	14
2	1.402,00	Reforma comercial	Shopping center	120	7	14	17
3	2.027,00	Reforma comercial	Shopping center	90	7	12	12

Durante o processo de implementação, foram realizadas três reuniões com a equipe de engenharia para discutir resultados preliminares e fazer pequenos ajustes no novo modelo. Ao final dessa etapa, foi conduzido um último encontro para avaliar os principais aspectos positivos e negativos da intervenção realizada.

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DE COMPLEXIDADE DOS EMPREENDIMENTOS DA EMPRESA A

O modelo foi desenvolvido com base no tipo de complexidade presente nos empreendimentos da empresa A, conforme descrito a seguir:

(i) alto nível de incerteza: os locais onde as unidades eram construídas costumavam estar ocupados por outras lojas, o que dificultava a coleta de dados sobre as edificações existentes durante a fase de projeto. Diversos problemas surgiam após as atividades de demolição, uma questão comum em empreendimentos de reforma (Ranasinghe *et al*., 2021);

(ii) curto prazo de execução: os empreendimentos geralmente tinham duração de 90 ou 120 dias, o que resultava em processos fortemente acoplados. Essa característica, amplamente reconhecida como um indicativo de complexidade (Perrow, 1984; Xia e Chan, 2012), intensifica o impacto de eventos inesperados;

(iii) grande número de partes interessadas atuando em áreas relativamente pequenas: a diversidade e o elevado número de elementos (por exemplo, várias empresas executando diferentes processos) em proximidade física aumentavam a probabilidade de interações não antecipadas, uma característica conhecida de complexidade (Perrow, 1984);

(iv) recursos compartilhados com outros empreendimentos: alguns gerentes precisavam conduzir múltiplos empreendimentos simultaneamente, o que limitava o tempo dedicado a cada um deles. Essa situação gerava oportunidades para interdependências ocultas, um atributo de complexidade (Perrow, 1984); e

(v) influência significativa do ambiente externo: os empreendimentos estavam localizados em shoppings centers em operação, o que intensificava as interações com o ambiente externo — outro atributo-chave da complexidade (Cilliers, 1998).

3.2 DESCRIÇÃO DO MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

O modelo de planejamento e controle foi dividido em três níveis hierárquicos: (i) projeto do sistema de produção (PSP) e planejamento de longo prazo; (ii) planejamento de médio prazo; e (iii) planejamento de curto prazo. Diversos indicadores foram incluídos no modelo, como avanço físico (curva-S), desvio de prazo (milestones), índice de remoção de restrições (IRR), percentual de pacotes concluídos (PPC) e causas da não conclusão dos pacotes de trabalho.

Uma diferença clara entre este modelo e a versão original do LPS de Ballard e Howell (1998) está no nível de planejamento de longo prazo, no qual foram incorporadas ideias de PSP e planejamento baseado em localização. Na empresa A, o PSP incluía diferentes categorias de decisão: levantamento dos requisitos dos

stakeholders, divisão do projeto em zonas de trabalho, definição da sequência construtiva, estimativa da capacidade de produção e planejamento das operações logísticas e do layout. O plano de longo prazo era representado por uma linha de balanço e outras ferramentas visuais, a fim de facilitar a tomada de decisões durante as reuniões de planejamento.

O processo de planejamento tinha início com reuniões voltadas para o desenvolvimento do PSP. Dada a curta duração dos empreendimentos, a identificação e remoção de restrições era iniciada já nessas reuniões iniciais, especialmente no que se refere a itens de longo lead time. Ao final dessa etapa, era realizada uma reunião de planejamento de médio prazo, com um horizonte de planejamento correspondente à duração total dos empreendimentos. Após o início da execução, as reuniões de médio prazo passavam a ocorrer quinzenalmente, com horizonte de planejamento de um mês. As reuniões de planejamento de curto prazo ocorriam semanalmente. Ao final das reuniões de curto prazo, um tempo era dedicado à gestão de restrições emergentes. Cada reunião costumava durar entre uma e duas horas, promovendo a colaboração entre diferentes intervenientes.

3.3 RESULTADOS ALCANÇADOS COM O PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

A implementação do novo modelo aumentou a eficácia do processo de planejamento e controle, o que foi observado por meio de diferentes indicadores (Tabela 1). Os empreendimentos foram entregues no prazo. Um deles chegou a ser entregue 15 dias antes do prazo original. O PPC e o IRR permaneceram estáveis, próximos ou acima de 80%. Os sistemas de produção tornaram-se mais previsíveis. Os dados dos três empreendimentos — incluindo os indicadores de IRR, o número de restrições removidas em cada ciclo de planejamento e a inclusão da maioria dos pacotes de trabalho nos planos de curto prazo sem restrições — indicam que os sistemas de produção foram, em certa medida, protegidos da variabilidade a montante.

Tabela 1: Resumo de alguns indicadores dos empreendimentos

NÍVEL PLAN.	DETALHE	EMPREENDIMENTO 1	EMPREENDIMENTO 2	EMPREENDIMENTO 3
LONGO PRAZO	Desvio de prazo (dias)	0	0	-15
MÉDIO PRAZO	IRR médio (%)	90%	82%	85%
	Número médio de restrições a remover em cada ciclo	10	13	11
	Principais categorias de restrições	Projeto: 26% Materiais: 17% Mão de obra: 17%	Projeto: 31% Documentos: 18% Materiais: 15%	Projeto: 29% Materiais: 22% Mão de obra: 13%
CURTO PRAZO	PPC médio (%)	84%	76%	93%
	Principais categorias de causas	Planejamento: 49% Mão de obra: 23% Materiais: 14%	Causas externas: 29% Planejamento: 24% Mão de obra: 23%	Planejamento: 43% Projeto: 36% Mão de obra: 7%

Os participantes destacaram a descentralização e a colaboração como os principais benefícios das práticas implementadas. Eles também observaram que, com o uso das rotinas gerenciais propostas, os problemas emergentes foram identificados e eliminados com maior rapidez e passaram a ser gerenciados de forma mais simples do que antes do início do estudo.

4 DISCUSSÃO

A principal contribuição desta investigação é o modelo proposto, que se concentra em um contexto específico: empreendimentos complexos de reforma. O modelo combina ideias oriundas de diferentes abordagens, como o LPS (Ballard e Tommelein, 2021), o PSP (Schramm e Formoso, 2015) e o planejamento baseado em localização (Kenley e Seppänen, 2010). Essa combinação é relevante, considerando o movimento crescente na literatura de gerenciamento de projetos que aponta os sistemas híbridos como a estratégia mais adequada para gerenciar empreendimentos complexos (Mirzaei, Mabin e Zwikael, 2025).

O Quadro 2 apresenta uma lista de práticas que compõem o modelo proposto, bem como sua relevância para lidar com as características de empreendimentos complexos de reforma. Uma das diferenças deste estudo em relação a outros disponíveis na literatura é que abordamos de maneira explícita as características de complexidade do empreendimento para desenvolver um modelo de planejamento e controle adequado ao contexto analisado, discutindo de que maneira e por que determinadas práticas podem contribuir para lidar com essas características. O Quadro 2 também apresenta sugestões de possíveis adaptações para cada prática, o que pode favorecer sua aplicação em outros contextos. Mesmo dentro da categoria de

empreendimentos complexos de reforma, algumas características de complexidade podem se sobressair em determinados casos, o que reforça a necessidade de ajustar o modelo conforme as particularidades de cada empreendimento.

Quadro 2: Práticas de planejamento do modelo proposto e sua importância para empreendimentos complexos de reforma

CATEGORIA	PRÁTICA	IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA PARA LIDAR COM EMPREENDIMENTOS COMPLEXOS DE REFORMA	POSSÍVEIS ADAPTAÇÕES
Prática consolidada do LPS	Planejamento hierarquizado	Ajuda a lidar com a incerteza adiando algumas decisões até que as informações necessárias estejam disponíveis - os planos são gradualmente detalhados e ajustados de acordo com as condições no local	Os três níveis de planejamento podem ser subdivididos em subníveis: mais de um nível de médio prazo, mais de um nível de curto prazo
	Reuniões colaborativas	Ajuda a lidar com a incerteza por meio de diferentes habilidades e experiências pessoais	Os participantes de cada reunião de planejamento podem variar
	Uso sistemático de indicadores de processo e resultado	Apoia a identificação de variações no desempenho para então fazer ajustes - os ciclos de controle devem ser curtos para permitir ações oportunas para evitar paralisações	Os indicadores utilizados podem variar: PPC, causas de não conclusão dos pacotes de trabalho, índice de remoção de restrições, desvio de tempo
	Uso de dispositivos visuais para compartilhamento de informações	Apoia a identificação de variações no desempenho para então fazer ajustes	Os dispositivos visuais utilizados podem variar: dashboards, trajetórias que as equipes devem seguir, layout
	Underload resources para aumentar a confiabilidade do sistema de planejamento	Ajuda a lidar com a incerteza por meio de buffers de tempo (por exemplo, adicionando dias para processos com alta variabilidade)	Esta estratégia pode ser utilizada em diferentes níveis de planejamento: longo, médio e curto prazo. Os critérios para definir os processos em que serão adicionados buffers de tempo podem variar
	Identificação e remoção sistemática de restrições	Auxilia na antecipação de necessidades e oportunidades em relação aos recursos (deve iniciar durante o PSP)	A identificação e remoção de restrições podem ser feitas por pessoas diferentes, em momentos diferentes e de maneiras diferentes
	Uso de pacotes de trabalho reserva no planejamento de curto prazo	Oferece suporte para lidar com a incerteza por meio de um plano de contingência	Os critérios para escolher os pacotes de trabalho reserva podem variar
	Identificação e eliminação sistemática das causas dos problemas	Apoia o processo de aprendizagem com base em coisas que deram errado	Diferentes técnicas podem ser utilizadas para identificar as causas dos problemas — Ishikawa, Cinco Porquês e Diagrama de Pareto. Diferentes estratégias para implementar as oportunidades de melhoria podem ser desenvolvidas
Prática que não faz parte do LPS	Projeto do sistema de produção	Oferece suporte para lidar com a incerteza por meio de um plano de contingência - no PSP, são desenvolvidos dois planos alternativos de longo prazo	As categorias de decisão do PSP podem variar
	Planejamento baseado em localização	Ajuda a lidar com a incerteza por meio de buffers de tempo bem projetados	Diferentes métodos podem ser usados para desenvolver o plano baseado em localização — linha de balanço, takt-time planning e short-interval planning. Os critérios para definir os processos nos quais serão adicionados buffers de tempo podem variar

Além das práticas descritas na tabela, alguns elementos do LPS foram ajustados para se adequar às especificidades do tipo de empreendimento analisado nesta pesquisa. Por exemplo, verificações redundantes foram implementadas para aumentar as chances de remoção das restrições dentro do prazo. Além disso, devido à curta duração dos empreendimentos, o plano de longo prazo apresentava um alto grau de detalhamento, e as reuniões de planejamento, especialmente as de médio prazo, eram realizadas com uma frequência maior do que o usual.

Cabe destacar ainda um aspecto particularmente relevante associado ao tipo de empreendimento explorado neste estudo: o curto prazo de entrega combinado com elevados níveis de incerteza. Essa combinação torna indispensável a realização de análises frequentes do status do sistema de produção. Isso é importante para que os problemas possam ser identificados de forma sistemática e rápida e ações possam ser tomadas em tempo hábil para evitar interrupções nos processos. Abordagens práticas para atender a esse requisito foram observadas nos empreendimentos estudados: realização frequente de diferentes reuniões de planejamento, análise frequente de indicadores de diferentes níveis de planejamento e uso de mecanismos de confirmação na gestão de restrições. A análise frequente do status do sistema de produção contribui para a aplicação do conceito de produção puxada, o qual traz diversos benefícios para a construção, incluindo a redução do trabalho em progresso e seus efeitos, como a ocultação de problemas (Hopp e Spearman, 2008).

5 CONCLUSÕES

Este estudo propõe um modelo de planejamento e controle baseado no LPS para a gestão de empreendimentos complexos de reforma. O modelo é baseado em conceitos fundamentais sobre o planejamento e controle de empreendimentos de construção, bem como em insights de um estudo empírico conduzido em uma empresa de loja de departamento.

Dois pontos importantes deste trabalho merecem destaque. Primeiro, reforça-se a necessidade de adaptar os métodos de gestão ao contexto em que são aplicados. Segundo, a análise frequente do status do sistema é particularmente importante para o contexto de reforma comercial complexa, em que há prazos muito curtos e altos níveis de incerteza.

Este trabalho identificou algumas oportunidades para o desenvolvimento de pesquisas futuras. O modelo proposto pode ser implementado em uma amostra maior de empreendimentos, incluindo a análise de impactos nos resultados. Consequentemente, o modelo pode evoluir, e novas relações entre suas práticas podem surgir, considerando tanto as relações já existentes quanto a possibilidade de introdução de novas práticas. Além disso, o modelo pode ser testado em contextos semelhantes ao investigado, gerando outros insights. Outra oportunidade para estudos futuros é a criação de um novo modelo, baseado nos mesmos fundamentos e contexto, mas focado na gestão do processo de projeto.

REFERÊNCIAS

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, 1998.

BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. **2020 Current Process Benchmark for the Last Planner® System of Project Planning and Control Project Production Systems Laboratory (P2SL)**. Berkeley, California, USA.

CILLIERS, P. **Complexity and Postmodernism: understanding complex systems**. London: Routledge, 1998.

COLLYER, S. *et al.* Aim, Fire, Aim — Project Planning Styles in Dynamic Environments. **Project Management Journal**, v. 41, n. 4, p. 108–121, 2010.

HAMERSKI, D. C. *et al.* The Last Planner System as an Emergent Production Planning and Control Method: The Role of Multiple Representations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 150, n. 11, p. 04024155, 2024.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics**. 3. ed. Waveland Press, Inc, 2008.

KENLEY, R.; SEPPÄNEN, O. **Location-Based Management for Construction: Planning, scheduling and control**. Spon Press, 2010.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v. 5, n. 3, p. 243–266, 1987.

LERCHE, J. *et al.* Application of Last Planner System to Modular Offshore Wind Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 146, n. 11, 2020.

LUO, L. *et al.* Investigating the Relationship between Project Complexity and Success in Complex Construction Projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 33, n. 2, 2017.

MIRZAEI, M.; MABIN, V. J.; ZWIKAEL, O. Customising Hybrid project management methodologies. **Production Planning and Control**, v. 36, n. 9, p. 1188–1205, 2025.

NIETO-MOROTE, A.; RUZ-VILA, F. Last Planner Control System Applied to a Chemical Plant Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 2, p. 287–293, 2012.

PERROW, C. **Normal accidents: Living with high risk technologies**. Princeton: Princeton University Press, 1984.

RANASINGHE, U. *et al.* Conceptualising project uncertainty in the context of building refurbishment safety: A systematic review. **Buildings**, v. 11, n. 3, p. 1–15, 2021.

SAURIN, T. A.; GONZALEZ, S. S. Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of a sociotechnical system: Case study of a control room in an oil refinery. **Applied Ergonomics**, v. 44, n. 5, p. 811–823, 2013.

SCHRAMM, F. K.; FORMOSO, C. T. Projeto de sistemas de produção na construção civil empregando simulação no apoio à tomada de decisão. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 4, p. 165–182, 2015.

TZORTZOPOULOS, P.; KAGIOGLOU, M.; KOSKELA, L. **Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers**. Abingdon: Routledge, 2020.

XIA, B.; CHAN, A. P. C. Measuring complexity for building projects: A Delphi study. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 1, p. 7–24, 2012.

YIN, R. K. Validity and generalization in future case study evaluations. **Evaluation**, v. 19, n. 3, p. 321–332, 2013.