ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Desempenho resiliente na gestão do processo de projeto: um estudo de caso sobre o papel do Sistema Last Planner

Resilient performance in design management: a case study on the role of the Last Planner System

Douglas Comassetto Hamerski
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | douglas_hamerski@hotmail.com
Carlos Torres Formoso
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | formoso@ufrgs.br
Eduardo Luis Isatto
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | isatto@ufrgs.br
Tarcisio Abreu Saurin
UFRGS | Cidade | Brasil | saurin@ufrgs.br

Resumo

Apesar de o Sistema Last Planner (SLP) contribuir para o desempenho resiliente (DR) de empreendimentos de construção, estudos anteriores não investigaram como o método pode apoiar o DR no processo de projeto. Para preencher essa lacuna, foi realizado um estudo de caso em uma empresa do setor varejista que desenvolve vários empreendimentos anualmente. A implementação do SLP foi analisada à luz de sete princípios para o projeto de sistemas resilientes. As fontes de evidência para esta análise incluíram documentos, entrevistas semiestruturadas, observação participante e dados secundários. Os resultados apontaram para a existência de algumas práticas de natureza distinta daquelas encontradas em estudos sobre o tema na produção. Ainda assim, alguns padrões repetiram-se: o SLP foi combinado com outras práticas formais e informais. Isso significa que o método contribui para o DR do processo de projeto, mas deve ser complementado de alguma maneira, considerando o contexto específico no qual ele é aplicado. Este estudo também sugere quais práticas do SLP devem ser apoiadas e enfatizadas na gestão do processo de projeto de empreendimentos de construção complexos.

Palavras-chave: Desempenho resiliente. Gestão do processo de projeto. Sistema Last Planner.

Abstract

Although the Last Planner System (LPS) contributes to construction projects' resilient performance (RP), previous studies have not investigated how the method can support RP in the design process. To address this gap, a case study was carried out in a department store company that develops several projects annually. The implementation of LPS was analysed in light of seven principles for the design of resilient systems. The sources of evidence for this analysis

Como citar:
HAMERSKI, D.; FORMOSO, C.; ISATTO, E.; SAURIN, T. Desempenho resiliente na gestão do processo de projeto: um estudo de caso sobre o papel do Sistema Last Planner. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

involved documents, semi-structured interviews, participant observation and secondary data. The results pointed out the existence of some practices of a different nature from those found in studies about the theme in production. However, some patterns were repeated: LPS was combined with other formal and informal practices. This means that the method contributes to the RP of the design process but must be complemented in some way, considering the specific context in which it is applied. This study also suggests which LPS practices should be supported and emphasised when managing the design process of complex projects.

Keywords: Resilient performance. Design management. Last Planner System.

INTRODUÇÃO

Apesar de sua importância, o planejamento e o controle do processo de projeto na construção não recebem a devida atenção [1]. Os planos são frequentemente limitados a uma lista de entregáveis produzida no início do processo de projeto [2]. Além disso, os esforços de planejamento são frequentemente realizados de maneira informal [3]. Isso resulta em vários problemas, tais como dificuldade na coordenação entre diferentes disciplinas, falta de informação para completar tarefas e atrasos na entrega de informações aos processos a jusante [3].

As abordagens tradicionais de gestão de projetos tendem a ser ineficazes para a gestão do processo de projeto na construção [4]. As técnicas baseadas nessas abordagens não são capazes de lidar com a complexidade envolvida nos projetos de construção e com a natureza das tarefas de projeto [5]. O processo de projeto tem altos níveis de incerteza e muitas vezes envolve cadeias não lineares de interação entre diferentes intervenientes [6].

Uma alternativa para gerenciar este processo tem sido o uso do Sistema Last Planner [7, 8, 9]. O SLP é um método de planejamento e controle hierárquico e colaborativo, cujo sucesso é proveniente de seus princípios e práticas, que se adequam à natureza complexa de empreendimentos de construção [10]. Apesar das contribuições de estudos anteriores sobre o papel do SLP na gestão da complexidade [11, 12], a questão de como o SLP contribui para o desempenho resiliente (DR) não tem sido enfatizada. DR é a capacidade de um sistema sociotécnico ajustar o seu funcionamento antes, durante ou depois de mudanças e perturbações para manter as operações necessárias sob condições esperadas e inesperadas [13]. A necessidade de DR surge da crescente complexidade dos sistemas sociotécnicos [14, 15], como no caso de empreendimentos de construção. Isso ficou evidente recentemente pelos efeitos causados pela pandemia do coronavírus, incluindo atrasos na entrega de materiais, escassez de recursos, atrasos nas inspeções e na obtenção de licenças, e redução nas taxas de produtividade [16].

Alguns estudos exploraram as relações entre o SLP e o DR. [17] revelam que, embora o SLP contribua para o DR de empreendimentos de construção, ele deve ser complementado por outras práticas, sejam elas formais ou informais. Outro estudo concentrou-se no entendimento das lacunas entre as diferentes representações do SLP — por exemplo, entre o que deveria ser implementado e o que foi realmente implementado [18]. Contudo, esses estudos estavam focados no processo de produção e não no processo de projeto propriamente dito.

Este trabalho busca responder à seguinte questão de pesquisa: como o SLP pode apoiar o DR no processo de projeto? Para responder a essa questão, foi realizado um estudo de caso em uma empresa do setor varejista que desenvolve um portfólio de 40 a 60 empreendimentos por ano e gerencia o processo de projeto desses empreendimentos por meio do SLP.

PRINCÍPIOS PARA O PROJETO DE SISTEMAS RESILIENTES

O Quadro 1 apresenta os princípios para o projeto de sistemas resilientes propostos por [19]. Esses princípios foram desenvolvidos através de uma extensa revisão da literatura sobre fatores humanos e de um estudo Delphi, envolvendo 27 especialistas de nove países. Esses especialistas eram de diferentes setores, incluindo saúde, aviação, construção, manufatura, desenvolvimento de software e geração de energia.

Quadro 1: Princípios para o projeto de sistemas resilientes

Princípio	Definição
P1. Tenha modelos funcionais do sistema	O funcionamento do sistema, tanto em condições normais como degradadas, deve ser explicitamente modelado, no sentido de se ter uma compreensão articulada. Os modelos devem incluir as principais interações com o ambiente externo.
P2. Torne as variações de desempenho visíveis	Em sistemas complexos, as variações de desempenho são inevitáveis. Organizar e compartilhar essas informações em tempo real é vital para compreender o desempenho.
P3. Use o tipo de padronização que melhor se adapta à natureza da função	A padronização pode variar de etapas de processos estritamente definidas até a definição de metas que deixam completamente abertos os meios para sua realização. Uma variedade de padrões, em termos de nível de detalhe e especificação de ação ou tomada de decisão, pode coexistir para diferentes funções no mesmo sistema.
P4. Projete slacks	Slacks (por exemplo, equipamento, tempo, dinheiro) retardam a propagação da variabilidade e apoiam a adaptação. No entanto, alguns tipos de slack acrescentam elementos e interações ao sistema, aumentando a complexidade e apresentando as suas próprias ameaças.
P5. Projete para um desempenho aceitável mesmo sob condições degradadas	O projeto deve apoiar a manutenção de um desempenho aceitável, o que envolve a preservação de objetivos de ordem superior, mesmo sob condições degradadas.

Princípio	Definição
P6. Projete considerando a diversidade de perspectivas	Este princípio é aplicável tanto ao processo de projeto (ou seja, os projetistas devem levar em conta diversas perspectivas na sua tomada de decisão) como ao sistema resultante do projeto (ou seja, o sistema deve ter mecanismos para dar voz a pessoas de diferentes níveis hierárquicos, fornecedores, clientes, etc.).
P7. Projete para apoiar a aprendizagem contínua em nível individual e organizacional	Sistemas complexos oferecem oportunidades de aprendizagem que vão desde o trabalho diário até acidentes. O projeto pode desempenhar um papel importante no apoio à aprendizagem individual e organizacional contínua (por exemplo, programas de formação, análises de lições aprendidas, investigações de incidentes).

Fonte: baseado em [19]

MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa escolhida para este trabalho foi o estudo de caso. Essa estratégia é comumente usada ao buscar respostas para questões de pesquisa do tipo “como” e “por que”, particularmente em situações em que o pesquisador tem influência limitada sobre os eventos e quando o foco principal está em um fenômeno atual situado dentro de um contexto do mundo real [20].

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa varejista (denominada empresa A), especializada na venda de artigos de vestuário, que atua no mercado brasileiro há mais de 25 anos. Anualmente, essa empresa desenvolve de 40 a 60 empreendimentos por ano. Para gerenciar esses empreendimentos, a empresa A possui um departamento de arquitetura e engenharia que contrata e coordena fornecedores.

Um empreendimento representativo do portfólio da empresa A foi escolhido para a investigação da questão de pesquisa. O empreendimento em questão era a reforma de uma loja existente (1.563 m²) em um shopping center em operação. O projeto apresentava características de complexidade relacionadas ao grande número de intervenientes, ao alto nível de incerteza, aos curtos prazos envolvidos, ao uso de recursos compartilhados e à forte influência do ambiente externo.

O processo de pesquisa foi dividido em duas grandes etapas: (i) estudo descritivo para obter uma visão geral do processo de projeto na empresa A e do seu sistema de planejamento e controle; e (ii) avaliação se os princípios para projeto de sistemas resilientes foram adotados em um projeto específico.

Diferentes fontes de evidência foram utilizadas, permitindo triangulação [20]: análise de documentos, observação participante, análise de dados secundários e entrevistas semiestruturadas. Com relação a esta última fonte de evidência, foram realizadas sete entrevistas com os representantes da empresa A e dos escritórios de arquitetura, estrutural, elétrico/automação, climatização e PPCI/hidrossanitário.

RESULTADOS

VISÃO GERAL DO PROCESSO DE PROJETO

O projeto era dividido em cinco fases: levantamento, pré-design, anteprojeto, pré-executivo e executivo. O projeto durava 75 dias, com cada uma das fases durando entre 12 e 15 dias. Um intervalo de 2 a 3 dias era alocado entre cada fase para acomodar avaliações preliminares do projeto. O projeto foi desenvolvido por um escritório de arquitetura e escritórios de projetos complementares subcontratados.

VISÃO GERAL DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

O sistema de planejamento e controle era dividido em três níveis, tal como originalmente proposto no SLP [21].

Antes do início do processo de projeto, foram realizadas três reuniões de longo prazo. Inicialmente, as reuniões de médio prazo eram realizadas em conjunto com esse processo, considerando a duração total do projeto como horizonte de planejamento. Após o início do processo de projeto, realizaram-se reuniões de médio prazo ao final de cada fase do projeto, com um horizonte de planejamento de duas fases à frente. As reuniões de curto prazo eram semanais.

AVALIAÇÃO DO USO DE PRINCÍPIOS PARA O PROJETO DE SISTEMAS RESILIENTES

Vários modelos funcionais foram observados no estudo empírico, alinhados com o **P1** (tenha modelos funcionais do sistema). Por exemplo, os planos dos três níveis de planejamento. Esses planos eram complementares entre si, dados os seus objetivos distintos. Os planos modelaram condições normais e degradadas, pois eram atualizados de acordo com as condições observadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Os planos de médio prazo foram o principal modelo funcional no qual foram modeladas as interações com o ambiente externo, como restrições que precisavam ser removidas. Restrições podem ser entendidas como os pré-requisitos necessários

que devem ter sido atendidos para iniciar e concluir uma atividade [22]. Um exemplo de restrição no projeto estudado era a obtenção de informações com a equipe técnica do shopping.

O manual de projetos da empresa A também serviu como modelo funcional, estabelecendo padrões para todos os seus projetos. Esse documento incluía o que cada disciplina deveria entregar (lotes de projeto) em cada fase. O modelo de *building information modeling* (BIM) também pode ser considerado um modelo funcional (protótipo). Esse modelo tinha um formato diferente dos demais, que eram baseados em texto.

Várias práticas associadas ao **P2** (torne as variações de desempenho visíveis) foram observadas. Isso envolveu a utilização de diferentes indicadores do sistema de planejamento e a troca de informações durante as reuniões de planejamento. O modelo BIM permaneceu consistentemente atualizado e acessível na nuvem. A análise do modelo BIM possuía algumas semelhanças com um gemba walk, uma estratégia utilizada na indústria da manufatura, que incentiva os gerentes a observar o trabalho realizado no local, ao invés de depender de fontes indiretas de informação [23]. Nesse caso, os indivíduos podiam visualizar o desenvolvimento do projeto em tempo real, o que poderia servir para diferentes propósitos, como acompanhar a conclusão dos pacotes de trabalho e identificar restrições. Um pacote de trabalho é uma quantidade de trabalho, normalmente detalhada e bem definida para facilitar o controle ao final do ciclo de planejamento [24]. Os procedimentos de identificação de incompatibilidade de projetos também contribuíram de forma semelhante.

As avaliações de projeto foram feitas por diferentes intervenientes no final de cada fase de projeto, incluindo o gerente de projeto da empresa A, consultores de elétrica e ar-condicionado, outros departamentos da empresa A (tecnologia da informação e segurança) e, ocasionalmente, outros gerentes de projeto de empresa A. Todas essas avaliações também podem ser vistas como um controle abrangente e multidisciplinar das variações de desempenho, evitando, em certa medida, que os problemas fossem empurrados para as fases subsequentes do projeto. Além disso, esses processos ajudaram a identificar requisitos emergentes, contribuindo para a geração de valor.

Um grupo de WhatsApp foi criado para compartilhar informações, buscar respostas e remover restrições de maneira colaborativa. Os profissionais também realizaram discussões presenciais informais para coordenar os trabalhos, contribuindo para o P2.

Estratégias observadas no estudo empírico ilustram o seu papel na utilização do **P3** (use o tipo de padronização que melhor se adapta à natureza da função). A estruturação do processo de planejamento e controle em diferentes níveis é uma forma de padronização desse processo. Embora o manual de projetos da empresa A orientasse o desenvolvimento do projeto, ele não detalhava como as coisas deveriam ser feitas – isso era gerenciado através do sistema de planejamento.

Diversas práticas foram observadas como contribuintes para o **P4** (projete slacks). No plano de longo prazo, foram adicionadas folgas entre as fases de projeto e os lotes de projeto. Isso foi feito através do desenvolvimento de um plano visual de longo prazo baseado na ideia de utilizar pequenos lotes de projeto.

Outra estratégia utilizada no nível de longo prazo envolveu a utilização do tempo designado para a realização de avaliações de projetos no final de cada fase para refinar as soluções. Isso foi bom, por um lado, porque poderiam ser concebidas melhores soluções (havia mais tempo disponível para isso), mas arriscado, por outro, porque as avaliações tiveram de ser realizadas num curto espaço de tempo, o que pode ter impactado os resultados esperados com tal processo.

No nível de médio prazo, a sobreposição de horizontes de planejamento permitiu a realização de verificações redundantes para garantir que os recursos estariam disponíveis quando necessário. A identificação de restrições era uma das grandes preocupações do gerente do escritório de arquitetura, principal responsável pela coordenação do projeto. As restrições foram identificadas ao longo das semanas por esse gerente e também por outros arquitetos da sua empresa e registradas no plano de médio prazo acessível a todos na nuvem. O gerente do escritório de arquitetura alertava os indivíduos via WhatsApp quando uma restrição específica precisava de atenção. Ao longo da semana, esse mesmo profissional realizava verificações adicionais para garantir que o responsável estava ciente da restrição que precisava ser removida.

No nível de curto prazo, o uso de pacotes de trabalho reserva foi uma instanciação clara do P4. Os planos de curto prazo não especificavam dias para a execução dos pacotes de trabalho, desde que fossem concluídos dentro de uma semana. Então, folgas podem ter sido alocadas nos planos de curto prazo para lidar com a natureza incerta das tarefas de projeto. Isso também fez com que as interdependências entre as tarefas de projeto se tornassem menos rígidas. A não definição de dias específicos para a execução dos pacotes de trabalho simplificou o processo de controle. No entanto, a falta de datas e de transparência nos intervalos de tempo atribuídos pode ter tido vários efeitos secundários: os projetistas podiam procrastinar ou subestimar o tempo necessário para concluir os pacotes de trabalho, aumentando o risco de atrasos ou de não conclusão; a alocação de recursos tornou-se um desafio, o que poderia resultar numa pequena carga de trabalho em algumas semanas e sobrecarga noutras; e dificultou a comunicação e a coordenação entre os projetistas.

Outras práticas informais se destacaram: (i) backup de arquivos; (ii) backup de computador; (iii) os projetistas ocasionalmente faziam horas extras; (iv) os projetistas foram realocados de outros projetos quando necessário para resolver a escassez de projetistas; e (v) o gerente do escritório de arquitetura às vezes executava algumas tarefas de projeto quando eram necessários recursos extras.

Como desvantagem, a maior parte dos slacks observados foram determinados exclusivamente com base em conhecimento tácito.

O **P5** (projete para um desempenho aceitável mesmo sob condições degradadas) foi aplicado à medida que os planos eram ajustados para levar em conta a dinâmica do projeto. Outro exemplo foram os requisitos que emergiram durante o desenvolvimento do projeto, que resultaram na inclusão de tarefas nos planos.

Dado que o projeto tinha uma duração relativamente curta, era crucial remover as restrições rapidamente. Como resultado, certas restrições foram gerenciadas informalmente. Por exemplo, algumas restrições foram identificadas e removidas entre um ciclo de planejamento de médio prazo e outro baseado em discussões presenciais ou através do grupo de WhatsApp. Outras foram gerenciadas no final de reuniões de curto prazo, nas quais um certo tempo era dedicado à identificação e remoção de restrições emergentes. Um dos focos desse processo foram restrições que exigiam alguma ação do gerente de projeto da empresa A, por exemplo, aprovação prévia de uma solução de projeto que fosse importante para trabalhos a jusante.

O **P6** (projete considerando a diversidade de perspectivas) foi colocado em prática através das reuniões de planejamento colaborativas que contavam com a participação de diversos intervenientes. O uso de diferentes perspectivas apoiou a proposta de melhores soluções de projeto, a definição de metas realistas, a identificação de restrições, a redução da incerteza e a gestão de compromissos.

Outras práticas mais relacionadas ao desenvolvimento do projeto propriamente dito também contribuíram para o P6. Por exemplo, foram realizadas reuniões extras para conceber soluções de projeto quando um problema ou desafio eram encontrados.

Instanciações do **P7** (projete para apoiar a aprendizagem contínua em nível individual e organizacional) foram observadas no estudo empírico. Os ciclos de planejamento de médio e curto prazo facilitaram o monitoramento do progresso do projeto e o aprendizado por meio de feedback sistemático. As avaliações de projeto também contribuíram logicamente para esse princípio. Além disso, as empresas envolvidas, formalmente treinadas no sistema de planejamento utilizado, possuíam ampla experiência no desenvolvimento de projetos da empresa A, oferecendo naturalmente muitas oportunidades de aprendizagem.

DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as práticas identificadas no projeto analisado e sua relação lógica com os princípios para o projeto de sistemas resilientes.

Figura 1: Representação esquemática do sistema de planejamento analisado



A prática de planejamento hierarquizado do SLP apoiou a aplicação de todos os sete princípios, o que faz sentido, uma vez que o principal objetivo dessa prática é lidar com a incerteza [10], um dos principais atributos do construto complexidade [25]. A prática de identificação e remoção de restrições foi associada a quatro princípios, sendo a segunda maior frequência. Isso é importante, pois essa prática é considerada em muitos estudos como o elemento principal do SLP [10, 26 e 27]. Outras práticas do SLP que se destacaram foram reuniões colaborativas, uso sistemático de indicadores de processo e resultado e identificação sistemática das causas dos problemas. O princípio 4 (projete slacks) foi o que apresentou o maior número de práticas associadas (13). [28] identificaram 57 exemplos de slack em dois empreendimentos que utilizaram o SLP, reforçando que slacks oportunistas ou projetados são uma prática amplamente utilizada na construção para lidar com a complexidade.

A Figura 1 também indica que apenas 7 (28%) das 25 práticas são práticas do SLP bem estabelecidas. Em contrapartida, 9 práticas (36%) eram formais, mas normalmente não consideradas como parte do SLP, e 9 (36%) eram práticas informais, o que significa que não eram utilizadas sistematicamente, nem eram prescritas no manual de planejamento da empresa A. Isso é uma indicação de que o SLP contribui para o DR do processo de projeto, mas precisa ser complementado por outras práticas para lidar com a complexidade dos empreendimentos de construção. Os resultados acima encontrados estão alinhados com o trabalho de [17], o qual realizou uma análise semelhante à deste estudo, porém, focado na produção. No entanto, algumas diferenças em relação a este também foram encontradas.

Estas diferenças estão, em certa medida, relacionadas à natureza do sistema sociotécnico e sua influência nas práticas incluídas nos sistemas de planejamento de cada caso. Neste estudo, o produto era virtual – um modelo BIM, enquanto no estudo de [17], o produto era físico – uma edificação. Algumas diferenças nas práticas foram observadas devido a essa diferença. Por exemplo, nos planos de curto prazo deste trabalho, focado no processo de projeto, as durações dos pacotes de trabalho não foram especificadas, ao contrário dos planos de curto prazo da produção. Essa diferença pode ser atribuída à natureza incerta das tarefas de projeto, que tornam difícil estimar a sua duração [6]. Em relação às práticas formais que não eram parte do SLP, em projeto, o modelo BIM foi analisado para diversos fins, como monitorar a conclusão de pacotes de trabalho e identificar restrições. Na produção, os indivíduos empregaram o gemba walk para fins semelhantes. No que diz respeito às práticas informais, arquivos de backup e computadores de backup foram utilizados no processo de projeto. Em contrapartida, na produção, foram observados equipamentos redundantes para a execução de serviços tangíveis – incluindo PTA, equipamentos de soldagem e furadeiras.

Como citar:
HAMERSKI, D.; FORMOSO, C.; ISATTO, E.; SAURIN, T. Desempenho resiliente na gestão do processo de projeto: um estudo de caso sobre o papel do Sistema Last Planner. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo indicam que o SLP é um método que apoia o DR do processo de projeto. A prática do planejamento hierarquizado se mostrou particularmente eficaz, sustentando a aplicação de todos os sete princípios analisados, corroborando a visão de que lidar com incerteza é fundamental para a gestão da complexidade. A identificação e remoção de restrições, as reuniões colaborativas, o uso sistemático de diferentes indicadores e a identificação das causas dos problemas também se destacaram como práticas importantes para apoiar o DR. No entanto, a análise revelou que uma parte significativa das práticas observadas não são formalmente parte do SLP, sugerindo a necessidade de complementar o SLP com outras práticas para lidar com a complexidade do processo de projeto. Comparações com o estudo de [17] revelaram diferenças associadas à natureza do produto (virtual e físico, respectivamente) – destacando a influência do sistema sociotécnico nas práticas de planejamento de cada caso.

Para futuros estudos, recomenda-se: (i) avaliar a contribuição do SLP para o DR em uma grande amostra de projetos; (ii) desenvolver indicadores de desempenho para avaliar o DR nos sistemas de planejamento e controle do processo de projeto; e (iii) propor novas práticas de planejamento e controle do processo de projeto a serem incorporadas ao SLP, baseando-se nos princípios utilizados nesta investigação.

REFERÊNCIAS

[1] EL. REIFI, M. H.; EMMITT, S. Perceptions of lean design management. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 9, n. 3, p. 195–208, 2013.

[2] CHOO, H. J. *et al.* DePlan: A tool for integrated design management. **Automation in Construction**, v. 13, n. 3, p. 313–326, 2004.

[3] KOSKELA, L.; HUOVILA, P.; LEINONEN, J. Design management in building construction: from theory to practice. **Journal of Construction Research**, v. 3, n. 1, p. 1–16, 2002.

[4] AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; NEWTON, A. Manipulating the flow of design information to improve the programming of building design. **Construction Management and Economics**, v. 12, n. 5, p. 445–455, 1994.

[5] HAMZEH, F. R.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. **Is the Last Planner System applicable to design? A case study.** Proceedings of the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais**. Taipei, Taiwan: 2009.

[6] CROSS, N. **Engineering design methods: strategies for product design**. 5th. ed. Hoboken: John Willey & Sons Ltd, 2021.

[7] CHIU, S.; COUSINS, B. Last Planner System® in design. **Lean Construction Journal**, p. 78–99, 2020.

[8] MÄKI, T.; KEROSUO, H. Design-related questions in the construction phase: The effect of using the last planner system in design management. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 47, n. 2, p. 132–139, 2020.

[9] WESZ, J. G. B.; FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS, P. Planning and controlling design in engineered-to-order prefabricated building systems. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 2, p. 134–152, 2018.

[10] 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.

[11] BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. Lean management methods for complex projects. **Engineering Project Organization Journal**, v. 2, n. 1–2, p. 85–96, 2012.

[12] SAURIN, T. A.; ROOKE, J. The Last Planner® System as an approach for coping with the complexity of construction projects. *Em*: **Lean Construction: core concepts and new frontiers**. Abingdon: Routledge, 2020. p. 325–340.

[13] HOLLNAGEL, E. Why is Work-as-Imagined Different from Work- as-Done? *Em*: WEARS, R. L.; HOLLNAGEL, E.; BRAITHWAITE, J. (Eds.). **Resilient Health Care: The Resilience of Everyday Clinical Work**. 2. ed. Farnham: Ashgate Publishing Limited, 2017.

[14] HULME, A. *et al.* What do applications of systems thinking accident analysis methods tell us about accident causation? A systematic review of applications between 1990 and 2018. **Safety Science**, v. 117, p. 164–183, 2019.

[15] MAZHAR, S.; WU, P. P. Y.; ROSEMANN, M. Designing complex socio-technical process systems – the airport example. **Business Process Management Journal**, v. 25, n. 5, p. 1101–1125, 2019.

[16] ALSHAREF, A. *et al.* Early Impacts of the COVID-19 Pandemic on the United States Construction Industry. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, 2021.

[17] HAMERSKI, D. C. *et al.* The contributions of the Last Planner System to resilient performance in construction projects. **Construction Management and Economics**, 2023.

[18] HAMERSKI, D. C. *et al.* **Production Planning and Control As-Imagined and As-Done: the Gap At the Look-Ahead Level.** Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais**. Lima, Peru: 2021

[19] DISCONZI, C. M. D. G.; SAURIN, T. A. Design for resilient performance: Concept and principles. **Applied Ergonomics**, v. 101, p. 103707, 2022.

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

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

[22] HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Rethinking lookahead planning to optimize construction workflow. **Lean Construction Journal**, p. 15–34, 2012.

[23] LIKER, J. **The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer**. 2. ed. McGraw Hill, 2020.

[24] CHOO, H. J. *et al.* WorkPlan: Constraint-Based Database for Work Package Scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 3, p. 151–161, 1999.

[25] LUO, L. *et al.* Construction Project Complexity: Research Trends and Implications. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 7, 2017.

[26] HAMZEH, F. R.; ZANKOUL, E.; ROUHANA, C. How can 'tasks made ready' during lookahead planning impact reliable workflow and project duration? **Construction Management and Economics**, v. 33, n. 4, p. 243–258, 2015.

[27] SOMAN, R. K.; MOLINA-SOLANA, M. Automating look-ahead schedule generation for construction using linked-data based constraint checking and reinforcement learning. **Automation in Construction**, v. 134, p. 104069, 2022.

[28] FIREMAN, M. C. T. *et al.* Slack in production planning and control: a study in the construction industry. **Construction Management and Economics**, v. 41, n. 3, p. 256–276, 2023.