XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8724

Limites da antecipação das restrições no processo *make-ready*

Limits of Constraint Anticipation in the Make-Ready Process

Raquel H. Reck
Climb Consulting Group | Porto Alegre | Brasil | raquel@climbgroup.com.br
Marcelo S. S. Segundo
Climb Consulting Group | Fortaleza | Brasil | marcelo@climbgroup.com.br
Bernardo M. B. S. Etges
Climb Consulting Group | Porto Alegre | Brasil | bernardo@climbgroup.com.br
Marcus C. T. Fireman
Climb Consulting Group | Porto Alegre | Brasil | marcus@climbgroup.com.br

Resumo

O planejamento de médio prazo possui papel central no *Last Planner System*, atuando na preparação do trabalho e remoção de restrições. Este estudo analisa o comportamento das restrições em obras residenciais, considerando a antecedência de identificação e o tempo necessário para remoção. A pesquisa analisou mais de 12 mil restrições coletadas em 108 obras residenciais. As restrições foram classificadas semanticamente com apoio de inteligência artificial e avaliadas quanto à antecipação e ao tempo de remoção. Os resultados indicam baixa ocorrência de restrições simultaneamente antecipadas e rapidamente resolvidas, evidenciando limitações do planejamento de médio prazo como mecanismo preventivo no processo *make-ready*.

Palavras-chave: *Last Planner System*, planejamento de médio prazo; restrições.

Abstract

Lookahead planning plays a central role in the Last Planner System by supporting work preparation and constraint removal. This study analyzes the behavior of constraints in residential projects, considering anticipation in constraint identification and the time required for removal. The research analyzed more than 12,000 constraints collected from 108 residential projects. Constraints were semantically classified using artificial intelligence and evaluated according to anticipation and removal time. Results indicate a low occurrence of constraints simultaneously identified in advance and quickly resolved. The analysis contributes to understanding the limits of lookahead planning as an anticipation mechanism, highlighting limitations in the preventive effectiveness of the make-ready process.

Keywords: *Last Planner System, Lookahead Planning, Constraints*.

RECK, R. H.; SEGUNDO, M. S. S.; ETGES, B. M. B. S.; FIREMAN, M. C. T. Limites da antecipação das restrições no processo make-ready. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8724

INTRODUÇÃO

O planejamento de médio prazo (PMP), também denominado *lookahead planning*, possui papel central no *Last Planner System* (LPS) ao atuar na preparação do trabalho antes da execução das atividades. Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008) definem o PMP como o principal mecanismo do processo *make-ready*, cuja função é transformar atividades inicialmente "não executáveis" em tarefas prontas para produção por meio da identificação e remoção sistemática de restrições. Segundo os autores, o *lookahead planning* não deve ser compreendido apenas como uma visualização antecipada do cronograma, mas como um processo estruturado de preparação do trabalho capaz de ampliar a antecipação dos problemas no sistema produtivo.

Sob essa perspectiva, Ballard e Howell (1998) argumentam que o PMP exerce função de *shielding production*, protegendo a produção contra variabilidades e interrupções decorrentes de restrições não removidas. Coelho e Formoso (2005) complementam essa visão ao defenderem que o PMP não atua apenas como mecanismo operacional de controle, mas também como instrumento de aprendizagem e estabilização do fluxo produtivo. Já Kemmer et al. (2006) destacam que a efetividade do PMP depende da capacidade do sistema em conectar a identificação das restrições às condições reais de execução observadas no curto prazo.

Apesar da consolidação do conceito de restrições na literatura *Lean Construction*, grande parte das pesquisas concentra-se na identificação, categorização e implementação de práticas associadas ao PMP. Angelim et al. (2020), utilizando uma metodologia de revisão sistemática sobre *lookahead planning*, identificaram predominância de estudos voltados à descrição de práticas, ferramentas e diretrizes de implementação, com limitada exploração quantitativa do desempenho operacional do PMP. Da mesma forma, Bellaver et al. (2022), ao analisarem dados de implementação do LPS em larga escala, observaram que mais de 56% das restrições não eram removidas dentro do prazo planejado, evidenciando limitações persistentes na efetividade operacional do PMP.

Embora esses estudos reconheçam dificuldades associadas à remoção das restrições, a literatura ainda apresenta limitada compreensão sobre como essas restrições se comportam ao longo do processo de preparação do trabalho. Predomina uma abordagem baseada na natureza das restrições — como materiais, projeto ou mão de obra — enquanto permanecem pouco exploradas análises relacionadas à antecedência de identificação, ao tempo necessário para remoção e às diferenças de comportamento entre distintos contextos produtivos.

O próprio princípio do processo *make-ready* pressupõe que as restrições sejam identificadas e removidas antes de impactarem a execução das atividades. Sob a lógica *Lean*, Spear e Bowen (1999) defendem que sistemas produtivos estáveis dependem da rápida identificação e resolução de desvios, tornando os problemas visíveis para possibilitar respostas imediatas e aprendizagem contínua. Sob essa perspectiva, a efetividade do processo *make-ready* depende simultaneamente da capacidade de antecipar restrições e removê-las antes que afetem a continuidade do fluxo produtivo.

Dessa forma, a simples identificação antecipada das restrições não garante, necessariamente, capacidade efetiva de preparação do trabalho.

Nesse sentido, assume-se neste trabalho a hipótese de que, se o processo *make-ready* existe para antecipar e preparar o trabalho, então o comportamento das restrições deveria refletir essa capacidade preventiva, caracterizando-se pela identificação antecipada e rápida remoção das restrições antes do início das atividades. Entretanto, os resultados observados na prática sugerem que essa lógica preventiva nem sempre se materializa operacionalmente, indicando possíveis limites na efetividade do PMP em diferentes contextos construtivos.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento das restrições registradas em reuniões de PMP no contexto residencial, considerando a antecedência de identificação das restrições e o tempo necessário para sua remoção. A pesquisa utiliza uma base de dados composta por mais de 12 mil restrições coletadas em 108 empreendimentos residenciais acompanhados por consultoria especializada em implementação do LPS.

LIMITAÇÕES DO PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO

Apesar de sua relevância conceitual, diversos estudos apontam limitações recorrentes na efetividade operacional do PMP. Angelim et al. (2020), ao sintetizarem a literatura sobre *lookahead planning*, identificaram predominância de estudos voltados à descrição de práticas e ferramentas de implementação, com limitada exploração quantitativa do desempenho do processo *make-ready*. Kemmer et al. (2006) observaram inconsistências entre as restrições identificadas no PMP e as causas efetivas de não cumprimento das atividades no curto prazo, sugerindo dificuldades na transformação da antecipação em capacidade real de preparação da produção. De forma complementar, Bellaver et al. (2022) argumentam que a efetividade do *lookahead planning* depende da capacidade das equipes em identificar e remover restrições. Os autores destacam que a padronização das categorias e a sistematização do processo aumentam a confiabilidade dessa identificação, mas não asseguram sua remoção antes da execução das atividades. Em conjunto, esses estudos sugerem que a simples identificação das restrições não garante, necessariamente, comportamento preventivo do sistema de planejamento.

COMPORTAMENTO DAS RESTRIÇÕES NO PMP

Tradicionalmente, as restrições são classificadas segundo sua natureza, incluindo categorias como materiais, projeto, mão de obra e equipamentos. Entretanto, essa abordagem pouco explica como as restrições se comportam ao longo do processo *make-ready*, especialmente quanto à antecedência necessária para identificação e ao tempo demandado para sua remoção. Spear e Bowen (1999) argumentam que sistemas *Lean* dependem da rápida identificação e resolução de problemas, tornando os desvios visíveis para possibilitar respostas imediatas e aprendizagem contínua. Sob essa lógica, a velocidade de remoção das restrições torna-se elemento relevante para compreensão da capacidade adaptativa do sistema produtivo. Nesse contexto, esta pesquisa assume que restrições identificadas com maior antecedência e removidas rapidamente tendem a representar um comportamento mais preventivo do sistema

de planejamento, enquanto restrições identificadas tardiamente ou removidas lentamente podem indicar maior reatividade e menor capacidade de preparação da produção.

MÉTODO

Este trabalho possui natureza quantitativa e exploratória, baseada na análise de dados provenientes de implementações do LPS conduzidas por uma empresa de consultoria especializada em *Lean Construction*. A amostra é composta por 12.930 restrições registradas em 108 obras pertencentes a três organizações do contexto residencial, (Tabela 1). Cada restrição correspondia a um registro do plano de ação das reuniões de PMP. Sempre que uma restrição era identificada, era criado um registro contendo sua descrição, categoria, data de identificação, responsável pela remoção, data limite acordada para sua remoção e, posteriormente, a data efetiva em que a restrição foi removida.

Tabela 1: Amostra

Tipo de Obra	Empresas	Número de Obras	Número de Restrições
Residencial	Emp. 1	2	124
Residencial	Emp. 2	2	1440
Residencial	Emp. 3	104	11366
Total	**3**	**108**	**12.930**

Fonte: o autor.

As descrições das restrições foram posteriormente categorizadas semanticamente para torná-las comparáveis entre si, seguindo a taxonomia apresentada no Quadro 1. A taxonomia foi desenvolvida previamente pelos pesquisadores a partir de análise exploratória das descrições das restrições e estruturada em categorias principais e subcategorias.

O modelo de linguagem Claude (Anthropic) foi utilizado exclusivamente para operacionalizar a aplicação das regras de classificação definidas pelos pesquisadores sobre a base completa de registros, sem geração autônoma de categorias, interpretações ou inferências analíticas. A categorização baseou-se na combinação entre palavras-chave associadas a cada subcategoria e regras semânticas previamente definidas. Após a classificação automática, foi realizada revisão amostral das categorizações pelos pesquisadores para verificação de consistência semântica das classificações atribuídas. O comportamento das restrições foi interpretado a partir de dois parâmetros temporais:

a) Tempo Médio Disponível (TMD): corresponde ao intervalo entre a data de identificação da restrição e sua data limite para remoção definida durante a reunião de planejamento. Assim, o TMD representa o tempo disponível para que a restrição fosse tratada antes da data considerada necessária para liberação da atividade. Valores mais elevados de TMD indicam restrições identificadas com maior antecedência dentro do horizonte de planejamento.
b) Tempo Médio de Remoção (TMR): corresponde ao intervalo entre a data de identificação da restrição e sua data efetiva de remoção, representando o tempo efetivamente gasto para solucionar a restrição após seu registro.

Valores mais elevados de TMR indicam maior tempo necessário para remoção da restrição.

Quadro 1: Categorização semântica das restrições

Categoria Principal	ID Tipo	Subcategoria	Descrição
Projeto	PROJ_01	Falta/Aguardando Projeto	Projeto não disponível ou pendente
	PROJ_02	Liberação/Aprovação	Projeto aguardando liberação ou aprovação
	PROJ_03	Compatibilização	Problemas de compatibilização entre projetos
	PROJ_04	Revisão/Atualização	Projeto necessita revisão ou atualização
	PROJ_05	Outros - Projeto	Outras restrições relacionadas a projeto
Materiais	MAT_01	Entrega de Material	Aguardando entrega/recebimento de material
	MAT_02	Compra/Requisição	Necessidade de compra ou requisição de material
	MAT_03	Falta de Material	Material em falta ou indisponível
	MAT_04	Transferência/Transporte	Transferência de material entre obras/locais
	MAT_05	Outros - Materiais	Outras restrições relacionadas a materiais
Mão de obra	MO_01	Contratação/Mobilização	Necessidade de contratar ou mobilizar equipe
	MO_02	Disponibilidade de Equipe	Equipe não disponível para o serviço
	MO_03	Treinamento/Capacitação	Necessidade de treinamento ou integração
	MO_04	Alocação/Remanejamento	Remanejamento ou realocação de equipe
	MO_05	Outros - Mão de Obra	Outras restrições relacionadas a mão de obra
Equipamen-tos	EQUIP_01	Locação	Necessidade de locar equipamento
	EQUIP_02	Manutenção/Reparo	Equipamento com defeito ou em manutenção
	EQUIP_03	Mobilização/Entrega	Equipamento a ser mobilizado ou entregue
	EQUIP_04	Compra de Equipamento	Necessidade de comprar equipamento
	EQUIP_05	Outros - Equipamentos	Outras restrições de equipamentos
Documenta-ção	DOC_01	Licenças/Alvarás	Aguardando licença, alvará ou autorização
	DOC_02	Cadastro/Registro	Necessidade de cadastro ou registro
	DOC_03	Aprovação/Validação	Documento aguardando aprovação
	DOC_04	Outros - Documentação	Outras restrições de documentação
Serviços predecessores	SERV_01	Aguardando Serviço	Aguardando conclusão de serviço anterior
	SERV_02	Conclusão de Serviço	Serviço anterior precisa ser concluído
	SERV_03	Início de Serviço	Serviço anterior precisa ser iniciado
	SERV_04	Outros - Serv. Pred.	Outras restrições de serviços predecessores
Espaço acesso	ESP_01	Liberação de Área	Área ou acesso precisa ser liberado
	ESP_02	Limpeza/Organização	Área precisa de limpeza ou organização
	ESP_03	Logística/Armazenamento	Questões de logística ou armazenamento
	ESP_04	Outros - Espaço	Outras restrições de espaço/acesso
Instalações provisórias	INST_01	Energia Elétrica	Instalação elétrica provisória
	INST_02	Água/Hidráulica	Instalação hidráulica provisória
	INST_03	Estruturas Provisórias	Barracos, containers, almoxarifado
	INST_04	Outros - Inst. Prov.	Outras instalações provisórias

Fonte: os autores.

Os parâmetros TMD e TMR foram utilizados como forma exploratória de interpretação do comportamento das restrições ao longo do processo *make-ready*, considerando simultaneamente a antecedência de identificação das restrições e o tempo necessário para sua remoção. Os resultados foram organizados em gráficos de dispersão com TMD no eixo horizontal e TMR no eixo vertical. As médias de TMD e TMR foram utilizadas como eixos de referência analítica, permitindo interpretar comportamentos relativos das restrições. Os quadrantes resultantes possibilitaram identificar comportamentos associados a maior antecipação, maior reatividade e diferentes velocidades de remoção das restrições.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta as subcategorias de restrições segundo o Tempo Médio Disponível (TMD), correspondente ao intervalo entre a identificação e a data limite para remoção definida no plano de ação, e o Tempo Médio de Remoção (TMR), correspondente ao intervalo entre a identificação e a remoção efetiva da restrição. Observou-se elevada dispersão entre as categorias analisadas, indicando variabilidade no comportamento das restrições ao longo do processo *make-ready*.

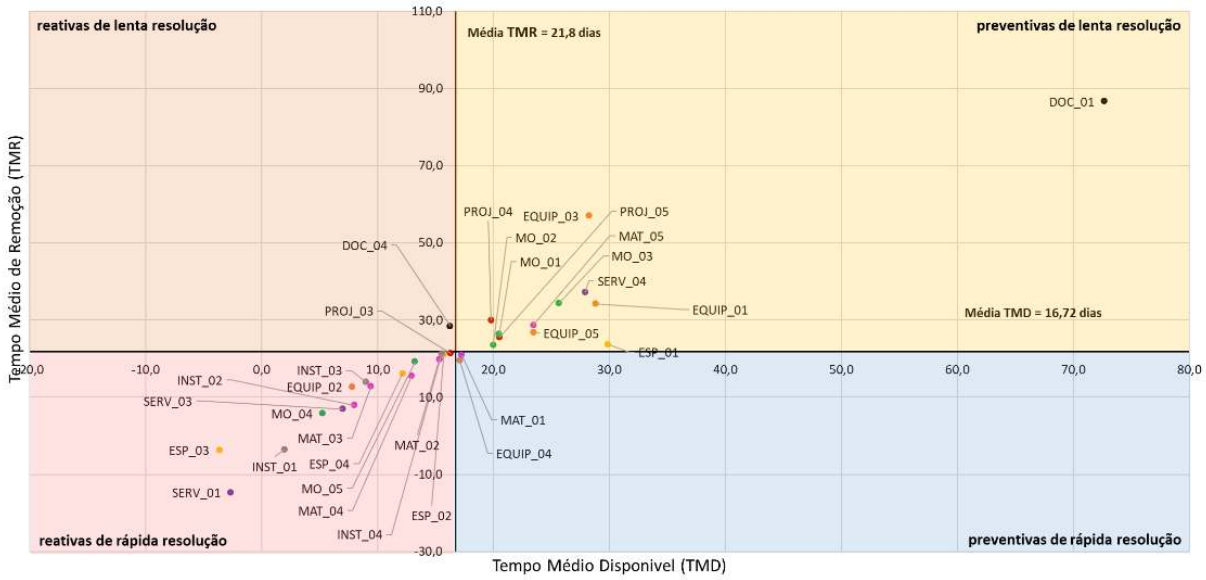
A categoria DOC_01 (licenças e alvarás) destacou-se como principal *outlier* do contexto, apresentando simultaneamente elevados valores de TMD e TMR. Esse comportamento sugere que determinadas restrições possuem baixa governabilidade operacional por parte do projeto, dependendo de agentes externos, aprovações institucionais ou processos organizacionais mais lentos. Nesses casos, a antecipação aumenta a visibilidade da restrição, mas não necessariamente a capacidade do sistema em acelerar sua remoção.

Restrições relacionadas à mão de obra, equipamentos e serviços predecessores apresentaram elevada dispersão entre os quadrantes, evidenciando comportamentos distintos mesmo dentro de categorias semelhantes. Categorias como MO_01, MO_02 e EQUIP_03 apresentaram elevados valores de TMR associados a níveis moderados de antecipação, indicando dificuldades operacionais na mobilização e coordenação de recursos produtivos. Por outro lado, categorias como SERV_01 e ESP_03 concentraram-se em regiões de baixo TMD e baixo TMR, caracterizando restrições operacionais de rápida resolução, porém identificadas tardiamente dentro do horizonte de planejamento. Embora essas restrições apresentem rápida remoção, sua identificação tardia sugere atuação predominantemente reativa do sistema de planejamento. Isso indica que parte da resolução das restrições ocorre próxima ao momento da execução, reduzindo a capacidade do PMP em proteger o fluxo produtivo com antecedência adequada.

Os resultados sugerem que o PMP possui capacidade limitada de operar de forma predominantemente preventiva, mesmo em um contexto com ampla adoção do LPS. Embora parte das restrições seja identificada antecipadamente, a rápida remoção das restrições mostrou-se menos frequente do que o esperado sob a lógica do processo *make-ready*. Observou-se, portanto, baixa predominância de restrições simultaneamente antecipadas e rapidamente resolvidas, condição associada ao comportamento preventivo esperado no sistema. Os resultados reforçam a hipótese proposta neste estudo de que a simples identificação antecipada das restrições não garante, necessariamente, capacidade efetiva de preparação do trabalho. Observou-se que parte significativa das restrições permaneceu longos períodos em aberto mesmo após sua identificação, indicando que antecipar restrições não significa, necessariamente, conseguir preparar o trabalho em tempo adequado para proteger a produção. Nesse sentido, o processo *make-ready* aparenta operar, em diversos casos, mais como mecanismo de monitoramento e visibilidade dos problemas do que como sistema efetivo de preparação da produção.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8724

Figura 1: Dispersão das categorias de restrições em função dos eixos médios de TMD = 16,72 dias e TMR = 23,8 dias. Cada ponto representa uma subcategoria de restrição classificada semanticamente a partir dos registros do planejamento de médio prazo.



Fonte: os autores.

CONCLUSÕES

Este trabalho analisou o comportamento das restrições registradas no PMP em empreendimentos residenciais a partir da antecedência de identificação das restrições e do tempo necessário para sua remoção. Os resultados demonstraram elevada variabilidade entre as categorias analisadas, evidenciando que restrições pertencentes à mesma natureza podem apresentar comportamentos distintos ao longo do processo *make-ready*. Embora o PMP tenha como princípio a preparação antecipada do trabalho, observou-se baixa predominância de restrições simultaneamente antecipadas e rapidamente resolvidas, condição associada ao comportamento preventivo esperado no sistema. Em diversos casos, restrições identificadas antecipadamente continuaram demandando longos períodos para remoção, enquanto outras foram removidas rapidamente apenas após identificação tardia, indicando comportamentos predominantemente reativos.

Os resultados sugerem que a efetividade do processo *make-ready* não depende exclusivamente da capacidade de identificar restrições, mas principalmente da habilidade do sistema em removê-las dentro do horizonte necessário para proteção da produção. Nesse sentido, antecipação sem capacidade efetiva de resolução pode aumentar a visibilidade dos problemas sem, necessariamente, garantir comportamento preventivo do sistema produtivo. Nesse sentido, a utilização conjunta do TMD e do TMR mostrou potencial para apoiar análises gerenciais do PMP, permitindo interpretar comportamentos preventivos, reativos e estruturais associados às restrições. O estudo contribui ao propor uma leitura do processo *make-ready* baseada não apenas na natureza das restrições, mas também em seu comportamento ao longo do horizonte de planejamento. Essa abordagem amplia as possibilidades de análise operacional do PMP ao incorporar simultaneamente capacidade de antecipação e velocidade de resolução das restrições.

Como limitação da pesquisa, destaca-se a utilização de dados provenientes de empresas acompanhadas por consultoria especializada em implementação do LPS, o que pode influenciar os padrões observados. Pesquisas futuras podem aprofundar análises estatísticas sobre relações entre comportamento das restrições, confiabilidade do planejamento e desempenho da produção.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Em atendimento à Portaria nº 2664/2026, que institui a Política de Integridade na Atividade Científica, os autores declaram que, durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o Claude (Anthropic) para operacionalizar a classificação semântica das descrições das restrições com base em uma taxonomia previamente desenvolvida pelos pesquisadores, e o ChatGPT (OpenAI, GPT-5.5) para apoio à revisão da redação, melhoria da clareza, coesão textual e tradução de trechos do manuscrito. As interpretações, análises, resultados e conclusões foram elaborados pelos autores. Após a utilização dessas ferramentas, todos os autores revisaram e aprovaram a versão final do manuscrito, assumindo total responsabilidade pelo seu conteúdo.

REFERÊNCIAS

[1] HAMZEH, Farook R.; BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris D. Improving construction work flow: the connective role of lookahead planning. In: *ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 16., 2008, Manchester. Proceedings […]. Manchester: IGLC, 2008. p. 635-646.

[2] BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. Shielding production: essential step in production control. Journal of Construction Engineering and Management, Reston, v. 124, n. 1, p. 11-17, 1998.

[3] COELHO, Henrique O.; FORMOSO, Carlos T. Planejamento e controle da produção em nível de médio prazo: funções básicas e diretrizes de implementação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. Anais […]. Porto Alegre: ANTAC, 2005.

[4] KEMMER, Sérgio L.; HEINECK, Luiz F. M.; BRITO, Felipe L.; BEZERRA, Bruno B.; CARDOSO, Hériglys S. Planejamento de médio prazo: contribuição ao gerenciamento do plano com base em aplicação prática. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. Anais […]. Florianópolis: ANTAC, 2006.

[5] ANGELIM, Vanessa Lira; ALVES, Thais da Costa Lago; LIMA, Mariana Monteiro Xavier de; BARROS NETO, José de Paula. Planejamento de médio prazo: panorama de sua aplicação na construção civil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 87-104, jan./mar. 2020.

[6] BELLAVER, Gustavo B.; SANTOS, Diego O. R. S.; ETGES, Bernardo M.; SANTOS, Pablo H. J.; MOTA, Wesley de S. Implementing lookahead planning and digital tools to enable scalability and set of information in a multi-site lean implementation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP

FOR LEAN CONSTRUCTION, 30., 2022, Edmonton. Proceedings […]. Edmonton: IGLC, 2022. p. 750-761.

[7] SPEAR, Steven; BOWEN, H. Kent. Decoding the DNA of the Toyota Production System. Harvard Business Review, Boston, v. 77, n. 5, p. 96–106, Sept./Oct. 1999.