DESCONTINUIDADE, FALTA DE SEQUÊNCIA E VARIABILIDADE NA PRODUÇÃO – AINDA ESTÃO AÍ?

Work discontinuity, lack of sequence, and variability in production – are you still there?

Luiz Fernando Mählmann Heineck
Universidade Estadual do Ceará | Fortaleza, Ceará | freitas8@terra.com.br

Luis Felipe Cândido
Universidade Federal do Ceará | Crateús, Ceará | luisfcandido2015@gmail.com

Madalena Osório Leite
Universidade de Fortaleza | Fortaleza, Ceará| madalenasorioleite@unifor.br

Antonio Nunes de Miranda Filho
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza, Ceará | anmirandaf@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo analisou se a aplicação de melhorias gerenciais nas obras, reivindicados pelos praticantes e consultores da Construção Enxuta, tem levado ao aprimoramento da organização do processo produtivo, averiguados por meio de uma maior continuidade no processo produtivo, aderência a sequências e precedências de trabalho, maior terminalidade, concentração do esforço produtivo e diminuição da variabilidade na produção. Para tanto, realizou-se uma revisão da literatura dos anais dos últimos 20 anos do *International Group for Lean Construction* (IGLC), o que resultou em 132 evidências gráficas de cerca de 20 canteiros de obras estudados por um quadro destacado de 24 pesquisadores do referido grupo. 29 evidências foram apresentadas e analisadas, possibilitando confrontar as possibilidades teóricas da melhoria da organização do processo produtivo e com a realidade documentada na literatura. Este trabalho se insere em uma linha de publicações que mostram que no passado, o panorama era marcado pelo aspecto errático do processo produtivo (levantamentos efetuados por grandes organizações de pesquisa da Europa nas décadas de 50 a 70). Os resultados indicam que ainda não existem evidências factuais de melhorias nas métricas investigadas (em seus aspectos gráficos), fundamentalmente ligadas aos aspectos operacionais da condução dos canteiros no seu dia a dia.

Palavras-chave: Linha de Balanço; Programação baseada em Localização; Planejamento Takt; Fluxos.

ABSTRACT

This article analyzed whether the implementation of managerial improvements on construction sites, as advocated by Lean Construction practitioners and consultants, has led to enhanced organization of the production process. This was assessed through indicators such as greater continuity in the production flow, adherence to work sequences and precedences, increased task completion rates, concentration of productive effort, and reduced variability in production. A literature review was conducted on the proceedings of the International Group for Lean Construction (IGCL) over the past 20 years, resulting in 132 graphical evidences from approximately 20 construction sites studied by a prominent group of 24 researchers from the IGLC. From these, 29 pieces of evidence were presented and analyzed, enabling a comparison between the theoretical possibilities of improving production process organization and the reality documented in the literature. This work is part of a series of publications that demonstrate how, in the past, a picture of what really happened on building sites was marked by the erratic nature of the production process, as reported by major European research organizations from 1950s to 1970s. The results indicate that there is still no factual evidence of improvements in the graphical metrics investigated in this study, which are fundamentally related to the operational aspects of daily site management.

Keywords: Line of Balance; LBMS; Takt Planning; Flow.

1 INTRODUÇÃO

Uma extensa bibliografia destaca o conceito de fluxo como central na operacionalização dos conceitos da Construção Enxuta. As técnicas de programação de obras derivadas da Linha de Balanço, como a Programação baseada em Localizações e o Planejamento *Takt*, descrevem o processo produtivo como um fluxo ordenado de ações ao longo de um canteiro de obras: as operações associadas a estes processos também trazem, de maneira implícita, a necessidade de se obter fluxos racionais quanto a movimentação dos recursos produtivos que concorrem para sua realização.

Carvalho *et al*. (2024) evidenciaram que a experiência reportada na observação de canteiros de obras construídos nas décadas de 50 a 70 – ainda sob os auspícios da reconstrução europeia no pós-guerra, não indicava que fluxos no canteiro (como graficados a partir do controle de obras com base na Linha de Balanço) fossem ordenados. Pelo contrário, descontinuidade, falta de sequência e de precedência entre atividades, ausência de terminalidade nas operações e baixa intensidade na alocação de recursos eram encontrados em canteiros em que se esperava que, tanto pela adoção de inovações tecnológicas e gerenciais como pelo simples fato de serem objeto de observação sistemática pelos grandes institutos de pesquisa europeus, tivessem comportamentos alinhados a ordem, organização e melhorias no uso do tempo.

Se isto não ocorria na ocasião, cerca de meio século depois, é possível esperar que o quadro tenha mudado. Se está diante do conhecimento de um conjunto de novas possibilidades gerenciais, como as propiciadas pela Construção Enxuta, as tecnologias atreladas à Indústria 4.0 e a ampla disseminação de conteúdos gerenciais na formação profissional do setor.

Assim, este artigo analisa se a aplicação de melhorias gerenciais nas obras, reivindicados pelos praticantes e consultores da Construção Enxuta, tem levado ao aprimoramento da organização do processo produtivo, averiguados por meio de uma maior continuidade no processo produtivo, aderência a sequências e precedências de trabalho, maior terminalidade, concentração do esforço produtivo e diminuição da variabilidade na produção. Para tanto, realizou-se uma revisão da literatura dos últimos 20 anos dos anais IGLC, o que resultou em 29 evidências de cerca de 20 canteiros de obras estudados por um quadro destacado de 24 pesquisadores do referido grupo. A pesquisa contribui ao confrontar as possibilidades teóricas da melhoria da organização do processo produtivo e com a realidade documentada amplamente na literatura.

2 METODOLOGIA

Esse trabalho foi conduzido através de uma revisão da literatura dos anais dos últimos 20 anos do IGLC. Buscou-se trabalhos através da leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves que compreendessem as temáticas de descontinuidade, aderência a sequências e precedências de trabalho, terminalidade e variabilidade na produção. Inicialmente foram identificadas 116 evidências gráficas em 42 trabalhos publicados no IGLC. Adicionou-se Asmone *et al*. (2024) e Murguia *et al*. (2024) por conveniência, totalizando 132 evidências. Dessas, 29 foram apresentadas neste artigo, com base nos principais autores que usaram técnicas de programação em obras repetitivas, a partir de Seppänen (2004), justificando o recorte temporal empregado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

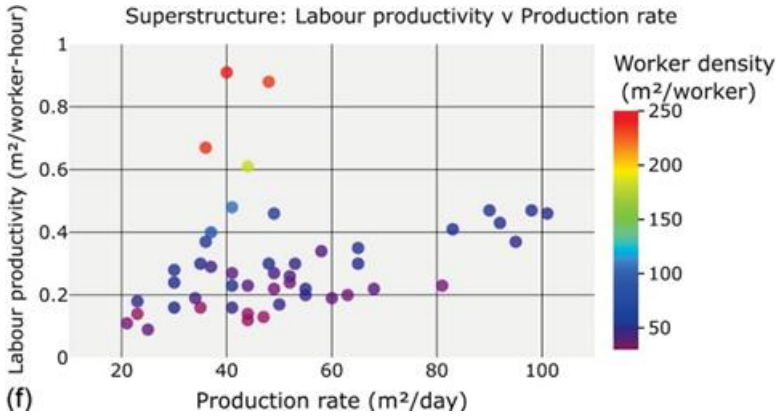
Inicialmente, Murguia e equipe merecem destaque. Até 2018 seus trabalhos refletem aplicações convencionais sobre mapas de fluxo de valor e planejamento com Linha de Balanço, sem nada a indicar que a realidade dos canteiros latino-americanos poderia frustrar os esforços de racionalizar o fluxo de atividades em obra. Nas publicações recentes (Murguia *et al*. 2023; Asmone *et al*. 2024; Rathnayake *et al*. 2023) com aplicações ainda incipientes de filosofias gerenciais associadas a Construção Enxuta em obras londrinas, o testemunho de descontinuidade, falta de sequência, sobreposição de atividades e não terminalidade são evidentes.

Como pano de fundo, tem-se que o levantamento de dados e sua análise parte da Universidade de Cambridge - UK, em um ambiente de pesquisa promissor para a Construção 4.0. Ademais, Cambridge é próxima de Watford, local da antiga sede do *Building Research Establishment*, centro de grande parte da produção científica das décadas de 40 a 70 e que foi responsável pela maioria dos trabalhos sobre o aspecto caótico da realidade dos canteiros (Carvalho *et al*., 2024).

Na Figura 1 tem-se a intensa variabilidade da taxa de produção e consequente produtividade em uma etapa de obra (superestrutura). Esta atividade poderia se considerar menos sujeita a oscilações do que as atividades

de acabamento, como em Murguia *et al*. (2016), porém, tanto o ritmo como a produtividade são muito variáveis, assim como a alocação de trabalhadores (m2 por trabalhador).

Figura 1: Superestrutura: produtividade x taxa de produção



Fonte: Murguia *et al*. (2024).

Asmone *et al*. (2024) mostram na Figura 2 que os ritmos, as durações e o momento de execução das atividades, em datas-calendário, divergem, com a curiosidade de que, em geral, antecipam-se ao período em que estavam programadas.

Figura 2: Linhas de fluxo – planejadas x reais



Fonte: Asmone *et al*. (2024).

A Figura 3 traz o que também era encontrado na literatura do passado: as interrupções do trabalho levam a durações elevadas e não é possível, a priori, visualizar o encadeamento do trabalho dentre as várias unidades de repetição.

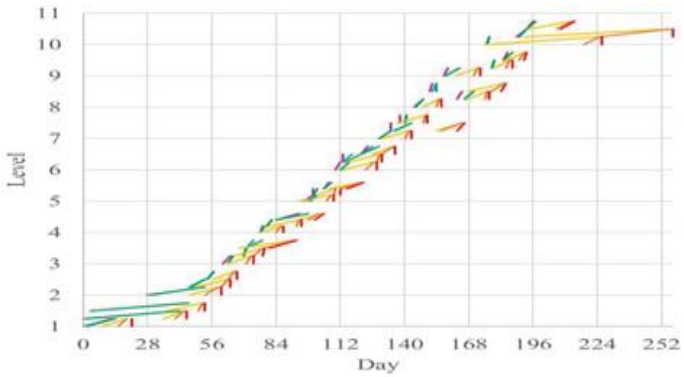
Figura 3: Linha de equilíbrio – análise de processo/localização



Fonte: Asmone *et al*. (2024).

Contrariamente, Rathnayake *et al*. (2024) lançam na Figura 4 alguma esperança quanto aos efeitos organizacionais ou a prática de racionalizar a atividade de superestrutura (formas, concreto e aço): o desempenho real parece bem ordenado, com sequencias e precedências definidas e ritmo assemelhado para toda as subatividades. Há apenas um pequeno declínio do ritmo para as etapas finais nos andares mais elevados.

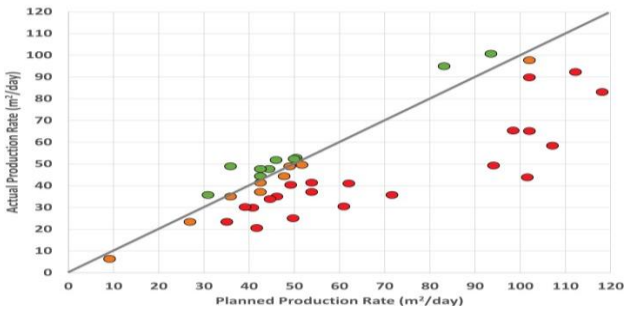
Figura 4: Linha de processo x localização



Fonte: Rathnayake *et al*. (2023).

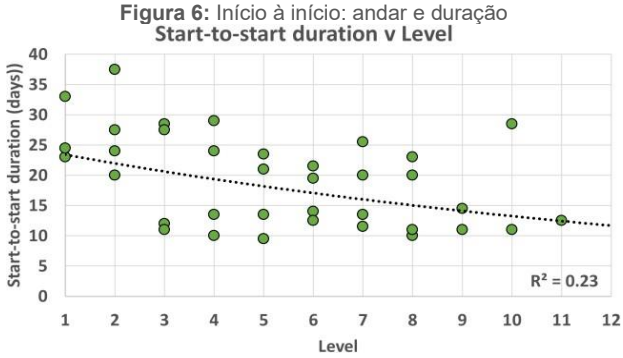
Murguia *et al*. (2023) mostram na Figura 5 que os ritmos são em geral menores e variáveis em relação ao que foi planejado. A Figura 6 evidencia que o ritmo de entrada dos operários em cada nova unidade de repetição é bastante variável. Há uma pequena melhora no ritmo de entrada ao longo das unidades de repetição na medida em que se atinge os andares mais elevados.

Figura 5: Taxa de Produção Planejada e Realizada



Fonte: Murguia *et al*. (2023).

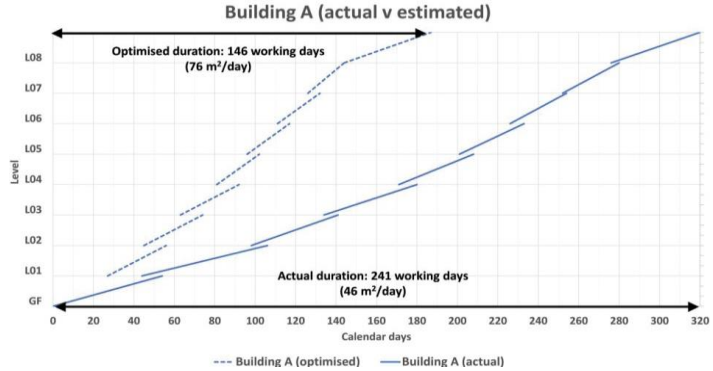
Figura 6: Início à início: andar e duração



Fonte: Murguia *et al*. (2023).

A Figura 7 produz a informação da maneira mais adequada: um gráfico ao invés de uma tentativa numérica de documentar fluxos. Nele os ritmos são diferentes, considerando o que seria uma produção possível (otimizada) e a realidade. Pode ser observado o detalhe de iniciar as atividades nos andares subsequentes sem que os andares anteriores tenham sido finalizados. Esta superposição pode ser tecnicamente correta e não evidencia desorganização do canteiro.

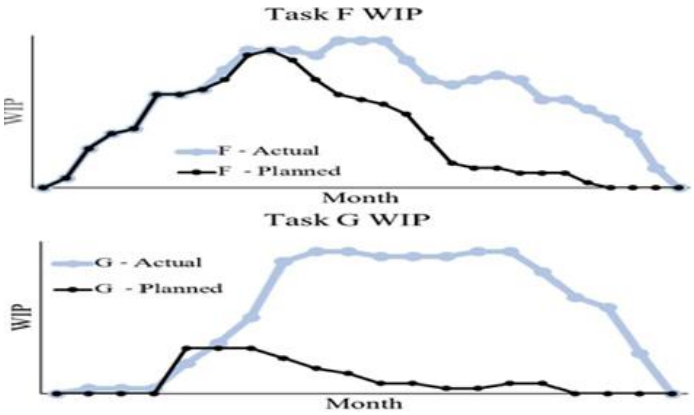
Figura 7: Linhas de fluxo reais e otimizadas para a superestrutura



Fonte: Murguia *et al*. (2023).

Sacks e equipe representam uma segunda fonte de evidências. Haronian e Korb (2023) sintetizam a disrupção do planejamento de obras, no que pode ser considerado o alastramento das atividades por todo o canteiro, em oposição a concentração do esforço em poucas unidades de trabalho: surge na Figura 8 uma Curva S de locais em aberto no canteiro (WIP – *Work In Progress*), descolado do planejado. Na parte inferior da figura, o fluxo de locais em aberto é muito maior do que poderia se antever no planejamento inicial.

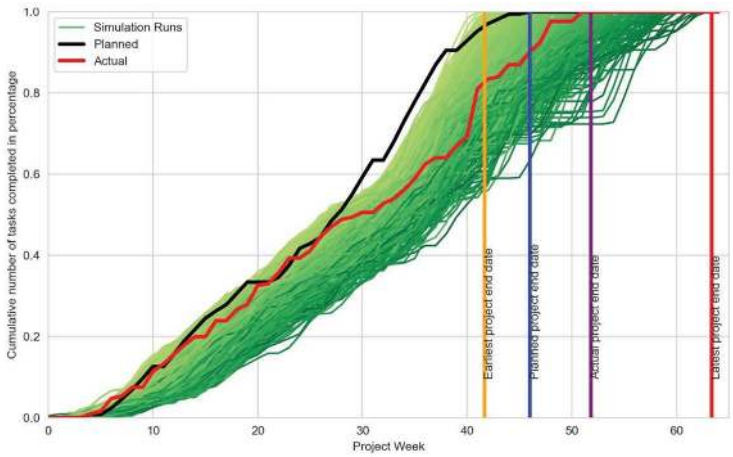
Figura 8: Trabalho em progresso planejado e realizado



Fonte: Murguia *et al*. (2023).

Yeung *et al*. (2023) chamam a atenção, ainda que através de um exercício de simulação, sobre o que pode ocorrer em um canteiro quando os responsáveis pela tomada de decisões do processo produtivo gerenciam um grande número parâmetros de planejamento (tamanho das equipes, quantidade de equipamentos, definição de pré-requisitos, mapeamento de locais de execução etc.). A Figura 9 mostra que os descolamentos entre os melhores ritmos teoricamente possíveis, aqueles planejados e os efetivos são relativamente pequenos. Todavia, de acordo com decisões circunstanciais dos envolvidos, é originado um envelope de situações que chegam a alcançar o dobro da duração prevista para um projeto.

Figura 9: Trajetória de progresso de 500 execuções simuladas (verde) em comparação ao planejado (preto) e real (vermelho).

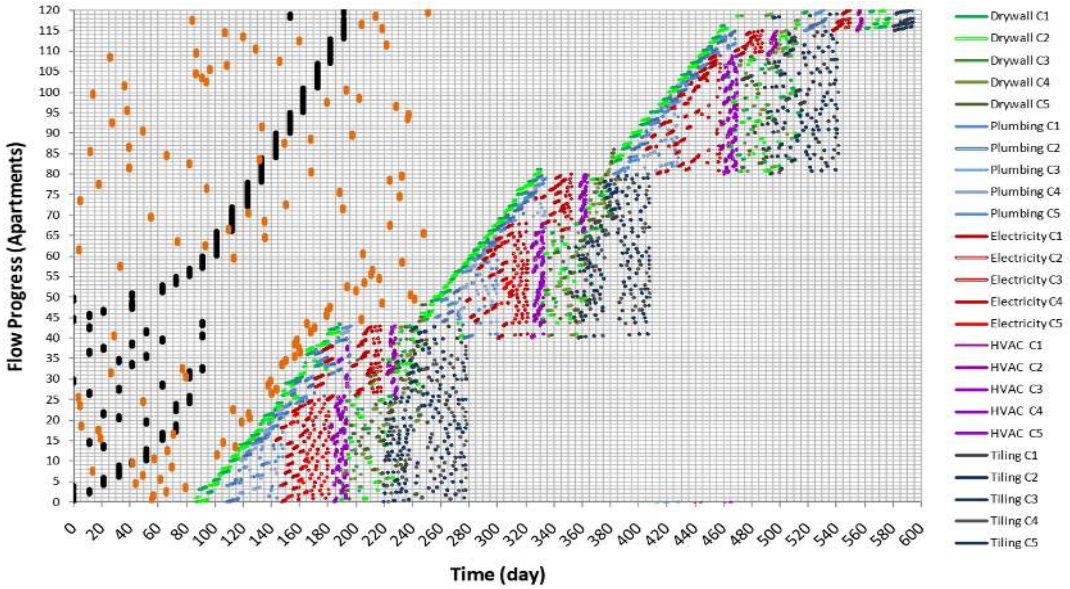


Fonte: Yeung *et al*. (2023).

A Figura 9, pelo seu aspecto agregado, não é capaz de documentar o que é testemunhado implicitamente nas simulações que, no depoimento dos autores: o desempenho individual de cada equipe, na unidade de repetição ou ao longo destas, foi completamente diferente do que foi possível simular. Em outras palavras, a simulação consegue reproduzir o que acontece com o ritmo geral das obras (uma faixa 1:2 entre os melhores e piores resultados). No entanto, as decisões dos agentes, baseada nas variáveis citadas, resulta em operações e processos totalmente diferentes da figura.

Brodetskaya *et al*. (2010) apresentam na Figura 10 uma edificação residencial sujeita a interferência dos clientes customizando suas unidades e utilizando mão de obra subempreitada. O trabalho ocorre em todo lugar, a todo o tempo, conforme inicialmente presenciado no canteiro inglês conhecido como Finchampstead Project (Forbes e Sterjenstedt, 1972).

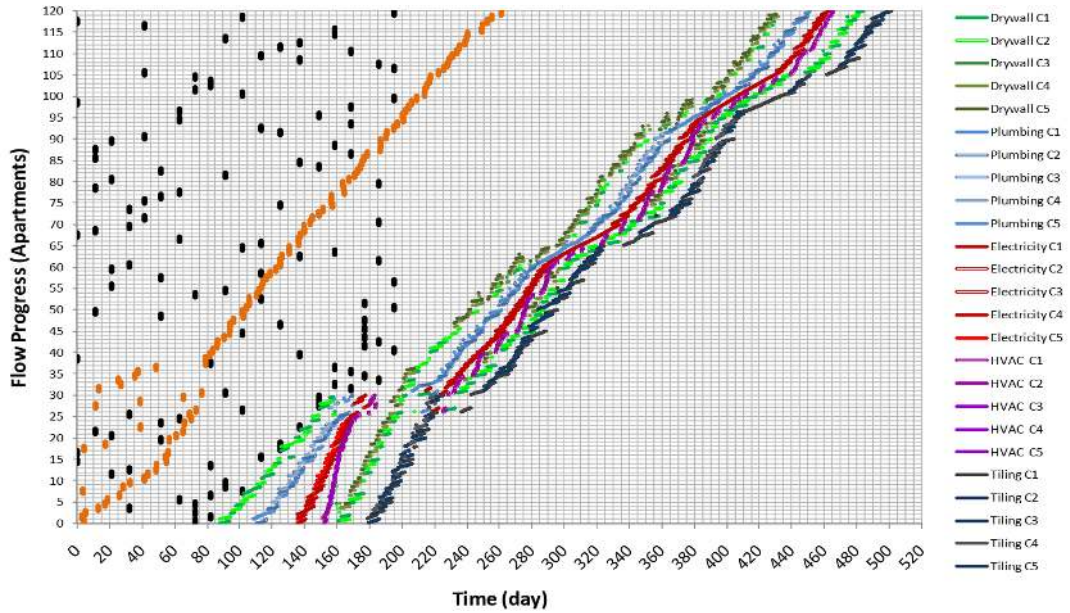
Figura 10: Fluxo de trabalho na execução de 120 apartamentos (eixo Y) classificados de acordo com a sequência em que as obras começaram.



Fonte: Brodetskaia *et al*. (2010).

Uma simulação efetuada com um novo tipo de incentivos financeiros direcionados aos subempreiteiros de obra estabiliza o processo como na Figura 11. No entanto as durações para execução do trabalho em cada apartamento são da mesma ordem de grandeza que a duração do edifício como um todo.

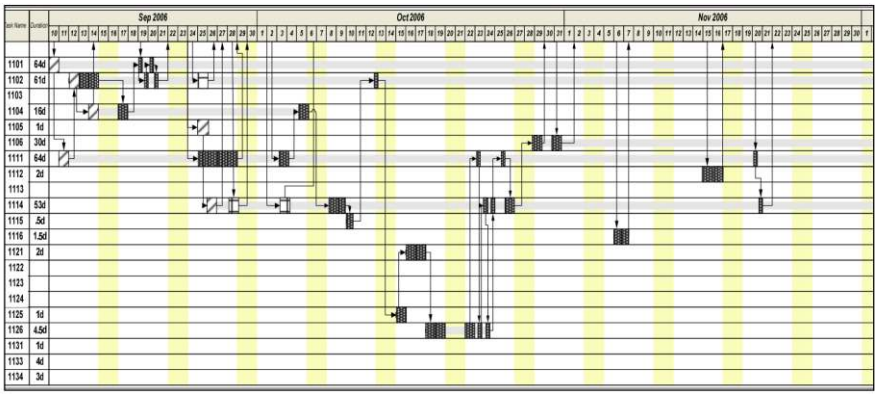
Figura 11: Fluxo de trabalho na execução de 120 apartamentos (eixo Y) classificados de acordo com a sequência em que as obras começaram.



Fonte: Brodetskaia *et al*. (2010).

Na Figura 12, Brodetskaya e Sacks (2007) corroboram esta possibilidade ao apresentar o a execução de um apartamento típico: inúmeras visitas, trabalho interrompido e durações elevadas para cada serviço em execução.

Figura 12: Fluxo da equipe pelos apartamentos



Fonte: Brodetskaia *et al*. (2010).

Uma terceira fonte de evidências é encontrada em Seppänen e sua equipe. É interessante observar que quando de seu trabalho seminal sobre LBMS (Seppänen, 2004), este autor não advertiu dos possíveis descolamentos entre o planejado e o real que já eram sobejamente conhecidos na literatura antiga. Riekki *et al*. (2024) estendem a análise para um desdobramento do planejamento baseado em localizações: as publicações relativas a Planejamento Takt trazem inicialmente o conceito de fluxos lineares e estabilizados, discutem seu potencial e, ao longo do tempo, vão surgindo artigos científicos que mostram as dificuldades na sua implementação ou aceitação pelos operários, como na obra em epígrafe. Na Figura 13, o Planejamento Takt é parcialmente bem-sucedido. Desvios que representam atrasos ou adiantamentos são, em geral, de apenas um dia. No entanto é possível presenciar atrasos muito mais elevados na metade da duração da obra, com uma recuperação marcante, mas nova queda ao final da obra.

Figura 13: Pontualidade nas áreas *Takt* média.



Fonte: Riekki *et al*. (2024).

Na Figura 14, Halttula e Seppänen (2022) avaliam em base horária a presença efetiva de trabalhadores ao longo de várias frentes de trabalho para um mesmo serviço (instalações elétricas), em que se pode verificar muita interrupção, descontinuidade e grande número de visitas

Figura 14: Presença de um eletricista nas áreas de trabalho no 2º andar durante um dia de trabalho.



Fonte: Halttula and Seppänen (2022).

Kujansuu *et al*. (2023) e Lehtovaara *et al*. (2020) voltam ao tema nas Figuras 15 e 16, graficadas a partir de tabelas apresentadas nos respectivos trabalhos. A Figura 15 mostra o número de interrupções e a Figura 16 o seu corolário, ou seja, o número de visitas para terminar um serviço. As interrupções e visitas são em número elevado. As tabelas não permitem avaliar o que seriam descontinuidades aceitáveis: interrupções por motivos razoáveis, como o final de jornadas de trabalhos ou clima inclemente, e o número tecnicamente recomendado para finalizar o serviço em cada frente de trabalho.

Figura 15: Interrupções Observadas

Interruption	Number of occasions
Another trade in the way	10
Material in the way	15
Wrong trade sequence	2

Table 2: Percentage of interruptions during the first 3 weeks of the observation period

Interruption	Percentage of interruptions during the first 3 weeks
Another trade in the way	80%
Material in the way	73%
Wrong trade sequence	0%

Fonte: Murguia *et al*. (2023).

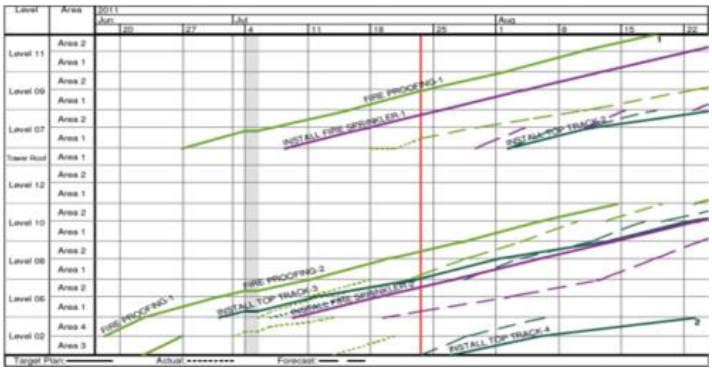
Figura 16: número de visitas e número de trabalhadores que entraram nas área de Takt observadas

	Room 1				Room 2			
Day	Visits	Avg. visit time	St.dev. of visits	Amount of different workers	Visits	Avg. visit time	St.dev of visits	Amount of different workers
1	103	0:03:27	0:06:41	13	133	0:02:10	0:04:19	14
2	82	0:01:58	0:06:03	12	72	0:03:22	0:09:41	17
3	76	0:01:28	0:04:44	18	89	0:01:06	0:02:29	24
4	78	0:01:05	0:02:06	13	63	0:01:38	0:04:45	18
5	50	0:02:38	0:08:45	7	65	0:02:17	0:08:41	14
6	81	0:04:43	0:11:28	14	62	0:02:02	0:03:58	10
7	76	0:02:54	0:06:12	15	67	0:04:47	0:10:58	14
8	105	0:01:38	0:04:34	18	102	0:02:14	0:06:38	10
9	89	0:01:25	0:02:47	21	105	0:03:32	0:10:25	12
10	36	0:02:19	0:04:26	14	56	0:02:04	0:05:46	9

Fonte: Murguia *et al*. (2023).

Na Figura 17, Seppänen *et al*. (2013) corroboram Asmone *et al*. (2024) (Figura 2). A evolução do trabalho em obra é visualizada por uma simples linha, sem a identificação se é a linha correspondente ao início das atividades, ao seu final, ou a um esforço médio durante a duração em cada unidade de repetição. Mesmo com a simplificação, tem-se um leve descolamento entre o planejado e o real, mantendo-se, no entanto, o mesmo ritmo de trabalho, o que a diferencia da Figura 2.

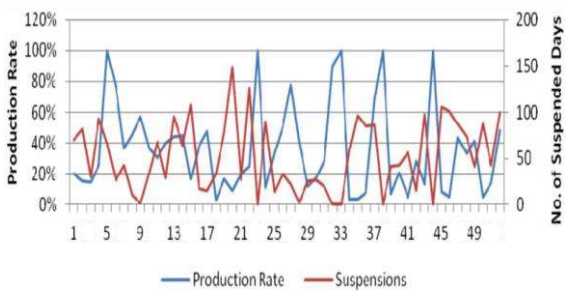
Figura 17: Instalações de incêndio: planejado x realizado



Fonte: Seppänen *et al*. (2013).

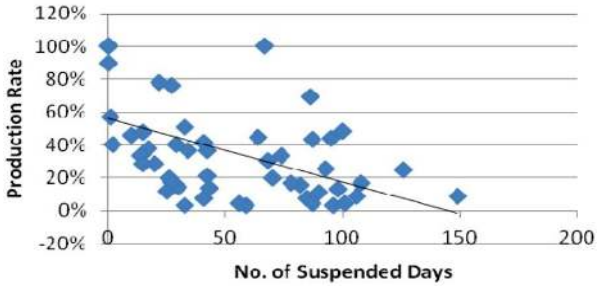
Evinger *et al*. (2013) exploram as taxas de produção e o número de dias em que as atividades foram suspensas, por diversas razões, na construção de hospitais. O número de dias de trabalho suspenso é, aparentemente, elevado e se correlaciona com as taxas de produção. No entanto, estas são naturalmente variáveis, com ou sem a modelagem pelo número de interrupções em uma faixa de 1:3 a 1:5 entre os dias mais e menos produtivos, conforme Figuras 18 e 19.

Figura 18: Mudança relativa nas taxas de produção comparada ao número de dias suspensos



Fonte: Evinger *et al*. (2013)m

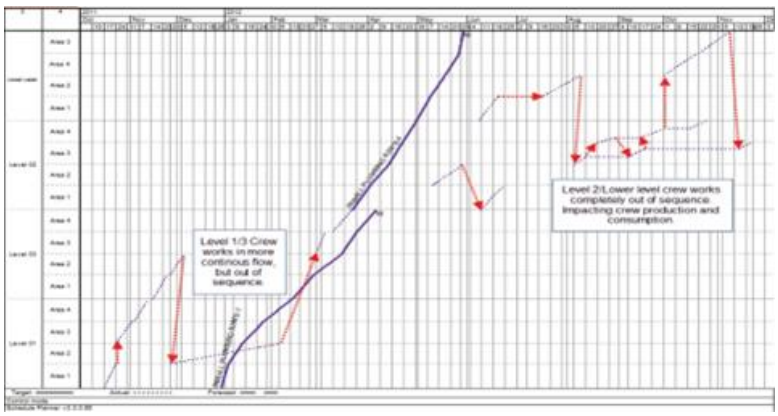
Figura 19: Correlação ente dias suspensos por local e a taxa de produção (melhor produção de cada tarefa).



Fonte: Evinger *et al*. (2013)m

Na Figura 20, os mesmos autores desenharam uma linha de balanço real apontando razões para o descolamento observado. O trabalho fora de sequência faz com que os operários realizem idas e vindas ao longo das unidades de repetição, que em princípio, deveria representar um fluxo produtivo unidirecional.

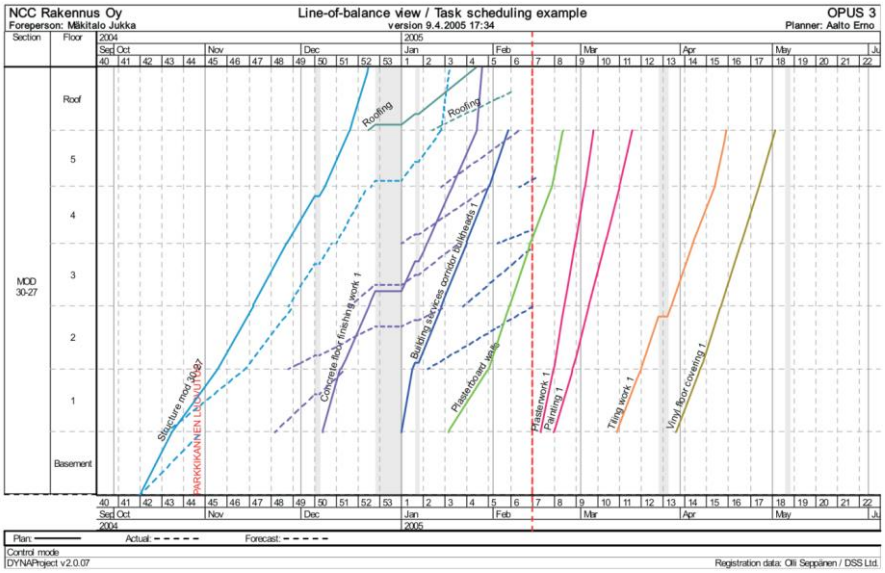
Figura 20: Fluxo das tarefas. Em negrito a produção planejada e a linha pontilhada representa a produção real.



Fonte: Evinger *et al*. (2013).

Seppänen e Aalto (2005), já no início da disseminação científica e comercial do uso da LBMS, anteveem os descolamentos que estão por vir. Na Figura 21, até cerca de metade da duração de uma obra, as várias atividades já demonstravam atrasos, descontinuidades e ritmos menores do que os previstos. Mantem-se, no entanto, a projeção dos ritmos planejados para a execução das etapas finais de obra, mesmo diante desta dificuldade inicial que eventualmente implicaria no replanejamento geral da obra.

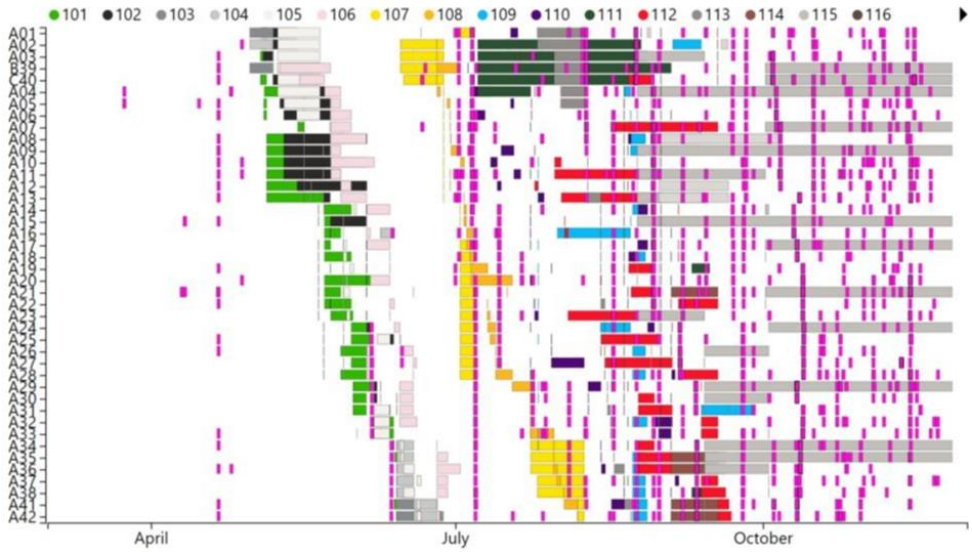
Figura 21: Plano mestre original (linhas contínuas) e cronograma real (linhas pontilhadas) para a obra de paredes de gesso cartonado, seus predecessores e sucessores.



Fonte: Seppänen e Aalto (2005).

Koskela representa outra fonte de inspiração para discutir fluxos na construção civil, diante de sua visão de que a Construção Enxuta pode ser resumida em melhorias para o cliente pelas noções de Transformação, Fluxo e Valor. Alhava *et al*. (2019) demonstram pessimismo exacerbado ao perguntar (e implicitamente responder): “pode um plano takt em algum momento subsistir diante de um primeiro contato com (a realidade) das equipes no canteiro?”. O não como resposta é ilustrado pela Figura 22: para todas as atividades não há nada que pareça um Plano Takt – um mesmo trabalho ocorre todo o tempo em todos os lugares de repetição.

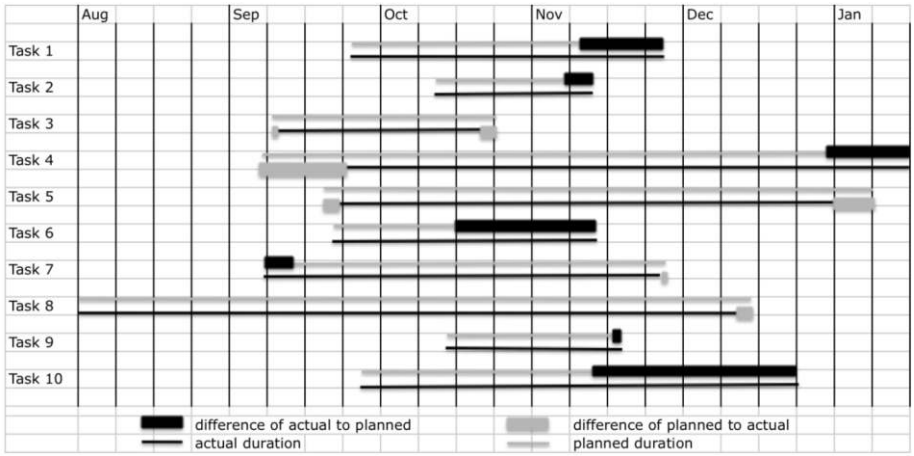
Figura 22: Tarefas reais e suas durações no Plano *Takt*



Fonte: Alhava *et al*. (2019).

Na figura 23, Koskenvesa e Koskela (2011) estendem esta noção, caracterizando a ocupação do tempo, também com os gráficos de barras das durações eventualmente planejadas e não cumpridas.

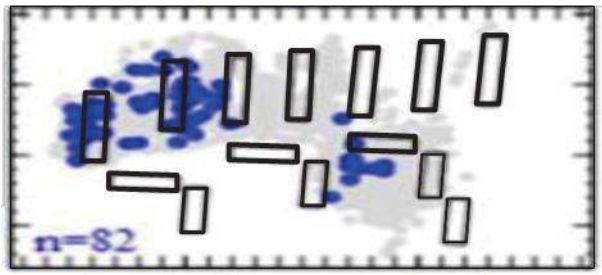
Figura 23: Duração planejada (cinza) e a duração real (preto) das tarefas e a diferença entre elas (cinza escuro).



Fonte: Koskenvesa e Koskela (2011).

Pérez *et al*. (2023) representa a experiência da Dinamarca (e por extensão dos países nórdicos) como os mais avançados em termos de disseminação dos conceitos de Construção Enxuta. Nesse grupo, não foram encontradas representações dos fluxos de trabalho em obra através de Linhas de Balanço. No entanto, os gráficos de deslocamento dos operários permitem inferir descontinuidade e movimentações excessivas ao longo do dia, como se pode notar na Figura 26, obtida a partir do acompanhamento georeferenciado de um grupo de operários a partir de seus relógios de pulso digitais. Na figura, os retângulos representam a posição dos edifícios, indicando a dispersão do esforço produtivo ao longo do dia, o que pode levar a durações elevadas e a um menor progresso físico.

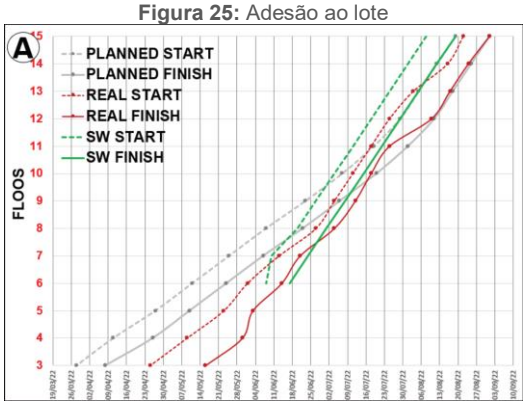
Figura 24: Posição ocupada por um grupo de carpinteiros.



Fonte: Pérez *et al*. (2023).

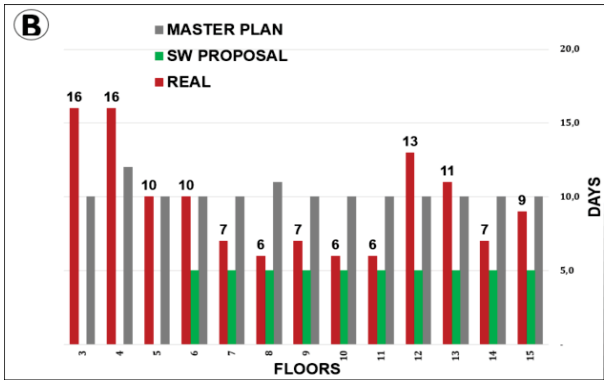
Vargas *et al*. (2023), Lima *et al*. (2024) e Saurin *et al*. (2021) ilustram os trabalhos brasileiros que permitem um posicionamento sobre a aderência ao planejamento. A Figura 25 ilustra uma atividade de acabamento em edificações residenciais que foram replanejadas através do conceito de trabalho padronizado, assemelhado a uma visão de Planejamento Takt. Há uma relativa aderência entre planejado e real: algum atraso na execução dos serviços como um todo, mas mantem-se os ritmos de trabalho. A Figura 26 mostra que ainda assim as durações reais são em média o dobro do que é possível obter com o trabalho sujeito a uma visão Takt. As durações inicialmente planejadas são da mesma ordem de grandeza (10 dias) da média das durações reais. Os descolamentos na Figura 25 são assim devidos a variabilidade dos tempos reais, que se fazem sentir nas repetições iniciais.

Figura 25: Adesão ao lote



Fonte: Vargas *et al*. (2023).

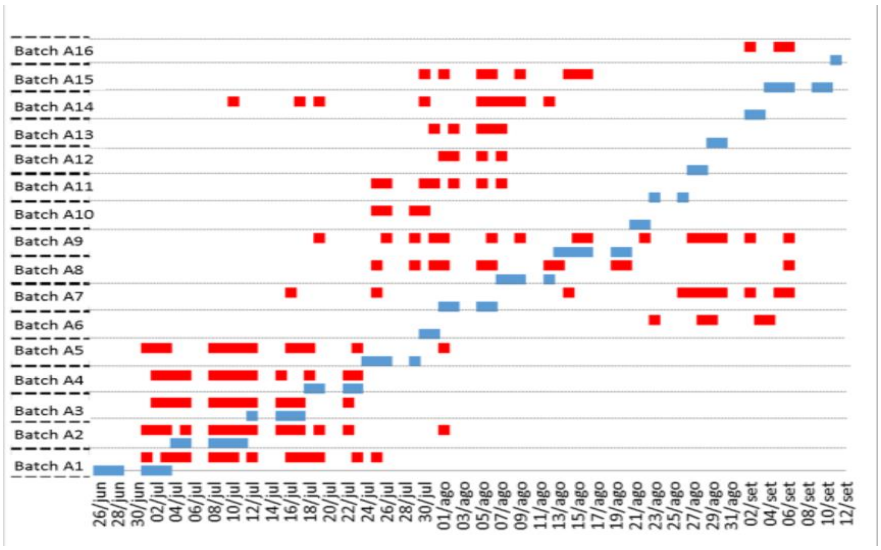
Figura 26: Tempo de Ciclo



Fonte: Vargas *et al*. (2023).

Lima *et al*. (2024) reconhecem que as atividades em obra podem começar de maneira prematura levando a possíveis problemas de desempenho do processo produtivo. Saurin *et al*. (2021) enfocam estas capacidades extras segundo o conceito mais amplo de frouxidão (folga) nos condicionantes e restrições de um trabalho. A Figura 27 ilustra a necessidade e o eventual uso do conceito de folga: o processo produtivo descontínuo e errático pode ser linearizado, como sugerido na figura. Os autores expressam a opinião de que parte da descontinuidade pode ser mantida se entendida como um condicionante menos rigoroso imposto aos serviços (por exemplo, permitindo que os operários simultaneamente trabalhem em diversas frentes de obra, ou seja, aumentem o trabalho em processo).

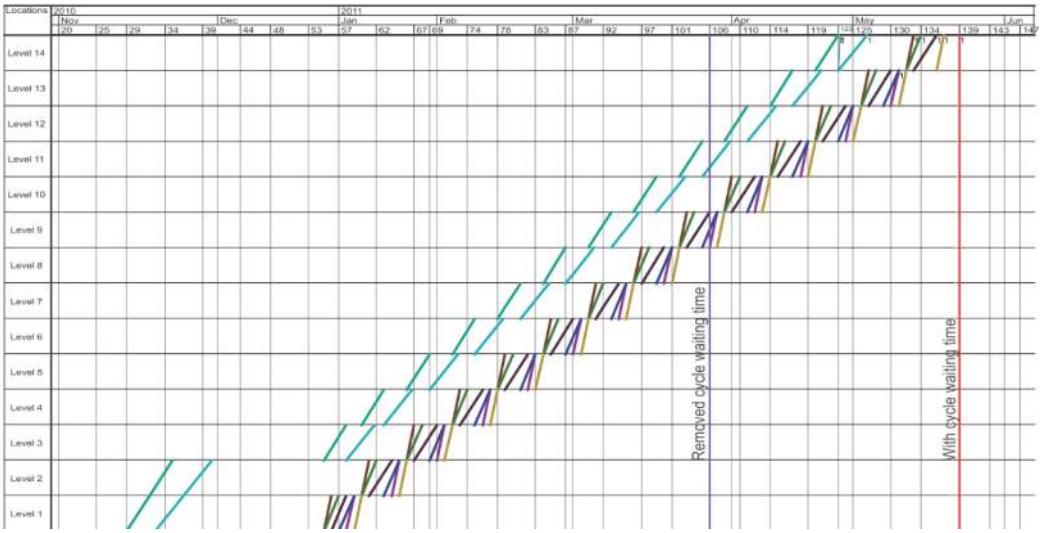
Figura 27: Necessidade e o eventual uso do conceito de folga



Fonte: Saurin *et al*. (2021).

Finalmente, Kenley (2005) mantem que a aparente descontinuidade, observada na Figura 28, é fruto, mormente, do fato que a unidade de repetição 5 não estar (e eventualmente não deveria estar) em sequência com as demais. O rearranjo do sequenciamento de unidade para os vários serviços pode redundar em linhas de balanço reais mais homogêneas, descaracterizando o que aqui se procurou evidenciar como aspecto caótico do processo produtivo.

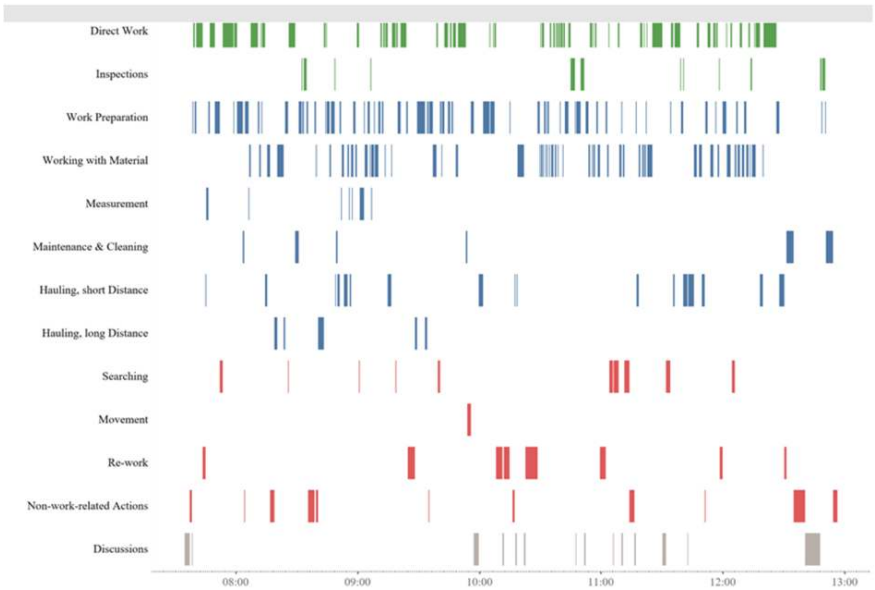
Figura 28: Prédio de apartamentos planejado para uma concretagem por andar



Fonte: Kenley (2005).

Em qualquer circunstância, Görsch *et al*. (2022) levam a discussão para um outro nível de detalhe. A Figura 29 mostra, as atividades dos operários em minutos: segundo o autor, os operários permanecem, em média, apenas 3 minutos executando uma mesma atividade (máximo de 10 minutos). Quaisquer que sejam as razões e o eventual desempenho que se associe a este trabalho fragmentado, não parece ser este o objetivo da racionalização através de estudos de tempos e movimentos e a disposição do trabalho como se fora em linhas de montagem.

Figura 29: Atividades classificadas e visualizadas no fluxo de trabalho



Fonte: Görsch *et al*. (2022).

4 CONCLUSÃO

Os resultados e discussões atestam que a descontinuidade das operações ainda é marcante nos canteiros de obras. Ela ainda está presente, desafiando esforços redobrados para sua minimização, quer através de utilização mais intensa das ferramentas gerenciais disponíveis, do treinamento e aceitação de sua lógica pelos operários e gestores, pela forma de contratação dos serviços e, eventualmente, pelo domínio tecnológico das operações em obra, explorando suas precedências e o eventual estudo de tempos e movimentos a elas relacionados. Cerca de 70 anos de documentação da literatura, corroborados pelos últimos 21 anos cobertos neste trabalho, ainda não foram suficientes para deixar claro para os gestores a dimensão da tarefa de organizar a obra, conforme idealizado pela Construção Enxuta e seus paradigmas advindos da produção industrial moderna.

Desta forma, a pesquisa contribuiu ao confrontar as possibilidades teóricas da melhoria da organização do processo produtivo e com a realidade documentada amplamente na literatura. Essa contribuição vem acompanhada de algumas limitações, que podem ser tomadas como oportunidades para trabalhos futuros. O levantamento de evidências se concentrou nos anais do IGLC, o que pode ter complementado com buscas em bases de artigos como a SCOPUS e *Web Of Science*. Ainda, uma vez que os estudos analisados foram realizados em obras que aplicam a construção, seria oportuno levantar dados de descontinuidades em obras que não aplicam a construção enxuta para compará-los.

REFERÊNCIAS

ALHAVA, O.; RINNE, V.; LAINE, E.; KOSKELA, L. Can a takt plane ever survive beyond the first contact with trades on-site. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 27., 2019, Dublin. **Proceedings…** Dublin: IGLC, 2019, p. 453-464.

ASMONE, A. S.; MURGUIA, D.; RATHNAYAKE, A.; MIDDLETON, C., Automated data capture and analysis to detect process waste in interior finishing work. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 32., 2024, Auckland. **Proceedings…** Dublin: IGLC, 2024, p. 660-671.

BRODETSKAIA, I.; SACKS, R. Undertstanding flow and micro-variability in construction: theory and practice. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 15., 2007, Michigan. **Proceedings…** Michigan: IGLC, 2007, p. 488-497;

BRODETSKAIA, I.; SACKS, R.; SHAPIRA, A. Implementation of pull control in finishing works with re-entrant flow. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18., 2010, Haifa. **Proceedings…** Haifa: IGLC, 2010. p. 274–284.

CARVALHO, M. C; SANTOS, D. G; HEINECK, L. F. M; MIRANDA FILHO, A. N. Continuidade e estabilidade dos fluxos físicos – uma quimera em aplicações da Lean Construction. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. ***Anais…*** Maceió: ANTAC, 2024.

EVINGER, J.; MOUFLARD, C.; SEPPÄNEN, O. Productivity effects of starting as early as possible in hospital construction. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings…** Fortaleza: IGLC, 2013. p. 689–698.

FORBES, W. S.; JERNSTEDT, R. The Finchampsted Project. Watford: HMSO, 1972. (Building Research Establishment, Current Paper n. 23).

GÖRSCH, C.; BARAZI, A; SEPPÄNEN, O.; IBRAHIM, H. A. Uncovering and visualizing work process interruptions through quantitative workflow analysis. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 30., 2022, Edmonton. **Proceedings…** Edmonton: IGLC, 2022. p. 142–152.

HALTTULA, H. P. I.; SEPPÄNEN, O. Situational awareness in construction projects using takt production. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 30., 2022, Edmonton. **Proceedings…** Edmonton: IGLC, 2022. p. 164–174.

HARONIAN, E.; KORB, S. Towards a flow-based disruption metric: a case study. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31., 2023, Lille. **Proceedings…** Lille: IGLC, 2023. p. 344–352.

KENLEY, R. Dispelling the complexity myth: founding lean construction on location-based planning. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 13., 2005, Sydney. **Proceedings…** Sydney: IGLC, 2005. p. 245–251.

KOSKENVESA, A.; KOSKELA, L. Evaluating site performance through the TFV-Theory. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 19., 2011, Lima. **Proceedings…** Lima: IGLC, 2011. p. 1–10.

KUJANSUU, P. LEHTOVAARA, J.; SALERTO, S.; SEPPÄNEN, O; PELTOKORPI, A. How does production contribute to trade flow in construction? *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 28., 2020, Berkeley. **Proceedings…** Berkeley: IGLC, 2020. p. 445–454.

LEHTOVAARA, J. *et al*. Takt maturity model: from individual successes towards systemic change in Finland. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 28., 2020, Berkeley. **Proceedings…** Berkeley: IGLC, 2020. p. 433–444.

LIMA, C. M.; NETTO, H. D. C.; HEINECK, L. F. M. Agile ramp-up: a method to reduce premature construction start. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 32., 2024, Auckland. **Proceedings…** Dublin: IGLC, 2024. p. 478–489.

MURGUIA, D.; RATHNAYAKE, A.; MIDDLETON, C. Master schedule optimization with the use of flowlines and performance data. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31., 2023, Lille. **Proceedings…** Lille: IGLC, 2023. p. 1463–1474.

MURGUIA, D.; RATHNAYAKE, A.; MIDDLETON, C. Measuring construction productivity across projects: multilevel three-dimensional framework. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 150, n. 11, p. 04024151, 2024.

PÉREZ, C. T.; SALLING, S. T.; WANDAHL, S. Location-based work sampling: field testing and utility evaluation. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31., 2023, Lille. **Proceedings…** Lille: IGLC, 2023. p. 1160–1171.

RATHNAYAKE, A.; MURGUIA, D.; MIDDLETON, C. Analysing the impact of construction flow on productivity. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31., 2023, Lille. **Proceedings…** Lille: IGLC, 2023. p. 1510–1521.

RIEKKI, J.; SEPPÄNEN, O.; PELTONEN, S.; LEHTOVAARA, J. Quantitative indicators in takt production control: an empirical analysis. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 32., 2024, Auckland. **Proceedings…** Dublin: IGLC, 2024. p. 283–293.

SAURIN, T. A.; VIANA, D. D.; FORMOSO, C. T.; TOMMELEIN, I. D.; KOSKELA, L.; FIREMAN, M.; BARTH, K.; BATAGLIN, F.; COELHO, R.; SINGH, V.; ZANI, C.; RANSOLIN, N.; DISCONZI, C. G. Slack in construction – part 2: practical applications. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 29., 2021, Lima. **Proceedings…** Lima: IGLC, 2021. p. 197–206.

SEPPÄNEN, O.; AALTO, E. A case study of line of balance based schedule planning and control system. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 13., 2005, Sydney. **Proceedings…** Sydney: IGLC, 2005. p. 271–279.

SEPPÄNEN, O.; EVINGER, J.; MOUFLARD, C. Comparison of LBMS schedule forecasts to actual progress. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings…** Fortaleza: IGLC, 2013. p. 569–578.

VARGAS, F. B.; BONESI, F.; FORMOSO, C. T.; BULHÕES, I. R. Integrating standardized work and production status control to support location-based planning and control. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31., 2023, Lille. **Proceedings…** Lille: IGLC, 2023. p. 1360–1371.

YEUNG, T.; MARTINEZ RIBÓN, J. G.; SHARONI, L.-O.; SACKS, R.; PITKÄRANTA, T. Predictive simulation for automated decision-support in production and planning control. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31., 2023, Lille. **Proceedings…** Lille: IGLC, 2023. p. 1279–1290.