

Artigo Técnico

Diretrizes para obtenção de fluxo de produção em obras rápidas de varejo por meio do planejamento baseado em locais.

Guidelines for Procurement Production Flow in Fast Retail Construction Through Methods Based Planning.

Victor Terrini^a, Hylton Olivieri^b, Sandra Haruma Hashizume^c.

^a Mestrado em Habitação:
Planejamento e Tecnologia
– Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São
Paulo., São Paulo-SP, Brasil.

^b Docente de Mestrado
Profissional em Habitação:
Planejamento e Tecnologia
– Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São
Paulo., São Paulo-SP, Brasil.

^c Docente Visitante do Mestrado
Profissional em Habitação:
Planejamento e Tecnologia
– Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São
Paulo., São Paulo-SP, Brasil.

*e-mail:
victor_terrini@hotmail.com

Palavras-chave: Fluxo de produção; Obras Rápidas; Varejo;
Takt Production; Location Based Management System.

Keywords: *Production Flow; Fast Construction; Retail;
Takt Production; Location Based Management System.*

Resumo

O segmento do varejo é caracterizado pelo alto número de estabelecimentos, composto de empreendimentos como redes de *fast food*, farmácias, agências bancárias, mercados, dentre outros comércios e serviços com a finalidade de atender ao consumidor final. O prazo de implantação e abertura desses estabelecimentos é um fator crucial, isto é, qualquer desvio no prazo de entrega das obras reflete diretamente na receita e no retorno do capital investido. Dessa forma, o prazo de execução torna-se um elemento-chave para o sucesso das empresas construtoras que atuam nesse segmento. Um tópico importante que pode efetivamente auxiliar no cumprimento dos prazos é a geração de fluxo contínuo para as equipes e para os locais, denominado como fluxo de produção. Os métodos de planejamento baseados em locais, que fazem parte da filosofia *Lean Construction*, visam proporcionar maior eficiência e produtividade aos projetos de construção civil, auxiliando na eliminação de desperdícios e na geração de fluxo. O objetivo do presente trabalho é propor diretrizes que auxiliem os profissionais atuantes em ORVs (Obras Rápidas de Varejo) a implementarem o conceito de fluxo de produção em suas obras, principalmente por meio da aplicação dos métodos de planejamento e controle baseado em locais, mais precisamente, as ferramentas *Takt Production* (TP) e *Location Based Management System* (LBMS). Como estratégia de pesquisa utilizou-se o Estudo por aplicação e como validação o painel de especialistas, tendo sido selecionadas três ORVs, no intuito de investigar a gestão de fluxo em obras deste setor.

Abstract

The retail segment is characterized by a high number of establishments, made up of enterprises such as fast food chains, pharmacies, bank branches, markets, among other businesses and services with the purpose of serving the end consumer. The deadline for implementing and opening these establishments is a crucial factor, that is, any deviation in the deadline for delivery of works directly reflects on revenue and return on invested capital. In this way, the execution time becomes a key element for the success of construction companies operating in this segment. An important topic that can effectively help meet deadlines is the generation of continuous flow for teams and locations, known as production flow. Site-based planning methods, which are part of the Lean Construction philosophy,

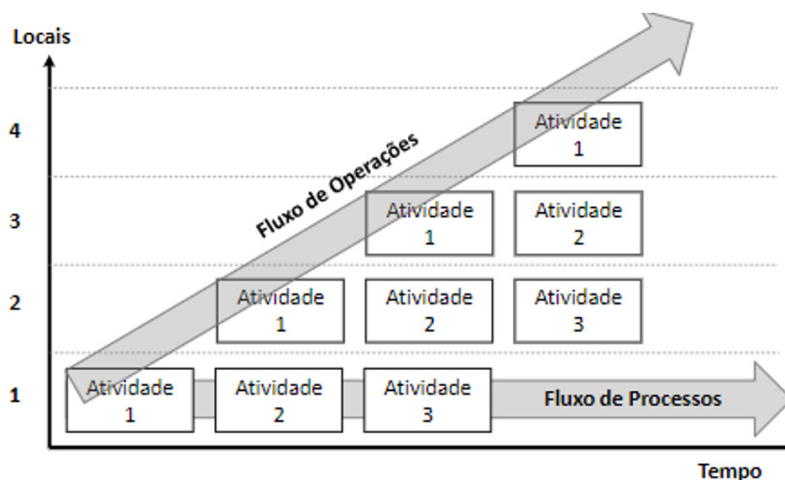
aim to provide greater efficiency and productivity to civil construction projects, helping to eliminate waste and generate flow. The objective of this work is to propose guidelines that help professionals working in ORVs (Rapid Retail Works) to implement the concept of production flow in their works, mainly through the application of location-based planning and control methods, more precisely, the Takt Production (TP) and Location Based Management System (LBMS) tools. The case study method was used as a research strategy and a panel of experts was used as validation, with three ORVs being selected in order to investigate flow management in works in this sector.

1 Introdução

O setor do varejo é caracterizado pelo alto número de estabelecimentos de pequeno porte, o que demanda das empresas construtoras um volume considerável de intervenções (SU, 2019). Pode-se afirmar que o prazo de abertura do empreendimento constitui um fator determinante para esse tipo de segmento dentro da indústria da construção civil. Logo, o elemento-chave para o sucesso das empresas construtoras que atuam nesse segmento é o prazo de execução das obras (BONASORTE, 2021).

É possível encontrar na literatura vários autores que caracterizam o setor da construção civil como uma indústria de baixa produtividade e fluxo interrupto, levando a duração das obras a prazos extensos. Desta forma, o fluxo é essencial para todos os processos de produção, e é efetivo quando materiais, produtos ou atividades percorrem o caminho rapidamente e de forma uniforme. Na construção civil, o planejamento da produção tem um papel fundamental na obtenção de uma produção bem-sucedida em termos de fluxo (KOSKELA, 1992; BALLARD, 2000). Um dos princípios da filosofia *Lean Construction* é a geração de fluxo para as atividades e equipes (KOSKELA, 2000), chamado de fluxo da produção conforme a **FIGURA 1** abaixo.

Figura 1: Fluxo de operações e Fluxo de processos



Fonte: adaptado de Shingo; Dillon (1989) e Lehtovaara et al. (2021) apud Olivieri e Granja (2021)

Nesse sentido, algumas ferramentas foram desenvolvidas a fim de facilitar o atendimento desse princípio, tais como o *Location Based Management System* (LBMS) e o *Takt Production* (TP) (LEHTOVAARA et al., 2021).

O objetivo deste trabalho é propor diretrizes que auxiliem os profissionais atuantes em ORVs a implementarem o conceito de fluxo de produção em suas obras, principalmente com o auxílio dos conceitos de planejamento e controle baseado em locais, mais precisamente, as ferramentas *Takt Production* (TP) e *Location Based Management System* (LBMS).

2 Fluxo de produção da construção civil

Fluxo pode ser entendido como a produção e movimentação de um item por vez (ou de um lote pequeno de itens) ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido pela etapa seguinte. Ou seja, cada processo produz apenas o que lhe é exigido pelo processo seguinte ou pelo cliente final, sem geração de estoque. O fluxo contínuo pode ser alcançado por meio de várias maneiras, desde a utilização de linhas de montagem até as células manuais, também chamado de fluxo de uma peça ou fluxo de uma peça só (LIB, 2007; ROTHER; SHOOK, 1999).

O fluxo de produção contém dois eixos diferentes, fluxo de processo e fluxo de operações, formando uma rede de fluxo (Shingo e Dillon 1989). No contexto da manufatura, o fluxo de processos refere-se à movimentação de produtos na linha de produção, e o fluxo de operações refere-se às ações realizadas em estações de trabalho individuais por operadores e equipamentos. No entanto, ao contrário da indústria transformadora, onde os produtos se movem ao longo da linha de produção e os operadores permanecem em seus postos de trabalho, na indústria da construção civil as equipes e materiais de construção movem-se pelos locais enquanto executa atividades, e o produto (por exemplo, um apartamento) permanece estacionário.

O conceito de fluxo no segmento da construção civil não se encontra bem definido. A dificuldade surge devido à distinção entre o fluxo de produtos através de uma linha de produção em uma fábrica e o fluxo das equipes por meio de um canteiro de obras. No primeiro, é possível observar os trabalhadores fixos em suas estações de trabalhos; no segundo, trabalhadores e materiais se movendo pela “linha de produção” (SACKS, 2016).

No que diz respeito à execução das atividades, no ambiente da construção, é necessário ter disponíveis sete pré-condições para que a atividade ocorra: atividade predecessora finalizada, informação, material, equipamento, equipe, espaço e condições externas (KOSKELA, 2000).

Os métodos de planejamento e controle da produção têm como um de seus objetivos tornar o sistema de produção mais eficiente em termos de fluxo. Neste caso, as principais funções de um método são: (I) o plano de produção deve permitir a eficiência do fluxo; (II) manter o fluxo controlando e direcionando proativamente o sistema de produção; e (III) melhorar continuamente o sistema de produção como um todo, reduzindo a variabilidade no nível da tarefa (LIKER, 2005; BRODETSKAIA *et al.*, 2013).

2.1 Location Based Management System (LBMS)

No método baseado em locais, desenvolvido por Kenley e Seppänen, o LBMS tem o propósito de planejar e controlar projetos de construção civil, fornecendo fluxo contínuo de trabalho para as equipes, bem como maximizando a produtividade e minimizando as interrupções, desmobilização das equipes e retrabalho (KENLEY; SEPPÄNEN, 2010).

Além disso, se baseia na movimentação de recursos no canteiro de obras, tendo como objetivo básico maximizar o uso contínuo da mão de obra, ampliando a produtividade

e reduzindo desperdício e riscos, bem como melhorar a previsibilidade e aumentar a transparência (KENLEY; SEPPÄNEN, 2010). Há valor em dividir um projeto em locais, pois facilita o monitoramento e a análise dos dados, além de direcionar o planejamento baseado em tarefas e atividades, concentrando-se em seu movimento através dos locais (SEPPÄNEN et al., 2014). Kenley e Seppänen (2010) afirmam que o LBMS é segmentado em duas partes, quais sejam: (i) planejamento e (ii) controle, contendo seis estágios principais (OLIVIERI, 2016):

- a) Estimar as quantidades por local;
- b) Explorar a atividade da linha de base para melhor detalhamento;
- c) Planejar os recursos;
- d) Definir a lógica sequencial;
- e) Verificar se as restrições da linha de base estão sendo cumpridas;
- f) Monitorar, controlar e atualizar as tarefas.

2.2 Takt Planning (TP)

Para a produção takt (TP), o objetivo é identificar processos repetitivos e equilibrá-los, permitindo fluxo eficiente de produção (DLOUHY et al., 2016). Frandson (2019) aponta que, na produção takt, o objetivo é aumentar de forma holística o fluxo, mantendo o takt time constante.

É um método de estruturação de trabalho que alinha as taxas de produção das equipes de trabalho, ritmando o trabalho por meio de um conjunto de zonas em uma sequência definida, a fim de criar fluxo de trabalho contínuo, proporcionando transferências confiáveis e uma oportunidade de melhorar continuamente o sistema de produção (FRANDSON, 2019).

3 Procedimento metodológico

Para o desenvolvimento da pesquisa, o método adotado foi o estudo de caso para compreensão e investigação do problema na prática; e como validação das diretrizes preliminares, utilizou-se o método denominado como painel de especialistas.

A primeira parte (compreensão) iniciou-se com a identificação do problema de pesquisa; neste caso, a falta de fluxo contínuo em ORVs é uma lacuna encontrada tanto na literatura quanto nos estudos de caso. Desta forma, a pergunta de pesquisa é: Como implementar fluxo contínuo em ORVs por meio dos métodos de planejamento baseados em locais? Em seguida, fundamentado na revisão bibliográfica, o autor observou a necessidade de identificar quais obras se enquadram como ORVs e obter uma compreensão plena dos temas: Sistema Toyota de Produção (STP), Filosofia *Lean*, *Location Based Management System* (LBMS), Linha de Balanço (LOB) e *Takt Production* (TP). Finalmente, a etapa de compreensão é encerrada com a seleção dos estudos de casos, recebimento dos documentos pertinentes a cada obra e realização das entrevistas com os profissionais responsáveis pelos projetos, denominados como A, B e C. Os três projetos possuíam uma área a ser construída entre 248 e 595m² com prazo de execução entre 75 e 115d.

A segunda parte (desenvolvimento da pesquisa) iniciou-se com a análise preliminar dos estudos de caso, os quais foram avaliados de acordo com a filosofia de planejamento e controle dos métodos TP e LBMS. Em seguida, as diretrizes preliminares foram desenvolvidas através dos principais resultados obtidos na análise preliminar, sendo validadas por meio de um painel de especialistas, em que participaram cinco profissionais e acadêmicos especialistas em planejamento e controle de obras. Por fim, as diretrizes preliminares foram ajustadas de acordo com os comentários e sugestões dos especialistas, dando origem as diretrizes finais que auxiliarão os profissionais atuantes em ORVs a implementarem o conceito de fluxo contínuo.

4 Resultados

4.1 Análise preliminar

Os resultados da análise preliminar estão apresentados no **Quadro 1**.

Quadro 1: Análise preliminar dos estudos de caso

(Continua)

Itens avaliadores	Estudo de caso A	Estudo de caso B	Estudo de caso C
Fluxo	Avaliando os documentos recebidos, sendo eles cronograma físico, cronograma de suprimentos e orçamento, não foi possível garantir uma análise quanto ao fluxo contínuo das tarefas, visto que não há uma divisão do projeto em locais, impossibilitando visualizar o trajeto das equipes através dos locais de trabalho. No entanto, durante as entrevistas estruturadas, 100% dos entrevistados pontuaram a quebra de ritmo recorrente das equipes.		
Locais	Para os três estudos de caso, nenhum deles elabora o cronograma físico baseado nos métodos LBMS ou TP, ou seja, é elaborado em função das atividades.		
Pacotes de trabalho	Para os estudos de casos A e C, devido ao detalhamento superficial do cronograma físico, é impraticável analisar quais atividades compõem cada pacote de trabalho, provocando dúvidas na quantificação das durações e quantidades, visto que a omissão de atividades críticas dentro de um pacote de trabalho pode ocasionar na quebra do fluxo das atividades, gerando espera em outras equipes envolvidas dentro de um determinado local. No entanto, o estudo de caso B possui um plano de uma forma mais singular, detalhando o pacote de trabalho e possibilitando avaliar as atividades que o compõe, por exemplo, divididos em equipes de fundação, alvenarias, acabamentos e etc.		
Tempo takt	Os planos foram elaborados através do gráfico de Gantt. Desta forma, os estudos de caso não utilizam o tempo takt no desenvolvimento do cronograma.		
Recursos / Quantidades	Nos estudos de casos A e C, as atividades não são quantificadas por local de trabalho ao ponto de fundamentar a definição dos recursos e durações; além disso não há um banco de dados para consulta das taxas de produção, isto é, em sentido oposto ao método baseado em locais. Para o estudo de caso B as atividades não são quantificadas por local de trabalho, entretanto se utiliza banco de dados para consulta das taxas de produção, logo o plano é elaborado de forma nivelada, sendo que os recursos são definidos baseado nas quantidades das tarefas e gerando durações fundamentadas.		
Linha de balanço	A Linha de Balanço não é utilizada como forma gráfica de representação do plano, sendo que as áreas takt ou lotes de trabalho se resumem em um único lote.		
Estágio de informações	Nenhum deles atualiza o plano físico planejado, conhecido como linha de base, impossibilitando o desenvolvimento dos demais estágios de informação, sendo eles: atual, progresso e previsão.		
Alertas	Na etapa de planejamento foram definidos marcos em atividades específicas. Na etapa de controle, alertas foram adicionados em formato de blocos autoadesivos para as atividades: vidros, caixilhos e piso porcelanato.		Para os demais estudos de caso, os alertas não foram utilizados.

Quadro 1: Análise preliminar dos estudos de caso

(Continuação)

Itens avaliadores	Estudo de caso A	Estudo de caso B	Estudo de caso C
Ações de controle	As ações de controle ou corretivas são aplicadas, sendo que as medidas necessárias são tomadas imediatamente após a identificação de desvios no plano, por exemplo, elevar a quantidade de recursos, atuar em dois turnos de trabalho e em casos extremos, iniciar atividades sucessoras sem as predecessoras estarem finalizadas.		
Planejamento Periódico	Semanalmente é realizado uma reunião com o coordenador de obras, onde as metas e expectativas são alinhadas e estudadas, com o objetivo de atender a linha de base.	Uma vez por semana o engenheiro responsável comparece à obra com a finalidade de fiscalizá-la. Nesta visita é realizada uma reunião com o empreiteiro onde os próximos passos são alinhados, desde a execução das atividades até a compra dos materiais necessários.	Não existe planejamento semanal de uma forma padronizada, As reuniões entre empreiteiro e engenheiro são realizadas conforme necessidade durante o andamento da obra.
Painel de controle	Neste caso, nenhum dos estudos de caso utiliza qualquer ferramenta visual, com os planos sendo acompanhados diretamente no Excel ou onde foram elaborados.		

Fonte: elaborado pelos autores

4.2 Desenvolvimento e validação das diretrizes

As diretrizes preliminares foram desenvolvidas a partir dos problemas identificados na análise preliminar. Em suma, o modelo é composto por oito diretrizes, cinco constituindo a fase de planejamento e três a fase de controle, sendo que cada uma delas contém uma função específica dentro das fases, que, quando em conjunto, oferecem um melhor desempenho do sistema de planejamento e controle de projetos considerados como ORV's. A incorporação dos métodos LBMS e TP tem como finalidade desenvolver um plano voltado ao fluxo contínuo das tarefas. Desta forma, a seguir são apresentadas de forma sucinta as diretrizes que compõem o modelo preliminar:

1. Divisão do projeto em locais;
2. Definição dos pacotes de trabalho;
3. Definição do tempo takt;

4. Definição dos recursos, quantidades e durações;
5. Desenvolvimento do plano em linha de balanço;
6. Atualização e acompanhamento do plano;
7. Implementação de alertas;
8. Planejamento periódico;

Para o processo de avaliação e validação, optou-se pelo uso do método Painel de Especialistas. Neste sentido, um painel de especialistas tem como objetivo entregar um consenso entre os participantes de um determinado tema, oferecendo uma variedade de funções (GABEL; SHIPAN, 2004). Além disso, é empregado em situações nas quais a evidência é carente de qualidade ou é insuficiente para determinar uma solução para o problema de pesquisa (COULTER *et al.*, 2016; SCHULMAN GREEN *et al.*, 2019). Sendo assim, este método pode ser aplicado em uma variedade de funções, como por exemplo: definir níveis profissionais em relação à prática; identificar e destacar competências profissionais; identificar questões para pesquisas; desenvolver diretrizes, dentre outras (GABEL; SHIPAN, 2004).

A realização do Painel de Especialistas partiu de um processo. Inicialmente, o Painel Preparatório foi enviado aos especialistas com cinco dias de antecedência, conjuntamente com um vídeo explicativo em formato de apresentação, o qual abordava resumidamente o tema da pesquisa, o objetivo, desenvolvimento, resultados preliminares e as diretrizes preliminares.

Passados os cinco dias iniciais, no sexto e no sétimo dia o pesquisador abordou todas as diretrizes que compunham o modelo, dividido em dois temas, planejamento e controle. As diretrizes foram disponibilizadas por meio do grupo online, no qual todos os participantes estavam presentes.

A classificação ou ranqueamento das informações coletadas se deu por meio da utilização de uma escala de 5 pontos, sendo: 1 - concordo totalmente; 2 - concordo; 3 - não concordo e nem discordo; 4 - discordo; e 5 - discordo totalmente (GABEL *et al.*, 2002).

A estratégia de análise das informações coletadas foi dividida em duas etapas. A primeira constituiu-se em ranquear cada diretriz mediante a classificação pontuada pelos especialistas. Em seguida, o pesquisador adotou como premissa que: em relação às notas totais inferiores a 12 pontos, seria possível considerar a diretriz como “aplicável”; as notas totais entre 13 e 18 pontos, seriam consideradas como “aplicáveis com adequação”; e as notas totais acima de 19 seriam consideradas como “não aplicáveis”.

Em posse dos comentários, foi realizada uma discussão entre todos os especialistas, de modo que eles poderiam discordar ou concordar com a nota atribuída. Em todo caso, as diretrizes avaliadas com notas individuais de 3 pontos deverão ser ajustadas, por meio das melhorias propostas pelos especialistas, independentemente da discussão realizada após a atribuição da nota.

No que concerne às notas totais, as diretrizes consideradas como “aplicáveis” foram demarcadas em verde, as “aplicáveis com adequação” foram demarcadas em amarelo e as “não aplicáveis” demarcadas em vermelho. **No quadro 2**, são apresentados os resultados quantitativos.

Quadro 2 - Resultados quantitativos – Painel de especialistas

Tema	Oportunidades de aplicação das diretrizes por meio dos conceitos LBMS e TP em ORVs	Especialistas					Total
		E1	E2	E3	E4	E5	
P L A N E J A M E N T O	Diretriz I. Dividir o projeto em locais	1	1	2	2	2	8
	Diretriz II. Definir e dividir os pacotes de trabalho	1	1	3	1	4	10
	Diretriz III. Definir o ritmo de produção por meio do tempo takt	2	2	2	4	2	12
	Diretriz IV. Definir os recursos, quantidades e durações	1	1	2	1	1	6
	Diretriz V. Elaborar o plano em formato de Linha de Balanço	1	1	4	2	2	10
C O N T R O L E	Diretriz VI. Atualizar o plano semanalmente e acompanhá-lo	2	5	4	2	2	15
	Diretriz VII. Implementar alertas	3	3	2	1	2	11
	Diretriz VIII. Planejamento semanal - Reuniões semanais com as equipes	2	5	4	2	2	15

Classificação - Pontuação total		Legenda - Especialistas	
	Inferior a 12 pontos a diretriz é "aplicável"	1	Concordo totalmente
	De 13 a 18 pontos a diretriz é "aplicável com adequação"	2	Concordo
	Maior que 19 pontos a diretriz é "não aplicável"	3	Nem discordo e nem concordo
		4	Discordo
		5	Discordo totalmente

Fonte: de autoria própria

Após a compilação dos dados extraídos do Painel e a devida identificação das diretrizes que necessitavam ajustes, o pesquisador incrementou os principais comentários dos especialistas nas diretrizes preliminares, dando origem à versão final das diretrizes desta pesquisa.

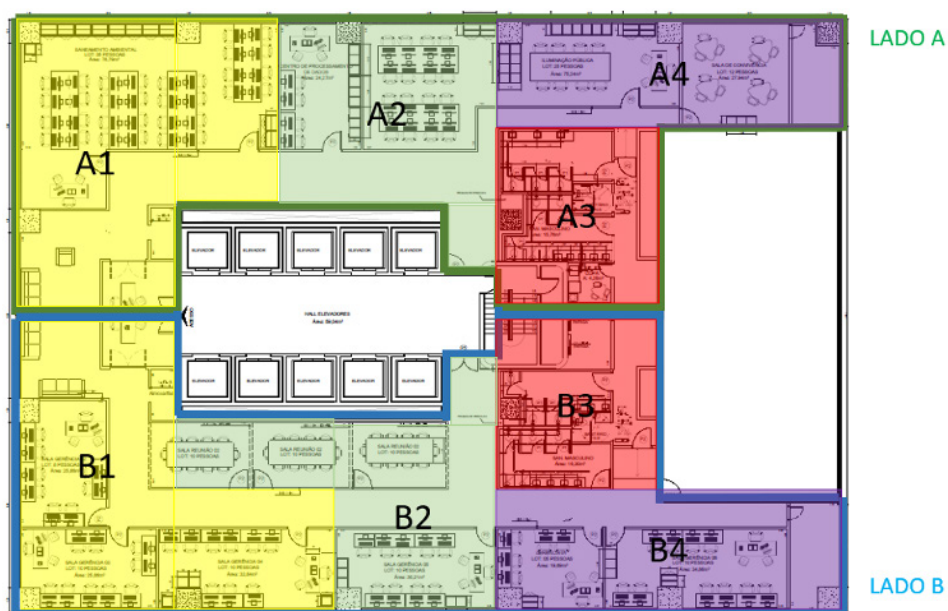
4.3 Versão final das diretrizes

A seguir, será apresentada a versão final das diretrizes, que possuem como objetivo auxiliar os profissionais atuantes em ORVs a implementarem fluxo contínuo em suas obras.

- Diretriz 1: Dividir o projeto em locais

A primeira fase da etapa de planejamento é determinar a divisão, o tamanho dos lotes de trabalho e a sequência construtiva, o que dependerá da especificidade do projeto, levando-se em consideração as características físicas de layout, tamanho e quantidades de serviços. Os lotes serão divididos em tamanhos proporcionais, de modo que a quantidade de trabalho deve ser similar. As **Figuras 1 e 2** exemplificam a divisão dos lotes e ELP.

Figura 1 - Divisão do projeto em locais



Fonte: de autoria própria

Devido a especificidade do projeto, onde boa parte do espaço será ocupada por estações de trabalho que possuem o mesmo padrão construtivo e acabamentos entre os ambientes (exceto os sanitários), os lotes foram divididos em tamanhos semelhantes de áreas de piso e forro, ou seja, os lotes são semelhantes em relação a área de construção do projeto.

Figura 2 – Estrutura de Locais de Projeto (ELP)

Estrutura de Locais de Projeto							
ANDAR	LADO	ÁREA	2023				
			Jan		Fev		Mar
			1	15	1	15	15
13	A	A1					
		A2					
		A3					
		A4					
	B	B1					
		B2					
		B3					
		B4					

Fonte: de autoria própria

O nível mais alto foi dividido através dos andares, de modo que, caso houvesse outros andares em reforma, seriam independentes entre eles.

O nível intermediário teve sua divisão fundamentada no tamanho do andar, pois cada andar possui aproximadamente 950m², e de acordo com a especificidade deste projeto, os lados (A e B) são independentes em vários aspectos, como por exemplo, cada lado possui alimentações independentes de elétrica, lógica, hidráulica, esgoto e ar-condicionado, o que possibilita o nível intermediário dividir pela metade o nível mais alto da hierarquia.

O nível mais baixo engloba, de fato, os lotes de trabalho de cada lado do projeto, os quais são enumerados de 1 a 4, denominado como A.1, A.2 e assim por diante.

Em relação ao processo de sequenciamento das atividades, dependerá do construtor responsável pelo projeto, visto que existem maneiras distintas de sequenciá-las, como por exemplo, a instalação do piso pode ocorrer antes da execução do forro, e vice-versa. Para o projeto exemplificado acima, a sequência de prioridade de cada lote seguirá a hierarquia em relação ao número do lote, por exemplo, o projeto se iniciará pelo lote A1, em seguida B1, A2, B2 e assim por diante.

- Diretriz 2: Definir os pacotes de trabalho considerando todos os fluxos envolvidos no processo

As atividades de cada área serão decompostas no menor nível de detalhe possível. No entanto, um ponto importante a ser considerado nesta etapa é entender que os fluxos do processo – sendo eles, informações, pessoas e materiais – devem ser ponderados na tomada de decisão, em que a definição dos pacotes de trabalho não pode ser pensada de forma isolada. Por exemplo, na determinação dos pacotes de trabalho “forro” e “fechamentos em gesso acartonado”, sabe-se que os profissionais são os mesmos para ambos os pacotes de trabalho. Diante disto, surge a indagação: as pessoas que executarão serão as mesmas? Percebe-se a possibilidade de duas respostas, sendo que cada uma delas exercerá um impacto diferente na elaboração do plano como um todo, podendo impactar na quantidade de recursos para atender ao planejado, podendo impactar na disposição destes pacotes na linha de balanço. Será, então, vantajoso agrupar em único pacote de trabalho? Estas são questões que deverão ser levantadas antecipadamente e discutidas nesta etapa do processo de elaboração do plano.

A decomposição terá auxílio dos locais definidos e de algum documento que possua informações acerca de quantitativos dos itens a serem executados; neste caso, serão retiradas do orçamento da obra respectiva.

A **FIGURA 3**, apresenta a divisão dos pacotes de trabalho em um projeto exemplo.

Figura 3 - Divisão dos pacotes de trabalho

DEMOLIÇÕES	INSTALAÇÕES ELET	INSTALAÇÕES HID	AR CONDICIONADO	PPCI	FECHAMENTO VERTICAL	FORRO	PISO	PINTURA
DEM	INSTELET	INSTHID	AC	PPCI	FV	FO	PI	PINT

Fonte: de autoria própria

Diretriz 3: Definir o ritmo de produção por meio de um tempo takt único por projeto

O ritmo da produção será definido por meio do auxílio do tempo takt. No entanto, deverá ser definido um para cada projeto diferente, mesmo que possuam padrões construtivos iguais; isto ocorre devido à particularidade de cada localidade.

O TP trabalha de modo iterativo. Após a definição das zonas de trabalho e o tempo takt, é possível identificar pacotes de trabalho que excederam o limite superior do takt. Desta forma, será preciso rever as quantidades de recursos ou redefini-lo. Além disso, o takt time será definido por meio da fórmula desenvolvida por Oliveira (2018), apresentada a seguir:

Tempo takt = (Prazo para conclusão das atividades) / (Quantidade de áreas takt + n° equipes – 1)

Utilizando os exemplos anteriores das diretrizes 1 e 2, levando-se em consideração que o projeto foi dividido em 8 áreas takt, possuindo, então, 9 pacotes de trabalho, e a fim de demonstrar a utilização da fórmula, será considerado um prazo de 75 dias corridos para conclusão do projeto.

Tempo takt = $75 / (8 + 9 - 1) = 4,68$ dias

O tempo takt indica o tempo em que cada equipe deverá finalizar um lote. Neste caso, cada equipe terá 5 dias para finalizar cada área dividida inicialmente do projeto.

- Diretriz 4: Definir os recursos, quantidades e durações

Inicialmente, é definida a quantidade de recursos mínimos para a execução de uma determinada tarefa, ou seja, é a menor combinação possível de colaboradores para executar determinada atividade. No entanto, para a definição da quantidade mínima, deve-se levar em consideração o quantitativo de trabalho de cada área takt, de acordo com o escopo e a produtividade, que pode ser extraída de algum banco de dados.

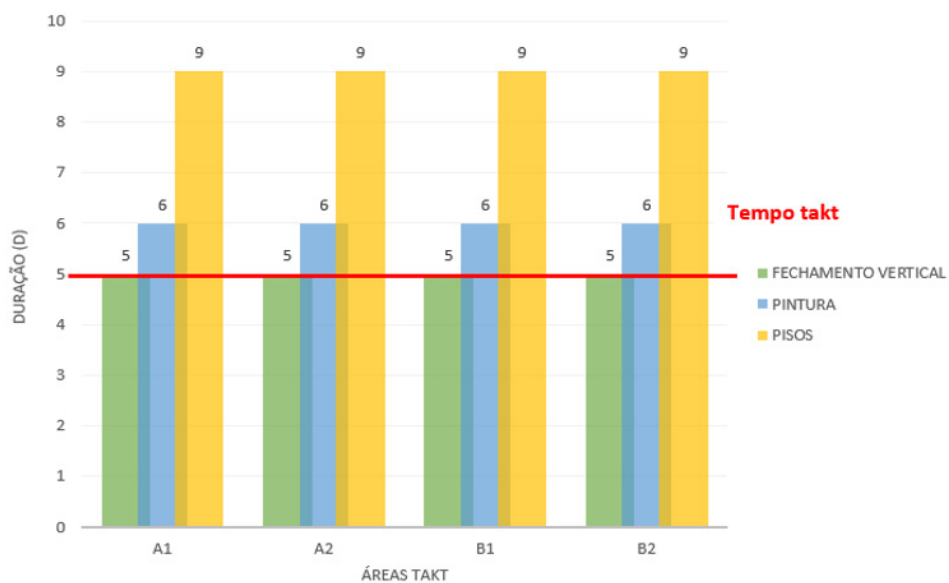
Definida, então, a equipe mínima, o próximo passo é definir o tempo takt, que levará em consideração todos os itens anteriores até encontrar um ritmo adequado que atenderá à expectativa do projeto. Provavelmente, após a definição do ritmo, será possível observar que todas ou algumas equipes se encontram abaixo do ritmo desejado ou com diferentes velocidades de produção em relação às outras; logo, será necessário nivelar os recursos. Considerando as atividades “fechamento vertical, piso e pintura”, e que a produtividade das equipes foi extraída de um banco de dados da empresa, há como exemplo as **FIGURA 4** e **5**, que apresentam a duração das atividades selecionadas por área de trabalho em função da equipe mínima; entende-se que a equipe mínima deve ser composta por 2 funcionários, sendo especialista e ajudante.

Figura 4 - Taxa de produção das equipes

ÁREA TAKT	ATIVIDADE/EQUIPE	COEF (Hh/m ²)	QUANT SERVIÇO (m ²)	QUANT RECURSOS	DURAÇÃO REAL (d)
A1	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	2	5
A1	PISOS	1,2	118,75	2	9
A1	PINTURA	0,5	183,75	2	6
B1	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	2	5
B1	PISOS	1,2	118,75	2	9
B1	PINTURA	0,5	183,75	2	6
A2	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	2	5
A2	PISOS	1,2	118,75	2	9
A2	PINTURA	0,5	183,75	2	6
B2	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	2	5
B2	PISOS	1,2	118,75	2	9
B2	PINTURA	0,5	183,75	2	6

Fonte: de autoria própria

Figura 5 - Duração das atividades por zona de trabalho



Fonte: de autoria própria

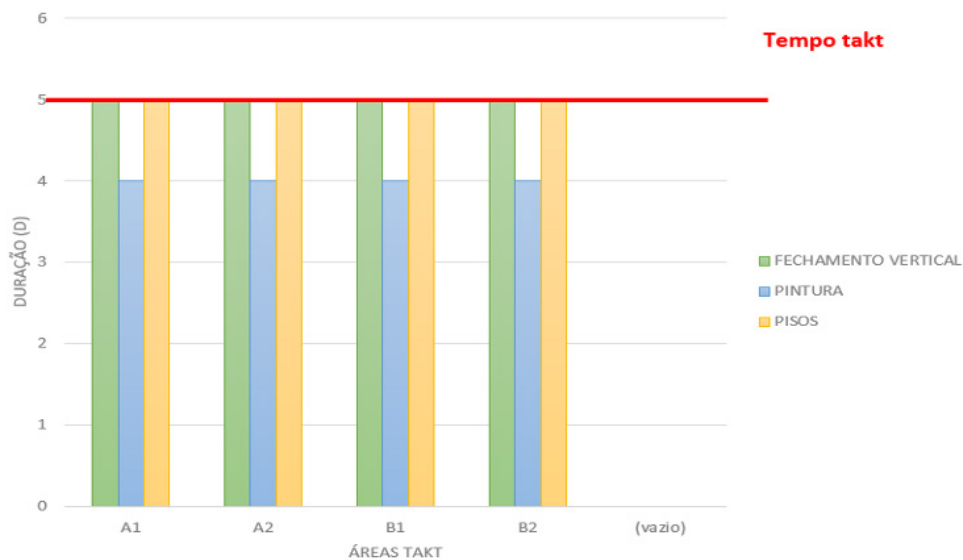
É possível observar que as atividades “pintura e pisos” ultrapassaram o tempo takt pré-definido para este projeto; o próximo passo, tal como mencionado anteriormente, é balancear os recursos com a finalidade de atender ao tempo takt e, assim, atender ao prazo do projeto. As **Figuras 6 e 7** apresentam o balanceamento dos recursos.

Figura 6 - Balanceamento dos recursos

ÁREA TAKT	ATIVIDADE/EQUIPE	COEF (Hh/m ²)	QUANT SERVIÇO (m ²)	TEMPO TAKT (d)	QUANT RECURSOS	DURAÇÃO REAL (d)
A1	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	5	2	5
A1	PISOS	1,2	118,75	5	4	5
A1	PINTURA	0,5	183,75	5	3	4
B1	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	5	2	5
B1	PISOS	1,2	118,75	5	4	5
B1	PINTURA	0,5	183,75	5	3	4
A2	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	5	2	5
A2	PISOS	1,2	118,75	5	4	5
A2	PINTURA	0,5	183,75	5	3	4
B2	FECHAMENTO VERTICAL	1,1	65	5	2	5
B2	PISOS	1,2	118,75	5	4	5
B2	PINTURA	0,5	183,75	5	3	4

Fonte: de autoria própria

Figura 7 - Balanceamento dos recursos atendendo o tempo takt



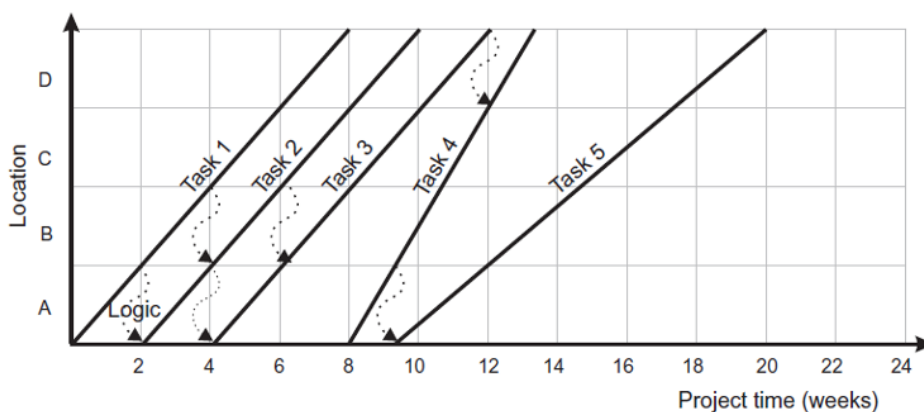
Fonte: de autoria própria

- Diretriz 5: Elaborar o plano em formato de linha de balanço quando aplicável

A elaboração do plano será realizada sob formato de linha de balanço quando for aplicável ao projeto, sendo necessário passar por uma validação prévia do planejador responsável pelo projeto.

A linha de balanço pode ser elaborada por meio de software especializado, como por exemplo, o Schedule Planner Standard, ou executada de forma manual, com a ferramenta Excel ou Project. A **FIGURA 8**, a seguir, apresenta os pacotes de trabalho (task), os locais do projeto no eixo y e o prazo no eixo X.

Figura 8 - Linha de Balanço



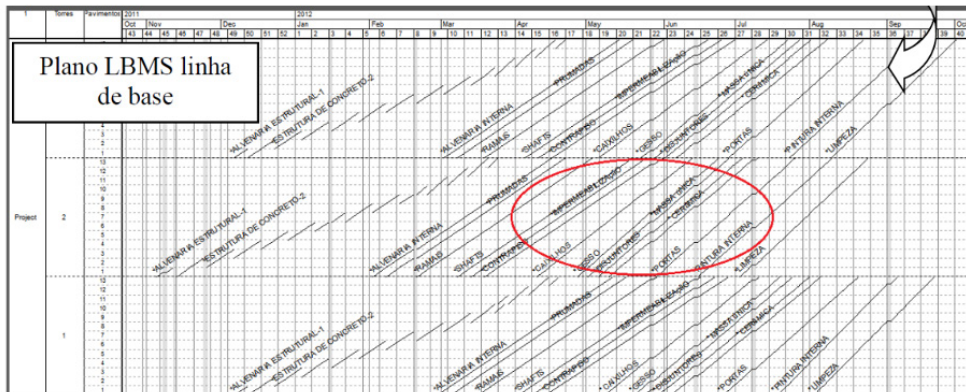
Fonte: Kenley; Seppanen, 2010

- Diretriz 6: Atualizar o plano e controlá-lo

O acompanhamento do plano ocorrerá a partir do desenvolvimento das linhas de base, atual e previsão. A linha de base não será alterada, pois serve como aferição em relação às demais linhas de informações. A frequência de atualização do plano não pode ser fixada em um horizonte semanal, já que dependerá de cada projeto, atendendo às necessidades de sua especificidade. No entanto, para a tipologia de obras deste estudo, a atualização mínima do plano deve ocorrer semanalmente, uma vez que um período maior entre uma atualização e outra pode gerar diversas adversidades em relação ao cumprimento do prazo e à identificação dos desvios.

Inicialmente, será elaborado o plano em formato de linha de balanço, denominado como linha de base. Durante a fase de execução do projeto, o plano será atualizado com as datas reais de início e término das atividades, e assim serão gerados indicadores de produtividade. A **FIGURA 9** exemplifica um plano base desenvolvido; nele é possível identificar as datas de início e término das atividades planejadas.

Figura 9 - Linha de balanço (base)

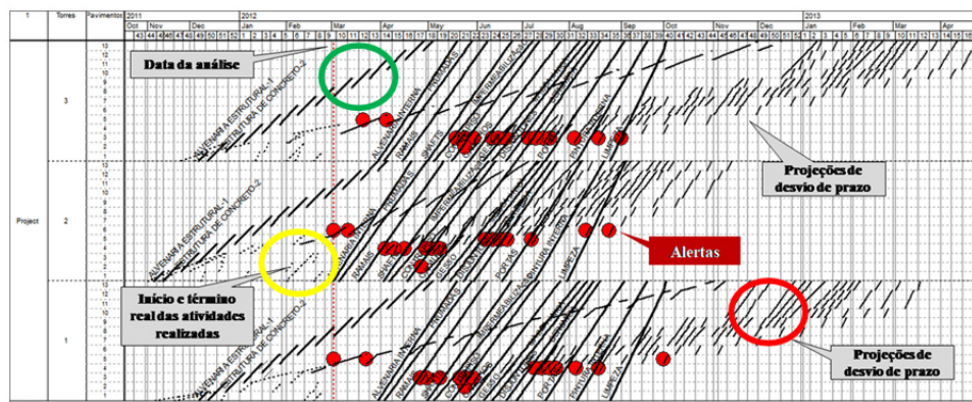


Fonte: Olivieri, 2016

A seguir, na **FIGURA 10**, extraída do software Schedule Planner, é possível observar a linha de balanço após a atualização do plano. Neste caso, houve diversas atividades cuja produtividade está abaixo do planejado. As linhas de fluxo circuladas em verde referem-se às datas inicialmente planejadas, as linhas pontilhadas circuladas em amarelo referem-se às datas reais de início e de término, também conhecida como linha atual, e as linhas circuladas em vermelho referem-se às projeções, também conhecida como linha de previsão.

Por meio das atualizações e do desenvolvimento das demais linhas, é possível observar quais atividades estão fugindo do plano, bem como identificar o quanto estão fugindo e, assim, tomar as medidas corretivas necessárias.

Figura 10 - Atualização do plano



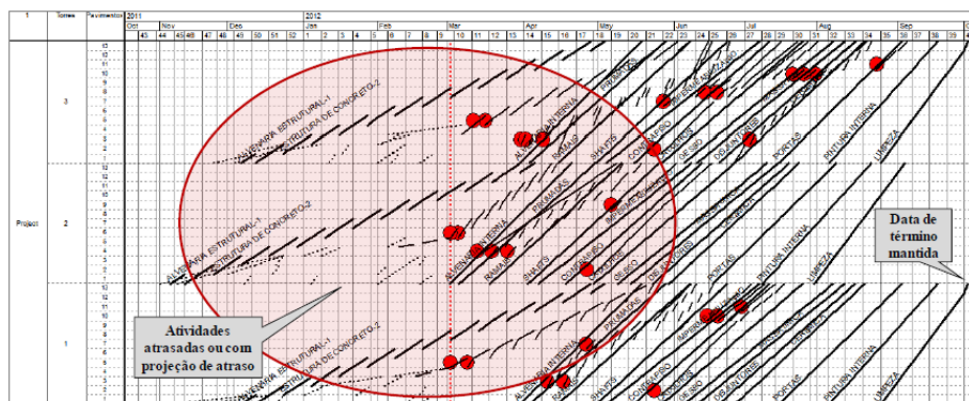
Fonte: Olivieri, 2016

- Diretriz 7: Implementar alertas em estágios diferentes do plano

Os alertas serão desenvolvidos e implementados de acordo com o horizonte de planejamento, considerando estágios diferentes, sendo eles: curto e longo prazo. Desta forma, atuarão tanto no curto prazo, tendo como função antecipar problemas futuros quando as atividades anteriores empurrarem a previsão da tarefa sucessora, quanto no longo prazo, atuando no formato de lembretes (milestones) cruciais para atender ao prazo de projeto.

A **FIGURA 11** ilustra, por meio de pequenos círculos vermelhos, os alertas implementados.

Figura 11 - Implementação de alertas ao plano



Fonte: Olivieri, 2016

- Diretriz 8: Planejamento periódico

A periodicidade dos encontros entre o engenheiro responsável e as equipes deverá ser de acordo com a especificidade do projeto. Nessas reuniões será discutido o avanço físico do plano e se está dentro do planejado; caso contrário, deverão ser discutidas ações corretivas com a finalidade de recuperar os desvios identificados e, assim, planejar as próximas atividades em um horizonte de curto e longo prazo, garantindo-se a eliminação de restrições como materiais, equipes e dúvidas de projeto.

Para esses encontros, é interessante que o engenheiro responsável disponibilize o plano sob um formato mais visual e amplo, ao ponto de os empreiteiros conseguirem visualizar e identificar adequadamente as tarefas subsequentes, as áreas de trabalho, a sequência construtiva e, principalmente, as linhas de balanço. A **FIGURA 12**, a seguir, exemplifica este modelo de apresentação.

Figura 12 - Apresentação do plano de forma visual



Fonte: Frandson; Tommelein, 2016

5 Conclusões

Este trabalho apresentou oito diretrizes, divididas entre as etapas de planejamento (diretrizes 1 a 5) e controle (diretrizes 6 a 8), que visam auxiliar os profissionais atuantes em ORVs na implementação do fluxo contínuo em suas obras. Por meio do auxílio dos conceitos TP e LBMS, as diretrizes foram desenvolvidas a partir da revisão bibliográfica e dos estudos de caso, tendo sido validadas por um painel de especialistas, chegando-se, então, a uma versão final.

A diretriz 1 trata da divisão do projeto em locais e tem como finalidade proporcionar um maior controle e auxílio visual aos projetos, o que se dá devido à redução do tamanho dos lotes de trabalho e, como resultado, isso também reduz a duração total do projeto. Em complemento à diretriz 1, a diretriz 2 parte do fundamento de definir os pacotes de trabalho. Essa etapa determina o menor nível de detalhe possível, dando subsídio à elaboração das próximas etapas de um processo de planejamento.

Na diretriz 3, o ritmo de produção das equipes será determinado pelo tempo takt, que é fundamental para promover o fluxo de operação, de modo a evitar interrupções e quebras de ritmo. Caminhando junto ao ritmo do projeto, na diretriz 4 é necessário determinar as durações e as quantidades dos recursos, visto que o objetivo é manter a continuidade das tarefas com o auxílio do tempo takt; o objeto desta etapa é visualizar de forma clara e assertiva a quantidade de pessoas a serem alocadas em cada área de

trabalho. A diretriz 5 é a última da etapa de planejamento, tendo como finalidade o desenvolvimento de um cronograma em formato de linhas de balanço, reduzindo os riscos de interferências das equipes entre os locais de trabalho.

Dando início à etapa de controle, a diretriz 6 aborda a atualização do plano. Nesta diretriz é possível extrair outros estágios de informação, sendo as linhas atual e previsão as que proporcionarão previsibilidade durante a execução do projeto. Esta etapa permite identificar de forma visual se o andamento do projeto está caminhando conforme o previsto.

Ao oferecer maior apoio e controle ao projeto, a diretriz 7 sugere a implementação de alertas, com o intuito de antecipar problemas futuros quando as atividades fugirem do previsto, postergando as atividades sucessoras. Por fim, a diretriz 8 trata do planejamento periódico durante a fase de execução do projeto, em que serão realizadas reuniões para o entendimento de possíveis gargalos e programações futuras, cuja finalidade é discutir ações corretivas quando necessárias, com foco na continuidade das tarefas.

A aplicação do painel de especialistas como método de validação de um artefato o torna mais idôneo quanto à sua aplicação. No entanto, durante a realização do painel, foi possível observar interpretações e pontos de vistas distintos para uma mesma classe de especialistas; isto ocorre justamente em decorrência das experiências e adversidades únicas de cada participante. Desse modo, é necessário que o intermediador deste processo de validação pontue de forma clara a proposta de trabalho, não dando margem à ambiguidade para as informações descritas. Além disso, um ponto importante a ser analisado ao se utilizar o painel de especialistas é o formato e a plataforma de realização. Foi possível observar que o modo online não ao vivo apresenta pontos positivos, como por exemplo, o debate entre os envolvidos, que, neste caso, é algo mais sutil, justamente em razão da falta do encontro entre todos os participantes, o que gera uma maior segurança e, conseqüentemente, a contribuição pode ser mais efetiva. No entanto, por outro lado, a falta deste encontro entre os envolvidos reduz a qualidade das informações, entende-se, então, que a discussão positiva para uma determinada finalidade é benéfica para se chegar a um consenso e, conseqüentemente, a uma melhor resolução de um problema.

O desenvolvimento das diretrizes finais foi exemplificado através da utilização de um projeto planejado e controlado pelo autor desta pesquisa, no entanto este exemplo não se trata de uma ORV, e sim da reforma do escritório de uma empresa de varejo.

Diante disso, considera-se como limitação da pesquisa, primeiramente, o entendimento dos participantes quanto à proposta de pesquisa e ao papel do intermediador em pontuar de forma clara a proposta do trabalho, a escolha do método e do formato de validação da pesquisa, e, por fim o projeto utilizado como ilustração para apresentação das diretrizes finais.

Como pesquisas futuras, sugere-se aplicar as diretrizes desenvolvidas em formato de checklist em Obras Rápidas de Varejo que ainda não foram iniciadas, possibilitando, deste modo, extrair indicadores quantitativos em relação ao fluxo contínuo das tarefas e qualitativos em relação a possíveis melhorias e aprendizados. Pode-se validar as diretrizes em múltiplos estudos de caso, ao ponto das diretrizes se tornarem um modelo de planejamento e controle a ser seguido que auxilie as empresas construtoras e profissionais atuantes em ORVs.

6 Agradecimentos

Primeiramente, agradecemos a todas as empresas construtoras que abriram suas operações para coleta e envio dos dados pertinentes as obras selecionadas para os estudos de caso, e aos profissionais e acadêmicos que participaram na validação das diretrizes através da realização do painel de especialistas. E por fim, ao IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) pelo apoio a esta pesquisa.

7 Referências

BALLARD, H.G. **The last planner system of production control**. Doctoral dissertation. University of Birmingham. 2000.

BONASORTE, M. D. C. **Identificação de Causas de Atrasos e Oportunidades de Aplicação dos Princípios Lean Construction e Fast Track em Obras Rápidas de Varejo**. 2021. 213 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Habitação: Planejamento e Tecnologia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2021.

BRODETSKAIA, I.; SACKS, R.; SHAPIRA, A. **Stabilizing production flow of finishing works in building Construction with re-entrant flow**. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139, 665–74. 2013.

COULTER, I.; ELFENBAUM, P.; JAIN, S.; JONAS, W. SEaRCH™ expert panel process: streamlining the link between evidence and practice. **BMC Research Notes**, v. 9, n. 16, p. 1-9, 2016.

DLOUHY, J.; *et al.* **Three-level method of takt planning and takt control – a new approach for designing production systems in construction**. 24th annual conference of the international group for lean construction, 20–22 July 2016 Boston, USA, Sect. 2, 13–22. 2016.

FRANDSON, A.G. **Takt time planning as a work structuring method to improve construction work flow**. Doctoral dissertation. UC Berkeley. 2019.

FRANDSON, A.G.; SEPPÄNEN, O.; TOMMELEIN, I.D. **Comparison between location based management and takt time planning**. 23rd annual conference of the international group for lean construction, 29–31 July 2015 Perth, Australia, 3–12. 2015.

GABEL, M. J. *et al.* A social choice approach to expert consensus panels. **Journal Of Health Economics**. Lexington,, p. 543-564. jun. 2002.

GABEL, M. J.; SHIPAN, C. R. A social choice approach to expert consensus panels. **Journal of Health Economics**, v. 23, n. 3, p. 543-564, 2004.

KENLEY, R.; SEPPÄNEN, O. **Location-based management for construction: Planning, scheduling and control**. 1. ed. Abingdon: Spon Press, 2010. 554 p.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** 2000, Espoo, Finland: VTT Technical Research Centre of Finland.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical. Rep. No. 72, Center for Integrated Facility Eng., Dept. of Civil Eng., Stanford Univ., Stanford, CA. 1992.

LEHTOVAARA, J.; *et al.* **How takt production contributes to construction production flow: a theoretical model,** *Construction Management and Economics*, 2021, 39:1, 73-95, DOI: 10.1080/01446193.2020.1824295.

LIB, Lean Institute Brasil. **Léxico Lean.** 2. ed. São Paulo: Lean Institute Enterprise, 2007. 107 p.

LIKER, J. K. **The Toyota way.** New York, NY: McGraw-Hill. 2005.

LOWE, R. H.; *et al.* **A comparison of location-based scheduling with the traditional critical path method.** Paper prepared for the American 264 College of Construction Lawyers, 2012 Annual Meeting, San Francisco, 2012. Proceedings... San Francisco, 2012.

OLIVEIRA, E. H. **Lean Construction: O Princípio Do Takt.** São Paulo: Independently Published, 2018. 168 p.

OLIVIERI, Hylton. **Integração de sistemas de planejamento e controle da produção para empreendimentos da construção civil.** 2016. 279 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D. **Procedimento de três passos para incorporação de fluxo contínuo em cronogramas de obras.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/528>. Acesso em: 2 out. 2021.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** 1. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SACKS, R. **What constitutes good production flow in construction?** Construction management and economics, 2016, 34 (9), 641–656.

SU, G. R. **Obras rápidas de varejo: caracterização e proposta de diretrizes e produtos para planejamento e controle de tempos.** 2019. 125 f. Monografia (Especialização) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

10.29327/2152495.8.26-4

