

PANORAMA DA APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA LEAN EM OBRAS RESIDENCIAIS



By Fireman, M.C.T.F. Etges, B.M.B.S; Pereira, F.G.L; Pellegrino, R.A. 2023.
Overview of the application of lean logistics in construction sites.
Panorama da aplicação da logística lean em obras residenciais.
Climb Consulting Group

AUTORES & COLABORADORES

Esta pesquisa foi liderada pela Climb Consulting Group com sede em Porto Alegre. A equipe do projeto foi liderada por Marcus Firman e composta por Bernardo Etges, Fernando Pereira e Renato Pellegrino.

Colaboradores e parceiros da Climb Consulting Group forneceram informações e apoiaram o desenvolvimento desta pesquisa, incluindo João Vieira, Raquel Reck, Leonardo Ackermann, Halana Paz, Fernando Vasconcelos, Felipe Leite e Luís Staudt.



A CLIMB



A Climb Consulting Group foi fundada em 2017 com o propósito de tornar o ambiente da construção mais leve, mais colaborativo e mais produtivo. Com soluções baseadas no Lean Construction e customizadas sob medida para cada cliente, apoiou mais de 200 canteiros de obra a alcançarem um novo patamar de produtividade. A partir de uma metodologia própria focada em desenvolver pessoas, otimizar processos e ampliar a colaboração entre setores, a Climb consegue auxiliar as empresas ao longo de todo caminho de uma transformação organizacional.

Em paralelo aos serviços de consultoria focados na aplicação do Lean em diferentes segmentos de obra, a Climb formou um núcleo interno de pesquisa voltado para analisar dados e contribuir com a disseminação de boas práticas no setor. Em 2018 foi apresentado o primeiro estudo sobre agregação de valor conduzido pela empresa, **Value-adding activities level in brazilian infrastructure construction companies**. No estudo, a partir de mais de 1090 observações em campo em 9 canteiros de obras diferentes, pesquisadores da empresa conseguiram avaliar o percentual de tempo despendido por colaboradores da construção em atividades que agregam valor. Foi observado que apenas 26% do tempo, os trabalhadores estavam realizando atividades que agregam valor, ou seja, atividades que incorporam valor ao produto do cliente. Por outro lado, foi identificado que grande parte do tempo os trabalhadores estavam em atividades de movimentação, transporte, o que destaca a importância logística para a produtividade no setor. Em 2020 foi desenvolvido o **Report Lean Construction no Brasil**, o qual visava analisar as empresas do setor com base em 14 práticas de Lean Construction. A autoavaliação realizada por 67 colaboradores de 60 empresas sinalizou como uma das alavancas de produtividade a melhora em práticas relacionadas a logística de canteiro, mais especificadamente a elaboração de planos alternativos para logística e layout durante a fase de estratégia de produção do empreendimento.

Com base nas pesquisas anteriores, no ano de 2022 o núcleo interno de pesquisa da empresa buscou então elaborar o **Report Panoramas da aplicação da logística lean em obras residenciais**. Este report visa trazer um panorama do setor sobre a maturidade de boas práticas de logística sugeridas na literatura Lean. Nesta primeira versão da pesquisa, o foco principal foi avaliar canteiros de obra de projetos residenciais multifamiliar, tendo em vista a grande concentração de empresas do setor neste segmento.

BOAS PRÁTICAS DE LOGÍSTICA LEAN PARA CANTEIROS DE OBRA



A logística interna em canteiros de obra tem a função de coordenar fluxos de materiais, informações, equipes, máquinas e equipamentos a fim de otimizar o processo produtivo e assim maximizar valor para o cliente final (Arbulu e Ballard, 2004; Kalsaas, et. al, 2011). Lange e Schilling (2015) apontam que para o projeto alcançar objetivos de custo, prazo e qualidade a logística interna deve providenciar recursos no momento correto, em quantidade e custos adequados, para o cliente interno correto.

Diversos subsistemas compõe a logística interna no canteiro, desde o planejamento do layout e das rotas de abastecimento, (Lota e triveti, 2019), fluxo de informações e materiais com sistema de planejamento integrado, (Dargham, et. al, 2019; Lange e Schilling; 2019; Arbulu, et. al; 2005) e otimização de equipamentos de transportes (Barazi, et. al; 2021). Esses subsistemas combinados apresentam alta complexidade no gerenciamento devido ao elevado número de processos inter-relacionados, equipes fragmentadas e necessidade de integração com diversas cadeias de fornecedores de materiais. Se todos esses fluxos não forem gerenciados e sincronizados a variabilidade das demandas e de abastecimento devem aumentar, o que prejudica todo o processo produtivo (Arbulu e Ballard, 2004).



Na literatura pode-se identificar 4 drivers para logística interna:

Equipamentos, Layout, Gestão de Material, Rotas e Rotinas. Cada um destes drivers apresenta um grupo de práticas que podem ser aplicadas para otimizar os processos produtivos a partir da melhora no planejamento e gestão logística da obra.

EQUIPAMENTOS

É possível mapear na literatura dois problemas principais relacionados a equipamentos ou maquinários na construção: (i) Gestão – equipamentos ou maquinários subutilizados ou sob má utilização (Josephson and Saukkoriipi, 2005; Perez, 2015, Besler, 2017); (ii) Planejamento – o dimensionamento logístico é feito de maneira intuitiva não se baseando em métricas (Fadyia et al.2015; Nascimento 2014). Para mitigar estes problemas é possível destacar as seguintes práticas abaixo:

Transporte de materiais em kits ou em lotes (ex.: uso de pallets)

Uma das principais maneiras de evitar a subutilização dos equipamentos está relacionada a maneira como os materiais são organizados para transporte. Em muitas situações é normal identificar no canteiro de obras equipamentos esperando para transportar materiais pois estes não foram estão armazenados em kits, pallets ou similares, demandando um maior tempo de preparação da equipe de logística. Outra característica da não utilização de kits é a realização de viagens muito abaixo da capacidade limite do equipamento, o que resulta em novas viagens desnecessárias.

Otimizar as viagens dos equipamentos de transporte vertical ou horizontal

Prática importante para garantir a gestão eficiente de equipamentos está relacionada a visão do modelo “milk run” popularmente conhecido no sistema Toyota de produção. Neste modelo as viagens são projetadas para realizar a entrega de materiais e a coleta de entulhos e ou elementos de transporte (pallets). Tal prática evita que o retorno das viagens seja com a “carga vazia”. Dessa maneira é possível reduzir a necessidade de novas viagens para trazer o entulho que não foi retirado antes.

Considerar no dimensionamento de equipamentos uma taxa de ociosidade das máquinas

O nº de equipamentos de transporte deve considerar a demanda de abastecimento de materiais e viagens de pessoas

O correto dimensionamento dos equipamentos de transporte deve considerar a demanda de abastecimento de materiais para atender ao Takt definido da obra. Para obras que utilizam a cremalheira como seu principal meio de transporte, é importante considerar além da demanda por transporte de materiais, a demanda do número de viagens de pessoas para subida no início do turno e descida no fim dos turnos.

O Sistema Toyota de Produção, popularmente conhecido pelo sucesso na adoção do Lean, sempre dimensionou seus recursos considerando perdas por ineficiência no processo, paradas programadas etc. Tendo a estabilidade como um dos principais alicerces do seu sistema, é comum identificar em empresas que adotam o Lean a aplicação de buffers de tempo ou reserva de segurança. Por exemplo, os sistemas de produção em empresas Lean costumam projetar as atividades com o tempo de ciclo equivalente a 80% do tempo Takt[1], criando assim uma reserva de tempo destinada a tratar de imprevistos ou corrigir ineficiências do processo.



LAYOUT

O layout tem uma relação muito forte com as perdas categorizadas em movimentação, espera, retrabalho e transporte (Ohno, 1997; Bolviken et al., 2014). Um layout mal projetado irá resultar em manuseio excessivo e ou inadequado de materiais e componentes (Formoso et al. 1996). Uma maneira de garantir um layout eficiente na obra pode ser alcançado através das seguintes práticas:

A elaboração do plano de layout deve avaliar o cruzamento das linhas de fluxo dos principais serviços (ex. acesso para descarregamento, trajetória de abastecimento)

Planos ou projetos de layout devem avaliar o trajeto que os principais recursos, sejam eles equipamentos, materiais ou mão de obra irão fazer durante a fase de produção. Este estudo pode reduzir as interferências de fluxo que surgem quando materiais diferentes utilizam a mesma via de tráfego, ou quando o descarregamento de um material interrompe a via de acesso de demais serviços, gerando assim paralisações no fluxo produtivo. Dentre as ferramentas que se enquadram neste estudo se enquadram o mapofluxograma e/ou o diagrama de espaguete. Enquanto o primeiro evidencia as diferentes atividades desempenhadas para realizar um fluxo de trabalho, no segundo o foco é na representação das trajetórias de equipamentos e mão de obra. Este estudo visa mitigar o risco de prazos no tempo de ciclo longos.

Elaboração do layout do posto de trabalho nos serviços críticos

O layout do posto de trabalho também pode ser avaliado pela aplicação do mapofluxograma e/ou diagrama de espaguete, porém a nível micro, ou seja, dentro da área de trabalho das equipes. Neste aspecto, a aplicação destas ferramentas visa avaliar a melhor disposição dos estoques, instalações provisórias, equipamentos ou maquinários de forma a reduzir a necessidade de movimentação das equipes.



Elaborar cronograma de layout considerando a evolução das fases da obra

Na construção civil, onde o produto é estático e as frentes de produção se movem ao redor dele, vê-se a necessidade de projetar o layout de acordo com as fases da obra. A aplicação desta prática pode ser feita através da adoção de softwares que permitem a integração entre o modelo 3D e o cronograma da obra, ou também conhecido como planejamento 4D. Neste caso, é importante considerar durante a modelagem equipamentos que serão utilizados, assim como modelar elementos para representar estoques ou instalações provisórias. Uma maneira mais simples, porém, também eficaz. É realizar o projeto do layout em planta 2D a cada trimestre ou quadrimestre, dependendo do prazo da obra

Avaliar no planejamento de longo prazo planos alternativos de layout e logística

A adoção desta prática permite aos gestores de obra uma maior celeridade na tomada de decisão quando algum evento inesperado emergir. O planejamento alternativo de layout e logística realizado antes do início do projeto traz mais flexibilidade ao sistema produtivo e atua como uma “contingência” necessária para tempos dinâmicos como o atual. Mais uma vez, a adoção do planejamento 4D ou de software específicos de simulação são necessários para garantir maior agilidade na elaboração de cenários.

ROTAS E ROTINAS

Ying et al, (2014) aponta que a falta de planejamento é um dos problemas da logística, uma vez que a gestão de recursos críticos de logística é mínimo. Neste aspecto, muitas vezes o direcionamento da equipe que realizara o descarregamento é feito em cima da hora, no momento exato da chegada dos materiais. Além de interferir na programação das atividades e resultando em descarregamentos ineficientes, tal característica também impacta o espaço destinado para armazenamento, gerando a cultura de realizar mais de um “tombo” no material, sendo este descarregado em um primeiro momento em um lugar “livre” na obra e posteriormente em uma área mais reservada. Thunber; Persson (2014) demonstraram que menos de 40% dos materiais são descarregados no momento correto, no volume correto e na localização correta. Fadyia et al (2015) ainda posiciona que a gestão efetiva de materiais no canteiro é ad hoc e intuitiva. As práticas mais sugeridas para aperfeiçoar o driver de rotas e rotinas se encontram abaixo:

Garantir boas condições de rotas ou vias de transportes

As boas condições de vias é um tema chave para redução de perdas na construção (Alves, 2000), tal prática está relacionada ao menos a três fatores principais: (i) A via não apresentar aclives ou declives acentuados; (ii) Presença de vias pavimentadas; (iii) Vias de mão dupla com espaço suficiente para o trânsito em sentidos opostos ao mesmo tempo. A não adoção destas práticas pode resultar em perdas de materiais, uma vez que aumenta a probabilidade de algum tipo de dano ocorrer no material durante o trajeto; aumento do número de viagens ou equipamentos, uma vez que aumenta o tempo de ciclo de transporte; e, no caso de aclives e declives acentuados, podem diminuir a ergonomia dos trabalhadores.

Implantar uma rotina de avaliação periódica de possíveis interrupções dos fluxos físicos

Esta prática pode ser identificada em dois momentos. No primeiro, a partir da aplicação de uma rotina diária de Check-in/out junto a equipe de logística é possível identificar os motivos do não atendimento das metas de transporte diário. Outra maneira empregada é durante as rotinas de médio prazo, em que são avaliados a capacidade de remoção de restrições que envolvem a dimensão espaço.

Adotar rotina diária de programação de abastecimento dos materiais para as frentes de serviço (ex. Kanban)

O Kanban é uma abordagem Lean usada como um dos elementos chave do sistema puxado. Trata-se de um sistema avançado de controle visual para evitar a superprodução e para orientar o abastecimento eficaz das frentes de serviço (Arbulu et al. 2003). Na construção civil, tal abordagem é utilizada normalmente para organizar o fluxo de abastecimento de material das frentes de serviço. Ao menos uma vez por dia, líderes se reúnem para sinalizar em um quadro hora-hora o tipo de material, quantidade e localização. Com este dispositivo também é possível nivelar a demanda de abastecimento, uma vez que fica visível o número de viagens necessária em determinado horário.





GESTÃO DE MATERIAL

A alta representatividade do valor do material no custo de uma obra sempre tornou esta prática um ponto chave de preocupação da maioria dos empresários. Porém, este Driver contempla não só o controle do consumo de materiais, mas considera também as práticas que influenciam a maneira como o material é armazenado in-loco.

Existe um controle dos principais insumos consumidos com relação ao orçado?

O processo de controle de material na construção é uma prática adotada para mensurar o consumo real de material utilizado por serviço. Ele deve levar em consideração o consumo real do insumo x o consumo teórico (orçado) para realizar uma determinada atividade. Tal prática apresenta certa complexidade por envolver diferentes players durante todo processo de controle, desde o almoxarife que realiza o controle de entradas e saídas de material, passando pelo líder da logística que atualizará o local de uso do material e o estorno de material, até o responsável por controle da produção, o qual informa o quanto foi realizado do serviço até o período de corte analisado. Um ponto chave para esta prática é a definição da unidade de análise, por exemplo, em prédios verticais pode ser o apartamento ou pavimento.

A área de estoque para armazenamento de material considerou o histograma de materiais e a capacidade de reabastecimento da obra?

O dimensionamento da área de estoque para armazenamento de material é de suma importância para redução de atividades de logística e controle, uma vez que a definição correta da quantidade de área para armazenar cada tipo de material pode evitar a duplicidade de manuseio (segundo tombo) do material. Para esta prática ser aplicada, são importantes três elementos: (i) estimar a demanda de insumos por semana, tendo como base o ritmo da obra e o consumo teórico de cada atividade; (ii) mensurar a quantidade de m² necessária para armazenar um lote de transporte do insumo; (iii) verificar o tempo médio de reabastecimento por insumo, para dimensionar o estoque mínimo.

Os materiais estocados estão seguindo o fluxo de produção (sequência de ataque da obra)?

A definição correta dos pontos de armazenamento de material e o timing de quando cada material deve chegar deve considerar o plano de ataque do empreendimento. Tal prática apresenta a necessidade de compartilhar com fornecedores o plano de entrega de materiais conforme plano de ataque e sequência construtiva. Além deste plano, devido à dinâmica de obras, é considerado necessário inserir a rotina de follow-up entre obra e principais fornecedores, buscando evitar assim a criação de estoque acima do planejado de materiais que não são prioritários.

METODOLOGIA DE PESQUISA

A amostra de pesquisa utilizada neste report contempla 52 canteiros de obras residenciais multifamiliares, cujos canteiros estavam localizados em diferentes regiões do país, conforme Figura 1. No total, 10 empresas fizeram parte desta amostra, com portes diferentes, a amostra apresentava a seguinte distribuição: (i) 30% Grande porte; (ii) 50% Médio porte, e (iii) 20% Pequeno porte.

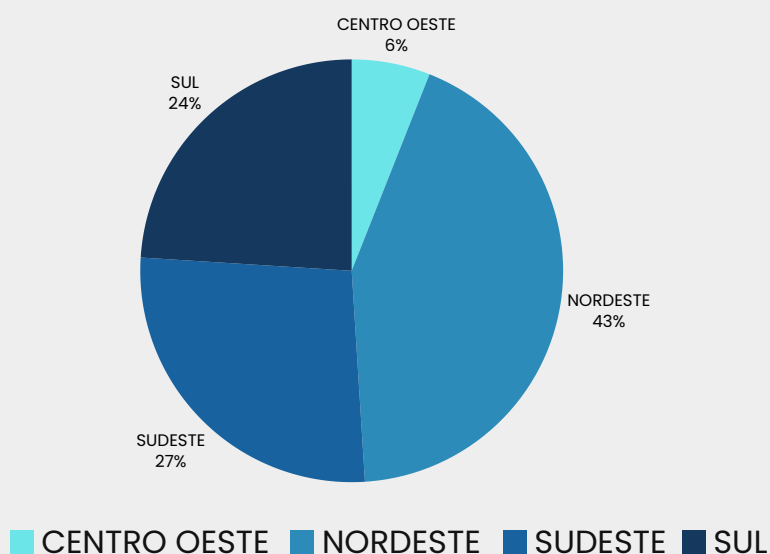


Figura 1- Distribuição de Obras por Região

A metodologia de pesquisa envolveu a aplicação de uma survey conduzida por 16 consultores especialistas nos 52 canteiros de obra da amostra. A survey consistiu em um questionário para avaliar a maturidade das 14 práticas presentes nos 4 drivers de logística Lean apresentadas anteriormente. No questionário, os consultores realizavam a avaliação das práticas de acordo com os seguintes critérios de maturidade: (i) 0 – prática não adotada; (ii) 0,5 – prática adotada parcialmente; (iii) 1 – prática adotada plenamente. Os resultados foram avaliados de acordo com a média de maturidade geral das práticas, e a média de maturidade dos drivers.

RESULTADOS

Os dados coletados sinalizam para uma maior maturidade, quando analisado a média da amostra, no driver Rotas e Rotinas (41%), seguido da Gestão de Material (36%), Equipamentos (32%) e Layout (30%), conforme pode ser visualizado na Figura 1. Quando analisado o resultado comparando com o top 5 canteiros de obra mais maduros em logística Lean (ou seja, os cinco canteiros que, na média de todos os drivers, tiveram as notas mais altas), é possível identificar uma certa discrepância, uma vez que enquanto a média geral da amostra considerando todas as práticas é de 34%, no top 5 obras mais maduras a média é de 68%. A Figura 1 também sinaliza que existe uma inversão em termos de maturidade em alguns drivers quando comparado a média geral da amostra e as obras top 5. Neste caso, o driver Equipamentos passa a ser o driver com menor maturidade (50%), enquanto o driver Layout abandona a última colocação e passa para segunda colocação em termos de maturidade (70%). Outra disparidade encontrada na análise comparativa está nos valores que saltaram significativamente, como é o caso do driver Rotas e Rotinas, o qual sai de 41% para 90%.

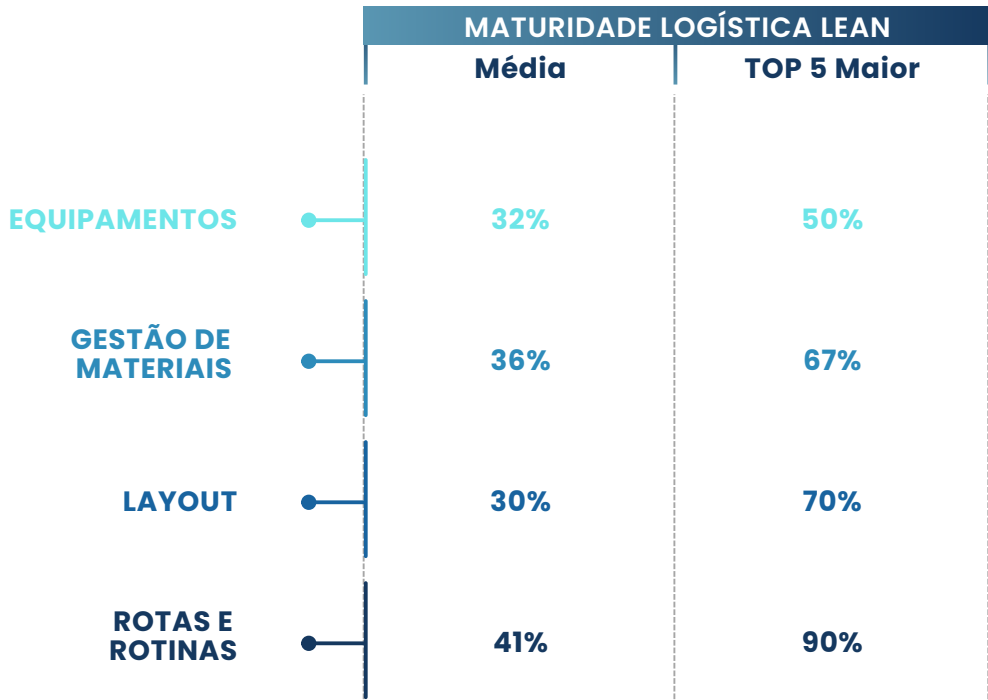


Figura 1- Maturidade Média x Top 5

A análise detalhada das práticas permite compreender melhor o resultado apresentado anteriormente. Na Figura 2, é apresentado o resultado detalhado das práticas que participam do driver Equipamentos. A pesquisa indicou que grande parte da amostra de canteiros estudados foca mais na gestão dos equipamentos do que no próprio planejamento mais assertivo deles. Neste aspecto, a prática referente ao “dimensionamento de equipamentos de transporte de acordo com o histograma de demanda de abastecimento de materiais” é de 25% na média geral, valor bem abaixo quando comparado com a média do top 5 que é de 60%.

Outra prática que tem um viés maior de planejamento é a prática referente à consideração da taxa de ociosidade dos equipamentos no dimensionamento, uma vez que apresenta 21% na média geral, enquanto na média do top 5 apresenta 40%. Com relação a prática “O transporte dos principais materiais acontece por conjunto (ex.: pallets)?” é de 40% na média geral e 60% na top 5, o que sinaliza um espaço para melhorias para alcançar níveis mais altos de eficiência nessa prática. Por fim, a prática “otimização de equipamentos de transporte horizontal e vertical” demonstra números bem próximos para média geral (43%) e para média do top 5 (40%), o que sinaliza que mesmo a média geral estando um pouco superior, ainda há espaços para aprimoramento.

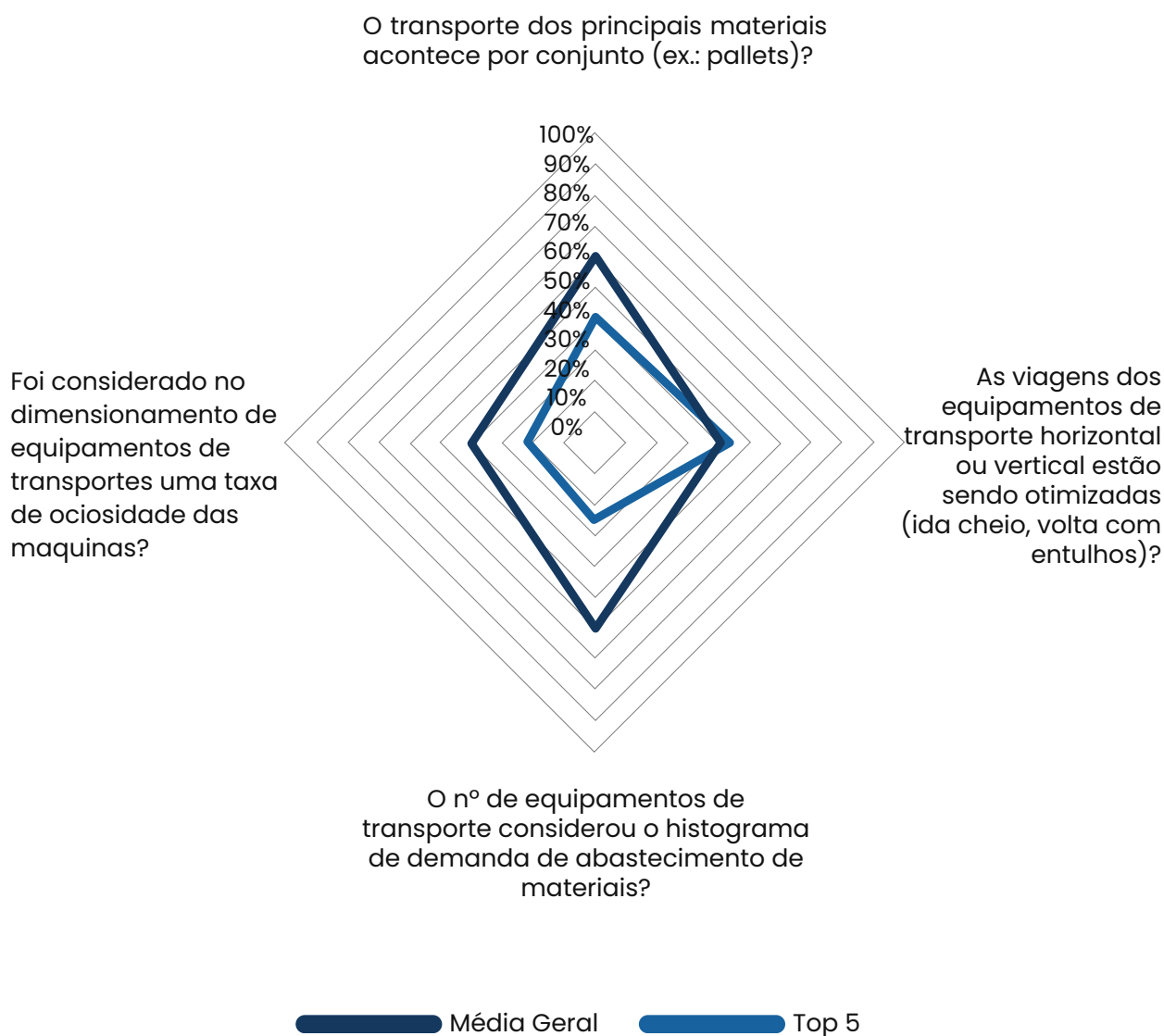


Figura 2 – Maturidade das práticas que compõem o driver Equipamentos

No driver Gestão de Material, o estudo identificou que existe uma certa similaridade na ordem de prioridades de práticas implementadas. Neste aspecto, a prática “controle do consumo dos principais insumos com relação ao orçamento” foi a prática com maior maturidade na média geral das obras (64%) e na média do top 5 canteiros (80%) (Figura 3).

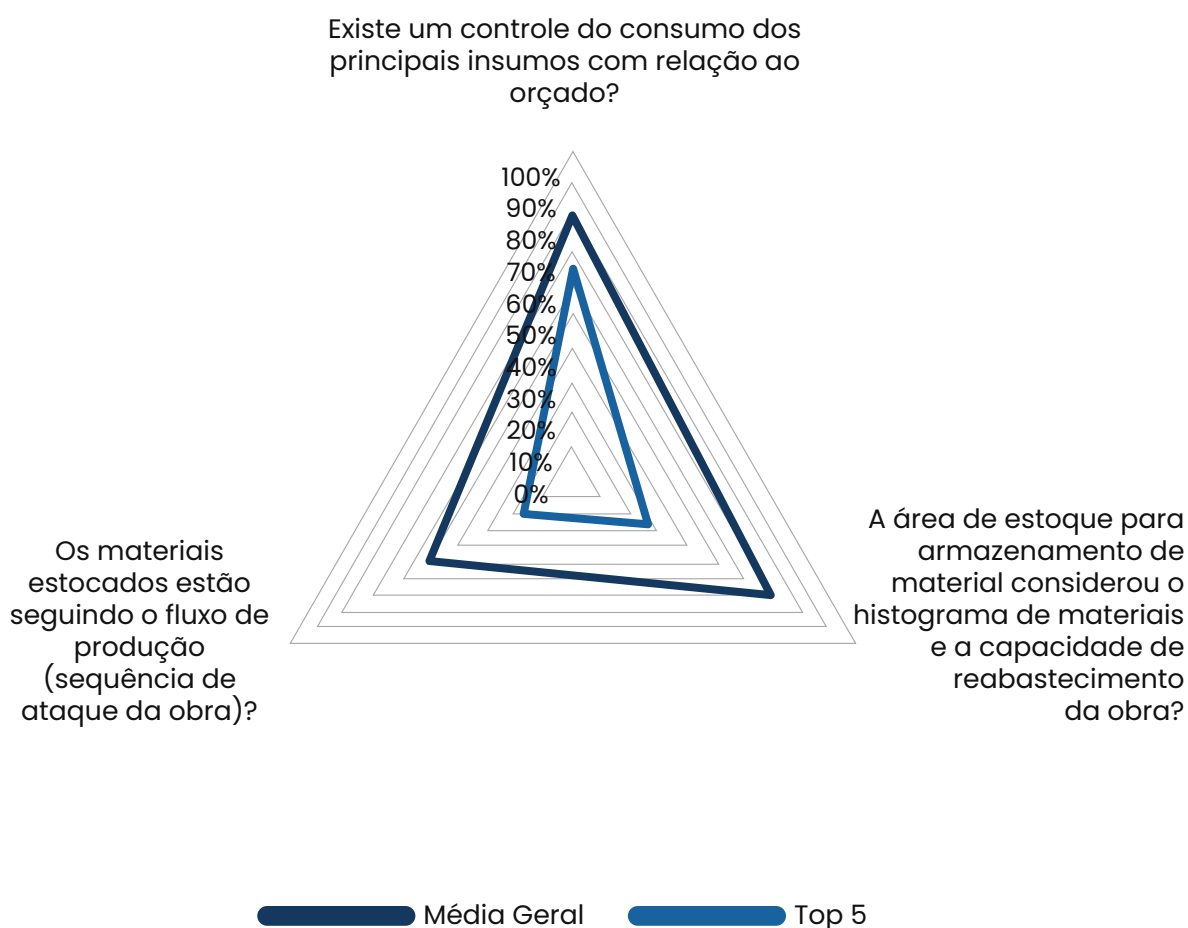


Figura 3 -Maturidade das práticas do driver Gestão de Material

No entanto, a pesquisa revelou que canteiros com maior maturidade também apresentam uma maior preocupação no armazenamento dos materiais. Neste quesito, enquanto na média geral da amostra a maturidade da prática “materiais estocados seguindo fluxo de produção” foi de 17% e a prática “área de estoque para armazenamento de material considerou o histograma de demanda de materiais e a capacidade de reabastecimento” foi de 27%, nos top 5 canteiros de obra estas mesmas práticas apresentaram um desempenho de 50% e 70% respectivamente (Figura 3). Este resultado sinaliza que um dos primeiros passos para ter um controle mais eficiente de materiais é conseguir definir e organizar melhor o seu armazenamento. Quando as empresas falham nestes quesitos, excessos de transporte e manuseios podem dificultar o controle dos insumos.

No driver Layout, a média geral dos canteiros de obra da amostra aponta a prática “planejamento do posto de trabalho nos serviços críticos” como a menos madura (13%) (Figura 4). Por outro lado, quando comparada com a média nos top 5 canteiros mais maduros, esta prática apresenta uma maturidade muito superior (50%). As três demais práticas que compõem o driver Layout apresentam resultados parecidos quando avaliados conforme média geral da amostra: a prática “Planejamento de longo prazo planos alternativos de layout e logística” 33%; “cronograma de layout considerando a evolução das fases da obra” teve uma média de 35% de maturidade; “o plano de layout avaliou o cruzamento das linhas de fluxo dos principais serviços” teve 40% de maturidade. Esta última prática em especial demonstra um vasto campo de oportunidades, uma vez que a média da top 5 apresenta seu maior índice de maturidade (90%).

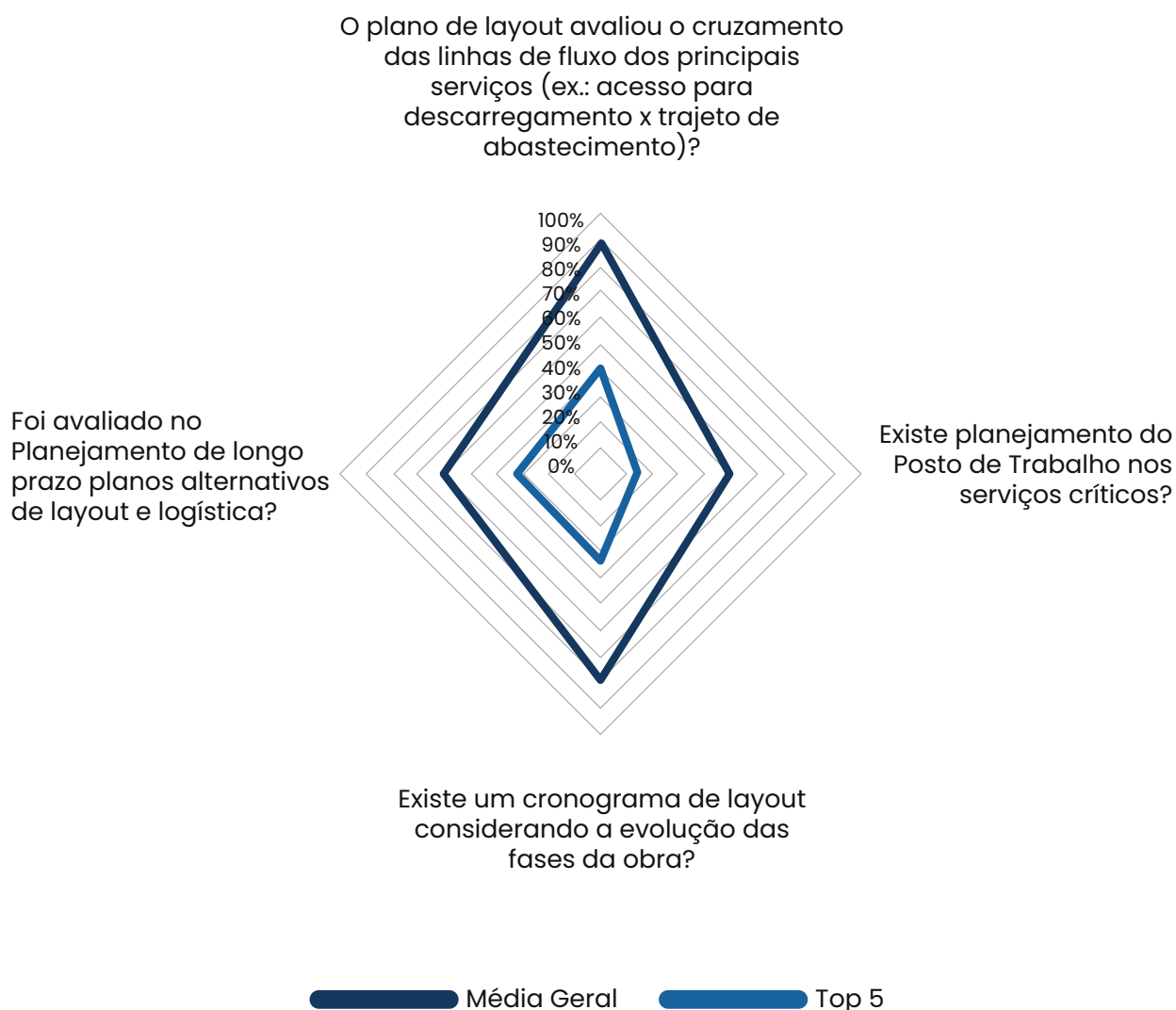


Figura 4 – Práticas que compõem o driver Layout

Quando se observa o driver Rotas e Rotinas, o qual demonstrou maior maturidade, o resultado novamente sinaliza uma certa semelhança em termos de prioridade no ranking da amostra geral e nos top 5 canteiros de obra (Figura 5). Em ambos a prática mais madura ficou “rotina de avaliação periódica de possíveis interrupções dos fluxos físicos”, com índice de maturidade de 50% na média geral da amostra e 100% no top 5. Por outro lado, a prática “rotina diária de programação de abastecimento dos materiais para as frentes de serviço” teve um índice de 35% na média da amostra geral, valor bem abaixo quando comparado com a amostra top 5 (90%). Isso demonstra a importância que empresas com um nível de maturidade maior em logística tem com relação a otimização diária da logística de abastecimento de materiais, uma vez que esta pode ser a causa raiz de perdas por espera. Por fim, a prática “rotas ou vias de transporte em boas condições de trafegabilidade” que obteve índice de maturidade de 39% na média geral da amostra e 80% no top 5, sinalizando um espaço significativo para evolução desta prática em grande parte dos canteiros de obra estudados.

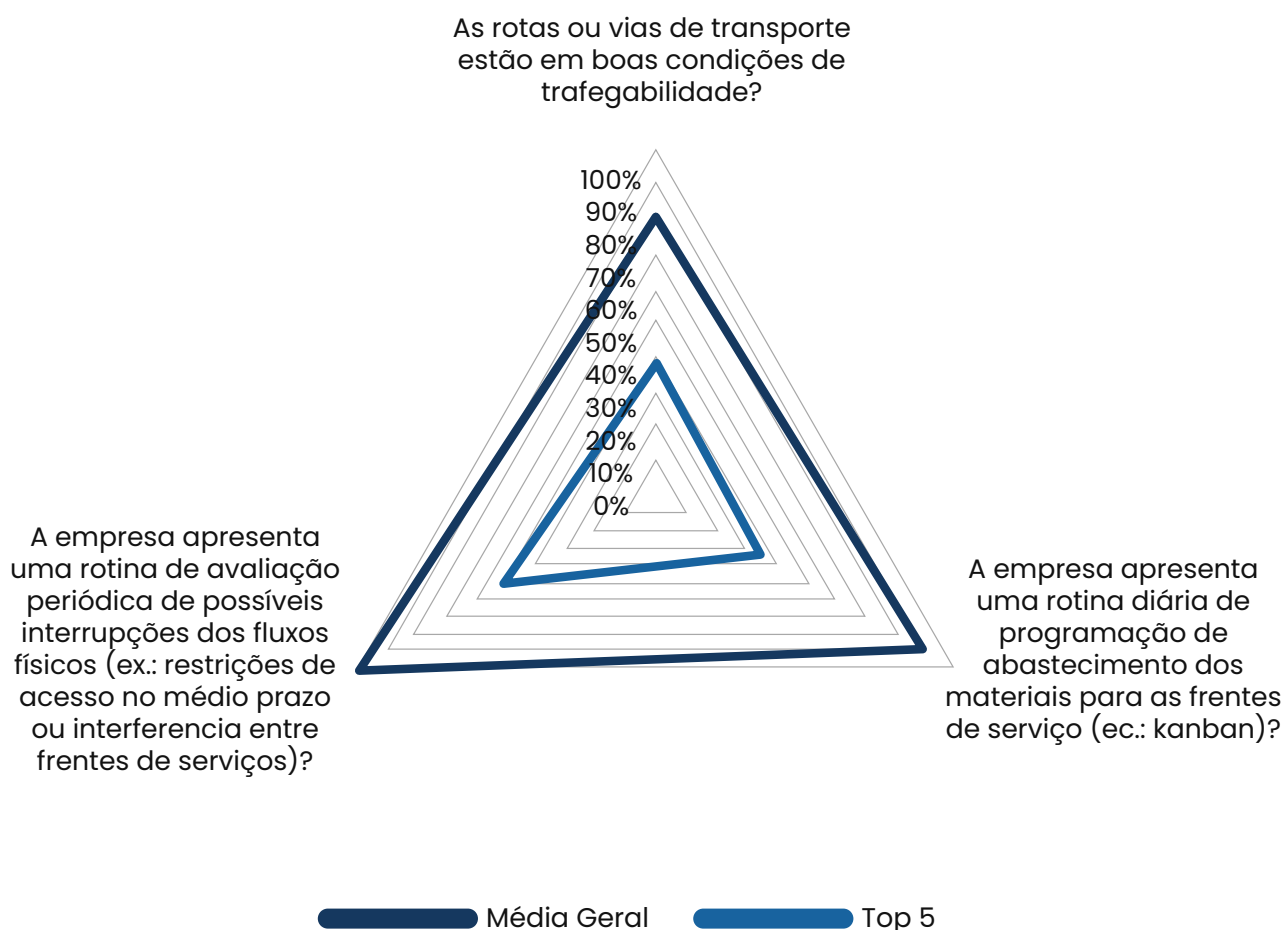


Figura 5 - Práticas que compõem o driver Rotas e Rotinas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise detalhada das práticas nos diferentes drivers de logística de obras, fica evidente que há áreas específicas que requerem atenção para melhorar a maturidade operacional.

No que diz respeito ao driver Equipamentos, os resultados indicam que a maioria dos canteiros de obras foca mais na gestão imediata dos equipamentos do que em estratégias de planejamento assertivo. Para o driver Gestão de Material, embora exista uma convergência em algumas práticas entre a média geral e os top 5 canteiros de obras mais maduros, a diferença notável está na atenção dada ao armazenamento dos materiais. Os canteiros mais maduros demonstram uma preocupação maior em organizar os materiais de acordo com o fluxo de produção, evidenciando a importância dessa organização para um controle eficiente de insumos. No driver Layout, a análise ressalta a necessidade de melhorias significativas na prática de planejamento do posto de trabalho nos serviços críticos, que surge como a menos madura na média geral. Além disso, há oportunidades substanciais de aprimoramento em práticas como o cronograma de layout, que apresenta uma lacuna considerável em relação aos canteiros de obras mais maduros. Por fim, ao examinar o driver Rotas e Rotinas, apesar da similaridade na ordem de priorização das práticas entre a média geral e os top 5 canteiros de obras, fica evidente que há um amplo espaço para a evolução das práticas na maioria dos canteiros estudados.

Em suma, a pesquisa revela a necessidade de uma abordagem mais estratégica e planejada em diversas áreas da logística de obras, especialmente no que se refere ao planejamento de equipamentos, gestão de materiais, disposição de layout e definição de rotas e rotinas, visando alcançar níveis mais elevados de maturidade e eficiência operacional.



REFERÊNCIAS

Abou Dargham, S., Assaf, S., Faour, K. & Hamzeh, F. 2019, 'Optimizing Material-Related Costs Using Dynamic Site Layout and Supply Chain Planning ' In:, Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Dublin, Ireland, 3-5 Jul 2019. pp 699-710.

Alves, T. C. L. Diretrizes para gestão dos fluxos físicos em canteiros de obra: proposta baseada em estudo de caso. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

Arbulu, R., Ballard, G., Harper, N. 2003, 'Kanban in Construction', 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Virginia, USA, 2003.

Arbulu, R. & Ballard, G. 2004, 'Lean Supply Systems in Construction' In:, Bertelsen, S. & Formoso, C. T., 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Helsingør, Denmark, 3-5 Aug 2004.

Arbulu, R., Koerckel, A. & Espana, F. 2005, 'Linking Production-Level Workflow With Materials Supply' In: 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Sydney, Australia, 19-21 Jul 2005. pp 199-206.

Barazi, A. A., Seppanen, O., Pikas, E., Lehtovaara, J. & Peltokorpi, A. 2021, 'Enhancing Internal Vertical Logistics Flows in High-Rise Construction: An Exploratory Study' In:, Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Lima, Peru, 14-16 Jul 2021. pp 717-726.

Bessler, F. S. Planejamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais em canteiros de obras: uso da grua. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2017.

Bølviken, T.; Rooke, J.; Koskela, L. The Wastes of Production in Construction – a TFV Based Taxonomy. In:, 22nd Annual Conference of The International Group for Lean Construction. 2014.

Dennis, P. (2002). Lean production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system. New York, Productivity Press.

Fadiya, O., et al., 2015. Decision-making framework for selecting ICT-based construction logistics systems. Journal of engineering, design and technology, 13 (2), 260-281.

Formoso, C. T.; Cesare, C. M.; Lantelme, E.M.; Soibelman, L. As perdas na construção civil: conceitos, classificações, e seu papel na melhoria do setor. Porto Alegre, UFRGS, 1996.

Kalsaas, B. T., Thorstensen, R. T., Grepperud, A., Hinlo, H., Jensen, S. & Skaar, J. 2011, 'Integrated Inward Logistics and Construction Work and its Impact on Efficiency in Production' In:; Rooke, J. & Dave, B., 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Peru, 13-15 Jul 2011.

Josephson, P.E.; Saukkoriipi, L. Slöseri i byggprojekt – Behov av förändrat synsätt, FoU-Väst report 0507, Gothenburg, Sweden, 2005.

Lange, S. & Schilling, D. 2015, 'Reasons for an Optimized Construction Logistics' In:; Seppänen, O., González, V. A. & Arroyo, P., 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Perth, Australia, 29-31 Jul 2015. pp 733-742.

Lota, P. S. & Trivedi, J. 2019, 'Site Layout Planning Through BIM Visualisation – A Case Study' In:; Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Dublin, Ireland, 3-5 Jul 2019. pp 865-876.

Micael Thunberg & Fredrik Persson (2013): Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics, Production Planning & Control: The Management of Operations, DOI: 10.1080/09537287.2013.808836.

Nascimento, R.R. Logística na construção de edifícios estudo de caso em grande construtora. 2014. Monografia (Pós graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Ohno, Taiichi. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

Perez, C. T. Proposta de um método para a identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte nos fluxos físicos em canteiros de obras. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

Ying, F., Tookey, J., Roberti, J., 'Addressing effective construction logistics through the lens of vehicle movements'. Engineering, Construction and Architectural Management Vol. 21 No. 3, 2014 pp. 261-275.