



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE DAS CAUSAS DE DESPERDÍCIOS NO CANTEIRO DE OBRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA¹

ALMEIDA, Laury (1); CAMPOS, Vanessa (2)

(1) Universidade Federal do Ceará, laury@alu.ufc.br

(2) Universidade Federal do Ceará, vanessa.campos@ufc.br

RESUMO

A organização do leiaute do canteiro de obras influencia em diversos aspectos do processo construtivo. Nesse sentido o planejamento do canteiro é uma etapa importante do projeto e deve ser realizado dentre outros objetivos para diminuir a geração dos desperdícios na obra e reduzir os custos. Este artigo tem como objetivo analisar os principais desperdícios gerados no canteiro de obras que estão relacionados com a falhas na implantação do seu leiaute, e para alcançar esse objetivo será feita uma revisão sistemática da literatura através de artigos publicados em revistas entre os anos de 1999 a 2019, utilizando a plataforma Science Direct. Como resultados apresentados foram selecionados trinta e sete artigos, que foram classificados de acordo com sua prioridade, ano e país. O crescente número de publicações do tema mostra a importância do planejamento de leiaute de canteiro e o desenvolvimento de métodos que auxiliam o projeto destes.

Palavras-chave: Arranjo Físico; Produtividade; Desperdício.

ABSTRACT

The organization of the construction site layout influences several aspects of the construction process. In this sense the planning of the construction site is an important stage of the project and should be carried out among other objectives to reduce the generation of waste on site and reduce costs. This article aims to analyze the main wastes generated on the construction site that are related to failures in the implementation of its layout, and to achieve this objective a systematic review of the literature will be made through articles published in magazines between 1999 and 2019, using the Science Direct platform. Thirty-seven articles were selected as results, classified according to their priority, year and country. The growing number of publications on the subject shows the importance of layout planning and the development of methods to assist their project.

Keywords: Physical Arrangement; Productivity; Waste.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com desperdício na indústria da construção é importante não só do ponto de vista da eficiência, como também tem crescido nos últimos anos a discussão sobre as consequências que o desperdício de materiais de construção tem

¹ ALMEIDA, Laury; CAMPOS, Vanessa. ANÁLISE DAS CAUSAS DE DESPERDÍCIOS NO CANTEIRO DE OBRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

sobre o meio ambiente, onde este tipo de resíduo soma entre 15 e 30% de resíduo urbano. A contabilização dos resíduos gerados na construção é uma forma eficaz de avaliar o desempenho dos sistemas de produção, o que permite apontar áreas passíveis de melhoria e as principais causas da ineficiência a ser identificada (FORMOSO et al., 2002).

Em um processo de produção, pode-se entender que a vantagem competitiva não apenas advém da melhoria da eficiência nas atividades de conversão, mas também em se reduzir os processos de tempo de espera, armazenamento, movimentação e inspeção que podem ser entendidos como desperdícios (SILVA; CARDOSO, 1999).

Segundo Silva e Cardoso (1999), em termos de construção, a logística pode ser entendida como um processo multidisciplinar que busca garantir na hora certa, custo e qualidade: Fornecimento, armazenamento, processamento e manuseio de materiais; Fornecimento de mão de obra; Controle de cronograma; Localização da infraestrutura e equipamentos do local; Gerenciamento de fluxo físico do site; Gerenciamento de informações relacionadas a todos os fluxos físicos e de serviços.

Em um canteiro de obras, o leiaute ótimo deve melhorar a produtividade e o nível de segurança do canteiro de obras e por isso o planejamento do leiaute é de extrema importância para o sucesso do projeto de construção (NING; LAM; LAM, 2010). O espaço do canteiro de obras é um recurso limitado o que requer um planejamento adequado para não causar gastos desnecessários, como por exemplo os causados pelo congestionamento do tráfego no canteiro de obras, ineficiência da mão de obra e reposicionar materiais em instalações temporárias (SU et al., 2012).

A aquisição de materiais deve considerar a disponibilidade do espaço do canteiro que é necessário para o armazenamento do material. O leiaute das áreas de armazenamento de material e outras instalações temporárias como escritório, guindastes, área de fabricação por exemplo, precisam ser planejados para minimizar os custos de deslocamento e manuseio de recursos. Vários modelos foram desenvolvidos para apoiar o planejamento de leiaute de canteiro, porém existe uma série de desafios que ainda precisam ser solucionados como as restrições dinâmicas do projeto (SAID; EL-RAYES, 2013).

No Brasil, o leiaute do canteiro de obras deve seguir as diretrizes estabelecidas pela Norma Regulamentadora de número 18 (NR-18) que visa assegurar a saúde e segurança dos trabalhadores nos processos realizados dentro dos canteiros de obra (BRASIL, 2015).

Esse artigo tem como objetivo analisar os principais desperdícios gerados no canteiro de obras que estão relacionados com as falhas na ação de implantação do seu leiaute, e para alcançar esse objetivo foi feita uma revisão sistemática da literatura através de artigos publicados em revistas entre os anos de 1999 a 2019.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os canteiros de obra são ambientes dinâmicos nos quais os recursos de construção (trabalhadores, equipamentos e materiais) interagem de forma contínua e frequente entre si. Os projetos de construção requerem um grande número de instalações temporárias, que no decorrer das fases da obra devem ser reanalisadas e muitas vezes modificadas. A análise de produtividade e métodos de amostragem de atividades fornecem diretrizes para a observação, registro e análise de tarefas de trabalho no canteiro (KUMAR; CHENG, 2015; PRADHANANGA; TEIZER, 2013). Segundo Abotaleb, Nassar e Hosny (2016), o planejamento do leiaute do canteiro de obras

envolve a identificação, o dimensionamento e a localização das instalações temporárias que serão necessárias durante o processo construtivo.

O retrabalho é a principal fonte de desperdício na construção civil, elevando os custos e excedendo o tempo de conclusão das construções (BABALOLA; IBEM; EZEMA, 2019). O desperdício pode ocorrer de muitas maneiras, como a espera, transporte ou movimentações desnecessárias, por isso os sistemas de rastreamento de desperdício buscam identificar essas atividades que não agregam valor, para que se possa tomar as devidas atitudes visando a melhoria do processo (ZHAO et al., 2019).

O desperdício de materiais na construção está diretamente ligado com a falta de planejamento da obra, problemas na execução, além de mudanças não previstas no projeto, detalhamento insuficiente, falhas na especificação e má comunicação entre a equipe. Ações para reduzir os danos, são a chave para minimizar a geração de resíduos, tanto na fase de projeto, quanto na fase de construção (MAGALHÃES; DANILEVICZ; SAURIN, 2017).

Visto isso, o planejamento do leiaute da obra é uma atividade importante que é realizada para se fazer um bom uso do espaço disponível. Um bom leiaute de canteiro aumenta a eficácia e eficiência das obras, contribui para a redução do custo e distância do material percorrido e aumenta o nível de segurança do canteiro de obra (NING; QI; WU, 2018). Segundo Li, Luo, Skibniewski (2019), as áreas de estocagem de materiais com localização inadequada nos canteiros de obras, geram um desperdício de tempo significativo e aumentam os custos de manuseio de materiais de 20 a 50% do total da operação.

O posicionamento das instalações dentro do local da construção é influenciado pelo movimento dos recursos ou simplesmente pela interação entre as instalações. Inicialmente deve-se medir as informações de fluxo dos materiais, fluxo das informações, de pessoas e dos equipamentos, além de fatores qualitativos de preocupação com o meio ambiente/segurança e da preferência dos usuários que considera a relação de proximidade entre as instalações. Além dos fatores identificados, pesos devem ser atribuídos às instalações de acordo com o grau de importância (NING; LAM; LAM, 2010).

A tecnologia BIM auxilia na análise dos leiautes dinâmicos, que são distribuídos em intervalos de tempos distintos e que vão sendo modificados nas diferentes fases da obra para melhor otimizar a produção e segurança dos trabalhadores (KUMAR; CHENG, 2015).

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada nesse artigo é uma revisão sistemática da literatura com o foco em artigos pesquisados na base Science Direct, almejando publicações das principais revistas internacionais entre os anos de 1999 e 2019. As etapas do planejamento de pesquisa, conforme apresentado na figura 1, são:

Figura 1 – Etapas do planejamento de pesquisa.



Fonte: Autores (2020)

Os termos “layout”, “site construction” e “waste” foram definidos para a busca na

plataforma de pesquisa. Foi utilizado o software “Start” para auxiliar na busca e facilitar a organização da pesquisa.

Os critérios para a escolha dos artigos, foram:

- Artigos publicados em revistas mais relevantes dos últimos 20 anos;
- Trabalhos com tema relevantes na pesquisa;
- Trabalhos que abordem a geração de desperdício na construção civil;
- Pesquisas relacionadas ao leiaute de canteiro de obras.

A pesquisa realizada na base de dados acabou gerando um total de 9.900 resultados. Devido ao elevado retorno, algumas medidas adicionais foram tomadas com a finalidade de facilitar a pesquisa. Dessa forma, foi definido que a análise dos artigos seria feita dentre uma amostra dos trezentos primeiros sugeridos pela própria base de dados, levando em consideração o fator de relevância elaborado pelo próprio sistema de busca. Essa quantidade foi definida por gerar uma amostra de análise relevante, enquanto também evita redundância nos artigos selecionados.

Após realizar a análise dos trezentos primeiros artigos com o auxílio do software “Start”, selecionando os trabalhos mais relevantes com base nas palavras chave e os resumos, obteve-se assim um total de trinta e sete artigos, que foram identificados por ano de publicação, revista e prioridade com relação ao tema estudado.

Nos trabalhos selecionados, buscou-se identificar os tipos de desperdícios abordados no estudo e suas respectivas causas, tipo de empreendimento e ferramentas empregadas para solucionar a problemática.

4 RESULTADOS

Ao final da análise dos artigos, obteve-se um total de seis trabalhos classificados com prioridade alta, vinte e sete de prioridade baixa e quatro muito baixa. Os trabalhos mais relevantes foram publicados entre os anos de 2010 e 2019, e foram aplicados nos países: China, Estados Unidos, Itália e Brasil, conforme mostra a Quadro 1.

Quadro 1 – Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa

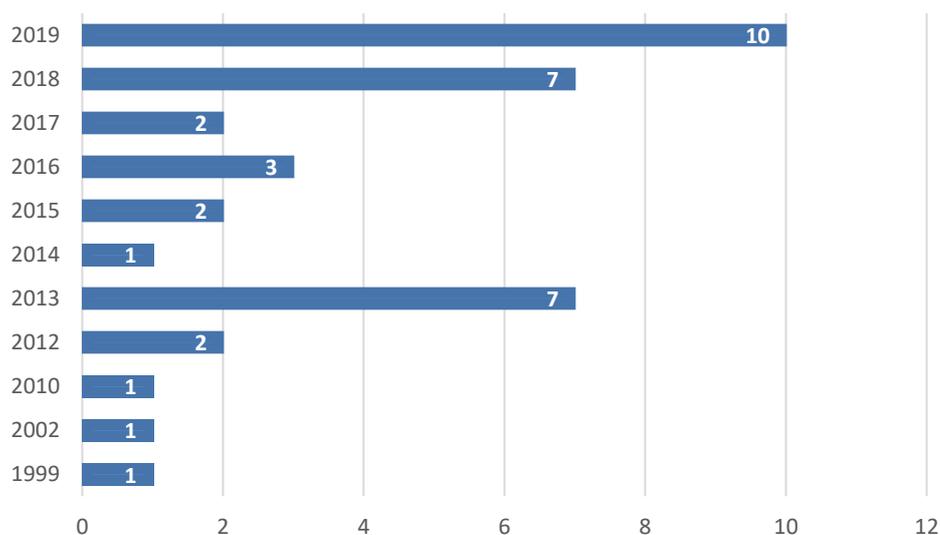
Título	Autores	Revista	Ano	País	Prioridade
Dynamic construction site layout planning using max-min ant system	Xin Ning, Ka-Chi Lam, Mike Chun-Kit Lam	Automation in Construction	2010	China	Alta
Optimal utilization of interior building spaces for material procurement and storage in congested construction sites	Hisham Said, Khaled El-Rayes	Automation in Construction	2013	Estados Unidos	Alta
BIM level of detail for construction site design	Marco L. Trani, Manuele Cassano, Davide Todaro, Benedetta Bossi	Procedia Engineering	2015	Itália	Alta

Reducing construction waste: A study of urban infrastructure projects	Ruane Fernandes de Magalhães, Ângela de Moura Ferreira Danilevicz, Tarcisio Abreu Saurin	Waste Management	2017	Brasil	Alta
A quantitative safety risk assessment model for construction site layout planning	Xin Ning, Jingyan Qi, Chunlin Wu	Safety Science	2018	China	Alta
A non-centralized adaptive method for dynamic planning of construction components storage areas	Kaiman Li, Hanbin Luo, Mirosław J. Skibniewski	Advanced Engineering Informatics	2019	China	Alta

Fonte: Autores (2020)

Ao se analisar a evolução das pesquisas sobre o tema no decorrer do período estabelecido para a pesquisa, pode-se perceber que o tema teve um crescente avanço nos últimos anos, e que no decorrente ano já houveram mais publicações que em qualquer outro ano analisado, como mostra a figura 2.

Figura 2 - Número de publicações por ano



Fonte: Autores (2020)

De acordo com Trani et al. (2015), o arranjo físico do canteiro de obras está se tornando cada vez mais uma importante disciplina, e que comprovadamente é capaz de melhorar as escolhas direção relacionadas com o desempenho do projeto, respeitando tempos, custo e segurança.

Os estudos analisados têm em sua maioria o foco principal no desperdício de materiais e geração de resíduos oriundos dos processos da construção. Isso se deve pelo fato da crescente preocupação com o meio ambiente e o consumo dos recursos naturais não renováveis. Um total de vinte e um dos trinta e sete artigos analisados, abordaram como principal desperdício no trabalho os resíduos de construção e demolição, buscando quantificar, identificar e minimizar essa geração. Em sua maioria, os resíduos gerados na construção têm como causa a necessidade

de retrabalho, resultantes da prática do *making-do* nos processos construtivos como citado por Koskela et al., (2013), podendo ser agravada ao se somar com a disposição inadequada dos resíduos no ambiente de trabalho do canteiro de obras.

Segundo Babalola, Ibem e Ezema (2019), o retrabalho não só é o responsável pelo desperdício de tempo como também pela geração de resíduos, contribuindo para a geração de impactos ambientais e aumento dos custos envolvidos à construção.

Já o desperdício gerado pelo excesso de movimentações foi o tema avaliado em nove dos artigos selecionado. Com relação ao país que mais contribuiu com estudos sobre o tema, a China se destacou com quinze dos trinta e sete trabalhos selecionados, onde observou-se o foco principal em empreendimentos do tipo residencial.

As principais técnicas empregadas nos trabalhos para o planejamento do leiaute de canteiro foram desenvolvidas como auxílio de algoritmos ou de ferramentas BIM (Building Information Model), o que justifica o aumento das pesquisas relacionadas com o tema nos anos mais recentes quando o avanço da tecnologia e das novas ferramentas pode proporcionar alternativa para a formulação de novas técnicas que podem ser empregadas no planejamento de leiaute de canteiro.

A utilização de tecnologia de rede neural artificial combinada com um sistema especialista pode ser a solução para os problemas com o leiaute de canteiro de obras, analisando os fatores efetivos no espaço do leiaute, e fornecendo um modelo de planejamento logístico de descongestionamento dos espaços mais utilizados para gerar o plano logístico ideal (LI; LUO; SKIBNIEWSKI, 2019; SAID; EL-RAYES, 2013).

5 CONCLUSÃO

O planejamento do leiaute de canteiros de obras é essencial para a eficiência da execução dos projetos e influencia diretamente em diferentes etapas do processo construtivo. Este trabalho teve como objetivo analisar os principais desperdícios gerados no canteiro de obras ligados a falhas na implantação do leiaute deste.

Apesar do alto retorno obtido com os termos utilizados na busca para a pesquisa, a amostra de trinta e sete artigos gerou um retorno de 16,21% de trabalhos classificados com alta prioridade, o que pode indicar que esse tipo de pesquisa ainda tem um grande potencial de desenvolvimento.

Entre os países de publicação dos artigos selecionados, a China teve um maior destaque, sendo a responsável pela maioria dos trabalhos publicados, e se mostrando interessada com as questões de redução de resíduos oriundos da construção civil.

Os desperdícios mais trabalhados nos artigos selecionados foram os relacionados com a geração de resíduos e de movimentação, o que se deve possivelmente pela crescente preocupação ambiental e pela importância da redução dos custos envolvidos com os processos construtivos, com um total de 40,50% dos trabalhos selecionados.

A pesquisa mostrou também que a tecnologia BIM vem auxiliando no processo do planejamento para a implantação de canteiros de obra, e adequação do leiaute nas diversas etapas da obra. O uso de algoritmos vem sendo cada vez mais utilizado para auxiliar no planejamento dos leiautes dos canteiros. A informatização da etapa de planejamento traz benefícios para construção civil com relação à eficiência e produtividade e por isso trabalhos relevantes vêm sendo produzidos nessa área do

conhecimento.

Como sugestão para trabalhos futuros está a realização de um estudo que quantifique em obras a ocorrência dos desperdícios relacionados ao arranjo físico do canteiro de obras e suas relações com o custo da obra.

REFERÊNCIAS

ABOTALEB, Ibrahim; NASSAR, Khaled; HOSNY, Ossama. Layout optimization of construction site facilities with dynamic freeform geometric representations. **Automation In Construction**, v. 66, p.15-28, jun. 2016.

BABALOLA, Oluwatosin; IBEM, Eziyi O.; EZEMA, Isidore C.. Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review. **Building And Environment**, v. 148, p.34-43, jan. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015.

FORMOSO, Carlos T. et al. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. **Journal Of Construction Engineering And Management**, p.316-325, jul. 2002.

KOSKELA, L., Bølviken, T., and Rooke, J. (2013). Which are the wastes of construction? Proc., **21th Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction**. Fortaleza, Brazil.

KUMAR, S. S.; CHENG, J. C. P. A BIM-based automated site layout planning framework for congested construction sites. **Automation in Construction**, v. 59, p. 24-37, 2015.

LI, Kaiman; LUO, Hanbin; SKIBNIEWSKI, Mirosław J.. A non-centralized adaptive method for dynamic planning of construction components storage areas. **Advanced Engineering Informatics**, v. 39, p.80-94, jan. 2019.

MAGALHÃES, Ruane Fernandes de; DANILEVICZ, Ângela de Moura Ferreira; SAURIN, Tarcisio Abreu. Reducing construction waste: A study of urban infrastructure projects. **Waste Management**, v. 67, p.265-277, set. 2017.

NING, Xin; LAM, Ka-chi; LAM, Mike Chun-kit. Dynamic construction site layout planning using max-min ant system. **Automation In Construction**, v. 19, n. 1, p.55-65, jan. 2010.

NING, Xin; QI, Jingyan; WU, Chunlin. A quantitative safety risk assessment model for construction site layout planning. **Safety Science**, v. 104, p.246-259, abr. 2018.

PRADHANANGA, Nipesh; TEIZER, Jochen. Automatic spatio-temporal analysis of construction site equipment operations using GPS data. **Automation In Construction**, v. 29, p.107-122, jan. 2013.

SAID, Hisham; EL-RAYES, Khaled. Optimal utilization of interior building spaces for material procurement and storage in congested construction sites. **Automation In Construction**, v. 31, p.292-306, maio 2013.

SILVA, Fred Borges da; CARDOSO, Francisco Ferreira. Applicability of logistics management in lean construction: A case study approach in brazilian building companies. **Proceedings Igic, Berkeley**, v. 7, p.147-158, jul. 1999.

SU, Xing et al. GIS-based dynamic construction site material layout evaluation for building renovation projects. **Automation In Construction**, v. 27, p.40-49, nov. 2012.

TRANI, Marco L. et al. BIM Level of Detail for Construction Site Design. **Procedia Engineering**, v. 123, p.581-589, 2015.

ZHAO, Jianyu et. al. Real-time resource tracking for analyzing value-adding time in construction. **Automation In Construction**, v. 104, p. 52-65, abr. 2019.