**XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E
ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**
**VIII ENCUESTRO LATINOAMERICANO DE GESTIÓN
Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Do conhecimento à ação: práticas avançadas de gestão da produção
Londrina, Paraná, Brasil. 23 a 25 de Outubro de 2019

**VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COMO SUPORTE À
GESTÃO DE FLUXOS FÍSICOS EM CANTEIRO DE OBRAS**

**SACRAMENTO, I. C. C. (1); CAMPOS, V. R. (2); FERNANDES, V. O. (3);
FERREIRA, E. A. M. (4)**

(1) UFBA, email: iransacramento@hotmail.com, (2) UFBA, email: vanessarocampos13@yahoo.com.br,
(3) UFBA, email: vivian.fernandes@ufba.br, (4) UFBA, email: ferreira.eam@gmail.com

ABSTRACT

The present work intends to analyze the application of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) as a tool to aid in the management of physical flows in small construction sites. This perspective is mainly aimed at reducing transportation losses, as well as activities that do not aggregate value, both based on the principles of Lean Construction. The methodological aspects of this research are related based on the application of a case study. The study in question used as an experimental field a small work located in the municipality of Camaçari, state of Bahia, involving the following methodological steps: (i) data collection: by means of survey, photographic record, observation of movements and use of UAV to obtain aerial photographs, (ii) diagnosis: in order to understand the current situation (movements and disposal of materials) and (iii) proposal: which consists in the elaboration of a new site layout. The products prepared for the respective analyzes were thematic and georeferenced flow maps, whom, relate restrictively to the masonry execution service. The orthophotos obtained by the UAV were manipulated in Geographic Information System (GIS) software, allowing the identification of the distances walked by the workers in the execution of the analyzed service. The results indicated that the application of these tools can provide significant gains in reducing activities that do not aggregate value. In front of the proposed layout change, the construction site presented a reduction in transport losses of 41.8% in the ceramic block transport activity and 28.8% in the mortar transport activity, both related to the brick masonry service. The adopted method proved to be satisfactory for the understanding of the physical flow activities at the site in question, especially regarding the reduction of transport losses.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV); Physical Flow; Construction Site.

1 INTRODUÇÃO

A competitividade do mercado atual vem impulsionando o setor da construção civil à utilização de novas estratégias de gerenciamento e introdução de melhorias em canteiros de obras (VISIOLI, 2002). Neste preambulo, a introdução de novas tecnologias na construção civil (produtos ou processos) contribuem para avanços globais em seus processos construtivos, almejando melhores índices de produtividade e diminuição de desperdícios de mão de obra, materiais e tempo (TOLEDO *et al.* 1990).

Com uso das geotecnologias a representação dos elementos geográficos possibilitam uma melhor compreensão das transformações espaciais e contribuem para análises, avaliações e introdução de melhorias no gerenciamento de situações reais (KOTIKOV, 2017). Neste sentido, tornam-se mais frequentes as atividades com aplicações dos

Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), uma vez que, a combinação de uma plataforma aérea com câmeras de alta resolução (DUARTE, 2016), possibilitam a coleta de imagens georreferenciadas, as quais, se integram com vários softwares, principalmente, aqueles voltados ao Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Perez *et al.* (2014) identificaram três principais tipos de fluxos: (a) fluxo de produto: que compreende subfluxos de materiais e de informação (SHINGO, 1985; CHOO; TOMMELEIN, 1999); (b) fluxo operacional ou fluxo de trabalho: que reúne os subfluxos de equipamentos e de mão-de-obra (SHINGO, 1985; KALSAAS; BØLVIKEN, 2010; BØLVIKEN; ROOKE; KOSKELA, 2014); e (c) fluxos físicos: que são formados pelos subfluxos de materiais e mão-de-obra (ALVES, 2000).

No âmbito dos fluxos físicos a logística de canteiro deve ser uma ação realizada antes do início da obra, devendo levar em consideração no layout os locais para descarga, zonas de estocagem e zonas para pré-fabricação, tendo como premissa gerenciar o fluxo dos materiais e de trabalhadores (CARDOSO, 1996).

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a aplicação de um VANT como ferramenta de auxílio à gestão de fluxos físicos em canteiro de obras de pequeno porte, visando principalmente a redução de perdas por transportes, bem como, atividades que não agregam valor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo versa acerca dos principais parâmetros conceituais relacionados aos VANT, gestão dos fluxos físicos e mapofluxograma.

2.1 Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)

O conceito de VANT foi introduzido pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO) para relacionar aos sistemas aéreos não tripulados. Esses sistemas são referidos dentro da comunidade de usuários com outros nomes comuns como as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP's), do inglês, *Remotly Piloted Aircraft System* (RPAS), ou simplesmente drone (COLOMINA e MOLINA, 2014).

Segundo Anand (2007), os VANT's são utilizados em diferentes contextos e áreas. No monitoramento remoto, os desenvolvimentos tecnológicos recentes aumentaram significativamente, principalmente, quando relacionado às tecnologias para uso integrado com câmeras compactas, câmeras de vídeo e sistemas de navegação em tempo real (GIORDAN *et al.*, 2018).

O sistema permite aos seus usuários transferir dados para uma estação de controle, armazenando os dados coletados a bordo. Esta tecnologia realiza tarefa semelhantes às feitas com os veículos tripulados, porém, mais rápidas, seguras e com menor custo (KARAN *et al.*, 2017).

2.2 Gestão de Fluxos Físicos

Para Bussinger (2012), a logística está relacionada com planejamento, organização, controle e realização de tarefas relacionadas à armazenagem, transporte e distribuição de bens e serviços. Segundo Guedes *et al.* (2017) a gestão de fluxos físicos tem o objetivo de servir o cliente, seja ele interno ou externo à organização, ou seja, significa adotar planejamento, implementação e controle dos fluxos dos materiais, sejam matérias-primas, produtos em processo ou produtos finais. Em uma lógica de cliente, o

estudo da logística objetiva alcançar o produto certo, para o cliente certo, na quantidade certa, na condição certa, no lugar certo, no tempo certo e ao custo certo (os sete certos da logística).

Na logística em canteiros de obra algumas atividades são essenciais e devem ser levadas em consideração para uma logística de canteiro eficiente, tais com: o controle dos fluxos físicos ligados à execução, gestão das interfaces entre os agentes e a gestão da praça de trabalho (CARDOSO, 1996). A gestão dos fluxos físicos ligados à execução tem relação com o planejamento detalhado dos fluxos de execução dos serviços e dos mecanismos de controle destes. Já a gestão da interface entre agentes, interação no processo de produção de uma edificação e compreende as informações necessárias para que estes exerçam suas atividades dentro de padrões pré-estabelecidos e resolução de interferências entre os serviços. Por fim, a gestão da praça de trabalho ou gestão física do local de trabalho visa implantação do canteiro, movimentação interna, zonas de estocagem, zonas de pré-fabricação e atendimento aos requisitos de segurança (SILVA e CARDOSO, 1998).

2.3 Mapofluxograma

O uso do mapofluxograma tem a finalidade de documentar o processo de fluxo através da utilização de símbolos gráficos, tornando mais fácil a compreensão dos processos entre diferentes atividades, além de auxiliar no combate aos três principais problemas de produção: perda, atitudes impensadas e inconsistências (ISHIWATA, 1991). Correia (2002) considera que o mapofluxograma é utilizado para mapear os processos, em especial quando se observa o interesse em analisar e destacar os tipos de atividades realizadas no local de processamento produtivo, sendo importante quando o deslocamento se torna parte considerável no processo.

Todavia, a observação dos processos e operações contribui para eliminação de perdas existentes nos fluxos, partindo de um melhor planejamento e controle. Isso pode conduzir à redução do tempo de ciclo, balanceamento das melhorias a serem implantadas nos fluxos físicos e conversões em processo de melhoria contínua (ALVES, 2000).

3 METODOLOGIA

Os aspectos metodológicos desta pesquisa estão relacionados baseiam-se na aplicação de um estudo de caso. Um diagnóstico inicial no canteiro para a conscientização do problema, coleta e avaliação dos dados de campo e a criação de uma nova proposta, contemplaram os resultados e conclusões desta pesquisa.

3.1 Localização da Área de Estudo

O empreendimento está situado no Km 26 da rodovia BA 099, no Estado da Bahia, com coordenadas referenciadas ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), padrão Universal Transversa de Mercator (UTM) de X: 589.030 e Y: 8.589.490, perfazendo 400 m² de área construída, conforme Figura 1.

Figura 1 – Localização da área de estudo

Fonte: Os autores 2018

3.2 Coleta de dados e fontes de evidência

O estudo de caso partiu de uma entrevista com o construtor, a fim, de entender o perfil do empreendimento, bem como, as etapas de gerenciamento da obra. Em seguida, foi realizada a observação direta com anotações e registros fotográficos, com objetivo de analisar os movimentos realizados para o transporte e disposição dos materiais no canteiro.

Em um terceiro momento, realizou-se um voo com um VANT, modelo *DJI Phantom 3 Standart*, conectado aos aplicativos de operação *DJI Go* e ao *Pix4d Capture*, cujo possibilitaram a visualização em tempo real das condições de telemetria da aeronave, bem como a elaboração do plano de voo.

Em seguida o processamento das imagens para a geração do mosaico de ortofotos do empreendimento. Esta etapa foi realizada com o software *Agisoft Photoscan* com uma licença experimental (Figura 2).

Para o diagnóstico, proposta da nova distribuição dos materiais no canteiro, análise dos movimentos de transporte e mapofluxogramas utilizou-se o *ArcGIS*, versão estudantil 10.5.

Figura 2 – Etapas Metodológicas

Fonte: Os autores 2018

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aqui serão apresentados e discutidos o diagnóstico da obra em questão, bem como, a proposta de modificação do canteiro supracitado.

4.1 Mapafluxograma de diagnóstico: Situação atual dos fluxos físicos

Com base nas observações de campo e da imagem georreferenciada (Figura 3), foi possível entender e mensurar o trajeto de transporte do bloco cerâmico e da argamassa de assentamento. Para entender o contexto quanto ao serviço de execução da alvenaria, foram necessárias as identificações de todos locais de armazenamento dos materiais que seriam utilizados no canteiro, a saber: blocos cerâmicos, brita, isopor, madeira, areia, cimento, água e masseira. Ressalta-se que neste projeto os materiais chegavam ao canteiro sem nenhuma sincronização com a evolução ou necessidade de demanda da obra.

Figura 3 – Imagem georreferenciada do canteiro

Fonte: Os autores 2018

O movimento para o transporte do bloco cerâmico iniciava no local de estoque 1, onde percorriam-se cerca de 12,6m até o estoque 2 e mais 2m até a área de assentamento, perfazendo assim 14,6m no total a cada ida. Já para a argamassa de assentamento eram necessários percorrer quatro locais de estoques, dentre eles, areia, cimento e masseira, aos quais totalizaram de 31,6 metros até o local do processamento, conforme Figuras 4 e 5.

Figura 4 – Diagnóstico: Transporte de bloco cerâmico

Fonte: Os autores 2018

Figura 5 – Diagnóstico: Transporte de argamassa

Fonte: Os autores 2018

4.2 Mapofluxograma proposto: nova proposta

A gestão da mão-de-obra envolve a designação das tarefas para as equipes e a consideração da melhor sequência de execução do processo, respeitando os requisitos técnicos, a continuidade do processo, a capacidade de produção das equipes, a carga de trabalho a ser designada e o efeito aprendizado (SAURIN, 1997). Portanto, realizou-se uma proposta para distribuição dos materiais no canteiro, reajustando as ações de movimentos para transporte de bloco cerâmico e argamassa conforme as Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Proposta: Transporte de bloco cerâmico

Fonte: Os autores 2018

Figura 7 – Proposta: Transporte de argamassa

Fonte: Os autores, 2018

As soluções improvisadas na descarga, movimentação e armazenamento dos materiais influenciam na eficiência logística global do canteiro. Ao longo da execução da obra é comum que ocorram alterações no layout original. Nestas alterações, foi possível reduzir 15,2m na distância percorrida por ida, sendo que, somente no transporte de bloco cerâmico foram 6,1 metros, correspondendo 28,79% do tempo designado nesta atividade. Na argamassa de assentamento a redução foi de 9,1 metros, cerca de 41,78%, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Comparativo: Diagnóstico x Proposta

Fluxos avaliados	Distância percorrida	
	Diagnóstico	Proposta
Transporte do bloco cerâmico	14,6m	8,5m
Transporte de argamassa	31,6m	22,5m
Total por ida	46,2m	31m
Distância total reduzida (por ida)	15,2m	

Fonte: Os autores 2018

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a menor complexidade das obras de pequeno porte, uma simples organização do canteiro poderá trazer ganhos significativos quanto a sua produção, principalmente no que tange a redução de atividades que não agregam valor ao produto.

O método adotado contribuiu para uma melhor compreensão das atividades de fluxos físicos e redução de perdas por transporte no canteiro em questão. O uso dos mapofluxogramas georreferenciados permitiu a mensuração das distâncias quanto às perdas por movimentos e transporte. Em consonância a isto, observou-se uma redução de perdas por transportes mediante a mudança no layout em 15,2m a cada ida do operário.

O uso do VANT se mostrou capaz no atendimento dos objetivos de trabalho, pois a partir das imagens geradas permitiu aos pesquisadores explorar as falhas quanto aos fluxos físicos no canteiro estudado. Assim, observa-se que apesar do esforço da comunidade acadêmica no estudo das perdas, o número de estudos que as mensuraram ainda é relativamente pequeno quando comparado a outros temas. Além disso, muitos desses estudos têm focado apenas nas consequências ocasionadas pelas perdas, ao invés, de entendê-las por uma perspectiva mais sistêmica.

REFERÊNCIAS

- ANAND, S. Domestic use of unmanned aircraft systems: an evaluation of policy constraints and the role of industry consensus standards. **ASTM**, v. 35, p. 30, 2007.
- 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.
- BØLVIKEN, T.; ROOKE, J.; KOSKELA L. The Wastes of Production in Construction: a TFV Based Taxonomy. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN, 22., Oslo, 2014. **Proceedings** [...]. Oslo, 2014.
- BUSSINGER, V. **Logística**. 2012. Disponível em: <<http://www.e-commerce.org.br/artigos/logistica.php>>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- CHOO, H. J.; TOMMELEIN, I. D. Space Scheduling Using Flow Analysis. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings** [...]. Berkeley, 1999. p. 299-312.
- COLOMINA, I.; MOLINA, P. Sistemas Aéreos Não Tripulados para Fotogrametria e Sensoriamento Remoto: Uma Revisão. **Journal ISPRS de Photogrametry and Remote Sensing**, v. 92, p. 79-97. 2014
- CORREIA, K. S. A.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. Mapeamento de Processos: Uma Abordagem para Análise de Processos de Negócio. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2002., Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: ABEPRO, 2002. p. 01-08.
- GIORDAN, D *et al.* Review article: The use of remotely piloted aircraft systems (RPASs) for natural hazards monitoring and management. **Natural Hazards Earth System Sciences**. v.18, n.4, p. 1079-1096, 2018. doi.org/10.5194/nhess-18-1079-2018
- DUARTE, L *et al.* Aplicação GIS de código aberto para fotogrametria UAV baseada em MicMac. **Revista Internacional de Sensoriamento Remoto**. n. 8-10, v. 38, p. 3181-3202. 2014. doi.org/10.1080/01431161.2016.1259685
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento Sem Complicação**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 724 p. ISBN: 978-85-86238-82-6.
- GUEDES, A. P *et al.* **Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento**, 2. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2017. 240 p. ISBN: 978-972-618-894-0.

ISHIWATA, J. IE for the shop floor: Productivity through process analysis. **Portland: Productivity Press**, 1991.

LEAL, F. **Um diagnóstico do Processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2003.

KALSAAS, B. T. Measuring Waste and Workflow in Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza. **Proceedings** [...]. Fortaleza, 2013.

KARAN, E. P *et al.* A comprehensive Matrix of Unmanned Aerial Systems Requirements for Potential Applications within a Department of Transportation. CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, Atlanta, 2014. **Proceedings** [...]. Atlanta, 2014.

KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. 1. ed. Finlândia: Stanford University, 1992. 87 p.

KOTIKOV, J. GIS-modeling of multimodal complex road network and its traffic organization. **Transportation Research Procedia** n. 20, p. 340–346, 2017.

PEREZ, C. T.; COSTA, D. B.; GONÇALVES, J. P. Concepts and Methods For Measuring Flows and Associated Wastes. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22., Oslo, 2014. **Proceedings** [...]. Oslo, 2014.

PEREZ, C. T. **Proposta de um Método para a Identificação, Mensuração e Caracterização das Perdas por Transporte nos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Ambiental e Urbana), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SANTOS, C. A. B.; FILHO, J. R. F. Construção civil: um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENE-GEP1998_ART549.pdf. Acesso em: 13 nov. 2018.

SILVA F. B.; CARDOSO, F. F. A Importância da Logística na Organização dos Sistemas de Produção de Edifícios. In: ENTAC, 2., 1998, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 1998. p. 277-285.

SHINGO, S. A. **Revolution in Manufacturing: The SMED system**. 1. d. Portland: Productivity Press, 1985. 369 p. ISBN: 0-915299-03-8.

SOUZA E SILVA, M. F.; FELIZARDO, F. C. Aplicação de técnicas de gestão em obras de pequeno porte e curta duração. In: SIBRAGEC, 5., 2007, Campinas. **Anais** [...] Campinas: UNICAMP, 2007.

TOLEDO, R.; ABREU, A. F.; JUNGLES, A. E. A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. In: ENTAC, 3., 2000, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: UFBA, 2000. p.317-324.

VIANA, D. D.; FORMOSO, C. T.; KALSAAS, B. T. Waste in Construction: a systematic literature review on empirical studies. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20., San Diego, 2012. **Proceedings** [...]. San Diego, 2012.

VISIOLI, R. C. **Metodologia para gestão de obras residenciais de pequeno porte: Um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio recebido.