

T1

A ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS NA DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE ARRANJO FÍSICO - UMA APLICAÇÃO NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Adenilma Maria de Menezes¹, James Washington Alves dos Santos², Suelen Veira da Silva³

RESUMO: *Esta pesquisa (ligada a iniciação científica - IC), tem por objeto de estudo a ferramenta de Análise de Fluxo de Materiais (AFM), que é um desdobramento dos estudos sobre processos produtivos e Ecologia Industrial. Esta ferramenta é capaz de definir alternativas consistentes de arranjo físico, com enfoque na atuação de pequenas e médias empresas do ramo da construção civil. Por isso, mais que uma ferramenta analítica é também um procedimento que emite propostas de alterações. Esta pesquisa tem caráter analítico e busca como resultados propor a organização do ambiente produtivo, a maximização do aproveitamento do espaço físico, a adequação do arranjo físico à sequência produtiva, bem como mostrar que a análise do fluxo de materiais influencia a tomada de decisão de curto a médio prazo em uma empresa. O enfoque teórico e metodológico é baseado nas teorias de Jacó (2003) e Gomes (2012) e a metodologia é baseada na formação de Layout de arranjo físico, levantamento de centros de custo, margens, receitas e despesas e apresentação de um novo fluxograma, elementos baseados na metodologia de pesquisa de campo e levantamento de dados.*

PALAVRAS-CHAVE: *Sociologia Organizacional; Fluxo de materiais; Processos produtivos; Engenharia Civil.*

1. INTRODUÇÃO

Em obras de construção e reformas, são consumidos muitos materiais de diversos tipos. Por existir essa grande variedade de materiais, é possível que haja um acúmulo de insumos que estão à “espera” de utilização ou mesmo deixam de ser utilizados no canteiro de obras. Para estes últimos dá-se a classificação de resíduos.

Messeguer (1991), aponta que o desperdício advém ou se origina, de todas as etapas do processo de construção civil, que são: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes, execução e uso e manutenção.

¹ Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios
Email: amm10@aluno.ifal.edu.br

² Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios
Email: james.washington@ifal.edu.br

³ Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios
Email: svsv@aluno.ifal.edu.br

Desta maneira, podemos citar como elementos causadores de desperdício:

- a) Força de trabalho parada;
- b) Força de trabalho mal distribuída (muitas pessoas envolvidas na mesma tarefa);
- c) Falta de atenção ao layout dos canteiros de obra;
- d) Perda de material (concepção, execução e utilização);
- e) Falha no processo de compras e compras emergenciais;
- f) Processos mal desenhados e elaborados;
- g) Acidentes de trabalho; etc.

O desperdício nesta perspectiva é elemento que afeta diretamente os resultados das empresas, pois acarreta prejuízos financeiros e ocasiona perdas, tanto de materiais, quanto de tempo, sem falar que ainda geram aumento da quantidade de resíduos. Isto faz com que os valores das empresas caminhem contra os preceitos de produtividade e sustentabilidade, que são tão valorizados atualmente.

Por sua vez, Serpell (1993), aponta que os fatores que ocasionam desperdícios e consequentemente influenciam à produtividade são identificados como:

- a) Deficiências de projeto e planejamento que dificultam a construtibilidade da obra e que normalmente, são causadas pela falta de detalhamento;
- b) Ineficiência da gestão administrativa, que enfatiza a correção dos problemas ao invés da prevenção deles. Isto ocorre devido ao pouco envolvimento dos administradores com o processo produtivo;
- c) Métodos ultrapassados e/ou inadequados de trabalho que não observam as experiências advindas de projetos anteriores, o que ocasiona a repetição dos erros;
- d) Pouca vinculação da obra com as atividades denominadas de apoio, como: compras, estoques e manutenção;
- e) Problemas com os recursos humanos decorrentes da pouca especialização da mão-de-obra e alta taxa de *turnover* do setor;
- f) Problemas com a segurança dos trabalhadores, gerados principalmente, pelo não fornecimento e/ou uso dos equipamentos de proteção individual ou coletivo (EPIs e EPCs);
- g) Deficiências dos métodos utilizados para o controle de custos projetados e executados.

Em relação ao desperdício de tempo, temos como um de seus principais causadores a força de trabalho parada e o retrabalho, além de um Layout de canteiro de obras mal elaborado. Quando se tem problemas na administração do tempo e do espaço, automaticamente obtemos como resultado um cronograma atrasado. Sobre isso Bogado (1998, p. 08), infere que:

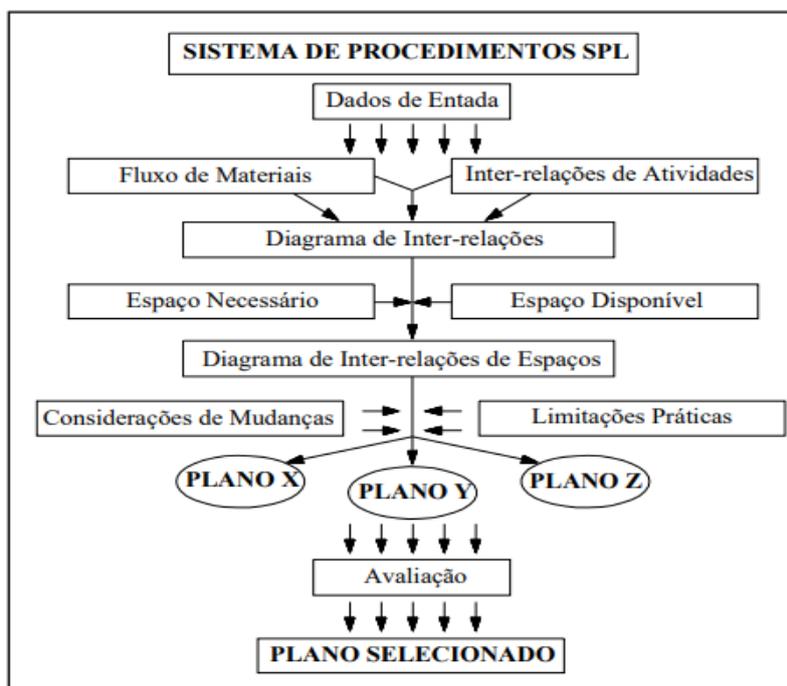
O ritmo de entrega dos materiais deve ser compatível com a programação da obra, com a sua capacidade de armazenamento, com a capacidade de entrega do

fornecedor e com o fluxo de caixa da empresa. Sendo assim, o gerenciamento dos materiais está intimamente relacionado ao cronograma de materiais preparado para a sua compra. Deve também estar relacionado ao projeto do layout da obra e ao sistema de controle de perdas de materiais.

Deste modo, a literatura nos mostra que a execução de um Layout ruim acarreta em diversas complicações no decorrer das obras. Porém um Layout bem planejado, além de evitar tais contratempos e prejuízos, ainda acompanha outros pontos positivos, como uma melhor organização da força de trabalho e a redução de desperdícios. Para a sua implementação, temos inclusive a possibilidade de uso do Systematic Layout Planning - SPL. Esta é uma ferramenta de estruturação de projetos de Layouts. Neste sistema podemos notar a divisão da obra em fases, onde são adotados critérios para identificação e para se obter uma melhor visualização e avaliação das etapas.

Silva *et al.* (2022), coloca que o SLP é uma ferramenta que auxilia no desenvolvimento de um Layout, onde estabelece os dados de entrada, analisa-se as inter-relações entre os fatores envolvidos nos processos por meio de um diagrama de relações, monta um diagrama de inter-relação de espaço e, por fim, desenvolve o Layout. A série de etapas relativas ao modelo de sistema utilizado pode ser visualizada na figura 1.

Figura 1: Sistema de procedimentos SPL.



Fonte: Silva *et al.* (2022)

Diante do diagrama exposto, podemos dizer que todo Layout se fundamenta em três elementos fundamentais:

- a) Inter-relações
- b) Espaço
- c) Ajuste

No primeiro deles, conhecido por “inter-relações”, podemos observar e designar a proximidade entre as atividades a serem executadas. Por “espaço”, temos alguns pontos a serem tratados, como: quantidade, localização, ou até mesmo o tipo e a forma dos materiais ou equipamentos a serem utilizados. “Ajuste” como o nome já diz, são adaptações ou arranjos do Layout para este se adequar da melhor maneira possível.

Silva *et al* (2022, p. 04) ainda complementa indagando que:

O sistema de procedimentos SPL se completa quando o arranjo físico geral recebe aprovação. Quando este ponto é alcançado, pode-se iniciar a fase de planejamento detalhado do projeto. Devem ser feitas cópias do plano aprovado para serem distribuídas aos grupos de trabalho da empresa, o que auxiliará a integração dos planos posteriores ao que foi aprovado.

Dito isto, salientamos que até este momento nos preocupamos em definir o que vem a ser o Layout organizacional, aplicado a indústria da construção civil. Este pode ser aplicado usando como ferramenta de montagem o Systematic Layout Planning – SPL como fora demonstrado. Contudo, passaremos para as outras seções do trabalho. Na seção 2 trabalharemos as questões metodológicas (autores e forma de aplicação da pesquisa – ligada a análise de campo e mesclando elementos qualitativos com quantitativos). Já na seção 3, faremos a análise dos dados coletados e apresentamos nossa discussão sob o tema (lembrando que se trata de um início de pesquisa de IC e portanto, são nossas considerações exploratórias até o momento).

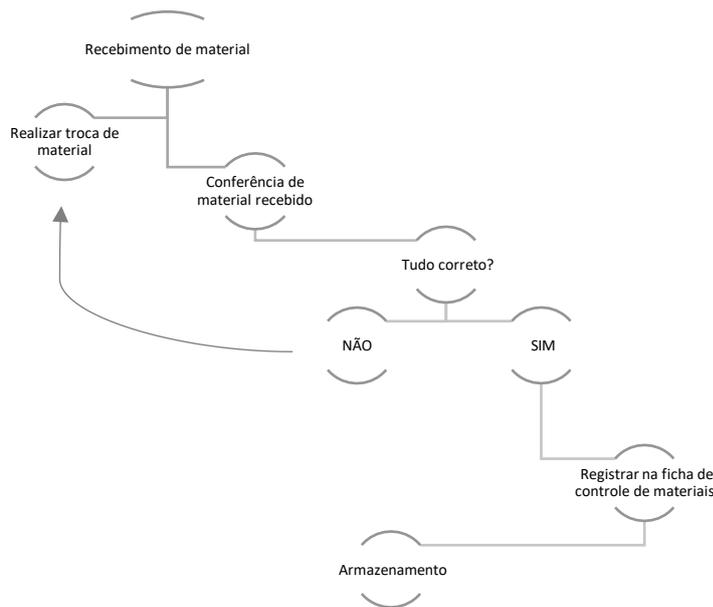
2. METODOLOGIA

O método usado neste projeto é o do Arranjo Físico ou Layout, descrito por Moura (2005, p.118) e Silva *et al.* (2022). Este pode ser definido como o planejamento e integração de três técnicas de pesquisa (criação de fluxogramas, gráficos e lista de processos), que usadas na forma de triangulação e levantam a possibilidade de o processo de produção ser mais eficiente, na relação equipamentos, força de trabalho e movimentação de materiais num espaço disponível.

Uma alteração no Layout implica claramente em alterações em outras partes da empresa, principalmente no que diz respeito aos custos – de investimento e de produção – conforme Peinado (2007, p.197). Observando a consideração do Layout, em relação a movimentação de recursos transformadores (força de trabalho e equipamentos) e recursos a serem transformados (materiais), é

possível relacioná-los ao conceito de Movimentação e Armazenagem de Materiais - MAM, que não se restringe somente à movimentação de materiais, mas também dos recursos que estão envolvidos na concepção de um produto: equipamentos e pessoas, ou seja, força de trabalho (MOURA, 2005).

Figura 2: Fluxograma de armazenagem de materiais.



Fonte: A autora

Segundo Slack (2002), antes de analisar o tipo de layout, é necessário identificar o tipo de processo no qual a empresa está caracterizada. Os tipos de processo da área da indústria são caracterizados de acordo com a especialidade considerada. No geral, elas apresentam as seguintes características:

- Projeto: Volume baixo – Variedade alta – Recursos exclusivos.
- Jobbing: Volume médio – Variedade média – Recursos compartilhados.
- Lotes ou bateladas: Volume médio – Variedade média – Diversificação.
- Em massa: Volume alto – Variedade baixa – Atividades repetitivas.
- Contínuo: Volume alto – Variedade baixa – Operações longas e contínuas.

Borba (1998), Gorgulho Júnior (2007), Martins (2006) e Slack (2002), propõem diferentes abordagens dos tipos de arranjo físico. Dadas as diferenças, de acordo com os autores, as definições podem ser descritas como apresentado a seguir:

- a) Arranjo físico posicional ou físico: O recurso a ser transformado não se movimenta e o recurso transformador se move ao produto para efetuar suas alterações. Exemplos: produção de aviões e esculturas.
- b) Arranjo físico por processo ou funcional: O recurso a ser transformado se movimenta através de seções para fabricação e o recurso transformador é subdividido na medida dos processos. Exemplos: fábricas de sapatos e roupas.
- c) Arranjo físico por produto ou linear: O recurso a ser transformado se movimenta através de seções para fabricação e o recurso transformador fica disposto na fábrica de acordo com a sequência produtiva. Exemplo: linha de montagem de automóveis.
- d) Arranjo físico celular: O recurso a ser transformado se movimenta em cada célula produtiva, de acordo com cada etapa e o recurso transformador fica disposto de acordo com cada sequência produtiva de um grupo ou família de produtos. Exemplos: maternidade em um hospital.
- e) Arranjo físico misto: Baseia-se no aproveitamento das melhores características de alguns tipos de arranjos.

Quanto aos fins, a presente pesquisa é exploratória e analítica (usando dados qualitativos e quantitativos), baseada no levantamento de documentos e bibliografias relacionadas ao tema, além de pesquisa *in loco*. Quanto a sua efetividade, está baseada numa proposta aplicada, pois quando verificado a possível melhoria no processo produtivo, serão apontados os benefícios com implantação do novo processo. Quanto aos meios, utiliza-se a pesquisa-ação como estratégia, pois esta foi concebida e realizada em estreita associação com a resolução de um problema industrial.

Como procedimento técnico, a pesquisa-ação foi associada à escolha de um estudo de caso, pois consiste em uma análise com variáveis a serem trabalhadas (processos, materiais, relações de custo e gastos), proporcionando então maior detalhamento e, por consequência, um extenso conhecimento (GIL, 2002). O local de realização será uma obra residencial localizada no condomínio Alto Paraíso Residence no município de Palmeira dos Índios (cidade com cerca de 78.000 habitantes) e trata-se de uma construtora que trabalha com obras residenciais de alto padrão.

O universo da pesquisa será 1 obra em andamento, no recorte temporal que vai de março de 2022 a março de 2023. Porém, o processo a ser explorado está contextualizado na análise da fundação, supraestrutura, vedação vertical e revestimentos, relacionado ao uso e otimização de equipamentos, colaboradores e recursos.

Logo, optou-se por uma amostra não-probabilística intencional, pelo fato de ter sido escolhida 1 obra contendo 4 (quatro) etapas. Como instrumento para coleta de dados, usou-se da inspeção e avaliação de todas as etapas que descrevem a atividade da empresa alvo da pesquisa no tempo já indicado (de março de 2022 a março de 2023). Foram feitas 12 visitas *in loco* para mapeamento do processo produtivo convencional, listagem dos equipamentos utilizados e número de pessoas alocadas no processo.

Os dados coletados serão analisados por meio de fluxograma, tabelas, planilhas, relatórios internos, gráficos com auxílio do Microsoft Excel e Microsoft Word. Com a apresentação e análise dos resultados será possível mapear os processos de produção, identificar os entraves nas etapas de produção e propor tomadas de decisões e fazer as mudanças necessárias em cada processo, com foco na melhoria contínua.

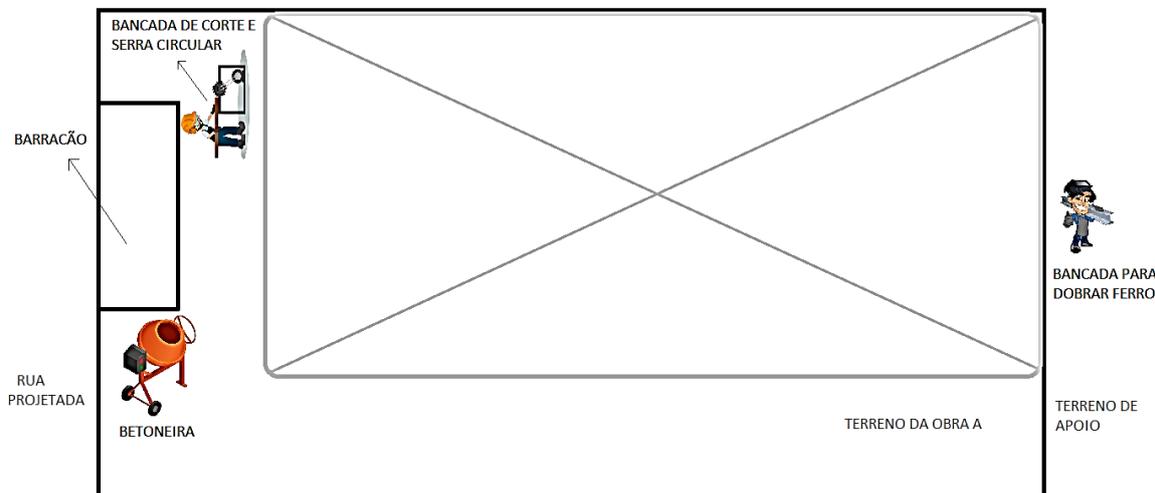
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Procurando cumprir os objetivos desta pesquisa, escolheu-se a obra A como objeto de estudo, obra esta que está localizada no condomínio Alto Paraíso Residence no município de Palmeira dos Índios. A obra A está sendo gerenciada por uma equipe composta por um Arquiteto, três Engenheiros Civis especialistas em estruturas, hidráulica e orçamento de obras e um Engenheiro Eletricista; onde estes profissionais fazem parte do corpo de funcionários da empresa X.

O desenvolvimento de análise e inquirição das operações e processos da construção civil por meio da Obra A teve início em agosto e se estendeu até outubro de 2022. No decorrer deste período, a obra A manifestou produtividade constante, não apresentando nenhum tipo de restrição produtiva. A análise foi realizada tanto no domínio da execução dos serviços, por meio de visitas in loco, quanto através de registros antigos da própria obra que são passíveis de consulta através dos diários de obra e relatórios semanais.

Foi constatado que a obra A apresentava um croqui básico de Layout de canteiro de obras (figura 1) constando apenas o barracão, a localização da betoneira, a central de montagem de armaduras (bancada de corte e dobra de aço) e a central de marcenaria (bancada de corte e serra circular), de modo que a o restante da adequação do canteiro foi e continua sendo realizada com base no conhecimento dos engenheiros e reorganizada de acordo com a evolução da construção da residência.

Figura 3: Esquema inicial de Layout do canteiro da obra A de acordo com um dos engenheiros responsáveis.



Fonte: A autora

É importante frisar que o processo de análise, tanto a partir das observações in loco quanto das entrevistas feitas aos responsáveis técnicos, possuem como fundamento a pesquisa bibliográfica, onde procurou-se catalogar os pontos positivos e negativos do arranjo existente no layout do canteiro da obra A.

A obra A consta com 298,09 m² construídos, onde possui um pavimento térreo com área de 203,70 m² e composto por 1 sala de jantar, 1 sala de estar, 2 lavabos, 1 quarto de hóspedes com banheiro, 1 depósito, 1 espaço gourmet, 1 cozinha, 1 área de serviço, 1 quarto de serviço com banheiro e 1 garagem; e um pavimento superior com área de 94,39 m² composto por 2 quartos com banheiro, 1 suíte master com banheiro e closet e 3 varandas. A mão de obra é composta por 1 mestre de obras, 1 carpinteiro, 3 pedreiros e 5 ajudantes, totalizando 10 funcionários, sendo estes subcontratados.

O cronograma da obra permitiu que alguns serviços pudessem ser executados de forma simultânea. Deste modo está sendo possível acompanhar as etapas de supraestrutura, vedação vertical e revestimentos quase que ao mesmo tempo. O processo de análise da fundação foi realizado a partir dos diários de obras e relatórios semanais e de entrevistas com os responsáveis técnicos.

O terreno em que está localizada a obra A trata-se de um terreno de esquina, que possibilita diferentes arranjos para efetuar a entrada de pessoas e insumos. Independentemente da taxa de ocupação do terreno ser de aproximadamente 51,1%, alguns precedentes como a divisa do terreno e sua declividade, acabam restringindo o canteiro de obras. Com isto, foi necessário utilizar um terreno de apoio, onde inicialmente estava previsto apenas para receber a bancada de dobrar ferro passando a ser a central de montagem de armaduras.

Para tornar uma atividade menos ociosa, o ferro, inicialmente, era descarregado no terreno de apoio, porém na etapa atual da construção, o terreno de apoio precisou ser desocupado e tanto a central de montagem de armaduras quanto o estoque de ferros precisou ser realocado.

Foi constatado também que, com relação ao descarte de materiais produzidos durante a execução dos serviços, a obra não possui dutos para entulho ou algum outro método eficiente para remoção desse material. Mesmo sendo uma obra com apenas dois pavimentos, perde-se muito tempo para se retirar os resíduos do pavimento superior, onde por vezes é utilizado um balde transportado até o térreo por uma roldana ou em outras situações o resíduo simplesmente é arremessado do pavimento superior para o térreo com uma pá.

A obra A também não apresenta um cronograma eficiente para remoção do entulho. Neste caso, o entulho se amontoa próximo a betoneira em uma pilha gigantesca por meses até ser removido, ocupando uma área considerável que poderia ser utilizada para armazenamento de insumos.

Tendo em visto que a área próxima a betoneira está reservada para o depósito de entulho, a brita e a areia são armazenadas em um local relativamente distante da betoneira, tornando ociosa a execução dos serviços de confecção de concreto e argamassa.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho aspirou o estudo do Layout de canteiros de obras, utilizando duas ferramentas, observações in loco e entrevistas feitas aos responsáveis técnicos.

Por efeito de tudo o que foi exposto no decorrer do trabalho, é possível assegurar que a realização de estudos acerca de Layouts de canteiros de obra são de suma importância para que haja um melhoramento nos processos construtivos. Visto que, ao defrontar-se com um canteiro de obras devidamente organizado, pode-se notar também o aumento no rendimento dos funcionários.

Além da organização, foi possível perceber que a logística dos materiais também está ligada à avaliação das etapas de produção. De maneira que, sempre que é preciso resolver algum pormenor relacionado à disposição dos materiais, não existindo um projeto de Layout do canteiro de obra, acaba-se tomando uma solução não adequada.

O canteiro de obras analisado nesta pesquisa não continha o projeto de canteiro de obras, o que acarretou principalmente no atraso da execução dos serviços, descumprimento dos cronogramas da obra, movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores e aumento de desperdícios de tempo e de materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOGADO, Jorge González Maya. *“Aumento da Produtividade e Diminuição de Desperdícios na Construção Civil: um Estudo de Caso”* – Paraguai. Dissertação – Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

BORBA, M. *“Arranjo Físico”*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1998. Disponível em: www.feg.unesp.br. Acesso em: 22 jun. 2022.

CARDOSO, J; MARIO, L; AQUINO, J. *“Contabilidade Gerencial”*. São Paulo: Atlas, 2007.

CESAR, L. A. *“História Geral do Brasil: o Contexto Histórico e Contemporâneo”*. São Paulo: Scipione, 1999.

DIAS, R. *“Sociologia das Organizações”*. São Paulo: Atlas, 2008.

DUBOIS, Alexy; KULPA, Luciana; SOUZA, Luiz Eurico. *“Gestão de Custos e Formação de Preços”*. São Paulo: Atlas, 2009.

GOMES, Cristiane. *“Demografia da População do Brasil”*. Disponível em: <https://www.infoescola.com/demografia/populacao-do-brasil/>. Acesso em: 17 jan. 2023.

HELENO, Guido. *“A Construção Civil e a Edificação de um País”*. Revista Brasileira de Administração, Brasília, ano 20, n.75, p.22-29,mar./abr. 2010.

ISATTO, E. L. et al. *“Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil”*. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

JACÓ, R. M. S.; ARAÚJO, N. M. C. *“A Terceirização de Serviços em Empresas Construtoras que Aderiram ao PBQP-H”*. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. III SIBRAGEC. São Carlos, 2003.

MARIO, P. *“Apostila de Gestão de Custos e Competitividade”*. Belo Horizonte. 2010.

MARTINS, P. G. *“Administração da Produção”*. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MESSEGUER, A. *“Controle e Garantia da Qualidade na Construção”*. São Paulo: SINDUSCON, 1991.

MOURA, R. A. *“Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais”*. 5 ed. rev. São Paulo: IMAM, 2005 (Série Manual de Logística, v. 1).

PEINADO, J.; GREAML, A. R. *“Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços”*. Curitiba: UnicenP, 2007.

REBECA. *“Mulheres na Construção Civil: uma História de Conquistas!”*. São Paulo: Cerbras cerâmicas do Brasil, 2013.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. *“Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos”*. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SERPELL, A. *“Administração de Operações de Construção”*. Santiago: Universidade Católica, 1993.

SILVA, T. L. (et al). *“Proposta de Implementação do Systematic Layout Planning Associada ao Lean Production no Processo de Fôrmas de Vigas”*. Iguatu- CE: Quipá Editora, 2022.

SLACK, N. *“Administração da Produção”*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VIEIRA, H. F. *“Logística Aplicada à Construção Civil: como Melhorar o Fluxo de Produção na Obra”*. São Paulo: Pini, 2006. 178 p.

HIBBELER, R. C. *“Resistência dos Materiais”*. Pearson, 7.ed. São Paulo- SP, p.637. 2010.