

PLANO LOGÍSTICO EM UM CANTEIRO DE OBRAS

Ciana Celita Pessoa¹
Zaida Cristiane dos Reis²
Daniel Hank Miri³
Juliana Matte⁴
Cassiane Chais⁵
Paula Patrícia Ganzer⁶
Pelayo Munhoz Olea⁷

RESUMO

Este artigo aborda o levantamento de boas práticas de planejamento, execução e operação de canteiro de obras em empreendimentos de construção de edificações, com ênfase em uma visão logística à cerca do canteiro de obras. A ausência de planejamento pode promover um canteiro de obras desprovido da logística e organização necessária para a garantia de um ambiente de trabalho adequado ao desenvolvimento da função produção de uma obra de construção civil. A inadequação do canteiro de obras é uma das fundamentais causas da baixa produtividade, da baixa qualidade, das significativas perdas e retrabalhos constantes. Assim, essa pesquisa apresenta um método para implantação e controle de um plano logístico voltado ao canteiro de obras, vislumbrando maior produtividade, eficiência do processo e competitividade à organização. A metodologia caracteriza-se como natureza qualitativa, de nível exploratório com a observação direta em um estudo de caso. Como resultado, observa-se que o projeto de canteiro de obras elaborado antecipadamente, produz um ganho de qualidade, eficácia e redução de desperdício.

Palavras-chave: Construção civil. Canteiro de obras. Plano logístico. Logística. Empreendimentos.

¹ Graduação em Administração pela Universidade de Caxias do Sul – UCS.

² Doutora em Administração pela Universidade de Caxias do Sul. Professora na Universidade de Caxias do Sul – UCS.

³ Bolsista Capes. Mestrando em Administração na Universidade de Caxias do Sul – PPGA/UCS.

⁴ Bolsista Capes. Doutoranda em Administração na Universidade de Caxias do Sul – PPGA/UCS.

⁵ Doutora em Administração pela Universidade de Caxias do Sul – PPGA/UCS. Técnica em Exportação na Universidade de Passo Fundo (UPF).

⁶ Doutora em Administração pela Universidade de Caxias do Sul – PPGA/UCS. Professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul - Campus Caxias do Sul.

⁷ Doutor em Administração de Empresas. Bolsista CNPq. Professor no Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande - PPGA/FURG.

1 INTRODUÇÃO

Os fundamentos logísticos aplicados ao canteiro de obra tornam-se fundamentais para a eficiência e gestão do ambiente de trabalho. O enfoque da logística em projetos de canteiros afeta o tempo de deslocamento de trabalhadores e o custo de movimentação dos materiais, além de otimiza a execução das atividades e na produtividade global da obra e serviços (CESAR *et al.*, 2011).

Qualidade e produtividade somente serão alcançadas, nos níveis demandados pelo mercado, se houver uma sistematização do processo e concepção e implantação do canteiro de obras (SOUZA, 2008). Ou seja, só será possível através de uma logística eficiente que propicie redução nas atividades de espera, inspeção e transporte, além de um aumento na produtividade e na própria agregação de valor (SANAGIOTTO, 2011).

Para Souza (2008), o estudo do canteiro de obras torna-se instrumento importante na busca da qualidade e da produtividade no processo produtivo, pois grande parte das ações acontece no próprio canteiro. Portanto, passa a ser necessário prever as instalações provisórias e de movimentação e armazenamento de materiais. Entretanto, na maioria das vezes, a definição dos espaços é feita em tempo real, e isto, frequentemente resulta em canteiros caóticos e com operações ineficientes, justificando seu planejamento.

Cesar *et al.* (2011) enfatizam a importância do projeto da produção que considere a distribuição espacial dos espaços internos do canteiro e sua relação com o ambiente externo da obra. A adoção de diretrizes e metodologias de planejamento e de projeto tem sido enfatizada como estratégia que, além da observação dos aspectos legais vigentes, apresentam cuidados em relação à racionalização, qualidade e produtividade da produção.

Dessa forma, este artigo propõe um plano logístico direcionado ao canteiro de obra, bem como, o estudo de programação das etapas de padronização de canteiros do ponto de vista logístico, a análise do fluxo de atividades inerentes a concepção e implantação do canteiro do processo de produção de uma edificação. O presente artigo está dividido nos seguintes capítulos: desenvolvimento (que contempla o referencial teórico, metodologia, resultados) e as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA

Para Almeida e Schluter (2012), a logística é a administração do fluxo de bens e serviços em organizações orientados ou não para o lucro. Os autores afirmam que a logística empresarial envolve a forma como prover o melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição através do planejamento, organização e controle efetivos das atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos.

A logística envolve a gestão de pedidos, estoques, transportes e a combinação de armazenamento, manuseio de materiais e embalagem, todos integrados por uma rede de operações, as quais perpassa toda a organização. A modernização deste processo com a informatização das informações facilita a sua gestão (YU; SOLVANG, 2016).

É essencial a sincronização operacional com os clientes e fornecedores de matérias prima e serviços para unir operações internas e externas, tornando-as um processo integrado,

gerando maior valor agregado no que tange ao serviço logístico. Quanto maior a relação da logística dentro da empresa, maior será a competitividade em relação ao mercado, uma vez que a competência de integração, dificilmente poderá ser reproduzida tal qual por uma concorrente (BOWERSOX, 2013).

A logística como parte central da estratégia competitiva, não apenas fortalece a atuação de uma organização com seus clientes e sua base de fornecedores, como também promove o fortalecimento de conjuntos competitivos mais abrangentes, que criam maiores dificuldades de imitação pela concorrência por seu caráter único (ALMEIDA; SCHLUTER, 2012).

Segundo Bowersox (2013), o custo e o serviço são as duas principais contribuições da logística para à gestão organizacional. O custo está atrelado aos ativos financeiros e humanos aplicados na logística, os quais devem ser mínimos para que se alcance o menor custo total, sem perder a qualidade do serviço logístico prestado. No que se refere ao serviço, menciona-se a projeção e gestão de sistemas para controle dos transportes e estoques, de matérias-primas, de produtos em processo e acabados. Este serviço é de fundamental importância para gestão de toda a cadeia de abastecimento das organizações (BOWERSOX, 2013).

Martins *et al.* (2009) sintetizam os principais pontos em que a logística se baseia, os quais são: a movimentação dos produtos, a movimentação das informações, o tempo, o custo e o nível de serviços. Em consonância, Sanagiotto (2011) salienta três aspectos relevantes da logística, além do fluxo de produtos: o fluxo de informações, o nível de serviço e o custo. Estes aspectos são interdependentes e a ineficiência em qualquer um dos processos decorrentes de ambos pode determinar um desempenho inferior de todos da cadeia logística.

A movimentação dos produtos pode ser classificada como: interna (em função do processo produtivo e/ou estocagem) e externa (translado entre fábricas e/ou depósitos). O fluxo dos produtos leva o sentido de produtores primários até o consumidor final. A informação é bidirecional, transcorrem todos os níveis. O tempo decorrido entre a manifestação do desejo de compra e entrega efetiva de um pedido é um dos condicionantes principais da eficácia da cadeia logística (MARTINS *et al.*, 2009).

De acordo com Sanagiotto (2011), a logística aparece nas organizações integrada ao fluxo de informações e de materiais, na busca da melhoria e integração das operações. Isto contribui para o surgimento de métodos e formas para resolver problemas da construção civil relativos à produção e/ou ao desperdício de materiais.

2.2 LOGÍSTICA E CONSTRUÇÃO CIVÍL

A construção civil, ao longo dos anos, não deu a devida importância às questões relacionadas com a cadeia de suprimentos, preocupando-se com a área técnica estrutural e não acompanhando a evolução da cadeia produtiva, conforme outros setores da economia (XAVIER; XAVIER; MELO, 2014). Os autores afirmam que o setor da construção civil depende diretamente do gerenciamento de informações de do fluxo de recursos, tais como pessoas, materiais e equipamentos.

A gestão eficaz das atividades no canteiro de obras é indispensável ao desempenho global dos projetos de construção. Envolve direção e supervisão de operações da construção para garantir segurança, qualidade e custo-efetividade dos projetos (AJAYI *et al.*, 2017).

Para Sanagiotto (2011), o objetivo da logística na construção civil deve considerar os aspectos inerentes ao setor de forma a subsidiar uma implantação adequada de suas

ferramentas e se constituir um sistema logístico. O autor afirma que a logística na construção civil é similar à logística direta de qualquer outra indústria seriada, sendo a obra o destino final.

A logística no canteiro de obra refere-se à adequação nos conceitos utilizados à manufatura aplicado dentro do canteiro de obra. Para que isso ocorra, deve existir um estudo e definição da estratégia para implantação do empreendimento, focando também no canteiro de obra para que se possa planejar antecipadamente as condições mais apropriadas de entrada e saída de materiais e mão de obra, assim como escolhas dos equipamentos à serem adquiridos e posicionados para tal projeto (XAVIER; XAVIER; MELO, 2014).

Embora os empreendimentos da construção civil pertençam à categoria de sistemas dinâmicos, complexos e despadronizados, a introdução da logística pode ser efetivada de uma forma bastante similar ao seu emprego na indústria de manufatura (XAVIER; XAVIER; MELO, 2014). Porém, deve-se respeitar as diferenças entre o setor da construção civil e ao da indústria manufatura, entre elas.

- a) produto imóvel, ou seja, o deslocamento ocorre apenas com a mão de obra e recursos;
- b) mão de obra tem caráter eventual e geralmente por tempo limitado, ocasionado baixa motivação para o trabalho;
- c) uso mais intensivo de mão de obra;
- d) mão de obra com alta rotatividade e, na grande maioria, desqualificada;
- e) cria produto único e não seriado;
- f) alto custo e tempo elevado de produção;
- g) sem padrão contínuo de procedimentos;
- h) grande variedade de itens para produzir um único produto.

Há uma bifurcação da logística que permite às empresas a identificação com maior clareza no que se refere às principais atividades associados a logística em uma obra. Segundo Cavalcante e Freitas (2009), a divisão se dá através da logística de suprimentos (externa) e logística de canteiro (interna).

A logística de suprimentos trata do fornecimento dos recursos materiais e humanos necessários à produção, enfatizam-se as atividades de planejamento e processamento das aquisições, a gestão de fornecedores e o transporte destes recursos até a obra. Já a logística de canteiro, trata da gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações associados a execução das atividades no canteiro. Suas atividades estão relacionadas à implantação do canteiro, movimentação interna, zonas de estocagem, atendimento aos requisitos de segurança e gestão das interfaces da obra (CAVALCANTE; FREITAS, 2009).

A logística articula estratégias que se convertem em vantagens para a obra, como o acesso facilitado aos materiais, redução dos transportes e deslocamentos dentro do canteiro, aumento de produtividade, diminuição de desperdícios e gastos desnecessários (CAVALCANTE; FREITAS, 2009).

2.3 PLANEJAMENTO LOGÍSTICO

Segundo Xavier, Xavier e Melo (2014), quando se trata de planejamento logístico, quer-se definir as condições de infraestrutura para o desenvolvimento do processo produtivo,

estabelecendo seu *layout*. Esta atividade estabelece as condições de materiais utilizados na obra, as rotas de abastecimento, as condições de armazenagem, questões de segurança, a tipologia das instalações provisórias e o descarte de materiais em excesso.

De acordo com Novaes (2007), a logística começa pelo estudo e a planificação do projeto ou processo a ser implementado. Uma vez planejado e devidamente aprovado, passa-se à fase de implementação e operação. Devido à complexidade dos problemas logísticos e à natureza dinâmica, o sistema logístico precisa ser firmemente avaliado, monitorado e controlado.

Ao planejar, a empresa adota uma ferramenta importante para priorizar ações, acompanhar o andamento dos serviços e comparar o estágio da obra como o delineado. A deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa. Um descuido em uma atividade pode acarretar atrasos e escalada de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento (MATTOS, 2010).

Para Cavalcante e Freitas (2009), é comum que as empresas tenham como objetivo evitar perda de material, de tempo e de recursos financeiros. Por isso, a logística trata do planejamento, controle e realização de outras tarefas atreladas a armazenagem, transporte e distribuição de materiais. O planejamento ideal de transporte é importante para minimizar os custos operacionais do sistema e os custos ambientais (YU; SOLVANG, 2016).

O planejamento do canteiro de obras cumpre um papel essencial na eficiência das operações, no cumprimento de prazos, custos e qualidade da construção (XAVIER; XAVIER; MELO, 2014). Para Mattos (2010), os principais benefícios que o planejamento de uma obra traz são.

- a) conhecimento pleno da obra;
- b) detecção de situações desfavoráveis;
- c) agilidade de decisões;
- d) relação com o orçamento;
- e) otimização da alocação de recursos;
- f) referência para acompanhamento;
- g) padronização;
- h) referência para metas;
- i) documentação e rastreabilidade;
- j) criação de dados históricos;
- k) profissionalismo.

Esses benefícios consolidam a importância do planejamento logístico no canteiro de obras, principalmente como base confiável para decisões gerenciais, perpetuando a empresa no mercado pela capacidade de gestão de decisão do empreendimento, sendo este um diferencial competitivo e estratégico, visto que empresas de pequeno e médio porte na sua grande maioria não possuem ou há inadequação do planejamento das obras (XAVIER; XAVIER; MELO, 2014).

Segundo Saurin e Formoso (2006), o planejamento deve ser realizado através de um procedimento sistematizado, compreendendo a cinco etapas básicas.

- a) análise preliminar;

- b) arranjo físico geral;
- c) arranjo físico detalhado;
- d) detalhamento das instalações;
- e) cronograma de implantação.

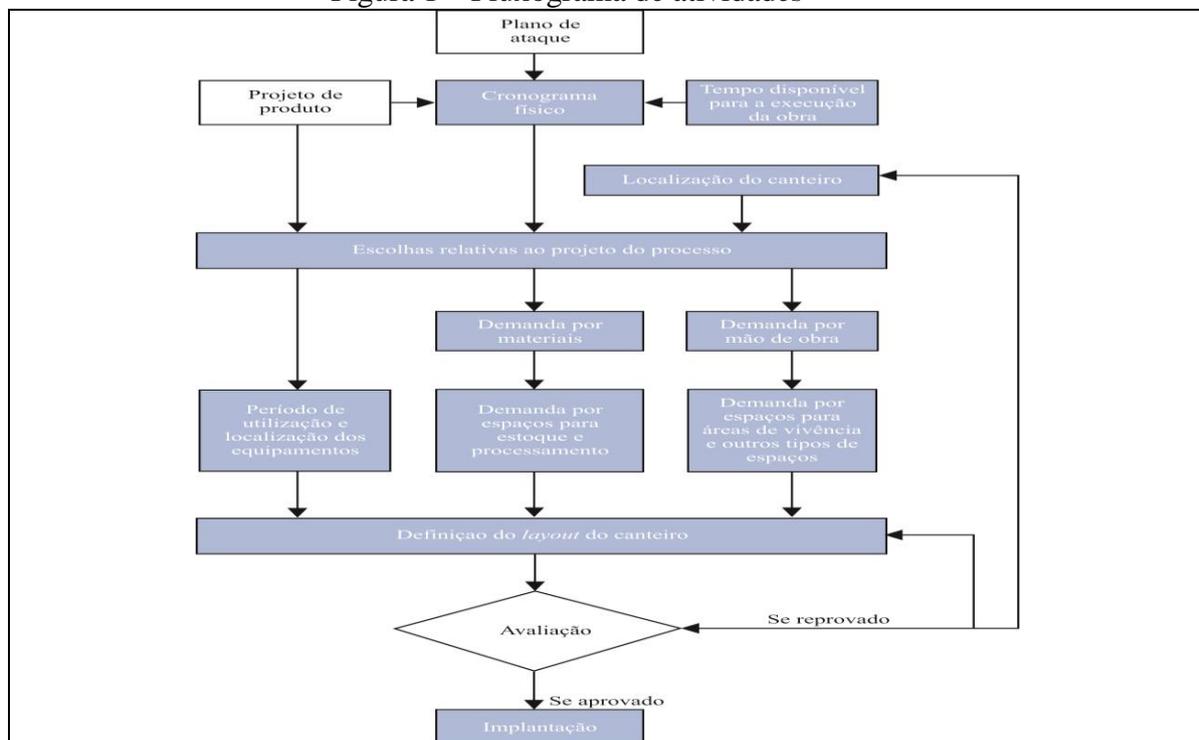
A análise preliminar é considerada a etapa fundamental para o sucesso de uma implantação de um canteiro de obras ideal. Nesta, deve-se prever uma série de problemas, dificuldades, descontinuidades através do projeto antes de sua execução. A não realização completa e antecipada da análise preliminar pode provocar interrupções e atrasos durante as etapas posteriores, visto que as informações necessárias para a tomada de decisões serão escassas (SAURIN; FORMOSO, 2006). Dessa forma, Souza (2008) destaca um detalhe primordial: quanto mais detalhado forem os projetos do produto, melhor a informação disponível para balizar o projeto do canteiro.

Para Saurin e Formoso (2006), a análise preliminar consiste no programa de necessidades do canteiro, informações sobre o terreno e o entorno da obra, definições técnicas da obra, cronograma de mão de obra e cronograma físico da obra.

O arranjo físico geral refere-se ao macro *layout*, onde envolve o estabelecimento de cada área do canteiro irá situar-se. Já o arranjo físico, denominado também, micro *layout* contempla a localização de cada equipamento ou instalação dentro de cada área do canteiro (SAURIN; FORMOSO, 2006).

Para Souza (2008), a concepção e implantação de um canteiro de obras devem passar por uma sequência de etapas, conforme a Figura 1. Devido ao foco em um planejamento logístico, as atividades destacadas em azul terão maior destaque no estudo.

Figura 1 – Fluxograma de atividades



Fonte: SOUZA (2008).

Ressalta-se a importância de se obter uma sequência lógica de atividades para a concepção e implantação de um canteiro de obras, bem como um método que possibilita maior assertividade de execução, permitindo que os resultados almejados sejam obtidos (SOUZA, 2008).

No que tange ao detalhamento das instalações, busca-se planejar a infraestrutura necessária para funcionamento das instalações. No Quadro 1, busca-se elencar quais espaços necessitam ser considerados em um plano logístico. O cronograma de implantação deve apresentar graficamente o sequenciamento das fases de *layout*, além de explicitar as fases ou eventos da execução da obra (SAURIN; FORMOSO, 2006).

Quadro 1 – Exemplo de programação das etapas de padronização de canteiros

Instalações provisórias	Instalações de movimentação e armazenamento de materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Escritório • Almoxarifado da empresa • Almoxarifado dos empreiteiros • Refeitório • Vestiário • Instalações sanitárias • Portão de veículos • Portão para pessoas 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevador de carga • Grua • Baía de areia • Baía de brita • Estoque de cimento • Estoque de blocos • Estoque de argamassa • Caçamba para entulho • Baías para resíduos • Central de carpintaria • Central de aço

Fonte: SAURIN; FORMOSO (2006).

Prever as instalações provisórias e de movimentação e armazenamento de materiais é de fundamental, visto que, na maior parte das vezes, a demarcação dos espaços é feita em tempo real, o que resulta em canteiros caóticos e com operações ineficientes. Busca-se no arranjo físico delimitar os espaços conforme a interdependência dos ambientes, otimizando processos e minimizando movimentações de materiais e equipamentos (SAURIN; FORMOSO, 2006).

3 METODOLOGIA

O estudo se caracteriza como natureza qualitativa, de nível exploratório, e foi desenvolvido com o propósito de gerar parâmetros para elaboração do planejamento logístico do canteiro de obras. A natureza qualitativa é uma forma adequada de conhecer a natureza de um fenômeno social e seu uso justifica-se na investigação de problemas que não podem ser pesquisados uma metodologia qualitativa (GUTH; PINTO, 2007). O objetivo do nível exploratório é o de descrever ou caracterizar a natureza das variáveis que se quer conhecer (KÖCHE, 2010).

O método da pesquisa utilizado foi o de estudo de caso, pois, como aponta Guth e Pinto (2007), é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto. Para tanto, foi realizado um estudo de caso em de um

empreendimento novo cuja prática do planejamento logístico não existe. O mesmo dará embasamento e parâmetro para desenvolvimento de um plano logístico para a empresa Eccel Engenharia, que não desenvolve nenhuma prática estruturada nesta perspectiva.

Para este estudo, definiu-se que a observação direta daria o embasamento necessário à pesquisa, como coleta de dados. A observação direta deu-se pelo meio da experiência tácita de outros empreendimentos executados pela empresa, sendo esta a base para elaboração do planejamento logístico de um empreendimento que se encontra na fase inicial de planejamento da incorporação.

4 RESULTADOS

O canteiro de obras em estudo contempla a futura execução de um empreendimento comercial/residencial na cidade de Caxias do Sul – RS. O empreendimento de alto padrão é composto por vinte pavimentos, construído em concreto armado com alvenaria de vedação.

As edificações destinadas a esse público são normalmente situadas em áreas centrais. Usualmente possuem pouca disponibilidade de espaço para a implantação do canteiro. Ressalta-se que o acesso principal e único ao canteiro, caracteriza-se por uma via com fluxo intenso de veículos. Os serviços em execução na fase de realização do estudo eram referentes à parte de movimentação de terra. Pode-se afirmar que o canteiro se encontra na fase ideal para implantação do plano logístico, visto que não há outros processos em execução. Logo, possui pequeno número de operários e uma quantidade mínima de atividades realizadas de forma simultânea.

4.1 ELEMENTOS DO PLANEJAMENTO LOGÍSTICO

De acordo com Saurin e Formoso (2006), o planejamento deve ser realizado através de um procedimento sistematizado, abrangendo a cinco etapas básicas, as quais busca-se um maior detalhamento para compor o planejamento logístico. No que tange a análise preliminar de um planejamento logístico, busca-se listar todas as instalações do canteiro que deverão ser alocadas, definindo e aproveitando os espaços disponíveis para as mesmas.

Dentro ainda da análise preliminar, analisa-se informações sobre o terreno e o entorno da obra. O terreno possui três divisas, tendo somente uma entrada única para acesso, caracterizada por uma via de alto fluxo de veículos, localizada em área central. Necessita dedicar atenção especial aos horários de descarga de materiais e equipamentos, visto o transtorno gerado pela demanda destes itens ao trânsito.

Em frente ao futuro empreendimento, há uma parada de ônibus que dificulta a movimentação de cargas devido ao fluxo de pessoas. Uma ação para que a mesma será removida e alocada para outro local será necessária, visando maior segurança a todos.

Deve-se, nesta etapa, obter definições técnicas da obra sobre as tecnologias construtivas adotadas, a fim de que se possam ter claro quais serão os espaços necessários para a circulação, estocagem de materiais e áreas de produção. Para este empreendimento, essas definições estão expostas no memorial descritivo que contempla todas as especificações técnicas a serem seguidas, pois, no momento da comercialização, foram delimitadas e contratadas pelos clientes.

É necessário planejar o andamento dos serviços a serem executados, pois, na comercialização, já está definido uma data de entrega do empreendimento. Para que de fato

isto ocorra, é necessário organizar uma linha de tempo para que tudo aconteça no prazo determinado, denominado de cronograma físico de obra. Para alinhar o cronograma junto aos empreiteiros, faz-se o cronograma de mão-de-obra.

A etapa seguinte e a subsequente referem-se à organização do arranjo físico do canteiro, também podendo ser chamada de *layout*. Nestas etapas, define-se a forma aproximada, a localização das áreas de vivências, áreas de apoio e áreas de produção. Dentro de cada área procuram-se as posições relativas entre áreas, ou seja, a interface e/ou interação entre as mesmas, na busca pela maior funcionalidade do canteiro.

4.2 SUGESTÕES DE MELHORIAS

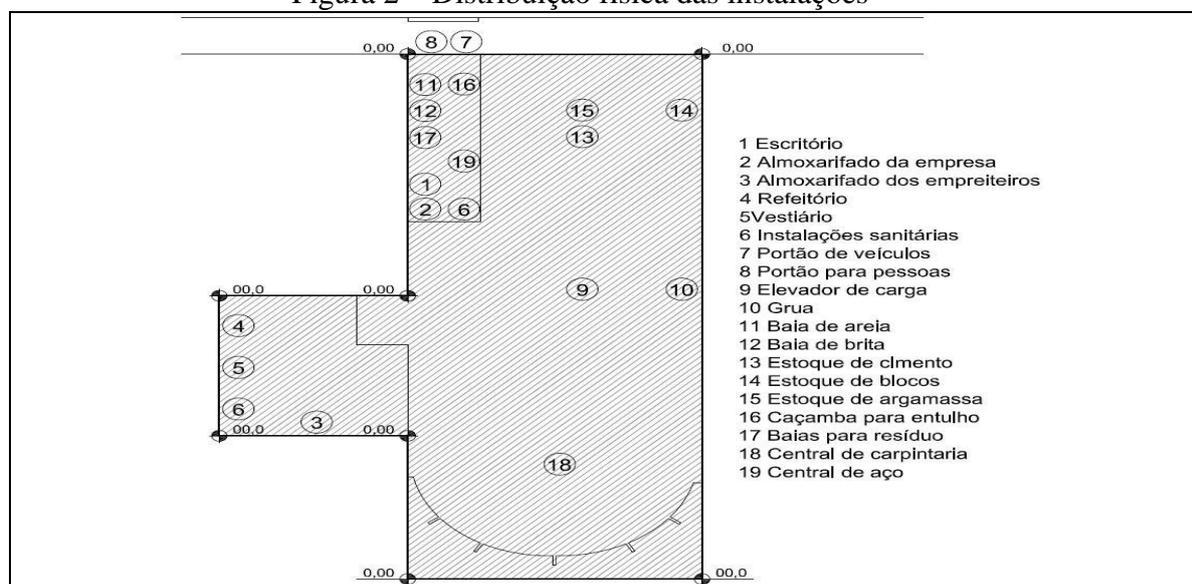
Através do modelo de programação das etapas de padronização de canteiros por Saurin e Formoso (2006), buscou-se definir os pontos físicos das instalações provisórias que contemplam as áreas de vivência e apoio, e também, as instalações de movimentação e armazenamento de materiais.

Após a definição do arranjo físico do canteiro, é devido planejar a infraestrutura necessária ao funcionamento das instalações. Basicamente trata-se de dar condições necessárias para que as mesmas existam. Um planejamento do *layout* do canteiro de obras é complicado, mas mudanças simples na configuração ou nas variáveis do plano de construção podem afetar a eficiência do local (RAZAVIALAVI; ABOURIZK, 2017).

Gestão logística eficaz também implica medidas para prevenir a manipulação dupla, o que poderia ser alcançado localizando centralmente o armazenamento de materiais, instalações e entregando os materiais quando necessário (AJAYI *et al.*, 2017).

O cronograma de implantação refere-se ao sequenciamento das fases de *layout*, além de explicitar as fases ou eventos da execução da obra (geralmente apresentados no cronograma físico) que determinam uma alteração no *layout* conforme o andamento das etapas construtivas. Conforme fluxograma de atividades relacionadas à concepção e implantação do canteiro de obras proposto por Souza (2008), é esboçado uma sequência de etapas, apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Distribuição física das instalações



Fonte: elaborada pelos autores (2017).

Dispondo-se do projeto do empreendimento e conhecido o tempo disponível para sua execução, define-se um plano de ataque e o cronograma físico. Ao fazer uma definição inicial quanto à localização do canteiro, completa-se o conjunto de informações necessário para a tomada de decisão quanto ao processo a ser adotado.

RazaviAlavi e AbouRizk (2017), propõem o desenvolvimento de um novo método para avaliar qualitativamente a funcionalidade dos *layouts* dos canteiros de obras, modelando restrições de distância de forma mais realista, e considerando as preferências de tamanho e localização. Outro fator é antever a eficiência de custo dos *layouts*, usando a simulação, que pode quantificar de forma mais realista os impactos mútuos do *layout* dos canteiros e operação de construção nos custos do projeto, modelando complexos processos de construção, incertezas e recursos de uso e interações dinâmicas entre diferentes parâmetros.

Definido o projeto do processo, parte-se para a quantificação de demanda por materiais, mão de obra e equipamentos. Estimada a demanda, podem-se determinar as necessidades de espaços no canteiro em concepção. O conjunto de informações leva à proposição de possibilidades de canteiro de obras. A proposta pode ter dois caminhos: se aprovada, parte-se para a implantação do canteiro; se reprovada, parte-se uma reformulação da mesma e/ou criação de nova proposta.

O tempo disponível para a execução da obra trata-se basicamente da duração da execução do empreendimento, ou seja, desde sua concepção até sua entrega possui determinado tempo para efetivação total. Para este empreendimento, a entrega final do empreendimento é setembro do ano de 2017.

O cronograma físico descreve detalhadamente as etapas que devem ser cumpridas para que o tempo disponível para a execução da obra não ultrapasse o planejado. Ele busca detalhar todas as etapas e/ou tarefas a ser executado em uma linha de tempo, que é o fator limitante o tempo disponível para execução da obra. Geralmente, expressa-se em uma planilha de Excel cruzando as etapas e/ou tarefas com o tempo em ordem crescente. Conforme planejamento estratégico da empresa, a data de entrega deste empreendimento será

em setembro de 2017, possuindo um tempo disponível de execução total da obra em 36 meses.

As escolhas relativas ao projeto do processo referem-se.

- a) ao sistema de transportes da obra para a movimentação vertical de materiais;
- b) à argamassa;
- c) à armação;
- d) ao acesso à fachada.

Para regulamentar as condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, a Norma Regulamentadora N° 18 estabelece a normativa para movimentação e transporte de materiais e pessoas, sendo elas a proibição do transporte de pessoas nos elevadores de materiais tracionados a cabo e guias, com exceção dos elevadores do tipo cremalheira, onde somente o operador e o responsável pelo material a ser transportado podem subir junto com a carga, desde que fisicamente isolados da mesma. Também prevê que, nos edifícios em construção com oito ou mais pavimentos, a partir do térreo ou altura equivalente, é obrigatória a instalação de pelo menos um elevador de passageiros, devendo seu percurso alcançar toda a extensão vertical da obra. A Tabela 1 apresenta uma análise de opções para a movimentação e transporte de materiais e pessoas durante a obra.

Tabela 1 – Análise de opções para movimentação e transporte de materiais e pessoas

Equipamento	Carga Máxima	Velocidade da Cabine	Investimento estimado	Instalação	Investimento total
Elevador de Cremalheira 15 paradas	600 kg	28m por min	R\$ 165.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 170.000,00
Elevador de Cremalheira 21 paradas	1500 kg	28m por min	R\$ 205.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 210.000,00
Grua guincho de elevação	1500 kg	25m por min	R\$ 69.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 72.000,00

Fonte: elaborada pelos autores (2017).

As opções escolhidas foram: um elevador de carga e uma grua de elevação de carga. Além disso, buscam-se soluções de equipamentos móveis, tais como, empilhadeiras, guinchos, guindastes entre outros.

No que se refere à argamassa, será adquirir sacos de argamassa industrializada.

Quanto à armação, busca-se receber armaduras pré-cortadas e dobradas direto da usina, fazendo a montagem parte no andar em execução na fase inicial e posterior montagem em área central e deslocamento da mesma com equipamentos.

Referente ao acesso da fachada para execução, deverão ser utilizados balancins à cabos elétricos ou invés de manuais para se obter maior agilidade e utilização de andaimes fachadeiros. A tomada de decisão para estes itens está baseada em custo direto, benefícios esperados quanto à produtividade e melhoria da segurança da obra.

Busca-se estimar a demanda de materiais e mão-de-obra desde o orçamento do custo da obra. Neste, consta os custos inerentes à previsão de serviços, materiais e mão-de-obra necessária à cada fase da obra. A mensuração de quantias de materiais utilizados para serviços de estrutura, alvenaria, elétrica e outros são quantificados por projetistas, os quais desenvolvem o projeto e após detalham as especificações técnicas inerentes daquele projeto, bem como, os materiais necessários para sua execução. Por exemplo, no caso do concreto, especifica-se sua resistência e quantidade por laje/pilar. Outra situação a se analisar é no caso do projeto estrutural do empreendimento. A partir do cálculo estrutural, definiram-se quais bitolas serão utilizadas, bem como, a quantidade requerida.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As etapas utilizadas para controle da demanda de materiais, serviços e mão de obra estão descritas no Quadro 2. Esta divisão contribui para o acompanhamento da evolução da produção *versus* o real, comparado ao estimado no orçamento de custo da obra.

Quadro 1 – Descrição etapas construtivas

Código	Descrição	Código	Descrição
AlvM / AlvS	Alvenarias (tijolos e blocos) - Materiais e Serviço	ForroM / ForroS	Forro de Gesso e PVC - Materiais e Serviço
Aparelhos M / AparelhosS	Aparelhos e Acessórios - Materiais e Serviço	HidrogM / HidrogS	Instalações Hidrossanitárias e Gás - Materiais e Serviço
AssTecM / AssTecS	Assistência Técnica - Materiais e Serviço	InfraM / InfraS	Infraestrutura - Materiais e Serviço
Burocracia	Burocracia	Integradas M / IntegradasS	Elétrico, telefone e instalações integradas - Materiais e Serviço
ChurrasM / ChurrasS	Churrasqueiras/Lareiras/Chaminés/Acessórios - Materiais e Serviço	ItaM / ItaS	Instalações Térmicas / Acústicas e Isolamento - Materiais e Serviço
CobImperm M / CobImperm S	Cobertura e Impermeabilizações - Materiais e Serviço	MobíliaM / MobíliaS	Mobília - Materiais e Serviço
ComplemM / ComplemS	Complementação de Obra - Materiais e Serviço	PavceramM / PavceramS	Revestimentos e Pisos Cerâmicos - Materiais e Serviço
Contrapiso M / Contrapiso	Contrapiso - Materiais e Serviço	PavEspecM / PavEspecS	Pavimentações Especiais - Materiais e Serviço

S			
DeAlterM / DeAlterS	Despesas de Alterações - Materiais e Serviço	PinturasM / PinturasS	Pinturas - Materiais e Serviço
DeBens	Despesas com Bens que Entraram nas Vendas	PPCIM / PPCIS	Prevenção Contra Incêndio - Materiais e Serviço
DeContab	Despesas com Contabilidade	PrelimM / PrelimS	Serviços Preliminares - Materiais e Serviço
DeFinanc	Despesas Financeira e de Cobrança	ProjExec	Projetos e Execução
DeVendas	Despesas de Vendas (exceto comissões)	Propag	Propaganda
EquipEspecM / EquipEspecS	Equipamentos Especiais - Materiais e Serviço	RebExtM / RebExtS	Reboco Externo - Materiais e Serviço
EsqAlumM / EsqAlumS	Esquadrias de Alumínio - Materiais e Serviço	RebIntM / RebIntS	Reboco Interno - Materiais e Serviço
EsqEspecM / EsqEspecS	Esquadrias Especiais - Materiais e Serviço	RevEspecM / RevEspecS	Revestimentos Especiais - Materiais e Serviço
EsqMadM / EsqMadS	Esquadrias de Madeira - Materiais e Serviço	SegM / SegS	Segurança - Materiais e Serviço
EsqPVC M / EsqPVC S	Esquadrias de PVC - Materiais e Serviço	SpeitM / SpeitS	Soleiras e Peitoris - Materiais e Serviço
EstrutM / EstrutS	Estrutura - Materiais e Serviço	Terreno	Despesas do Terreno

Fonte: elaborado pelos autores (2017).

O Quadro 2 demonstra as etapas existentes no processo de demanda de materiais e mão-de-obra. O rateio de materiais acontece por etapa construtiva. Ao longo do cronograma físico percebe-se a efetivação do que foi estimado *versus* o que de fato se está consumindo/custando.

O procedimento adotado pela empresa é de que as demandas de materiais serão geradas na obra ao longo do processo. Solicita-se através de uma requisição de materiais ao setor de compras os materiais e o mesmo prioriza conforme cronograma físico de obra e urgência determinada. Após, realiza-se a tramitação de compras para que o material chegue na data acordada.

A mão-de-obra é pré-definida antes do projeto ser iniciado, pois, além da escassez no mercado, antes do projeto ser lançado, é necessário averiguar a demanda de mão-de-obra em

função dos custos. Por estratégia da organização, as mãos-de-obra e serviços são todos terceirizados, no entanto, a gestão de projetos é administrada por ela.

Uma vez realizada a previsão de demanda por materiais e mão-de-obra, há que se preverem os espaços necessários para cada fase da obra, onde se fará um projeto de canteiro. Um canteiro de obras se modifica ao longo da execução da obra, diferindo quanto aos serviços, materiais, mão-de-obra e equipamentos que deve comportar. É necessário avaliar cada fase para que o *layout* do canteiro se ajuste para que este seja mais produtivo.

A gestão de logística, que engloba materiais pedidos e compras, movimentação de materiais *inbound* e *in-site*, e armazenamento de materiais, deve ser dada a maior atenção ao gerenciamento da obra. Isto pode ser conseguido através da utilização de um sistema de entrega de materiais, que é capaz de prevenir sobre a encomenda e armazenamento de materiais (AJAYI *et al.*, 2017).

No que tange a demanda por espaços e definição das fases do canteiro, distingam as seguintes fases.

- a) movimentação de terra e fundações;
- b) estrutura do subsolo sob a torre e periferia;
- c) estrutura do restante da torre;
- d) estrutura e alvenaria;
- e) estrutura, alvenaria e revestimentos argamassados;
- f) finalização da obra.

É importante analisar as distinções entre as fases do canteiro, pois cada uma possui um fator peculiar no que se refere à demanda por espaços no canteiro. Quando a obra se encontra no estágio de movimentação de terra e fundações, o terreno encontra-se na sua fase básica, não necessitando de instalações provisórias e de movimentação e armazenamento de materiais. Ao iniciar a estrutura do subsolo sob a torre e periferia, começa-se a providenciar as instalações de apoio e, ainda, os equipamentos para transporte vertical necessário às próximas fases.

As quantidades de transporte de material em cada estágio de construção devem passar por avaliação. Isso exige a utilização de informações sobre o andamento das diferentes atividades e suas correspondentes necessidades materiais durante as diversas etapas (HAMMAD *et al.*, 2016).

No que tange à estrutura do restante da torre, já se dispõe de um espaço maior para canteiro. A estocagem de aço já transformado torna-se menos problemático, visto que, ao iniciar os andares/tipo, diminuem acentuadamente as necessidades de modificação de painéis, pois a sua estocagem e movimentação passam de externa para um andar e outro.

A fase de estrutura e alvenaria necessita uma reserva de espaço maior para estocagens de blocos, areia, cal, cimento e argamassa industrializada. Além disso, o número de pessoas envolvidas neste processo cresce muito e isso leva à necessidade de maiores espaços e maior demanda por transporte vertical. Adicionando os argamassados, torna-se esta à fase de maior pico de necessidade de espaços para o canteiro e de demanda por transporte vertical.

Na fase de finalização de obra, os serviços que envolvem grandes estoques e transportes de material (estrutura, alvenaria e revestimentos argamassados) estão sendo finalizados; entretanto, se dá lugar aos serviços de acabamento. É necessário adaptar o

canteiro à uma estratégia de desmobilização, compatibilizando-o com o cronograma de entrega da obra.

Hammad *et al.* (2016), cita uma estrutura para estimativa do parâmetro de frequência de movimentação que usado no planejamento de *layout* do canteiro de obras melhora o resultado do processo de otimização do *layout* e facilita sua implementação.

A definição do *layout* do canteiro como uma metodologia para facilitar sua execução deve primeiro passar por uma definição geral e detalhamento do *layout*. A primeira, trata-se de estimativas mais globais, enquanto a segunda se detalha cada uma das partes do canteiro. Busca-se, após essa definição, posicionar os elementos do canteiro de obras de maneira mais eficiente para o processo produtivo.

Quanto à implantação do canteiro, cabe sempre o estabelecimento de uma listagem das atividades serem cumpridas, associadas às datas e responsáveis por cada uma delas. Formalizando as definições, evitam-se mal-entendidos e induz ao cumprimento das tarefas de implantação do canteiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo propor diretrizes de um plano logístico direcionado ao canteiro de obra, bem como o estudo de programação das etapas de padronização de canteiros do ponto de vista logístico, a análise do fluxo de atividades inerentes à concepção e implantação do canteiro no processo de produção de uma edificação, buscando a otimização do processo de produção, diminuindo desperdícios, custos e tempo de duração da execução dos serviços.

A logística do canteiro de obras possui um reflexo na produtividade, fazendo com que exista o mesmo mecanismo para atividades semelhantes e o mesmo processo de execução. Consequentemente, ela faz com que se evitem atividades desnecessárias, reduzindo desperdícios e tempo de execução na obra. Dessa forma, a empresa aumenta a qualidade, produtividade e reduz custos, fazendo com que as empresas aumentem seu desempenho financeiro.

Assim como qualquer outra ideia para melhorar a atividade produtiva, o sucesso na sua implantação e controle depende da motivação e orientação das pessoas envolvidas neste processo. Conforme Souza (2008, p. 89), "cabeças pensam, mas os braços executam", e a sincronia entre ambos é que faz o sucesso de qualquer ação.

É importante que as empresas do ramo da construção civil tenham consciência da existência das perdas inerentes frente à falta de planejamento de canteiro de obras, e que a proposição de um plano de logística de forma sistêmica e integrada com a produção trará benefícios sociais, econômicos e ambientais para a comunidade/sociedade.

O envolvimento da empresa de construção com o planejamento do canteiro pode significar um grande diferencial competitivo na busca contínua da excelência em qualidade e produtividade. O plano logístico articula estratégias que se convertem em vantagens para a obra, como o acesso facilitado aos materiais, redução dos transportes e deslocamentos dentro do canteiro, minimização de desperdícios e gastos desnecessários.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Celio Mauro Placer Rodrigues de; SCHLÜTER, Mauro Roberto. **Fundamentos da logística**. Curitiba: IESDE, 2010.

AJAYI, Saheed; OYEDELE, Lukumon; BILAL, Muhammad; AKINADE, Olugbenga; ALAKA, Hafiz; OWOLABI, Hakeem. Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects. **Waste Management**. v. 59, n. 2, p. 330-339, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.040>

BOWERSOX, Donald J. *et al.* **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

CAVALCANTE, Milena Andrade; FREITAS, Rosana Leal Simões de. **Logística no canteiro de obra**. Salvador: UFBA, 2009.

CESAR, Luiza Denardi *et al.* Projeto do canteiro de obras: avaliação das instalações provisórias e dos fluxos físicos de materiais. **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**, v. 2, 2011.

GUTH, Sérgio Cavagnoli; PINTO, Marcos Moreira. **Desmistificando a produção de textos científicos com os fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Scortecci, 2007.
HAMMAD, Ahmed; AKBARNEZHAD, Ali; REY, David; WALLER, Travis. A Computational Method for Estimating Travel Frequencies in Site Layout Planning. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 142, n. 5, mai. 2016. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001086](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001086)

KÜCHE, J. **Fundamentos de Metodologia Científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Petrópolis: Vozes, 2010.

LAKATOS, Eva Maria; DE ANDRADE MARCONI, Marina. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 2007.

MARTINS, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato Campos. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3.ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2009.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3.ed. rev., atual. e ampl. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

RAZAVIALAVI, SeyedReza; Simaan, ABOURIZK. Site Layout and Construction Plan Optimization Using an Integrated Genetic Algorithm Simulation Framework. **Journal of Computing in Civil Engineering**. v. 31, n. 4, jul.2017.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000653](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000653).

SANAGIOTTO, Alencar. **Estudo do comportamento do fluxo de material em processos construtivos na construção civil**: uma abordagem logística. Santa Catarina: 2011.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Projeto de Implantação do Canteiro**. São Paulo: 2008.

XAVIER, Carlos Magno da Silva; XAVIER, Luiz Fernando da Silva; MELO, Maury. **Gerenciamento de Projetos de Construção Civil**: uma adaptação da metodologia basic methodware. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

YU, Hao; SOLVANG, Deng. A general reverse logistics network design model for product reuse and recycling with environmental considerations. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. v. 87, n. 9-12, 2016.
<https://doi.org/10.1007/s00170-016-8612-6>