

PARÂMETROS PARA ARMAZENAGEM DE ESTRUTURAS METÁLICAS EM CANTEIROS DE OBRAS INDUSTRIAIS

Caroline Pereira Tito da Silva

Orientador: Dr. Sérgio Adriano Loureiro

LALT - Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte
Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

Uma das atividades críticas para atendimento do cronograma de execução de obras industriais de estruturas metálicas é a organização das estruturas no canteiro de obras. Este trabalho tem como objetivo definir parâmetros para o planejamento e gerenciamento da armazenagem de estruturas metálicas em canteiro de obras industriais, e com isso obter melhor eficiência na utilização dos recursos: espaço físico, mão de obra e tempo, evitando assim os desperdícios e melhorando a produtividade na obra. Para tanto, foi feito um comparativo em duas obras semelhantes, uma com planejamento e outra sem planejamento de canteiro, por meio da observação dos processos e rotinas realizados no recebimento, armazenagem e localização das estruturas, de forma a identificar as similaridades e as diferenças nos dois casos. Para método de comparação de desempenho dos processos, foi utilizado um comparativo de execução e também de produtividade através do índice hora homem por tonelada (hh/ton). No trabalho, foi observado que uma obra com um bom planejamento teve um índice melhor, assim maior eficiência de produtividade e menor custo de mão de obra.

ABSTRACT

One of the critical paths for a good performance of the execution schedule of an industrial construction of steel structures is the organization of these structures at the construction site. This work aims to define parameters for planning and storage management of the steel structures in building site of industrial construction, therewith get the best efficient in use of resources: physical space, manpower and time, avoiding waste and improving productivity in site. A comparison was made with two similar constructions, one with a planning construction site and the other without it, observing the processes and routines during receiving and storing, the location of structures analyzing and identifying the differences and similarities. For the comparison method of performance processes, it was used an execution comparative and also a productivity one by the man hours per ton (hh/ton) index. At this present work, it was observed that a construction with a good planning had a better index, thus a higher productivity efficiency and lower cost of labor.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil no Brasil tem crescido nos últimos anos, aumentando a competição no mercado e também o nível de exigência por partes dos clientes. Mesmo em constante crescimento, a indústria da construção civil é considerada um setor atrasado, com altos índices de desperdícios de insumos e baixos índices de produtividade.

Neste cenário, as empresas tentam modernizar suas técnicas para se manterem competitivas no mercado atual. A discussão acerca da qualidade e produtividade da indústria de construção civil tornou-se obrigatória entre os profissionais e empresas do setor (Souza, 2000). Porém, a produtividade da construção é limitada pela utilização de uma mão de obra não qualificada e despreparada, o que dificulta a incorporação de tecnologias avançadas para que se possa ter qualidade, produtividade e menores custos incorridos em situações de desperdício e retrabalho.

Ao longo dos anos, a maior preocupação dos profissionais da área esteve relacionada aos aspectos técnicos da construção, não dando a devida importância aos desperdícios, prazos acordados e retrabalhos. Os investimentos sempre foram direcionados para a área técnica das empresas, e esquecendo-se de outras áreas que aparentemente não eram muito importantes como, por exemplo, a logística. Mudanças no setor são difíceis de serem implantadas em razão do grande conservadorismo existente e do apego às técnicas já utilizadas nos canteiros

de obras, tornando a evolução do setor e a otimização da produção processos cada vez mais complicados. Os padrões tradicionais, baseados em baixos níveis tecnológicos, evidenciam que esta tecnologia antiga de utilizar equipamentos não motorizados dependentes de força humana, não é a mais adequada. Ocorre que acesso a novas tecnologias é restrito para poucas empresas, pois o investimento a ser feito é alto e exige elevados níveis de comprometimento e produção.

O fato de a indústria de construção possuir baixo rendimento não está ligado apenas a não utilização de novas tecnologias e emprego de mão de obra que frequentemente segue ordem e executa uma variedade de serviços sem os instrumentos e/ou materiais adequados, mas também pela falta ou insuficiência de planejamento construtivo que poderão reduzir os custos da empresa a partir de um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para a produção.

Com isso, ao iniciar uma obra, é importante pensar no planejamento e gerenciamento do canteiro de obras, pois tais medidas agilizarão o andamento da obra, e conseqüentemente evitarão determinados problemas como, por exemplo, perda de materiais, defeitos de execução, falta de qualidade final dos serviços realizados e extravio de materiais. O canteiro organizado também propicia a otimização dos trabalhos, redução de tempo de execução dos serviços, redução das distâncias entre a estocagem e o emprego do material e redução dos fatores de riscos de acidentes de trabalho. Com o planejamento do local, evita-se um dos maiores problemas da construção civil, que é justamente o desperdício. Um canteiro bem projetado tem impacto significativo sobre os custos e a duração da obra.

Em obras industriais de estruturas metálicas, a parte crítica para uma boa execução do cronograma é a organização das estruturas no canteiro de obras. A falta de um planejamento de organização e o seu gerenciamento durante toda a fase da obra, desde o início do recebimento das primeiras estruturas até o final da obra, compromete o prazo e os custos da obra. O processo de planejamento e a organização do canteiro tem sido considerado um dos aspectos mais negligenciados, sendo que as decisões são tomadas à medida que os problemas vão surgindo (Handa, 1988) e não são tomadas conforme um planejamento específico.

O objetivo desse trabalho é definir parâmetros para o planejamento e gerenciamento da armazenagem de estruturas metálicas em canteiros de obras industriais, de forma que sejam criadas condições propícias à realização de atividades com eficiência para obtenção da melhor utilização dos recursos: espaço físico, mão de obra e tempo, evitando assim os desperdícios e melhorando a produtividade. Analisar a melhor forma de estruturar e planejar um canteiro de obras, avaliar gargalos existentes para então sugerir uma nova solução. Padronizar as instalações para serem utilizadas em outras obras, evitando assim a cultura do imprevisto.

A diferença de uma construção civil com as de estruturas metálicas são as vantagens na redução do tempo de construção, racionalização do uso de materiais e da mão de obra, mas se não houver um bom gerenciamento da organização das estruturas, essas vantagens deixam de existir.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definição de canteiro de obras:

Segundo a norma NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, define-se canteiro de obras como: Área de trabalho fixa e temporária onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra.

Segundo a norma NBR-12284 - Áreas de Vivências em Canteiro de obras define o canteiro como: Áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhadores da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência.

O planejamento do canteiro visa obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, através da diminuição de movimentação de materiais, equipamentos e mão de obra.

Tommelein (1992) dividiu os variados objetivos de um bom planejamento em duas categorias principais:

Objetivo de alto nível: Dentre estes objetivos estão a promoção de atividades eficientes e seguras e a manutenção da motivação dos trabalhadores. Pode ser acrescentado também o cuidado com o aspecto visual do canteiro, o que inclui a limpeza do local, produzindo um impacto positivo perante funcionários e clientes. Portanto, os objetivos de alto nível estão diretamente relacionados com a qualidade e com a boa impressão perante os clientes.

Objetivo de baixo nível: Minimizar as distâncias de transporte, estabelecer metas de otimização da produção, como minimização de tempo de movimentação de pessoal e materiais, e evitar obstruções ao movimento de materiais e equipamentos.

Com essas definições é correto afirmar, segundo Souza (2000), que o canteiro de obras é como uma fábrica de onde resulta em um produto final (obra), e deve ser analisado sob a ótica da produção e das pessoas envolvidas.

O canteiro deverá ser preparado de acordo com a previsão de todas as necessidades, assim como a distribuição conveniente do espaço disponível e obedecendo as necessidades do desenvolvimento da obra (Azeredo, 1997).

2.1.1. Tipos de Canteiros

Existe uma grande variedade de tipos de construção e, por isso, o canteiro de obras pode apresentar características diferentes conforme o tipo de obra que esteja sendo executada. Segundo Illingworth (1993), o canteiro de obra pode ser dividido em três tipos:

Restritivos: A construção ocupa o terreno completo ou uma grande porcentagem dele. Os acessos ao canteiro são restritos. Exemplo desse tipo são construções em áreas centrais das cidades, ampliações ou reformas, cujos terrenos e áreas adjacentes à obra oferecem poucas condições para a disposição de materiais;

Amplos: A construção ocupa apenas uma parcela pequena do terreno disponível. Há disponibilidade de acessos para veículos e de espaço para as áreas de armazenamento e acomodação de pessoal. Neste caso, as possibilidades para uma boa elaboração do canteiro são bem maiores do que do tipo restrito. Exemplos desse tipo de canteiro são verificados geralmente em obras de médio e grande porte, em áreas mais afastadas da zona urbana, como

por exemplo, construções de plantas industriais, conjuntos habitacionais horizontais e outras grandes obras como barragens ou usinas hidroelétricas.

Longos e Estreitos: São restritos em apenas uma das dimensões com acessos possíveis em poucos pontos do canteiro. São exemplos deste tipo de canteiro as obras de ferrovias e rodovias, obras de saneamento, redes de gás e petróleo, e alguns casos de obras de edificações em zonas urbanas.

2.2. Definição de Logística no canteiro de obras

Na construção, a logística faz o papel de um processo multidisciplinar aplicado nas obras que visa garantir o armazenamento, o processamento e disponibilidade de recursos e materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos. Tal processo ocorre através das atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como principal suporte o fluxo de informações, antes e durante o processo produtivo (Silva e Cardoso, 1998).

A logística articula estratégias que acabam por se converter em vantagens para a obra, como estabelecer acessos para facilitar a movimentação dos materiais, redução da quantidade de transportes e deslocamentos dentro do canteiro, aumento de produtividade, diminuição de desperdícios e gastos desnecessários.

Para Tommelein (1992), qualquer que seja o porte da obra, deve ser considerado um estudo de planejamento criterioso do layout e logística do canteiro para o aproveitamento eficiente dos recursos materiais e humanos, e desta forma alcançar vantagens operacionais e econômicas.

“Não há sentido em se falar em qualidade na obra ou produtividade no processo produtivo quando não se tem planejado o local onde os serviços de construção acontecem.” (Souza, 2000).

A logística no canteiro de obra é a adequação dos conceitos da logística aplicada dentro do canteiro de obra. Para que isso aconteça, deve ser realizado um estudo que definirá a estratégia para implementação do empreendimento, focando também na estratégia de organização do canteiro de obras, para que se possam planejar antecipadamente as condições mais apropriadas de entrada e saída de materiais e mão de obra, assim como as escolhas dos equipamentos a serem utilizados e seus posicionamentos.

A logística deve ser abordada sob dois aspectos básicos que permitem identificar com maior clareza as principais atividades associadas à logística em uma obra: Logística de suprimentos (externa) e logística de canteiro (interna).

A logística de suprimentos (externa) trata do fornecimento dos recursos materiais necessários à produção, gestão com os fornecedores, planejamento e programação da entrega, transporte e descarga na obra.

Já a logística de canteiro (interna), que será discutido neste documento, lida com a gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações associados à execução de atividades no canteiro e diz respeito ao arranjo físico do canteiro, trata da área de transporte, armazenagem e manuseio do material dentro da obra.

2.3. Transporte e movimentação de materiais

As operações de transporte são responsáveis pelo suprimento de recursos na obra e o deslocamento dos mesmos no canteiro. Essas operações são realizadas de forma externa e interna.

O transporte externo refere-se à transferência do material do fornecedor para dentro da obra. É essencial um bom planejamento dos equipamentos que podem ser necessários para retirada do material ao chegar à obra, e do local de armazenagem preparado para o recebimento.

O transporte interno horizontal e vertical é considerado muito importante no canteiro, pois representa um percentual elevado de tempo em relação a todas as atividades de uma construção. Portanto, é fundamental um planejamento prévio para obter uma maior racionalização desta atividade. O transporte interno horizontal é aquele efetuado por equipamentos que atuam ao longo do mesmo plano, e o transporte vertical é aquele efetuado por equipamentos que atuam no transporte de material e de pessoas para diferentes níveis. A locação desses equipamentos e utilização dos mesmos deve estar de acordo com o cronograma da obra, bem como entrada e saída de material, para que não haja ociosidade dos equipamentos e assim acarretando em gastos desnecessários.

Para se obter um sistema de transporte eficiente e organizado deve se ter uma visão sistêmica segundo Alvarenga e Novaes (2000), onde haja um planejamento dos fluxos, níveis de serviço, parâmetros de carga e tipo dos equipamentos transportados.

O planejamento do transporte está diretamente ligado à localização do depósito de armazenagem ou fornecedor. Desta forma, em caso de depósito para fornecimento se faz necessário um estudo de localização com melhores rotas de acesso, potencial de expansão e disponibilidade.

2.4. Construção Enxuta

A adaptação de alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor da construção gerou uma denominação de *Lean Construction* (Construção Enxuta) por estar fortemente baseado no paradigma de *Lean Production* (Produção Enxuta).

A construção enxuta é uma filosofia de trabalho que se baseia na implementação de um conjunto de metodologias, ferramentas, processos, atividades e ações cooperativa, que permitem reduzir os desperdícios durante a fase de projeto e execução de uma obra, maximizando, dessa forma, o valor para o cliente final. Segundo Aquino (2007), essa filosofia pretende garantir, processos corretos, ferramentas apropriadas e recursos corretos para uma entrega rápida e eficiente. Também objetiva reduzir desperdícios, aumentar a produtividade durante a execução de uma obra, aumentar a qualidade da construção, reduzir custos, alocar corretamente recursos na hora, local e quantidade certos, e incrementar a satisfação do cliente.

A ineficiência é mais facilmente observada em uma obra através das perdas na produção, refletidas no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital acima do planejado para a construção. A produção enxuta tem como objetivo mitigar essas perdas ao máximo (Aquino, 2007).

Em uma construção enxuta a preocupação na otimização dos processos acontece do início ao fim da obra, visando empregar a maneira mais vantajosa de atingir qualidade com menos gastos de material, mão de obra e tempo. Durante a obra, é necessário conceder uma atenção no desempenho da produção para poder atingir a melhor produtividade possível. Produtividade para Aquino (2007) é a quantidade de trabalho realizado por uma unidade de tempo, ou seja, produto gerado por homem-hora. Quanto maior forem os resultados atingidos e menores forem os recursos gastos no processo, melhor será a produtividade da equipe. Um dos fatores que interferem diretamente na produtividade é o layout do canteiro de obra.

A otimização de um canteiro de obras significa setorizar e organizar espacialmente a maneira de dispor os materiais, os funcionários, equipamentos e instalações necessárias ao processo de produção, objetivando a realização das tarefas diárias segundo um cronograma de execução no menor tempo possível com a racionalização dos recursos disponíveis, tais como recursos materiais (insumos, equipamentos e ferramentas), recursos humanos (mão de obra) e financeiros (Saurin, 1997). A mentalidade enxuta (*lean thinking*) em canteiros de obra possibilita a criação de um ambiente ideal para recebimento, transporte e armazenagem dos insumos.

2.5. 5S

Entre os profissionais da construção civil é comum a percepção de que canteiros de obras sejam locais destinados a possuírem aspectos sujos e desorganizados, características determinadas pela natureza do processo produtivo e pela baixa qualificação profissional dos funcionários envolvidos. Determinadas políticas de organização podem ser a solução para esses problemas, que são os que mais atingem os canteiros, através de programas de envolvimento de funcionários à gestão do canteiro (Saurin e Formoso, 2006). Programas de organização podem ser implantados na cultura da empresa visando o sucesso na limpeza e organização. Uma opção técnica para auxílio no projeto do canteiro é o programa 5S.

O programa 5S foca sua atenção basicamente na organização dos ambientes de trabalho simplificando os postos de trabalho, influenciando diretamente na redução dos desperdícios e eliminando as atividades que não acrescentam valor final ao produto (Coutinho, 2006).

Segundo Barbosa *et al.* (1995), o 5S tem como princípio primordial buscar que qualquer atividade seja executada da melhor maneira possível, transformando os ambientes de trabalho em locais agradáveis e com desperdício mínimo.

Este programa se consolidou no Japão a partir da década de 50 no setor da indústria. Segundo Masao (1997), significando *SEIRI* (senso de utilização), *SEITON* (senso de ordenação), *SEISO* (senso de limpeza), *SEIKETSU* (senso de saúde), *SHITSUKE* (senso de autodisciplina). Tais sentidos são assim definidos:

Senso de utilização (*SEIRI*): Visa utilizar os recursos disponíveis de acordo com a necessidade. “Tenho só o necessário na quantidade certa.” Resulta na liberação de áreas, ganhos em espaço e organização nos deslocamentos internos.

Senso de ordenação (*SEITON*): Tem o objetivo de dispor os materiais de forma sistemática e que proporcione uma boa comunicação visual para rápido acesso. “Um lugar para cada coisa,

cada coisa em seu lugar”. Ordenação dos espaços no intuito de se obter um layout otimizado. Cada material terá seu local próprio já próximo à sua utilização, gerando ganhos em tempo, movimentação, no controle de estoque e produtividade.

Senso de limpeza (*SEISO*): Propõe a eliminação total da sujeira. “Um ambiente limpo motiva ao trabalho”. Resulta não só na higiene do ambiente, mas também na prevenção de acidentes que afetam diretamente a produtividade e o bem-estar das pessoas, o que motiva o trabalhador a manter o ambiente limpo, além de motivá-lo a desempenhar a sua função. Também resulta na manutenção dos equipamentos e causa uma boa impressão aos clientes.

Senso de saúde (*SEIKETSU*): Visa manter boas condições físicas e mentais de trabalho, favoráveis à saúde. “Qualidade de vida no trabalho é motivacional”. Proporciona um local de trabalho agradável, a ausência de acidentes, a economia no combate à doenças (prevenção) e empregados saudáveis e bem dispostos. Qualidade de vida no ambiente de trabalho resulta positivamente na produtividade.

Senso de autodisciplina (*SHITSUKE*): Refere-se ao treinamento e disciplina adquiridos na instrução e repetição. Objetiva ter os empregados comprometidos com os padrões morais, éticos e técnicos. “Ordem, rotina e constante aperfeiçoamento”.

2.6. Layout

A execução de uma obra é feita segundo um “sistema de produção”, o qual condiciona a disposição dos diferentes componentes no respectivo canteiro de obras.

O canteiro de obras pode se comparado à produção industrial fabril e ser classificado como uma fábrica móvel, onde o produto final é único na vida do cliente final. Pode ser classificado como um arranjo físico posicional, pois os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Ao invés de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se em torno do produto. A eficácia de um arranjo físico posicional está ligada à programação de acesso ao canteiro e à confiabilidade das entregas (Slack *et al.*, 2008). O canteiro deve ter um arranjo de forma que se tenha acesso e visão de tudo que ocorre em seu entorno.

Segundo Ferreira (1998), o arranjo de um canteiro de obras inclui-se como uma das partes mais importantes do planejamento da obra e deve ser a primeira coisa a ser pensada.

Este arranjo resulta em desenhos detalhados das locações e das áreas reservadas às instalações temporárias, respeitando suas origens, porém objetivando um mesmo propósito, ou seja, o de fornecer suporte às atividades de construção.

Um planejamento de layout em uma obra nada mais é que um planejamento de canteiro. Segundo Gehbauer (2002), é fundamental um planejamento de layout para minimizar os percursos dos transportes mais volumosos e frequentes dentro do canteiro. Deve-se pensar em um layout em que não haja empecilho ao livre fluxo de veículos e pedestres na construção. Dessa forma, saber organizar a logística do canteiro de obras posicionando equipamentos, mão de obra e matéria-prima da maneira mais eficiente possível é fundamental para reduzir os

fluxos, garantindo que os materiais cheguem às mãos certas com rapidez e no momento correto.

O objetivo do planejamento do layout de um canteiro de obras é obter a melhor utilização do espaço disponível, disposição física de pessoas, equipamentos e materiais de maneira mais eficiente possível. Ou seja, o planejamento torna-se um mapa de trabalho preciso que possibilita reduzir ao máximo os movimentos dos trabalhadores, pois dessa forma, eles gastam menos tempo possível em deslocamentos para buscar materiais ou usar equipamentos (reduzindo seu nível de fadiga e aumentando sua produtividade), para que os equipamentos sejam menos expostos ao manuseio. Logo, é possível reduzir as quedas, danos e desperdícios para que as máquinas e matérias-primas estejam sempre próximas aos profissionais, assegurando mais produção dentro de um mesmo período.

Segundo Moore (1962), um projeto de layout ótimo é aquele que fornece a máxima satisfação para todas as partes envolvidas, resultando nos seguintes objetivos: simplificação total; minimização dos custos de movimentação de materiais; implementação de alta rotatividade de trabalho em processo; provimento da efetiva utilização do espaço; provimento da satisfação e segurança do trabalhador; evitar investimentos desnecessários de capital; estímulo a uma efetiva utilização da mão de obra.

Um bom layout no canteiro permite um fluxo de serviços e materiais de forma contínua, reduz transportes e movimentos melhorando os processos, reduz perdas e desperdícios de insumos, integra todos os elementos da obra, melhora e facilita as condições de trabalho, aumenta a produtividade, reduz o nível de cansaço dos trabalhadores e permite flexibilidade para atender as mudanças que possam ocorrer ao longo da obra.

No caso de canteiro de obras de estruturas metálicas a área que interfere diretamente na produtividade é a área de armazenagem. Para tanto, uma área ideal de armazenagem deve atender aos seguintes requisitos (Fernandes, 2005):

- Próximo ao local de montagem;
- Área cercada e isolada com apenas um acesso;
- Local para a logística com energia e água, para controle de entrada e saída;
- Área precisa ser suficiente para atender a demanda de fábrica X montagem;
- Dividida em lotes;
- Lotes separados por tipo e peças;
- Acessos internos com dimensões para atender os equipamentos;
- Lotes com dimensões para atender os equipamentos;
- Pelo menos os lotes com piso forrado por brita;

Segundo Saurin e Formoso (2006), existem quatro etapas para o planejamento de canteiros, que são: Diagnóstico de canteiros de obra existentes; padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento; planejamento do canteiro de obras propriamente dito; e manutenção da organização dos canteiros, baseando-se na aplicação dos princípios dos programas 5s.

2.7. Armazenagem

Para Rodrigues (2015), armazenagem é “gerenciar eficazmente o espaço tridimensional de um local adequado e seguro, colocando à disposição para a guarda de mercadorias que serão movimentadas rápida e facilmente, com técnicas compatíveis às respectivas características, preservando a sua integridade física e entregando-a a quem de direito no momento adequado”.

Ferreira (1994) descreve a armazenagem como sendo constituídas pelas seguintes fases:

1. Recebimento: Fase em que ocorre a conferência do material quanto à quantidade mediante acompanhamento com nota fiscal.
2. Perícia: Exame técnico detalhado do material, de forma a certificar se o mesmo está de acordo com os requisitos técnicos.
3. Estocagem: Arrumação organizada de itens em uma certa área definida para que haja maior aproveitamento possível do espaço disponível, garantindo-se segurança e rápida movimentação.
4. Guarda: Manter o material salvo de danos físicos, extravios ou furtos.
5. Conservação: Garantir que em todas as fases entre produção e consumo do item, suas características básicas e essenciais de desempenho sejam mantidas.

Para a armazenagem de estruturas metálicas é indicado, segundo Fernandes (2005), que todas as estruturas recebidas de fábrica, ou fabricadas no campo, estejam identificadas por sua numeração de projeto, marcadas com punção ou tinta.

A descarga e o manuseio deverão ser feitos com cuidado, para não ocasionar danos às peças. Deverá também ser evitado o contato direto dos cabos de aço com as partes pintadas e cantos vivos. Se necessário, as peças serão protegidas com lona ou plástico.

É conveniente que o empilhamento seja feito pela própria montadora, à medida que as estruturas forem sendo entregues na obra, para que as peças sejam dispostas já na sequência de montagem e possam ser identificadas e retiradas com facilidade, por ocasião da montagem.

Peças maiores, como chapas e perfis, poderão ser armazenadas em locais descobertos, planos, limpos e seguros, cercados e recobertos com brita, utilizando-se calços para evitar o contato direto com o solo. As chapas serão empilhadas umas sobre as outras, mantendo-se certa distância entre as bordas, para facilitar o manuseio. Colunas vigas deverão ficar perfeitamente apoiadas, para evitar deformações permanentes, por flexão e torção. Peças galvanizadas ou pintadas deverão ser estocadas com o cuidado de ser evitar danos para seu revestimento.

As telhas e chapas de cobertura costumam vir amarradas em fardos, com inscrições de identificação, podendo ser guardadas na área ou em depósitos, como for recomendável.

2.8. Índice de Montagem hh/t

Hora-homem por tonelada (hh/ton) é um índice de produtividade que significa a quantidade de horas necessárias para montagem de 1 tonelada de estrutura metálica.

Segundo Fernandes (2005), os índices de montagem exprimem os números de Hh (hora-homem) por quantidade produzida ou a produzir. A unidade usualmente adotada é:

Hh/t (hora-homem por tonelada), para a montagem de estruturas metálicas, equipamento mecânicos e tubulações.

Esse é um dos índices utilizados em obras de montagens para analisar produtividade e custo de montagem. Comparando-se obras do mesmo tipo, quanto maior este valor menor é a eficiência de produtividade e maior o custo com mão de obra para a montagem. Assim, quanto menor este valor, maior será a eficiência de produtividade e menor o custo de mão de obra.

Este índice também pode ser utilizado para fazer o orçamento de obras, sendo que geralmente cada montadora tem o seu valor com base em sua experiência. Por exemplo, em uma determinada montadora para montagem de um Pipe rack é utilizado um índice de 40hh/ton enquanto que em outra montadora o índice é de 30hh/ton, ou seja, um orçamento mais barato. Por sua grande importância, eles devem ser atualizados com frequência. Alguns índices são bastante conhecidos, porém outros são mantidos em sigilo pelas empresas por constituírem elementos básicos próprios destinados à formação de preços.

3. MÉTODO

A metodologia utilizada foram dois estudos de casos. Segundo Araújo *et al.* (2008), o estudo de caso trata-se de uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

As observações da pesquisa foram interpretadas segundo as referências teóricas e experiência profissional do pesquisador. Espera-se que os resultados desse trabalho possam ser bem aproveitados no futuro, mostrando uma possível solução que seja capaz de ser executada como padrão em outras obras. Dessa forma, será realizado um comparativo em uma obra sem planejamento e outra com planejamento e gerenciamento de armazenagem, de forma a analisar e identificar as diferenças e similaridades nos dois casos.

Para este estudo foi feito o acompanhamento dos processos e rotinas atuais no recebimento, armazenagem e localização de estruturas metálicas em duas obras industriais, demonstrando os desperdícios de tempo na execução, e para o método de comparação de desempenho dos processos e rotinas será utilizado um comparativo com o prazo de execução e produtividade através do índice de hora-homem por tonelada (hh/ton).

O método empregado para avaliação dos estudos de casos será baseado em um protocolo com as seguintes perguntas:

- I) Existe uma área segregada e apropriada para os estoques das peças?
- II) Existe um fluxo de informação da expedição das peças na fábrica para a obra?
- III) Existe um planejamento de layout no armazenamento das estruturas e um método de organização das mesmas?
- IV) Existe alguma ferramenta ou método de catalogação e controle dos itens armazenados: estruturas metálicas?

V) Existe uma equipe responsável pelo pátio de armazenamento?

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1. Perfil da empresa

Uma empresa nacional de grande porte com mais de 30 anos de experiência e mais de 3.000 empreendimentos realizados no mercado nacional e internacional. Atua nos setores de Caldeiraria, Montagem e Fornecimento de Estruturas Metálicas, Engenharia Civil e Logística.

4.2. Obra A sem planejamento e gerenciamento - Turbina 1 da UTE

Para o estudo de caso de uma obra sem planejamento e gerenciamento de armazenagem foi adotada a obra da Turbina 1 da UTE – Usina Termoelétrica Porto do Pecém em São Gonçalo do Amarante – CE, neste trabalho será denominada de obra A.

Seguem abaixo fotos da obra em alguns estágios, apenas para ilustrar o tipo e dimensão da obra.



Figura 1: Vista geral da obra UTE
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 2: Vista Geral da obra UTE
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 3: Vista geral da obra da UTE
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 4: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 5: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 6: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 7: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 8: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 9: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 10: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 11: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 12: Obra Turbina 1
Fonte: Elaborado pelo autor

Este projeto de obra industrial tem o envolvimento de várias empresas denominadas de subcontratadas, e todas elas são gerenciadas e coordenadas por uma única empresa que representa o cliente/proprietário do projeto.

A seguir apresenta as respostas do protocolo do estudo de caso obra A:

I) Existe uma área segregada e apropriada para os estoques das peças?

- Não existia uma área segregada e nem apropriada para os estoques das peças. Com isso, algumas dificuldades foram apresentadas:

- A gerenciadora do projeto não promoveu uma área organizada e com tamanho suficiente para atender as subcontratadas.
- A área inicialmente determinada recebia materiais de várias subcontratadas, não havendo áreas específicas para cada uma delas, gerando mistura de materiais e falta de organização.
- Precizou-se criar várias novas áreas de armazenagem em locais diferentes, pois a área inicial não suportou a demanda de estocagem. Com isso, para localizar algumas peças para a montagem de alguma área era necessário fazer a busca em mais de uma área de estocagem gerando desperdício de tempo.
- A localização das áreas de estocagem também eram inadequadas, pois eram muito distante da área de montagem da obra, o que aumenta o tempo de transporte das peças.
- Também houve a necessidade de desmobilizar certas áreas de estocagem, pois o local seria utilizado para as construções de prédios de utilidades pertencentes ao projeto. Com isso, foi necessário utilizar mão de obra e equipamentos, o que gerou custo e perda de tempo.

Além disso, o piso não foi forrado com brita ocasionando sujeira excessiva nas peças. A área também não era cercada, facilitando o acesso de pessoas não autorizadas. Assim, qualquer pessoa podia buscar peças deixando o local mais desorganizado. As ruas não tinham as dimensões para o acesso dos equipamentos, ocasionando aumento de tempo com busca de rotas alternativas.

II) Existe um fluxo de informação da expedição das peças na fábrica para a obra?

- Havia um fluxo de informação da expedição para a obra em que a fábrica enviava o romaneio com antecedência, o que facilita para disponibilizar uma área adequada quando as peças chegam à obra.

III) Existe um planejamento de layout no armazenamento das estruturas e um método de organização das mesmas?

- O layout da área de armazenagem não seguia nenhum padrão definido. No recebimento das estruturas era feita a conferência do romaneio, porém, o descarregamento era feito aleatoriamente sem mapeamento e classificação por tipo de peça. Com isso, verificou-se muita desorganização e aumento de tempo para localizar as peças estocadas, gerando custo com mão de obra e atraso na obra.

IV) Existe alguma ferramenta ou método de catalogação e controle dos itens armazenados: estruturas metálicas?

- Não havia nenhum método de catalogação e controle. Confiava-se nos funcionários que descarregavam o material para poder encontrar as peças. Assim, se alguém da equipe deixasse de trabalhar na obra outros funcionários não conseguiam localizar as peças.

V) Existe uma equipe responsável pelo pátio de armazenamento?

- Existia uma equipe responsável pelo recebimento, conferência, descarregamento, rastreamento e localização das peças, mas sem nenhuma ferramenta de controle e mapeamento das peças.

4.3. Obra B com planejamento e gerenciamento - Cosan

Para o estudo de caso de uma obra com planejamento e gerenciamento de armazenagem foi adotada a obra COSAN Centro-Oeste Unidade Jataí – GO, que neste trabalho será denominada obra B.

Seguem abaixo fotos da obra em alguns estágios, apenas para ilustrar o tipo e dimensão da obra:



Figura 13: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 14: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 15: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 16: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 17: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 18: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 19: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 20: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 21: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 22: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 23: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 24: Obra COSAN
Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir apresenta as respostas do protocolo do estudo de caso obra B:

I) Existe uma área segregada e apropriada para os estoques das peças?

- Existia uma área segregada e apropriada para os estoques da peças.

- A gerenciadora do projeto determinou apenas o local da área e a própria subcontratada (montadora) determinou o tamanho da área de armazenagem com base na produção fabril e o cronograma de execução da obra, observando o pico de armazenamento das estruturas.
- A área determinada era destinada apenas aos materiais da própria montadora. Assim não eram misturados os materiais com de outras empresas. A área também era cercada, restringindo o acesso apenas dos funcionários envolvidos nas atividades relacionadas a área de estocagem e eliminando a possibilidade de o material ser retirado sem conhecimento do almoxarife.

- Não foi necessária a criação de novas áreas de armazenamento, apenas a área inicial foi suficiente ao longo da obra, pois foi bem dimensionada e planejada.
- Não houve necessidade de desmobilizar a área de estocagem para ceder espaço para construções pertencentes ao projeto até a conclusão dos serviços da subcontratada.

O piso foi forrado com brita deixando o ambiente mais limpo, as ruas tinham espaço suficiente para o acesso dos equipamentos.

Um ponto negativo foi que a localização da área de estocagem também não foi a mais adequada, pois era mais afastada da área de montagem da obra o que aumentou o tempo de deslocamento. O ideal seria a área de estocagem ficar o mais próximo possível da área de montagem da obra.

II) Existe um fluxo de informação da expedição das peças na fábrica para a obra?

- Havia um fluxo de informação da expedição para a obra. A expedição enviava o romaneio detalhado com antecedência para a equipe de logística e esta conseguia separar um local adequado.

III) Existe um planejamento de layout no armazenamento das estruturas e um método de organização das mesmas?

- Existia um layout que seguia um padrão definido: a área de estocagem dividida por lotes e tipos de peças, com dimensões que possibilitavam o estoque e movimentação das peças e ruas que tinham as dimensões adequadas aos equipamentos utilizados para movimentação das peças. Também existia uma área destinada à pré-montagem. O acesso a área era feita por uma única passagem onde se localizava também a sala do almoxarife. Durante o descarregamento das peças era feita a conferência do romaneio, verificando se o que realmente constava em romaneio estava sendo entregue. Em seguida era feito o registro do lote em que as peças foram estocadas.

Abaixo um croqui da área:



Figura 25: Croqui da área de armazenagem - Fonte: Elaborado pelo autor

IV) Existe alguma ferramenta ou método de catalogação e controle dos itens armazenados: estruturas metálicas?

- A ferramenta utilizada para catalogação e controle era feita através de planilhas de Excel, o que possibilitava o rastreamento das peças desde a entrega, com informação de data e número de romaneio, lote em qual ela estava estocada, e se a peça havia sido retirada para a pré-montagem ou montagem.

V) Existe uma equipe responsável pelo pátio de armazenamento?

- Existia uma equipe responsável pelo controle, que fazia o recebimento, conferência, armazenamento, organização, rastreamento e liberação das peças.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

Para análise de resultados e conclusões, será feita uma análise e comparativo com o prazo de execução e produtividade das obras.

Obra A (Turbina1):

Previsão de duração da obra: 07/02/2009 à 17/08/2009 aproximadamente: 6 meses – 132 dias trabalhados.

Prazo real de execução da obra: 17/10/2009 à 29/01/2011 aproximadamente: 1 ano e 3 meses – 330 dias trabalhados.

Quantidade média de Mão de Obra Direta (MOD): 49

Quantidade de horas trabalhadas por dia: 8h

Quantidade de toneladas de estruturas montadas: 2.783,594ton
(8h*49mod)*330d = 129.360h - quantidade de horas totais realizados

$129.360h/2.783,594t = 46,47hh/t$ (**horas homem por tonelada**) – **quantidade de horas trabalhadas para montagem de 1 tonelada de estrutura.**

Obra B(COSAN):

Previsão de duração da obra: 01/06/2008 à 05/04/2009 aproximadamente: 10 meses – 220 dias trabalhados.

Prazo real de execução da obra: 20/07/2008 à 05/08/2009 aproximadamente: 12 meses – 264 dias trabalhados.

Quantidade média de Mão de Obra Direta (MOD): 28

Quantidade de horas trabalhadas por dia: 8h

Quantidade de toneladas de estruturas montadas: 2.198,984ton
(8h*28mod)*264d = 59.136h - quantidade de horas totais realizados

$59.136h/2.198,984t = 26,89hh/t(\text{horas homem por tonelada})$ – quantidade de horas trabalhadas para montagem de 1 tonelada de estrutura.

Para comparação entre as duas obras foi utilizado um índice de produtividade chamado hora-homem por tonelada (hh/ton), que significa a quantidade de horas necessárias para montagem de 1 tonelada de estrutura metálica. Para o valor de horas aplicadas adotou-se o valor médio de mão de obra direta empregada na execução da obra. O valor de toneladas é exatamente o valor do peso das estruturas montadas.

Esse é um dos índices utilizados em obras de montagens para analisar produtividade e custo de montagem. Este índice também pode ser utilizado para fazer o orçamento de obras, sendo que geralmente cada montadora tem o seu valor. Por exemplo, em uma determinada montadora para montagem de um Pipe rack é utilizado um índice de 40hh/ton. Comparando-se obras do mesmo tipo, quanto maior este valor menor é a eficiência de produtividade e maior o custo com mão de obra para a montagem e quanto menor este valor, maior será a eficiência de produtividade e menor o custo de mão de obra.

Comparando-se os índices das duas obras, a obra B índice de 26,89 e obra A índice de 46,47. Dessa forma, pode-se concluir que a obra B teve maior eficiência de produtividade e menor custo de mão de obra para montagem.

Essa obra com melhor desempenho foi uma obra onde foi aplicado um sistema de planejamento e gerenciamento de armazenagem das peças. Com um bom planejamento, conseguiu-se manter o local organizado e limpo diminuindo o tempo para a localização das peças, agilizando assim a expedição para a montagem, o que influencia diretamente na produtividade.

Pode-se otimizar a mão de obra, diminuindo a quantidade das mesmas na localização das peças, o que diminui os custos. Também ocorre menor perda de material, evitando retrabalho para fabricação de novas peças.

Segue abaixo uma tabela resumo para comparação entre a obra A e a obra B:

Tabela 1: Quadro comparativo entre as obras

	Obra A - Sem planejamento e gerenciamento da armazenagem	Obra B - Com planejamento e gerenciamento da armazenagem
Previsão de execução da obra	6 meses	10 meses
Prazo real de execução da obra	1 ano e 3 meses	12 meses
Quantidade média de MOD	49	28
Índice de produtividade hh/t	46,47	26,89

As questões analisadas no protocolo têm relação direta com o tempo de localização das estruturas, e isso impacta diretamente na produtividade, pois a localização das estruturas é

etapa do processo de montagem. Quanto menos tempo utilizado melhor é o índice de produtividade.

Em função dos resultados obtidos todas as questões do protocolo são importantes, mas para obter melhores índices de produtividade, é necessário dar uma maior ênfase aos itens I, III, IV e V em conjunto.

Ter uma área com dimensão apropriada permite que o local atenda o pico de armazenagem sem necessidade de criar novas áreas que possam prejudicar na organização e localização. Uma área segregada impede que outras empresas estoquem seus materiais junto com a da montadora evitando a desorganização do pátio.

A existência de um planejamento de layout e método de organização das peças possibilita que a área de armazenagem seja dividida em subáreas, podendo assim ser gerado um mapeamento das peças estocadas, organização por tipo de estrutura ou por prédios, facilitando a localização das peças e diminuição de tempo do processo. Também possibilita otimizar espaços, criando acessos para os equipamentos.

A existência de uma ferramenta de controle e catalogação tem como objetivo a utilização de usar planilhas de controle que possibilitam o registro das peças desde a entrega com informação de data de chegada, número de romaneio e lote em qual está estocada, e o controle de quando a peça for retirada para a pré-montagem ou montagem, permitindo também evitar perda de tempo em tentar localizar peças que não estão em estoque e agilizar a localização das que estão em estoque.

A equipe do pátio de armazenagem tem a responsabilidade sobre as tarefas de descarregamento, conferência, organização, localização, despacho das peças para pré-montagem e montagem. Isso evita sobrecarregar a equipe de montagem com essas atividades e a paralisação de frentes de montagem, que acarretam em maior tempo despendido no processo e conseqüentemente atrasos. O processo tem que funcionar como uma linha fabril, não podendo haver paralisações em nenhum setor.

Os parâmetros formam um conjunto, todos dependem um do outro para dar continuidade ao fluxo como um todo. Como vimos nos dois casos, existiam equipes de pátio nas duas obras, mas na obra A os itens I, III e IV não eram cumpridos, com isso tornou o trabalho da equipe ineficiente.

Ter um bom planejamento e gerenciamento da armazenagem aplicando-se os vários conceitos já mencionados não é fator preponderante para o sucesso de uma obra, pois, se analisarmos os casos estudados pelo parâmetro de tempo de execução, as duas obras apresentaram atrasos: a obra B era para ser feita em 10 meses e foi em 12 meses tendo um acréscimo de 20% do seu prazo, e a obra A de 6 meses para 15 meses um acréscimo de 150% do prazo. Isso indica que o planejamento é um fator importante, mas outros fatores também estão envolvidos como, por exemplo: Liberação das estruturas da parte civil; Alta rotatividade da mão de obra; Falta de qualificação da mão de obra; Indefinição/alterações de projeto; Condições climáticas; Área congestionada como vários serviços de varias outras empresas; Greves.

Agradecimentos

Agradeço a todos os professores do curso e em especial ao meu orientador pelo suporte e apoio na elaboração e correções do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALVARENGA, A.C.; NOVAES, A.G.N. **Logística aplicada**: Suprimento e distribuição física.3.ed.São Paulo: Edgar Blucher, 2000.
- AQUINO, E.C.G. **Gerenciamento de obras**. Goiás: [s.n.], 2007. 41p
- ARAÚJO, Cidália. et al. Métodos de Investigação em Educação. **Estudo de caso**. 2008. 25p. Instituto de educação e psicologia, Universidade do Minho, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12284 - Áreas de vivência em canteiro de obras**. Rio de Janeiro, 1991.
- AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2.ed.edição revista. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.
- BARBOSA, Eduardo Fernandes. et al. **Implantação da Qualidade Total na educação**. Minas Gerais: Littera Maciel, 1995.
- BRASIL. Ministério do trabalho. NR-18 - **Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, 2015.
- COUTINHO, Antônio. **Técnicas de melhoria 5S's** - O que são: Quando se Utiliza e Principais Benefícios. São Paulo: L. Teixeira & Melo, Ltda., 2006.
- FERREIRA, E.A.M. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. 1998. 338 p. (Tese Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- FERREIRA, P.C.P. **Técnicas de armazenagem**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1994.
- FERNANDES, Paulo S. Thiago. **Montagens Industriais**: Planejamento, Execução e Controle. 2. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2005.
- GEHBAUER, F. et al. **Planejamento e gestão de obras**: um resultado prático da cooperação técnica Brasil - Alemanha. Curitiba: Editora CEFET – PR, 2002. 530p.
- HANDA, V.; LANG, B. **Construction site planning**. Construction Canada, v.85, n.5, p. 43-49, 1988.
- ILLINGWORTH, J.R. **Construction: methods and planning**. London: E&FN Spon, 1993.
- MASAO, Umeda. **As sete chaves para o sucesso do 5S**. Belo Horizonte: QFCO, 1997.
- MOORE, J.M. **Plant layout and design**. New York: Macmillan Publishing Company, 1962.
- RODRIGUES, P.R.A. **Gestão Estratégica da Armazenagem**. 2.ed. São Paulo: Aduaneiras, 2015.
- SAURIN, T.A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações**. 1997. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre.
- SAURIN, Tarcísio Abreu.; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. – (Recomendações técnicas HABITARE V. 3)
- SILVA, F. B.; CARDOSO, F. F. **A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios**. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Qualidade no Processo Construtivo. Florianópolis: ANTAC, 1998.
- SLACK, Nigel. et.al. **Administração da Produção**. Tradução: Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- SOUZA, U.E.L. **Projeto e implantação do canteiro**. Coleção Primeiros Passos da Qualidade no canteiro de obras. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 96p.
- TOMMELEIN, I.D. **Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge**. In: ALLEN, Robert H. (Ed.). Expert systems for civil engineers: knowledge representation. New York: ASCE, 1992.