

ANÁLISE DA MOVIMENTAÇÃO E FLUXOS DE PESSOAS E MATERIAIS NO CANTEIRO DE OBRAS EM AMBIENTE FABRIL

Milton Paulino da Costa Junior¹; Ana Ester Garcia de Paiva Pinheiro²

Resumo

O planejamento adequado do canteiro é fundamental para enfrentar desafios como custos, segurança, desperdício de materiais e ociosidade. Portanto, é necessário estabelecer um processo padronizado para o desenvolvimento do layout do canteiro de obras, visando à sua eficiência e eficácia. No início das construções os canteiros eram improvisados, mas gradualmente surgiram normas e teorias de otimização do espaço, para garantir uma estrutura segura e adequada para os trabalhadores. O objetivo desse trabalho é analisar o projeto de um canteiro de obras na área industrial, através de um estudo de caso, no que tange ao armazenamento, fluxos de pessoas e materiais, além de desperdícios na construção. Essa análise perpassa pela conformidade com as recomendações normativas e sua funcionalidade prática no ambiente fabril. Para realização desse estudo de caso, utilizando-se métodos qualitativos para coleta de dados, quais sejam: Análise dos documentos, entrevistas, aplicação de questionário aos colaboradores e visitas técnicas à obra com análise direta dos elementos do canteiro, funcionamento dos layouts e seus fluxos. Observou-se nos resultados obtidos que o canteiro analisado tem potencial de grande funcionalidade, considerando o desempenho relatado pelos funcionários e visto em campo. Este desempenho é justificado pela forma como os elementos do canteiro (almoxarifado, áreas de vivência, *pipe shop*, entre outros) foram dispostos no layout e como os funcionários percebem os benefícios desses arranjos. Porém, observou-se questões a serem aprimoradas e que precisam ser melhoradas nesse processo, como a transparência entre os responsáveis pela construção e os trabalhadores que circulam constantemente os espaços analisados.

Palavras-chave: Construção Civil; canteiro de obras; layout; fluxos.

Abstract

Proper site planning is critical to addressing challenges such as costs, safety, material waste, and idleness. Therefore, it is necessary to establish a standardized process for the development of the layout of the construction site, aiming at its efficiency and effectiveness. At the beginning of the construction, the construction sites were improvised, but gradually standards and theories of space optimization emerged, to ensure a safe and adequate structure for workers. The objective of this work is to analyze the design of a construction site in the industrial area, through a case study, regarding storage, flows of people and materials, as well as waste in construction. This analysis involves compliance with regulatory recommendations and their practical functionality in the manufacturing environment. To carry out this case study, using qualitative methods for data collection, which are: Analysis of documents, interviews, application of a questionnaire to employees and technical visits to the site with direct analysis of the elements of the site, operation of the layouts and their flows. It was observed in the results obtained that the analyzed site has the potential for great functionality, considering the performance reported by the employees and seen in the field. This performance is justified by the way the elements of the construction site (warehouse, living areas, pipe shop, among others) were arranged in the layout and how employees perceive the benefits of these arrangements. However, it was observed that issues need to be improved and that need to be improved in this process, such as transparency between those responsible for the construction and the workers who constantly circulate the spaces analyzed.

Keywords: Civil construction; construction site; layout; flows.

¹ Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, professor da Universidade Federal do Espírito Santo-UFES. E-mail: milton.paulino@gmail.com.

² Mestranda em Arquitetura, Tecnologia e Cidade pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. E-mail: anaegarciap@gmail.com.

1 Introdução

O canteiro de obras refere-se às áreas designadas à execução de processos construtivos, abrangendo tanto as áreas operacionais quanto as áreas de vivência NBR 12284 (ABNT, 1991). Essas áreas servem de apoio para que a construção de determinada estrutura seja possível, adaptando-se conforme a obra avança, de maneira que aloque da forma mais prática possível os materiais, equipamentos e mão de obra envolvidos nos processos executados (Costa *et al.*, 2020; Costa Filho; Mendes, 2016).

As áreas operacionais são aquelas em que os serviços são executados, diretamente relacionadas à produção, tais como: centrais de carpintaria, armação, argamassa, concreto, entre outros. São comumente localizados nas áreas adjacentes da construção, mas tanto sua localização quanto as áreas serão definidas a partir das diretrizes da edificação construída. Por exemplo: as áreas operacionais de um canteiro para obra residencial com concreto armado serão distintas em comparação com uma obra industrial cuja estrutura é toda pré-moldada. No que tange às áreas de produção, é necessário ter todo o projeto da edificação alinhado com o planejamento do canteiro, a fim de suprir as necessidades de forma otimizada (Silva; Soares, 2022; Farias; Sava, 2020).

Já as áreas de vivência tratam do bem-estar e necessidades dos colaboradores, como refeitório, vestiário, entre outras. Estas áreas devem estar “fisicamente separadas das áreas operacionais”, segundo a norma NBR 12284 (ABNT, 1991) e suprem as demandas de higiene, descanso, lazer e alimentação dos funcionários responsáveis pelo setor operacional da obra (Farias; Sava, 2020).

Para desenvolvimento das atividades, deve-se definir a configuração do canteiro de obras. Este aspecto configuracional do canteiro pode exercer efeitos positivos durante as diferentes fases da construção e facilitar de várias formas os fluxos, armazenamentos e acomodações (Costa *et al.*, 2020; LYRA, 2016).

Além da obrigatoriedade legal de apresentar um projeto do canteiro de obras (NR 18, 2020), conforme mencionado anteriormente, o planejamento e projeto do layout do canteiro de obras é de suma importância, tendo-se o objetivo de manter uma logística constantemente ativa para a obra. Assim, dimensiona-se os locais de armazenamento de materiais, determinando as áreas necessárias para cada local com sua destinação definida, evitando assim as decisões improvisadas (Hoffmann, 2015).

Um dos aspectos importantes dentro do tópico do layout do canteiro de obras é a previsão dos fluxos de movimentação, sejam eles referentes aos veículos dentro da obra, materiais e

equipamentos a serem transportados ou colaboradores se locomovendo pela área de obras (Amaral, 2020).

Para análise dos fluxos no canteiro, utiliza-se de diagramas para representar de forma gráfica as movimentações presentes na obra, o que auxiliarão na visualização e compreensão das necessidades do canteiro, a fim de prever quaisquer obstruções que possam ocorrer no desenvolvimento da obra (Sales *et al.*, 2004).

O estudo de otimização de layout de canteiro de obras já se desenvolve de forma que outros pesquisadores proponham soluções inovadoras para enfrentar os desafios nesse campo como a abordagem dinâmica utilizando o sistema max-min ant (NING *et al.*, 2010) e culminando no sistema de tomada de decisão (Ning, *et al.*, 2011), cujas contribuições destacam a crescente diversidade de métodos e técnicas disponíveis para otimizar o layout de canteiros de obras. Essas abordagens promissoras não só oferecem soluções eficientes, mas também indicam um caminho para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área da construção civil.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é analisar o projeto de layout do canteiro de obras, situado em área industrial, no que refere ao armazenamento, fluxos de pessoas e materiais, além de desperdícios na construção. Essa análise se baseia nas recomendações normativas e funcionalidade prática no ambiente fabril.

2 Implantação do canteiro de obras

Para que atenda de forma satisfatória os seus objetivos, o canteiro de obras precisa passar por um processo de implantação detalhado e cuidadoso, que inclui a comunicação prévia de obras junto à Subsecretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) e a elaboração do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que deve estabelecer análise dos possíveis riscos ocupacionais e prever as devidas medidas de prevenção para os riscos previstos (Rousselet, 2004).

O PGR deve ser elaborado por um técnico ou engenheiro de segurança do trabalho e deve abranger as exigências descritas na NR 01 (Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais), os projetos das áreas de vivência e operacionais, além dos projetos elétricos das instalações temporárias e de proteção coletiva (NR 18, 2020).

O levantamento de informações a respeito do canteiro de obras é de suma importância, também chamado de estudo preliminar do canteiro, que considerará a estrutura física e técnica necessária para a obra, além do espaço disponível, as diretrizes previstas pela NR 18 para a obra, em si, e para as áreas de vivência. Neste levantamento, é importante haver uma visão ampla e detalhada da obra toda, de forma a prever todas as possíveis demandas dos processos

construtivos e dos trabalhos envolvidos nas atividades realizadas na obra (Medeiros *et al.*, 2016; Souza, 2000).

2.1 Layout do canteiro de obras

O termo layout se refere à disposição, configuração do canteiro de obras. Este aspecto configuracional do desse espaço pode exercer efeitos positivos durante as diferentes fases da obra e facilitar de várias formas os fluxos, armazenamentos e acomodações (Costa *et al.*, 2017; COSTA *et al.*, 2020).

Além da obrigatoriedade legal de apresentar um projeto do canteiro de obras (NR 18 - 2020), conforme mencionado anteriormente, o planejamento e projeto do layout do canteiro de obras é de suma importância, tendo-se o objetivo de manter uma logística constantemente ativa para a obra. Assim, dimensiona-se os locais de armazenamento de materiais, determinando as áreas necessárias para cada local com sua destinação definida, evitando assim as decisões improvisadas (Hoffmann, 2015; Silva Junior, 2020).

Para análise dos fluxos no canteiro, utiliza-se de diagramas para representar de forma gráfica as movimentações presentes na obra, o que auxiliará na visualização e compreensão das necessidades do canteiro e a fim de prever quaisquer obstruções que possam ocorrer no desenvolvimento da obra. (Sales *et al.*, 2004).

Um dos aspectos importantes dentro do tópico do layout do canteiro de obras é a previsão dos fluxos de movimentação, sejam eles referentes aos veículos dentro da obra, pessoas, materiais e equipamentos a serem transportados ou colaboradores se locomovendo pela área de obras (Hawarneh *et al.*, 2021).

3 Metodologia

Este trabalho procura adquirir os dados observados através de um estudo de caso, realizado no contexto da obra pesquisada, recorrendo à observação direta, entrevistas, questionários e análise documental.

Visto que os aspectos averiguados não são quantitativos, a abordagem utilizada neste estudo é de caráter qualitativo, com enfoque no trabalho de campo, observando fenômenos que ocorrem no canteiro de obra e analisando o desempenho das atividades nele desenvolvidas.

Este trabalho foi estruturado nas seguintes etapas principais: Revisão bibliográfica; definição dos critérios para seleção da obra e empresa alvo do estudo de caso; coleta de dados através documentos técnicos, observação direta do canteiro de obras, realização de entrevistas e questionários; análise dos dados obtidos em campo e apresentação de resultados.

Ao planejar o estudo de caso, estabeleceram-se as seguintes diretrizes para a escolha da empresa e da obra: Estar em conformidade com a NR 18 e ter seus colaboradores treinados segundo esta norma regulamentadora essencial a esta pesquisa; dispor de obra de construção industrial em andamento na região da Grande Vitória no período em que esta pesquisa foi realizada; disponibilidade para visitas aos canteiros de obras durante o desenvolvimento das atividades construtivas; acesso a documentos e projetos referentes ao canteiro de obras e permissão para entrevistas com colaboradores responsáveis pelo projeto e planejamento do canteiro de obras.

Após a seleção da empresa e da definição da obra que poderia ser analisada para este estudo, foram definidos os documentos necessários para a melhor contextualização da construção executada. Além disso, através da documentação, verificaram-se as limitações e diretrizes básicas para o estabelecimento do canteiro, complementando as informações vistas em campo e fornecendo base para triangulação dos dados.

Foram solicitados à empresa analisada alguns documentos para obter-se um correto e amplo entendimento das principais diretrizes e limitações que envolveram o planejamento do layout de canteiro em questão, quais sejam: Projeto e layout do canteiro de obra, registro de retirada e recebimento de materiais no almoxarifado, cronograma de atividades da obra, diário de obra e projetos.

Foi formulado um questionário, com base no método de elaboração de Gil (2002), priorizando questões fechadas (de múltipla escolha) com alternativas suficientes para abranger diversas respostas possíveis. Foram incluídas poucas perguntas, de forma a tornar o formulário objetivo, tratando apenas das perguntas relacionadas ao tema pesquisado.

O questionário foi destinado aos colaboradores que circulam e utilizam as dependências do canteiro de obra: 3 analistas de engenharia, 2 administradores e 1 supervisor de obras, 2 técnicos de segurança do trabalho, 2 assistentes técnicos de construção civil, 2 almoxarifes, 1 gestor, 1 polivalente e 2 assistentes de engenharia.

Considerando o propósito de estudar o desempenho do canteiro, foram desenvolvidas perguntas a fim de receber respostas objetivas, de forma a captar a funcionalidade do canteiro de obras, a fim de analisar se a maneira como o canteiro foi projetado satisfaz as necessidades práticas da equipe envolvida.

O questionário foi dividido a fim de abranger os princípios gerais de: Equipamentos; descarga de materiais; movimentação dos funcionários; economia; meio ambiente e comunicação e transparência.

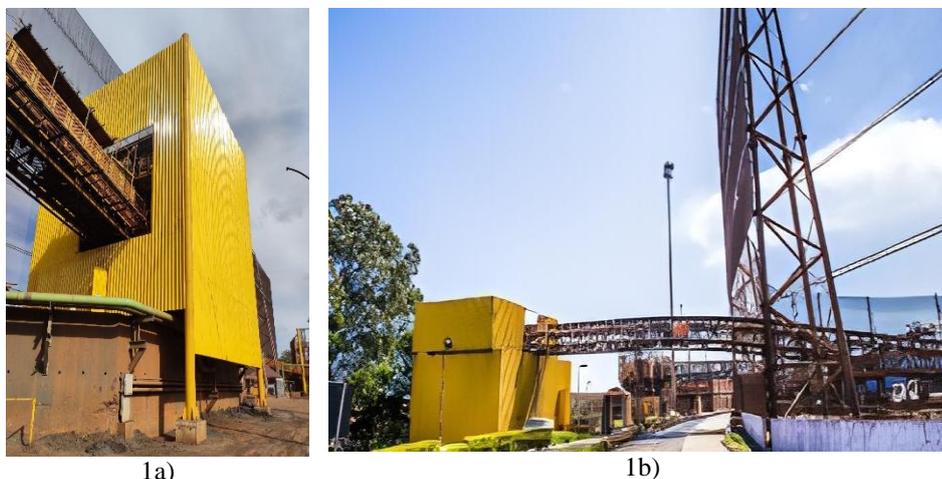
Em visita à obra foram observadas as atividades administrativas no canteiro analisado (entrega de materiais aos colaboradores, reuniões de gerência, gerenciamento dos registros de ponto, dentre outras atividades) assim como o posicionamento das áreas do canteiro e os fluxos de equipamentos, pessoas e materiais.

Para melhor aproveitamento do tempo na obra e melhor obtenção das informações necessárias, foi elaborado um roteiro para abranger as descrições necessárias, características dos locais de armazenamento de materiais, transportes, fluxos e das atividades operacionais e administrativas realizadas neste canteiro.

4 Resultados e Discussão

A obra estudada consiste em serviços de execução de fundações diretas e estruturas de concreto, montagem de estrutura e telhas metálicas (Figura 1a). O projeto em questão refere-se ao Enclausuramento de Casas de Transferência (CATs) de correias transportadoras de minério (Figura 1b) dentro de uma empresa mineradora (produtora de minério de ferro, pelotas e níquel), localizada em Vitória - ES.

Figura 1 - 1a) Montagem de estrutura metálica e enclausuramento da estrutura com telhas metálicas; 1b) Casas de Transferência (CAT) de correias transportadoras de minério



Fonte: Elaborada pelos autores.

As CATs são os locais onde ocorre a transferência entre duas correias transportadoras do minério que é produzido dentro da área da empresa. O projeto de enclausuramento tem o objetivo de conter as partículas de minério, dispersas no ar durante a movimentação de material, dentro da CAT. Esse projeto faz parte do Plano Diretor Ambiental (PDA) da empresa mineradora, que visa a redução do impacto ambiental da empresa, através do controle de emissões de particulados na atmosfera e melhoria no uso de água

O canteiro de obras central foi projetado (Figura 2) de acordo com o terreno fornecido pela empresa mineradora e conforme as exigências da indústria em questão.

Figura 2 - Layout do canteiro central



Fonte: Elaborada pelos autores

A denominação de “Canteiro Central” é dada pelo fato de existir também o canteiro avançado, na frente de obras, cujo objetivo é atender às demandas imediatas da construção, enquanto no canteiro central objetiva-se atender às demandas administrativas e de estoque de maneira mais permanente.

Observou-se na visita técnica ao canteiro de obras, o chamado de canteiro central, que atende às obras de enclausuramento de casas de transferências nas usinas de pelotização 1, 2, 5 e 7 (Figura 3), onde produzem-se as pelotas de minério de ferro, que são matéria prima para a fabricação do aço.

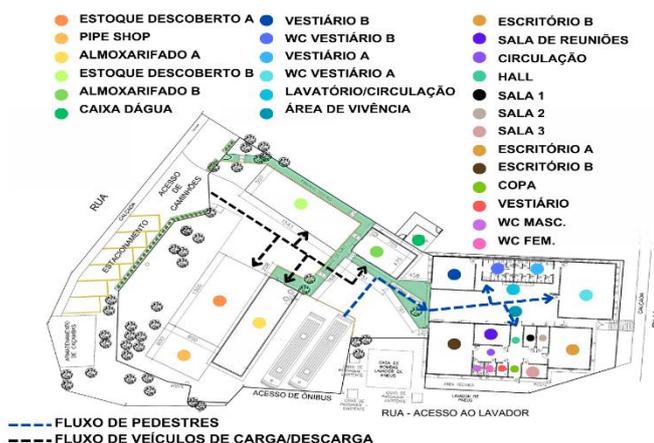
Figura 3 - Mapa geral - Casas de transferência de correias transportadoras cujas obras serão executadas pela empresa executora do canteiro.



Fonte: Empresa executora do canteiro

Uma vez que foram determinadas as demandas básicas para o canteiro, definido o terreno e verificada a localização, é possível fazer um estudo inicial da setorização do canteiro (Figura 4), isto é, a divisão do espaço em áreas de vivência, almoxarifados, banheiros, vestiários, entre outros; objetivando identificar e definir a localização de cada um desses elementos e analisar os fluxos e movimentações entre eles. Essa setorização leva em consideração os fluxos de pessoas e veículos, além da segurança e eficiência operacional.

Figura 4 - Setorização do canteiro com fluxos e ambientes.



Fonte: Elaborada pelos autores

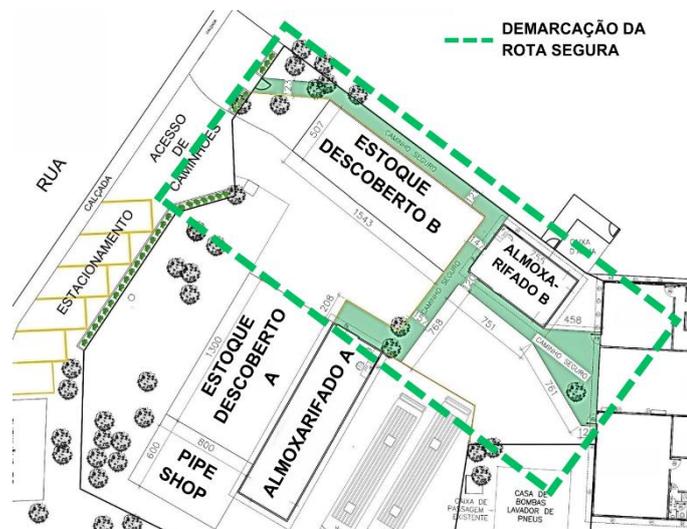
Ao considerar o fluxo de pessoas e veículos no canteiro de obras, o estudo preliminar do zoneamento visa otimizar a organização espacial para evitar conflitos, congestionamentos e riscos à segurança. Isso pode incluir a definição de áreas específicas para armazenamento de materiais, áreas de circulação de pedestres e veículos, áreas de descarga, dentre outras.

Uma consideração importante neste estudo é a definição de rotas de fuga, que são as rotas seguras que as pessoas devem seguir em caso de emergência, como incêndio ou outro evento adverso. As rotas de fuga precisam ser identificadas e mapeadas (Figura 5) para garantir que sejam facilmente acessíveis e permitir que as pessoas cheguem aos pontos de encontro de emergência selecionados.

Conforme relatado pelos colaboradores responsáveis pelo projeto do canteiro, as rotas de emergência, ou “caminho seguro” se mostraram uma das dificuldades ao desenvolver o projeto, visto que a geometria do terreno não é retangular e todas as áreas do canteiro devem ter acesso ao caminho seguro.

Os almoxarifados estão estrategicamente localizados no centro do canteiro, de forma a facilitar o acesso tanto de caminhões, no que tange ao manuseio dos materiais e equipamentos, quanto de ônibus, no que tange ao acesso dos colaboradores.

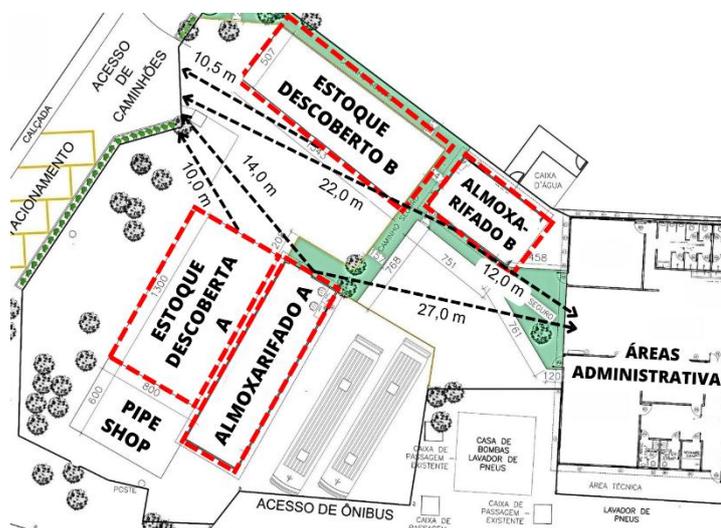
Figura 5 - Caminho seguro localizado no layout do canteiro



Fonte: Elaborada pelos autores

Essa localização estratégica (Figura 6) tem como objetivos estabelecidos pelos colaboradores responsáveis pelo projeto do canteiro de obra, como: Acessibilidade e fluxo de material otimizado, de forma a garantir uma localização que permita que os caminhões e ônibus cheguem diretamente nas áreas de estoque, aumentando a eficiência das operações de carga e descarga.

Figura 6 - Distância dos locais de armazenamento de materiais até os locais de entrada de veículos.



Fonte: Elaborada pelos autores

Dentre os outros objetivos para a localização estratégica: tem-se:

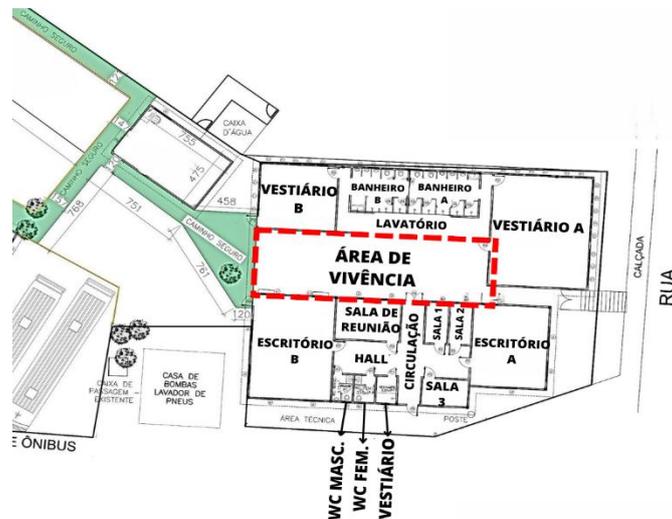
- Melhoria na produtividade: Ao facilitar o acesso aos materiais e equipamentos necessários, o almoxarifado centralizado contribui para uma maior produtividade no canteiro de obras, visto que os trabalhadores não precisam percorrer longas distâncias para obter os itens necessários, economizando tempo e energia.

- Segurança aprimorada: estando centralizado, é mais fácil o controle e monitoramento da entrada e saída de materiais, colaborando para a segurança do canteiro e reduzindo a possibilidade de perdas por roubo ou uso indevido de materiais.

De acordo com Costa Filho e Mendes (2016), as áreas de estoque devem estar localizadas próximas ao local de descarga de caminhões, com o elevador de cargas e o escritório da obra, a fim de facilitar a interação entre o almoxarife e o encarregado da obra, que pôde ser verificado no canteiro de obras em questão, já que a maior distância a ser percorrida por um colaborador será de 27 metros, que pode ser percorrida em, aproximadamente, 30 segundos, de acordo com a velocidade aproximada de uma caminhada humana de 1,0 metro por segundo (Helene, 2005).

A área de vivência (Figura 7) é dimensionada para comportar os colaboradores estimados para todo o período da obra a fim de suprir as necessidades de descanso, lazer e convivência entre estes trabalhadores. Esta área foi posicionada de forma a haver acesso entre a área de vivência, as áreas administrativas (escritórios, salas de reunião, entre outros), os vestiários e as áreas de estoque.

Figura 7 - Área de vivência no layout do canteiro



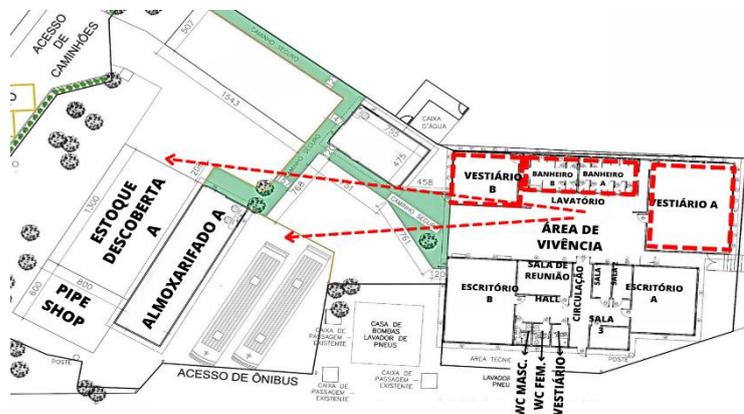
Fonte: Elaborada pelos autores

Este dimensionamento e posicionamento da área de vivência atende às premissas básicas da área de vivência segundo a NR 18 (não estar localizadas em subsolos ou porões e estar separada das áreas laborais), além de atender às premissas desejáveis estabelecidas por Saurin e Formoso (2006), de comportar todos os trabalhadores ao mesmo tempo, mesmo este não sendo um refeitório, pois os colaboradores têm suas refeições nos restaurantes da empresa mineradora.

Assim como no caso da área de vivência, o principal objetivo ao alocar os vestiários e sanitários é promover proximidade e fácil acesso às áreas operacionais (pipe shop, neste caso),

às áreas de vivência e áreas administrativas, o que foi executado ao estabelecer os sanitários e vestiários no layout do canteiro (Figura 8), estando em conformidade com as premissas propostas por Costa Filho (2016).

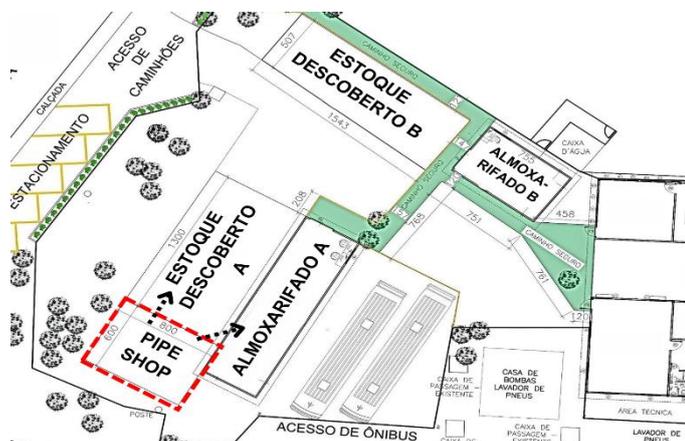
Figura 8 - Sanitários e vestiários no layout do canteiro



Fonte: Elaborada pelos autores

O pipe shop (Figura 9) é a única área do canteiro central que pode ser caracterizada como operacional, por isso, ela é dimensionada de forma a atender o propósito de preparar as peças de estruturas metálicas que serão levadas e instaladas no local das obras. Este local é posicionado ao lado do estoque descoberto (onde as estruturas de dimensões maiores são acondicionadas) e ao lado do almoxarifado que atende o escopo de estruturas metálicas da obra.

Figura 9 - Pipe shop, localizado no layout do canteiro



Fonte: Elaborada pelos autores

Considerando a semelhança dos procedimentos executados entre o pipe shop e o que a NR 18 denomina de central de armação, o ideal é que esta área seja coberta e próxima ao local de estoque do aço (Costa Filho; Mendes; 2016), o que foi cumprido no layout analisado.

Ao abordar as movimentações e fluxos dentro do canteiro, tem-se a movimentação de materiais e dos seguintes equipamentos: carrinho prancha (transportar pequenos volumes nas frentes de obra); caminhões (munck, basculante e Bruck (ou poliguindaste)) paleteiras

hidráulicas; garfo paleteiro (Figura 10 - ferramenta de apoio para carga e descarga de cargas paletizadas, isto é, armazenadas em paletes de blocos de concreto, por exemplo).

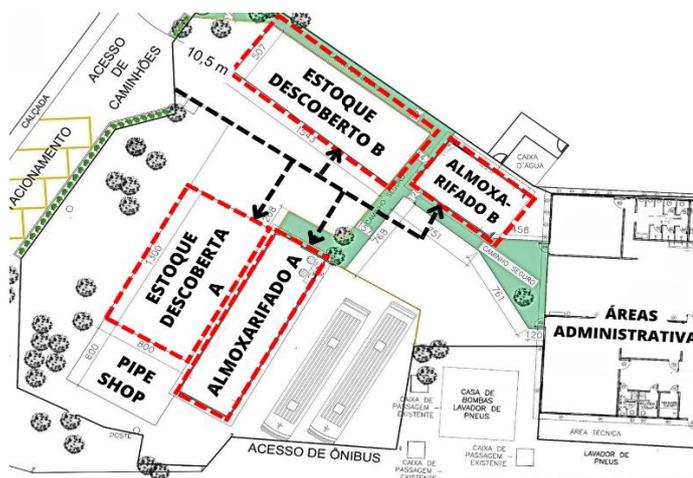
Figura 10 - Garfo paleteiro utilizado para transporte de cargas paletizadas.



Fonte: Dominus Guindastes

Estes equipamentos são utilizados nas movimentações de materiais dentro do canteiro, de acordo com os fluxos exemplificados na Figura 11. De acordo com Bessler (2017), a utilização de equipamentos adequados ao transporte é uma das medidas indicadas para o deslocamento de materiais em canteiros de obra, como carro porta-pallet para o manuseio de blocos cerâmicos, sendo que os equipamentos devem ser os mais simples e especializados possível.

Figura 11 - Fluxo de movimentação dos equipamentos como carrinho prancha, paleteiras hidráulicas e garfo paleteiro

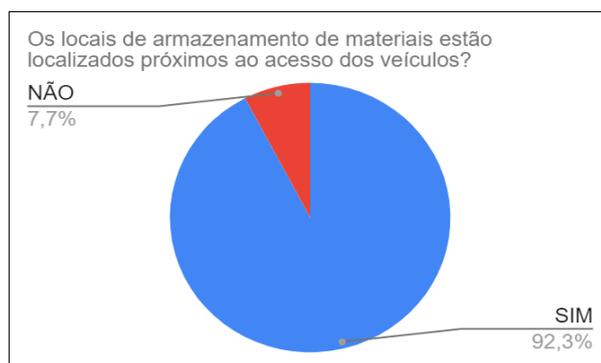


Fonte: Elaborada pelos autores

Dentre os equipamentos mencionados, os caminhões são utilizados para transportar os materiais das áreas de estoque até as frentes de obra. Estes equipamentos são de suma importância, visto que o canteiro central (onde os materiais são armazenados) não fica na frente de obras e considerando os objetivos básicos para planejamento do canteiro, de acordo com Carvalho et al. (2022), de minimizar distâncias de transporte e tempos de movimentação de pessoal e materiais.

Ao abordar o desempenho do posicionamento das áreas de armazenamento de materiais no layout do canteiro, a maior parte dos colaboradores (92,3%) afirmaram que há proximidade entre as áreas de estoque e o acesso dos veículos (ônibus e caminhões), visto que há uma distância de, no máximo, 20 metros entre o local de entrada dos caminhões e os almoxarifados (Figura 12), conforme o projeto de layout do canteiro, proximidade esta que foi verificada na visita técnica.

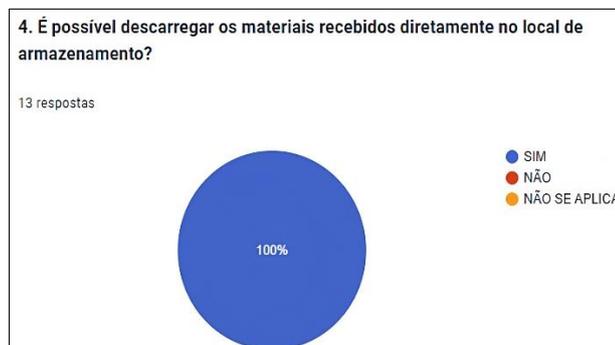
Figura 12 - Resultado do questionamento aos colaboradores quanto a proximidade entre os locais de armazenamento e o acesso dos veículos.



Fonte: Elaborada pelos autores

Esta proximidade possibilita a descarga dos materiais recebidos diretamente no local, o que foi afirmado de forma unânime pelos colaboradores questionados (Figura 13).

Figura 13 - Resultado do questionamento aos colaboradores quanto a possibilidade de descarregar materiais diretamente no local de estoque



Fonte: Elaborada pelos autores

Esta avaliação de desempenho da armazenagem de materiais é de suma importância, visto que a eficiência desse sistema está diretamente relacionada ao projeto de layout do canteiro de obra, objeto de estudo desta análise (Pereira, 2011). Portanto, conclui-se que a setorização dos espaços de armazenamento de materiais foi bem-sucedida, visto que há uma proximidade satisfatória entre estes e os acessos de veículos, sendo possível cruzar este espaço em, aproximadamente, 20 segundos de caminhada (Helene, 2005).

Considerando a influência direta do layout do canteiro de obras no índice de desperdício de materiais (Saurin; Formoso, 2006), deve-se considerar este fator ao analisar o desempenho

do layout de canteiro de obras. Avaliando o desempenho do layout do ponto de vista dos colaboradores que utilizam o canteiro diariamente, a maior parte (76,9%) afirmou não observar desperdícios ocasionados pelo layout (Figura 14).

Figura 14 - Porcentagem dos colaboradores questionados que declararam haver desperdício de materiais causados pelo layout do canteiro de obras.



Fonte: Elaborada pelos autores

Esta eficácia pôde ser verificada através de medidas adotadas pela empresa em projetar o canteiro ao abordar o desempenho do armazenamento de materiais, dos fluxos e movimentações. Tais medidas adotadas estão de acordo com os princípios estabelecidos por Cesar (2011), como: Integração de todos os elementos e fatores; mínima distância e obediência do fluxo de operações.

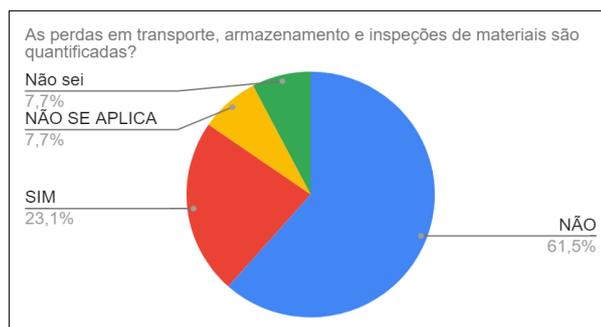
Além do planejamento adequado do layout do canteiro de obra e a manutenção desse layout, os colaboradores ainda mencionaram as medidas existentes no canteiro de obras para a diminuição do desperdício de materiais:

- Planejamento preciso das demandas diárias e a redistribuição correta de acordo com a demanda, a fim de que os materiais transportados para as frentes de obras sejam apenas o suficiente para o uso imediato;
- Setorização/sinalização das áreas de armazenamento, proteção dos materiais com lona e utilização de anteparos em caso de empilhamento.
- Armazenamento conforme os materiais a manuseio adequado na distribuição destes;
- Segmentação das áreas de armazenamento conforme classificação da carga.

A análise quantitativa do desperdício de materiais nos canteiros de obras foi prejudicada pela falta de acesso aos documentos que contêm os quantitativos necessários, como, por exemplo, o Manifesto de Transporte de Resíduos. A política de confidencialidade adotada pela empresa impediu o acesso a estes dados, gerando limitações significativas para o estudo. Essa limitação evidencia a necessidade de se discutir a transparência e a prestação de contas no setor da construção civil, buscando formas de conciliar a necessidade de respeitar os interesses

comerciais das empresas e promover práticas mais sustentáveis (CORRÊA, 2009). Esta falha na transparência dos processos relacionados aos desperdícios de materiais foi comprovada também nas respostas recebidas pelos colaboradores ao serem questionados se as perdas de materiais são quantificadas (Figura 15), visto que a maior parte deles afirmou não haver quantificação das perdas de materiais.

Figura 15 - Conhecimento dos colaboradores a respeito da quantificação de desperdícios de materiais

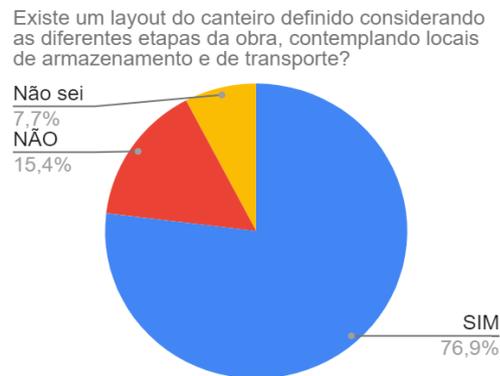


Fonte: Elaborada pelos autores

De acordo com Quinderé (2022) a quantificação e acompanhamento de indicadores de desempenho da obra, no caso em questão, dos desperdícios de materiais de construção no canteiro, se torna uma tarefa difícil, uma vez que outros parâmetros são priorizados, monitorados e alinhados com a equipe, como o avanço físico, produtividade, desvios, custos e qualidades.

Apesar da maior parte dos colaboradores consultados (Figura 16) afirmarem ter ciência da existência de um layout do canteiro definido (77%), uma parcela dos colaboradores afirmaram não haver layout ou não terem conhecimento do mesmo (23%), o que demonstra uma falha na comunicação entre os responsáveis pelo projeto do canteiro de obra e uma parcela dos colaboradores, uma vez que a gestão comunicativa tem como objetivo promover um ambiente de transparência, permitindo que os colaboradores tenham uma visão mais clara do que realmente está acontecendo e dos padrões a serem seguidos (Venturini, 2015).

Figura 16 - Conhecimento dos colaboradores a respeito da existência do layout de canteiro de obras



Fonte: Elaborada pelos autores

Apesar das falhas encontradas na questão da transparência da concepção do canteiro, layout e fluxos, durante a visita técnica viu-se que a principal medida tomada pela empresa visando a melhor transparência com os colaboradores é a utilização de dispositivos e indicadores visuais (Figura 17), que permitem que haja visualização e, por consequência, o entendimento dos trabalhadores, que é uma medida comumente utilizada em canteiros de obras (Venturini, 2015).

Figura 17 - Quadro com dispositivos e indicadores visuais a respeito dos processos envolvidos no canteiro de obras



Fonte: Elaborada pelos autores

5 Considerações finais

Ao longo desta pesquisa, foi possível explorar e analisar detalhadamente o projeto de layout de canteiro de obras, suas implicações, importância e impacto em uma obra locada em área industrial, que exerce grande influência no cenário Espírito-Santense.

Quanto aos fluxos e movimentações, observou-se a atenção dada a rota de fuga, com seu mapeamento e identificação destacados no layout do canteiro, para facilitar o acesso dos

funcionários. Entre as dificuldades na elaboração e definição do caminho seguro, está a geometria do terreno, que não é retangular, dificultando assim, o acesso a todos os elementos do canteiro.

Em relação aos outros elementos do canteiro analisados nesse estudo, destaca-se: Os almoxarifados foram delineados no centro canteiro, para facilitar o acesso aos caminhões, e conseqüentemente ao descarregamento e fluxo dos materiais; as áreas de vivência atendem a NR-18 e as premissas expressas na literatura, que devem ser de fácil acesso as áreas operacionais e a área operacional da obra (pipe shop) foi locada ao lado do estoque de peças beneficiadas, o que facilita a produtividade da obra.

Na análise dos fluxos e movimentações, foram identificados alguns equipamentos específicos para transporte interno de materiais no canteiro de obras, que acompanham os cursos definidos no layout e que facilitaram bastante o trabalho das equipes.

Quanto ao dimensionamento do layout do canteiro, verificou-se pontos positivos no que diz respeito ao armazenamento de materiais, uma vez que a maior parte dos trabalhadores entrevistados afirmou da proximidade entre as áreas de estoque e o acesso de veículos. Em outra entrevista, todos os funcionários disseram que é possível descarregar os materiais recebidos na obra diretamente nos locais de armazenamento. Questionados sobre os desperdícios ocasionados pelo layout, a maioria dos funcionários diz não observar sua ocorrência em função do arranjo dos elementos do canteiro. Isso demonstra a eficácia do projeto do layout, assim como a sua importância na produtividade e agilidade nas movimentações na obra. Outros fatores também podem ser identificados nesse contexto, como: Setorização/sinalização/segmentação das áreas de armazenamento, conforme classificação da carga; o conhecimento da maioria dos funcionários sobre o layout do canteiro, assim como dispositivos visuais (mural de obra) e divulgação de indicadores visuais na obra.

Porém, ao tratar da concepção do projeto de construção, foi possível também identificar as dificuldades na elaboração do layout, por meio do desempenho observado pelos usuários, concluindo que o principal fator a ser aprimorado neste processo de planejamento é a questão da transparência entre os responsáveis pela construção e os trabalhadores que circulam constantemente os espaços analisados. Nesse contexto, pode-se destacar a não disponibilidade de informações precisas de quantitativos de desperdícios de materiais e o não conhecimento por parte dos funcionários da obra em relação a essas informações.

Conclui-se que o canteiro concebido a partir dos parâmetros definidos neste estudo tem potencial de grande funcionalidade, considerando o desempenho relatado e visto no canteiro. Este desempenho é justificado pelos critérios balizadores, não só da NR 18, como também das

normas industriais, aumentando o nível de complexidade do planejamento, mas também promovendo melhor atendimento das requisições identificadas.

Referências

AMARAL, C. M. **Análise dos fluxos do canteiro de obras pelo uso do diagrama espaguete**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-UFU, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30759>. Acesso em: 03 jul. 2025.

ANDRE, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAAEBA: Educação e Contemporaneidade [online]**. 2013, vol.22, n.40, pp.95-103. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432013000200009&lng=pt&nrm=iso . Acesso em: 03 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12284: Áreas de vivência em canteiros de obras**. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

BESSLER, F. S. **Planejamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais em canteiros de obras: o uso da grua**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/188422>. Acesso em: 03 jul. 2025.

CARVALHO, G. M.; CASTILHO, G. S.; SILVA, J. S. Logistics optimization at the construction site. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e31611729959, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29959>. Acesso em: 03 jul. 2025.

CESAR, L. D. *et al.* Projeto do canteiro de obras: avaliação das instalações provisórias e dos fluxos físicos de materiais. Anais do **II Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído - SBQP 2011. X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício**. Anais...Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, 2009.

COSTA FILHO, C. P.; MENDES, L. A. C. Planejamento do canteiro de obras. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 2, jul/dez, 2016.

COSTA, P. M. S.; SOARES, R. G. L.; CHAVES, T. F. Verificação da aplicação da NR 18 em canteiro obra de um empreendimento vertical. In: **Encontro Nacional de Engenharia da Produção**, 37. Anais. Joinville: ENEGEP, 2017.

COSTA, A. C; GIESTA, J. P; MORAIS, K. S. NASCIMENTO, T. C. Estudo do layout de canteiros de obra: A importância de uma organização adequada. **Congresso Nacional de Construção de Edifícios**. Mossoró, 2020.

FARIAS, B. M; SAVA, P. P. **Engenharia na prática: construção e inovação**. Rio de Janeiro, RJ: Epitaya, 2020. 211 p.

GIL, A. C, **Como elaborar projetos de pesquisa**. - 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HELENE, O. **Alguma física do andar**. Departamento de Física Experimental. Instituto de Física da USP. 2005. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~otaviano/Andar.html>. Acesso em: 03 jul. 2025.

HAWARNEH, A. A.; BENDAK, S.; GHANIM, F. Construction site layout planning problem: Past, present and future. **Expert Systems with Applications**, v. 168, 2021, 114247, ISSN 0957-4174. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114247>. Acesso em: 03 jul. 2025.

HOFFMANN, F. **Projeto de layout de canteiro de obras para as diversas fases da obra**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2015.

LYRA, P. **Práticas de logística de canteiro para melhoria da produtividade na construção civil**. 2016. Monografia (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Departamento de Engenharia Materiais e da Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG. Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/42576> . Acesso em: 03 jul. 2025.

MEDEIROS, M. O. et al. Diagnóstico do cumprimento da NR-18 pelas empresas construtoras da grande João Pessoa, vinte anos após sua revisão. **Revista Principia**, n.30, p.55-64, 2016. Disponível em:<https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n30p55-64>. Acesso em: 03 jul. 2025.

NING, X.; LAM, K.-C.; LAM, M. C.-K. Dynamic construction site layout planning using max-min ant system. **Automation in construction**, v. 19, n. 1, p. 55–65, 2010. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.09.002>. Acesso em: 03 jul. 2025.

NING, X.; LAM, K.-C.; LAM, M. C.-K. A decision-making system for construction site layout planning. **Automation in construction**, v. 20, n. 4, p. 459–473, 2011. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.11.014>. Acesso em: 03 jul. 2025.

OSMAN, H. M.; GEORGY, M. E.; IBRAHIM, M. E. A hybrid CAD-based construction site layout planning system using genetic algorithms. **Automation in construction**, v. 12, n. 6, p. 749–764, 2003. Disponível em:[https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(03\)00058-X](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(03)00058-X). Acesso em: 03 jul. 2025

PEREIRA, M. G. **Planejamento de operação dos equipamentos de movimentação de materiais em canteiros de obras: diretrizes baseadas em estudo de caso**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Porto Alegre, 2011. Disponível em:<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/39145?locale-attribute=en&show=full>. Acesso em: 03 jul. 2025

QUINDERÉ, A. **Por que adotar uma gestão por indicadores na construção civil**. 2022. Disponível em: <https://agilean.com.br/gestao-por-indicadores-na-construcao-civil>

ROUSSELET, E. S. **Manual de procedimentos para implantação e funcionamento de canteiro de obras na indústria da construção**. Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança. Rio de Janeiro, 2004.

SALES, A. L. F.; BARROS NETO, J. P.; GOUVEIA, B. C. S. A utilização da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor na gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras. In: **SIMPEP**, 11., 2004, Bauru. Anais... Bauru: SIMPEP, 2004.

SAURIN, T.; FORMOSO, C. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. - (Recomendações Técnicas HABITARE, v. 3)112 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/235120>. Acesso em: 03 jul, 2025..

SILVA, D. M.; SOARES, J. J. S. **Canteiro de obras e seus procedimentos primários**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Gama-DF, 2022.

SILVA JUNIOR, A. M. Aplicação da NR-18 em canteiro de obra: revisão de literatura. **Engineering Sciences**, v.8, n.2, p.18-25, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2020.002.0003>. Acesso em: 03 jul. 2025.

SOUZA, U. E. L. **Projeto e implantação do canteiro**. O Nome da Rosa. 2000.

VENTURINI, J. **Proposta de ações baseadas nos 11 princípios Lean Construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Santa Maria, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/28927>. Acesso em: 03 jul. 2025.