



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA  
CCT – CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ADRIANO VITOR BATISTA NOVAIS**

**LOGÍSTICA, PLANEJAMENTO, PRODUTIVIDADE E ANÁLISE COMPARATIVA  
NOS CANTEIROS DE OBRAS EM SÃO LUIS - MA**

São Luís – MA

2018

**ADRIANO VITOR BATISTA NOVAIS**

**LOGÍSTICA, PLANEJAMENTO, PRODUTIVIDADE E ANÁLISE COMPARATIVA  
NOS CANTEIROS DE OBRAS EM SÃO LUIS - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado como um dos requisitos para  
a conclusão do curso de Engenharia Civil  
da UEMA – Universidade Estadual do  
Maranhão.

Orientador: Eng. Civil Dr. Jorge Creso  
Demétrio Cutrim.

São Luís – MA

2018

Novais, Adriano Vítor Batista.

Logística, planejamento, produtividade e análise corporativa nos canteiros de obras em São Luís – MA / Adriano Vítor Batista Novais.– São Luís, 2018.

87 f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof.Dr. Jorge Creso Demétrio Cutrim.

1.Planejamento. 2.Canteiro de obras. 3.Projeto. I.Título

CDU: 69.055(812.1)

**ADRIANO VITOR BATISTA NOVAIS**

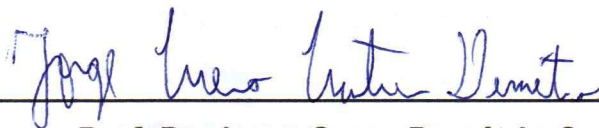
**LOGÍSTICA, PLANEJAMENTO, PRODUTIVIDADE E ANÁLISE COMPARATIVA  
NOS CANTEIROS DE OBRAS EM SÃO LUIS - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado como um dos requisitos para  
a conclusão do curso de Engenharia Civil  
da UEMA – Universidade Estadual do  
Maranhão.

Orientador: Eng. Civil Dr. Jorge Creso  
Demétrio Cutrim.

Aprovado em: 04/07/2018

**BANCA EXAMINADORA**



---

**Prof. Dr. Jorge Creso Demétrio Cutrim**

Universidade Estadual do Maranhão



---

**Prof. Esp. Joao Aureliano de Lima Filho.**

Universidade Estadual do Maranhão



---

**Prof. Me. Airton Egydio Pentinelli**

Universidade Estadual do Maranhão

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por colocar em minha vida todas as pessoas que me deram força para chegar até aqui e por sempre me manter no caminho certo.

A meus pais Murilo Novais e Márcia Novais pelo amor, ensinamentos, apoio e maior motivação para eu chegar até aqui, por serem os responsáveis por quem sou e fiz.

A meu irmão e segundo pai Álvaro Novais, por sempre estar ao meu lado, por ser meu amigo e alicerce em todos os momentos que precisei, por ser minha inspiração como pessoa e profissional que é.

A minha namorada Thalia Lacerda, por me apoiar nos momentos mais difíceis, pelo carinho e atenção sempre quando precisei, por me levantar nos momentos que pensei em desistir, sou muito grato por tudo.

A toda minha família Batista Novais por ser a base de tudo e proporcionar momentos que me motivaram a chegar até aqui.

A meu melhor amigo Vitor Hugo, por estar sempre ao meu lado nesses longos anos, por me ajudar e apoiar nos momentos difíceis.

A meus amigos Júnior Carvalho, Iderlan Alves, Gabriel Sousa e Tainam Ferreira por estarem sempre ao meu lado dando apoio fundamental para chegar até aqui.

A meu orientador Prof. Dr. Jorge Creso por todo o suporte, disponibilidade e conhecimento indispensáveis para conclusão do meu grande objetivo.

A UEMA, para sempre primeira Escola de Engenharia do Maranhão, a qual tenho orgulho de fazer parte da história, por me proporcionar todo conhecimento necessário para realizar um sonho.

A todos que me apoiaram direta ou indiretamente, o meu agradecimento.

## RESUMO

Este trabalho apresenta toda estrutura necessária e o devido planejamento, respeitando as leis e as normas vigentes, para implantação de um canteiro de obras produtivo e analisa as diferentes dificuldades encontradas e proporcionar as condições necessárias de execução dos serviços dentro do canteiro de obras durante fases de execução da obra. A organização do canteiro de obras é fundamental para o bom desenvolvimento das atividades, para evitar desperdícios de tempo, perdas de materiais e falta de qualidade dos serviços executados. A logística tem uma responsabilidade muito grande nesse contexto, a qual deverá procurar dar sua contribuição na elaboração do planejamento, organização e projeto de layout para que todo o processo de desenvolvimento da obra transcorra da melhor forma possível. O projeto de um canteiro tem uma influência muito grande nos tempos de deslocamentos e na movimentação de materiais, interfere na execução das atividades, assim como na produtividade como um todo. Através de um planejamento prévio do projeto de layout do canteiro observou-se que o aumento do fluxo físico e de informações é notório e fundamental para o andamento da obra. E como resultado, uma maior eficiência entre operários e materiais, além da diminuição de prejuízos com insumos desperdiçados, mal utilizados ou armazenados de forma equivocada.

Palavras-chave: Planejamento; Canteiro de Obras; Projeto.

## **ABSTRACT**

This paper is aimed at presenting the required structure and planning, with respect to the effective laws and rules, towards the implementation of a productive construction site, while examining the various troubles found and proposing the service execution conditions inside a given site during construction phases. The construction site's organization is the key for the good development of activities, since it enables teams to avoid waste of time, construction material losses and low quality on provided services. The logistics has a great liability on this matter, in which it should seek giving its own contribution into the planning, organization and layout project preparation, so that all the development process runs efficiently. Finally, the site project has a strong influence on materials displacement and affects the activities, thus playing a big role on the overall productivity. Through previous planning of the layout of the site, it was observed that the increase of the physical and information flow is notorious and fundamental for the progress of the work. And as a result, greater efficiency between workers and materials, as well as the reduction of losses with inputs wasted, misused or stored in the wrong way.

Kenyword: Planning; Construction Site; Project.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Proposta para desenvolver integração entre produto e produção no projeto do canteiro de obras. -----	15
Figura 2 – Sequência para elaboração do projeto definitivo do canteiro de obras. --	16
Figura 3 – Sistema SLP-----	19
Figura 4 - Carta de interligações preferenciais -----	20
Figura 5 - Dois tipos de disposição para layout do canteiro de obras.-----	21
Figura 6 - Alternativa 1. -----	21
Figura 7 – Alternativa 2. -----	22
Figura 8 - Exemplo de armazenamento com pallets. -----	31
Figura 9 - Armazenamento de entulho. -----	31
Figura 10 - Refeitório -----	33
Figura 11 - Banheiros.-----	34
Figura 12 - Exemplo de escritório com uso de contêiner. -----	35
Figura 13 - Processo input-transformação-output. -----	37
Figura 14 - Ferramentas de Gestão de Logística. -----	40
Figura 15 – Fluxograma para atividades em um planejamento de canteiro de obras. -----	42
Figura 16 – Fluxograma de sequência e trajetória em uma obra de um edifício. ----	43
Figura 17 - Circulação no canteiro obra A.-----	49
Figura 18 - Circulação canteiro obra A.-----	49
Figura 19 - Refrigeradores nos containers. -----	50
Figura 20 - Escoras de madeira. -----	51
Figura 21 - Estoque de tijolos. -----	51
Figura 22 – Estoque de andaimes. -----	51
Figura 23 - Central de argamassa.-----	52
Figura 24 - Estoque de cimento.-----	52
Figura 25 - Entrada e saída de veículos. -----	53
Figura 26 - Circulação de veículos. -----	53
Figura 27 - Layout existente. -----	54
Figura 28 - Layout sugerido. -----	55
Figura 29 - Refeitório. -----	56
Figura 30 - Escritórios. -----	57



Figura 31 - Almoxarifado.-----	58
Figura 32 - Central de argamassa e armazenamento de materiais. -----	58
Figura 33 - Utilização de tendas. -----	59
Figura 34 - Entulhos aglomerados. -----	59
Figura 35 - Tapume metálico. -----	60
Figura 36 - Layout atual.-----	61
Figura 37 – Layout sugerido. -----	61
Figura 38 - Fachada da obra C. -----	63
Figura 39 - Central de formas obra C. -----	64
Figura 40 - Refeitório obra C. -----	64
Figura 41 - Deslocamento do elevador de cremalheira para pavimento superior.----	65
Figura 42 - Entrega de insumos no subsolo para ser armazenado no pavimento térreo.-----	66
Figura 43 - Armazenamento de aço e bloco cerâmico no pavimento térreo. -----	66
Figura 44 - Descarga de ferragem atual. -----	67
Figura 45 - Descarga de ferragem sugerida. -----	67
Figura 46 - Dutos de entulho prontos para uso. -----	68
Figura 47 - Descarte de entulho por dutos. -----	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas de alguns insumos na construção civil.....	30
Tabela 2 - Resumo e descrição dos resultados obtidos. ....	71



## SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT .....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS .....	9
1. INTRODUÇÃO .....	7
1.1 OBJETIVOS .....	9
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>9</b>
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.1 Canteiro de obras .....	11
2.2 Projetos .....	12
<b>2.2.1 Projeto de produção .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2 Projeto do canteiro .....</b>	<b>14</b>
2.3 Layout.....	16
<b>2.3.1 Método SLP .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.2 Disposição do layout .....</b>	<b>21</b>
2.4 Tipos de canteiro de obras .....	22
2.5 Passos para padronização/organização do canteiro.....	24
2.6 Instalações provisórias, componentes e maquinários do canteiro.....	29
<b>2.6.1 Armazenamento .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.2 Áreas de vivência.....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.3 Áreas de apoio .....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.4 Entrada e saída de veículos/pessoas .....</b>	<b>35</b>
<b>2.6.5 Central de forma e aço.....</b>	<b>35</b>
2.7 Processos produtivos no canteiro de obras .....	36

<b>2.7.1 Logística na construção civil .....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.2 Fluxos Físicos .....</b>	<b>40</b>
<b>2.7.3 Fluxograma.....</b>	<b>41</b>
<b>2.7.4 Fluxo de informações .....</b>	<b>43</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>47</b>
4.1 Obra A .....	47
4.2 Obra B .....	56
4.3 Obra C .....	62
4.4 Resultados e discussões .....	69
5. Conclusão .....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73



## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil sempre representou ao menos os três primeiros melhores desempenhos em relação ao PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, seja ele relacionado à indústria ou serviços em geral. Sendo assim um setor de suma importância para a economia do país, representando, nos últimos anos, uma média percentual em torno de 5% segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

O subsetor de edificações da construção civil, por ser o mais valorizado e de maior percentual de material, mão-de-obra e demais serviços, infelizmente acaba sendo também a área de maior negligência, apresentando na maioria das vezes índices altos de desperdícios e pouca produtividade em relação ao tempo e custo benefício. Isso pode ser explicado principalmente pela falta de mão de obra qualificada, tecnologia atrasada em relação a países desenvolvidos e a falta de gestores administrativos para suprir a falta de capacidade técnica.

O canteiro de obras especificamente é sem dúvidas o ponto inicial para o início de uma obra bem executada, comumente chamada de “alicerce” da obra. É nele que começam os primeiros obstáculos, já citados anteriormente. Segundo Vieira (2006), a principal preocupação dos gestores de uma obra está sempre voltada aos aspectos técnicos do projeto arquitetônico-estrutural, sem dar a devida importância aos desperdícios, prazos e retrabalhos, que se dá conta a falta de gerenciamento do fluxo de suprimentos, materiais e mão-de-obra do próprio canteiro, o que influencia diretamente a produtividade e eficácia da construção.

O planejamento de um canteiro de obras pode ser definido como o planejamento do layout e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. O planejamento do layout envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem (FRANKENFELD, 1990).

Com a implantação da NR 18 (Norma Regulamentadora) – Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção, tornou-se obrigatório que os estabelecimentos com vinte ou mais trabalhadores, o acompanhamento e

adequação as normas do PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), que exige entre outros aspectos, o arranjo físico inicial do canteiro de obras, e juntamente as exigências do consumidor, incentivar as empresas a analisarem seus sistemas de produção e organização de seus canteiros de obras.

Para Vieira (2006), a gestão logística desenvolvida nos suprimentos de materiais e serviços é a principal responsável pela ineficiência produtiva, e é essencial atribuir maior enfoque aos aspectos logístico da produção. A logística deve ser dividida e possuir seu supervisor específico, agindo de forma integrada com o coordenador responsável pelo projeto.

Assim, conforme já dito, o planejamento de canteiro em particular tem sido um aspecto mais negligenciado na construção, sendo que as decisões são tomadas na medida em que os problemas surgem durante a execução da obra. Com o resultado, os canteiros de obras deixam de perder em termos de organização, segurança e produtividade.

Apesar de as vantagens operacionais e econômicas de um eficiente planejamento de canteiro serem mais óbvias em empreendimentos de maior porte e complexidade (RAD,1983), é ponto pacífico que um estudo criterioso do layout e da logística do canteiro deve estar entre as primeiras ações para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais e humanos empregados na obra, qualquer que seja seu porte (SKOYLES, 1987).

Embora seja reconhecido que o planejamento do canteiro desempenha um papel fundamental na eficiência das operações como o cumprimento de prazos, custo e qualidade da construção, os gerentes geralmente aprendem a realizar tal atividade somente através de tentativa e erro, ao longo de muitos anos de trabalho (TOMMELEIN,1992).



Rad (1983) também concluiu que raramente existe um método definitivo para o planejamento do canteiro, observando, em pesquisas junto a gerentes de obra, que os planos eram elaborados com experiência, no senso comum e na adaptação de projetos passados para situações atuais. Segundo o Guia da Construção, é importante que as experiências dos últimos canteiros instalados pela construtora, colhidas pelos integrantes da equipe, sejam trazidas para a discussão. Se para implementar canteiros mais complexos as construtoras podem contar com consultores especializados, é possível até mesmo ter profissionais contratados para ajudar a gerir o canteiro. A afirmação é tanta que hoje em dia já se conhecem empresas contratadas especializadas em logísticas construtivas, que possuem a função de assessorarem o recebimento, estocagem e rearranjo dos insumos trazidos à obra.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo geral realizar um estudo de caso em diferentes canteiros de obras na cidade de São Luís – MA, a fim de coletar dados relativos à logística, planejamento e produtividade dentro dos mesmos.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos pode-se citar:

- Realizar uma abordagem teórica geral sobre canteiros de obras.
- Coletar e analisar os dados físicos pessoais.
- Coletar e analisar os dados espaço físicos para uma melhor abordagem dos canteiros da cidade.

Buscar soluções para melhorar o andamento de um canteiro resultante do estudo de caso apresentado neste trabalho.

## 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco partes, sendo o capítulo atual apresentando introdução, objetivos, metodologia e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta conceitos básicos sobre processos produtivos na construção civil e sua relação com o canteiro de obras visando a logística, produtividade e produção, analisando informações e conteúdos bibliográficos.

No terceiro capítulo é destinado ao arranjo teórico do canteiro de obras, sua definição, juntamente com projetos e conceitos de layouts, englobando as diferentes etapas que as compõe.

O quarto capítulo é dedicado a análise feita no estudo de caso nas três obras distintas na cidade de São Luís.

Finalmente no quinto e último capítulo é apresentado a conclusão do trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Canteiro de obras

Para a ABNT NBR 12284 (1991), canteiro de obras tem definição como “áreas destinadas à execução e dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência”.

Onde áreas operacionais são aquelas onde se apresentam as atividades ligadas diretamente com a produção. Já áreas de vivência estão destinadas as atividades humanas, onde os operários atendem suas necessidades básicas de higiene pessoal, alimentação, lazer, descanso, convivência entre outros.

Para Ferreira (1998), a aplicação de novos métodos tecnológicos em um projeto de canteiro de obras, layout, pode preencher a falta de organização na produção, viabilizando a inserção de novos conceitos, aumentando níveis de qualidade, eficiência e produtividade, assim almejando maior eficácia no resultado final do empreendimento e possibilitando maior competitividade entre as empresas.

Na implementação de um projeto de canteiro de obras devemos sempre levar em conta os objetivos levados em questão para o produto final, visando sempre o melhor tipo de organização em que irão se destacar os materiais, equipamentos e operários. Todos esses deverão apresentar uma boa circulação entre eles, incorporando uma boa trabalhabilidade e execução de serviços nas diferentes fases da obra.

O que é importante frisar também, é a idealização do projeto do canteiro em diferentes etapas da obra, desde a limpeza do terreno até a finalização da obra, pois em determinados empreendimentos, como edifícios, o canteiro terá que se movimentar de acordo com o andamento dos pavimentos verticais. O que é diferente em algumas vezes em obras horizontais, onde o canteiro poderá se manter fixo, mantendo a circulação fluente.

Saurin (1997) sustenta a ideia que um planejamento deve ser idealizado com bastante antecedência, para estabelecer, por exemplo, a localização de cada material que vai desde a campainha do porteiro até a movimentação de um guincho, além dos instrumentos de segurança obrigatórios de um canteiro, como telas de

proteção e tapumes. Para isso deve-se então elaborar um layout para definir as instalações provisórias, de segurança, de movimentação e de armazenamento de materiais.

## **2.2 Projetos**

Um dos pontos mais negativos da indústria da construção civil é exatamente na parte da execução de projetos quando o mesmo é automaticamente interligado a relação tempo-financeiro, onde a principal preocupação está em pensar que a obra tem que ser finalizada o mais rápido possível, e com o menor custo. Porém na maioria das vezes os projetos são elaborados separadamente no decorrer da obra, e por diferentes autores.

Isso se deve a relação anteriormente falada, onde a obra é iniciada sem antes ter em mãos os projetos definitivos para que se possa executar a obra. Melhor dizendo, as obras são iniciadas muitas vezes no “jeitinho brasileiro”, sem saber ao certo como e/ou por quem será executada.

Para Cardoso (1998), é certeza que as informações contidas em um projeto, seja ele arquitetônico, executivo ou de canteiro de obras, disponibilizam uma fundamental importância para uma boa gestão no decorrer da obra. Sendo essas informações muito bem detalhadas, pois quando isso não sucede, é inevitável a ocorrência de problemas previamente não idealizados, que serão difíceis de resolver ou comprometeram o tempo de execução dos demais serviços.

Para Novaes (1998), existem dois conceitos para projeto. O estático, ligado ao produto efetivado no projeto, que destaca os elementos gráficos e descritivos, ou seja, a parte física e definitiva do projeto. E o projeto dinâmico, associado a parte em andamento da obra, que confere as mudanças que irão ser realizadas no processamento do empreendimento, e é nele que será estudado as soluções necessárias pros problemas que aparecerão no decorrer da obra.

É importante mencionar que nada valerá do projeto se não houver qualidade e capacidade de transmissão das informações corretas. De nada adianta o projeto ser possuidor de boas técnicas construtivas se estas não forem

comunicadas de forma inteligível ao pessoal da execução (Nascimento e Formoso, 1998).

### 2.2.1 Projeto de produção

Segundo Ferreira (1998), o projeto de produção deve conciliar quatro grandes fases do planejamento de produção, são eles: o planejamento estratégico da produção, planejamento tático da produção, planejamento operacional da produção e o detalhamento do planejamento operacional da produção.

A definição de projeto de produção para Melhado (1994) é:

*“... um conjunto de elementos de projetos elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de disposição e sequência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro de obras; dentro outros recursos vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora”.*

Ainda sobre o projeto de produção, é importante frisar que o mesmo deve informar corretamente e de forma transparente as configurações e as propriedades físicas do produto, tendo como foque principal a garantia de qualidade e implementação de novos conhecimentos, que venham a somar com as melhorias de tempo, custo e uso do produto na construção (Oliveira, 2001).

Franco (1992) diz que o projeto da produção correlaciona ainda o projeto dos processos, projeto do canteiro, a organização do empreendimento, o sistema de informações e o sistema de planejamento e controle.

Avaliando esses fatores importantes citados acima, é possível identificar e definir algumas maneiras mais convenientes de execução durante a obra. Para Silva e Cardoso (2000), existem como exemplos:

- a) Forma de marcação da alvenaria;
- b) Quantidade e a altura das diversas fiadas a serem executadas;
- c) Localização precisa das instalações a serem embutidas;

- d) Tipo de bloco a ser utilizado em cada situação;
- e) Sequência de execução das diversas paredes em um andar, bem como das diversas operações na execução de uma parede.

Dessa forma analisa-se de melhor maneira os projetos vinculados a essas informações, melhorando o tempo das atividades através do planejamento prévio, agilizando o fluxograma de serviços, produtividade e logística no canteiro.

### 2.2.2 Projeto do canteiro

O projeto do canteiro é o serviço integrante do processo de construção, responsável pela definição do tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, fixas e temporárias, e das vias de circulação, necessárias ao desenvolvimento das operações de apoio e execução, durante cada fase da obra, de forma integrada e evolutiva, de acordo com o projeto de produção do empreendimento, oferecendo condições de segurança, saúde e motivação aos trabalhadores e execução racionalizada dos serviços (FERREIRA; FRANCO, 1998).

O vínculo entre o projeto do canteiro e a qualidade das informações trazidas por ele, está estritamente ligado ao funcionamento do mesmo, pois será essa intermediação que dirá se o planejamento para elaboração do produto está correto, se a composição do projeto efetuará a previsão de custos, fluxo dos serviços na construção, cronogramas de materiais e mão-de-obra.

É importante observar que, como existe um fluxo de informações e serviços ao decorrer da obra, o projeto do canteiro deve se adequar as sequências das atividades, se não se resumir a um planejamento físico fixo, ou seja, se adequando apenas as plantas que sujeitam onde cada espaço ou equipamento deverá ficar.

Para Oliveira (2001), antes que sejam definidas as fases iniciais, preliminares e finais de um canteiro de obras, devem-se atender os seguintes itens:

- a) Anteprojeto arquitetônico;
- b) Metas;
- c) Requisitos e diretrizes;

- d) Condicionamentos da produção;
- e) Processo construtivo;
- f) Plano de ataque;
- g) Cronogramas de materiais;
- h) Cronogramas de mão-de-obra;
- i) Principais marcos existentes que impliquem em alterações substantivas na alocação no canteiro de obras.

Ferreira (1998), afirma que o projeto do canteiro de obras é integrado ao projeto de produção, e tem como sequência de formação, a iniciativa na definição do programa de necessidades (PN), progredindo associadamente com o projeto do produto, através dos períodos de preparação do estudo preliminar (EP), anteprojecto (AP) e projeto executivo (PE).

Podemos observar melhor essa proposta através da sistemática de Melhado (1994), nas figuras 1 e 2.

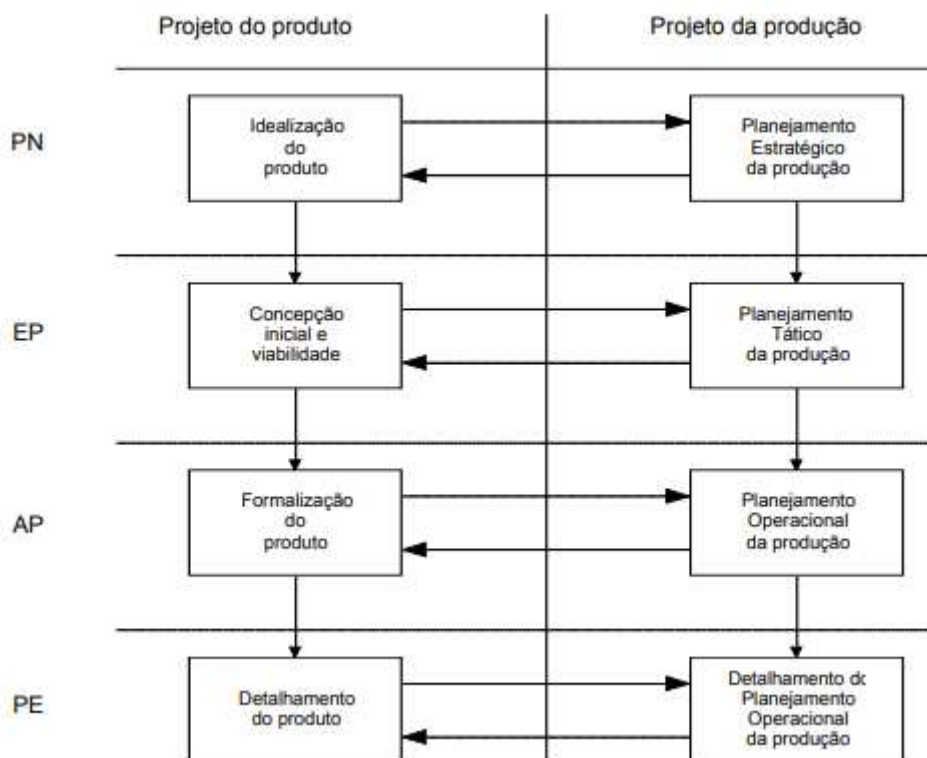


Figura 1 - Proposta para desenvolver integração entre produto e produção no projeto do canteiro de obras.

Fonte: Melhado (1994).

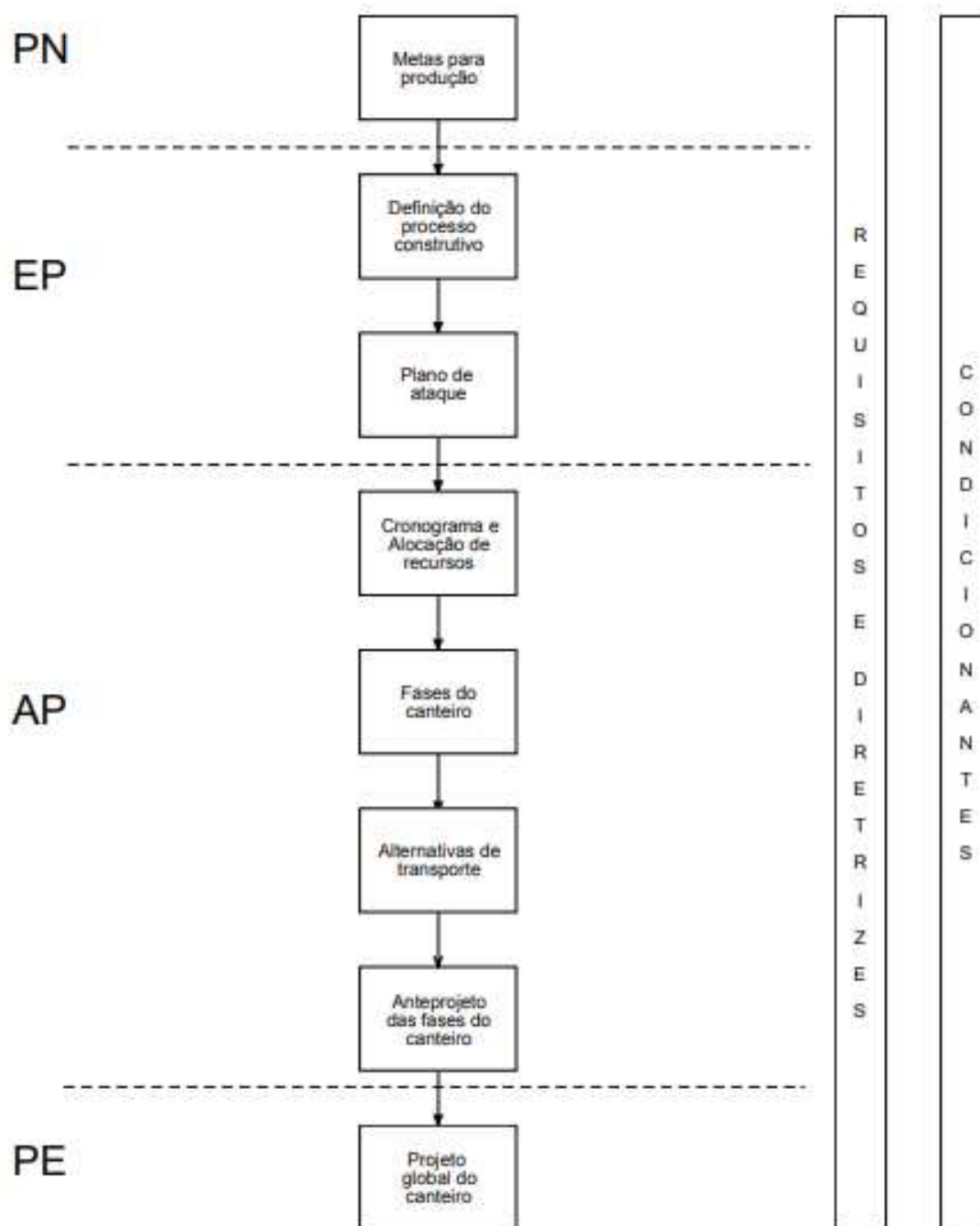


Figura 2 – Sequência para elaboração do projeto definitivo do canteiro de obras.

Fonte: Melhado (1994).

### 2.3 Layout

Corrêa e Corrêa (2010) definem *layout* como arranjo físico, que é nada menos que a disposição de equipamentos, máquinas, assessorios, trabalhadores,



estocagem de materiais, espaços físicos e todos os recursos disponíveis dentro da obra que serão aplicados para as diferentes operações dentro do canteiro.

Quando se estuda um projeto de *layout*, surgem diversas alternativas, cada uma favorecendo ou não a excelência de determinado atributo, Saurin (1997). Ou seja, pode-se definir várias maneiras de manipular a estrutura de um *layout*, variando de acordo com a conformidade que for necessária e apropriada para cada caso, dando prioridade ao grau de importância levando em consideração as variáveis correspondentes aos critérios das atividades. Saurin (1997).

Essas variáveis na maioria dos casos devem priorizar, por exemplo, o manuseio de materiais, flexibilidade entre materiais e operários, segurança dentro da obra, prioridade de execução, preservação de equipamentos, entre outros critérios.

Segundo Rad (1983, apud SAURIN 1997), o custo e a complexidade são aspectos importantes que devem ser analisados para apuração e execução do método mais coerente do *layout*. Frisando também, independentemente do método, a utilização de ferramentas que facilitem a observação visual durante os serviços.

Englobando os tipos gerais de *layouts*, para Muther (1978), existem basicamente três opções: o *layout* simples (que abrange um só produto), *layout* funcional (quando há uma grande quantidade de produtos) e os *layouts* posicionais ou fixos, esses sim utilizados na construção civil.

O *layout* posicional, também chamado de *projects* é definido quando arranjo físico é posicionado de forma fixa e fica à espera ou de forma a alojar dos insumos (equipamentos, materiais, veículos, operários), porém é importante observar que nem sempre todos os espaços se manterão estáticos, pois com o andamento da obra, alguns equipamentos e materiais serão reposicionados, como acontece principalmente em grandes obras e obras verticais. Além disso, o preparo de fôrmas, argamassa e corte de ferro, por exemplo, exigirá uma variação específica no canteiro, dependendo do arranjo do espaço.

A análise da planta de *layout* é útil para a identificação de problemas relacionados ao arranjo físico, permitindo observar, por exemplo, a localização equivocada de alguma instalação (Saurin e Formoso, 2006). Infelizmente a maior parte dos empreendimentos não dispõe de projetos de canteiro de obras, o que

remetem problemas e imprevistos ao decorrer da obra. Isso leva principalmente a arrumação incerta de um arranjo muito das vezes feito à mão, em um croqui, não supervisionado. Levando em conta esses aspectos, Marcondes (2005), apresenta alguns tópicos para idealização do projeto de *layout*:

- a) Projetos executivos revisados e compatibilizados;
- b) Cronograma físico;
- c) Cronograma de compras;
- d) Especificações técnicas da obra;
- e) Definição sobre compra de argamassas e/ou concretos prontos;
- f) Norma Regulamentadora 18 – Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção civil;
- g) Produtividade dos operários para diversos serviços da obra;
- h) Estudos de inter-relacionamento homens/máquinas e equipamentos;
- i) Definição da equipe técnica;
- j) Definição do máximo de funcionários na obra;
- k) Definição dos processos construtivos a serem utilizados;
- l) Endereço da obra;
- m) Fornecimento de água potável;
- n) Fornecimento de energia elétrica, entre outras.

### 2.3.1 Método SLP

Pretendendo um arranjo físico ainda mais eficaz, Muther (1978) considerou o SLP (Systematic Layout Planning), como um dispositivo apto para uma melhora sistemática no planejamento do canteiro de obras. O SLP se define como uma ferramenta optativa que agrega vários fatores em um modelo de mecanismos e preceitos para visualização, identificação e avaliação dos elementos dos espaços envolvidos.

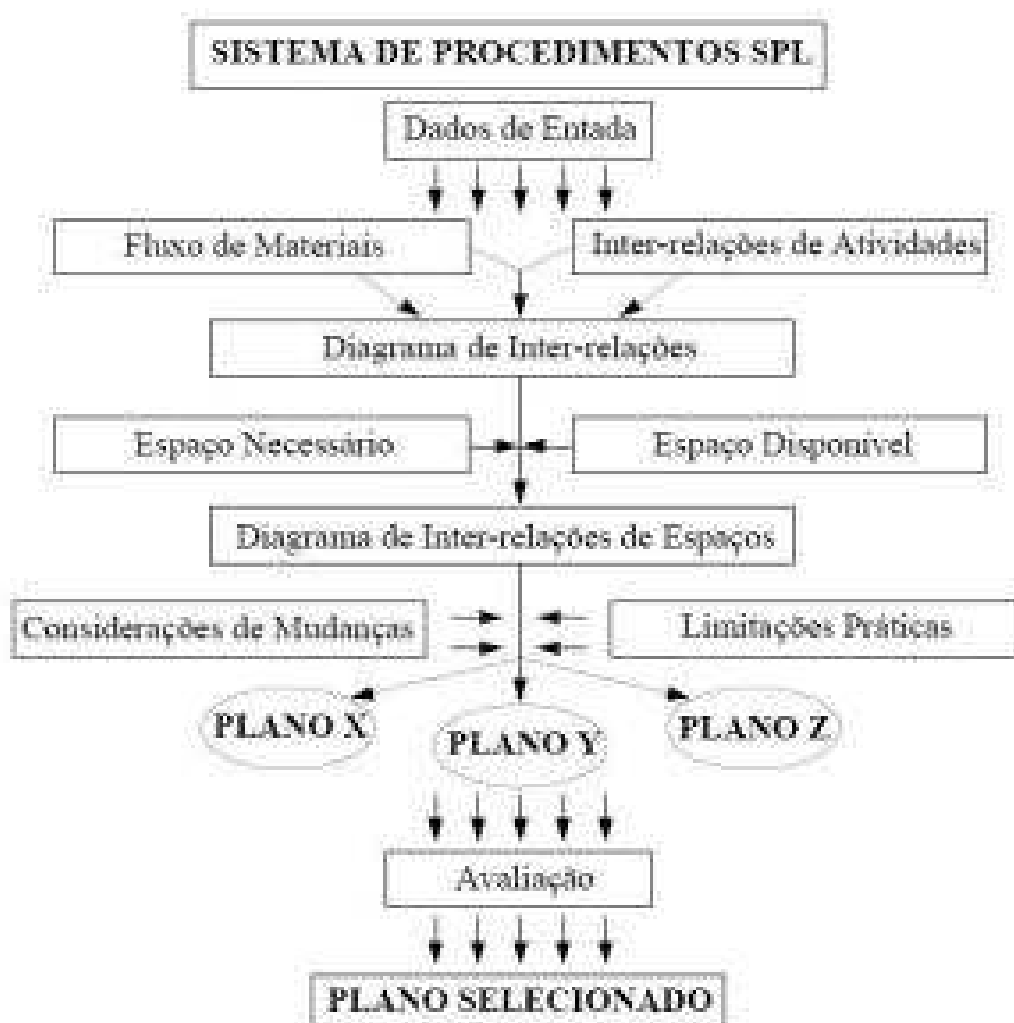


Figura 3 – Sistema SLP

Fonte: Elias et al. (1998).

De acordo com o sistema SLP, todo planejamento de arranjo físico se baseia em três conceitos básicos, independente do produto, processo ou extensão do projeto (Elias et al, 1998). São eles:

- Inter-relações; nível de proximidade que cada atividade tem com outra;
- Espaço; posicionamento correto dos insumos de acordo com sua forma, tipo e quantidade;
- Ajuste; arranjo físico do espaço, materiais e operários da melhor forma possível.

**CARTA DE INTERLIGAÇÕES PREFERENCIAIS**

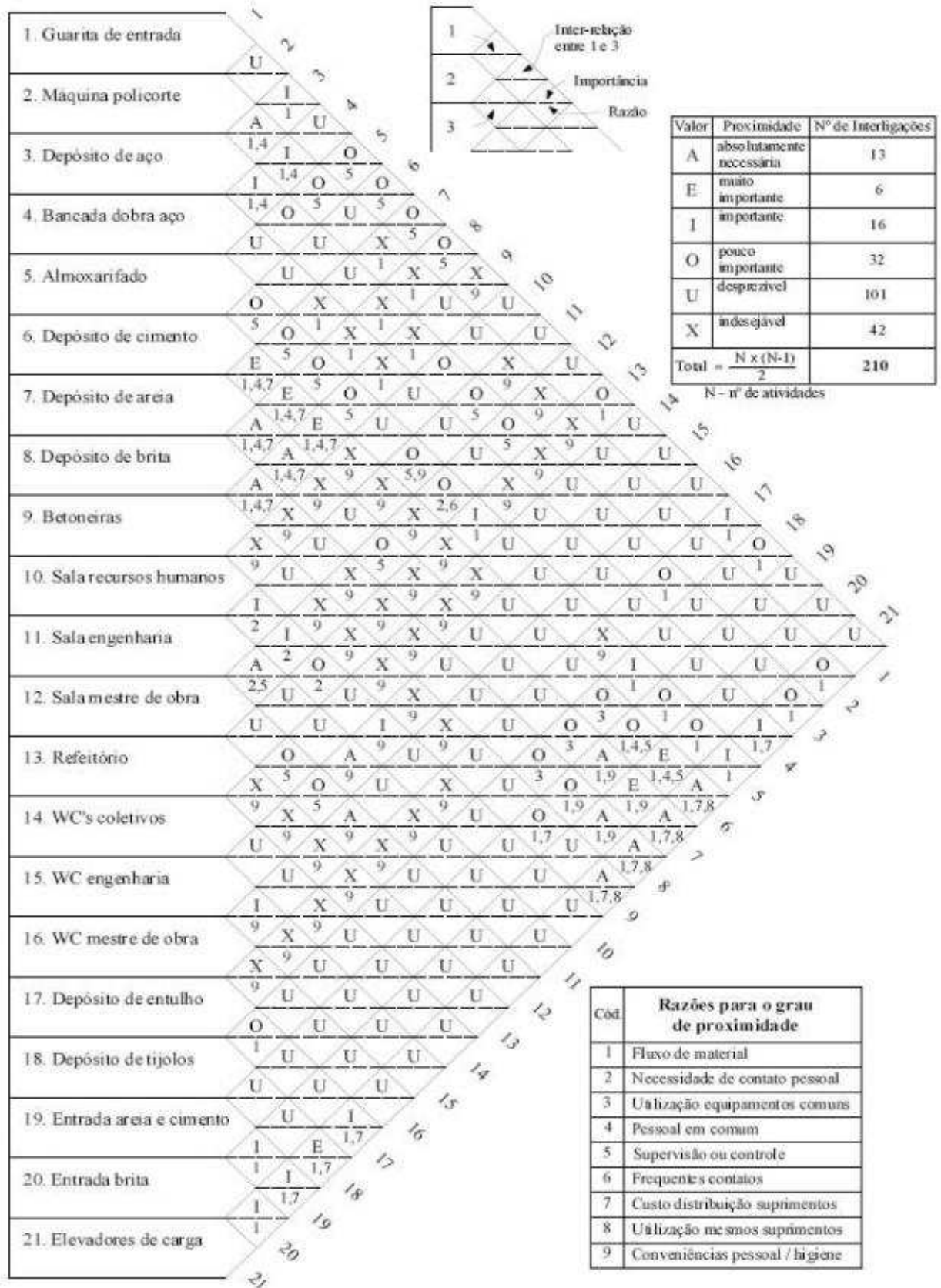


Figura 4 - Carta de interligações preferenciais

Fonte: Elias et al. (1998).

### 2.3.2 Disposição do layout

Segundo Saurin (1997), a disposição pode variar de acordo com a necessidade e espaço em que for mais adequado para as atividades recorrentes dentro do canteiro, ele ressalta dois tipos de organização como mostra a figura 5.

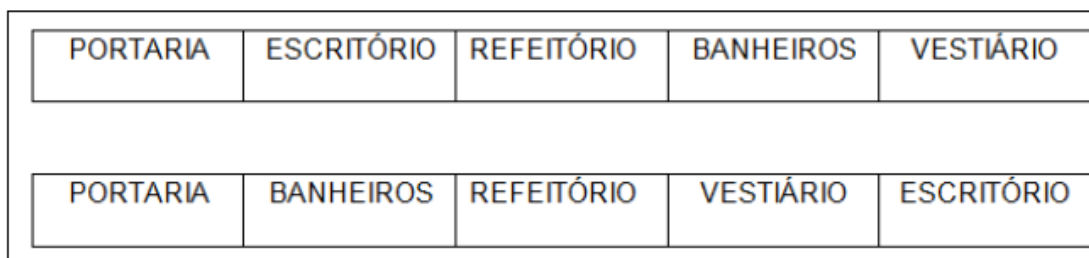


Figura 5 - Dois tipos de disposição para layout do canteiro de obras.

Fonte: Saurin, (1997).

Ainda para Saurin (1997), a relação que cada setor do canteiro possui com os demais, interfere diretamente com a forma que eles serão posicionados. Nas figuras 6 e 7, pode-se observar essa dependência de proximidade. Simplificando, podemos imaginar um centro A que depende de uma proximidade maior com os centros D e B, então esses terão que ser posicionados de uma forma viável para que todos eles se comuniquem com mais facilidade.

Isso pode ocorrer, por exemplo, com um centro de corte de ferro, que apesar de depender de uma proximidade maior com o depósito de ferro, não deve ser posicionada próxima de áreas com muito movimento. Assim como por outro lado, existem setores que devem ser centralizados por ser bastante utilizado em muitas atividades ao decorrer de todo o tempo de execução da obra, o que ocorre com o posicionamento das betoneiras na maioria das vezes. Esse último exemplo pode ser visto na figura 7.

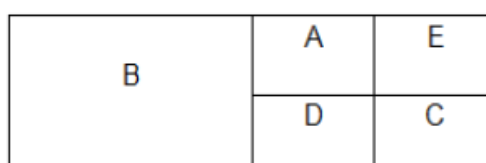


Figura 6 - Alternativa 1.

Fonte: Autor (2018)

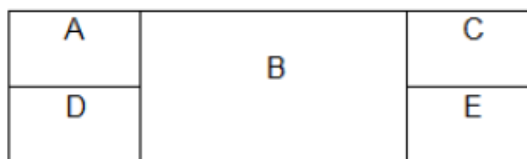


Figura 7 – Alternativa 2.

Fonte: Autor (2018)

Com um arranjo adequado e previamente projetado para o layout, podemos então verificar vários aspectos que podem ser aprimorados e que atualmente são vistos como problemas comuns e rotineiros dentro do canteiro de obras, como:

- a) Ganho significativo de espaço e tempo;
- b) Redução de movimentos de operários e equipamentos;
- c) Redução de atividades desnecessárias;
- d) Melhor controle de qualidade;
- e) Diminuição do excesso de perda de materiais;
- f) Segurança e melhoria nas condições de trabalho;
- g) Aumento da produtividade;
- h) Maior integração entre os setores da obra;
- i) Maior versatilidade para mudanças imprevistas ao decorrer da obra;
- j) Entre outros aspectos.

## 2.4 Tipos de canteiro de obras

A norma regulamentadora (NR – 18) define três tipos de canteiro de obras em amplos, restrito e linear, esse último também chamado de longo e estreito.

Illingworth (1993) caracteriza esses tipos de forma sucinta visando as demais maneiras que uma obra pode se comportar, de acordo com seus interesses e ao mesmo tempo com os limites territoriais que ela suportará. Abaixo estão citados os diferentes tipos exemplificados:

- a) Amplos: onde a obra ocupa uma área considerada pequena em

comparação com o terreno delimitado para as atividades. Nesse tipo o espaço físico existente para operários e equipamentos é de grande proporção, e não deve haver problemas de circulação, armazenamento de matérias e movimentação de veículos. Por outro lado, muitas vezes as acomodações diversas podem ficar distantes uma das outras ou da própria obra, levando a um desgaste físico um pouco maior dos trabalhadores. São exemplos desse tipo de canteiro: construções industriais, conjuntos habitacionais horizontais, escolas e hospitais de grandes dimensões, barragens, hidrelétricas, etc.

- b) Restritos: são considerados restritos aqueles instalados em terrenos pequenos, ou onde a obra ocupa a maior parte dele. E por isso na maioria das vezes são esses que apresentam uma quantidade maior de problemas e imprevistos, pois o acesso é limitado e os setores são posicionados de forma bem simplificada, sem possibilidades de alterações. Então é nesses que se deve ter um planejamento rigoroso para que haja um mínimo possível de imprevistos durante a execução da obra. São instalados principalmente em obras urbanas, reformas, construção de residências, entre outros casos.
- c) Lineares: instalados em obras longas e estreitas, geralmente são canteiros posicionados de forma periférica, possuem difícil acesso pelo número reduzido de entradas. Podem ser vistos em obras de linhas férreas, de redes de água, gás e petróleo, e alguns tipos de construções urbanas.

Infelizmente o ramo de construção civil muitas vezes é prejudicado pela falta de planejamento, e um dos aspectos é a escolha indevida do tipo de canteiro a ser adotado, ou mesmo pela não escolha. Isso acontece tendo em vista, principalmente, pela grande ramificação de opções diferentes de obras e empreendimentos, dificultando uma organização linear e comum.

Para minimizar esse tipo de problema, Illingworth (1993, apud Saurim e Formoso, 2006), adotam algumas maneiras de definir planos de entradas dos canteiros no terreno escolhido. Uma dessas maneiras é iniciar as atividades visando sempre a fronteira mais difícil, pois iniciando por outro lado, no decorrer da obra essa fronteira pode acabar dificultando ou impossibilitando os serviços restantes. Vegetações volumosas, construções e estruturas pesadas para demolição são alguns exemplos dessas situações.

Outra maneira é a abertura de áreas no térreo em obras verticais o mais breve possível, pois assim possibilita a locação de espaços que poderão ser utilizados para centro de atividades como espaço de vivência, armazenamento de materiais e circulação. Isso ameniza a falta de espaço e a dificuldade de circulação em canteiros mais restritos, pois são neles que possivelmente não haverá um *layout* definitivo previsto, tendo que ser modificado durante a execução da obra.

As dificuldades nos canteiros restritos podem também ser solucionadas através de métodos, citados abaixo, comumente utilizados na construção civil, que apesar de aplicarem um custo adicional relativamente alto no empreendimento, são soluções que aceleram o fluxo de execução da obra.

- a) Aluguel de terrenos vizinhos ao empreendimento, que podem servir como parte do canteiro de obras em instalações provisórias.
- b) Adotar uma central de canteiro de obras que auxiliem a empresa em todas as obras que estejam em execução, ajudando no transporte de cargas, armazenamento de materiais e serviços de monitoramento.

## **2.5 Passos para padronização/organização do canteiro**

Rad (1983), em um estudo junto com empresas norte-americanas, realizou uma enquete onde as construtoras se manifestaram a respeito da priorização nas instalações dos diversos setores no canteiro, baseando-se na



prioridade de aproximação entre eles e na importância que cada um representa dentro da obra.

Para Muther (1978), esse grau de proximidade deve ser dividido em sete níveis: absolutamente necessário, muito importante, importante, pouco importante, desprezível, indesejável e extremamente indesejável.

Na pesquisa feita por Rad (1983), observou-se que empresas que possuem estoques que necessitam de cuidados maiores e um controle mais rígido, como cargas perigosas, inflamáveis ou radioativas, priorizam montar os setores de armazenamento, já empresas que trabalham somente com materiais civis e mão-de-obra, possuíam dois tipos de raciocínio.

Um deles é a priorização de instalações para mão-de-obra, ou seja, os setores voltados para os funcionários, como vestiário, banheiros, almoxarifado, sala de projetos e escritório, e posteriormente as instalações de armazenamento. Isso se deve pelo fato que com a diminuição das distâncias entre área de trabalho e instalações, poderia baixar o custo da mão-de-obra e diminuir desperdícios de materiais.

Por outro lado, algumas construtoras preferem dar enfoque para instalações de armazenamento, visto que em algumas áreas o preço de movimentação de mão-de-obra pode se tornar mais caro que o movimento de materiais. Como exemplo, grandes painéis ou vigas metálicas em obras de edifícios, precisarão ser orientados por guias, o que se torna mais caro o movimento de materiais.

A única exceção, acordada entre todas as empresas, foi a priorização de instalações sanitárias, considerada primordial para necessidades dos trabalhadores. Sendo que em obras de edificações verticais, os banheiros podem ser instalados ao longo dos pavimentos, sem que fiquem restritos nos térreos ou subsolos.

Oliveira (2001), afirma que o um bom desempenho do canteiro esta impreterivelmente ligada a velocidade de produção, desempenho dos colaboradores e qualidade de serviço, isso em conjunto com o planejamento que envolve o produto, produção e projeto das etapas. E para ele, existem vários tópicos citados abaixo que são metas importante que ditam mudanças de planejamento no layout, podendo alterar a forma de execução e cronograma da obra.

- a) Liberação da primeira laje;
- b) Execução da pavimentação da periferia;
- c) Instalação da grua;
- d) Instalação de elevadores de carga e de pessoal;
- e) Início dos serviços de alvenaria;
- f) Início dos serviços de revestimento;
- g) Retirada da grua após a conclusão da estrutura ou da alvenaria;
- h) Instalação de elevadores permanentes;
- i) Retirada dos elevadores da obra;
- j) Término da obra molhada (encerramento dos trabalhos com argamassa).

No início das atividades dentro da obra, o principal objetivo é encontrar espaços adequados para instalação dos espaços provisórios visando também o armazenamento dos materiais e centros de serviços, como armazenamento de tijolos, areia, cimento, ferro, andaimes, alojamento para betoneiras, entre outros. É importante mencionar também que na etapa inicial o número de operários ainda se encontra bastante reduzido.

Para Saurin (1997), o plano inicial da obra está relacionado com a entrada dos operários, infraestrutura, até a desforma da laje do térreo, ou em casos de construções de um só pavimento, acabamento da infraestrutura. Ainda segundo ele, essa fase consiste com a execução de escavações, sistemas de contenção, execução de fundações, sistemas de drenagem, vigas baldrame e concretagem de lajes.

Com a liberação de espaço dentro da própria obra, alguns centros podem ser transferidos, como central de formas e armaduras. Assim desocupando áreas externas para entulhos e dando apoio maior para atividades com maior proximidade, aumentando a produtividade e desobstruindo vias de circulação.

Há também algumas maneiras de aprimorar o dimensionamento de espaços de apoio quando o canteiro de obras se encontra de uma forma muito restrita, o que ocorre bastante em obras de edifícios urbanos, onde áreas livres

passam a ser quase inexistentes. Souza (2000) menciona três técnicas em relação a esses imprevistos, quando não há recuo do subsolo em relação ao terreno natural:

- a) Executar fundações e escavações em duas etapas, pois assim segundo ele, haverá a possibilidade de exercer outras atividades na área que não será trabalhada, podendo até instalar centros provisórios. E a parte de fundação ou escavação não executado, será feita assim que as instalações puderem ser relocadas.
- b) Quando o tipo de escavação for de grande perímetro, poderá ser utilizado como espaço para instalações provisórias assim como containers, que possuem fácil acesso e fáceis de serem movimentados.
- c) Construir uma plataforma em balanço, a partir do alinhamento e apoiadas na própria contenção, para apoio de elementos do canteiro.

A etapa é considerada a mais volumosa e que requer um maior tempo de duração no processo intermediário onde se adequa a fase de superestrutura, visando o levantamento de toda estrutura de base, envolvendo pilares, vigas, lajes, cobertura e alvenaria de vedação. Nessa fase também ocorre a instalação de alguns itens essenciais para o canteiro, como elevadores de carga e de pessoal e algumas relocações de centros de atividades.

É importante frisar que nesta etapa, ocorre o aumento significativo de operações no canteiro, e por conseqüente o grande aumento de trabalhadores. E por isso, é imprescindível ter a certeza que as instalações provisórias já instaladas e fixas são suficientes para comportar todos os operários. Como exemplos primordiais são os banheiros, refeitórios e vestiários, além dos itens de segurança – EPIs (Equipamento de Proteção Individual).

Souza (2000) considera que nesta etapa se deve tomar mais cuidados em relação ao transporte de materiais, observando que nessa fase a quantidade de materiais descarregados é consideravelmente maior que a etapa passada, onde haverá um maior volume como blocos de concreto, aço, pré-moldados, entre outros.

Desta forma, a logística de armazenamento e transporte devem ser itens primordiais para que não haja uma baixa na produtividade.

Ainda segundo o autor, os locais de estoques devem estar devidamente apropriados e qualificados para o recebimento dos insumos, assim como o transporte do mesmo no interior da obra. O elevador de carga entra onde a obra começa a ganhar outros pavimentos, por isso é importante a locação em um local estratégico, onde ele possa atender a demanda desde o térreo até o ultimo pavimento, visto que esse equipamento é impossibilitado de possíveis alterações de posição, e é montado de acordo com o pavimento que está sendo firmado.

Quando o transporte de carga se torna lento ou ineficaz, se torna diretamente ligado à baixa produtividade dentro do canteiro, e por isso deve ser visto como um importante e fundamental item para o projeto de produção no layout. E apesar de muitas vezes não ser considerado como responsável por essa baixa, ou às vezes não planejado com mais transparência, em uma grande obra a perda de horas produtivas pode se tornar em resultados desastrosos no cronograma da obra.

Em relação às instalações provisórias que serão aplicadas a alterações de localidade, Saurin (1997) afirma que a locação dessas instalações muitas vezes não são em áreas optativas, e sim como únicas alternativas, pois principalmente em canteiros restritos onde há vegetação de grande porte ou mesmo falta de espaço físico para instalação das mesmas

Outro aspecto que o autor relata, são as instalações comumente localizadas no interior da obra, que apesar de apresentar algumas desvantagens como a perda de área de circulação, provêm lados positivos como os citados a seguir por ele:

- a) No interior da obra, os itens higiene e isolamento térmico encontram-se em melhores condições para o trabalho, em comparação a instalações locadas no subsolo ou em áreas externas;
- b) Na maioria das vezes não será preciso colocação de tapumes de madeira ou metal para delimitar as áreas de apoio ou de atividade, dependendo do arranjo arquitetônico da obra;

- c) Os operários ficam adeptos a uma maior segurança, assim como materiais armazenados, e as escadas mais próximas para movimento entre os pavimentos;
- d) O espaço externo fica disposto a outros tipos de instalações e livre para movimento de veículos.

Na fase final volta-se a diminuir o número de operários e fluxo de atividades, passando a ser obstáculo agora a desmobilização das instalações provisórias. Como a etapa tratasse das instalações hidráulicas, instalações elétricas, reboco, aplicação de esquadrias, pintura, acabamentos internos e externos e revestimentos da obra, todas as instalações apoiadas terão que ser relocadas ou retiradas. Em edifícios é comum identificar essa relocação para o subsolo, principalmente a parte de armazenamento. Em alguns casos, são depositados materiais nos próprios cômodos já finalizados dos pavimentos superiores.

Apesar de serem soluções não tão adequadas, são tomadas para o empreendimento ser cumprido no prazo determinado. Uma solução mais simples e adquirida nos últimos tempos em obras é a adoção de containers, que será visto mais tarde nesse trabalho.

## **2.6 Instalações provisórias, componentes e maquinários do canteiro**

### **2.6.1 Armazenamento**

Em cada etapa da obra deve-se usar uma planta de situação para dar maior segurança na definição de onde será armazenado tal material, visto que a quantidade deve aumentar ou diminuir dependendo da etapa de construção. É importante para isso, verificar a disponibilidade nas possíveis áreas de estoque, para que não venha a comprometer a qualidade do material. Além disso, e não menos importante, é necessário também um cálculo para analisar as previsões de entrega de materiais, evitando o acúmulo excessivo ou a falta de estoque.

Na tabela abaixo Franco & Souza (1997) exemplificam alguns tipos de materiais e suas dimensões para facilitar o cálculo prévio de insumos.

material	quantidade	características do estoque	área (m <sup>2</sup> )
cimento	200 sacos	pilhas c/ 10 sacos	8,4
cal	200 sacos	pilhas com 15 sacos	4,8
areia	10 m <sup>3</sup>	altura média de 0,8 m	12,5
bloco 14x19x39	1.000 un.	altura média de 1,6 m	7,5
argam. intermediária	1 m <sup>3</sup>	altura média de 0,3 m	3,4
chapas de compensado	75 chapas	até 75 chapas	4,5
argam. indust. em sacos	100 sacos	pilhas c/ 10 sacos	4,2
madeira serrada	320 m lin.	altura média de 0,6 m	6
azulejo / cerâmica	100 m <sup>2</sup>	altura média de 1,6 m	4

Tabela 1 - Medidas de alguns insumos na construção civil.

Fonte: Franco e Souza (1997).

É notório que o movimento de materiais para sua estocagem e circulação para atividades causam transtornos recorrentes aos operários, tanto por desgaste físico como por defasagem no fluxograma da obra, comprometendo outros serviços que poderiam estar sendo executados. A utilização de *pallets* é uma solução que pode ser adotada para facilitar a circulação através de guas ou guinchos, diminuindo o tempo de transporte.

Saurin (1997) defende a seguinte ideia:

*“... de pouco adianta definir a melhor localização para os estoques de materiais se não forem tomados os devidos cuidados com as condições de armazenagem e transporte. Ainda que o layout se preocupe em estabelecer locais de armazenagem que facilitem esses cuidados, certamente ocorreram perdas de materiais ocasionados por descuidos em relação aos procedimentos corretos de armazenagem.”*

Alguns construtores ainda, erroneamente, deixam de locar armazenamentos para entulhos, pela falta de planejamento ou por não acharem de suma importância. Porém o armazenamento de entulhos facilita bastante a remoção do mesmo na obra através de caminhões, desvinculando parte do trabalho braçal dos trabalhadores, evitando assim a perda de tempo e melhorando também a higiene pessoal dos operários, pois teriam acesso fácil e organizado para despejo de lixo.

Outro aspecto importante é o armazenamento de materiais em prateleiras e baias, e nomeação das características dos materiais com placas, o que facilita na identificação do material que será usado. Estoque de ferro, brita, areia e canos são exemplos.



Figura 8 - Exemplo de armazenamento com pallets.

Fonte: Autor (2018).



Figura 9 - Armazenamento de entulho.

Fonte: Autor (2018).

Visando dificuldades na circulação e armazenamento de materiais volumosos, Saurim & Formoso (2006), relatam que a utilização de pallets, carrinhos porta pallets e guias, são equipamentos primordiais para que esses materiais sejam entregues nas áreas em que serão utilizados, evitando a obstrução das vias de circulação.

O método chamado *Just in Time*, é defendido por Saurin (1997). Esse método consiste dentro da construção civil, na estocagem de matérias apenas no momento de execução ou próximo a ele. Segundo o autor, assim cabe um melhor aproveitamento e organização de armazenamento. Ainda ressalta que com a quantidade minimizada de estoque, o controle será mais preciso.

### 2.6.2 Áreas de vivência

A ABNT NBR 12284 (1991) define essas instalações provisórias como áreas que suprem as necessidades básicas dos operários como higiene pessoal, alimentação, lazer, descanso, convivência e atendimento de primeiros socorros, e estabelece que esses espaços devam ficar fisicamente distantes das áreas operacionais.

A norma ainda ressalta que essas áreas não devem ser locadas em ambientes fechados como subsolo ou em pavimentos distantes do térreo e de áreas abertas, pois no contrário dificultam o controle de limpeza e higiene da obra. Então o ideal segundo a norma é manter áreas de vivência em locais abertos e ventilados, e de certa forma próxima a área de descarte de entulho e lixo.

É importante frisar também que é obrigação da empresa locar sempre banheiros diferentes para ambos os sexos, mantendo uma distância segura prevendo quaisquer tipos de constrangimento das duas partes.

Ainda segundo a norma, os refeitórios não devem manter uma ligação direta com os banheiros, e em casos de obras viárias onde a instalação de mictórios e lavatórios não cabe a ser interligada em instalações hidráulicas, deve-se instalar banheiros químicos.

Em muitas obras é comum locar essas instalações provisórias em definitivo na obra, prevendo as instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas para



que se aproveite a mesma para as áreas de vivência, evitando o acréscimo de gastos.

Saurin (1997) reafirma essa ideia dizendo que se deve tentar coincidir as instalações definitivas para locar as instalações provisórias e desta forma evitar o adiamento de alguns serviços. Usar as divisões de alvenaria e os locais dos banheiros permanentes são exemplos desta técnica.

A norma regulamentadora NR 18, estabelece alguns critérios de dimensionamentos para as instalações sanitárias, como:

- a) Existência de um lavatório, um vaso sanitário e um mictório para cada 20 funcionários, ou um banheiro químico completo para cada 20;
- b) Um chuveiro para cada 10 operários;
- c) Uma área mínima de  $1,0\text{m}^2$  para cada vaso sanitário;



Figura 10 - Refeitório

Fonte: Autor (2018).



Figura 11 - Banheiros.

Fonte: Autor (2018).

### 2.6.3 Áreas de apoio

São exemplos de áreas de apoio o almoxarifado, escritórios, guaritas, portões de entrada e saída e plantão de vendas em algumas situações. O almoxarifado tem como principal função o controle da entrada e saída de materiais em estoque e ferramentas de trabalho.

É importante observar que nessas instalações, diferentemente das áreas de vivência, são utilizados durante quase todo o período diário, por isso apresentam maior circulação de materiais e de pessoal.

Saurim & Formoso (2006) relatam que alguns cuidados com a locação do almoxarifado que são relacionados diretamente com a produtividade do canteiro, é que ele por sua vez deve estar sempre próximo às instalações referentes ao escritório, estoque de insumos, descargas de insumos e elevador de carga.

Os autores mencionam ainda que o almoxarifado deve ter um prévio dimensionamento para comportar todo o material em circulação dentro da obra, evitando situações de insuficiência de armazenamento, o que por muitas vezes podem gerar estoques em áreas indevidas e comprometendo o material. Além disso, como em certo ponto de pico de atividades na obra, nas etapas intermediárias, a

quantidade de material aumenta consideravelmente, então se deve prever esse aumento em comparação com o início da obra.



Figura 12 - Exemplo de escritório com uso de contêiner.

Fonte: Autor (2018).

#### 2.6.4 Entrada e saída de veículos/pessoas

A entrada de operários ou visitantes deve possuir um fácil acesso e preferencialmente próximo as áreas de vivência escritório. Além disso, o solo deve ser pavimentado ou possuir condições adequadas para circulação de trabalhadores e equipamentos como carrinho de mão e pallets. É importante também manter separadas e distantes as distâncias entre as entradas de pessoas e veículos.

Para Saurin & Formoso (2006), essas medidas e um planejamento prévio do layout garantem uma maior segurança, pois irá diminuir o fluxo entre operários, veículos e materiais, e deixar mais claro o posicionamento do canteiro para qualquer pessoa.

#### 2.6.5 Central de forma e aço

Saurin (1997) ressalta que a central necessita de um espaço relativamente grande, e que por isso é necessário que a mesma se localize próximo ao armazenamento de aço e madeira, evitando o carregamento desses materiais por longos trajetos, comprometendo o fluxo da obra e tempo. Porém o autor também lembra que a central tem tempo determinado, e que por ser de grande dimensão, poderá dar lugar ou uma melhor circulação assim que for desmontada.

É importante observar também se o aço será dobrado e recortado dentro da obra, pois caso contrário o espaço para central será diminuído, pois não haverá necessidade para área central de armaduras, apenas seu armazenamento os identificando pela etiquetagem de fábrica.

## **2.7 Processos produtivos no canteiro de obras**

A função produção é central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é a única nem, necessariamente, a mais importante. Todas as organizações possuem outras funções com suas responsabilidades específicas. Embora essas funções tenham sua parte a executar nas atividades da organização, são (ou devem ser) ligadas com a função produção, por objetivos organizacionais comuns (SLACK, NIGEL, 2006).

Qualquer tipo de produção envolvendo serviços, nesse caso de construção civil, abrange transformações que em resumo estão ligadas ao que se chama *input*, que são as maneiras para se iniciar algum tipo de produção, assim como recursos ou condições para se chegar ao produto desejado, chamados de *output*. Esse processo é intermediado pelas transformações da natureza da própria produção.

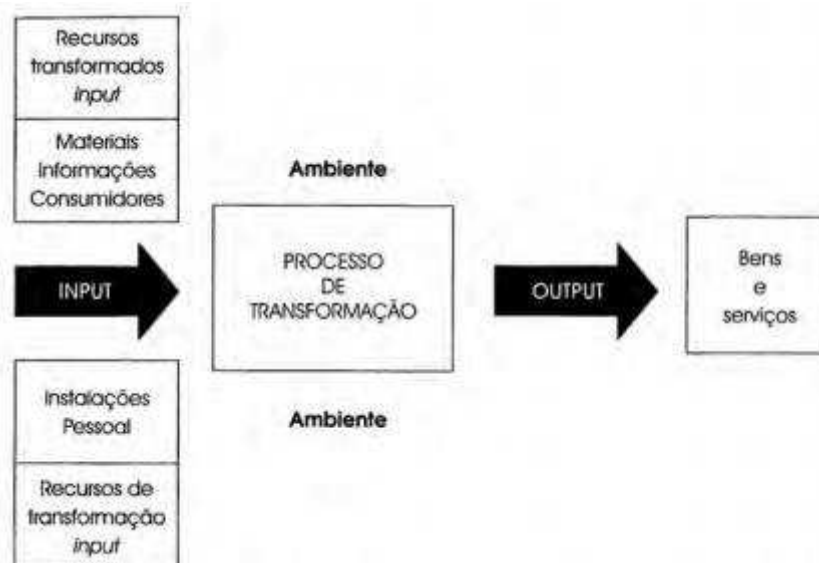


Figura 13 - Processo input-transformação-output.

Fonte Nigel Slack, 2006.

Na construção civil, temos em geral engenheiros, arquitetos, operários, empreiteiros, fornecedores como terceirizadas e toda matéria prima destinada a construção formando os *inputs*. As transformações são as mudanças derivadas dos serviços que dependem dos insumos e da própria mão-de-obra, seguindo os passos dos projetos executivos em questão, que resulta na construção do empreendimento, denominado *output*.

Dentro dessas transformações serão abordados os processos produtivos que envolvem o primeiro passo dentro da área construtiva, o canteiro de obras, nos próximos assuntos do trabalho.

Nigel (2006), ainda comenta que todo processo de transformação das operações tem propósito diretamente ligado à natureza de seus recursos de *input* transformados, e que toda empresa deve apresentar uma estratégia global para orientar a direção de transformação do produto.

Segundo Vieira (2010, p.8):

*” O processo de Agregar Pessoas tem como finalidade selecionar pessoas com perfil adequado para cada cargo de forma que a empresa agregue um capital humano qualificado e capacitado para o cargo e o candidato possa desempenhar todo seu conhecimento em uma função que o mesmo escolheu e definiu para sua carreira, assim se desenvolvendo rapidamente e com isso fazendo com que a empresa alcance os resultados desejados”.*

Com isso, entende-se que o processo de transformação inclui solicitar novos funcionários na organização, através de uma seleção de pessoas por meio da comunicação, para definir as pessoas aptas para tais funções nas quais serão subordinadas, o que é chamado de aplicação de pessoas.

### 2.7.1 Logística na construção civil

A logística no canteiro de obras está diretamente relacionada a parte do gerenciamento de abastecimento que controla, planeja e evolui o fluxo de armazenamento de produtos e materiais, de forma que se imprima de modo econômico os mesmos em forma de matéria-prima, tanto os materiais acabados e semiacabados, assim como as transformações anteriormente citadas e as informações corretas a eles relativas, desde o ponto de início de produção até o ponto final, ou seja, ponto de consumo, com finalidade de atender as exigências promovidas por clientes e construtores.

Para Silva e Cardoso (1998):

*“A logística na construção trata-se de um processo multidisciplinar aplicado a determinada obra que visa garantir o abastecimento, armazenagem, processamento e disponibilização de recursos materiais nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção. Tal processo se dá através das atividades de planejamento, organização, direção e controle, tendo como principal suporte o fluxo de informações, antes e durante o processo produtivo”.*

Ainda em relação a Silva e Cardoso (2000), em seu novo conceito de logística em canteiro de obras, introduz o “estudo de preparação” e o “projeto de canteiro”. O primeiro diz respeito a uma precipitação de erros através de diagnósticos preliminares, erros esses que podem ocorrer no decorrer da produção. Já o projeto de canteiro está destinado a uma estrutura voltada para formas de circulação de materiais e pessoas, assim como as localizações de áreas de trabalho fixas ou moveis, temporárias ou definitivas.

Cardoso (1996) apresenta uma tipologia de logística aplicável na construção civil, classificando-as em “logística de suprimentos” e “logística de canteiro”, o que por definição, deixa mais visível e identifica com mais clareza as diferenças de logística dentro do canteiro.

A logística de suprimentos trata principalmente do fornecimento de materiais e recursos humanos necessários para produção. Entre esses suprimentos se correlacionam o transporte de insumos até o local da obra, manutenção de recursos, gestão de fornecedores e o planejamento e processamento dos mesmos.

Já a logística de canteiro, está ligada ao controle dos escoamentos físicos e de informações relacionados a execução de atividades no canteiro. Entre esses escoamentos estão: gestão dos fluxos físicos ligados a execução (planejamento detalhado dos fluxos de execução dos serviços e dos seus mecanismos de controle), gestão da interface entre os agentes que interagem no processo de produção de uma edificação (informações e interferência entre os serviços) e gestão física da praça de trabalho (implantação do canteiro, movimentação interna, zonas de estocagem, zonas de pré-fabricação e atendimento aos requisitos de segurança).

Segundo Sossmeier (2013), com a execução desses novos procedimentos no canteiro de obras de logística eficiente, evitam-se decisões errôneas preliminares, e podem passar a ser previstas antes do início da produção, e ainda evitar divergências por parte da própria equipe de trabalho dentro da obra no momento de execução das atividades, resolvendo problemas contínuos que existem no canteiro atualmente e imprevistos. Na figura abaixo podemos identificar alguns pontos de gestão de logística:



<b>Ferramentas de Gestão Logística</b>	<b>Descrição</b>
Coordenação de materiais	Atribuição de um responsável pelo gerenciamento da logística durante o processo de construção.
Plano de suprimento	Indica datas previstas de entrega de lotes de materiais para toda a duração da obra. Este plano é especificado pelo coordenador de materiais em cooperação com cada fornecedor e subcontratado.
Programação de pedidos	Uma versão detalhada do plano de suprimento cobrindo um período de 3 semanas. A programação é feita pelo coordenador com a cooperação de cada subcontratado.
Planos de descarregamento	Estes planos indicam onde os materiais fornecidos diariamente devem ser descarregados no canteiro.
Especificação de unidades	Uma "unidade" é um lote contendo os materiais necessários para o trabalho de uma equipe num local específico no canteiro e num determinado tempo. Toda a obra deve ser dividida em "unidades". O conteúdo de cada "unidade" deve ser especificada para cada subcontratado envolvido. O planejamento destas "unidades" deve ser especificado pelo fornecedor em acordo com o coordenador de materiais.

Figura 14 - Ferramentas de Gestão de Logística.

Fonte: Silva&Cardoso, 2000.

### 2.7.2 Fluxos Físicos

A logística de canteiro trata de manter o controle dos fluxos físicos e dos fluxos de informações ligados à produção de atividades no canteiro de obras.

Os fluxos físicos estão diretamente associados à gestão de tempo de início e término das atividades, que por sua vez caminham de acordo com o projeto de execução e produção de cada serviço e a definição de ritmo e sequência dos serviços e seus mecanismos de controle.

O principal objetivo do fluxo físico é diminuir o tempo ou mesmo eliminar as perdas inerentes ao mesmo. Para isso, é necessário tornar os processos diretamente observáveis, e expor os seus problemas e limitações para que possam ser identificados e solucionados (KOSKELA, 1992).

O fluxo físico pode se diferenciar em dois tipos, o fluxo de material e fluxo de mão-de-obra. Sendo que o primeiro enfatiza principalmente o planejamento da execução de serviços, alocação temporal e espacial, e a distribuição e movimentação de insumos dentro do canteiro.

Já o fluxo de pessoal enfatiza mais a disposição das equipes de trabalho. Fazem parte disso a melhoria na execução de atividades e melhor arrumação de



sequências de tarefas, respeitando sempre a limitação técnica de cada operário, designando cada um pro espaço em que lhe for mais adequado.

Fluxo de materiais e mão-de-obra não pertencem ao mesmo eixo, porém formam juntos um eixo chamado Mecanismo da Função Produção (MPF), SHINGO (1996), assim podemos dizer que “toda produção é definida como um mecanismo da função produção” (GUINATO, 1996).

A respeito do fluxo de materiais podemos introduzir o conceito da logística de suprimentos, que engloba uma série de atividades como a especificação de recursos e planejamento de suprimentos, a emissão e transmissão de pedidos de aquisição, o transporte dos recursos até a obra e seu recebimento e a manutenção dos suprimentos no planejamento (ALVES 2000).

### 2.7.3 Fluxograma

O fluxograma consiste no processo da análise das atividades de inspeção, armazenamento, processamento, transporte e espera. A partir de tal análise, podem-se avaliar as diversas alternativas de transportes existentes, além de obter dados das partes que se desejaria ter mais próximas entre si e assim escolher a com melhor desempenho (SILVA E CARDOSO, 2000).

Quando utilizamos um fluxograma mostrando a sequência e a trajetória de processos que ocorrem em uma torre de um edifício, conseguimos dar mais clareza para o momento em que o material e a equipe que realizará tal processo produtivo deverão ser mobilizados para dentro do canteiro de obras. Tal clareza proporciona condições ideais para alocarmos espaço adequado no layout para estoques, áreas de vivências e de apoio à produção (ASSUMPÇÃO & LIMA, 1996).

Ainda para Assumpção & Lima (1996), um aspecto que deve ser explorado no desenvolvimento do canteiro de obra, é a consistência e padronização de serviços. Como construções de edifícios que sempre utilizam um mesmo modelo de construção, então nessas construções poderá ser usado um mesmo tipo de sequência assim minimizando o tempo de espera entre um serviço e outro, ou até mesmo eliminando-o.

A possibilidade de padronização de serviços e sequências executivas provoca uma redução na metodologia de modelagem dos trabalhos dentro da obra, sem que perca qualidade nas informações. E essa padronização, será tomada principalmente em cima de decisões não previstas em projeto de execução da obra, portanto são na maioria das vezes essa falta de planejamento que aumentam o tempo de duração de certa atividade, seja ela do estoque de produtos a um serviço de execução.

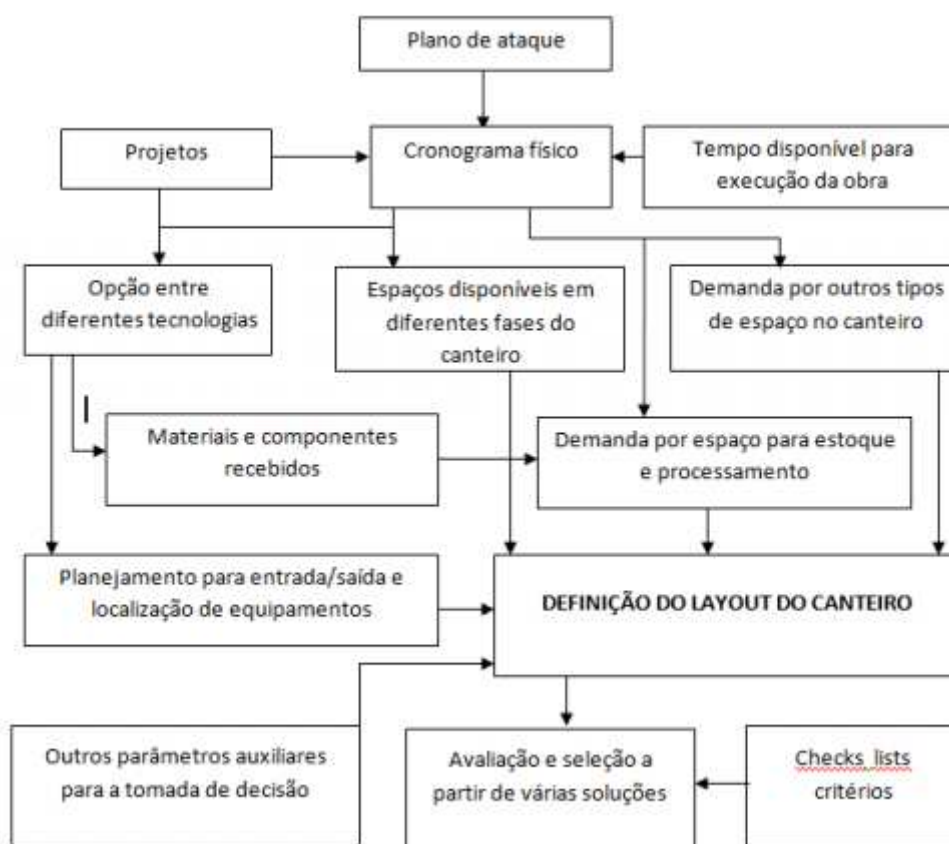


Figura 15 – Fluxograma para atividades em um planejamento de canteiro de obras.

Fonte: SOUZA (2000).

Na figura 15 observa-se um tipo de fluxograma simples que abrange desde o plano de ataque no início da implantação de um canteiro, até a definição do layout do mesmo. Com ele já se pode tomar decisões sobre espaço, circulação e cronograma em relação ao tempo de execução das demais atividades que serão vigoradas dentro dele.

Na figura 16, existe um exemplo de fluxograma que relaciona tempo, sequência e trajetória em uma obra vertical.

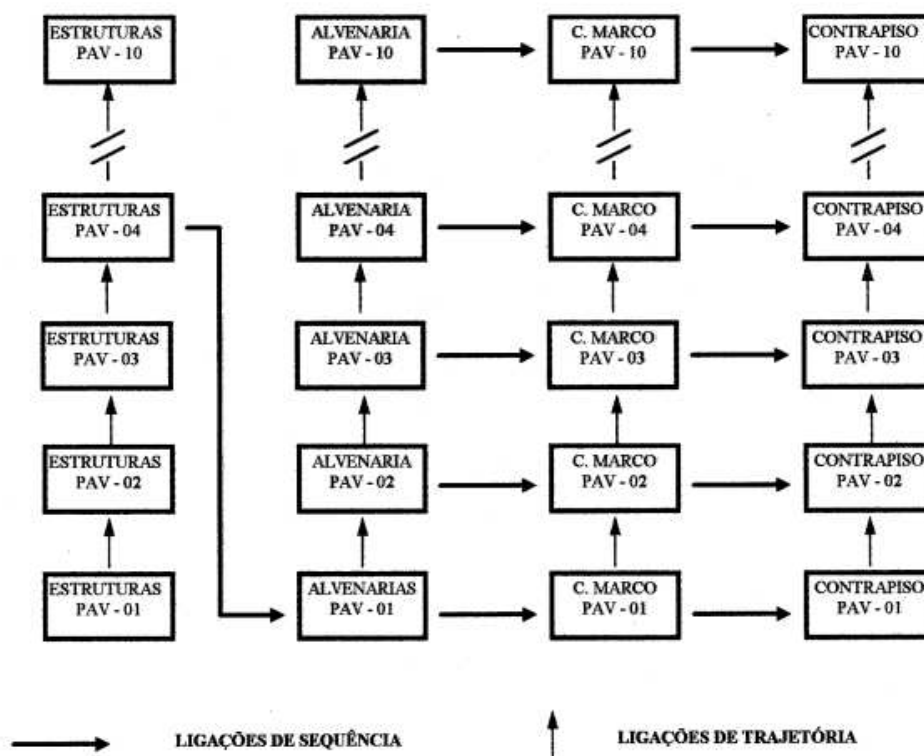


Figura 16 – Fluxograma de sequência e trajetória em uma obra de um edifício.

Fonte: Assumpção&Lima (1996).

#### 2.7.4 Fluxo de informações

Um sistema de informações compreende a organização das maneiras de recebimento, passagem e lançamento das próprias informações. O fluxo de informações pode ser entendido como um subsistema do sistema geral de produtividade no canteiro, que correlaciona todos os subsistemas internos e externos da obra.

Assim o abastecimento da produção com materiais, projetos e especificações no momento certo, forma um ciclo contínuo fazendo com que a obra possa manter uma regularidade no cronograma desejado.

Para Silva & Cardoso (2000), as finalidades do fluxo de informações se dividem em dois tipos:

*“1. De apoio a operações - que são redes de procedimentos rotineiros para o processamento de transações correntes. Numa empresa construtora, cumprem esta função, entre outros: os projetos do produto e da produção, o conjunto dos procedimentos operacionais, os pedidos de compra, os documentos e mecanismos de controle de produção.*

*2. De apoio a decisões - que existem especificamente para auxiliar os processos decisórios. Fazem parte desse sistema: os relatórios de produtividade, os relatórios do acompanhamento físico-financeiro de obras, a avaliação de fornecedores de serviços e materiais, etc.”.*

### 3. METODOLOGIA

No trabalho foi feita uma revisão bibliográfica referente a canteiro de obras, onde serão correlacionados dados importantes para uma melhor análise abordando os processos de produção, logística e planejamento do mesmo. Para isso foi discutido primeiramente a definição de canteiro, analisando normas e autores, e percorrendo sobre cada uma das definições.

Depois foi visto os tipos de projetos utilizados para elaboração planejada de um canteiro, são eles os projetos de produção, do canteiro e *layout*, visando a importância de cada um deles para o projeto final do canteiro de obras. Além disso, foram apresentados os diferentes tipos de canteiros, comentando os tipos de obras a que eles se adequam.

Após essa etapa, foram relacionados os passos para organização e padronização do canteiro, mostrando as prioridades a serem tomadas na execução das instalações provisórias, desde o início das atividades até a entrega do empreendimento, ao que diz respeito ao canteiro de obras.

Foram analisados também as principais e indispensáveis instalações que compõem o canteiro, como armazenamento de insumos e as demais áreas, de vivência e de apoio aos serviços em geral.

Os processos produtivos dentro do canteiro foram introduzidos no final do estudo teórico, demonstrando os pontos mais importantes em que se diz respeito ao planejamento, produtividade e logística, através do estudo de fluxos físicos e de informações. Avaliando suas interferências na produção do produto e no resultado final dele.

Seguinte disso foi feito um estudo de caso em três canteiros distintos, os quais apresentam características específicas. Foram feitas entrevistas para coleta de dados que integram o trabalho, e com o estudo e análise, e com embasamento teórico, foi possível identificar as mudanças nos canteiros e sugerir mudanças para melhorias no andamento da obra, proveniente também de sugestões e mudanças dos layouts, caso existente.

Após esse processo, foram promovidos os resultados e discussões sobre cada canteiro, identificando pontos negativos e positivos sobre eles, e demonstrando

a necessidade de alterações e sugestões para melhorias provenientes. Assim certificando a necessidade de um planejamento prévio e obrigatório de um projeto de canteiro de obras.

## **4. ESTUDO DE CASO**

Com o apanho e acompanhamento de da base teórica vista ate o presente momento, esse estudo objetiva por fim atender a pesquisa. Nele foram estudadas e analisadas três obras distintas em São Luís, de empresas diferentes as quais não serão citados os nomes.

A obra A está localizada na Universidade Estadual do Maranhão, no campus Paulo VI, é destinada a um prédio de ensino superior. Localizada no centro da cidade, a obra B propõe uma reforma urbana de uma praça. Já a obra C é residencial e encontra-se em meio urbano de grande fluxo.

Os dados e entrevistas feitas ao longo do período de análise deram início na última semana de março e se estendeu até a primeira semana de junho, de 2018. Durante esse período, todas as obras apresentavam constante produtividade, sem nenhuma intervenção ou paralização. As análises foram feitas com âmbito executivo e de campo, sem ligação com projetos executivos, o que não vem ao caso deste trabalho.

Em todas as obras constatou-se que a presença do projeto de canteiro de obras se encontrava inexistente, e o mesmo seguia implantado por experiência dos engenheiros e suas equipes.

Com base no estudo, os objetivos para conclusão são destinados a busca e análise dos pontos positivos e negativos da produtividade, logística e principalmente do planejamento dentro do canteiro, através do layout implantado na obra em relação ao fluxo e desempenho da obra.

### **4.1 Obra A**

Com aproximadamente 7.730 m<sup>2</sup> de área, somando área de projeção da construção e área total do canteiro, a obra se encontrava no processo intermediário na fase de organização do canteiro, ou seja, fase de maior produtividade e movimento, onde o fluxo de materiais e pessoas são maiores.

Apresenta um tipo de canteiro amplo, pois a construção ocupa uma parcela pequena em comparação ao terreno total da obra. E por ser também considerado um terreno solto, onde apenas um de seus lados não é livre de algum outro empreendimento, possuem fácil acesso de veículos e boa movimentação.

Durante a pesquisa, pode-se observar o final do processo executivo de fundação até a concretagem do segundo pavimento, em um dos prédios. Com o fator chuva, esse processo foi dificultado, e durante esse capítulo será abordado.

As entrevistas foram concedidas pelo mestre de obras, que de antemão se atentou a utilização de EPI's, e como solução para o planejamento adequado para o canteiro, decidiram instalar todas as áreas de apoio (exceto a central de argamassa), vivência e de armazenamento foram colocadas na periferia do terreno, pois segundo ele, como a obra se localiza de forma central a área delimitada pelo canteiro, o fluxo de informações e produção seria maior, além de ser um ponto positivo para circulação.

As vias de circulação dentro do canteiro se mostraram bastante adequadas, apesar de não haver uma compactação adequada e sem possuir delimitação de passagens, dificultando um pouco principalmente o movimento dos operários. Pode ser visto conforme as figuras 17 e 18.





Figura 17 - Circulação no canteiro obra A.

Fonte: Autor (2018).



Figura 18 - Circulação canteiro obra A.

Fonte: Autor (2018).

Um aspecto importante foi a utilização de containers para abrigar algumas instalações provisórias, como escritório do engenheiro, armazenamento e almoxarifado, mesclado com instalações convencionais, de tapumes de madeira. Apesar de ser um método de instalação bastante utilizado atualmente, não convém ser usado como abrigo para atividades ou área de vivência em nossa região, por ser um ambiente fechado e sem ventilação. Quando utilizado normalmente necessita da instalação de refrigeradores como visto na figura 19.



Figura 19 - Refrigeradores nos containers.

Fonte: Autor (2018).

Alguns materiais foram depositados de forma que poderia comprometer a integridade do mesmo, sem proteção, como a madeira utilizada para o escoramento da estrutura e tijolos (Figuras 20 e 21). Por outro lado, um dos depósitos é provido de estandes que separam os materiais de acordo com sua especificação, os andaimes metálicos e tabuas de apoio são exemplos (Figura 22).





Figura 20 - Escoras de madeira.

Fonte: Autor (2018).



Figura 21 - Estoque de tijolos.

Fonte: Autor (2018).



Figura 22 – Estoque de andaimes.

Fonte: Autor (2018).

A central de argamassa (Figura 23) foi posicionada em um local estratégico, centralizada na obra. Como foi visto no estudo teórico, essa organização é imprescindível para melhora da produção, pois encurta o tempo de transporte até o local de uso além de evitar um maior volume de desperdício.

O cimento (Figura 24) foi estocado em um dos containers instalados, próximo a central de argamassa. Apesar do estoque de areia e brita também estarem próximos, não havia uma estrutura que organizasse esses itens de maneira correta, sem que houvesse um desperdício mais acentuado. Para isso seria conveniente a utilização de baias.



Figura 23 - Central de argamassa.

Fonte: Autor (2018).



Figura 24 - Estoque de cimento.

Fonte: Autor (2018).

O canteiro dispõe de apenas uma entrada/saída de veículos, e uma entrada de pessoal. Como a obra é localizada em um terreno amplo, e área de construção é central, uma sugestão seria abrir outra portaria no lado oposto da obra, facilitando o movimento de caminhões e veículos de serviço, e a entrega de materiais. Outra sugestão seria modificar a entrada de pessoas para o lado onde está disposta a área de vivência, pois esta encontrasse localizada em área de produção.



Figura 25 - Entrada e saída de veículos.

Fonte: Autor (2018).



Figura 26 - Circulação de veículos.

Fonte: Autor (2018).

A área de vivência como banheiros e refeitório foi instalada em locais convencionais, com tapumes de compensados. Como não havia instalação fixa de água e luz, e a distância entre a construção e as instalações não favoreciam para que o fornecimento fosse comum, houve a necessidade de um fornecimento provisório independente.

Diante das características observadas, notou-se que o canteiro possibilita a colocação de mais um portão de entrada/saída de veículos, além da mudança do portão de pessoas para mais próximo a área de vivência. Outros aspectos são os locais de armazenamentos dos materiais, que podem apresentar possíveis melhorias para obra, isso pode ser visto entre o comparativo entre os layouts nas figuras 27 e 28:

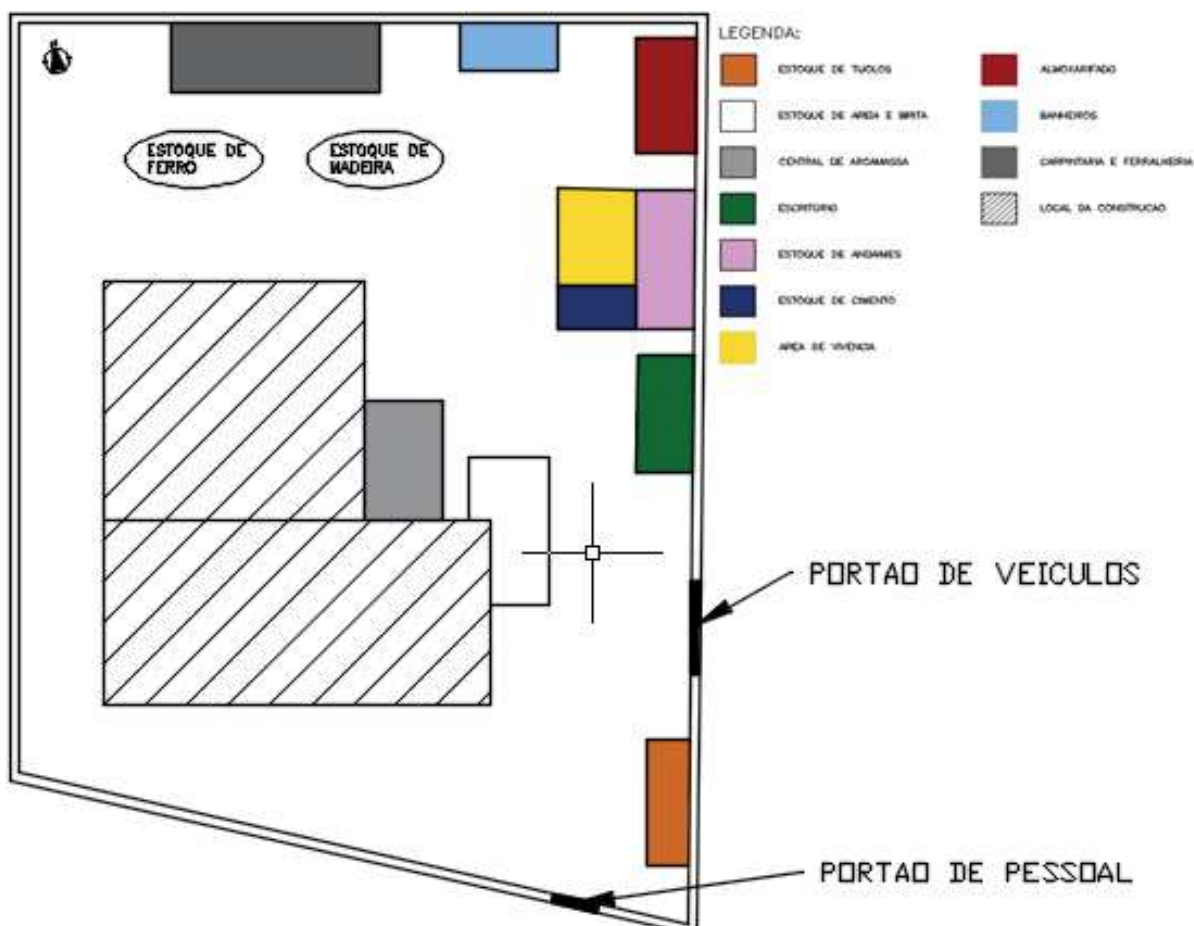


Figura 27 - Layout existente.

Fonte: Autor (2018).



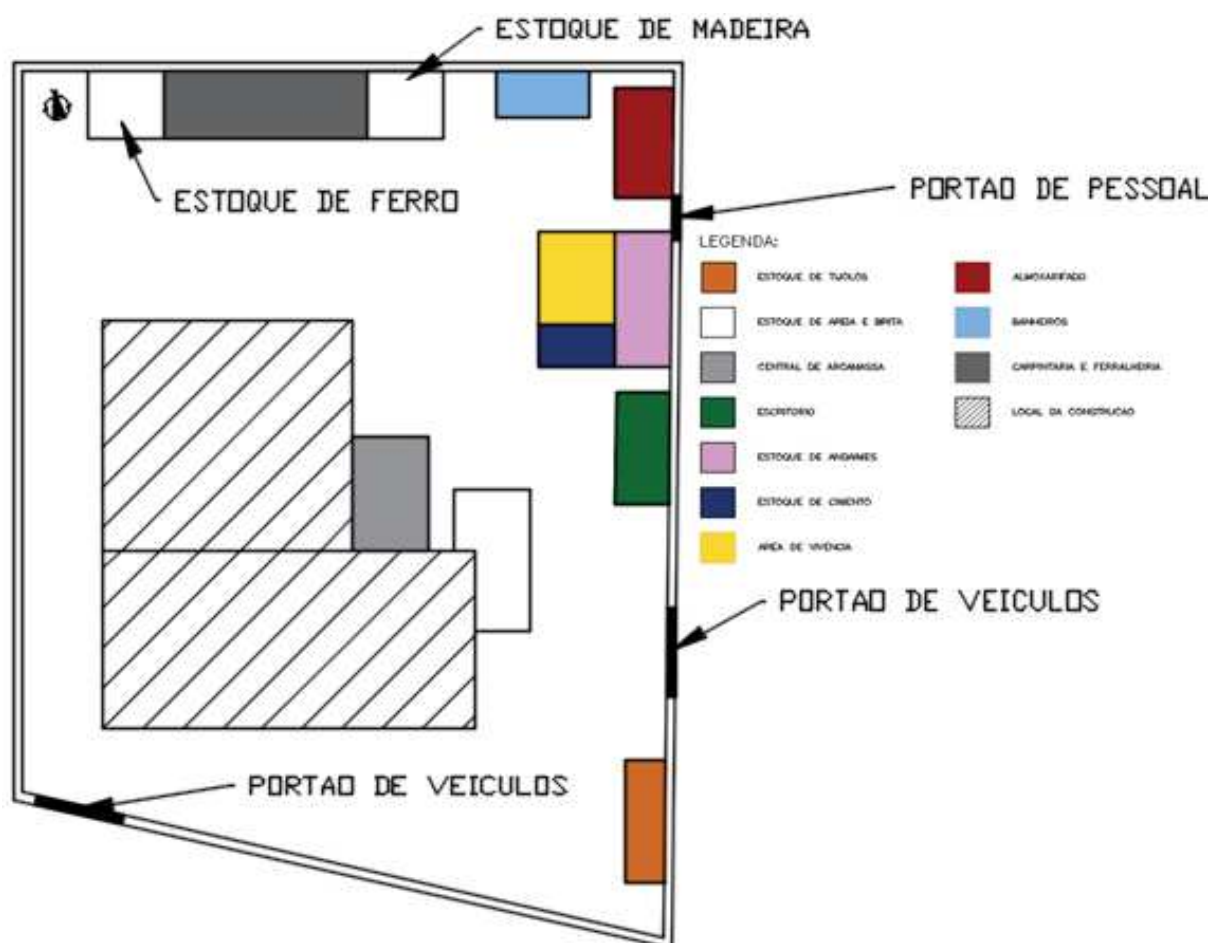


Figura 28 - Layout sugerido.

Fonte: Autor (2018).

Com a locação das instalações em áreas próximas a obra, as mudanças sugeridas, vistas acima, não foram muitas. Porém, o estoque de ferro e madeira foi levado para mais próximo da central de formas, diminuindo o trajeto entre eles e os adequando a um armazenamento mais correto. Além disso, foi sugerida também a colocação de algum tipo de cobertura para os tijolos, como lonas.

Para melhoria de circulação e entrega de materiais, criou-se mais uma entrada de veículos, facilitando a distribuição de insumos nas diferentes etapas da obra, além de adequar o espaço de circulação entre operários e instrumentos de trabalho. A entrada de pessoal foi locada para mais próximo da área de vivência e banheiros, evitando que os mesmos entrassem por locais de trabalho.

## 4.2 Obra B

A obra B apresenta área total de 5.178,74m<sup>2</sup> (projeção da construção e área total de canteiro de obras), formada apenas por construção superficial e urbanística. O empreendimento encontra-se na fase inicial, ou seja, voltada para parte de infraestrutura da obra, com execução de projeto hidráulico e de pavimentação. A obra tem caráter público, com mão de obra terceirizada.

O terreno da obra é localizado em meio urbano, e por ser uma obra destinada a uma revitalização de praça pública, o canteiro possui todas suas extremidades vazadas, sendo possível dimensionar diferentes locais de saída e entrada de pessoas e materiais. E mais uma vez decidiu-se utilizar containers para instalações provisórias.

Apesar do canteiro não ocupar grande parte do espaço de obra, é considerado restrito, pois a reforma é executada em toda a área e perímetro da praça. Dificultando assim a circulação dos operários.

Uma alternativa utilizada foi o aproveitamento de uma praça paralela, que será posteriormente reformada assim como a mesma em questão. Todas instalações provisórias foram instaladas na praça de apoio, como escritórios, almoxarifado e refeitório. Nas figuras (29 e 30) abaixo se observa algumas dessas instalações.



Figura 29 - Refeitório.

Fonte: Autor (2018).



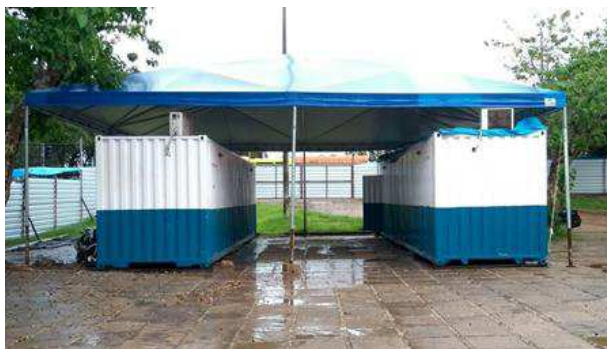


Figura 30 - Escritórios.

Fonte: Autor (2018).

Por um lado, a utilização do canteiro de obra em um espaço paralelo ao da obra, resulta em alguns pontos positivos como a liberação de vias no interior da obra e aproveitamento de execução de serviços paralelos, o que dificilmente acontece em canteiros restritos, onde é imprescindível a retirada de algumas instalações para continuidade de algumas etapas. Além disso, há um maior conforto para os operários nas áreas de vivência, e um melhor aproveitamento para estoques de alguns materiais.

Porém existem muitos pontos negativos também, pois com isso a distância entre essas instalações e a obra se torna desfavorável, e o estoque de materiais, que resultava em uma grande perda, equipamentos e maquinário acabam que por muitas vezes se estabilizam no centro da obra, em locais inapropriados.

O almoxarifado (figura 31), por exemplo, deve ficar em um ponto estratégico para obter um controle máximo dos equipamentos e materiais utilizados, entre os pontos de execução de serviços e a saída dos funcionários no término de expediente. Nesse caso o almoxarifado está localizado junto à área de apoio, fora da zona de circulação de serviços e de estoques.



Figura 31 - Almojarifado.

Fonte: Autor (2018).

No decorrer da obra foi preciso a colocação de tendas sobre algumas áreas de serviços, devido ao período chuvoso, e instalação de áreas de apoio provisórias mais próximas a obra, diminuindo o tempo gasto para cada serviço, assim aumentando a produtividade.



Figura 32 - Central de argamassa e armazenamento de materiais.

Fonte: Autor (2018).



Figura 33 - Utilização de tendas.

Fonte: Autor (2018).

Outro fator importante a se observar, é a grande quantidade de entulho estocado, pois como a obra enfatiza a troca de todo o pavimento existente, a quantidade de entulho tornou-se uma crescente no decorrer da reforma, causando perda de fluxo de serviços.



Figura 34 - Entulhos aglomerados.

Fonte: Autor (2018).

A utilização de tapumes metálicos com grades de metal foi uma medida tomada para aumentar a segurança do canteiro, já que o perímetro da obra tem por totalidade áreas urbanas e de bastante fluxo de pedestres.





Figura 35 - Tapume metálico.

Fonte: Autor (2018).

Com essas características abordadas no estudo de caso desse canteiro, foi possível realizar algumas mudanças no *layout*, visando a melhoria de fluxo de serviços e um planejamento mais eficaz. A figura 37 apresenta quatro dessas principais mudanças;

- a) Realocação do escritório de engenheiro;
- b) Realocação do almoxarifado;
- c) Alocação de duas caçambas estacionárias;
- d) Centralização da central de argamassa.

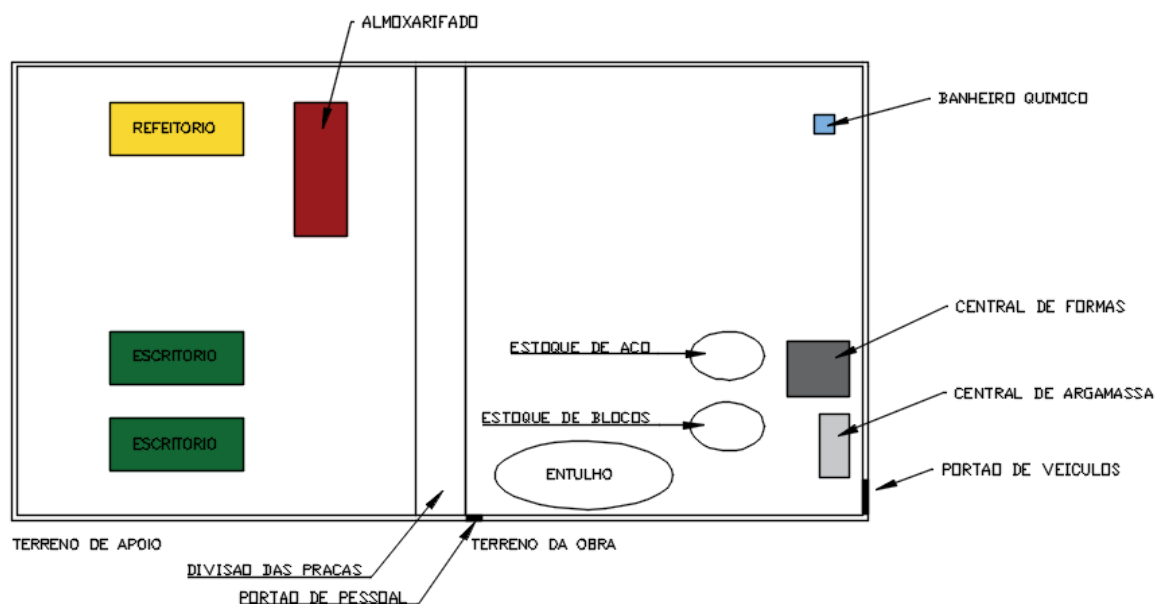


Figura 36 - Layout atual.

Fonte: Autor (2018).

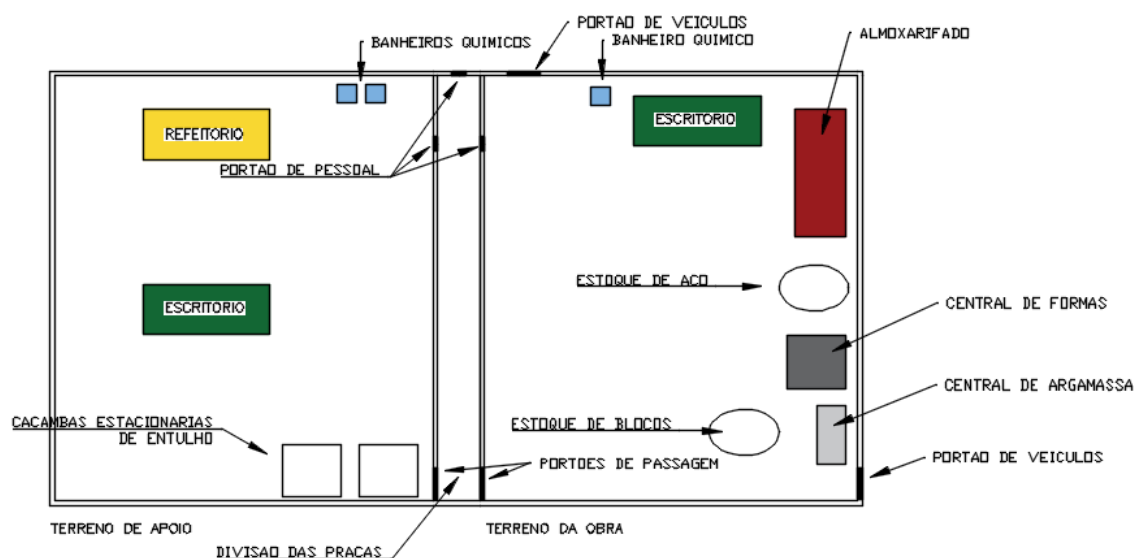


Figura 37 – Layout sugerido.

Fonte: Autor (2018).

Com as mudanças pode-se observar a melhoria e diminuição de espaço entre um escritório de engenheiro e áreas de serviços, visto que para uma melhor produtividade e previsão de imprevistos, o encarregado do empreendimento deve estar apostado em locais próximos a obra, mantendo contato com os operários.

Outra mudança foi a abertura de uma via de passagem entre o terreno da obra e o terreno de apoio do canteiro, visando a retirada de entulho do centro de

circulação para caçambas estacionárias de entulhos, facilitando a retirada do mesmo.

O centro de almoxarifado também foi modificado para uma área estratégica objetivando um melhor controle de materiais dentro da obra. E foram locados mais dois banheiros próximos a área de vivência.

Além disso, foram modificadas entradas de pessoal, tirando as mesmas de locais de trabalho, e adicionando uma entrada de veículos para intensificar a entrega de materiais, pois antes com a mesma entrada em comum dificultava a passagem de vários veículos ao mesmo tempo.

### **4.3 Obra C**

O terreno da obra é localizado em meio urbano de bastante fluxo de pedestres e veículos, dificultando bastante a entrega de materiais de grande porte restringindo o espaço do canteiro. Possui uma área total de 1.244,60m<sup>2</sup> (área de projeção do edifício e área total do canteiro), e apenas duas extremidades de livre acesso, outro ponto que dificulta na inserção de insumos e operários. Por esses motivos e por ser um empreendimento residencial e vertical, o canteiro torna-se bastante restrito.

A obra é distribuída por um subsolo, um pavimento térreo destinado a garagem e salas de entretenimento, e 12 pavimentos tipo. No decorrer do estudo de caso, a obra encontrava-se no levantamento do sétimo pavimento, assim considera-se que passava do segundo para o terceiro estágio construtivo, pois as instalações elétricas, hidráulicas e alvenaria de vedação aconteciam de forma simultânea, sendo aproveitadas também para as instalações provisórias.

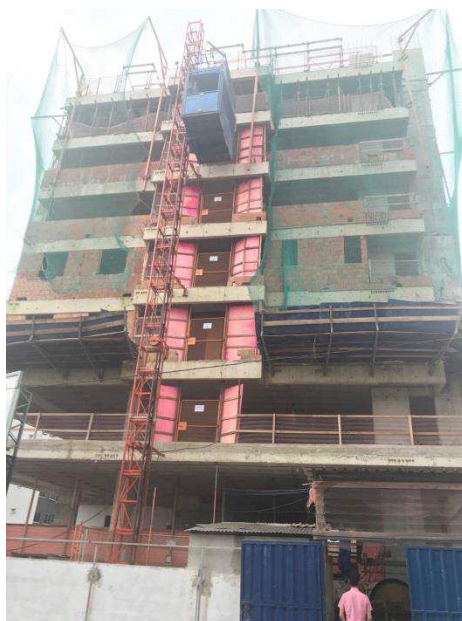


Figura 38 - Fachada da obra C.

Fonte: Autor (2018).

No pavimento térreo foi instalado o sistema de sustentação pilotis, onde toda a edificação é sustentada por uma grelha de pilares deixando vãos livres nesse pavimento, favorecendo áreas de serviços dentro da edificação.

As principais e maioria das áreas de apoio foram instaladas no subsolo (escritório do engenheiro, almoxarifado, área de vivência, ambulatório, central de aço). O pavimento térreo estava sendo destinado para armazenamento de ferro e tubulações em geral, blocos cerâmicos e piso.



Figura 39 - Central de formas obra C.

Fonte: Autor (2018).



Figura 40 - Refeitório obra C.

Fonte: Autor (2018).

O elevador de cremalheira estava sendo bastante utilizado nessa etapa da obra, pois a elevação dos pavimentos dificultava o transporte de materiais. Ele estava fixado na parte frontal do empreendimento, em um dos dois portões de veículos distribuídos na obra, assim o armazenamento de insumos de grande porte foi instalado perto do elevador de carga, facilitando seu manuseio.



E como a construção ocupa boa parte do terreno, apenas dois locais eram possibilitados para instalação do transporte vertical, o local atual ou o poço do elevador. Embora a localização atual não seja favorável em relação a geometria do terreno da obra, ainda é a melhor opção devido ao espaço de manobra para materiais no interior da obra.



Figura 41 - Deslocamento do elevador de cremalheira para pavimento superior.

Fonte: Autor (2018).

Havia certa dificuldade para entrega de alguns materiais como ferro e blocos cerâmicos, pelo fato de pouco espaço para manuseio dos mesmos e por eles estarem sendo armazenados no pavimento térreo, acima do nível da rua, onde encontrava-se o subsolo, pavimento de entrada no início da obra que posteriormente será vedado para que a entrada principal passe a ser o térreo.

Saurin (1998) sugere a utilização de uma abertura com uma rampa na laje do pavimento térreo para descarga de insumos da construção, de tal forma que se obtenha melhorias significativas no processo de transporte de materiais, no caso dessa obra, principalmente o aço.



Figura 42 - Entrega de insumos no subsolo para ser armazenado no pavimento térreo.

Fonte: Autor (2018).



Figura 43 - Armazenamento de aço e bloco cerâmico no pavimento térreo.

Fonte: Autor (2018).

Um ponto importante a se destacar, é a falta de organização na fase de armazenamento e classificação das ferragens, como visto na figura 43. Como a entrega era feita com o ferro já processado e as armaduras prontas para uso, todos eles chegavam etiquetados, porém segundo o próprio mestre de obras, levava muito tempo para reconhecimento e desmobilização do mesmo, afetando a produtividade no fluxo de serviços. Para isso seria mais correto a utilização de estandes separando por classificação já no recebimento.

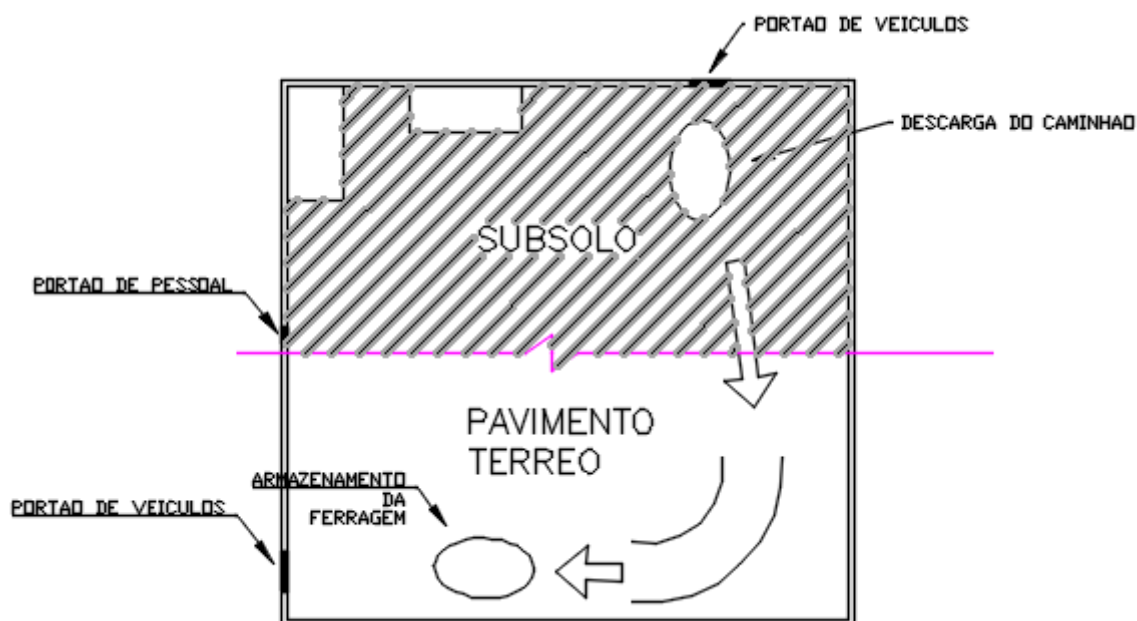


Figura 44 - Descarga de ferragem atual.

Fonte: Autor (2018).

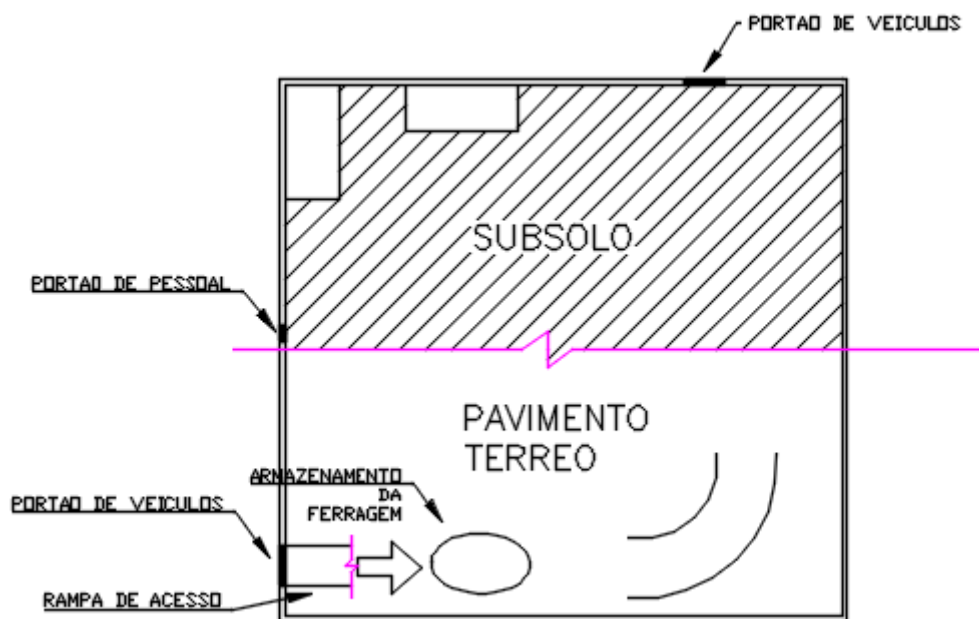


Figura 45 - Descarga de ferragem sugerida.

Fonte: Autor (2018).

Uma medida importante acertada no planejamento do canteiro, e atualmente pouco utilizada na região por outros empreendimentos, foi a utilização de dutos de recolhimento de entulho. Isso resulta principalmente em uma melhor

eficiência produtiva por parte dos operários que realizavam tal atividade. Como a obra estava em uma etapa já avançada, a utilização do elevador de cremalheira era intensa como já foi dito. Com isso, foi possível reduzir o fluxo de processos que utilizam o transporte vertical.

O local utilizado para situá-lo foi em uma das sacadas dos apartamentos, podendo ser remontado de acordo com o andamento da obra. E a caçamba estacionária de entulho estava localizada logo abaixo do descarte, e próximo a um dos portões de entradas para veículos, facilitando a remoção. Nas figuras 46 e 47 observa-se a utilização dos dutos.



Figura 46 - Dutos de entulho prontos para uso.

Fonte: Autor (2018).



Figura 47 - Descarte de entulho por dutos.

Fonte: Autor (2018).

#### 4.4 Resultados e discussões

Diversos fatores são indispensáveis para o andamento das atividades dentro do canteiro de obras, mas como visto no estudo dessas três obras, o fator organização e planejamento são os principais deles.

Atualmente os projetos desenvolvidos por maioria das construtoras visam ocupar o terreno onde será construído o empreendimento por sua totalidade, principalmente para o aproveitamento máximo do terreno, dificultando assim a disposição das instalações provisórias e restringindo as áreas de circulação.

Por esse motivo, as empresas buscam medidas que amenizem essa falta de espaço, ocupando ou alugando terrenos vizinhos para dar suporte ao canteiro, como a obra B, e locando containers diminuindo o espaço de influência entre instalações e circulação dentro do canteiro, nesse caso a obra A obteve uma maior eficiência no que diz respeito a áreas de circulação.

Os canteiros das obras A e B, como visto nos layouts sugeridos, necessitam da abertura de mais portões para veículos, para melhora de circulação e descarga de materiais, pois por possuírem uma área maior, a distância entre portões e armazenamento se tornam grandes, assim como execução de serviços como concretagem com caminhões betoneira precisam de uma área de circulação ampla.

Por outro lado nem sempre será possível a utilização de outro terreno ou locação de containers, principalmente quando se trata de canteiros bastante restritos, localizados em áreas urbanas que possuem intenso fluxo externo, onde a taxa de ocupação dos terrenos vizinhos impossibilita o apoio extra.

Entretanto, umas das vantagens da obra C são as baixas taxas de desperdícios de materiais, pois por se tratar de uma obra vertical e canteiro restrito, os ambientes são bem próximos uns dos outros, diminuindo o tempo e distância de locomoção. Porém, um ponto negativo nesse tipo de canteiro analisado nessa obra, é a falta de organização de insumos devido à falta de espaço, visto que em obras verticais não isoladas, o canteiro é compreendido em quase todo espaço disponível da obra.

Em respeito ao desperdício de materiais, observou-se que obras de maior porte, com canteiros amplos, acabam obtendo um índice muito alto, devido as longas distâncias de transporte de materiais, como visto nas obras A e B.

Foi analisado que quando as instalações elétricas e hidro sanitárias do projeto executivo podem ser utilizadas em comum com as instalações provisórias do canteiro, há certa vantagem por não ser preciso a mobilização e desmobilização dessas instalações. Isso foi possível apenas na obra C, enquanto que as obras A e B necessitaram das instalações de caixas d'água e elétricas independentes para o canteiro.

Assim como o grande desperdício de insumos, canteiros amplos tendem também a um grande volume de entulho e falta de organização do mesmo, principalmente por serem despejados em diversos espaços diferentes, faltando uma organização ou uma supervisão adequada para retirada de entulhos do canteiro, sendo por muitas vezes uma atividade executada quando a circulação e o fluxo físico do canteiro são restringidos.

Com a utilização de dutos de entulho, a obra C mostrou um resultado satisfatório de modo que o tempo de descarte e desmobilização de entulho foi diminuído. Mostrando assim uma solução para obras verticais que na maioria das vezes possuem esse tipo de problema.

A tabela a seguir mostra um resumo de alguns itens importantes de cada canteiro de obras obtidos através da análise no estudo de caso:

Canteiros	Tipo de canteiro	Layout/Organização	Descrição
Obra A	Ampla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistência de projeto de canteiro;</li> <li>- Terreno inapropriado para circulação de operários.</li> <li>- Instalações provisórias utilizando containers e barracos de madeira;</li> <li>- Possui uma boa organização;</li> </ul>	Apesar de obter uma boa organização e localizar instalações em locais estratégicos favorecendo o fluxo de serviços dentro do canteiro, não mostrou total aproveitamento do amplo espaço disponível, podendo armazenar certos materiais de forma mais adequada e instalando portões de veículos nas duas extremidades do canteiro.
Obra B	Ampla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistência de projeto de canteiro;</li> <li>- Falta de organização e planejamento;</li> <li>- Instalações em locais inapropriados;</li> <li>- Instalações provisórias utilizando containers e barracos de madeira;</li> <li>- Utilização de terreno vizinho para apoio de canteiro.</li> </ul>	O fator organização se mostrou ineficaz nesse canteiro, necessitando mudança de algumas instalações. O acúmulo de entulhos prejudicou o andamento da obra e mais uma vez teve como ponto negativo o desperdício de insumos. Por disponibilizar um terreno amplo e a obra ser plana sem obstáculos construtivos, a circulação de pessoas/materiais no canteiro é eficiente.
Obra C	Restrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistência de projeto de canteiro;</li> <li>- Falta de organização de insumos;</li> <li>- Circulação restrita;</li> <li>- Disposição de instalações adequada;</li> <li>- Eficiência na retirada de entulhos.</li> </ul>	Ainda que o espaço bastante restrito do canteiro, as instalações provisórias mostraram-se eficientes, correspondendo à demanda dentro da obra. A aplicação de dutos de entulho favoreceu o fluxo de serviços evitando desperdício de longas cargas horárias para retirada do mesmo, além de evitar também o deslocamento de um maior número de operários e equipamentos. Por outro lado a falta de classificação e organização de alguns insumos eram pontos prejudiciais ao andamento da obra.

Tabela 2 - Resumo e descrição dos resultados obtidos.

Fonte: Autor (2018).

## 5. Conclusão

O estudo realizado neste trabalho visou o aperfeiçoamento do layout de canteiros de obras objetivando a melhoria dos processos produtivos em empreendimentos de diferentes edifícios. Em virtude do que foi mencionado, pode-se afirmar que o estudo dos layouts se torna de fundamental importância para aperfeiçoar e integrar os processos construtivos. Quando se depara com um espaço bem organizado com um planejamento prévio, obtém-se um acréscimo de rendimento por parte dos funcionários, utilizando menos esforço durante o processo de transporte de materiais ou serviços em geral.

Esta organização se dá basicamente através da análise da logística sob dois de seus principais fatores: dos fluxos de informações e dos fluxos físicos. Os fluxos de informações são constituídos pelo projeto de canteiro, de produto, de produção, além dos relatórios e observações de produtividade dentro do canteiro de obras. A análise dos fluxos físicos consiste basicamente em tentar reduzir o máximo possível a distância, a mão de obra e o tempo ocioso durante o processo de transporte de materiais.

A logística de materiais dentro do canteiro tem vinculação direta com a análise dos processos produtivos. Quando alia-se estes dois fundamentos, junto com a compreensão e definições de todos os espaços que fazem parte do canteiro de obras, pode-se planejar de forma acertada o layout dos espaços que irão proporcionar condições favoráveis para a produção da edificação.

Ficou claro a necessidade de prever no projeto de canteiro de obras todas as modificações que as diferentes etapas construtivas do empreendimento, a fim de evitar possíveis imprevistos. No momento em que surgem dúvidas referentes à disposição de determinados centros do canteiro de obras quando não se tem um projeto, a medida adotada tende a não ser a mais adequada.

Em todos os canteiros de obras foi constatado a inexistência do projeto de canteiro, tal fato ajudou a gerar principalmente o transporte excessivo de materiais resultando em ineficiência produtiva e, por conseguinte, no desperdício relacionado ao tempo de construção do empreendimento e dos custos relacionados ao mesmo.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T. da C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras**: proposta baseada em estudo de caso. Dissertação de mestrado. Porto Alegre, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12284**: áreas de vivência em canteiros de obras - procedimentos. Rio de Janeiro, 1991.

ASSUMPÇÃO, J. F. P.; LIMA, J. R. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil**: Modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios. Boletim técnico da escola politécnica da USP, São Paulo, 1996.

CARDOSO, Francisco, F. **Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França. Parte 1: O ambiente do setor e as estratégias empresariais**. Estudos econômicos da Construção. São Paulo, 1996.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ELIAS, S. J. B.; LEITE, M. O.; LOPES, L. C. A.; SILVA, R. R. T. **Planejamento do Layout de Canteiros de Obras: Aplicação do SLP (Systematic Layout Planning)**. Artigo. Fortaleza, 1998.

FERREIRA, E.A.M.; FRANCO, L.S. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Canteiro de Obras de Edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, n. BT/PCC/210, 1998.

FERREIRA, E. A. M. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios.** Tese de Doutorado. São Paulo: EPUSP, 1998.

FRANCO, L.S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FRANCO, L. S.; SOUZA, U. E. L. **Definição do *layout* do canteiro de obras.** Boletim técnico. São Paulo: EPUSP, 1997.

FRANKENFELD, N. **Produtividade.** Manual CNI. Rio de Janeiro: CNI, 1990.

GUINATO, P. **Sistema Toyota de produção:** mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

ILLINGWORTH, J. R. **Construction: methods and planning.** London: E&FN Spon, 1993.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, EUA: CIFE, 1992.

MARCONDES, F.C.S. **Contribuição para aplicação do conceito de logística reversa na cadeia de suprimentos da construção civil.** Simpósio Brasileiro Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre, 2005.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.

NASCIMENTO, C. E.; FORMOSO, C. T. **Método para avaliar o projeto do ponto de vista da produção**. In: VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído – qualidade no processo construtivo. Florianópolis, 1998.

NIGEL, S. **Administração da produção**. Edição compacta, editora Atlas. São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, O. J. de. **Influências do projeto de produção e do projeto de canteiro no sistema no sistema logístico da construção de edifícios**. Artigo científico, São Paulo, 2001.

RAD, P.F. **The layout of temporary construction facilities**. Cost Engineering, v.25, n.2, p. 19-26, 1983.

SAURIM, T.A; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiro de obras e gestão de processos**. Recomendações Técnicas Habitare. Vol. 03. Antac, Porto Alegre, 2006.

SAURIN, T.A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações**. Porto Alegre, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Sul. Porto Alegre.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1996.

SILVA, F. B. da; CARDOSO, F. F. **Ferramentas e diretrizes para a gestão da logística no processo de produção de edifícios.** Boletim técnico da escola politécnica da USP. São Paulo, 2000.

SILVA, F. B. da; CARDOSO, F. F. **Qualidade no processo produtivo.** Florianópolis, 1998.

SKOYLES, E.F. & SKOYLES, J.R. **Waste prevention on site.** London, Mitchell, 1987.

SOSSMEIER, P. A. **Análise de logística e layout em canteiro de obras:** Estudo de caso. Trabalho de conclusão de curso. Ijuí, RS, 2013.

SOUZA, U. E. Lemes de. **Projeto e implantação do canteiro.** 3. Ed. Nome da rosa, 2000.

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.

VIEIRA, Fabio Lopes. **O impacto do Recrutamento e Seleção na empresa.** Sant Louis Seguros. 2010.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras** - São Paulo: Editora Pini, 2006.



