

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NATHANE LAÍS SCHIO

**PLANEJAMENTO E PROPOSTA DE ARRANJO FÍSICO APLICADO À  
CANTEIROS DE OBRAS COM O USO DO MÉTODO SLP**

Medianeira

2017

NATHANE LAÍS SCHIO

**PLANEJAMENTO E PROPOSTA DE ARRANJO FÍSICO APLICADO À  
CANTEIROS DE OBRAS COM O USO DO MÉTODO SLP**



Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. M<sup>e</sup>. Neron Alípio Cortes Berghauser

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>. Carine Cristiane Machado Urbim Pasa

Medianeira

2017

	<p style="text-align: center;"> <b>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO</b>  <b>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</b>  <b>CÂMPUS MEDIANEIRA</b> </p> <p style="text-align: center;"> Diretoria de Graduação  Coordenação de Engenharia de Produção  Curso de Graduação em Engenharia de Produção </p>	
---	--	---

### TERMO DE APROVAÇÃO

## PLANEJAMENTO E PROPOSTA DE ARRANJO FÍSICO APLICADO À CANTEIROS DE OBRAS COM O USO DO MÉTODO SLP

Por

NATHANE LAÍS SCHIO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 14 horas e 40 minutos do dia 14 de junho de 2017, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação aprovado.

---

Prof. M<sup>º</sup>. Neron Alípio Cortes Berghauer  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

---

Prof(a). M<sup>a</sup>. Carine C. Machado Urbim Pasa  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Co orientadora

---

Prof. M<sup>º</sup>. Alencar Servat  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. M<sup>º</sup>. Edson Hermenegildo Pereira Junior  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. M<sup>a</sup> Lilliane Cristina Ramos de Andrade  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

*Ao meu pai, Antônio Luiz Schio (in memoriam),  
que comemora comigo esta conquista,  
esteja onde estiver..*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pela família maravilhosa que me concedeu, pela minha mãe Marta Schio que sempre me deu apoio incondicional em minhas escolhas, me deu suporte mesmo a mais de dois mil quilômetros de distância e me aconselhou dando força e sabedoria para enfrentar todas as dificuldades destes anos letivos; à minha irmã Natália Schio, que foi minha inspiração para cursar a graduação de engenharia, meu exemplo de responsabilidade, determinação e coragem para enfrentar a vida e suas adversidades; e ao meu companheiro Guilherme Müller Angra, pela compreensão e paciência nos momentos de estresse. A vocês, meu amor e carinho eternos.

Adicionalmente, aos amigos que a faculdade me proporcionou, mais do que colegas de curso, de aulas e de noites de estudos, parceiros das melhores lembranças da universidade.

Por fim, a todos os docentes que tive prazer de acompanhar as aulas ministradas com excelência e que foram essenciais para minha formação. Em especial, aos meus queridos orientadores que me auxiliaram na execução deste estudo com seus conhecimentos e colaboraram para tornar este trabalho um dos maiores orgulhos da minha vida.

A todos, meu muito obrigada! Esta conquista também é de vocês!

"Toda virtude verdadeira é silenciosa e humilde."

Luiz Felipe Pondé

## RESUMO

SCHIO, Nathane. **Planejamento e Proposta de Arranjo Físico Aplicado à Canteiros de Obras com o Uso do Método SLP**. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

A Indústria da Construção Civil é um dos setores que sofre maior impacto com a volatilidade econômica e política do país, resultado este da comercialização de seus produtos ser mais restrita por apresentarem alto valor agregado. Tal dinamismo implica em novos desafios com relação à inovação, tecnologia, qualificação profissional e a ambientes com maior produtividade, fazendo com que as construtoras busquem por diferenciais em seus processos produtivos que resultem em minimização dos desperdícios e maximização da produtividade. Dentro deste contexto, por ser considerado a “indústria” da obra, há um grande potencial de ganho na implantação de melhorias nos canteiros de obras, e consegue-se isto adotando medidas de planejamento e otimização do arranjo físico do canteiro, norteando a busca por processos cada vez mais eficientes. O presente trabalho tem por objetivo a elaboração de arranjo físico hipotético aplicado à fase de maior demanda de recursos nos canteiros de obras, tendo como procedimento metodológico o modelo SLP – *Systematic Layout Planning*, através de um estudo de caso em um canteiro de obras de construções de edificação do tipo residencial na região oeste do estado do Paraná. Para tanto, levantou-se informações quanto às áreas de produção, seus fluxos e o sistema de movimentação e armazenamento de materiais dentro do canteiro de obras. Ao final, estudando as problemáticas quanto ao planejamento e arranjo físico dos canteiros e seguindo os procedimentos do método SLP, obteve-se a proposta pretendida para as aplicabilidades do estudo na fase de maior demanda dos canteiros de obras.

**Palavras-chave:** Canteiro de obras. Planejamento. Arranjo físico. Modelo SLP.

## ABSTRACT

SCHIO, Nathane. **Planning and Proposal of Physical Arrangement Applied to Construction Sites with the Use of the SLP Method** 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The Civil Construction Industry is one of the sectors that has the greatest impact with the economic and political volatility of the country, resulting in the commercialization of its products being more restricted because they present high added value. The dynamism implies new challenges in relation to innovation, technology, professional qualification and environments with higher productivity, causing the builders to look for differentials in their productive processes that result in waste minimization and productivity maximization. Within this context, because it is considered the "industry" of the work, there is a great potential of gain in the implantation of improvements in the construction sites, and this is achieved adopting measures of planning and optimization of the physical arrangement of the site, guiding the search for increasingly efficient processes. The present work has the objective of elaborating a hypothetical physical arrangement applied to the phase of greater demand for resources in the construction sites, having as a methodological procedure the SLP - Systematic Layout Planning model, through a case study in a construction site of the residential type in the western region of the state of Paraná. In order to do so, information was collected on the areas of production, their flows and the system of movement and storage of materials within the construction site. At the end, studying the problems regarding the planning and physical arrangement of the beds and following the procedures of the SLP method, the desired proposal was obtained for the applicability of the study in the phase of greater demand of construction sites.

**Key-words:** Construction site. Planning. Layout. SLP method.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das Atividades.....	32
Figura 2 - Programa 5S aplicado a manutenção da organização do canteiro.....	37
Figura 3 – Modelo de projeto de layout aplicado a uma construção residencial. ....	39
Figura 4 - Exemplo de organização dos materiais em estoque.....	42
Figura 5 - Exemplo de controle de estoque aplicado por uma construtora. ....	43
Figura 6 – Desenvolvimento das configurações de arranjo.....	48
Figura 7 – Exemplo de Carta De/Para. ....	51
Figura 8 – Exemplificação de um fluxo em “W”.....	52
Figura 9 – Diagrama de relacionamento de atividades. ....	53
Figura 10 – Sistema de procedimento SLP.....	55
Figura 11 – Exemplo de diagrama de arranjo das atividades.....	58
Figura 12 – Exemplo de diagrama de relacionamento de espaços.....	58
Figura 13 – Exemplo de ajuste do arranjo físico .....	59
Figura 14 – Etapas da metodologia.....	65
Figura 15 – Edifício C.....	68
Figura 16 – Edificação 120m <sup>2</sup> .....	68
Figura 17 – Exemplo de Projeto de Canteiro do Edifício C .....	71
Figura 18 – Roteiro das fases do canteiro de obras.....	73
Figura 19 –Diagrama de Inter-relações Preferenciais .....	75
Figura 20 –Diagrama de Arranjo de Atividades.....	78
Figura 21 –Proposta de arranjo físico para canteiros de obras.....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Segmentos da Indústria da Construção .....	25
Quadro 2 – Tipos de Canteiros .....	28
Quadro 3 – Elementos que compõe o canteiro de obras .....	29
Quadro 4 – Fases do Canteiro de Obras .....	30
Quadro 5 – Objetivos do Planejamento de Canteiros .....	31
Quadro 6 – Ferramentas Utilizadas no Diagnóstico do Canteiro de Obras.....	35
Quadro 7 –Benefícios da Padronização na Instalação de Canteiros de Obras.....	36
Quadro 8 –Categorias para agrupar os padrões.....	36
Quadro 9 –Tipos de sistemas utilizados nas instalações externas .....	41
Quadro 10 –Tipos de movimentações existentes em um canteiro .....	41
Quadro 11 – Fatores para elaboração de um arranjo físico .....	45
Quadro 12 – Características dos layouts) .....	47
Quadro 13 –Descrição dos novos tipos de arranjos físicos.....	48
Quadro 14 – Relação entre Processo/Departamento e o Tipo de Arranjo Físico.....	49
Quadro 15 – Passos para Construção da Carta De/Para .....	51
Quadro 16 – Passos para Construção do Diagrama de Relacionamento .....	52
Quadro 17 – Fases de planejamento do SLP.....	54
Quadro 18 – Critérios para definição de prioridade de proximidade .....	56
Quadro 19 – Representação da escala AEIOUX .....	57
Quadro 20 – Simbologia carta de processo .....	57
Quadro 21 – Princípios básicos para elaboração de layout no canteiro.....	61
Quadro 22 – Exemplo de Projeto de Execução da Edificação 120m <sup>2</sup> .....	70
Quadro 23 – Legenda para as razões ou grau de proximidade .....	76
Quadro 24 – Legenda para construção do diagrama de arranjo de atividades.....	77

## LISTA DE SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Técnica da ABNT
NR	Norma Regulamentadora
PIB	Produto Interno Bruto
SOL	Segurança, Organização e Limpeza
SMAM	Sistema de Movimentação e Armazenamento de Materiais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>20</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>23</b>
2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	23
2.1.1 Classificação da Indústria da Construção .....	25
2.2 CANTEIRO DE OBRAS .....	26
2.2.1 Tipos de Canteiros .....	28
2.2.2 Elementos do Canteiro .....	29
2.2.3 Fases do Canteiro .....	30
2.3 DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO DE CANTEIROS DE OBRAS.....	30
2.3.1 O Processo de Planejamento de Canteiro de Obras.....	34
2.3.2 Planejamento do Canteiro e o Projeto do Processo.....	38
2.3.3 Tipologia das Instalações Provisórias .....	40
2.3.4 Estudo Logístico do Canteiro de Obras.....	41
2.4 ARRANJO FÍSICO OU LAYOUT.....	44
2.4.1 Conceitos .....	44
2.4.2 Classificação dos Arranjos Físicos.....	46
2.4.3 Novas Configurações de Arranjo Físico .....	47
2.4.4 Relação entre o Tipo de Processo e o Tipo de Arranjo .....	49
2.4.5 Engenharia do Arranjo Físico .....	50
2.4.6 A Metodologia de Planejamento Sistemático de Layout .....	54
2.5 ARRANJOS FÍSICOS APLICADOS EM CANTEIROS DE OBRAS .....	60
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>62</b>
3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	62
3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA .....	62
3.3 COLETA DE DADOS .....	64
3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	64
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>67</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO .....	67
4.2 CARACTERÍSTICAS DOS CANTEIROS DE OBRAS ESTUDADOS.....	68
4.2.1 Classificação do Processo Produtivo e do Layout.....	70
4.2.2 Exemplo de Planejamento e Implantação de um Canteiro de Obras .....	71
4.3 APLICAÇÃO DAS ETAPAS DA FERRAMENTA SLP .....	72
4.3.1 Dados de Entrada .....	72
4.3.2 Diagrama de Inter-Relações de Atividades .....	74
4.3.3 Diagrama de Arranjo das Atividades .....	77
4.3.4 Proposta de Arranjo Físico .....	78
4.4 FATORES LIMITANTES DO ESTUDO .....	80
4.4.1 Limitantes da Lista de Verificação.....	80
4.4.2 Limitantes do Sistema .....	81
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES</b> .....	<b>82</b>
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	84
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>85</b>
APÊNDICE A – Lista de verificação (check-list).....	89
APÊNDICE B – Ilustração de arranjo físico.....	94

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, em especial o subsetor edificações, é frequentemente caracterizada como um dos mais atrasados na indústria brasileira, com baixos índices de produtividade e elevados desperdícios de recursos.

Segundo Pastor Júnior (2007), tais reflexos destas características setoriais, em boa parte, explicam as particularidades gerenciais e operacionais da maioria das empresas de construção civil. Isto está associado a processos pouco racionais, grandes perdas e desperdícios, alta frequência de acidentes no trabalho, baixa qualificação da mão-de-obra e grande deficiência nas áreas de planejamento, acompanhamento e controle.

A FGV – Fundação Getúlio Vargas no ano de 2014, realizou para a CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção, um estudo que permitiu avaliar o que aconteceu com a produtividade durante o período de 2007 a 2012 no setor construção civil. Pelo estudo, constatou-se que o produto setorial cresceu mais de 8% em 2012, mas que as empresas perderam em produtividade, voltando a atenção para o canteiro de obras, pois é lá que se concretizam os avanços na produtividade, com ênfase para o planejamento e gestão efetiva dos processos produtivos.

Souza (2000) destaca que a preocupação com a produtividade e com a qualidade são resultados da necessidade real de um melhor planejamento e gestão de processos no setor da construção. Mattos (2010) reconhece que gerenciar uma obra adequadamente não é um trabalho fácil e que muito de improvisação ainda se faz presente nos canteiros.

O estudo do planejamento e propostas de arranjo físico sob a ótica do canteiro de obras, são recursos auxiliados pela engenharia do arranjo como poderoso ferramental na busca pela produtividade, qualidade e otimização do uso dos recursos, tornando a gestão de processos no setor da construção mais eficientes.

Mediante esta realidade presente nos canteiros de obras, pode-se fazer o uso de ferramentas como o SLP (Planejamento Sistemático de *Layout*), uma metodologia que auxilia nas decisões sobre o arranjo físico, este definido por Muther (1986) como o estudo do posicionamento relativo dos recursos produtivos, homens, máquinas e materiais.

O sistema proposto por Muther é estruturado em fases que consistem em

procedimentos para identificação, visualização, classificação das atividades, inter-relações e alternativas das áreas envolvidas no planejamento do arranjo físico. O SLP tem por objetivo o aumento e eficiência da produtividade, obtido através da melhor utilização do espaço disponível, fluxo racional e redução na movimentação de materiais, pessoas e informações (MUTHER, 1986).

Em contrapartida, o desenvolvimento do *layout* em canteiros é feito de forma precária e as vantagens que este planejamento traz deixam de ser alcançadas, como a minimização do custo de manipulação de materiais e a racionalização do espaço disponível, como exemplificadas por Camarotto (2006).

Dada importância do canteiro na execução de uma obra, seja ela residencial, comercial ou industrial, sua implantação exige um planejamento prévio dos locais que servirão para a armazenagem dos materiais e equipamentos necessários a serem utilizados ou consumidos nas respectivas fases dos processos produtivos, associados a preocupação dos acessos e da locomoção durante as etapas construtivas.

Dentro desse contexto, Souza (2000) destaca que o estudo do canteiro de obras torna-se um aliado para se alcançar a produtividade e qualidade no processo construtivo. E de acordo com Corrêa e Corrêa (2012), para alcançar um ótimo desempenho nas atividades do processo produtivo, é preciso realizar um bom planejamento aliado à formulação de um arranjo físico ideal à área disponível.

Portanto, o presente estudo tem o intuito de desenvolver uma proposta de *layout* para a fase de maior demanda do canteiro de obras, fazendo o uso do método SLP, considerando os principais elementos presentes no canteiro, por meio de um estudo de caso em canteiros de obras do tipo residencial na região oeste do estado do Paraná.

O objetivo do estudo consiste em otimizar a organização do espaço físico dentro do canteiro de obras visando contribuir para a diminuição dos desperdícios, para o aumento da produtividade e contribuir para que em canteiros das obras residenciais haja uma maior preocupação em sua implantação, fundamentado em bases teóricas e que sirva de contribuição para estudos na área.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Propor modelo de *layout* com o intuito de otimizar os processos de planejamento e arranjos físicos em instalações de canteiros de obras.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- a) Diagnosticar o processo de planejamento e implantação de canteiros de obras na região oeste do estado do Paraná.
- b) Apontar as deficiências encontradas no âmbito do planejamento e instalação de canteiros de obras.
- c) Apresentar um layout que possa ser aplicado à fase de maior demanda nos canteiros de obras, utilizando o método SLP.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de embasamento científico que visa sustentar os conceitos utilizados para sua aplicação e futuras avaliações das propostas sugeridas. No âmbito deste trabalho, explanou-se pontos relevantes ao estudo do planejamento e propostas de arranjo físico sob a ótica do canteiro de obras.

### 2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Indústria da Construção Civil é um dos setores mais importantes para a economia do país e segundo afirmação proposta por Gehbauer (2004), é ela quem cria a infraestrutura de base para o funcionamento da economia geral. Adicionalmente, os produtos da construção civil possuem alto valor agregado, fazendo com que a sua comercialização seja mais restrita e sofra maiores impactos da volatilidade econômica e política (PASTOR JÚNIOR, 2007).

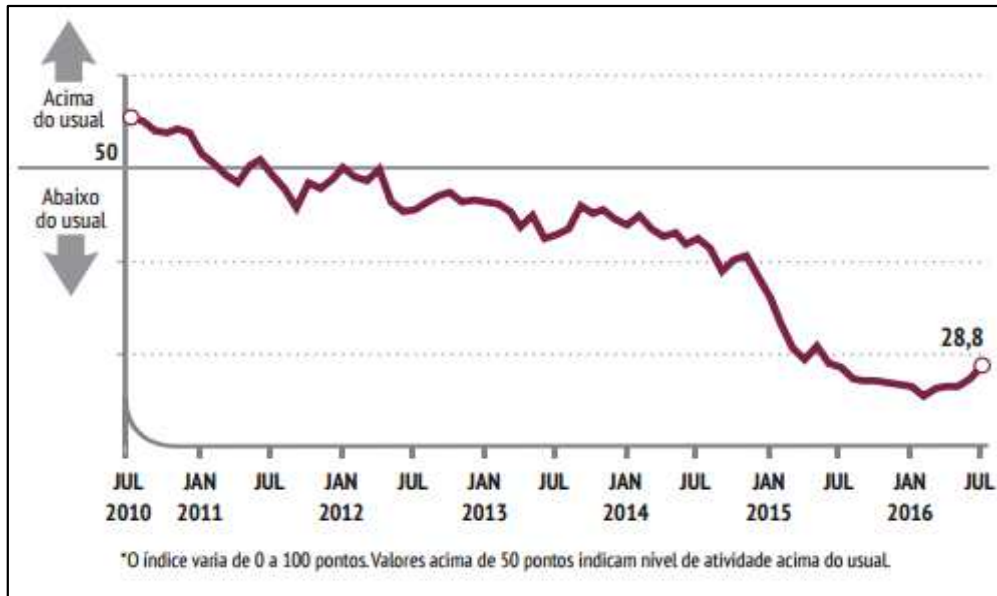
Segundo estudos feitos pelo Sistema FIRJAN<sup>1</sup> (2014), nos últimos 10 anos o segmento da construção civil, passou por um significativo processo de expansão no Brasil, com o crescimento do PIB – Produto Interno Bruto do setor superando o do país. E mesmo considerando os efeitos da crise internacional, esse dinamismo vem sendo sustentado, o que implica novos desafios em relação à inovação, tecnologia, qualificação profissional e ao estabelecimento de ambientes de negócios que favoreçam a produtividade, a competitividade empresarial e o desenvolvimento do país.

A CNI – Confederação Nacional das Indústrias através de indicadores da Sondagem Industrial da Construção, apresenta um índice que compara o nível de atividade do setor ao longo dos últimos anos, como pode-se observar no Gráfico 1, indicando que a mesma vem operando abaixo do usual.

---

<sup>1</sup> FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro: Construção Civil – Desafios 2020, julho 2014.





**Gráfico 1 – Índice de nível de atividade efetivo/usual.**  
**Fonte: Indicadores CNI (2016, p.2).**

Apesar deste índice, as expectativas dos empresários para este setor estão cada vez menos pessimistas e ainda, segundo a CNI, os indicadores para novos empreendimentos e serviços, compra de insumos e matérias-primas, número de empregados e nível de atividade apresentam alta.

Gehbauer (2004) ressalta as peculiaridades da indústria da construção civil, sendo ela uma indústria que permanentemente muda de lugar, onde seu produto acabado é individual e o local de produção (canteiro de obras) varia de local, justificando que os avanços de produtividade nesse setor, por conseguinte, são menores que os demais ramos industriais.

Dentro deste contexto, Mattos (2010) destaca as modificações que a indústria da construção vem sofrendo nos últimos anos decorrente da globalização: a) aumento da competitividade; b) demanda pela modernização dos bens; c) avanço no desenvolvimento de novas tecnologias de construção; d) maior exigência por parte dos clientes; e e) redução da disponibilidade de recursos financeiros para construção de empreendimentos.

Todos esses motivos citados levam as empresas a notar a importância de investir em gestão e controle de processos, visto que as deficiências no planejamento e controle estão entre as principais causas de baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos.

Deste modo, busca-se um aumento da produtividade e da qualidade por meio do planejamento da obra e do planejamento da produção no canteiro de obras.

## 2.1.1 Classificação da Indústria da Construção

De acordo com a CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016), a indústria da Construção está segmentada em três divisões (Quadro 1), sendo elas: a Construção de Edifícios – também denominada de Edificações -, a segmentação de Obras de Infraestrutura – também denominada de Construção Pesada – e a segmentação de Serviços Especializados para a Construção, esta que dá suporte para as demais.

Segmento	Subdivisão	Abrangência
<b>Construção de Edifícios</b>	Incorporação de Empreendimentos Imobiliários	Construção de edifícios de todos os tipos (residenciais, comerciais, industriais, agropecuários e públicos), as reformas, manutenções correntes, complementações e alterações de imóveis, a montagem de estruturas de casas, abrigos e edifícios pré-fabricadas in loco para fins diversos de natureza permanente ou temporária quando não realizadas pelo próprio fabricante; e realização de empreendimentos imobiliários, residenciais ou não, provendo recursos financeiros, técnicos e materiais para a sua execução e posterior venda (incorporação imobiliária)
	Construção de Edifícios	
<b>Obras de Infraestrutura</b>	Construção de Rodovias, Ferrovias, Obras Urbanas e Obras-de-Arte Especiais	Autoestradas, vias urbanas, pontes, túneis, ferrovias, metrô, pistas de aeroportos, portos e projetos de abastecimento de água, sistemas de irrigação, sistemas de esgoto, instalações industriais, redes de transporte por dutos (gasodutos, minerodutos, oleodutos) e linhas de eletricidade, instalações esportivas, as reformas, manutenções correntes, complementações e alterações de obras de infraestrutura e a construção de estruturas pré-fabricadas in loco para fins diversos, de natureza permanente ou temporária
	Obras de Infraestrutura para Energia Elétrica, Telecomunicações, Água, Esgoto e Transportes por Dutos	
	Construção de Outras Obras de Infraestrutura	
<b>Serviços Especializados para a Construção</b>	Demolição e Preparação do Terreno	Preparação do terreno para construção (fundações, concretagem de estruturas), instalação de materiais e equipamentos necessários ao funcionamento do imóvel (instalações hidráulicas, as instalações de sistemas de calefação e de ar condicionado, antenas, sistemas de alarme e outras instalações elétricas, sistemas de irrigação automáticos, elevadores e escadas rolantes, etc., serviços de tratamento térmico e acústico, alvenaria, refrigeração comercial, a instalação de sistemas de iluminação e de sinalização luminosa e iluminação), obras de acabamento
	Instalações Elétricas, Hidráulicas e Outras Instalações em Construção	
	Obras de Acabamento	
	Outros Serviços Especializados para Construção	

**Quadro 1 – Segmentos da Indústria da Construção**

Fonte: Adaptado de IBGE (2016).

Para se entender os termos mais usuais que compõem esta atividade econômica, Azeredo (1997) define por construção civil a ciência que estuda as disposições e métodos seguidos na realização de uma obra sólida, útil e econômica; por obra todos os trabalhos de engenharia de que resulte criação, modificação ou reparação, mediante construção, ou que tenham como resultado qualquer transformação do meio ambiente natural; e por edifício toda construção que se destina ao abrigo e proteção contra as intempéries, dando condições para desenvolvimento de uma atividade.

O foco do presente trabalho está inserido no segmento da Construção de Edifícios, voltado à construção de edifícios residenciais e de incorporação imobiliária, pois neste segmento realizou-se o diagnóstico do canteiro de obras, do seu planejamento e da sua implantação.

## 2.2 CANTEIRO DE OBRAS

Ao longo do trabalho serão feitas inúmeras referências aos autores Ubirici Espinelli Lemes de Souza e Tarcisio Abreu Saurin por apresentarem relevantes trabalhos sobre o tema canteiro de obras.

A definição de canteiro de obras pode ser descrita sob diversas óticas. Pereira (2015, p. 5) define o canteiro de obras sendo “o espaço da construção destinado à execução dos serviços construtivos, às áreas de vivência e armazenamento dos materiais utilizados na obra”.

A seguir apresentam-se as definições estabelecidas segundo as normas vigentes a respeito deste tema. Primeiramente, segundo a NR 18<sup>2</sup> “a área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”.

Em seguida tem-se a definição segundo a ABNT:

Áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência.

---

<sup>2</sup> NR 18 – Norma Regulamentadora n. 18 do Ministério do Trabalho: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

Sendo as áreas operacionais aquelas onde se desenvolvem as atividades de trabalho relacionadas à produção, e as áreas de vivência destinadas a suprir as necessidades básicas de alimentação, higiene pessoal, descanso e lazer (NBR 12284<sup>3</sup>, 2013).

Apesar de variarem grandemente em número e finalidade, sua função geral é a mesma: apoiar as atividades de construção e que estas instalações podem ser, entre outras, espaços para armazenamento de materiais, escritórios, áreas de lazer e alimentação Rad (1983 *apud* SAURIN, 1997).

Nota-se que o canteiro desempenha um papel de suma importância na produção de um edifício, pois é ele quem dá o suporte à execução da obra adaptando-se às interfaces conforme o processo de construção. Somado a isso, o canteiro é o local de trabalho frequentado pelos operários durante todo o andamento da obra.

É no canteiro que muitas das ações preconizadas por um sistema da qualidade e muitas das prescrições de um processo produtivo têm de ocorrer. Não há sentido em se falar em qualidade na obra ou produtividade no processo construtivo quando não se tem planejado o local onde os serviços de construção acontecem (SOUZA, 2000 p. 18).

Neste contexto, o autor enfatiza que os gestores da produção de um edifício são responsáveis pela tarefa de compor o canteiro a partir de um espaço predeterminado e alocar nele as atividades relativas à produção da obra, devendo selecionar dentre as alternativas disponíveis no mercado as partes necessárias para compor o canteiro e analisar como estas partes irão se conjugar. Ademais, o autor endossa que adotando uma postura técnica embasada em diretrizes e critérios preestabelecidos preferencialmente em fase preliminar, o planejamento garantirá uma maior eficiência do processo como um todo.

Rad (1983 *apud* Saurin; Formoso, 2006) concluiu que raramente existe um método definido para o planejamento do canteiro, observando, em pesquisas junto a gerentes de obra, que os planos eram elaborados com base na experiência, no senso comum e na adaptação de projetos passados para as situações atuais.

---

<sup>3</sup> NBR - 12284 – Norma Técnica da ABNT: Áreas de Vivência em Canteiros de Obras.

### 2.2.1 Tipos de Canteiros

Pereira (2015) e Saurin (1997) referendam em seus trabalhos a tipologia dos canteiros, segundo estudos feitos por Illingworth em seu livro *Construction Methods and Planning* que os enquadram em amplos (*open field sites*), restritos e longos e estreitos, conforme Quadro 2.

Tipos de Canteiros			
Tipos	Amplos	Longos e Estreitos	Restritos
<b>Descrição</b>	A construção ocupa uma parcela relativamente pequena do terreno e há disponibilidade de acessos para veículos e de espaço para áreas de armazenamento e acomodação de pessoal.	São restritos em apenas uma das dimensões, com possibilidade de acesso em poucos pontos do canteiro	Construção ocupa grande parcela ou completamente o terreno e os acessos são restritos
<b>Exemplo</b>	Construção de plantas industriais, conjuntos habitacionais horizontais e outras grandes obras	Trabalhos em estrada de ferro e rodagem, redes de gás e petróleo	Construções em áreas centrais urbanas, ampliações e reformas

**Quadro 2 – Tipos de Canteiros**

Fonte: Adaptado de Illingworth (1993 *apud* PEREIRA, 2015 p. 7).

Dá-se ênfase maior ao tipo de canteiro restrito que é o que melhor se enquadra aos canteiros utilizados pelas obras de edificações residenciais abordadas neste trabalho realizadas dentro de perímetros urbanos. Este tipo de canteiro é comumente encontrado nos centros urbanos das cidades e exige maior relevância em seu planejamento decorrente às suas limitações e para tanto devem ser seguidos alguns princípios básicos, como afirma Illingworth (1993 *apud* SAURIN, 2015 p. 30):

- a) Deve ser feito um estudo detalhado do canteiro, avaliando a influência das divisas, preexistência de redes de esgoto, água, e eletricidades, etc.;
- b) Devem ser avaliadas as restrições acarretadas pelas condições internas do próprio canteiro (topografia, vegetação, etc.);
- c) Deve ser verificada a existência de características que possam ser exploradas no planejamento;
- d) Devem ser verificados quais os fatores que afetam os acessos e os descarregamentos, tais como desníveis, características do solo, intensidade do tráfego nas ruas de acesso ao canteiro, etc.

O autor Illingworth (1993 *apud* Saurin, 2015) enfatiza duas regras fundamentais (*golden rules*) quando se refere ao planejamento de canteiros restritos: sempre atacar primeiro a fronteira mais difícil e criar espaços utilizáveis no nível do terreno ou próximo a ele, tão cedo quanto possível.

Fonseca (2013) complementa tais princípios afirmando que, não obstante as análises internas do local no qual será instalado o canteiro e do projeto elaborado com as especificações técnicas, tópicos relacionados ao entorno da instalação do novo canteiro necessitam de atenção.

Logo, a análise do local em que o canteiro será instalado deve ser macro e abranger todos os pontos que, de alguma forma, estarão relacionados com o canteiro, sendo eles internos ou externos, móveis ou imóveis.

### 2.2.2 Elementos do Canteiro

Dantas (2004 *apud* Fonseca, 2013), divide o canteiro em vários setores (Quadro 3), conforme sua localização e funcionalidade.

Setor	Subsetor
Elementos ligados à Produção	Central de concreto e argamassa
	Central de preparo de armaduras
	Central de produção de formas
	Oficina de montagem de instalações de esquadrias
	Central de pré-moldados
	Central de carpintaria
Elementos de Apoio a Produção	Estoques: materiais perecíveis, materiais não-perecíveis e baias de agregados
	Almoxarifados: da construtora e para empreiteiros
Sistemas de Transportes	Transporte vertical de materiais: elevadores e guias
Apoio Administrativo	Escritório administrativo/técnico com instalações sanitárias
	Recepção da obra
	Cartão ponto
	Refeitório
	Ambulatório
	Sanitários e vestiários
Outros elementos	Entradas de água, luz e coleta de esgoto
	Portões
	"Stand" de vendas

**Quadro 3 – Elementos que compõe o canteiro de obras**

Fonte: Adaptado de Dantas (2006 *apud* Fonseca, 2013).

Os elementos do canteiro são as várias partes que o compõem e além destes elementos citados, somam-se a eles a área de vivência, outro elemento importante que compõe o canteiro e é regido segundo a NBR 12284/91. “As áreas de vivência são de grande importância, pois são locais onde geralmente há uma concentração razoável de pessoas e possuem uma variedade maior de elementos” (FONSECA, 2013 p. 8).

### 2.2.3 Fases do Canteiro

O canteiro, por ser considerado a “indústria” da obra que se adequa ao transcorrer do processo construtivo diferindo quanto aos serviços executados e segundo Cunha (2015), o seu planejamento segue uma ordem cronológica, sendo dividido em três fases principais, conforme Quadro 4.

<b>Fase</b>	<b>Descrição</b>
<b>1ª Inicial</b>	Serviços que interferem com as áreas onde será implantado o canteiro: Movimentação de Terra, Fundações
<b>2ª Intermediária</b>	Grande volume de produção: Estrutura, Alvenaria, Instalações
<b>3ª Final</b>	Grande diversidade de serviços: Revestimento, Acabamento da Obra

**Quadro 4 – Fases do Canteiro de Obras**  
**Fonte: Adaptado de Cunha (2015).**

De acordo com Souza (2000) e complementando o Quadro 4, cada subdivisão tem em vista o tempo de execução e refere-se a: movimentação de terra, contenção da vizinhança e fundações, estrutura dos subsolos sob a torre e a periferia, a estrutura do restante da torre, a estrutura, alvenaria e revestimentos argamassados e a finalização da obra.

## 2.3 DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO DE CANTEIROS DE OBRAS

A indústria da construção civil no Brasil é caracterizada por não adotar, de

forma sistematizada, métodos de planejamento operacional no canteiro de obras. Normalmente o planejamento se resume à elaboração de um orçamento e um cronograma físico, com o objetivo de atender custos e prazos pré-definidos sem maiores critérios técnicos (PASTOR JÚNIOR, 2007).

“Ao planejar uma obra, o gestor adquire alto grau de conhecimento do empreendimento, o que lhe permite ser mais eficiente na condução dos trabalhos” (MATTOS, 2010 p. 21). Tais benefícios que o planejamento traz são: conhecimento pleno da obra, detecção de situações desfavoráveis, agilidade de decisões, relação com o orçamento, otimização de alocação de recursos, referência para acompanhamento, padronização, referência para metas, documentação e rastreabilidade, criação de dados históricos e profissionalismo.

Dentre os vários objetivos de se realizar o planejamento do canteiro de obras, Tommelein (1992 *apud* Saurin, 1997), considera que um bom planejamento deve se enquadrar em duas categorias principais apresentadas no Quadro 5.

<b>Categoria</b>	<b>Abrangência</b>
De Alto Nível	Promover operações eficientes e seguras; manter alta a motivação dos empregados; e o cuidado com o aspecto visual do canteiro, que inclui a limpeza e impacto positivo perante funcionários e clientes.
De Baixo Nível	Minimizar distâncias de transporte; minimizar tempos de movimentação de pessoal e materiais; minimizar manuseios de materiais; e evitar obstruções ao movimento de materiais e equipamentos.

**Quadro 5 – Objetivos do Planejamento de Canteiros**

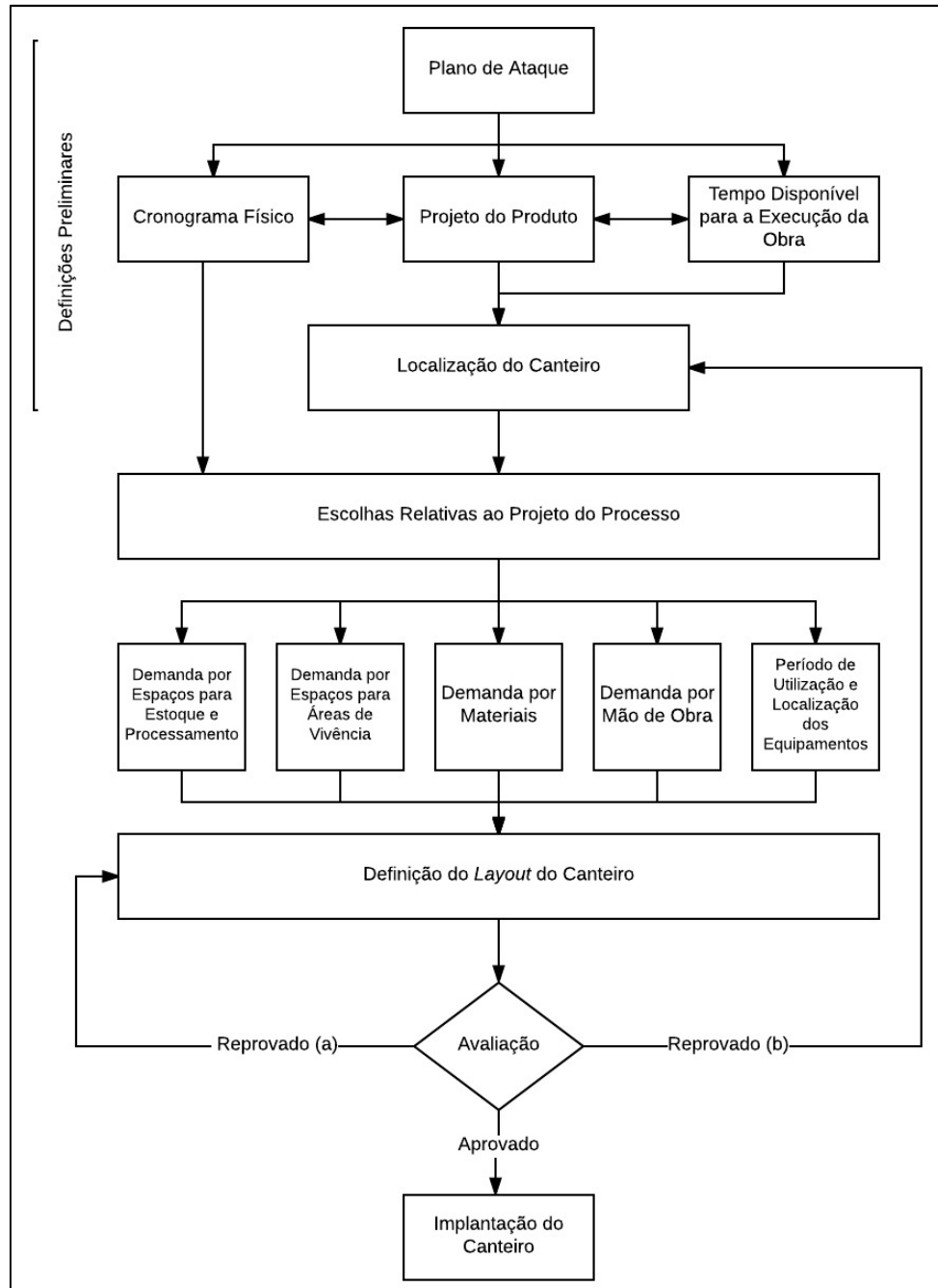
**Fonte: Adaptado de Habitare (2006).**

Saurin (1997, p. 14) define o planejamento do canteiro da seguinte forma:

É definido como o planejamento do *layout* e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação e armazenamento de materiais e instalações de segurança. O planejamento da logística deve ser integrado ao planejamento do *layout*, tratando de garantir o fornecimento de todas as condições de infraestrutura necessárias para o funcionamento dos processos relacionados às instalações de canteiro.

A concepção e implantação de um canteiro de obras possui uma sequência de etapas que devem ser seguidas, conforme a Figura 1.





**Figura 1 - Fluxograma das Atividades**  
 Fonte: Adaptado de Souza (2000, p. 27).

Dentre as atividades citadas no fluxograma, Souza (2000) salienta que as que tem maior influência no processo concepção do canteiro são o Tempo Disponível para a Execução da Obra considerando que a duração de cada serviço influencia diretamente na demanda de recursos seja ele de materiais ou humano, o Projeto do Produto que deve dispor de todas as informações pertinentes ao terreno e vizinhança aonde será instalado o canteiro facilitando o projeto preliminar do canteiro e o Plano de Ataque que deve contemplar todos os materiais e equipamentos que servirão de

suporte às atividades estabelecidas da construção.

Azeredo (1997) explica que a preparação do terreno deverá ser feita de tal forma que sua distribuição atenderá às necessidades de desenvolvimento da obra e que poderá sofrer mudanças conforme seu andamento caso haja necessidade e considera que para organização do canteiro ele deve dispor de: ligações de água e esgoto; distribuição de áreas para materiais a granel não perecíveis; construções do armazém de materiais perecíveis, escritório, alojamento, sanitário; distribuição de máquinas; área de circulação de pessoas e máquinas; e trabalhos diversos<sup>4</sup>.

Nesta fase de planejamento do canteiro há itens essenciais que devem ser considerados tão importantes quanto os itens estabelecidos pelas normativas de segurança e demais legislações vigentes. Tal listagem de itens foi elaborada por Rousselet (2012, p. 7) e é similar e complementar àquela proposta por Azeredo (1997), acima mencionada, encontrando-se descrita a seguir:

- a) Ligações de água, energia elétrica, esgoto e telefone, devendo ser solicitadas, junto às respectivas Concessionárias, as informações necessárias.
- b) Localização e dimensionamento, em função do volume da Obra, de áreas para armazenamento de materiais a granel (areia, brita, etc.).
- c) Localização e dimensionamento, em função do efeito máximo previsto para a Obra, das Áreas de Vivência, com as seguintes instalações: vestiários, alojamento, local de refeições, cozinha (quando for previsto o preparo de refeições), lavanderia, área de lazer, ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores.
- d) Localização e dimensionamento das centrais de: massa (betoneira), minicentral de concreto, quando houver, armação de ferro, serra circular, armação de forma, pré-montagem de instalações, soldagem e corte a quente e outras.
- e) Localização e dimensionamento dos Equipamentos de Transporte de Materiais e Pessoas: grua, elevador de transporte de materiais (prancha) e elevador de passageiros (gaiola).
- f) Tapumes para impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços.

---

<sup>4</sup> Trabalhos diversos - Reaproveitamento e tratamento de materiais deverão ser feitos desde que o custo da mão de obra exigida seja menor que o do produto no mercado (AZEREDO, 1997 p. 23).

- g) Verificação das diversas interferências com a comunidade e vice-versa.
- h) Análise cronológica da instalação do Canteiro e das atividades de Máquinas e Equipamentos fixos, para determinar, com antecedência, sua disposição.

Saurin (1997) salienta que, apesar dos benefícios de um planejamento eficiente serem potencialmente altos é difícil atribuir economias ou diminuição de custos diretamente a ele devido a logística e layout do canteiro estarem diretamente ligadas ao processo construtivo.

Antunes (2012), complementa tal afirmação que aplicando os princípios da melhoria continua da filosofia da construção enxuta, nos canteiros, os processos construtivos podem ser agilizados e com redução dos desperdícios, sem estar unicamente relacionado com a redução de custos, visto que em certos momentos um investimento maior em um setor, promoverá a redução de custos em outros.

### 2.3.1 O Processo de Planejamento de Canteiro de Obras

Esta seção é dedicada a abordar os procedimentos de implantação e os benefícios da metodologia do processo de planejamento de canteiros de obras, elaborada pelos autores Ubirici Espinelli Lemes de Souza e Tarcisio Abreu Saurin.

Para os autores, o planejamento do canteiro deve seguir etapas de coleta de dados e avaliação, como qualquer outro processo de gestão. Abaixo são listadas as quatro etapas fundamentais:

- a) Diagnóstico de canteiros de obra existentes;
- b) Padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento;
- c) Planejamento do canteiro de obras propriamente dito;
- d) Manutenção da organização dos canteiros, baseando-se na aplicação dos princípios dos programas 5S.

O diagnóstico do canteiro de obras é o ponto de partida em um programa de melhoria e será através dele a geração de subsídios para a realização das etapas seguintes. O método de diagnóstico proposto por Saurin e Formoso (2006), consiste da aplicação conjunta de três ferramentas (Quadro 6): uma lista de verificação (*checklist*), elaboração de croqui do *layout* e registro fotográfico.

<b>Lista de Verificação (<i>checklist</i>)</b>	<b>Elaboração de Croquis do <i>Layout</i></b>	<b>Registro Fotográfico ou Filmagem</b>
Permite uma ampla análise qualitativa do canteiro, no âmbito da logística e do <i>layout</i> , segundo os seus três principais aspectos: instalações provisórias, segurança no trabalho e sistema de movimentação e armazenamento de materiais	Permite a identificação de problemas relacionados ao arranjo físico propriamente dito	Permite fazer registros visuais da situação encontrada nos principais pontos tradicionais de ocorrência de problemas e de importância logística (utilizado na apresentação dos resultados do diagnóstico)

**Quadro 6 – Ferramentas Utilizadas no Diagnóstico do Canteiro de Obras**

Fonte: Adaptado de Saurin e Formoso (2006).

Com o uso dessas ferramentas é possível analisar de forma macro tudo que mereça atenção no planejamento do canteiro por considerar os diversos elementos existentes baseando-se na realidade ali encontrada.

Quanto a padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento, Saurin e Formoso (2006, p. 31) contrariam o pressuposto de que a indústria da construção tem como produto a obra, cujo produto feito é único e singular não sendo passível de padronização e se justificam da seguinte forma:

Em meio às diversas estratégias gerenciais cujo uso se disseminou no movimento pela qualidade total, a padronização destaca-se como uma das mais importantes e mais eficientes, podendo trazer uma série de benefícios à empresa, facilitando as atividades de planejamento, controle e execução. Contudo, a padronização não é uma estratégia a ser utilizada indiscriminadamente em qualquer situação, fazendo-se necessário um estudo criterioso da sua real necessidade e profundidade de implantação.

No âmbito da instalação do canteiro de obras, pode-se observar o benefício de alguns procedimentos passíveis de padronização através do Quadro 7.

<b>Benefício</b>	<b>Justificativa</b>
Diminuição das perdas de materiais	Decorrencia do reaproveitamento, da melhor qualidade e da utilização mínima de componentes nas instalações (somente o especificado pelo padrão, nada mais)
Facilidade para o planejamento do <i>layout</i> dos novos canteiros	Muitos dos padrões são dados necessários à realização da atividade
Contribuição para a formação de uma imagem da empresa	A qualidade do padrão é o fator determinante se esta imagem é positiva ou negativa
Conformidade com os requisitos da NR-18	Evitar multas e prevenir acidentes

Possibilidade de elaboração de um modelo básico de PCMAT <sup>5</sup>	Refletirá a realidade da empresa, ao contrário do que aconteceria se a elaboração do mesmo não considerasse as reais práticas da empresa
Estabelecimento de uma base a ser seguida	Servirá como processo de introdução de melhorias nos canteiros é implantado

**Quadro 7 –Benefícios da Padronização na Instalação de Canteiros de Obras.**  
**Fonte: Adaptado de Saurin e Formoso (2006).**

Os autores sugerem categorias, conforme pode ser visto no Quadro 8, para direcionar e agrupar os possíveis padrões através de um manual, facilitando o entendimento dos mesmos.

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Abordagem</b>
Sistema construtivo das instalações provisórias	Acesso a obra	Tapumes, placa da empresa, portão para pessoas, portão para veículos, acesso coberto;
	Áreas de vivência e de apoio	Plantão de vendas, guarita do vigia, escritório, almoxarifado, refeitório, vestiário e instalações sanitárias
Segurança na obra	Proteções contra quedas de altura	Escadas de mão, poços de elevadores, proteção contra queda na periferia dos pavimentos, aberturas no piso, andaimes suspensos, elevador de passageiros
	Instalações complementares	Sinalização de segurança, EPI's e uniforme, caixa de capacetes para visitantes, instalações elétricas, proteção contra incêndio, serra circular
Movimentação e armazenamento de materiais	-	Vias de circulação, entulho, produção de argamassa e concreto, armazenamentos de cimento, agregados, blocos, aço e tubos de PVC
Planejamento do <i>Layout</i>	-	Diretrizes para dimensionamento e locação das instalações de canteiro
Manutenção da organização do canteiro	-	Programa 5S

**Quadro 8 –Categorias para agrupar os padrões**  
**Fonte: Adaptado de Saurin e Formoso (2006).**

Após elaborado o manual com os padrões adotados pela empresa, o próximo passo segundo os autores Saurin e Formoso (2006) é o planejamento de canteiro que contempla cinco etapas básicas:

- a) Análise Preliminar: envolve a coleta e a análise de dados, sendo fundamental para a execução qualificada e ágil das demais etapas. Esta etapa é considerada a etapa fundamental para o sucesso de uma implantação de um canteiro ideal, prevendo uma série de problemas,

<sup>5</sup> PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho: regulamentado pela Norma Regulamentadora 18 (NR-18) através da Portaria 3.214 de 1978.

dificuldades do projeto (FONSECA, 2013).

- b) Arranjo Físico Geral: etapa de definição do *macro layout*, envolve o estabelecimento do local em que cada área do canteiro irá situar-se, devendo ser estudado o posicionamento relativo entre as diversas áreas.
- c) Arranjo Físico Detalhado: envolve o detalhamento do *micro layout*, no qual é estabelecida a localização de cada equipamento ou instalação dentro de cada área do canteiro.
- d) Detalhamento das Instalações: planejamento da infraestrutura necessária ao funcionamento das instalações, técnicas de armazenamento de cada material, tipo de pavimentação das vias de circulação de materiais e pessoas, etc.
- e) Cronograma de Implantação: deve apresentar graficamente o sequenciamento das fases de *layout*, além de explicitá-las à execução da obra que determinam uma alteração no *layout*.

Por fim, concluem o método definindo como necessário o uso de um Plano de Ação para implantação e controle de tais padrões, utilizando técnicas como o 5W2H<sup>6</sup>, 5S - ilustrado pela Figura 2, reuniões de treinamento com os profissionais envolvidos, acompanhamento das obras, entre outros.



**Figura 2 - Programa 5S aplicado a manutenção da organização do canteiro. Fonte: Adaptado de Saurin e Formoso (2006).**

<sup>6</sup> 5W2H – Ferramenta administrativa que auxilia na execução de Planos de Ação para planejamento de atividades. (Portal da Administração, 2014)

A consideração mais aprofundada a respeito do *layout* e sua correlação ao planejamento do canteiro será melhor detalhado posteriormente na sessão 2.4 deste trabalho.

### 2.3.2 Planejamento do Canteiro e o Projeto do Processo

Mattos (2010) define o termo projeto aplicado ao ramo da construção como algo associado ao plano geral de uma edificação que engloba a compatibilização dos projetos arquitetônicos, estruturais, de instalações elétricas e sanitárias, necessários à construção.

Assim, o projeto construtivo é bastante complexo e envolve uma série de variáveis e informações a serem levantadas, estudadas e analisadas através de um planejamento meticuloso, pois a obra é dependente de muitos elementos externos a ela e, conseqüentemente, a concepção do canteiro de obras também. Neste sentido Fonseca (2013) explica que uma série de decisões devem ser tomadas quanto ao processo executivo dos elementos que serão utilizados na construção da edificação, deixando bem especificado quais serão os espaços necessários para a circulação, estocagem de materiais e áreas de produção.

De acordo com Saurin (1997), ao realizar a atividade do planejamento do canteiro defronta-se com as restrições impostas pelo projeto da edificação e pelo posicionamento desta dentro do terreno. Pereira (2015) complementa esta afirmação ressaltando que o planejamento e o projeto do canteiro é um processo complexo e composto por uma gama de fatores que o influenciam em maior ou menor grau, como prazos, o plano de ataque, o cronograma físico criado, as tecnologias utilizadas, a demanda por materiais e mão de obra durante as fases do canteiro.

Com base nestas informações que se inicia o projeto de *layout* ou definição do arranjo físico do canteiro.

Deve ficar claro que a proposta implícita nestas considerações não é a priorização absoluta do projeto de layout do canteiro sobre os demais projetos, mas sim a consideração de suas necessidades na elaboração daqueles projetos que podem afetá-lo diretamente [...] já que o layout do canteiro define o ambiente no qual todos os trabalhos de construção são desempenhados, podendo facilitar ou dificultar a execução dos mesmos (SAURIN 1997, p. 18).

Fonseca (2013) evidencia que devido à crescente demanda por técnicas que acelerem e potencializem a execução da obra, faz-se o uso de equipamentos mais robustos e que necessitam de maior disponibilidade de áreas dentro do canteiro de obras para o suporte e/ou posicionamento dos mesmos, e o projeto deve atender a essas necessidades, somado aos projetos de legislação e ao mesmo ser funcional para a obra, como afirma.

Para Souza (2000), incluem-se dentro do projeto: a) o sistema de transporte vertical utilizado na obra e seu período de utilização e localização; b) demanda por materiais e mão de obra (elaborar um cronograma contendo as informações sobre todas as atividades e elementos pertinentes a execução da obra e uma estimativa do número de operários envolvidos em cada serviço); c) demanda por espaços (prever os espaços necessários para cada fase da obra); e d) definir o *layout* do canteiro, contemplando os custos, os benefícios quanto a produtividade, garantia da qualidade e compatibilizando todas as necessidades da obra com a disponibilidade de área.

Na Figura 3 pode-se ver um modelo de projeto de canteiro aplicado a uma construção residencial e observar como estão dispostos cada centro produtivo que será utilizado ao longo da obra, contemplando também os equipamentos de grande porte.



Figura 3 – Modelo de projeto de *layout* aplicado a uma construção residencial. Fonte: Comunidade da construção (2012).

O projeto de *layout* do canteiro integra-se com os demais projetos de uma



obra, como alega Saurin (1997), possuindo maior grau de relação com os projetos arquitetônicos e menor grau com o estrutural e os de instalações hidrosanitárias e elétricas.

### 2.3.3 Tipologia das Instalações Provisórias

Segundo Pereira (2015), as instalações provisórias exercem a função de abrigar os elementos do canteiro relacionado à área técnica administrativa ou de produção, sendo que os sistemas mais frequentemente utilizados são o sistema tradicional em chapas de madeira compensada, sistema pré-fabricado de madeira, contêiner metálico, construções temporárias em alvenaria e aproveitamento de construções antigas. Suas características, vantagens e desvantagens podem ser vistas no Quadro 9.

Seja qual for o sistema utilizado, devem ser considerados os seguintes critérios: custos de aquisição, custos de implantação, custos de manutenção, reaproveitamento, durabilidade, facilidade de montagem e desmontagem, isolamento térmico e impacto visual (SAURIN; FORMOSO, 2006, p.53).

Ainda os autores Saurin e Formoso (2006), o uso de contêineres pelas suas vantagens em obras de edificações residenciais e comerciais vem se disseminando nos últimos anos, ainda é muito inferior se comparado ao sistema tradicional.

Sistema	Característica	Vantagens	Desvantagens
<b>Sistema em chapas de madeira compensada</b>	Composto por chapas de madeira compensada com reforços estruturais feitos em caibros, com cobertura sob a forma de telhados e telhas de fibrocimento	Simplicidade de execução	Despende muito tempo e mão de obra em sua execução por possuir baixa industrialização
<b>Sistema pré-fabricado de madeira</b>	Módulos pré-fabricados de madeira que chegam prontos a obra, utilizados em obras com cronogramas maiores	Maior velocidade na execução da instalação, diminuição de resíduo e reaproveitamento do material	-

<b>Contêiner metálico</b>	Normalmente utilizado em grandes obras, feitos por estruturas de aço de fácil instalação e de grande leveza, mobilizados com auxílio de guindastes hidráulicos	Rápida montagem e não requer pessoal especializado, baixa geração de resíduos, grande flexibilidade quanto à utilização e arranjo de peças	Normalmente são alugados e inviáveis para obras com longos períodos de duração, apresentam mau desempenho térmico e acústico
<b>Construções em fibra de vidro</b>	Sistema construtivo modular pouco utilizado no Brasil, composto por duas chapas de fibra de vidro separadas por uma placa de isopor, não necessitando de fundação	Boas características termo acústicas, prático, conferindo rapidez na mobilização/desmobilização das instalações e permitindo o reaproveitamento dos módulos	Dificuldade de se encontrar fornecedores, custo inicial extremamente elevado
<b>Reaproveitamento de construções antigas</b>	Edificações pré-existentes que não influenciam na obra	Não há custos para sua execução e para possíveis reparos os gastos são reduzidos	Relacionada a logística do canteiro

**Quadro 9 –Tipos de sistemas utilizados nas instalações externas**  
**Fonte: Adaptado de Pereira (2015).**

#### 2.3.4 Estudo Logístico do Canteiro de Obras

Souza (2016) caracteriza a logística na construção como a junção de elementos que estão diretamente ligados a concepção, implementação e planejamento da obra, relacionando a tal operação o fluxo de materiais, mão de obra, os processos de movimentação e estocagem de materiais em todas as fases. Neste sentido o planejamento logístico estabelece, por exemplo, as condições de armazenamento dos materiais, como cita Saurin (1997). As movimentações citadas por Souza (2016), podem ser vistas no Quadro 10.

<b>Movimentação de Informações</b>	<b>Movimentação de Materiais</b>	<b>Movimentação de Pessoas</b>
Custo	Demanda	Acesso a obra
Prazo	Modelagem	Vestiários
Qualidade	Fluxograma dos processos	Sanitários/chuveiros
Abastecimento	Diferentes insumos	Refeitório
Presença da mão de obra	Logística direta x reversa	Processamento de materiais
Andamento do Trabalho	Movimentação externa x interna	Tempo de movimentação em relação ao tempo produzindo
Comunicação Geral	Centralização x descentralização das responsabilidades	
Presença de anormalidades	Cuidados no recebimento	
Motivação do operário	Macro x micrologística Meios de Transporte	

**Quadro 10 –Tipos de movimentações existentes em um canteiro**  
**Fonte: Adaptado de Souza (2016).**

Segundo Antunes (2012) as características para a logística aplicada ao canteiro de obras devem contemplar o acesso sem obstruções ao estoque; os insumos estarem preferencialmente separados por lotes; utilizar da racionalização dos materiais através de tijolos normatizados e paletizados. Estes, visando maior facilidade no transporte, menor desperdício com quebras ou avarias e realizar um controle de estoque feito a partir das necessidades mínimas da obra.

A Figura 4 exemplifica a racionalização dos materiais utilizados na obra, utilizando os paletes e a organização segundo lotes, facilitando a armazenagem e o transporte dos mesmos.



**Figura 4 - Exemplo de organização dos materiais em estoque.**  
**Fonte: Comunidade da construção (2012).**

Antunes (2012) ainda ressalta a importância do Projeto de Logística e do Projeto de Alvenaria dentro do estudo logístico, visto que um contempla a quantidade necessária e o local de armazenar os blocos nos pavimentos que forem executar o referido tipo de serviço e o outro a quantidade, os tipos de blocos e as instalações necessárias, que compatibilizados proporcionam um maior controle do fluxo de material durante a obra.

Na Figura 5, pode-se ver um modelo de controle de estoque diário, contendo informações pertinentes quanto a quantidade do material consumida e estocada e a necessidade de reposição desse material indicada por um esquema de cores (verde, amarela e vermelha) sendo de fácil visualização e interpretação.

**GB**  
**Gabriel Bacelar**  
CONSTRUTORA

Obra: SKY BOA VIRGEM

## CONTROLE DE ESTOQUE

DATA: 31/08/12

Nº	MATERIAL	CONSUMO DIÁRIO	ESTOQUE MÍNIMO	ESTOQUE ATUAL	SITUAÇÃO
1	ARGAMASSA ASSENTAMENTO PRONTO	140	500	1.100	■
2	ARGAMASSA EMBÓCO PRONTO INTERNO	45	200	550	■
3	ARGAMASSA EMBÓCO PRONTO EXTERNO	—	—	—	■
4	ARGAMASSA CONTRAPISO PRONTO	140	700	1.200	■
5	ARGAMASSA CIMENTO PORTLAND CIE 32 50KG	08	40	—	■
6	—	06	30	80	■
7	BLOCO CERÂMICOS 29X19X29	900	3.000	8.120	■
8	BLOCO CERÂMICOS 29X19X19	416	1.800	2.080	■
9	BLOCO CERÂMICOS 29X19X09	104	520	7.800	■
10	BLOCO CERÂMICOS 29X19X04	102	1.300	4.050	■
11	BLOCO CALHA 29X19X9	80	500	1.100	■
12	GRATU TIX	05	50	70	■
13	TIJOLO CERÂMICO 19X19X07	—	—	8.880	■
14	—	—	—	—	■
15	—	—	—	—	■

**LEGENDA**

 Est. Atual	Maior	Est. Mínimo
 Est. Atual	Menor ou Igual	Est. Mínimo
 Est. Atual	Menor	Consumo Diário

**Figura 5 - Exemplo de controle de estoque aplicado por uma construtora.**  
**Fonte: Comunidade da construção (2012).**

Dentro deste estudo logístico, Saurin (1997) considera o SMAM - Sistema de Movimentação e Armazenamento de Materiais, sistema que relaciona a atividade de *layout* com o planejamento da movimentação e armazenamento de materiais, que são determinantes da eficiência produtiva no canteiro ligada ao desperdício de materiais e mão de obra. Dentro deste sistema, a parte mais criteriosa e que merece maior relevância é a movimentação de materiais.

Heineck *et al.* (1995 *apud* Saurin, 1997 p. 32) alega que para diminuir as perdas de materiais e o consumo de mão de obra nesta operação, medidas simples podem ser adotadas:

- a) Diminuir a necessidade de transporte equacionando roteiros e pontos de armazenagem;
- b) Adoção de princípios básicos de economia de movimentos e movimentação de materiais, encontráveis em textos clássicos de ergonomia e engenharia de produção;
- c) Utilização de equipamentos adequados ao transporte, como carrinhos de fundo reto, paletes, giricas com maior capacidade, simples e especializados quantos necessários;
- d) Eliminação de desperdícios de materiais, que ocasiona mais entrada de materiais no canteiro, como sua saída caso não sejam ocupados.

Com relação a armazenagem de materiais, Saurin (1997, p. 34) menciona a prática da redução de estoques eliminando perdas e custos que os envolve, seguindo

os preceitos da filosofia *just-in-time* “no seu conceito mais simples e restrito, pressupõem que os materiais cheguem aos canteiros de obras no momento de sua utilização, reduzindo assim as áreas de estoque”.

## 2.4 ARRANJO FÍSICO OU *LAYOUT*

### 2.4.1 Conceitos

Arranjo físico, *layout* ou leiaute é a forma como estão dispostos os materiais, equipamentos e pessoas em um determinado espaço, visando integralizar de forma eficiente a movimentação e a produção. Frankenfeld (1990 *apud* Saurin; Formoso, 2006) e Slack *et al.* (2006) definem o arranjo físico como a forma de alocar todos os itens pertencentes a um processo, tais como: as instalações, materiais, máquinas, equipamentos, fluxo de pessoal relacionado a produção, armazenamento e estocagem e as áreas de trabalho que compõe o processo produtivo.

Neste contexto, em resumo, Muther (1986) define que o arranjo físico é uma combinação do conjunto de equipamentos, máquinas e das áreas dispostos de forma adequada.

De acordo com Gaither e Frazier (2002 *apud* Araújo, 2015), o *layout* de uma instalação envolve o planejamento do local de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de produção, atendimento, armazenamento, entre outras, como também estudar o padrão dos fluxos de pessoas que se movimentam nessas áreas.

Nota-se que a abrangência é ampla e, conseqüentemente, a importância é alta do arranjo físico em uma instalação, pois não refere-se somente à disposição dos elementos dentro de uma determinada área, como também o estudo do fluxo de materiais e pessoas dentro daquele ambiente, sendo estes elementos que devem ser considerados na busca pela otimização do espaço.

Oliveiro (1985 *apud* Petry, 2016) destaca oito passos a serem estudados quando se considera elaborar um arranjo físico, conforme Quadro 11.

Fatores para Elaboração de um Arranjo Físico	Descrição
1. Materiais	Matéria prima, suprimentos, retrabalhos, embalagem, infraestrutura para acondicionar a matéria prima;
2. Equipamentos	Dimensões, acessórios, energia e suprimentos, suas alimentações e operações, sua manutenção;
3. Mão de obra	Trabalhadores diretos e indiretos, supervisão e chefia;
4. Movimento	Infraestrutura como rampas, trilhos, pontes rolantes, elevadores, vias, depósitos, suportes, estoques, expedição, equipamentos de transporte e a manutenção dos mesmos;
5. Esperas	Áreas de recebimento e entrada de material, expedições e saídas, manutenção de máquinas, estacionamento;
6. Serviços	Vestuários, toaletes, assepsia, comunicação interna e externa, treinamentos, climatização, manutenção;
7. Edifício	Materiais do edifício, infraestrutura urbana do edifício, ambientes naturais, pisos, fechamentos, acessórios, ventilação e climatização, espaço interno, disposição do edifício, embarque e desembarque;
8. Mudanças	Procedimentos, trajetos, vias, mapa de fluxo de valor.

**Quadro 11 – Fatores para elaboração de um arranjo físico**

Fonte: Petry (2016).

Somado a esses fatores, Elias *et al.* (1998) afirma que todo arranjo físico se baseia em três princípios fundamentais que são as essências do planejamento do arranjo:

- a) Inter-relações: grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;
- b) Espaço: quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados; e
- c) Ajuste: arranjo das áreas ou equipamentos da melhor maneira possível.

Fica evidente que é de grande importância ter um bom planejamento das instalações, no que corresponde ao arranjo físico, uma vez que esse planejamento ao ser posto fisicamente determinará o modo com o processo produtivo será executado e será o responsável pelos índices de eficácia e eficiência de todas as operações realizadas na instalação (ARAÚJO, 2015).

Vale observar que o planejamento do arranjo físico tem caráter mutável, ou seja, as decisões tomadas em seu planejamento não devem ser definitivas, considerando sua importância dentro de uma instalação e devem ser frequentemente analisadas, estudadas e avaliadas e sofrer modificações sempre que gerem melhorias ao processo.

Reforçando esta ideia, Corrêa e Corrêa (2012) mencionam que as decisões devem ser reavaliadas e, dependendo da situação que se submetem, alteradas em

tais circunstâncias: a) ocorrer modificação no espaço físico necessário para a produção de um novo produto; b) ocorrer uma ampliação ou redução da área de instalação; c) houver mudança considerável nos procedimentos de execução dos serviços; ou d) mudança na estratégia empresarial com vistas a redução de custos de produção de determinados produtos.

O estudo de *layout* pode ser utilizado em qualquer ramo industrial, de grandes a pequenas empresas, como também em lojas, escritórios, padarias, em qualquer tipo de ambiente (MUTHER, 1986).

#### 2.4.2 Classificação dos Arranjos Físicos

A classificação quanto ao tipo de arranjo físico se dá, devido a sua não singularidade. Segundo Tompkins *et al.* (2013), Slack *et al.* (2006), entre outros autores, estabelecem que os tipos de arranjo mais usuais são: por produto (ou linear); por produto fixo (ou posicional); por família de produtos (ou celular); por processo (ou funcional) e ainda o misto (combinado ou híbrido), conforme descrito no Quadro 12.

<b>Tipo de Arranjo Físico</b>	<b>Tompkins <i>et al.</i> (2013)</b>	<b>Slack <i>et al.</i> (2006)</b>
<b>Por processo (ou funcional)</b>	Baseia-se no agrupamento dos processos similares com base no fluxo entre os departamentos, caracterizado por alto fluxo interdepartamental e pouco fluxo dentro dos departamentos	Os recursos similares são alocados juntos uns aos outros, a fim de beneficiar os recursos transformadores e produtos, clientes e informações passam por diferentes operações percorrem as atividades de acordo com suas necessidades, apresentando fluxo na operação bastante complexo
<b>Por produto (ou linear)</b>	Baseia-se na sequência de processamento da(s) peça(s) que é (são) produzida(s) na linha onde fluem de uma estação de trabalho diretamente para a adjacente, caracterizado por altos volumes e baixa variedade	Os produtos ou elementos de informação seguem um roteiro predefinido no qual a sequência de atividades solicitadas coincide com a sequência em que os processos foram arranjados fisicamente, o fluxo é muito claro e previsível sendo relativamente simples de controlar
<b>Por produto fixo (ou posicional)</b>	Baseia-se no sequenciamento e na colocação das estações de trabalho em torno do material ou produto, associados a produtos muito grandes e volumosos	Os recursos transformados não se movem enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se de e para a cena do processamento na medida do necessário

<b>Por família de produtos (ou celular)</b>	Baseia-se no agrupamento das peças não idênticas para formar famílias de produtos (pseudoproduto) e o equipamento de processamento é colocado em uma célula de produção, caracterizado por alto fluxo intradepartamental e pouco fluxo interdepartamental	Os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender suas necessidades imediatas se encontram
<b>Misto (combinado ou híbrido)</b>	Baseia-se em produtos que se enquadrem em cada um dos tipos de arranjos físicos	Combinação de elemento de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo, ou, alternativamente, usam tipos básicos de arranjos em diferentes partes da operação

**Quadro 12 – Características dos layouts)**

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

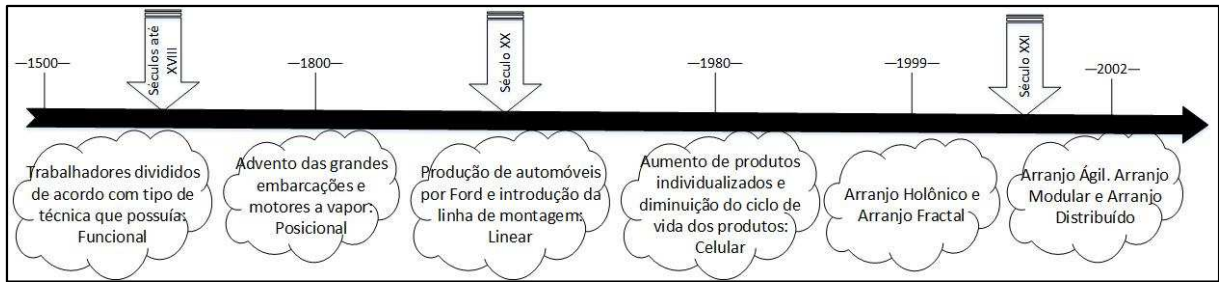
Tompkins *et al.* (2013) esclarecem que dentre os tipos de arranjo físico citados anteriormente, o arranjo por produto fixo possui uma característica em particular que o difere dos demais, devido as estações de trabalhos serem trazidas até o material/produto, enquanto nos outros arranjos o material é trazido até a estação de trabalho. Vale ressaltar que as estações de trabalho devem estar alocadas convenientemente próximas aos recursos transformadores, como forma de facilitar a execução das atividades.

O arranjo por produto fixo ou posicional, segundo os autores aqui mencionados, é comumente o utilizado na maioria dos projetos de construção civil.

#### 2.4.3 Novas Configurações de Arranjo Físico

Conforme Júnior (2009), o desenvolvimento de arranjos físicos deve-se pela necessidade de adaptação do crescimento industrial e suas novas realidades. Devido às novas tecnologias e intensa variação dos ambientes organizacionais, viu-se a necessidade de desenvolver novas classificações dos arranjos quanto à tipologia e disposição no espaço (ANTONIOLLI, 2016).





**Figura 6 – Desenvolvimento das configurações de arranjo.**  
 Fonte: Adaptado de Júnior (2009).

Na Figura 6 pode-se observar uma ordem cronológica dos tipos de arranjos, dos quais os quatro primeiros considerados por diversos autores como os ditos arranjos físicos clássicos e os demais pertencendo às novas configurações de arranjos físicos.

No Quadro 13 é apresentada, pela definição de Benjaafar, Heragu e Irani (2002 *apud* Antonioli, 2016), uma descrição direta e simplificada dos novos modelos, sendo: células virtuais, ágil, fractal, modular, holônico, distribuído e parcialmente distribuído.

<b>Células Virtuais</b>	<b>Ágil</b>	<b>Fractal</b>	<b>Modular</b>
Criado para solucionar problemas relacionados ao controle da produção. O termo virtual foi adicionado para diferenciar as células comuns já existentes. Essa disposição destaca-se pelos agrupamentos lógicos entre as máquinas, distribuídas no chão de fábrica, próximos a um equipamento comum entre as células.	Tem por objetivo maximizar as operações, por meio da reconfiguração na organização dos equipamentos, modificar os centros de trabalho que são fáceis e leves de serem movimentados.	É uma extensão do arranjo físico celular, onde o ambiente organizacional é decomposto em grupos menores. Ambiente de fácil acesso e movimentação. É conhecido por fábrica dentro da fábrica (minicélula dentro da célula).	Dividido por uma sequência de módulos, onde cada um representa parte da instalação do processo. Sendo assim um módulo representa a conexão bem elaborada entre máquina e fluxo de material.
<b>Holônico</b>	<b>Distribuído</b>	<b>Parcialmente distribuído</b>	
Considerado um arranjo geral, onde as máquinas e equipamentos são distribuídos de forma aleatória. Aproxima-se da definição do arranjo físico distribuído. A ideia é sugerir fluxos mais eficientes, onde independentemente do produto fabricado, as máquinas ficam disponíveis para execução das operações.	Resume a distribuição dos setores de trabalho pelo chão de fábrica. O objetivo é fazer com que a disposição suporte variações de volume e dos padrões de fluxo envolvidos no processo. Desenvolve fluxos eficientes com grande quantidade de volume envolvido e frequente mudança de produtos.	Nesse tipo de arranjo, a distribuição é parcialmente distribuída, pois os setores não são completamente separados, onde pode haver conjuntos de máquinas e equipamentos concentrados em locais próximos no ambiente organizacional.	

**Quadro 13 – Descrição dos novos tipos de arranjos físicos**  
 Fonte: Antonioli (2016).

#### 2.4.4 Relação entre o Tipo de Processo e o Tipo de Arranjo

Conforme Slack *et al.* (2006), o procedimento de decisão do arranjo físico começa com a decisão do tipo de processo, sofrendo também influências do volume-variedade da operação e a relação entre os tipos de processos e tipos de arranjo físico não é determinístico, ou seja, cada tipo de processo pode adotar um determinado tipo de arranjo.

Já de acordo com Tompkins *et al.* (2013), o tipo de arranjo físico é baseado no sistema de fluxo de materiais sob a forma de departamentos planejados que envolvem as áreas de produção, apoio, administração e serviços e divididos em quatro principais departamentos: linha de produção, posição fixa de materiais, família de produtos e por processos.

No Quadro 14, vê-se uma comparação entre as características dos tipos de processos e/ou departamentos existentes para com o tipo de arranjo físico pretendido.

<b>Tompkins <i>et al.</i> (2013)</b>		
<b>Característica do Produto</b>	<b>Tipo de Departamento Planejado</b>	<b>Tipo de Arranjo Físico</b>
Padronizado e com grande demanda estável	Linha de produção, departamento por produto	Por produto
Fisicamente grande, incômodo para ser movimentado e demanda baixa	Localização fixa de materiais, departamento por produto	Posicional
Capaz de ser agrupado em famílias de peças similares e produzidas por grupo de estações de trabalho	Família de produtos, departamento por produto	Celular
Nenhuma das características anteriores	Departamento por processo	Por processo
<b>Slack <i>et al.</i> (2006)</b>		
<b>Tipo de Processo de Manufatura</b>	<b>Tipo de Arranjo Físico</b>	<b>Tipo de Processo de Serviço</b>
Processo por projeto	Posicional	Serviços profissionais
Processo tipo jobbing	Por processo	Loja de serviços
Processo tipo batch	Celular	Serviço de massa
Processo em massa	Por produto	
Processo contínuo		

**Quadro 14 – Relação entre Processo/Departamento e o Tipo de Arranjo Físico**  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Pelo Quadro 14 é possível notar que Tompkins *et al.* (2013) determina o tipo de arranjo de acordo com as características do produto, apresentando-se de acordo com o volume e variedade. Slack *et al.* (2006) também utiliza deste conceito e cita que a medida que o volume aumenta, a aceitabilidade quanto a decisão de qual fluxo tomar também aumenta e ao passo que variedade reduz, gradativamente os recursos transformadores são arranjados conforme a necessidade do produto.

#### 2.4.5 Engenharia do Arranjo Físico

Tompkins *et al.* (2013, p. 91) cita que medir as atividades e estabelecer relações entre elas dentro de uma instalação é um dos componentes mais importantes no arranjo físico, especificadas de maneira quantitativa e qualitativamente:

As medidas quantitativas podem incluir peças por hora, movimentos por dia ou quilos por semana. As medidas qualitativas podem variar de uma necessidade absoluta de que dois departamentos fiquem próximos um do outro até uma preferência de que dois departamentos não fiquem próximos um do outro.

Para Muther (1986) o primeiro passo a se avaliar é o fluxo de materiais, onde estuda-se a magnitude e a intensidade do fluxo de materiais, incluindo perdas, refugos e sobras, enfatizando o volume de pessoas, matérias e informações transportadas e a frequência de movimentação.

Os fluxos de pessoas, material ou informações dentro de uma instalação podem ser medidos com o uso de ferramentas que serão explanadas nas próximas sessões, dedicadas a abordar os procedimentos de construção e aplicabilidade das mesmas.

##### a) Carta De/Para

De acordo com Tompkins *et al.* (2013) e Camarotto (2006), para se medir quantitativamente os fluxos dentro de uma instalação, a Carta “De/Para” é a mais utilizada, composta por uma matriz quadrada, em que os itens alocados acima da diagonal principal são relativos ao fluxo de sentido positivo descritos na tabela (1 ->

2 -> 3 -> 4); e os itens abaixo da diagonal principal são relativos a fluxos negativos ou para trás, conforme exemplo na Figura 7.

DE \ PARA	1	2	3	4
1			⇒ (+)	
2				
3	(-) ⇐			
4				

**Figura 7 – Exemplo de Carta De/Para.**  
**Fonte: Camarotto (2006).**

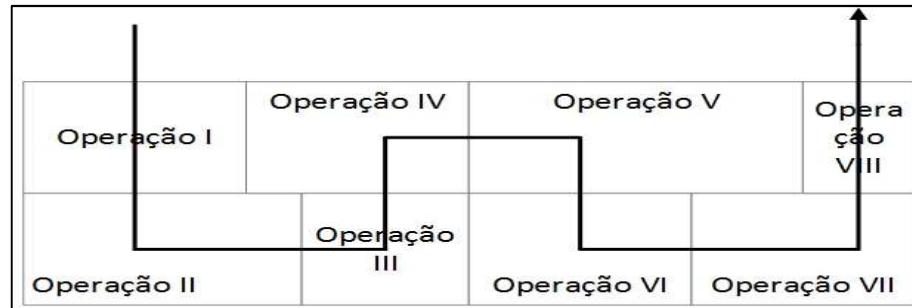
Seu uso no arranjo físico serve para indicar as proximidades relativas em função de um dado critério de eficiência, com por exemplo, minimizar o transporte, reduzir retornos, minimizar número de viagens, minimizar manuseio de materiais, etc. (CAMAROTTO, 2006).

Uma Carta De/Para é construída através dos seguintes passos, conforme o Quadro 15.

Passos
1. Listar todos os departamentos nas linhas e através das colunas, seguindo o padrão de fluxo (Figura 8)
2. Estabelecer uma medida do fluxo para a instalação que indique precisamente os volumes de fluxo equivalentes
3. Com base nos trajetos de fluxo dos itens a serem movidos e na medida de fluxo estabelecida, registrar os volumes de fluxo na carta de/para

**Quadro 15 – Passos para Construção da Carta De/Para**  
**Fonte: Adaptado de Tompkins *et al.* (2013).**

Através do seu uso, é possível explicitar o sentido do fluxo dos componentes dentro de um centro de trabalho, podendo ser um fluxo em linha reta, em “U”, em “S” ou em “W”, dentre os quais o mais comum é o assimétrico, como afirma Tompkins *et al.* (2013). A Figura 8 exemplifica um fluxo em “W”.



**Figura 8 – Exemplificação de um fluxo em “W”.**  
**Fonte: Adaptado de Tompkins *et al.* (2013).**

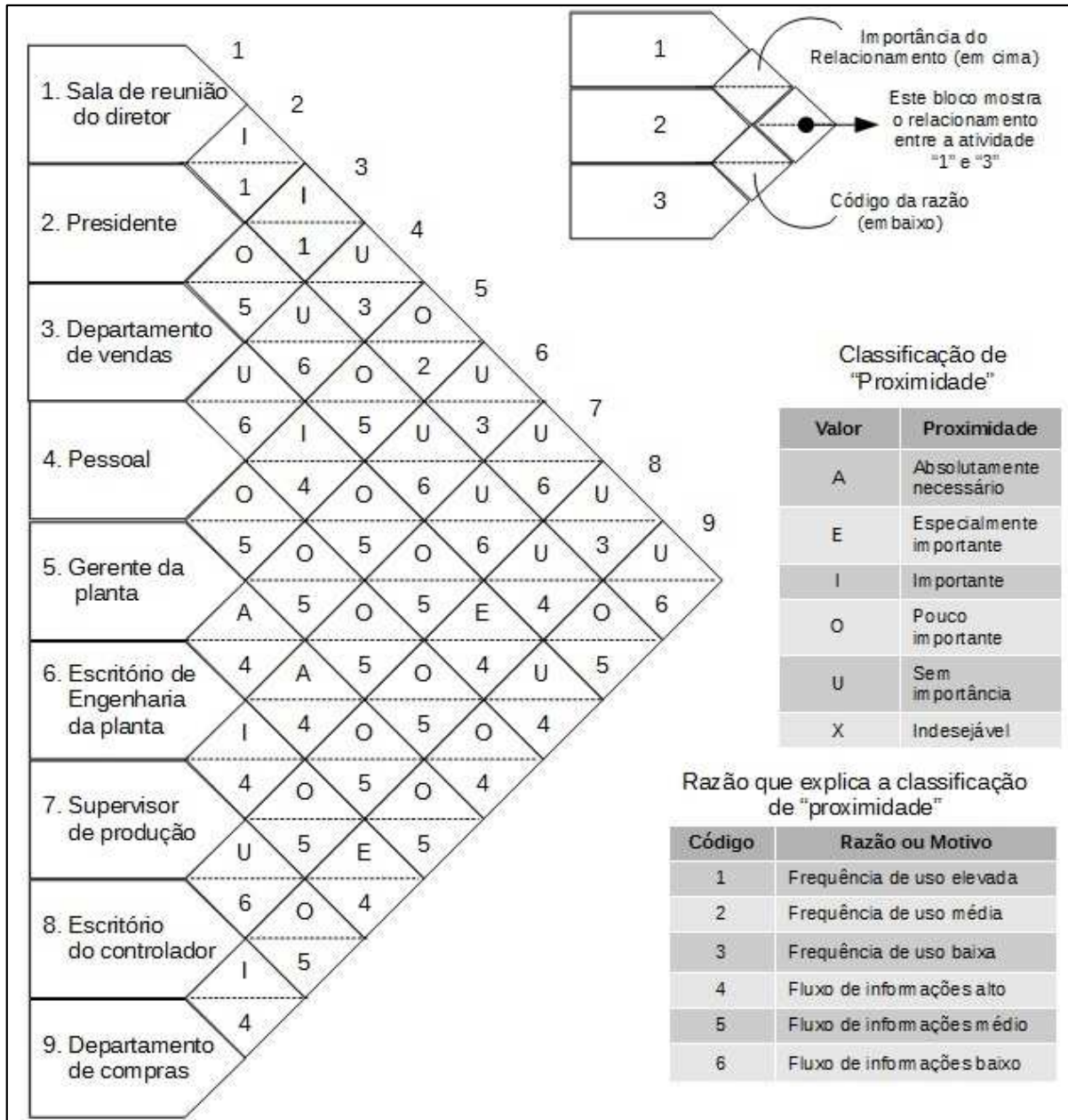
b) Diagrama de Relacionamento ou Diagrama de Inter-relações

Para medir qualitativamente os fluxos, baseando-se na relação de proximidade, os valores podem ser registrados em um diagrama de relacionamento, ou Diagrama de Inter-relações, conforme define Tompkins *et al.* (2013). Para sua construção, deve-se seguir os seguintes passos como pode-se ver no Quadro 16.

<b>Passos</b>
<b>1.</b> Listar todos os departamentos
<b>2.</b> Realizar entrevistas/pesquisas com pessoas de cada departamento listado e com a gerência geral
<b>3.</b> Definir os critérios para atribuir as relações de proximidade de cada item e registrar os critérios como motivos para os valores das relações no diagrama
<b>4.</b> Estabelecer o valor da relação e o motivo do valor para todos os pares de departamentos
<b>5.</b> Permitir que qualquer pessoa com entrada para o desenvolvimento do diagrama tenha uma oportunidade de avaliar e discutir mudanças no diagrama

**Quadro 16 – Passos para Construção do Diagrama de Relacionamento**  
**Fonte: Adaptado de Tompkins *et al.* (2013).**

A Figura 9 representa o diagrama de relacionamento entre as atividades e a forma como o mesmo é construído, conforme relação de proximidade e os valores atribuídos as elas e a razão da escolha dessas relações.



**Figura 9 – Diagrama de relacionamento de atividades.**  
**Fonte: Adaptado de Tompkins et al. (2013, p. 95).**

Tompkins *et al.* (2013) faz uma ressalva quanto ao uso do método, esclarecendo que no desenvolvimento das relações entre as atividades, se houver  $n$  departamentos, por exemplo, então  $n(n - 1)/2$  combinações de pares devem ser consideradas e enfatiza a diferença entre os valores das relações U (sem importância) e X (indesejáveis), explicando que a relação U é utilizada se os departamentos podem ser colocados adjacentes um ao outro e a relação X não podem estar adjacentes devido alguma restrição ambiental, de segurança ou de instalação.

#### 2.4.6 A Metodologia de Planejamento Sistemático de *Layout*

O modelo de construção de *layout* mais antigo e tradicional foi proposto por Richard Muther em 1961, o SLP, *Systematic Layout Planning* ou Planejamento Sistemático de *Layout*, desenvolvido para a análise e projetos de arranjo físico.

De acordo com Muther (1986) o SLP é uma ferramenta que busca auxiliar nas tomadas de decisões sobre o arranjo físico, quanto ao melhor posicionamento de máquinas, pessoas e equipamentos na área onde será aplicado e, para Corrêa e Corrêa (2012), no SLP serão analisados os fluxos dos processos e dos recursos, identificados fatores qualitativos, que serão avaliados e após determinado os arranjos para as áreas de trabalho, será ajustado ao espaço disponível.

Para a elaboração deste método, Muther (1986) o dividiu em quatro fases de planejamento: localização da área, arranjo físico geral, arranjo físico detalhado e implantação. As fases são descritas pelo Quadro 17.

Fase	Etapa	Definição
I	Localização da área	Define o local onde será executado o planejamento da nova instalação ou rearranjo de uma instalação já existente. Essa fase nem sempre é representada por estabelecer uma nova localização. Nesse caso, só é preciso definir onde o arranjo será instalado.
II	Arranjo físico geral	Nessa fase é estabelecido o posicionamento das diferentes áreas da organização e verificado a inter-relação de modo abrangente entre os setores, para aproximar os processos mais importantes.
III	Arranjo físico detalhado	Depois que cada área foi alocada, é preciso analisar os setores de forma individual, para decidir a localização de todas as máquinas e equipamentos que serão utilizados para a fabricação do produto ou a prestação de serviço nesse posto de trabalho.
IV	Implantação	A última fase se encarrega de aplicar o planejamento na organização, seguindo cada etapa estabelecida nas fases anteriores.

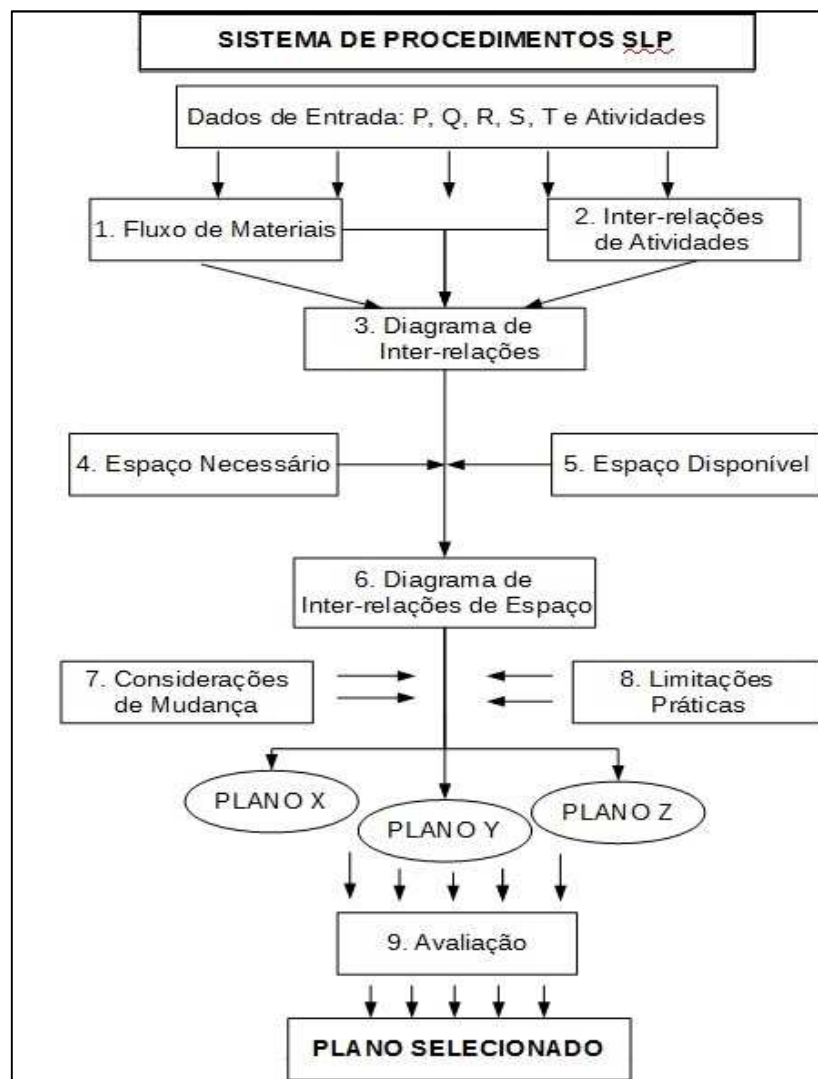
**Quadro 17 – Fases de planejamento do SLP**

Fonte: Antonioli (2016).

A verificação e o cumprimento das etapas de forma sequencial, leva ao alcance dos resultados mais indicados para a determinada área que está sendo estudada, como salienta Muther (1986).

As fases II e III são fundamentais para o desenvolvimento do método, pois são nelas que se insere as informações, o fluxo do processo e a necessidade do

espaço requerido, assim são desdobradas em nove etapas, descritas na Figura 10.



**Figura 10 – Sistema de procedimento SLP**  
 Fonte: Adaptado de Muther (1986, p.7).

Adicionalmente, Tompkins *et al.* (2013) enquadra as nove etapas descritas dentro de três fases para melhor compreensão; sendo estas: a análise que engloba o diagrama de relacionamentos; a busca que engloba o diagrama de relacionamento de espaços; e a seleção, que engloba a avaliação do plano selecionado.

O ponto de partida para o desenvolvimento do método SLP, é a inserção dos dados de entrada, denominados (PQRST): o produto (P), a quantidade (Q), o roteiro do processo (R), os serviços de suporte (S) e o dimensionamento do tempo (T); elementos fundamentais que consistem nas informações básicas essenciais para as condições do planejamento de arranjo físico.

De acordo com Muther (1986), o primeiro dado de entrada é o produto (P),



que caracteriza aquilo que a empresa produz por meio de material ou serviço; o segundo é a quantidade (Q), que representa o número de produtos fabricados; o roteiro (R) engloba a sequência de processos em que o produto está sendo fabricado; os serviços (S) de suporte são funções auxiliares para atender de forma efetiva o funcionamento de todo o sistema; por fim, o tempo (T) que indica o limite, a frequência ou a duração das atividades e a definição das quantidades de produção e máquinas utilizadas para o atendimento dos prazos.

Dando prosseguimento ao desenvolvimento, após a inserção dos dados de entrada, os passos seguintes de acordo com Tompkins *et al.* (2013) serão a análise do fluxo de materiais, considerado por Elias *et al.* (1998) como sendo um dos fatores predominantes para o arranjo físico, através da Carta De/Para (Figura 7) e a análise das correlações entre as atividades, através do Diagrama de Inter-relações das Atividades (Figura 9).

A Carta De/Para classifica as intensidades de fluxo das atividades produtivas, comparando os dados numéricos de forma simplificada. Já o Diagrama de Inter-relações das Atividades ou a Carta de Interligações Preferenciais, como também é denominada, é uma matriz triangular que representa o grau de proximidade e o tipo de inter-relação entre certa atividade e outra envolvida no processo (MUTHER, 1986).

O Quadro 18 apresenta os critérios de proximidade e prioridades entre os setores.



Escala	Proximidade	Valor
A	Absolutamente necessário	4
E	Especialmente importante	3
I	Importante	2
O	Pouco importante	1
U	Desprezível	0
X	Indesejável	-1

**Quadro 18 – Critérios para definição de prioridade de proximidade**  
**Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009).**

O próximo passo, dando sequência ao desenvolvimento do método, é a elaboração do Diagrama de Arranjo das Atividades ou Diagrama de Relacionamentos. Baseado nas informações geradas nos passos anteriores ele relaciona a importância entre as atividades, o fluxo de materiais e avalia as proximidades com maior afinidade, afim de transformar essas informações em um

esboço da localização de cada área, conforme afirma Costa (2004 *apud* Heinen, 2013).






Conforme Corrêa e Corrêa (2012), essa disposição obedece a critérios de linha de ligação, no qual a ordem de importância corresponde ao número de valor estabelecido na escala AEIOUX, como representado no Quadro 19.

Letras	Valor	Número de linhas	Proximidade	Código de Cores
A	4		Absolutamente necessário	Vermelho
E	3		Muito importante	Amarelo
I	2		Importante	Verde
O	1		Pouco importante	Azul
U	0		Desprezível	Em branco
X	-1		Indesejável	Marrom

**Quadro 19 – Representação da escala AEIOUX**

Fonte: Antonioli (2016).

Outra característica em sua construção é a simbologia utilizada para identificação dos processos, ilustrados por Muther (1986), no Quadro 20.

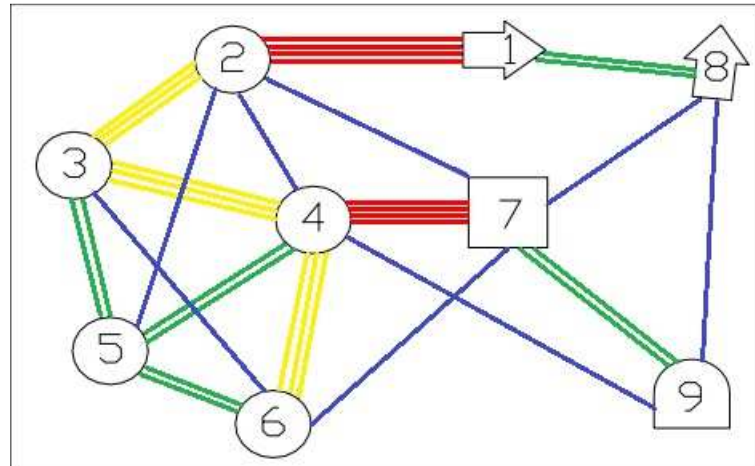
Símbolo	Ação	Resultado da ação
	Operação	Fabrica ou executa
	Transporte	Movimenta
	Inspeção	Verifica
	Espera	Interfere
	Armazenamento	Guarda

**Quadro 20 – Simbologia carta de processo**

Fonte: Antonioli (2016).

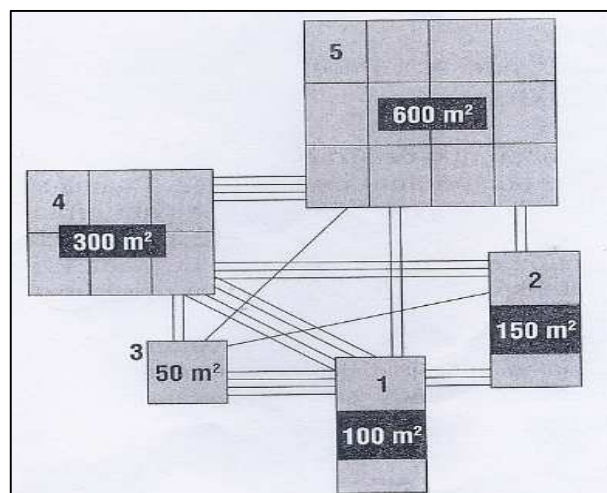
Na Figura 11 pode-se ver um exemplo de Diagrama de Arranjo das Atividades, no qual cada símbolo indica o tipo de atividade, o número dentro dele as áreas e o número de linhas ligando-os fornece o grau de proximidade desejada (COSTA, 2004, *apud* HEINEN, 2013).

Tompkins *et al.* (2013) ainda complementa afirmando que o diagrama de arranjo de atividades posiciona as atividades espacialmente onde as proximidades refletem os relacionamentos entre pares de atividades.



**Figura 11 – Exemplo de diagrama de arranjo das atividades**  
**Fonte: Adaptado de Muther (1986).**

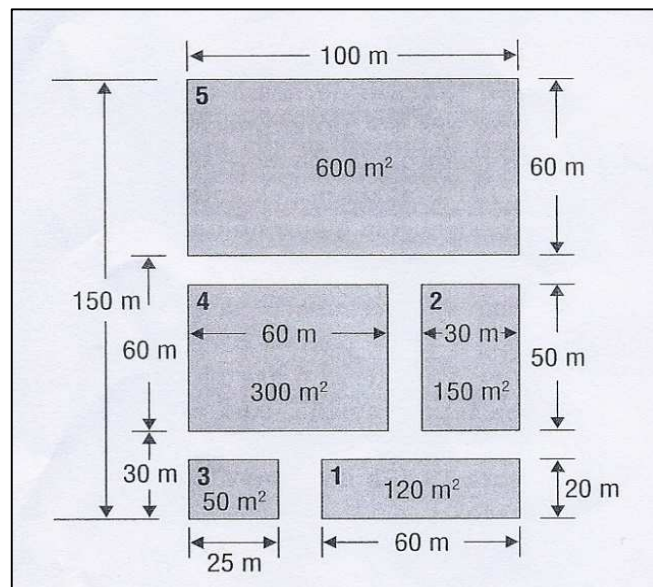
Nos dois passos seguintes, o foco é na análise e determinação da quantidade de espaço que será necessário designado a cada atividade, máquina e/ou equipamento compatibilizando-as com o diagrama anterior. Tem-se as designações de espaço através da elaboração de um Diagrama de Inter-relações das Áreas do Processo ou Diagrama de Relacionamento entre Espaços, conforme Tompkins *et al.* (2013). Corrêa e Corrêa (2012) o descreve como sendo áreas representadas por quadrados proporcionais aos tamanhos reais requeridos na planta. Na Figura 12, vê-se um exemplo de Diagrama de Relacionamento entre Espaços.



**Figura 12 – Exemplo de diagrama de relacionamento de espaços**  
**Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).**

Finaliza-se o SLP por meio da análise criteriosa das etapas e da consideração das limitações práticas existentes, sempre respeitando as prioridades de proximidade, para então desenvolver alternativas de arranjos físicos ajustados que visam a otimização de sua alocação na área total disponível, como afirma Muther (1986).

Tompkins *et al.* (2013 p. 243) acrescenta citando “a conversão de um diagrama de relacionamento entre espaços em várias alternativas de arranjo viáveis não é um processo mecânico: intuição, bom senso e experiência são ingredientes importantes ao processo”. A Figura 13 apresenta um exemplo de ajuste de arranjo físico no espaço disponível.



**Figura 13 – Exemplo de ajuste do arranjo físico**  
**Fonte: Côrrea e Côrrea (2012).**

O desfecho do método SLP se dá pela escolha e implementação do arranjo físico preferido para a área estudada, com base em todas as considerações estudadas e elaboradas.

Vale observar que não é um procedimento imutável e deve ser analisado e reavaliado sempre que houver necessidade, já que o método visa a adaptabilidade, a eficiência de fluxo e manuseio de materiais e a melhor utilização dos equipamentos. Cabe aos responsáveis a tarefa de aprovar e liberar as eventuais mudanças do arranjo físico (MUTHER, 1986).

## 2.5 ARRANJOS FÍSICOS APLICADOS EM CANTEIROS DE OBRAS

O objetivo do planejamento do *layout* de um canteiro de obras, para Elias *et al.* (1998), é obter a melhor utilização do espaço disponível, locando ou arranjando operários, materiais e equipamentos, de forma que sejam criadas condições propícias para a realização de processos com eficiência, através de mudanças no sequenciamento de atividades, da redução de distâncias e tempos de deslocamento e da melhor preparação dos postos de trabalho.

Segundo Slack *et al.* (2006) o canteiro de obras é um dos principais exemplos para o arranjo físico do tipo posicional, isso porque o maior problema em projetá-lo consiste em alocar, de forma eficaz, as áreas aos vários recursos de produção. Muther (1986) entre outros autores (Krajewski e Ritzman, 1993; Schroeder, 1993; Voss, 1992; *apud* Saurin, 1997), também concordam quanto ao processo de construção estar inserido como um arranjo físico do tipo posicional.

Para Schroeder (1993, *apud* Saurin, 1997), um fator especialmente importante na determinação do *layout* de um empreendimento de construção é a precedência tecnologia, isso porque os materiais utilizados na obra são armazenados conforme a data de chegada e ao se estabelecer a duração das atividades durante o processo construtivo, a programação direciona e define qual será o *layout* das instalações da construção.

Apesar de a literatura considerar que para construção de edifícios têm-se características de um *layout* posicional, em que os recursos se deslocam para a montagem do produto final que fica estacionado, pode-se considerar que as atividades desenvolvidas nos processos produtivos no canteiro de obra seguem uma linha de funcionalidade, tem-se dessa maneira uma característica de um *layout* funcional (ARAÚJO, 2015).

A aplicabilidade da metodologia SLP em canteiros de obras se enquadra dentro dos parâmetros do método, pois Elias *et al.* (1998) afirma que “as inter-relações entre as atividades, o espaço e o ajuste, são a essência de qualquer planejamento de arranjo físico, independente do produto, processo ou extensão do projeto”. Com base nessa afirmação, o estudo do canteiro engloba a movimentação de materiais inseridas junto às áreas de produção e os serviços de suporte relacionando a proximidade entre as atividades da obra com o espaço disponível.

O autor mencionado ainda cita os motivos que levam a elaboração de um projeto de *layout* em canteiros de obras, como pode-se observar no Quadro 21.

<b>Princípios Básicos</b>	
Economia do Movimento	Diminuir o deslocamento dos operários no transporte de materiais, máquinas e equipamentos
Fluxo Progressivo	Direcionar o fluxo de produção sempre no sentido do produto acabado
Integração	Integrar centrais produtivas no sentido do inter-relacionamento, tornando-as parte do mesmo organismo
Uso do espaço cúbico	Conhecer as necessidades de espaço nos vários planos e usar superposições de plano de trabalho, caso necessário
Satisfação e Segurança	Motivar os operários a melhorar as condições de higiene e segurança na obra

**Quadro 21 – Princípios básicos para elaboração de *layout* no canteiro.**

Fonte: Adaptado de Elias *et al.* (1998).

Além disso, observa-se que especificamente na construção, há a existência de muitas limitações no processo de planejamento, o que dificulta, em partes, a solução de outros problemas, como o *layout* (LAUFER; TUCKER, 1987 *apud* SAURIN, 1997).

Fica evidente a importância do planejamento do arranjo físico para as instalações em canteiros de obras, uma vez que ele visa obter a melhor utilização do espaço disponível e direcionará as atividades durante o processo produtivo visando índices de eficácia e eficiência em suas instalações.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para Kauark; Manhães; Medeiros (2010, p. 23) “o espírito científico é, antes de mais nada, uma atitude ou disposição subjetiva do pesquisador que busca soluções sérias, com métodos adequados, para o problema que enfrenta”. Assim, este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos usados para alcançar os objetivos propostos.

#### 3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para a realização deste trabalho, optou-se por trabalhar em canteiros de obras de construções de edificações residencial em cidades situadas na região oeste do Estado do Paraná, devido à maior facilidade de acesso a estes tipos de obras.

Marconi e Lakatos (2010) conceituam universo ou população como sendo um conjunto de seres que possuem características comuns, e definem a amostra como uma parte desse universo, sendo escolhida convenientemente para representar a essa população. Neste estudo, o universo da pesquisa engloba o estudo dos elementos do canteiro ligados à construção da edificação, restringindo o estudo às áreas de vivência e da edificação propriamente dita, tendo como foco apenas o canteiro de obras.

#### 3.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com a classificação de Marconi e Lakatos (2010), a metodologia pode ser dividida em diferentes requisitos de estudo, dentre eles pela natureza, abordagem, objetivos e procedimentos.

Quanto a natureza desta pesquisa, fez-se o uso da básica, que tem como característica fundamental gerar conhecimentos novos para avanço da ciência sem aplicação prática prevista (GIL, 2008). Pois adquiriu-se o máximo de conhecimento

acerca do método SLP para aplicá-los no desenvolvimento da proposta de *layout* à fase de maior demanda de materiais e mão de obra em canteiros de obras.

Com relação à abordagem do problema, trata-se da pesquisa dita quantitativa, pois considera tudo que pode ser quantificável, para depois classificá-las e analisá-las (SILVA; MENEZES, 2001), em virtude das informações colhidas acerca dos canteiros e das análises feitas utilizando diagramas e aplicação de modelos matemáticos. E dita qualitativa, segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010), pela interpretação da situação e sua relação ao ambiente real com o objeto de estudo, que para o caso em questão, compatibilizou as informações coletadas com base em levantamento bibliográfico, o uso de questionários (*check-list*) e coleta de dados em campo.

Quanto ao objetivo, este estudo foi classificado como exploratório, pois “têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” conforme define Gil (2008, p. 27). Pois considerou-se que o estudo pesquisou sobre canteiros de obras, buscando obter um número de informações satisfatórias para conhecer bem suas características e desenvolver com maior eficiência a proposta de *layout*.

A estruturação deste estudo, quanto aos procedimentos metodológicos empregados, inicialmente foi classificada pelo método bibliográfico, definido por Gil (2008) como um procedimento essencial para levantar os principais dados e considerações da pesquisa. Neste caso serviu tanto para conhecer a forma de se planejar e desenvolver os canteiros de obras, quanto para conhecer a ferramenta SLP e alcançar os objetivos propostos.

Por fim, foi adotado o procedimento do estudo de caso, por envolver o estudo de um objeto de maneira que se permita o amplo e detalhado conhecimento, como menciona Gil (2008). Neste estudo, o mesmo procurou apontar as deficiências encontradas na área de planejamento e instalação do canteiro, diagnosticando sua situação para posteriormente sugerir a proposta de *layout*, aplicada a fase de maior demanda de materiais e mão de obra, com base no método SLP.



### 3.3 COLETA DE DADOS

Como instrumento principal de coleta de dados, utilizou-se uma lista de verificação (*check-list*) por ser mais completa e abrangente, e permitir uma ampla análise qualitativa do canteiro. De acordo com o arranjo físico e armazenamento de materiais, foram elaboradas as questões, segundo quatro aspectos principais: elementos ligados à produção, elementos de apoio à produção, sistemas de transportes e sistema de movimentação e armazenamento de materiais.

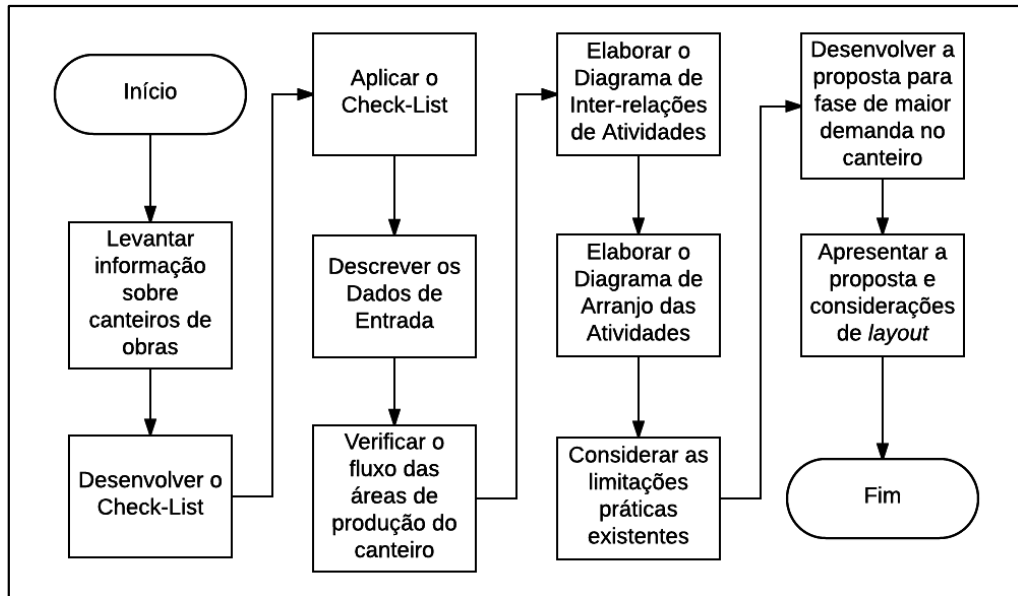
Os elementos escolhidos para compor o *check-list* foram determinados com base na revisão bibliográfica e no conhecimento empírico do autor Saurin (1997) por utilizar desta forma de coleta de dados em sua dissertação, julgando estes elementos serem essenciais na instalação de um canteiro. Para sua elaboração, fez-se uso de perguntas de múltipla escolha e descritivas de forma objetiva, visando a facilidade de interpretação e preenchimento por parte dos informantes e posterior verificação visual das respostas, dispensando qualquer outro tipo de consulta.

Cada item contou com três opções de resposta “*Sim*”, “*Não*” e “*Não se Aplica*”, devendo ser assinalada com um “x” apenas uma das respostas. A opção “*Não se Aplica*” foi utilizada quando o item não é necessário àquela obra. Para cada resposta atribui-se uma nota de valor igual a 1, que visa fornecer parâmetros para a comparação entre os diferentes canteiros estudados e propiciar também uma análise quantitativa dos elementos.

Antes da aplicação do *check-list* junto aos informantes, foi aplicado um teste piloto com profissionais da área da construção civil para verificar coerência de texto e de expressões na área da construção civil. Após tal avaliação, o *check-list* foi aplicado. O mesmo encontra-se no Apêndice (A) deste trabalho.

### 3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O fluxograma na Figura 14, serve como forma de facilitar a visualização das etapas que servirão para o desenvolvimento este estudo.



**Figura 14 – Etapas da metodologia**  
**Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.**

As etapas iniciaram-se com o estudo aprofundado do canteiro de obras, através de uma análise dos elementos que o compõem, das suas características e classificações visando o diagnóstico dos processos de planejamento, concepção e implantação do canteiro. Isto serviu para elaborar uma lista de verificação como forma de coleta de informações para analisar como se comportam os canteiros das obras estudadas, bem como quais elementos estão presentes nestes tipos de canteiros e a forma que se encontram dispostos estes elementos dentro dos canteiros.

A aplicação do *check-list* foi feita junto aos profissionais da área como engenheiros civis e arquitetos, e posterior a esta etapa de aplicação dos *check-list*, pode-se trabalhar com os dados resultando em informações úteis que serviram para caracterizar a forma como se comportam os canteiros das obras estudadas e verificar os elementos e o fluxo entre as áreas de produção dos canteiros dando início à aplicação da metodologia do SLP, sugerida por Muther (1986).

Os resultados obtidos com a aplicação do *check-list* foram trabalhados mediante auxílio das ferramentas do pacote Microsoft Office Visio 2013 e Excel 2016 e também com o auxílio do programa Autodesk AutoCAD 2018.

A próxima etapa foi a construção do diagrama de inter-relações de atividades que demonstrou o grau de proximidade e a importância entre as atividades, segundo critérios já estabelecidos pela metodologia SLP. Por fim, foi elaborado o diagrama de arranjo das atividades, que envolveu a disposição dos elementos entre as áreas de produção, conforme a necessidade de aproximação entre elas e a edificação,

buscando saber quais setores ficariam mais próximos ou afastados uns dos outros.

Através dos diagramas elaborados, juntamente com as considerações quanto às limitações práticas existentes encontradas, foi proposto um modelo de arranjo físico hipotético para a fase mais crítica do canteiro de obras, aquela que teve maior demanda de materiais e mão de obra.

Portanto para a elaboração deste estudo, foi analisada cada atividade fundamental ao longo das fases do canteiro, os materiais e equipamentos comuns aos canteiros, a disposição dos elementos dentro do canteiro e demais características que foram julgadas importantes. Assim, foi desenvolvido a proposta hipotética de arranjo físico para os canteiros de obras de edificações residenciais e para servir como base para futuros planejamentos de canteiros e estudos na área.

Faz-se uma ressalva quanto à delimitação do estudo com relação a etapa em que a obra estava sendo executada e com a coleta de dados, mediante o objetivo de acompanhar como se comportam os canteiros - independente da fase em que se encontra, para então conhecer quais os elementos que estão presentes no canteiro e obter dados suficientes para propor o modelo de arranjo físico hipotético àquela fase de maior movimentação de materiais e pessoas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo deste trabalho são todos os elementos que compõem o canteiro de obras, as atividades desenvolvidas ao longo da execução da obra e como se comporta o processo de planejamento do canteiro de obras. As obras que serviram para coleta de informações foram edificações do tipo residenciais de um ou mais pavimentos, executadas por quatro diferentes empreendimentos do ramo da construção civil todos localizados na região oeste do Estado do Paraná.

Na Tabela 1 pode-se observar um panorama das obras no momento em que o *check-list* foi respondido, apresentando qual a fase que estava sendo executada, quantos pavimentos tem a edificação e também, qual foi e/ou será a fase com o maior número de operários trabalhando simultaneamente.

**Tabela 1 – Características das obras.**

<b>Edificação</b>	<b>Nº Pavimentos</b>	<b>Fase da Obra</b>	<b>&gt; Nº Operário/Fase</b>
Edificação 90m <sup>2</sup>	1	3	4 na 2 <sup>a</sup> fase
Edificação 120m <sup>2</sup>	1	2	4 na 2 <sup>a</sup> fase
Residencial A	3	2	10 na 2 <sup>a</sup> fase
Edifício A	7	3	64 na 2 <sup>a</sup> fase
Residencial B	5	2	40 na 2 <sup>a</sup> fase
Residência Unifamiliar	1	2	7 na 2 <sup>a</sup> fase
Edifício B	12	1	16 na 1 <sup>a</sup> fase
Edifício C	5	2 e 3	31 na 2 <sup>a</sup> fase
Edificação 40m <sup>2</sup>	1	3	2 em todas as fases
Edificação 53m <sup>2</sup>	1	Concluída	3 na 2 <sup>a</sup> fase
Edificação 175m <sup>2</sup>	1	2 e 3	6 na 1 <sup>a</sup> fase

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.**

Nota-se que os nomes das edificações não são reais, sendo apenas fictícios em respeito ao verdadeiro nome e correspondente empreendimento.

Outro ponto a ser observado é que a amostra teve uma boa representatividade de edificações, com a proporção de 54,54% para as edificações

de apenas um pavimento e 45,45% para as edificações com 3 pavimentos ou mais.  
As Figuras seguintes ilustram algumas das edificações estudadas.



**Figura 15 – Edifício C**



**Figura 16 – Edificação 120m<sup>2</sup>**

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DOS CANTEIROS DE OBRAS ESTUDADOS

Os canteiros das obras estudadas apresentaram similaridade em algumas características. Quando relacionados aos elementos que o compõem, na sequência

na Tabela 2 estão descritos quais foram os requisitos similares presentes na maioria dos canteiros.

**Tabela 2 – Elementos similares nas obras.**

<b>Elemento</b>	<b>Requisito</b>	<b>Repetição</b>
<b>Elementos ligados a produção</b>	Central de argamassa (betoneira)	72%
	Central de preparo de armaduras	100%
	Central de carpintaria (serra circular)	72%
<b>Elementos apoio à produção</b>	Estoque de materiais perecíveis (cimento, cal)	72%
	Estoque de materiais não-perecíveis (areia, brita)	100%
<b>Instalações Provisórias</b>	Fixa	54%
	Móvel	45%
<b>Outras instalações</b>	Energia elétrica	90%
	Água/esgoto	90%
	Depósito central	72%
<b>Entulhos</b>	Limpeza do canteiro	81%

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.**

E relacionados ao sistema de movimentação e armazenamento de materiais, as características que se repetiram são apontadas na Tabela 3.

**Tabela 3 – Elementos do sistema de movimentação e armazenagem.**

<b>Sistema de Movimentação e Armazenamento de Materiais</b>	<b>Repetição</b>
Estoque de perecíveis protegido de umidade	100%
Estoque de perecíveis próximos a central de concretagem	72%
Agregados (areia, brita) descarregados no local de armazenagem	81%
Agregados perto das centrais de uso	90%
Tijolos/blocos/telhas descarregados no local de armazenagem	81%
Tijolos/blocos/telhas próximos ao transportador	81%
Aço próximo a central de armação	100%
Madeiras próxima à mesa de trabalho	100%
Betoneira próxima ao transportador	81%

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.**

Vale ressaltar que os *check-lists* foram respondidos com base na fase atual da obra no momento em que foi realizada a pesquisa e o informante pode, ou não, ter mencionado algum requisito, devido a ele ser ou já ter sido necessário, quando respondido naquela determinada fase.

Outro ponto em comum nas obras estudadas, como observado na Tabela 1,

foi que na 2ª fase foi onde se concentrou o maior número de operários trabalhando simultaneamente, ou seja, com esse resultado pode-se concluir que a 2ª fase da obra é a que demanda maior recurso de mão de obra no processo construtivo.

#### 4.2.1 Classificação do Processo Produtivo e do *Layout*

Quanto ao processo de execução da obra ela é considerada por projeto, pois segue um cronograma previamente estabelecido com as etapas a serem executadas e uma estimativa de tempo que levará o cumprimento de cada etapa, como mostra o Quadro 22.

Fase		Cronograma (em dias)
1ª Fase	Movimentação de Terra	10
	Infraestrutura	10
2ª Fase	Estrutura	25
	Alvenaria	30
	Instalações	10
3ª Fase	Revestimento Interno	15
	Revestimento Externo	15
	Acabamentos em geral	25

**Quadro 22 – Exemplo de Projeto de Execução da Edificação 120m<sup>2</sup>**  
**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.**

No que diz respeito ao *layout*, apesar de a literatura considerar que para construção de edifícios têm-se características de um *layout* posicional, pelo fato dos recursos se deslocarem conforme o andamento da obra, como mencionado anteriormente por Araújo (2015), as formas como os canteiros das obras estudadas se comportam, atendem às características de um *layout* funcional.

E isso é explicado por alguns fatores, entre eles: a forma como os materiais e insumos são adquiridos, conforme o andamento da obra; pela forma dos serviços prestados e equipamentos específicos em apenas uma determinada fase da obra; e por fim, pela proximidade dos elementos presentes no canteiro com suas respectivas atividades, características de *layout* funcional, onde os recursos similares são alocados juntos uns aos outros com objetivo de beneficiar a execução do produto final a ser obtido.

#### 4.2.2 Exemplo de Planejamento e Implantação de um Canteiro de Obras

Como já mencionado anteriormente, os itens que devem ser levados em consideração na hora do planejamento são os elementos ligados à produção e os elementos de apoio à produção. O modo como estes ficam dispostos no terreno devem ser previamente estabelecidos. A Figura 17 ilustra o *layout* do canteiro de uma obra analisada neste estudo, o Edifício C.

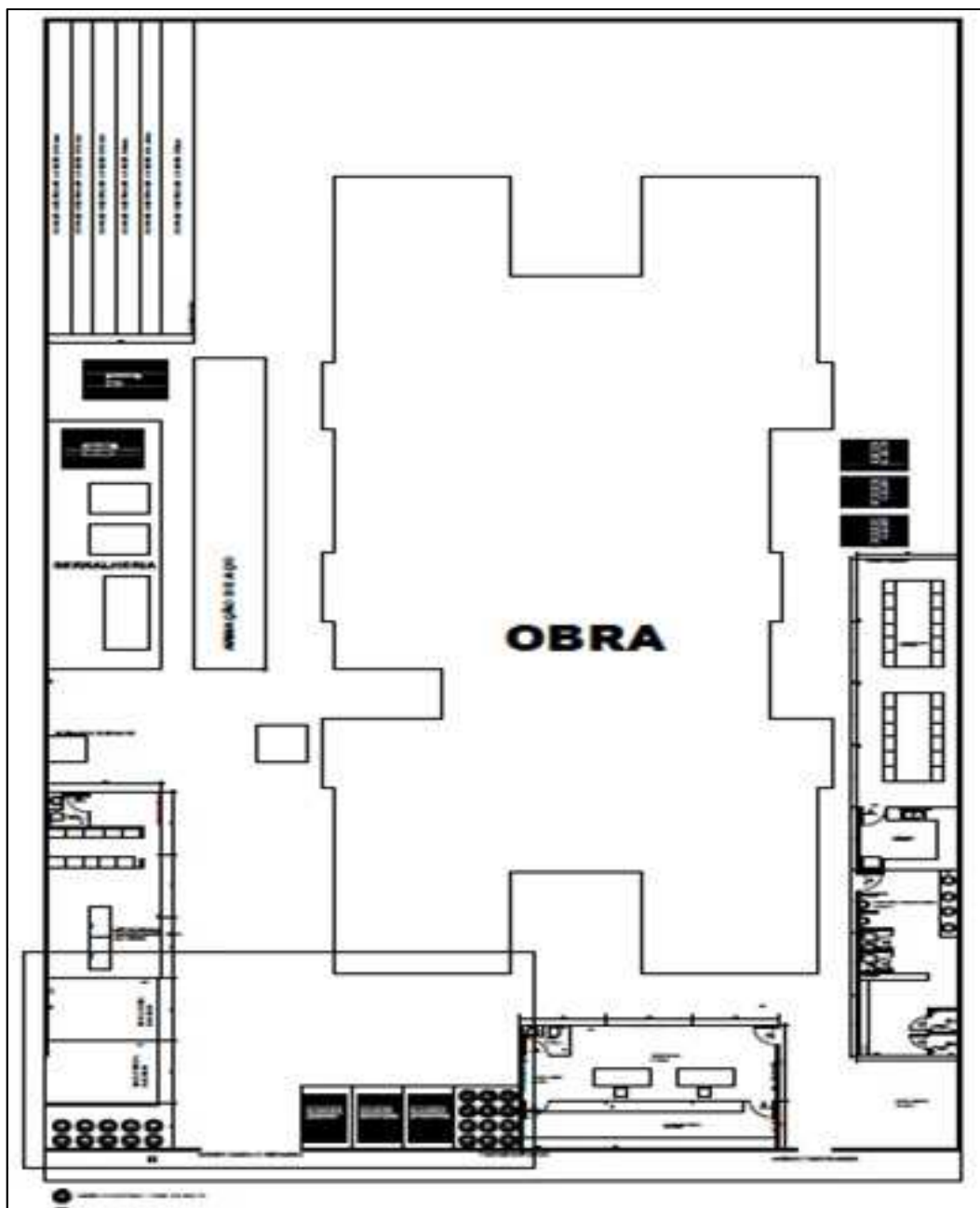


Figura 17 – Exemplo de Projeto de Canteiro do Edifício C  
Fonte: Elaborado pelo engenheiro responsável, 2016.



Na Figura 17, exemplifica-se um canteiro em que houve planejamento antes da sua implantação, por meio de um projeto de canteiro. Pode-se observar que o tipo do canteiro é classificado como longo e estreito, por ser restrito em apenas uma das dimensões e ter mais de um acesso, facilitando a organização dos elementos.

Alguns pontos importantes a serem destacados na instalação deste canteiro:

- a) as centrais de trabalho se encontram próximas à obra, facilitando a produção e deslocamento até a obra;
- b) o almoxarifado e as estocagens dos materiais perecíveis e não-perecíveis estão próximas às centrais de trabalho e do acesso à obra, facilitando a descarga de materiais;
- c) as áreas de vivência estão alocadas em um ponto que não interfere no processo produtivo da obra;
- d) utiliza-se o guincho, porém o mesmo poderia estar numa posição mais próxima a obra;
- e) existe elevador de carga e encontra-se instalados de maneira a facilitar a carga/descarga de materiais;
- f) existe guarita e portão exclusivo de acesso aos pedestres, garantindo maior segurança às pessoas que ali transitam;
- g) há acesso exclusivo aos caminhões e disponibilidade de espaço para circulação dentro do canteiro, quando necessário.

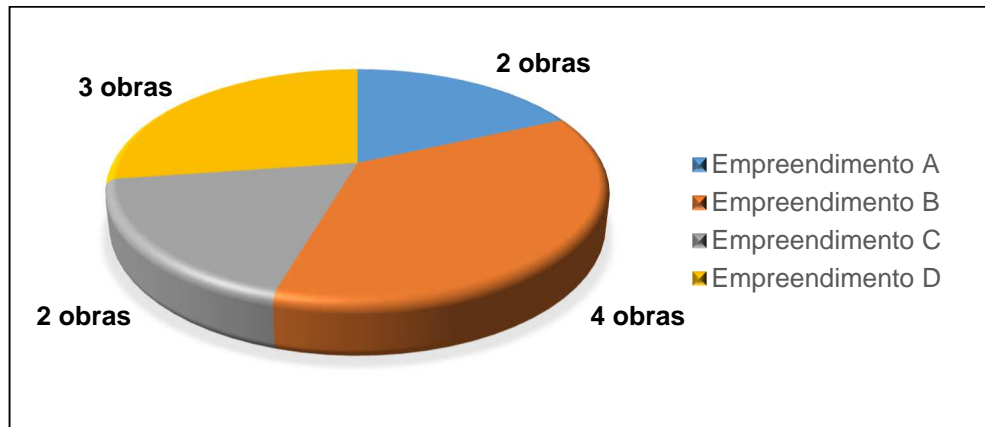
Tais pontos denotam um planejamento e estudo prévio do espaço da edificação e do espaço disponível para a distribuição dos elementos, dando devida importância às centrais de trabalho alocadas próximas à obra e para a armazenagem dos suprimentos (estoques/almoxarifado) próximas às centrais, evitando demasiados deslocamentos devido ao alto fluxo de material e conduzindo a uma maior fluidez do trabalho dos operários.

### 4.3 APLICAÇÃO DAS ETAPAS DA FERRAMENTA SLP

#### 4.3.1 Dados de Entrada

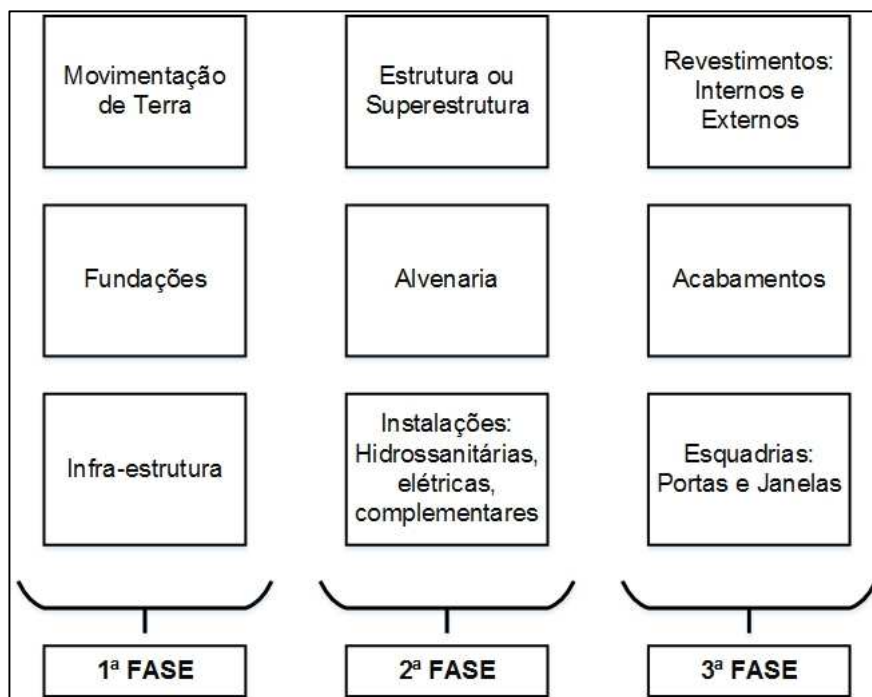
O produto (P) da construção civil é a edificação e no caso das obras estudadas, tem-se edificações de 1 até 12 pavimentos, cada qual com suas características particulares. Desde uma residência familiar projetada exatamente ao gosto do cliente até um edifício de vários andares onde cada apartamento possui a mesma planta, mas terá características únicas conforme serão ocupados.

A quantidade (Q) de obras que cada empreendimento estava executando até o momento da pesquisa, pode ser observada no Gráfico 2.



**Gráfico 2 – Quantidades de obras sendo executadas pelos empreendimentos**  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O roteiro (R) do canteiro é composto por três fases que são simultâneas às fases de execução da obra. Conforme uma fase da obra é concluída e inicia-se a fase seguinte, os elementos do canteiro “entram e saem”, seguindo as necessidades àquela determinada fase. A Figura 18 descreve as etapas presentes em cada fase.



**Figura 18 – Roteiro das fases do canteiro de obras**  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os serviços de suporte (S) são todos os departamentos que contribuem para

o processo construtivo da obra. Como exemplo, os escritórios de engenharia/arquitetura, as empresas terceirizadas prestadoras de serviços (empresas de pré-moldados, concretagem, lajes, empresas de instalações hidrosanitárias, instalações elétricas, empresas que realizam pinturas, escritórios de designer e interiores, empresas que dispõem de mão de obra, etc.), entre outros.

O tempo (T) que cada obra leva durante o transcorrer das três fases de execução, está relacionado a complexidade da obra e aos recursos nela empregados, estes que podem ser financeiros, de mão de obra e temporal. Porém este tempo é calculado no projeto da obra e é feito um cronograma em dias do tempo que cada etapa levará. O Quadro 22 mostra um exemplo do cronograma de execução de uma das obras estudadas.

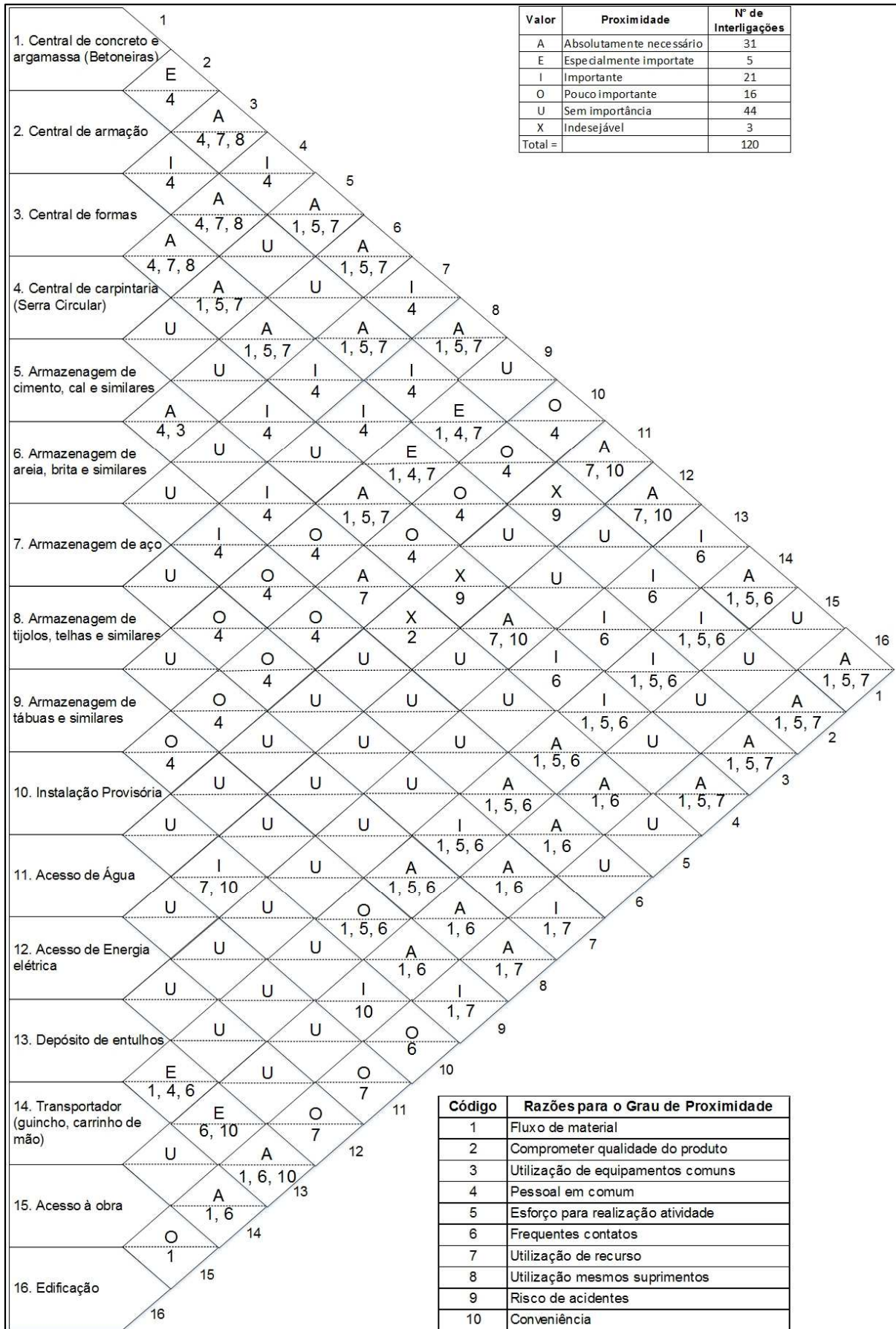
Com os respectivos dados de entrada P, Q, R, S e T em mãos, é possível conhecer os elementos essenciais para estabelecer as condições do planejamento do canteiro e elaboração do arranjo físico.

#### 4.3.2 Diagrama de Inter-Relações de Atividades

Dando continuidade a metodologia adotada, o próximo passo é o desenvolvimento do diagrama de inter-relações de atividades, representado na Figura 19. Ele integra da melhor maneira todos os elementos fundamentais presentes no canteiro de obras, desde os serviços de apoio até às áreas de produção (centrais de trabalho). Este diagrama em forma de uma matriz triangular representa o grau de proximidade e as razões escolhidas para se chegar até esta proximidade, gerando com isso as inter-relações entre as atividades, umas com as outras.

As 16 operações escolhidas para sua composição, tiveram como base os resultados dos *check-lists* de todos os elementos que mais se repetiram nos canteiros das obras analisadas. O valor, proximidade e grau de proximidade, foram escolhidos conforme fundamentação teórica, somado às respostas dos *check-lists*, relacionadas àquelas questões específicas sobre disposição e proximidade dos elementos.

Seu desenvolvimento destaca quais são estas atividades preferenciais, auxiliando no planejamento do fluxo de materiais e na movimentação dos operários dentro do canteiro de obras.



**Figura 19 – Diagrama de Inter-relações Preferenciais**

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Para esclarecer o grau de proximidade que levaram a disposição das letras AEIOUX do diagrama da Figura 19, é necessário descrever as razões detalhadamente, como pode-se observar no Quadro 23.

Código	Razões para o Grau de Proximidade	
1	Fluxo de material	→ Refere-se a frequência que o material sai de um local e vai para outro.
2	Comprometer qualidade do produto	→ Refere-se quando algo pode comprometer a integridade do produto.
3	Utilização de equipamentos comuns	→ Refere-se ao uso dos mesmos equipamentos para mais de uma função na obra.
4	Pessoal em comum	→ Refere-se ao mesmo operador realizar mais de uma atividade simultaneamente.
5	Esforço para realização atividade	→ Refere-se a dificultar ou facilitar a realização de determinada tarefa.
6	Frequentes contatos	→ Refere-se a necessidade de ir até determinado local.
7	Utilização de recurso	→ Refere-se àquela atividade necessitar daquele recurso.
8	Utilização mesmos suprimentos	→ Refere-se quando um mesmo suprimento é utilizado para mais de uma atividade.
9	Risco de acidentes	→ Refere-se ao risco de causar acidentes, como choque elétrico, quedas, etc.
10	Conveniência	→ Refere-se a quão conveniente é estar perto de tal atividade.

**Quadro 23 – Legenda para as razões ou grau de proximidade**

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.






Como mencionado, as 16 operações foram escolhidas com base nas respostas dos *check-lists* aplicados e representam todas as atividades que coincidiram em mais de 70% dos canteiros analisados. Atividades transitórias que ocorriam apenas em uma determinada fase ou elementos citados apenas em alguns canteiros analisados, não foram considerados, incluindo apenas àquelas atividades comuns a maioria dos canteiros e que demandam maiores recursos.

Assim, pelo resultado do diagrama de inter-relações de atividades, pode-se notar que os elementos pertencentes a segunda fase foram os que demandaram maior tempo em dias de execução, maior número de operários trabalhando simultaneamente, diferentes centrais de trabalho, sistemas de transportes e fluxo de suprimentos, tanto na questão de recebimento de material (descargas), como do uso do mesmo nas centrais e/ou diretamente na obra.

### 4.3.3 Diagrama de Arranjo das Atividades

A etapa seguinte do processo consiste do Diagrama de Arranjo das Atividades e foi elaborada a partir da listagem das 16 operações referentes ao diagrama de inter-relações de atividades. Para sua construção, cada elemento do canteiro, já numerado, é representado pela simbologia de identificação dos processos, conforme ilustrado no Quadro 20. A intensidade do fluxo é representada por linhas que ligam cada operação, conforme o grau de proximidade entre elas e respeitando a ordem de importância corresponde na escala AEIOUX.

Para minimizar a dificuldade de visualização devido a quantidade de linhas interligadas ao longo do desenvolvimento do esboço, foi estabelecida uma legenda particular para escala AEIOUX, no Quadro 24, facilitando a leitura das conexões entre as atividades. Ainda para reduzir o número de linhas entre as atividades, as linhas de mesma importância partiam e chegavam ao ponto de mesma importância.

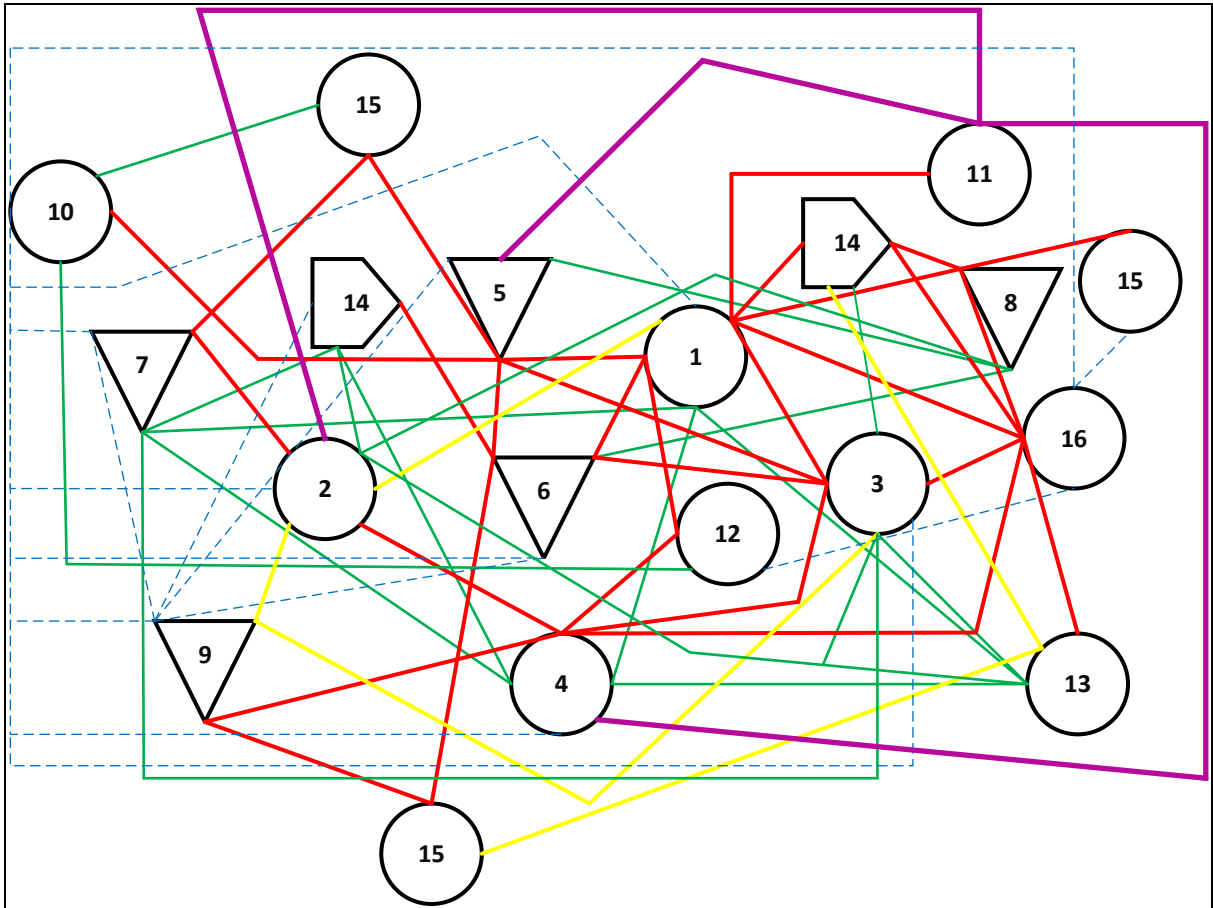
LETRAS	NÚMERO DE LINHAS	PROXIMIDADE	CÓDIGO DE CORES
A		Absolutamente necessário	Vermelho
E		Muito importante	Amarelo
I		Importante	Verde
O		Pouco importante	Azul
U		Desprezível	Em branco
X		Indesejável	Roxo

**Quadro 24 – Legenda para construção do diagrama de arranjo de atividades**

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Desenhou-se, primeiramente, as interligações que indicam uma relação absolutamente necessária entre os elementos de valor “A”, como por exemplo, as ligações entre a central de concreto e argamassa com a armazenagem de cimento. Posteriormente, foram feitas as inter-relações de muita importância “E”. O mesmo foi feito para as inter-relações de importante “I” e pouco importante “O”. Quando a relação é desprezível “U”, não existe qualquer conexão. Por último, a relação indesejável “X” foi acrescentada.

Após as relações estarem diagramadas e relacionadas entre si, o diagrama finalizado representa a interligação teórica ideal das atividades, em forma de esboço, independente da área necessária para cada elemento, representado pela Figura 20.



**Figura 20 –Diagrama de Arranjo de Atividades**  
**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.**

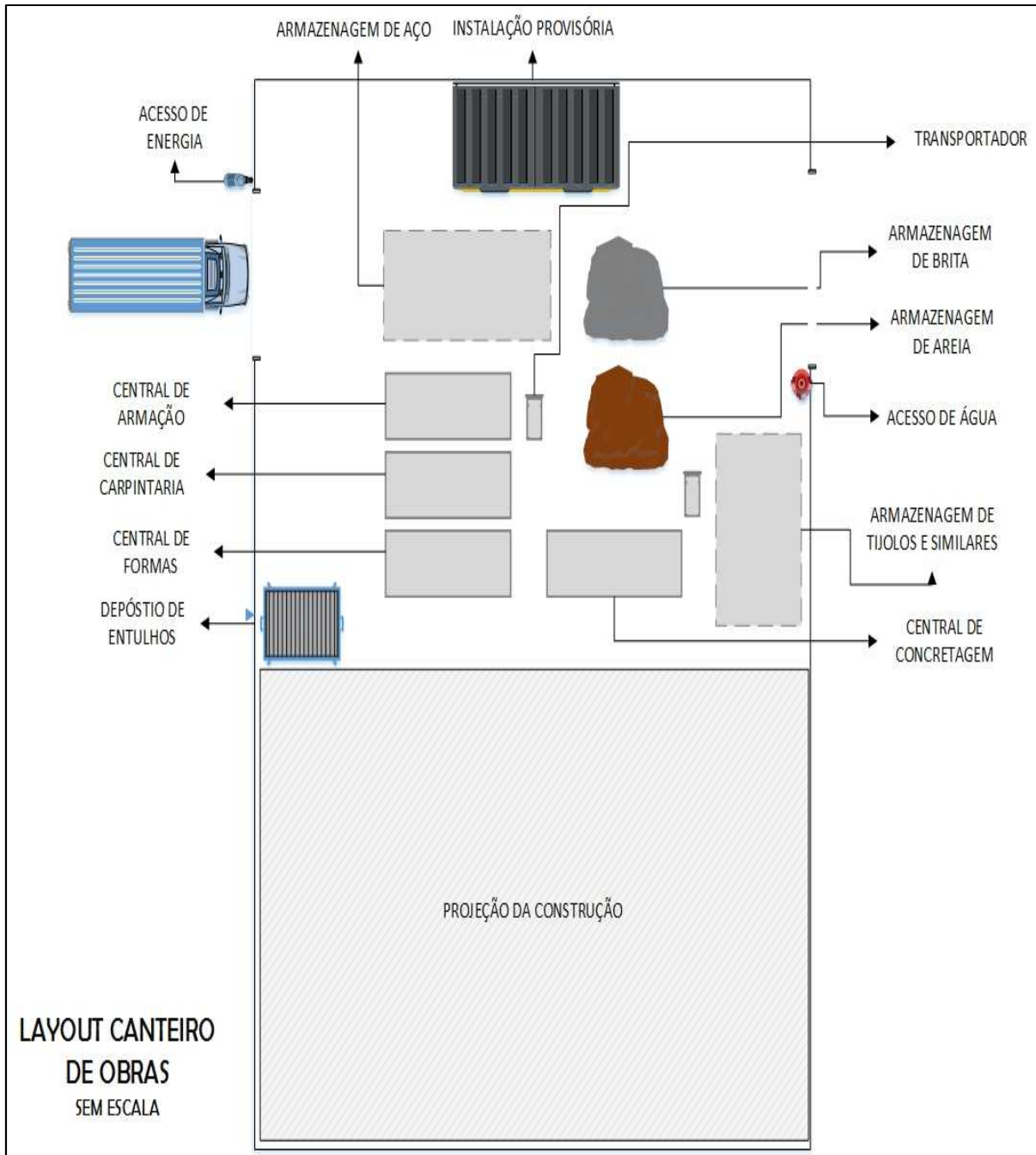
Por se tratar de um esboço inteiramente elaborado com base no diagrama de inter-relações de atividades, antes de se chegar a este esboço, representado pela Figura 20, foram realizadas inúmeras tentativas até chegar àquela julgada a ideal e que melhor representou os elementos e suas disposições, conforme as proximidades já apontadas.

#### 4.3.4 Proposta de Arranjo Físico

Nesta sessão, será apresentada a proposta hipotética de arranjo físico elaborada com base nos resultados do Diagrama de Inter-relações de Atividades e no Diagrama de Arranjo das Atividades.

Na Figura 21 mostra o esboço de um canteiro e a forma ideal de alocar os elementos, conforme as proximidades já demonstradas nos diagramas. Cabe

ressaltar que por se tratar de uma proposta hipotética, não foram utilizadas medidas reais destes elementos, ou seja, fez-se o uso de retângulos com tamanhos não dimensionados legendados com os nomes dos elementos e do espaço da projeção de uma construção.



**Figura 21 –Proposta de arranjo físico para canteiros de obras**  
**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.**

Por meio da análise, compilação das informações coletadas e pelos diagramas elaborados anteriormente, a proposta de arranjo físico aplicada à fase de



maior demanda em um canteiro de obras foi construída, representada pela Figura 21.

Esta proposta de arranjo físico servirá como sugestão para projeto de canteiro aos empreendimentos voltados à construção de edificações, com intuito de minimizar os deslocamentos dos operários às centrais de trabalho e armazenagem de materiais, facilitar a execução das atividades fundamentais da obra e proporcionar melhorias no processo construtivo.

#### 4.4 FATORES LIMITANTES DO ESTUDO

Para execução deste estudo, foram encontradas algumas limitações quanto a coleta de dados e tempo hábil para aplicação da proposta elaborada. Alguns destes fatores serão melhores explanados nas próximas sessões.

##### 4.4.1 Limitantes da Lista de Verificação

Quanto aos aspectos práticos da aplicação, buscou-se analisar o maior número possível de obras que estavam sendo executadas pelos empreendimentos, no período em que fora iniciado a coleta de dados para este estudo. Devido à diversos fatores determinísticos, o número de obras sendo executadas encontrou-se abaixo das expectativas esperadas, porém ainda assim obteve-se um número expressivo de amostragem.

Quanto ao método de coleta de dados, a aplicação da lista de verificação foi repassada aos informantes, explicada quanto ao seu objetivo e preenchida pelos responsáveis das obras sem a presença do aplicador. É válido ressaltar que as mesmas foram preenchidas conforme a etapa atual da construção, por isso algumas obras encontravam-se no início (1ª fase), no meio (2ª fase) ou no final (3ª etapa) do processo construtivo.

Outro fator a ser observado é que quando respondido, o informante pode ter omitido algum requisito, ou devido algum equívoco de interpretação, respondido de forma errônea alguma questão e isto pôde comprometer os resultados obtidos.

Por fim, o *check-list* apenas informa a existência ou inexistência do determinado item, não discutindo suas causas. Paralelo à isso, não teve o propósito de avaliar o desempenho de cada canteiro analisado das obras, apenas teve objetivo de coletar informações a respeito dos elementos que o compõem, a forma como estão dispostos tais elementos e a forma como se encontram os processos de armazenagem e movimentação de materiais.

#### 4.4.2 Limitantes do Sistema

As limitações práticas são considerações que ditam restrições ao desenvolvimento do estudo. Neste estudo, durante a aplicação da metodologia SLP, não foi desenvolvido a Carta De/Para e nem elaborado o Diagrama de Relacionamento de Espaços.

A Carta De/Para não foi desenvolvida devido a não serem mensuradas as quantidades de movimentos dos processos produtivos “de” – “para”, que ocorrem entre as áreas de produção de todos os canteiros analisados. Atribui-se ao não dimensionamento pelo fato de a coleta de dados ter sido feita através do uso de *check-list* respondido pelo responsável da obra, não sendo coletas as distâncias entre as áreas de produção e os deslocamentos realizados pelos operários nos canteiros das obras analisadas.

O Diagrama de Relacionamento de Espaços (última etapa do método SLP) não foi elaborado, pois a intenção do estudo é propor um modelo hipotético de arranjo físico que poderá ser aplicado em diferentes canteiros com diferentes dimensões e particularidades. A aplicabilidade do modelo é identificar todos os elementos presentes na fase de maior demanda de um canteiro e o posicionamento destes elementos, de modo a otimizar o processo construtivo.

Outras considerações, como as características do espaço físico, a localização da obra, a política adotada por casa empreendimento, as normas regulamentadoras, entre outros fatores, exercem limitações no projeto do canteiro e, conseqüentemente, no arranjo físico.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A proposta inicial para o desenvolvimento deste trabalho, consiste no estudo dos canteiros de obras residenciais localizadas na região oeste do Paraná e na análise do seu planejamento e instalação. Fundamentado por meio desta análise, as etapas utilizadas do método SLP foram executadas e os objetivos propostos pelo estudo foram atingidos.

Os canteiros das obras estudadas se enquadram principalmente em dois dos três tipos de canteiros referenciados. Alguns eram estreitos, como no caso das construções com edificações de cinco ou mais pavimentos, citando o exemplo do projeto de canteiro do Edifício C, e os demais restritos, que neste caso se enquadram principalmente as construções menores e com apenas um pavimento, obras do tipo “Minha Casa, Minha Vida”.

As instalações dos canteiros nas obras menores não demonstravam prévios planejamentos e eram elaborados com base na experiência, no senso comum e na adaptação dos elementos conforme a situação atual das obras, sem muita criteriosidade. Nestes casos, os responsáveis pelas obras faziam visitas de rotina, acompanhando a evolução das obras em intervalos de tempos.

Já as instalações dos canteiros nas obras maiores, com mais pavimentos, demonstravam prévio planejamento, devido à necessidade de maiores volumes de insumos e materiais, à utilização esporádica de equipamentos de transportes e pelo maior número de operários trabalhando simultaneamente. Esse maior dinamismo exige maior atenção por parte dos seus responsáveis e nestes casos, os mesmos se faziam presentes constantemente nas obras.

Algumas das principais centrais de trabalho do processo construtivo, devido à limitação física da obra ou aos recursos financeiros, eram desenvolvidas em conjunto, ou seja, as centrais de formas, armação, concretagem e carpintaria encontravam-se em apenas uma bancada de serviço com os equipamentos utilizados para execução destas atividades próximos uns aos outros, como por exemplo, a serra circular da betoneira.

Para os insumos de maior volume tem-se como característica que os mesmos eram adquiridos no momento em que iriam ser utilizados, sem a necessidade de grandes estoques, estando próximos ao acesso da obra para serem

descarregados já nos locais definitivos, evitando assim o duplo manuseio e também perto das centrais de trabalho, otimizando com isso o trabalho dos operários.

Já os materiais de menor volume, equipamentos e ferramentas, visto que a maioria das obras estudadas não apresentavam almoxarifado, eram guardados dentro das instalações provisórias, sendo este o local que também servia de armazenagem para os insumos perecíveis.

Porém não foi constatado a prática do uso da contenção aos insumos não perecíveis, como na areia por exemplo, e com isso, não era evitado o desperdício do material quando chovia. Também não foi notado o uso de etiquetas de identificação ou um controle dos estoques, dificultando o controle do que já foi adquirido, da sua quantidade, preço e de onde foi realizado a compra, para ser utilizado quando fossem realizadas novas aquisições de materiais e comparações de preços entre os estabelecimentos que vendem tais produtos.

Esse controle é necessário para saber quanto do insumo já foi gasto ou de quanto ainda há no estoque. Isso implica em desperdício de material, no que se refere ao uso desnecessário dos mesmos e dificultando na prevenção, deixando o insumo acabar e ter que parar a atividade e esperar até nova aquisição do mesmo, visto que este contratempo pode ser evitado.

No que se refere ao sistema de transporte com a utilização de guinchos/gruas e elevadores de carga, não se aplicava a maioria das obras estudadas. Já para o trânsito de caminhões, quando necessário, e uso do transportador (carrinho de mão), a maioria das obras possuía espaço para a circulação destes, mesmo sem a existência de caminhos previamente definidos para os principais fluxos de materiais, detalhe que faria com que não houvesse obstrução do fluxo destas atividades devido sua intensidade.

Deste modo, a proposta hipotética de arranjo físico foi fundamentada pelo método SLP que serviu de base para diagnosticar as falhas existentes nos canteiros e encontrar oportunidades de melhorias voltadas à redução nos deslocamentos dos operários ao executarem as atividades das centrais até a obra e em aproximar as centrais de trabalho e atividades semelhantes umas com as outras.

Portanto, este estudo mostrou que o uso do método SLP contribui para um melhor planejamento, otimização e organização do espaço físico dentro do canteiro de obras, servindo como uma proposta a contribuir para a redução dos desperdícios e para o aumento da produtividade e da eficiência com que os operários desenvolvem

as atividades durante o processo construtivo de uma obra residencial.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Um dos objetivos deste trabalho é que o mesmo sirva como forma a contribuir para estudos na área de construção civil, canteiros de obras e aplicação do método SLP. Por isso, sugere-se a aplicabilidade da proposta hipotética desenvolvida neste estudo e, posteriormente, a análise das melhorias resultantes do seu uso.

Outra sugestão é que seja elaborado um controle das aquisições dos materiais e equipamentos utilizados ao longo do processo construtivo, conforme histórico de obras semelhantes passadas e relacionadas com cada fase do processo construtivo, utilizando este levantamento como forma de realizar um melhor planejamento do canteiro, aquisição de materiais e visando otimizar sua instalação.

Por fim, sugere-se que seja feito um estudo considerando as três fases do canteiro de obras e desenvolvida arranjos físicos hipotéticos específicos para cada fase, realizando uma análise mais profunda e detalhada do estudo.

## REFERÊNCIAS

ANTONIOLLI, Isadora Carolina. **Otimização do Arranjo Físico no Processo Produtivo de uma Indústria Moveleira no Oeste do Paraná**. 2016. 90 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

ANTUNES, Anivaldo da Costa. **Logística no canteiro de obras, utilizando os princípios da construção enxuta**. 2012. Comunidade da Construção 10 Anos. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/313/anexo/seminariol.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2016.

ARAÚJO, Marcos Antônio da Silva. **Estudo de um Layout de um Canteiro de Obra da Construção de uma Edificação Residencial Multifamiliar com Base no Modelo Systematic Layout Planning**. Revista Especialize On-line Ipog, Goiânia, v. 1, n. 10, p.1-18, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n10-2015/estudo-de-um-layout-de-um-canteiro-de-obra-da-construcao-de-uma-edificacao-residencial-multifamiliar-com-base-no-modelo-systematic-layout-planning/>>. Acesso em: 20 out. 2016.

ARAÚJO, Marcela Costa. **Análise da Integração da Cadeia da Construção Civil na Região Metropolitana de Fortaleza**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Logística e Pesquisa Operacional, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Cap. 1.

CAMAROTTO, J.A. **Projeto de Unidades Produtivas** – Apostila: DEP. Disciplina Engenharia do Trabalho 3 ed. São Carlos: Ufscar, 2006.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **A Produtividade da Construção Civil Brasileira**. Brasília: Fgv Projetos, 2014. 42 p. (CE nº 2418/14 - Projeto 054/14). Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/070.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

CORREIA, Henrique L.; CORREIA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CUNHA, Eduardo Henrique da. **Canteiro de Obras**. Goiás: Apresentação de aula, 2015. Color. Puc Goiás. Disponível em:

<[http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17537/material/Aula 5 - Canteiro de Obras.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17537/material/Aula%205%20-%20Canteiro%20de%20Obras.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2016.

ELIAS, Sérgio José Barbosa; SILVA, Regis Rafael Tavares da; LEITE, Madalena Osório; LOPES, Luís Carlos Aguiar. **Planejamento do layout de canteiros de obras: aplicação do sistema SLP - Systematic Layout Planning**. In: XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção e IV Congresso Internacional de Engenharia Industrial, 1998, Niterói. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998.

FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Construção Civil: Desafios 2020**. Rio de Janeiro, 2014. 143 p. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=4028808B4E3FB673014E3FF18D3D20D8>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

FONSECA, Alexandre Lopes. **Estudo de instalação, organização e manutenção em canteiro de obras**. 2013. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Cap. 4. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/268739-Estudo-de-instalacao-organizacao-e-manutencao-em-canteiro-de-obras.html>>. Acesso em: 20 set. 2016.

GEHBAUER, Fritz. **Racionalização na Construção Civil: Como melhorar processos de produção e de gestão**. Recife: Projeto Competir (senai, Sebrae, Gtz), 2004. 448 p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HEINEN, Mayara Hobold. **Proposta de arranjo físico baseado nos conceitos da Produção Enxuta para uma fábrica de Estruturas Metálicas**. 2013. 90 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Cap. 2.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas: Construção**. Brasil, 2016. Disponível em: <<http://cnae.ibge.gov.br/?view=secao&tipo=cnae&versaosubclasse=9&versaoclasse=7&secao=F>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da Pesquisa: Um guia prático**. Bahia: Via Litterarum, 2010.

MARCONI, Marina A. LAKATOS, Eva M. **Fundamento de Metodologia Científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras: PERT/CPM, Caminho Crítico, Folgas, Abordagem Probabilística, Aceleração, Nivelamento de Recursos, Linha de Balanço, Corrente Crítica, Análise de Valor Agregado**. São Paulo: Pini, 2010.

MUTHER, Richard. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1986.

PASTOR JÚNIOR, Roberto. **Diretrizes para Planejamento Operacional no Canteiro de Obras**. 2007. 97 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/149190d9987b4dc0c57f36aa4a9b4aeb.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2016.

PEREIRA, Felipe Carbonari. **Áreas de vivência e estoque em canteiros de obra: uma análise de custos para obras da Universidade Federal de Santa Catarina**. 2015. 146 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2015. Cap. 2.

PETRY, Camila. **Proposta de Arranjo Físico Através do Método SLP em um Ambiente Operacional de uma Empresa de Comunicação Visual**. 2015. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015

ROUSSELET, Edison da Silva. **Manual de Procedimentos para Implantação e Funcionamento de Canteiro de Obras (A Segurança na Obra)**. Rio de Janeiro: Seconci-rio, 2012. 30 p. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/canteiro-sobes.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.

SAURIN, Tarcisio Abreu. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações**. 1997. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.



SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. 3. ed. Porto Alegre: Finep, 2006. 110 p. (Recomendações Técnicas Habitare).

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3. ed. revisada e atualizada. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2006. Edição Compacta.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual da gestão do consumo de materiais na construção civil**. São Paulo: Pini, 2005.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Projeto e implantação do canteiro**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 91 p. (Coleção Primeiros Passos da Qualidade no Canteiro de Obras).

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Logística no Canteiro e o Impacto na Produtividade**. SEMINÁRIO: Planejamento, Logística e Produtividade em Canteiros de Obras. Agosto de 2016. Disponível em: <[http://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files\\_mf/14h00logistica\\_canteiro\\_impacto\\_produtividade\\_ubiraci.pdf](http://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files_mf/14h00logistica_canteiro_impacto_produtividade_ubiraci.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2016.

TOMPKINS, James A. et al. **Planejamento de Instalações**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. Tradução de Luiz Claudio de Queiroz Farias.

**APÊNDICE A – LISTA DE VERIFICAÇÃO (CHECK-LIST)**

**LISTA DE VERIFICAÇÃO (CHECK-LIST) PARA DIAGNÓSTICO SIMPLIFICADO DE LAYOUT E LOGÍSTICA NO CANTEIRO DE OBRAS**

Preenchido por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Obra/Empresa: \_\_\_\_\_

**Informações Preliminares**

A) Fase da obra (para fases totalmente concluídas marque X e para fases em andamento, especifique o pavimento):

FASES		Cronograma (em dias)	Bloco Único	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
1ª Fase	Movimentação de Terra					
	Infraestrutura					
2ª Fase	Estrutura					
	Alvenaria					
	Instalações					
3ª Fase	Revestimento Interno					
	Revestimento Externo					
	Acabamentos em geral					

B) Número de Pavimentos: \_\_\_\_\_

C) Número de operários na fase atual da obra: \_\_\_\_\_

D) O maior número de operários foi (será) de \_\_\_\_\_ pessoas, na \_\_\_\_\_ fase da construção.

**Instruções Gerais para Preenchimento:**

- Leia atentamente todas as folhas deste formulário;
- Utilize uma lista de verificação para cada bloco (edificação);
- No caso de itens com dois ou mais elementos iguais a serem analisados, adote sempre a pior situação (Exemplo: Existência de dois guinchos no mesmo bloco);
- As opções de resposta são: “Sim”, “Não” e “Não se Aplica”<sup>7</sup>.

**A) ELEMENTOS DO CANTEIRO DE OBRAS**

A1) ELEMENTOS LIGADOS A PRODUÇÃO	SIM	NÃO	N. APLICA
A1.1) Há central de concreto na obra			
A1.2) Há central de argamassa (betoneira) na obra			
A1.3) Há central de preparo de armaduras na obra			
A1.4) Há central de produção de formas na obra			
A1.5) Há oficina de montagem de instalações de esquadrias			
A1.6) Há central de pré-moldados na obra			
A1.7) Há central de carpintaria na obra (serra circular)			

<sup>7</sup> A resposta “Não se Aplica” deve ser utilizada quando o item não é necessário àquela obra.

<b>A2) ELEMENTOS DE APOIO À PRODUÇÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
A2.1) Há estoques de materiais perecíveis na obra? (Exemplo: cimento, cal)			
A2.2) Há Estoques de materiais não-perecíveis na obra? (Exemplo: areia)			
A2.3) Há almoxarifados na obra?			
Caso a resposta seja não, pular para item (A.4)			

<b>A3) ALMOXARIFADO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
A3.1) Está próximo ao ponto de descarga de caminhões			
A3.2) Existe etiquetas de identificação com nome dos materiais e equipamentos alocados no almoxarifado			

<b>A4) SISTEMAS DE TRANSPORTES</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
A4.1) Existe guinchos ou gruas na obra			
A4.2) Existe elevador de transporte de materiais na obra			
A4.3) Existe elevador de transporte de passageiros na obra			

<b>A5) INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
A5.1) Existe Áreas de Vivência na obra? Se a resposta for sim, quais destas se aplicam: Vestiário ( ) Refeitório ( ) Instalações sanitárias ( ) Área de lazer ( )			
A5.2) Existe guarita para controle de acesso à obra			
A5.3) Existe escritório administrativo? (Para Engenheiro/Mestre de Obras)			
A5.4) Qual a tipologia da instalação provisória? Instalação provisória móvel (container) ( ) Instalação Provisória Fixa (barraco de madeira) ( )			

<b>A6) OUTRAS INSTALAÇÕES</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
A6.1) Existe fornecimento específico de energia elétrica na obra			
A6.2) Existe fornecimento específico de água e esgoto na obra			

<b>A7) ACESSOS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
A7.1) Existe portão exclusivo para acesso de pedestres?			
A7.2) Há disponibilidade de espaço para o acesso e circulação de caminhões ao canteiro?			

## **B) SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS**

<b>B1) VIAS DE CIRCULAÇÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B1.1) Há contrapiso nas áreas de circulação de materiais e/ou pessoas			
B1.2) Existe cobertura para transporte de materiais da betoneira até o transportador (guincho, carrinho de mão, gericas)			
B1.3) É permitido o trânsito de carrinhos/gericas perto dos estoques em que tais equipamentos se fazem necessários			
B1.4) Há caminhos previamente definidos para os principais fluxos de materiais e nas centrais de produção			
B1.5) Há caminhos previamente definidos para os principais fluxos			

<b>B2) ENTULHO (RESÍDUOS DE OBRA)</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B2.1) A obra conta somente com um depósito central de entulhos			
B2.2) São utilizadas caixas para descarte de entulhos nos pavimentos da obra			
B2.3) O entulho é transportado para o térreo através de calha ou tubo coletor?			
B2.4) O canteiro está limpo, sem sobras de madeiras espalhadas ou sobras de outros materiais, de forma que não prejudique a circulação de materiais e pessoas			
B2.5) O entulho é separado por tipo de material			

<b>B3) GUINCHO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B3.1) O guincho está na posição mais próxima possível do baricentro do pavimento			
B3.2) A área próxima ao guincho está desobstruída, permitindo livre circulação dos equipamentos de transporte			
B3.3) O acesso do guincho aos pavimentos são amplos, facilitando a carga/descarga de materiais e o estoque provisório de materiais nestes locais			

<b>B4) ELEVADORES DE CARGA</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B4.1) A área próxima ao elevador de carga está desobstruída, permitindo livre circulação dos equipamentos de transporte e pessoas			
B4.2) Encontram-se instalados de maneira a facilitar a carga/descarga de materiais			

#### **B5) ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS**

<b>CIMENTO E CAL</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B5.1) Existe estrado sob o estoque de cimento e cal			
B5.2) O estoque está protegido da umidade em depósito coberto e fechado (caso não exista depósito, há cobertura com lona ou outro dispositivo)			
B5.3) Havendo depósito fechado, é praticado a estocagem do tipo PEPS (o Primeiro saco a Entrar é o Primeiro saco a Sair)			
B5.4) O depósito de cimento e cal estão próximos a central de concretagem			

<b>AGREGADOS (AREIA, BRITA, ARGAMASSA)</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B5.5) As baias de areia/brita/argamassa tem contenção em três lados			
B5.6) A areia é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)			
B5.7) A argamassa é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)			
B5.8) A brita é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)			
B5.9) As baias de areia/argamassa estão próximas a betoneira			
<b>TIJOLOS/BLOCOS E TELHAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B5.10) É feita separação de tijolos/blocos e telhas por tipos			

B5.11) Os tijolos/blocos e telhas são descarregados no local definitivo de armazenamento			
B5.12) O estoque de tijolos está próximo do transportador (guincho, carrinho de mão)			
B5.13) O estoque de blocos está próximo do transportador (guincho, carrinho de mão)			
B5.14) O estoque de telhas está próximo do transportador (guincho, carrinho de mão)			

<b>AÇO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B5.15) O aço está alocado em depósito			
B5.16) O aço está próximo a central de armação			

<b>MADEIRAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B5.17) As pilhas de tábuas e vigotes estão localizadas junto ao acesso da obra			
B5.18) As pilhas de tábuas e vigotes estão próximas à serra circular			
B5.19) As pilhas de tábuas e vigotes estão próximas à mesa de trabalho			

<b>B6) PRODUÇÃO DE ARGAMASSA/CONCRETO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>N. APLICA</b>
B6.1) A boca da betoneira descarrega do lado mais próximo ao acesso do transportador (guincho, masseiras, carrinho de mão)			
B6.2) A betoneira está próxima ao transportador (guincho, masseiras, carrinho de mão)? Estime a distância em metros: _____			
B6.3) A betoneira descarrega diretamente no transportador (guincho, masseiras, carrinho de mão)			
B6.4) O acesso a água está próximo a betoneira			

## **APÊNDICE B – ILUSTRAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO**

