

## **Monografia**

# **"O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DO ARRANJO FÍSICO DO CANTEIRO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO ENXUTA"**

Autor: Ricardo Davel

Orientador: Prof. Eduardo Marques Arantes

Fevereiro/2010

RICARDO DAVEL

**"O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DO ARRANJO FÍSICO DO CANTEIRO  
DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO ENXUTA"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientador: Prof. Eduardo Marques Arantes

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2010

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	07
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>07</b>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>08</b>
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	09
<b>2.1 Definição do layout do canteiro de obras.....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Prazo da Obra .....	13
2.1.2 Projeto .....	13
2.1.3 Plano de Ataque .....	13
2.1.4 Cronograma Físico .....	13
2.1.5 Tecnologias .....	13
2.1.6 Logística de Equipamentos / Materiais .....	14
2.1.7 Gestão de Suprimentos / Mão de Obra .....	15
2.1.8 Fases do Canteiro .....	15
2.1.9 Disponibilidade e Demanda de Áreas.....	19
2.1.10 Layout do Canteiro .....	19
<b>2.1 Canteiro de obras na construção enxuta e sustentável .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Sistematização e métodos na concepção do arranjo físico do canteiro..</b>	<b>28</b>
<b>2.4 Uso da TI e ferramentas computacionais na elaboração do projeto de layout do canteiro .....</b>	<b>34</b>
3. CONCLUSÃO .....	43
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de atividades que compõem o planejamento do canteiro de obras .....	12
Figura 2: Considerações geométricas quanto ao posicionamento da grua .....	15
Figura 3: Exemplo de fases evolutivas de um canteiro de obras.....	17
Figura 4: Exemplo de fases evolutivas de um canteiro de obras.....	18
Figura 5: Exemplo de fluxograma de alguns processos .....	20
Figura 6: Comparação entre um estoque de canteiro organizado e desorganizado..	21
Figura 7: Perda de materiais .....	23
Figura 8: Fluxo de materiais e insumos em um estoque central.....	26
Figura 9: Árvore que ficava no centro do terreno que seria escavado, foi transplanteda para região segura do canteiro de obras.....	27
Figura 10: O sistema de procedimentos SLP .....	28
Figura 11: Procedimentos para a concepção da Carta de Interligações Preferenciais .....	31
Figura 12: Carta de Interligações Preferenciais .....	32
Figura 13: Método para subsidiar a definição do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras.....	33
Figura 14: Exemplos de imagens de software TI para concepção do canteiro de obras .....	36
Figura 15: Visualização da tela de software TI demonstrando o painel de seleção de elementos da biblioteca .....	40
Figura 16: Dados de entrada e saída do sistema TI.....	40



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Indicadores grosseiros para avaliação da capacidade de um sistema de transporte para movimentação vertical de materiais .....	14
Tabela 2: Áreas necessárias para estocagem de alguns insumos para a construção.....	19

## **RESUMO**

Este trabalho se trata sobre o estudo das inovações e métodos existentes para a concepção do arranjo físico do canteiro de obras na construção de edifícios e como a definição de um layout correto torna a obra mais produtiva e segura, exigências fundamentais no atual mercado competitivo da construção civil. O processo de planejamento do canteiro de obras será abordado, com ênfase na diminuição de perdas na construção civil, objetivando uma obra mais enxuta e econômica.

## **1. INTRODUÇÃO**

No atual mercado altamente competitivo da construção civil, constituído por consumidores cada vez mais exigentes e a busca incessante pela excelência na qualidade, é de suma importância um planejamento eficaz do canteiro de obras. O canteiro é a “fábrica” do edifício, portanto o estudo do seu layout e a utilização de inovações e métodos na concepção de seu arranjo físico pode tornar a obra mais produtiva, segura e livre de indesejáveis surpresas no decorrer de suas etapas.

Neste trabalho será abordada a fase de criação do layout do canteiro de obras e sua importância para uma construção enxuta, sem desperdícios. Serão estudados também métodos aplicados no planejamento do canteiro como o SLP (Systematic Layout Planning) e o uso de ferramentas computacionais e recursos de TI (Tecnologia da Informação) na elaboração do projeto de layout.

Por fim, será feita uma conclusão abordando como o processo de criação do layout do canteiro deve ser contemplado nas empresas construtoras de forma a elevar a qualidade produtiva e as ferramentas que podem ser aplicadas para a racionalização e definição deste processo.

### **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é o estudo das inovações e métodos existentes para a concepção do arranjo físico do canteiro de obras na construção de edifícios e como a definição de um layout correto torna a obra mais produtiva e segura, exigências fundamentais no atual mercado competitivo da construção civil.

## **1.2 Justificativa**

O estudo da implantação do canteiro de obras é um dos elementos mais importantes na busca da qualidade e produtividade no processo produtivo da construção civil, na medida em que é no canteiro que acontece grande parte das ações. Atualmente, não existe mais espaço para decisões amadoras sobre o projeto da fábrica de produzir obras de construção. Nesse âmbito, qualidade e produtividade, assim como soluções visando a sustentabilidade do meio ambiente, só poderão ser alcançadas nos níveis exigidos pelo mercado através da sistematização do processo de concepção do canteiro.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A crescente competitividade no setor da construção civil reflete, cada vez mais, na busca pela eliminação dos problemas de gestão nas empresas de construção civil, visando aumentar sua produtividade.

Nesse panorama, observa-se que o processo de planejamento do layout do canteiro de obras de edificações, por muitas vezes, não possui critérios e bases teóricas para a sua concepção, acarretando inúmeros problemas que interferem no processo produtivo. Por outro lado, um canteiro de obras bem planejado e organizado contribui para otimizar os processos construtivos e, conseqüentemente, reduzir o custo de construção do empreendimento, ou seja, existe um grande potencial de ganho na implantação de melhorias nos projetos dos canteiros.

O projeto de layout do canteiro de obras configura nesse contexto como a etapa cujo objetivo é obter a melhor utilização do espaço disponível, criando condições propícias para a realização de processos com eficiência. No geral, essa etapa depende da interpretação e experiência do planejador, onde são feitas análises baseadas em dados do empreendimento para se aproximar ao máximo da realidade futura, durante as tomadas de decisões acerca do canteiro. Para tanto, deve-se ter em mente a logística da obra, a seqüência construtiva e a utilização dos recursos financeiros.

## **2.1 Definição do layout do canteiro de obras**

O canteiro de obras pode ser definido como a “área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra” (NR-18 – CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO), ou ainda, segunda a NB-1367 (ÁREAS DE VIVÊNCIA EM CANTEIROS DE OBRAS – ABNT), como um conjunto de “áreas destinadas á execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência.” (CARRARO; FRANCO; PALIARI; SOUZA, 1997)

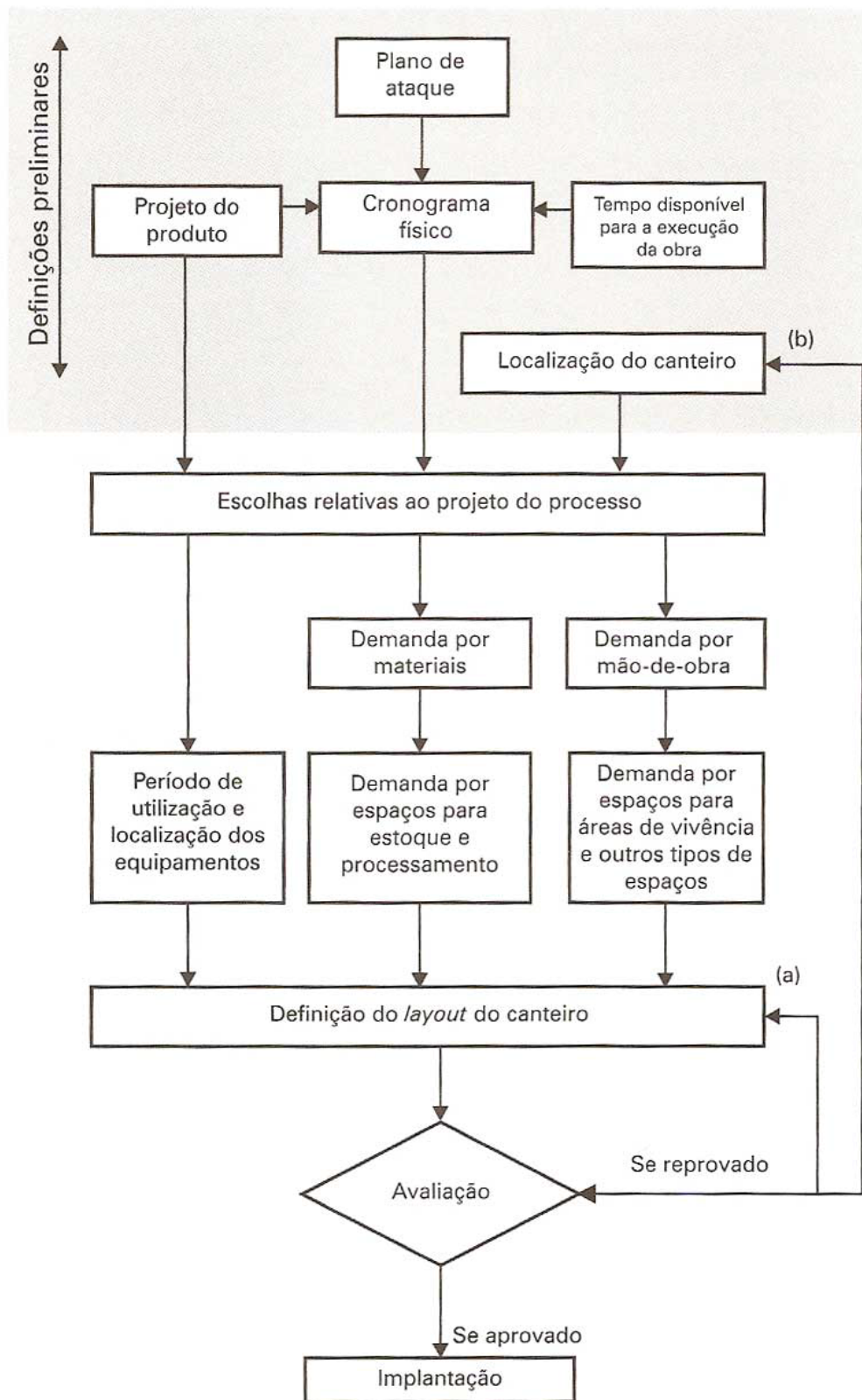
Para a definição do layout do canteiro de obras a experiência e a criatividade dos planejadores são fundamentais, uma vez que é a partir da organização do canteiro que são disponibilizadas áreas em conformidade com as necessidades para a execução plena da obra. Outros aspectos também são importantes, como a segurança, o custo, dentre outras, desta forma resultando num processo de concepção cujo resultado não é uma solução única, e sim inúmeras possibilidades, algumas melhores e outras piores dentro do contexto em que são inseridas. (SOUZA, 2008)

Por ser um espaço de trabalho para a concepção de uma obra, ou seja, sua fábrica, o canteiro acaba por receber influências de todas as atividades relacionadas ao empreendimento. Portanto, qualquer modificação no processo de concepção da obra acaba interferindo no processo de planejamento e organização do arranjo físico do canteiro (FRANCO; SOUZA, 1997). Segundo

Souza (2008), apesar desta complexidade, o planejamento do canteiro pode ser organizado e melhor abordado partir de seu relacionamento com os seguintes itens:

- Prazo da Obra
- Projeto
- Plano de ataque
- Cronograma Físico
- Tecnologias
- Logística de Equipamentos / Materiais
- Localização dos Equipamentos / Elementos do Canteiro
- Gestão de Suprimentos / Mão de Obra
- Fases do Canteiro
- Disponibilidade e Demanda de Áreas
- Layout do Canteiro

Ainda segundo Souza (2008), este conjunto de itens de atividades podem ser organizados, compondo o seguinte fluxograma:



**Fig. 01** – Fluxograma de atividades que compõem o planejamento do canteiro de obras. (SOUZA, 2008)



### **2.1.1 Prazo da Obra**

O prazo da obra é uma decisão básica e fundamental tomada para o empreendimento e que possui reflexos direto no projeto. O prazo poderá influenciar na decisão de quais materiais usar, desta forma interferindo no processo de estocagem e logística da obra. Além disso, está diretamente ligado às estações de cada etapa da obra e os períodos de chuva.

### **2.1.2 Projeto**

No projeto estão as informações relativas ao produto e à sua execução. O nível de detalhamento do projeto interfere na facilidade para se conceber o arranjo físico do canteiro, uma vez que projetos bem detalhados e especificados resultam em menos interferências durante a obra.

### **2.1.3 Plano de Ataque**

Este item abrange decisões como: quais atividades serão iniciadas primeiro, quais virão depois, qual parte do empreendimento será construída primeiro, se será feito em partes e outros aspectos.

### **2.1.4 Cronograma Físico**

O cronograma é responsável pela relação entre o prazo da obra e o plano de ataque, ou seja, define quando e por quanto tempo cada atividade será feita e interrelacionando-as.

### **2.1.5 Tecnologias**

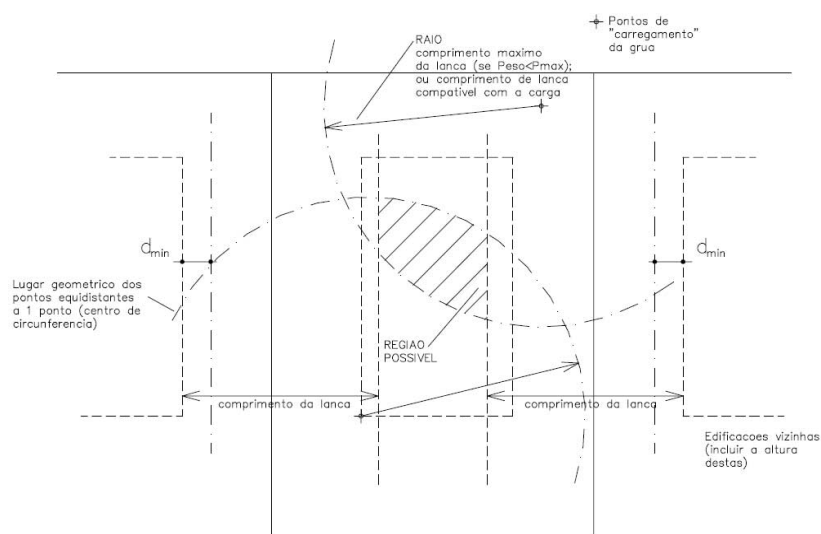
Contempla a escolha de equipamentos, materiais como argamassa, tipo de transporte vertical na obra, dentre outros. Os caminhos são inúmero e cada decisão depende do contexto. Um exemplo é a escolha entre o elevador de obra e a grua, cuja decisão varia para cada obra.

EQUIPAMENTO	DURAÇÃO DE 1 CICLO	CAPACIDADE/CICLO
elevador de obras	5 minutos	0,25 m <sup>3</sup> concreto
		1 m <sup>2</sup> de alvenaria
		100 kg de aço
		0,13 m <sup>3</sup> de argamassa
grua	5 minutos	250 l argamassa
		0,5 m <sup>3</sup> concreto
		8 m <sup>2</sup> de alvenaria
		200 kg de aço
guincho de coluna	6 minutos	0,04 m <sup>3</sup> argamassa

**Tabela 01** – Indicadores grosseiros para a avaliação da capacidade de um sistema de transportes para movimentação vertical de materiais. (FRANCO; SOUZA, 1997)

### **2.1.6 Logística de Equipamentos / Materiais**

É através da logística de equipamentos e materiais que são definidos vários itens do canteiro, como o posicionamento da grua e do elevador de obra, os estoques, etc. A **Fig. 02** ilustra as considerações quanto ao posicionamento da grua.



**Fig. 02** – Considerações geométricas quanto ao posicionamento da grua. (FRANCO; SOUZA, 1997)

### **2.1.7 Gestão de Suprimentos / Mão de Obra**

A partir do cronograma pode-se quantificar as quantidades de insumos necessários para os serviços na obra, estimando-se, desta forma, a quantidade de operários nas equipes envolvidas em cada tipo de serviço.

### **2.1.8 Fases do Canteiro**

Um canteiro se modifica ao longo da execução de sua obra. Sendo assim, é interessante se observar em quais fases pode-se subdividi-lo. Exemplo:

Fase 1: Movimento de Terra e Contenções

Fase 2: Estrutura do Subsolo

Fase 3: Estrutura do Restante da Torre

Fase 4: Alvenaria

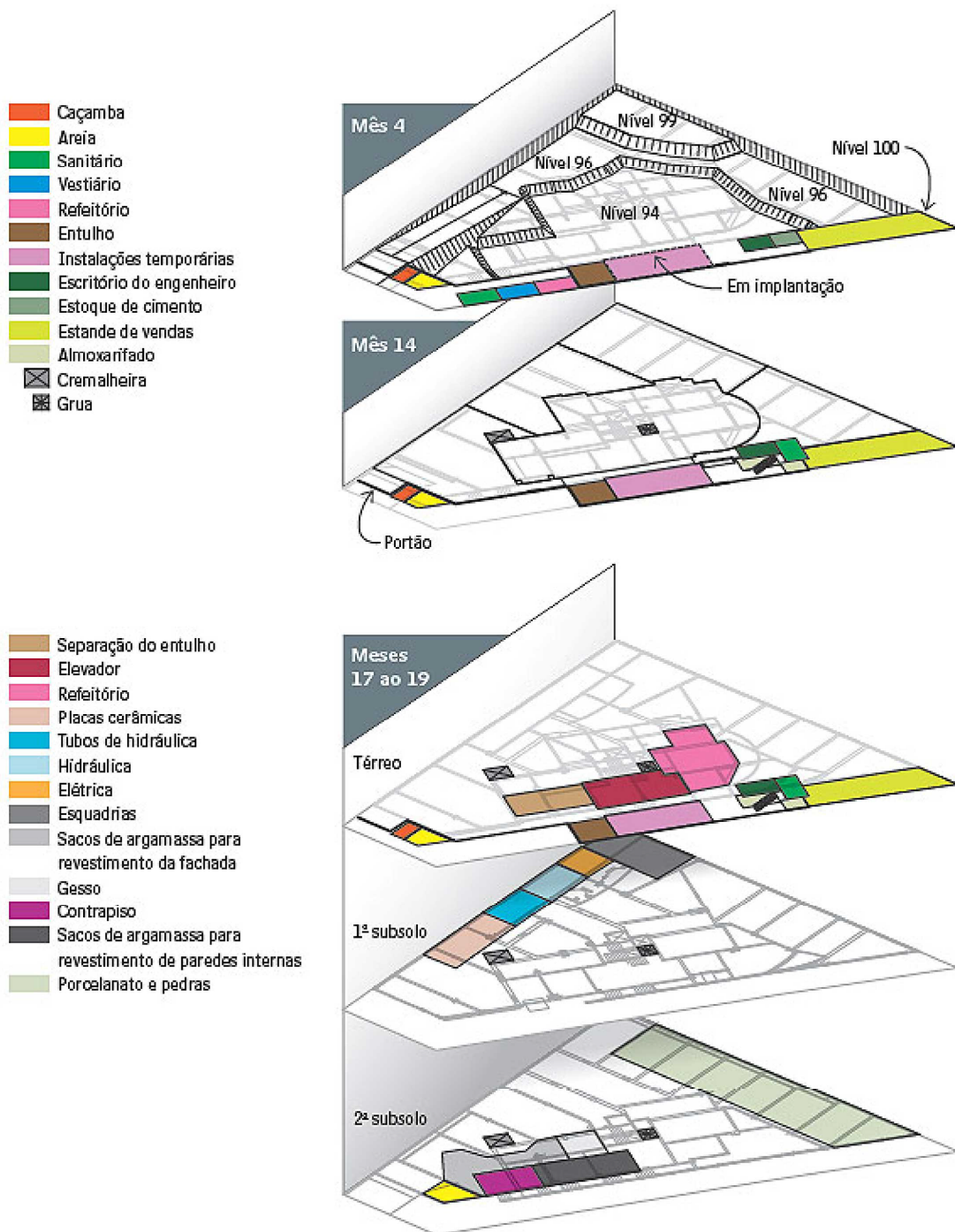
Fase 5: Revestimentos

## Fase 6: Finalização da Obra

Um exemplo do processo de evolução de um canteiro de obras e suas respectivas fases pode ser ilustrado no exemplo de uma obra da Construtora REM, conforme figura abaixo. Nota-se que a primeira imagem mostra o 4º mês de obra, no qual as principais atividades desenvolvidas são a movimentação de terra, preparo do terreno e escavação do subsolo. Neste momento as construções temporárias do canteiro estão ao longo do terreno, implantadas nas periferias, de forma que não atrapalhe o processo dos trabalhos em terra.

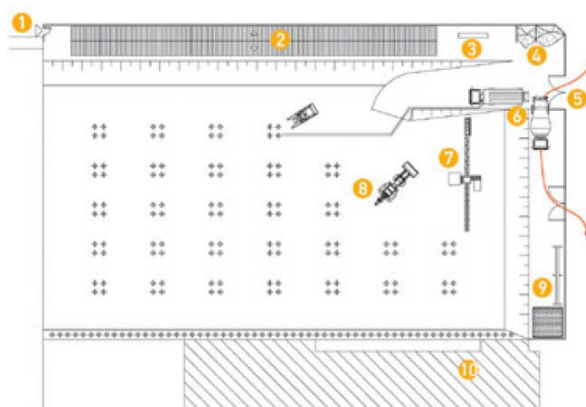
Mais adiante, por volta do 14º mês, as estruturas temporárias do canteiro começam a se deslocar, uma vez que a estrutura do subsolo já se encontra pronta. Entre o 17º mês e o 19º mês, com o subsolo pronto e a estrutura da torre já em processo de construção, os materiais de canteiro como revestimentos e materiais de instalações, passam a ser estocados no subsolo, e áreas temporárias como refeitório e separação de entulho encontram-se na estrutura do pavimento térreo. Com isso libera-se a periferia da obra para outras atividades, além de aproveitar a própria estrutura da construção para proteção de materiais e equipamentos.

Esta progressiva mudança do layout do canteiro na obra é crucial para a plena adequação das atividades realizadas, do estoque e dos equipamentos com suas respectivas localizações e dimensões, já que cada fase exige quantidades e tipos de materiais, serviços e equipamentos diferentes.



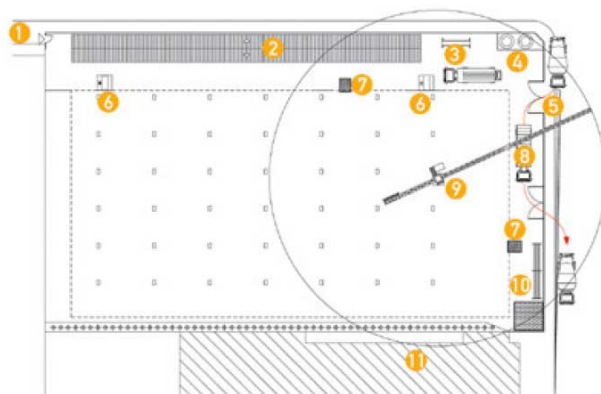
**Fig. 03** – Exemplo de fases evolutivas de um canteiro de obra. (FARIA, 2009)

### Fundação e início da supra-estrutura



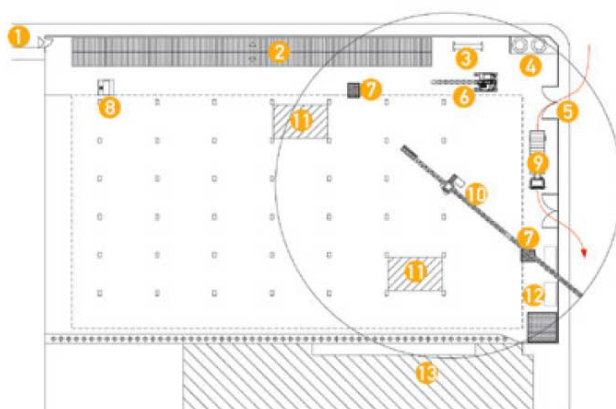
- 1 Acesso de colaboradores
- 2 Áreas de vivência e almoxarifado
- 3 Central de fôrmas
- 4 Baías de brita e areia
- 5 Acesso de veículos
- 6 Equipamentos de concretagem
- 7 Início da montagem da grua
- 8 Movimentação de terra
- 9 Estoque central
- 10 Edificação vizinha – interferência

### Supra-estrutura e elevação de paredes



- 1 Acesso de colaboradores
- 2 Áreas de vivência e almoxarifado
- 3 Central de fôrmas
- 4 Silo de argamassa pré-misturada
- 5 Acesso de veículos
- 6 Elevador de passageiros/material
- 7 Plataforma de descarga com grua
- 8 Descarga dentro da obra
- 9 Grua
- 10 Estoque central
- 11 Edificação vizinha – interferência

### Acabamentos, instalações e fachada



- 1 Acesso de colaboradores
- 2 Áreas de vivência e almoxarifado
- 3 Central de montagem
- 4 Silo de argamassa pré-misturada
- 5 Acesso de veículos
- 6 Guindaste (montagem da fachada)
- 7 Plataforma de descarga com grua
- 8 Elevador de passageiros/material
- 9 Descarga dentro da obra
- 10 Estocagem no ponto de utilização
- 11 Estoque central
- 12 Edificação vizinha – interferência

Fig. 04 – Exemplo de fases evolutivas de um canteiro de obra. (ABBATE; CIOCCHI, 2004)

### **2.1.9 Disponibilidade e Demanda de Áreas**

Para cada fase da obra deve se utilizar uma planta de situação para a verificação da disponibilidade de espaços disponíveis para abrigar os elementos do canteiro. Cada etapa da obra possui uma demanda de materiais, portanto deve-se definir quais áreas serão necessárias para suprir tais demandas. As recomendações da NR-18 e da NB-1367 podem servir de referência para cada fase da obra e do canteiro. (BIRBOJM, A.; SOUZA, U. E. L., 2002)

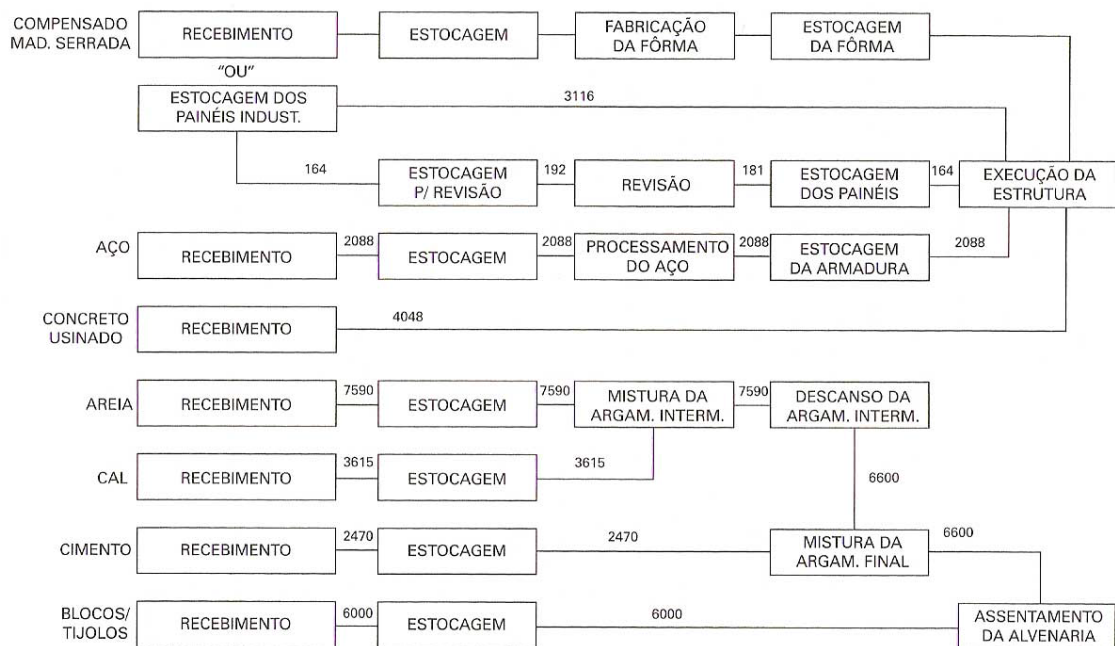
material	quantidade	características do estoque	área (m <sup>2</sup> )
cimento	200 sacos	pilhas c/ 10 sacos	8,4
cal	200 sacos	pilhas com 15 sacos	4,8
areia	10 m <sup>3</sup>	altura média de 0,8 m	12,5
bloco 14x19x39	1.000 un.	altura média de 1,6 m	7,5
argam. intermediária	1 m <sup>3</sup>	altura média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

**Tabela 02** – Áreas necessárias para estocagem de alguns dos insumos para a construção. (FRANCO; SOUZA, 1997)

### **2.1.10 Layout do Canteiro**

Para se chegar a uma solução racional para o layout do canteiro, alguns critérios devem ser adotados, como:

- Elaboração de um Fluxograma de Processos
- Adequação da proximidade desejável entre os elementos do canteiro
- Posicionamento adequado dos elementos do canteiro.



**Fig. 05** – Exemplo de fluxograma de alguns processos. (SOUZA, 2008)

Apesar de não existir uma regra única para a sequência de posicionamento dos elementos do canteiro, Souza (2008) sugere o seguinte roteiro:

- Posicionamento do stand de vendas;
- Escolha do local dos acessos;
- Posicionamento da guarita;
- Escolha do posicionamento dos equipamentos de transporte vertical;
- Localização da área de alojamento / sanitários;
- Localização dos almoxarifados;
- Localização das áreas de processamento e estoques;
- Localização do escritório técnico.



## **2.2 Canteiro de obras na construção enxuta e sustentável**

Segundo Faria (2009) , um canteiro de obras bem planejado e organizado contribui para otimizar os processos construtivos, além de, conseqüentemente, reduzir o custo de construção do empreendimento. Existem alguns métodos de concepção de canteiros racionais, visando obras enxutas, que minimizem os desperdícios de materiais e de tempo de execução.



**Fig. 06** – Comparação entre um estoque de canteiro organizado e um desorganizado. (ANDERY, 2009)

Um bom projeto de layout de canteiro deve prever, dentre outros aspectos, um bom plano de transporte e movimentações de equipamentos, materiais e mão-de-obra. Quanto maiores as distâncias percorridas, maior o tempo perdido e menor a produtividade. Além disso, aumentam os riscos de quebra e perda de material devido à distância de deslocamento (FARIA, 2009).

Uma das formas de se alcançar redução de custos e obter uma produção enxuta em uma obra consiste em otimizar o uso dos recursos físicos no processo e, nesse âmbito, a redução das perdas de materiais configura-se como uma das metas mais importantes a serem atingidas. Segundo Paliari e

Souza (1999), as perdas devem ser entendidas como sendo “qualquer ineficiência que reflita no uso de equipamentos, materiais e mão-de-obra em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Porém, o conceito de perdas é mais abrangente, devendo incluir também a avaliação do consumo de recursos efetivamente realizados sob a ótica da agregação de valor ao processo e, conseqüentemente, ao produto, ou seja, pode-se considerar perda também todo o recurso que se gasta para elaborar um produto sem agregar valor ao mesmo.

Ainda segundo SOUZA e PALIARI (1999), dois tipos de atividades podem ser destacadas no processo de produção em um canteiro de obras: atividades de conversão (processamento dos materiais em produtos acabados, agregando valor aos mesmos) e atividades de fluxo (tarefas de inspeção, movimentação e espera dos materiais, não agregando valor ao produto). Neste sentido, as atividades de fluxo de materiais também consistem em perdas, devendo ser reduzidas ou até mesmo eliminadas. Exemplos de atividades que devem ser eliminadas são os transportes excessivos e as estocagens intermediárias de materiais. Estas perdas podem e devem ser evitadas a partir de um projeto de layout de canteiro bem elaborado.



**Fig. 07** – Perda de materiais. (ANDERY, 2009)

As atividades de conversão também podem incluir perdas, uma vez que pode haver necessidade de retrabalho. Nesse sentido, o tempo excessivo gasto em um serviço constitui um atraso no cronograma, e, conseqüentemente, um atraso na entrega da obra.

Para se obter uma obra mais produtiva e enxuta uma padronização é fundamental, geralmente refletindo em uma série de benefícios à empresa, facilitando atividades de planejamento, controle e execução. Porém, a padronização é mais recomendada para empresas que constroem obras com tipologias e tecnologias semelhantes, como é o caso da maioria das construtoras e incorporadoras do Brasil.

A padronização do canteiro de obras pode oferecer os seguintes benefícios, segundo Formoso e Saurin (2006):

- Diminuição das perdas

- Facilidade para o planejamento do layout do canteiro
- Contribuição para a formação de uma imagem da empresa no mercado
- Facilidade para conformação com os requisitos de normas regulamentadoras
- Possibilidade de elaboração de um modelo básico de PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho)

Ainda segundo Formoso e Saurin (2006), o processo de padronização de canteiros pode ser dividido em quatro etapas: diagnóstico, reuniões do grupo de padronização, elaboração do manual de padronizações e elaboração do plano de implantação e controle.

O diagnóstico deve identificar padrões existentes e padrões novos a ser elaborados, além de deficiências freqüentes e graves nos canteiros. Outro objetivo do diagnóstico é justificar a necessidade do trabalho de padronização e demonstrar a importância do planejamento do canteiro.

A partir da definição do grupo que irá decidir sobre a padronização dos canteiros, devem ser realizadas reuniões para discutir e decidir:

- A capacitação técnica e financeira da empresa, para viabilização dos padrões
- Estratégias de produção
- Requisitos da NR-18

Com isso, deve ser elaborado o manual de padronização de forma que o mesmo tenha caráter evolutivo, podendo e devendo ser alterado quando for viável implantar uma solução mais eficiente. Uma solução proposta por Formoso e Saurin (2006) é de agrupar os padrões em nove manuais distintos:

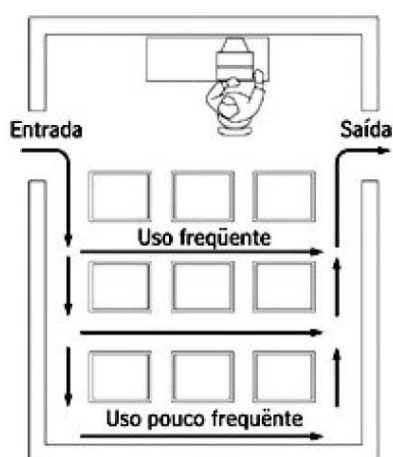
- Sistema construtivo das instalações provisórias

- Acessos à obra
- Áreas de vivência e de apoio
- Proteções contra quedas de altura
- Elevador de carga
- Instalações complementares
- Movimentação e armazenamento de materiais
- Planejamento do layout
- Manutenção da organização dos canteiros

Por fim, a implantação e o controle dos padrões, que devem ser realizados em conjunto com reuniões entre o grupo de padronização, avaliações periódicas e alterações nos manuais sempre que algum padrão for modificado

Mesmo buscando-se a padronização do canteiro de obras, cada caso merece uma análise distinta, onde devem ser identificadas as interferências e barreiras que possam impedir uma correta armazenagem e bom fluxo de materiais, pessoas e equipamentos. Nesse contexto, a logística tem uma papel fundamental, uma vez que abrange a otimização e racionalização no recebimento, armazenagem, movimentação e disponibilização de insumos, materiais, ferramentas, equipamentos, mão-de-obra e informações. A falta de definição das áreas de armazenamento e estocagem causa diminuição da produtividade, devido ao aumento das distâncias a serem percorridas pelos operários, resultando em desperdício para a obra. O estoque central deve ser organizado de forma que os materiais usados com mais frequência tenham melhor acesso, portanto, o layout do canteiro deve ser um documento vivo, que

modifique efetivamente o canteiro em função de cada fase, já que os processos de uma obra também sofrem modificações no decorrer do tempo de obra (ABBATE; CIOCCHI, 2004).



**Fig. 08** – Fluxo de materiais e insumos em um estoque central. (ABBATE; CIOCCHI, 2004)

Ainda segundo Abbate e Ciochi (2004), para reduzir o tempo de estocagem do material dentro do canteiro muitas empresas da construção civil estão utilizando o conceito *just in time*. Segundo este conceito, o material estocado é um desperdício, uma vez que uma área de estoque superlotada resulta em alteração do fluxo de caixa, obstrução de vias internas de acesso, maior tempo gasto com procura e dificuldades de organização. O almoxarifado deve abrigar somente materiais que precisam de estocagem, como pregos, EPIs e pequenas ferramentas (ABBATE; CIOCCHI, 2004).

Outra preocupação bastante atual no ramo da construção civil é com relação ao impacto produzido pelas obras no meio ambiente. Inúmeras soluções vêm sendo viabilizadas para minimizar estes impactos, como por exemplo: instalação

de sistemas de reuso de água, sistema de captação provisório de águas pluviais para limpeza do canteiro e reserva de baias para materiais recicláveis. A venda de recicláveis pode gerar inclusive alguma receita para a obra.



**Fig. 09** – Árvore que ficava no centro do terreno que seria escavado, foi transplanteda para região segura do canteiro de obras. (FARIA, 2009)

De acordo com Faria (2009), outra solução que vem sendo estudada pela construtora Trisul, que até meados de 2008 ainda não tinha sido possível de ser aplicada, é a instalação de sistema de aquecimento solar da água dos chuveiros das instalações provisórias. A dúvida é se a durabilidade do equipamento vai ser suficiente para durar pelo menos três obras, já que estaria locada em um ambiente consideravelmente hostil.

### 2.3 Sistematização e métodos na concepção do arranjo físico do canteiro

Existe um grande potencial de ganho de produtividade na implantação de melhorias no canteiro de obra. O planejamento do arranjo físico do canteiro atua neste sentido, buscando obter a melhor utilização do espaço disponível e condições propícias para a realização dos processos com eficiência. (FERREIRA, E. A. M.; FRANCO, L. S., 1998)

Visando um planejamento mais eficaz, Muther (1978) definiu o SLP (*Systematic Layout Planning*), como uma ferramenta de sistematização e estruturação de fases do planejamento do layout do canteiro. O SLP consiste em um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos das áreas envolvidas no planejamento.

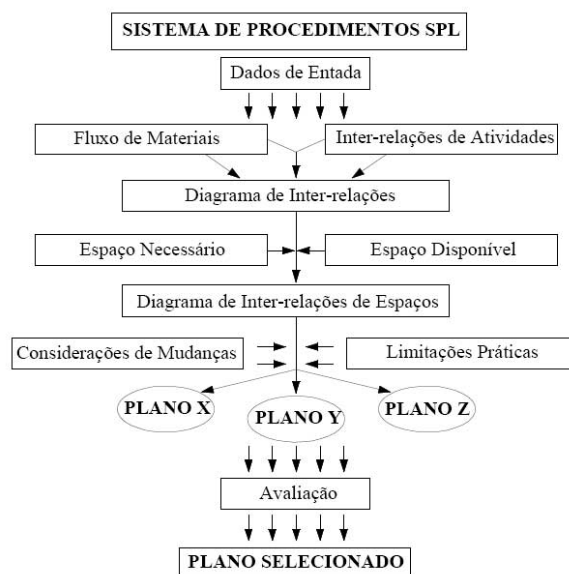


Fig. 10 – O sistema de procedimentos SLP. (ELIAS; LEITE; LOPES; SILVA, 1998)



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

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

Os dados de entrada no sistema de procedimentos SLP configuram-se como a análise das informações sobre o produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte, prazos da obra e as atividades incluídas no layout. Algumas informações referentes ao empreendimento estão entre os dados de entrada, como:

- Projetos executivos, revisados e compatibilizados;
- Cronograma físico;
- Cronograma de compras;
- Especificações técnicas;
- Definição sobre compra de argamassas e/ou concretos prontos;
- Norma Regulamentadora 18 (NR18);
- Produtividade dos operários;
- Estudos de inter-relacionamento homens / equipamentos;
- Definição da equipe técnica;
- Definição do número máximo de funcionários na obra;
- Definição dos processos construtivos;

- Endereço da obra;
- Fornecimento de água potável;
- Fornecimento de energia elétrica.

Os fluxos de materiais, as áreas de produção, estocagem e de serviços de suporte são fundamentais para um bom planejamento. Elas devem ser sistematicamente inter-relacionadas. Os serviços de suporte e o fluxo de materiais pode ser devidamente planejado através da carta de interligações preferenciais. Este diagrama relaciona entre si as diversas atividades, departamentos ou áreas, sem considerar o espaço que cada um deles requer.

Após a definição das relações de proximidade, deve-se balancear as necessidades de espaço físico de acordo com o tempo. O resultado desse balanceamento deve ainda ser ajustado com a carta de interligações preferenciais, e assim obtém-se o diagrama de inter-relações de espaços. Este diagrama ainda deve ser ajustado e estar de acordo com as limitações práticas, como custo, segurança, normas de construção, energia disponível, entre outras.

<b>PROCEDIMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DA CARTA DE INTERLIGAÇÕES PREFERENCIAIS</b>	
1. Identificar todas as atividades:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) fazer uma lista de departamentos, áreas, operações ou características e fazer com que os chefes e supervisores de cada departamento verifiquem a abrangência e terminologia da lista;</li> <li>b) agrupar as atividades semelhantes num diagrama de organização;</li> <li>c) não utilizar mais de quarenta e cinco atividades numa carta. Reunir essas atividades em grupos, segundo algum critério.</li> </ul>
2. Listar as atividades numa carta de interligações preferenciais:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) estabelecer as operações produtivas primeiro, depois os serviços de apoio;</li> <li>b) incluir características de prédios e terrenos.</li> </ul>
3. Determinar as interligações entre cada par de atividades e as razões para isso. Isso pode ser feito:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) pelo conhecimento do projetista das práticas de operação;</li> <li>b) levando em conta todas as considerações, ou razões, da mesma forma que no caso do fluxo de materiais;</li> <li>c) discutindo com os chefes e supervisores de departamento;</li> <li>d) através de explicações em grupo e utilização de folhas de inter-ligações;</li> <li>e) através de discussões em grupo, reunindo os chefes principais.</li> </ul>
4. Colocar todos os dados na carta, pois ela será a base principal para o planejamento das instalações:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) a carta funcionará como um lista de verificação, assegurando que todas as atividades foram listadas, bem como suas inter-relações com as demais;</li> <li>b) conseguir aprovação.</li> </ul>

**Fig. 11** – Procedimentos para a Concepção da Carta de interligações preferenciais. (ELIAS; LEITE; LOPES; SILVA, 1998)

### CARTA DE INTERLIGAÇÕES PREFERENCIAIS

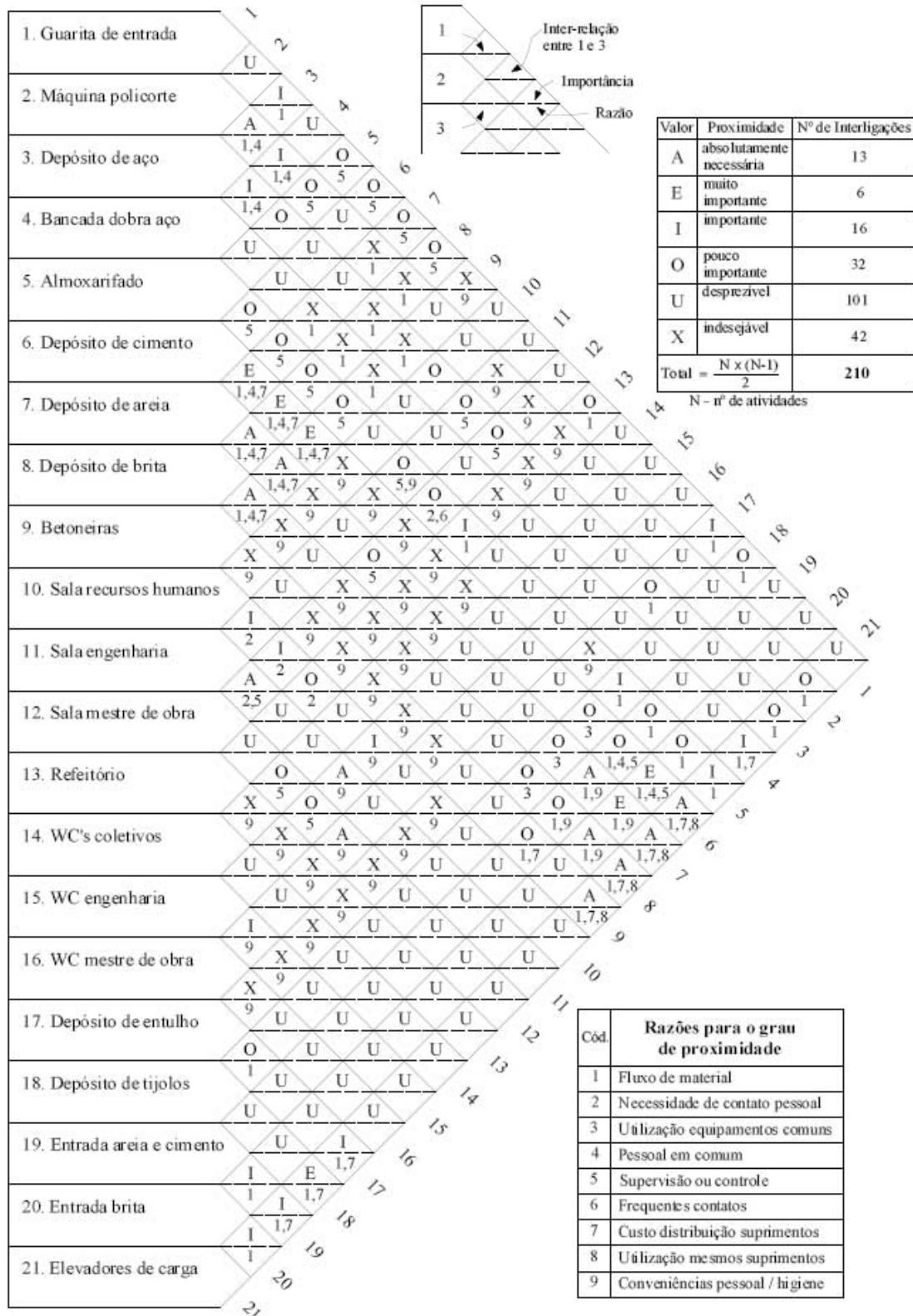


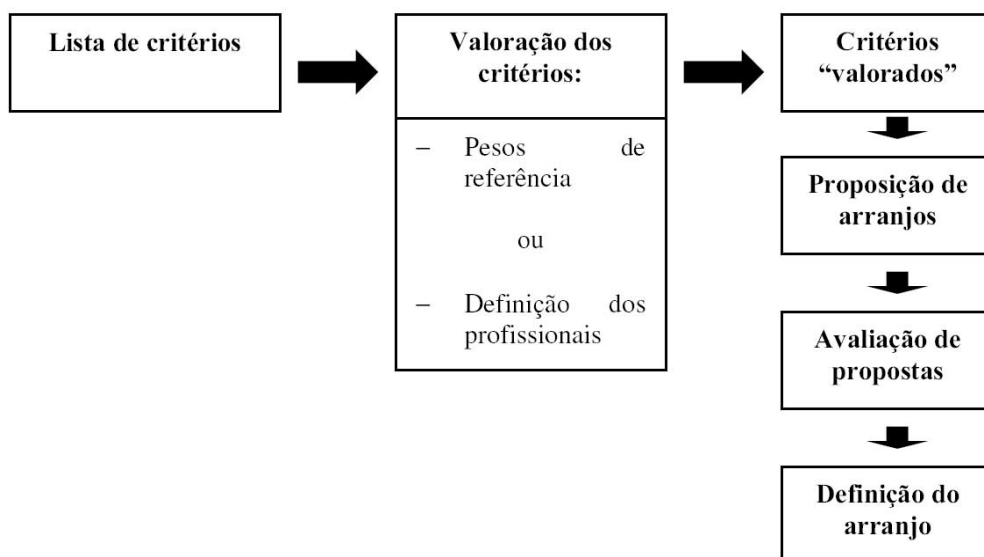
Fig. 12 – Carta de interligações preferenciais. (ELIAS; LEITE; LOPES; SILVA, 1998)

Ao se fazer estes ajustes, surgem diversos planos que devem ser examinados, denominados pelo sistema SLP como planos X, Y e Z. A escolha do melhor plano pode ser determinada através do(a):

- Balanceamento das vantagens e desvantagens;
- Avaliação da análise dos fatores;
- Comparação de justificativa de custos.

Ainda segundo ELIAS, LEITE, LOPES e SILVA (1998), o sistema SLP se completa ao se aprovar o arranjo físico geral do canteiro.

MAIA e SOUZA (2003) elaboraram um outro método para elaboração do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras. O método pode ser graficamente demonstrado da seguinte forma:



**Fig. 13** – Método para subsidiar a definição do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras. (MAIA; SOUZA, 2003)

De acordo com o método, após a definição de uma lista de critérios que

balizará todo o processo, deve-se definir o grau de importância ou seja, o valor de cada critério listado. Para tanto, existem duas opções: usar uma tabela com valores pré-definidos ou pesos definidos por profissionais que opinaram sobre o canteiro.

Os critérios mais valorizados servirão como referência para a geração das propostas, sendo úteis também na própria avaliação das propostas apresentadas, visando chegar à definição final do arranjo a ser adotado.

#### ***2.4 Uso da TI (tecnologia da informação) e ferramentas computacionais na elaboração do projeto de layout do canteiro***

O planejamento do arranjo físico do canteiro de obras é, especificamente, uma das formas de dinamizar o trabalho a ser executado e diminuir as perdas por má disposição dos materiais e equipamentos. Além disso, é também uma atividade dependente da interpretação e experiência do planejador, onde são feitas análises baseadas em dados do empreendimento para se aproximar ao máximo da realidade futura, durante as tomadas de decisões acerca do canteiro (FREITAS; SANTOS, 2008).

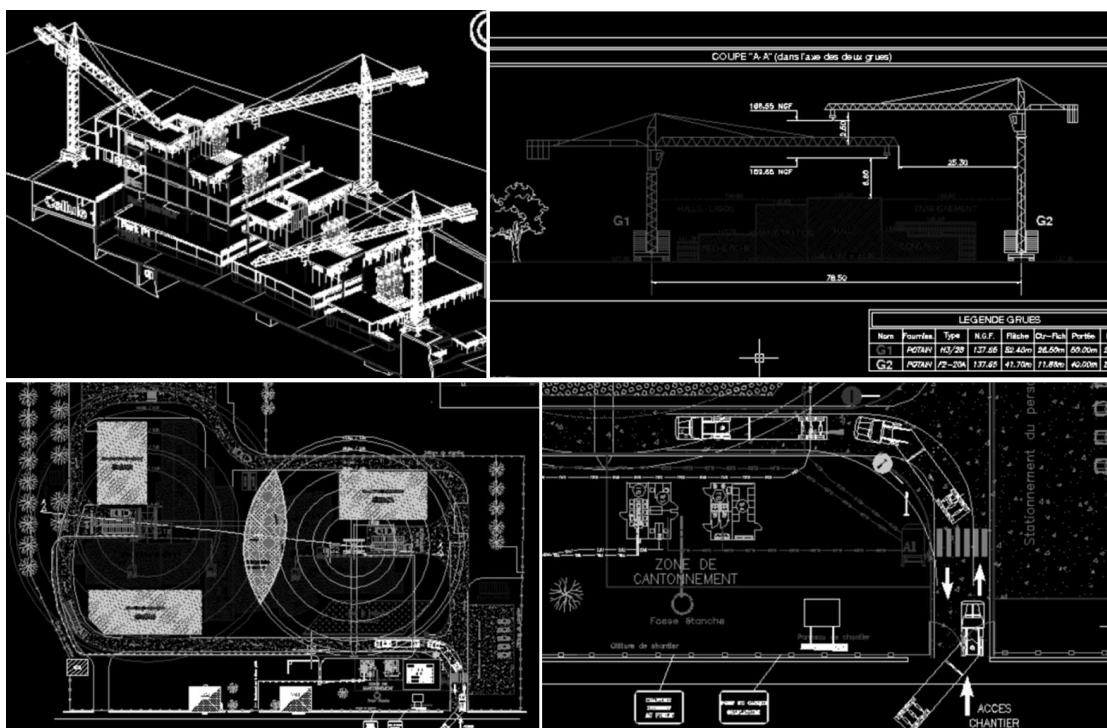
Os profissionais de planejamento têm que ter em mente a logística da obra, a seqüência lógica de construção e a utilização dos recursos financeiros dentro de um domínio espacial e temporal, como é a realidade dos canteiros. Franco e Souza (1997) alertam que quanto melhor o nível de informações disponíveis a respeito da obra, maiores serão as possibilidades de se chegar a um bom projeto de canteiro. O ato de projetar o canteiro, no entanto, pode indicar

alterações em definições preliminares, por exemplo, a escolha de um sistema construtivo, servindo como instrumento de coordenação dos outros projetos do empreendimento.

O entendimento, por parte dos gestores, da necessidade de se administrar o potencial de utilização de Tecnologia da Informação (TI) na melhoria da gerência da quantidade de informações geradas ao longo do processo construtivo, fez de seus recursos um aliado nesse caminho sendo trilhado. De acordo com a definição apresentada por Arantes (2009), tradicionalmente, TI são as tecnologias utilizadas para capturar, armazenar, processar e distribuir informações eletronicamente. Conhecendo-se o percurso das informações dentro da organização é que esta poderá cumprir o papel a ela atribuído, estudando-se o fluxo informativo para que sejam dadas condições de avaliar sua eficiência e performance. Nesse ponto é que a implementação de Tecnologias da Informação pode auxiliar, conduzindo a uma maior rapidez na transmissão da informação, minimizando erros de interpretação dos dados, facilitando o acesso adequado aos envolvidos no processo e disponibilizando a informação necessária em tempo real sobre a situação da produção (FREITAS; SANTOS, 2008).

Segundo Arantes (2009), uma das perspectivas para o incremento de TI na construção civil se refere à diminuição da hierarquia organizacional das empresas com automatização de funções e facilidades de comunicação. Outro elemento importante é o aumento da capacidade de decisões das empresas, tendo em vista as melhorias no processamento das informações.

Com o uso de sistemas e softwares de apoio ao planejamento de layout de canteiro de obras, busca-se oferecer recursos automatizados aos gestores de obras, para auxiliá-los no gerenciamento e visualização dos dados referentes à preparação e atualização do arranjo físico de canteiros de construção civil.



**Fig. 14** – Exemplos de imagens de software TI para concepção do canteiro de obras. (ARANTES, 2009)

O sistema desenvolvido por Freitas e Santos (2008), por exemplo, utiliza como dado de entrada um arquivo com os dados de planejamento (cronograma de atividades / recursos) desenvolvido através do software MS Project, programa de planejamento de projetos popularmente usado no Brasil. Os autores buscaram a concepção de um instrumento basicamente simples, contextualizado no atual cenário da construção civil e sua busca de modernização. Os recursos foram simplificados, já que a meta era adequar-se



à realidade a que os profissionais envolvidos com esta atividade estão acostumados. Este fato por ser visto, por exemplo, pela adoção da visualização 2D do terreno com os elementos a serem alocados no canteiro. Desta forma os engenheiros encontram mais facilidade, uma vez que, na maioria dos casos, visualizam os projetos executivos e de layout em plantas. Segundo Freitas e Santos (2008), a inserção da terceira dimensão poderia trazer dificuldades desnecessárias e indesejáveis na aplicação da ferramenta.

As informações em um processo de construção de edificações são apresentadas em diversas formas: desenhos, planilhas de composição de custos, relatórios orçamentários, gráficos, diagramas de programação, contratos. Melhorias nos fluxos dessas informações podem ser promovidas através de implementações de tecnologias da informação (TI), buscando-se maior integração entre elas e os intervenientes do processo.

O processo tradicional de projeto do layout de canteiro de obras adota, quando muito, ferramentas CAD 2D para concepção e desenho dos arranjos projetados. No entanto, trata-se de um processo com duas propriedades importantes, às quais o tradicional layout 2D não dá suporte: tridimensionalidade e dinamismo. Nesse âmbito, Santos (2007) propôs uma ferramenta computacional para o projeto de canteiro de obras baseada em tecnologia de Realidade Virtual. Dessa forma, adotou-se como premissa para a interface do sistema uma tecnologia gráfica e interativa, e que suporte a visualização tridimensional do ambiente projetado. A Realidade Virtual (RV) é tecnologia mais adequada para esta função, pois suporta as 2 características

mencionadas anteriormente.

O software interage com outras ferramentas utilizadas no processo de projeto e gestão (CAD e aplicativos de gestão de projetos/cronogramas) e dispõe de interface simples e intuitiva, permitindo a geração de layouts iniciais e sua atualização.

Santos (2007) enfatiza que o aplicativo proposto não pretende automatizar a tarefa de concepção do layout, haja vista que a cultura em voga na construção civil requer a adesão do engenheiro de obra para a efetiva implantação do layout projetado. Assim, o software deve ser uma ferramenta de apoio ao processo de projeto do canteiro ao invés de oferecer soluções prontas ao profissional encarregado desta tarefa. O suporte a esta atividade se dá através de mecanismos que facilitam a visualização tridimensional do espaço da obra e de seus elementos, indicação dos itens que necessitam ser alocados e suas quantidades a cada momento, cálculo automático de áreas e volumes de materiais e equipamentos de construção, bem como de distâncias e indicação de área de serviço de guias e interferências.

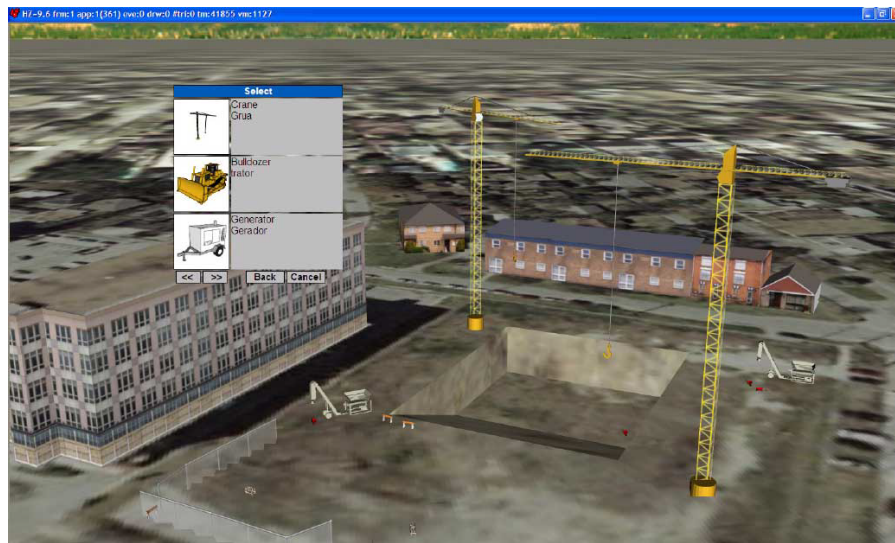
O sistema permite a visualização do canteiro em qualquer momento específico de tempo, de acordo com o cronograma da obra, recebimento e consumo de materiais, além da instalação e remoção de equipamentos. A criação de um canteiro no sistema é feita através de duas tarefas essenciais: instanciação de objetos e seu posicionamento no espaço e no tempo. Ao inserir um objeto, suas propriedades são configuradas. O operador também deve indicar em que

data cada objeto será alocado em determinada posição.

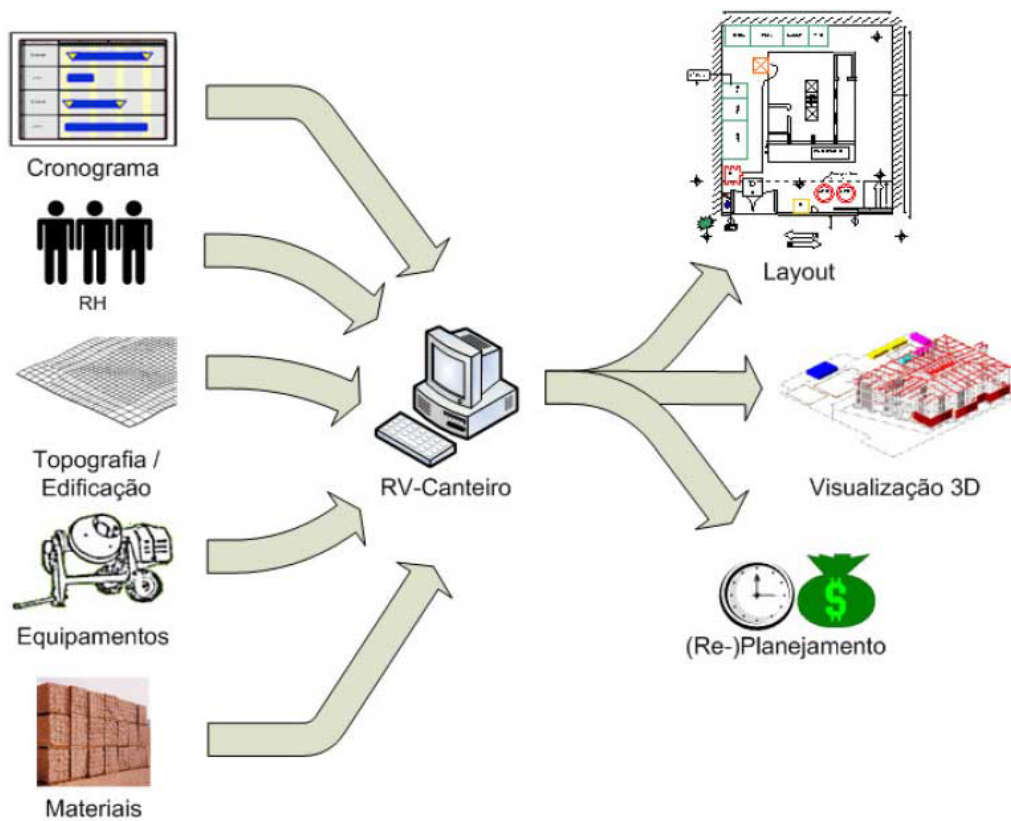
Para auxiliar o planejamento, o sistema poderá oferecer um conjunto de recursos que vão desde medição de distâncias até a verificação de obediência a determinadas normas regulamentadoras. O cálculo das dimensões ocupadas pelos materiais é feito automaticamente pelo sistema, a partir da quantidade e tamanho dos elementos básicos.

Além dos objetos, o sistema registra uma lista de atividades. Toda atividade tem um período delimitado e requer recursos humanos, materiais e, possivelmente, equipamentos. As atividades são ligadas a materiais e podem determinar seu consumo, reduzindo sua quantidade automaticamente.

O auxílio à visualização proporcionado pelo ambiente virtual é um dos maiores benefícios do sistema. Permite visualização facilitada e oportunidade de colaboração entre membros da equipe de projeto, permitindo a antecipação de interferências e outros problemas que podem surgir no momento de execução da obra.



**Fig. 15** – Visualização da tela de software TI demonstrando o painel de seleção de elementos da biblioteca. (SANTOS, 2007)



**Fig. 16** – Dados de entrada e saída do sistema de TI. (SANTOS, 2007)

As empresas de construção civil vêm tentando se adequar à realidade de outros setores, buscando implantar mudanças organizacionais no sentido de melhorar seus procedimentos; porém gerando grande quantidade de informações neste processo. Há que se garantir, que as informações necessárias para o andamento das atividades de produção cheguem ao local onde são requeridas no momento certo e com o conteúdo necessário, ou, do contrário, comprometerão as tentativas de melhorias na gestão das informações. Porém, há também a necessidade de realimentação das informações geradas, para que as medidas adotadas se tornem parte do processo de forma perene e o sistema de gestão possa avaliar as atividades planejadas e subsidiar projetos futuros (FREITAS; SANTOS, 2008).

No processo de modernização do setor, no entanto, existem diferenças na construção civil perante outros segmentos e indústrias, uma vez que temos a variedade de localização de canteiros de obras, a falta de qualificação técnica da mão-de-obra, a falta de empenho na busca de qualidade e produtividade, muitas vezes por falta de incentivo por meio dos gerentes em relação aos funcionários. Além disso, existe ainda a complexidade envolvida na adoção de medidas na busca de tecnologia para beneficiar o processo produtivo e aumentar a produtividade. A soma desses fatores tende a manter a construção civil como um sistema lento, não econômico e ainda, muitas vezes, deficiente, realidade que vem sendo modificada pelos programas setoriais de qualidade que têm combatido essa postura, através de ações que não implicam necessariamente na utilização de TI, mas que, por outro lado, tem obtido

sucesso, provocando uma alteração do panorama geral do setor (FREITAS; SANTOS, 2008).

### **3. CONCLUSÃO**

A grande quantidade de elementos necessária em um canteiro de obra, aliada a pouca disponibilidade de espaço, torna o processo de planejamento do layout cada vez mais exigente, devendo o planejador ter disposição e criatividade para encontrar soluções adequadas e inovadoras.

Com este trabalho, buscou-se solucionar a problemática das perdas na construção civil a partir do processo de planejamento do canteiro, enfatizando novas metodologias e tecnologias que vem sendo utilizadas para a otimização desse processo. O potencial de aplicação da Tecnologia da Informação na Construção Civil, mais especificamente no projeto do canteiro, também foi apresentado, demonstrando como softwares podem auxiliar o papel do construtor e do planejador.

Por fim, espera-se que cada vez mais inovações venham a ser adotadas e adaptadas na construção civil, para que, enfim, as práticas nesse setor evolua cada vez mais, assim como ocorre em outro setores da economia nacional.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA Ubiraci E. Lemes de. **Projeto e Implantação do Canteiro**. 3ª Edição. São Paulo: Tula Melo, 2008.

FORMOSO, C.T.; SAURIN, T.A. **Recomendações Técnicas HABITARE: Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Volume 3. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

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

FARIA, Renato. **Canteiro Racional**. Artigo de reportagem. Revista Técnica, Edição 151 – Outubro. São Paulo, 2009.

ABBATE, Vinicius; CIOCCHI, Luiz. **Layout correto torna a obra mais produtiva e segura**. Artigo de reportagem. Revista Técnica, Edição 82 – Janeiro. São Paulo, 2004.

FREITAS, M. R.; SANTOS, E. T. **Desenvolvimento de um sistema computacional para planejamento e elaboração do projeto de layout de canteiro de obras**. Boletim Técnico PCC/522. São Paulo: EPUSP. 2008.

MAIA, A. C.; SOUZA, U. R. L. **Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obra de edifícios: fase criativa**. Boletim Técnico PCC/338. São Paulo: EPUSP. 2003.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. Boletim Técnico PCC/242. São Paulo: EPUSP. 1999.

BIRBOJM, A.; SOUZA, U. E. L. **Construções Temporárias para o canteiro de obras**. Boletim Técnico PCC/315. São Paulo: EPUSP. 2002.

FERREIRA, E. A. M.; FRANCO, L. S. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Canteiro de Obras de Edifícios**. Boletim Técnico PCC/210. São Paulo: EPUSP. 1998.

FRANCO, L. S.; SOUZA, U. E. L. **Definição do Layout do Canteiro de Obras**. Boletim Técnico PCC/177. São Paulo: EPUSP. 1997.

CARRARO, F.; FRANCO, L. S.; PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Recomendações gerais quanto à localização e tamanho dos elementos do canteiro de obras**. Boletim Técnico PCC/178. São Paulo: EPUSP. 1997.

ARANTES, Eduardo M. **Tecnologia da Informação para a Construção Civil**.



Notas de aula do curso de especialização em construção civil (CECC) da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2009.

ANDERY, Paulo R. P. **Lean Construction e Sistemas de Garantia da Qualidade: pontos de convergência.** Notas de aula do curso de especialização em construção civil (CECC) da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2009.

SANTOS, Eduardo T. **Uma Ferramenta de Realidade Virtual para o Projeto de Canteiro de Obras.** In: Terceiro Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2007, Porto Alegre. Anais do III Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, 2007.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: Sistema SLP.** São Paulo: Edgard Blücher, 1978.