

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO E DIRETRIZES PARA
PLANEJAMENTO DE CANTEIROS DE OBRA DE EDIFICAÇÕES**

TARCISIO ABREU SAURIN

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Porto Alegre

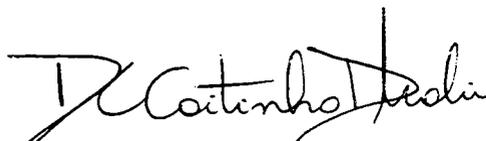
Maio de 1997

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



Profº Carlos Torres Formoso - Ph.D. pela University of Salford

Orientador



Prof.ª Denise C. Dal Molin - Dra. pela EPUSP

Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Banca Examinadora

Profº Luiz Fernando Mahlmann Heineck

Ph.D. pela University of Leeds, Grã-Bretanha

Prof.ª Denise C. Dal Molin

Dra. pela EPUSP

Profº Irê Silva Lima

Dr. pela UFSC

À minha mãe, Catarina
Aos meus irmãos, Tiago e Gustavo

"Se você está percorrendo o caminho de seus sonhos, comprometa-se com ele. Não deixe a porta de saída aberta, através da desculpa: "Ainda não é bem isto que eu queria". Esta frase guarda dentro dela a semente da derrota.

Assuma o seu caminho. Mesmo que precise dar passos incertos, mesmo que saiba que pode fazer melhor o que está fazendo. Se você aceitar suas possibilidades no presente, com toda certeza vai melhorar no futuro. Mas, se negar suas limitações, jamais se verá livre delas.

Enfrente seu caminho com coragem, não tenha medo da crítica dos outros. E, sobretudo, não se deixe paralisar por sua própria crítica. Deus estará com você nas noites insones, e enxugará as lágrimas ocultas com Seu amor. Deus é o Deus dos valentes".

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado sob a marca da determinação, tendo o apoio de diversas pessoas e instituições que contribuíram de forma decisiva para manter acesa a chama deste entusiasmo. Reconhecendo a importância da participação de cada uma delas, dirigo os mais sinceros agradecimentos:

- ✓ ao Professor Carlos Torres Formoso, pelo exemplo de dedicação à pesquisa, incentivo e orientação dada a este trabalho;
- ✓ aos colegas das turmas 95 e 96 do NORIE, cuja convivência e amizade tornaram mais fácil e agradável o cumprimento desta jornada;
- ✓ ao colega e, antes disto, amigo Givanildo Garlet, pela amizade leal e bom humor característicos desde os tempos da graduação em Santa Maria;
- ✓ à CAPES, cujos recursos possibilitaram os estudos neste curso de Pós-Graduação;
- ✓ à todas as empresas nas quais se realizaram os estudos de caso;
- ✓ aos colegas Aginaldo dos Santos, Eduardo Isatto e Elvira Lantelme pelo compartilhamento de suas experiências profissionais;
- ✓ à auxiliar de pesquisa Maria Luiza Danieleski, pela responsabilidade e competência no cumprimento de suas tarefas;
- ✓ à minha mãe, Professora Catarina Abreu Saurin, pelo exemplo de persistência e irrestrito apoio dado aos estudos.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 HIPÓTESES.....	3
1.4 DELIMITAÇÕES.....	3
1.5 MÉTODO DE PESQUISA.....	4
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	5
2 AS DIMENSÕES DO PLANEJAMENTO DE CANTEIROS DE OBRAS	6
2.1 NOÇÕES BÁSICAS SOBRE <i>LAYOUT</i>	6
2.1.1 Conceitos.....	6
2.1.2 Tipos de <i>layout</i>	8
2.1.3 Critérios genéricos para definir o <i>layout</i>	10
2.1.4 Representação do <i>layout</i>	11
2.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PROBLEMA PLANEJAMENTO DE CANTEIRO.....	13
2.2.1 Objetivos.....	13
2.2.2 Definição de planejamento de canteiro.....	14
2.2.3 Tipos de canteiros de obra.....	15
2.2.4 Planejamento de canteiro e o projeto.....	17
2.2.5 Relação entre o planejamento de canteiro e as decisões estratégicas.....	19
2.3 O GERENCIAMENTO DO <i>LAYOUT</i>	21
2.4 O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NO PLANEJAMENTO DE <i>LAYOUT</i>	22
2.4.1 Ferramentas para a concepção do <i>layout</i>	22
2.4.2 Ferramentas para a avaliação do <i>layout</i> - simulação.....	24

2.4.3 Ferramentas para o controle do <i>layout</i>	25
2.5 RECOMENDAÇÕES DA BIBLIOGRAFIA PARA O PLANEJAMENTO DE CANTEIRO	25
2.5.1 Diretrizes genéricas	26
2.5.1.1 Localizações relativas.....	26
2.5.1.2 Dimensionamento.....	27
2.5.2 Tipologia e qualidade das instalações provisórias	28
2.5.3 O sistema de movimentação e armazenamento de materiais (SMAM) e o planejamento de canteiro	30
2.5.3.1 Considerações iniciais.....	30
2.5.3.2 O transporte de materiais.....	31
2.5.3.3 O armazenamento de materiais.....	33
2.5.3.4 Cruzamentos de tráfego.....	35
2.5.3.5 Atividades poluidoras e entulho.....	35
2.5.3.6 Drenagem.....	35
2.5.4 O planejamento de canteiro e a segurança do trabalho	36
2.5.4.1 Considerações iniciais.....	36
2.5.4.2 Prevenção de incêndio.....	38
2.5.4.3 Serviços médicos.....	38
2.5.4.4 Equipamentos de proteção individual (EPI).....	38
2.5.4.5 Sinalização informativa.....	39
2.6 A NR-18	40
3 O DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DE PESQUISA	43
3.1 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO	44
3.1.1 Considerações iniciais	44
3.1.2 Lista de verificação (<i>check-list</i>)	44
3.1.2.1 Processo de elaboração.....	45
3.1.2.2 Preenchimento da lista.....	46
3.1.2.3 Procedimentos para a análise dos resultados da lista.....	46
3.1.2.4 Aplicação da lista.....	49
3.1.2.5 Limitações da lista.....	49
3.1.3 Entrevista	50

3.1.4	Elaboração de croquis do <i>layout</i> do canteiro	52
3.1.5	Registro fotográfico	53
3.1.6	Considerações finais	54
3.2	PADRONIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE CANTEIRO	54
3.2.1	Considerações iniciais	54
3.2.2	Justificativa para a padronização das instalações de canteiro	55
3.2.3	Etapas da padronização	57
3.2.3.1	Diagnóstico	58
3.2.3.2	Padronização	59
3.2.3.3	Elaboração do manual	61
3.2.4	Considerações finais	61
3.3	OUTROS ESTUDOS DE CASO - PLANEJAMENTOS DE <i>LAYOUT</i> E ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS INSTALAÇÕES DE CANTEIRO	63
3.3.1	Considerações iniciais	63
3.3.2	Execução dos planejamentos de <i>layout</i>	64
3.3.3	Estimativa de custo das instalações de canteiro	65
3.3.4	Considerações finais	66
4	RESULTADOS DOS ESTUDOS DE CASO DE DIAGNÓSTICO E PADRONIZAÇÃO DE CANTEIROS	68
4.1	RESULTADOS DOS DIAGNÓSTICOS	68
4.1.1	Análise dos dados da lista de verificação	68
4.1.1.1	Instalações provisórias	68
4.1.1.2	Segurança na obra	70
4.1.1.3	Sistema de movimentação e armazenamento de materiais (SMAM)	72
4.1.1.4	Notas globais	74
4.1.1.5	Análise global dos resultados	75
4.1.2	Diagnóstico relativo à aplicação da NR-18	77
4.1.2.1	Resultado da tabulação dos itens da lista relativos à NR-18	77
4.1.2.2	Análise complementar	79
4.1.3	Considerações adicionais sobre os diagnósticos	80
4.2	O MANUAL DE PADRONIZAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRA	82
4.2.1	Apresentação do manual	83

4.2.2 Padrões das instalações provisórias	84
4.2.3 Padrões das instalações de movimentação e armazenamento de materiais	85
4.2.4 Padrões das instalações de segurança	86
4.2.5 Diretrizes para planejamento de <i>layout</i>	86
4.2.6 Anexos	86
5 AVALIAÇÃO DOS PLANEJAMENTOS DE <i>LAYOUT</i> REALIZADOS	87
5.1 FASE INICIAL DA OBRA.....	87
5.2 FASE DE PICO MÁXIMO DE OPERÁRIOS NO CANTEIRO.....	91
5.3 FASE FINAL DA OBRA.....	92
5.4 MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS.....	92
5.5 ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO <i>LAYOUT</i> NA OBRA A1.....	93
6 DIRETRIZES E PROCEDIMENTOS PARA PLANEJAMENTO DE <i>LAYOUT</i> DE CANTEIROS	96
6.1 ETAPAS DO PLANEJAMENTO DE <i>LAYOUT</i>	96
6.2 ATIVIDADES DA ETAPA DE ANÁLISE PRELIMINAR.....	97
6.3 DIRETRIZES PARA DEFINIÇÃO DO ARRANJO FÍSICO.....	98
6.3.1 Localização do guincho.....	99
6.3.2 Localização do elevador de passageiros.....	101
6.3.3 Áreas de armazenamento de materiais.....	102
6.3.3.1 Diretrizes gerais.....	102
6.3.3.2 Diretrizes específicas para o posto de produção de argamassa e concreto.....	104
6.3.4 <i>Layout</i> das áreas de vivência.....	105
6.3.5 <i>Layout</i> das áreas de apoio.....	108
6.3.6 Dimensionamento das áreas de vivência e de apoio.....	111
6.3.7 Área para depósito de entulho.....	113
6.3.8 Centrais de aço e fôrmas.....	114
6.3.9 Acessos para veículos e vias de circulação internas.....	114
6.4 CRONOGRAMA DE <i>LAYOUT</i>	115
6.5 PROPOSTA DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE CANTEIRO.....	117
6.5.1 Considerações iniciais.....	117

6.5.2 Pontuação do <i>check-list</i>	119
6.5.3 Cruzamentos de fluxo	119
6.5.4 Momento de transporte do posto de produção de argamassa	120
6.5.5 Limpeza do canteiro	122
6.5.6 Desperdício de homens-hora no transporte de tijolos e blocos	124
7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	127
7.1 CONCLUSÕES.....	127
7.2 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
ANEXO A - LISTA DE VERIFICAÇÃO (<i>check-list</i>)	138
ANEXO B - EXEMPLO DE PLANTA DE <i>LAYOUT</i>	145
ANEXO C - ESTIMATIVA DE CUSTO DAS INSTALAÇÕES DE CANTEIRO DA OBRA A1	146

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 2

Quadro 2.1 - Tipos de canteiro - adaptado de Illingworth (1993).....	15
--	----

CAPÍTULO 3

Quadro 3.1 - Distribuição e quantidades de todos os estudos de caso realizados.....	43
---	----

Quadro 3.2 - Período da realização dos trabalhos de padronização.....	55
---	----

Quadro 3.3 - Estimativa de custo das instalações de canteiro da obra A1.....	65
--	----

CAPÍTULO 4

Quadro 4.1 - Resultados gerais do <i>check-list</i> para o grupo instalações provisórias.....	68
---	----

Quadro 4.2 - Resultados gerais do <i>check-list</i> para o grupo segurança.....	70
---	----

Quadro 4.3 - Resultados gerais do <i>check-list</i> para o grupo SMAM.....	72
--	----

Quadro 4.4 - Notas médias globais do conjunto de canteiros.....	74
---	----

Quadro 4.5 - Resultados gerais do <i>check-list</i> para os itens relativos à NR-18.....	78
--	----

CAPÍTULO 6

Quadro 6.1 - Coleta de dados para o indicador de momento de transporte- 1º parte.....	121
---	-----

Quadro 6.2 - Coleta de dados para o indicador de momento de transporte- 2º parte.....	122
---	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 - Diferença entre localização absoluta e localização relativa.....	7
Figura 2.2 - Diferença entre localização absoluta e relativa - analogia com canteiros de obra...	7
Figura 2.3 - Exemplo de <i>layout</i> vertical.....	30

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 - Exemplo de requisitos definidos no <i>check-list</i>	46
Figura 3.2 - Etapas do trabalho de padronização com as respectivas interdependências.....	58

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 - Notas dos elementos do grupo IP.....	69
Figura 4.2 - Notas dos elementos do grupo segurança.....	71
Figura 4.3 - Notas dos elementos do grupo SMAM.....	73
Figura 4.4 - Notas individuais, por canteiro, para o grupo IP.....	75
Figura 4.5 - Notas individuais, por canteiro, para o grupo segurança.....	75
Figura 4.6 - Notas individuais, por canteiro, para o grupo SMAM.....	76
Figura 4.7 - Notas globais individuais, por canteiro.....	76
Figura 4.8 - Modelo de planilha de controle de revisões utilizada nos manuais de padronização.....	83
Figura 4.9 - Exemplo de padrão - acesso coberto para entrada de pessoas na obra.....	85

CAPÍTULO 5

Figura 5.1 - Prejuízos para a circulação e segurança na obra ocasionados pela execução de fôrmas no próprio canteiro.....	88
Figura 5.2 - Croqui de container utilizado em uma das obras da empresa A.....	90

CAPÍTULO 6

Figura 6.1 - Sentido de acesso das cargas na base da torre do guincho.....	100
Figura 6.2 - Descarga de agregados através de abertura na laje do subsolo.....	103
Figura 6.3 - Exemplo de fechamento e mesas para refeitórios em canteiros.....	106
Figura 6.4 - Exemplo de ligação entre vestiário e banheiro.....	107

Figura 6.5 - Exemplo de guarita / portaria.....	110
Figura 6.6 - Descarga de entulho através de tubo coletor	113
Figura 6.7 - Cronograma de <i>layout</i> da obra A1.....	116
Figura 6.8 - Cruzamentos de linhas de fluxo.....	119
Figura 6.9 - Exemplo de quadro para a avaliação da manutenção da limpeza do canteiro.....	124

RESUMO

O planejamento de canteiro é definido como o planejamento do *layout* e da logística das instalações provisórias, instalações de movimentação e armazenamento de materiais e instalações de segurança. Apesar da sua grande importância, o planejamento de canteiro geralmente não recebe muita atenção da parte dos gerentes, sendo a prática usual no setor resolver os problemas a medida em que os mesmos surgem no decorrer da execução da obra.

A tarefa de planejamento de *layout*, célula básica do processo de planejamento de canteiro, raramente é feita de modo formal e segundo diretrizes e padrões consistentes. Tal deficiência é uma das características que melhor retratam o atraso da indústria da construção em relação à indústria da transformação, na qual práticas semelhantes são inadmissíveis.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um método para diagnóstico e estabelecer diretrizes para o planejamento de canteiros de obra de edificações residenciais e comerciais. Adicionalmente é proposto um método para padronização de canteiros e alguns indicadores para avaliar a eficiência do planejamento realizado.

Foram realizados nove planejamentos de *layout* de canteiros, três trabalhos de padronização e diversas aplicações do método de diagnóstico, obtendo-se valiosos subsídios para que se atingissem os objetivos propostos.

A principal ferramenta do método de diagnóstico, uma lista de verificação, foi aplicada em um conjunto de vinte e cinco canteiros do Rio Grande do Sul. Os resultados demonstraram que, no conjunto analisado, há, em geral, pouca conscientização acerca da importância do planejamento do canteiro, visto que grande parte das exigências da lista não são cumpridas.

ABSTRACT

The process of planning construction sites can be defined as the definition of the layout and logistics of temporary facilities, safety devices, materials storage and movement. In spite of its importance, site planning is rarely done in practice, and decisions are taken as the project progresses.

The task of planning site layout, which is the basis of the site planning process, is rarely made according to formal procedures and detailed guidelines and standards. This failure is perhaps one of the features that better mirror the construction industry delay in comparison with the manufacturing industry, in which similar practices are inadmissible.

In this context, this research work has the objective of developing a method for diagnosing and establishing guidelines to the process of site planning for residential and commercial buildings. Furthermore, the study proposes a method to standardise some site facilities and a number of indicators to evaluate the efficiency of site planning.

A number of case studies have been developed including site layout diagnosis and planning, and standardisation of facilities, which provided valuable considerations to achieving the proposed objectives.

The main tool of the diagnosis method, a check-list, has been applied in twenty five sites in the State of Rio Grande do Sul. The results showed that site managers have not given enough importance to site planning.

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A indústria da construção civil, em especial o subsetor edificações, é frequentemente citada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividade e elevados percentuais de desperdício de recursos, apresentando, em geral, desempenho inferior à indústria de transformação. Um dos principais reflexos desta situação são os altos índices de perdas de materiais, conforme constatado em estudos como os realizados por Soibelman (1993) e Pinto (1989).

A mão-de-obra da construção é com frequência citada como a responsável por este quadro de ineficiências, sendo comum rotular-se os operários de displicentes ou incapazes. Entretanto, os operários, muitas vezes, não sabem o que é esperado deles e não dispõem dos adequados instrumentos e materiais de trabalho, ou mesmo de um local em boas condições para executar seus serviços (Handa, 1988). Assim, é nítido que não se pode culpar a mão-de-obra pelas ineficiências da construção, existindo diversos estudos que apontam a ausência ou insuficiência de planejamento como uma das principais causas desta situação.

O planejamento do canteiro, em particular, tem sido um dos aspectos mais negligenciados na indústria da construção, e a atitude de muitos engenheiros tem sido a de que este será feito com o progresso da obra (Handa, 1988). As consequências de tal atitude transparecem de forma concreta e visível na situação dos canteiros de obras, os quais geralmente carecem da aplicação de princípios básicos de organização e segurança, fazendo com que, longe de criarem uma imagem positiva das empresas no mercado, recomendem distância aos clientes.

A atividade de planejamento do canteiro é usualmente realizada de forma fragmentada (Neil, 1980), sendo tratada como uma tarefa independente da tarefa de alocação de outros recursos tradicionalmente associados com a programação e o planejamento da construção (Tommelein, 1992).

Embora seja reconhecido que o planejamento do canteiro desempenha um papel fundamental na eficiência das operações, cumprimento de prazos, custos e qualidade da

construção, os gerentes geralmente aprendem a realizar tal atividade somente através da tentativa e erro, ao longo de muitos anos de trabalho (Tommelein, 1992). Rad (1983) também identificou a inexistência de um método definido para o planejamento do canteiro, observando em pesquisas junto a gerentes de obra, que os planejamentos eram feitos com base na experiência, no senso comum e na adaptação de projetos passados para as situações atuais.

Apesar de as vantagens operacionais e econômicas de um eficiente planejamento de canteiro serem mais óbvias em empreendimentos de maior porte e complexidade (Rad, 1983), é ponto pacífico que um estudo criterioso do *layout* e da logística do canteiro deve estar entre as primeiras ações para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais e humanos empregados na obra, qualquer que seja seu porte (Skoyles & Skoyles, 1987; Tommelein, 1992; Matheus, 1993; Soilbelman, 1993; Santos, 1995).

Um aspecto que chama a atenção é o fato de que embora os benefícios de um bom planejamento de canteiro sejam potencialmente muito altos, é difícil atribuir economias ou diminuição de custos diretamente a ele. Tal dificuldade deve-se ao *layout* e logística do canteiro serem uma parte estreitamente relacionada ao processo de construção, tendo interface com todos os processos produtivos (Tommelein, 1992).

Assim, observa-se que o planejamento do canteiro deveria ser feito antecipadamente ao início da obra, obedecendo a uma abordagem sistemática afim de o integrar ao planejamento e programação global da construção. Entretanto, conforme a bibliografia da área afirma e o senso comum reitera, esta não é a prática usual, cabendo aos gerentes reconhecer a necessidade de mudança da mentalidade atual e dedicar mais atenção ao planejamento do canteiro.

Neste contexto, o presente trabalho pretende dar alguma contribuição para que se aumente o nível de compreensão sobre o assunto, facilitando as tarefas de conscientização dos gerentes e de planejamento dos novos canteiros.

Um fator adicional que justifica a pertinência deste trabalho é o novo texto da NR-18- Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - (Brasil, 1995), legislação federal que passa a exigir o oferecimento de melhores condições de conforto e segurança nos canteiros de obra brasileiros, além de um planejamento formal do *layout* e das instalações de segurança da obra.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de um método para diagnóstico e estabelecer diretrizes para o planejamento de canteiros de obras de edificações residenciais e comerciais.

Os objetivos específicos são:

- a)** caracterizar um conjunto de canteiros de obra no Rio Grande do Sul, quanto à eficiência do planejamento de canteiro;
- b)** estabelecer diretrizes para a execução de programas de padronização de canteiros;
- c)** propor alguns indicadores de eficiência do planejamento de canteiro.

1.3 HIPÓTESES

Como hipótese principal deste trabalho, deseja-se demonstrar que é possível estabelecer princípios e procedimentos de diagnóstico e planejamento aplicáveis à maioria dos canteiros de obras de edificações residenciais e comerciais, apesar de se reconhecer a influência das variabilidades intrínsecas a cada canteiro em particular.

As hipóteses secundárias são as seguintes:

- a)** existe, no conjunto de canteiros avaliado, um grande potencial para implantação de melhorias, em virtude do fraco desempenho dos planejamentos realizados;
- b)** é possível realizar programas de padronização de canteiros, com custos relativamente baixos, trazendo benefícios imediatos à produção;
- c)** é possível desenvolver indicadores que forneçam informações para visibilidade quanto ao desempenho do planejamento de um canteiro.

1.4 DELIMITAÇÕES

A presente dissertação tem as seguintes delimitações:

- a)** o tipo de canteiro estudado limita-se aos canteiros de obras de edificações residenciais e comerciais de múltiplos pavimentos;
- b)** os indicadores de eficiência do planejamento de canteiro propostos referem-se a aspectos específicos, não sendo suficientes, devido a sua abrangência restrita, para uma avaliação detalhada de todos os aspectos do planejamento de canteiros;

- c) as diretrizes e procedimentos para o planejamento de canteiro focalizam-se, principalmente, no *layout* do canteiro e na logística das instalações provisórias. O planejamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais, e da segurança do trabalho na obra, não são tratados de forma completa, abordando somente as suas principais interfaces com o planejamento de canteiro;
- d) a NR-18 é analisada de forma genérica, não se entrando no mérito de discutir itens em particular;
- e) os canteiros caracterizados quanto à eficiência do planejamento restringem-se a uma amostra de vinte e cinco obras de dezoito empresas, das cidades de Porto Alegre (RS) e Santa Maria (RS).

1.5 MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido em oito etapas principais:

- a) revisão bibliográfica focalizada nas áreas de *layout* e planejamento de canteiro, com o objetivo de se adquirir os conhecimentos básicos necessários para a execução das demais etapas do trabalho;
- b) definição dos aspectos do canteiro que se deseja analisar, para, a partir deste ponto, elaborar-se o método de diagnóstico de canteiros;
- c) aplicação do método de diagnóstico em um conjunto de canteiros de obra, possibilitando o seu aperfeiçoamento e validação;
- d) estabelecimento das diretrizes para a execução de programas de padronização de canteiros, utilizando as ferramentas desenvolvidas no método de diagnóstico de canteiros;
- e) realização de programas de padronização de canteiros em três empresas, possibilitando o aperfeiçoamento e validação das diretrizes estabelecidas;
- f) realização de planejamento de *layout* de canteiros, com o objetivo de testar os padrões propostos e as diretrizes básicas de planejamento, além de coletar subsídios para a ampliação das diretrizes propostas ao final do trabalho;
- g) análise dos resultados de todos os estudos de caso;
- h) sistematização dos conhecimentos adquiridos com a execução dos estudos de caso, resultando na elaboração de diretrizes para o planejamento de *layout* de canteiros.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está dividido em sete capítulos. O primeiro consiste em uma introdução à dissertação, na qual são apresentadas a sua justificativa, objetivos, hipóteses, método de pesquisa e organização.

No capítulo 2, são apresentados conceitos básicos sobre *layout* e é caracterizado o problema do planejamento de canteiro de obras, segundo suas principais dimensões: o *layout* do canteiro e a logística das instalações provisórias, de movimentação e armazenamento de materiais e de segurança. Ainda neste capítulo, são apresentadas diretrizes para o planejamento de canteiro, a partir da revisão bibliográfica sobre o assunto.

No capítulo 3, é descrito o método para diagnóstico, detalhando-se cada uma das ferramentas que o compõem. Também descreve-se a execução dos estudos de caso de diagnóstico, padronização e planejamento de *layout* de canteiros.

No capítulo 4, são apresentados e discutidos os resultados dos estudos de caso de diagnóstico e padronização.

No capítulo 5, é apresentada a avaliação dos planejamentos de *layout* realizados, destacando as principais questões que surgiram durante o acompanhamento da implantação e evolução dos *layouts* planejados.

No capítulo 6, são apresentadas diretrizes e procedimentos para o planejamento de *layout* de canteiros, estruturadas a partir da experiência adquirida com a realização dos estudos de caso, sendo complementares às diretrizes apresentadas no capítulo 2. Neste capítulo também é apresentada uma proposta de indicadores de eficiência do planejamento de canteiro.

O capítulo 7 é dedicado às conclusões da pesquisa e a sugestão de temas para estudos futuros destinados a dar prosseguimento a pesquisas nesta área.

2 AS DIMENSÕES DO PLANEJAMENTO DE CANTEIROS DE OBRAS

2.1 NOÇÕES BÁSICAS SOBRE *LAYOUT*

O *layout*, ou arranjo físico, é uma das disciplinas mais importantes e tradicionais da Engenharia de Produção, possuindo conceitos e implicações aplicáveis a qualquer setor industrial ou de serviços. As bibliografias sobre o tema são na maior parte genéricas, não sendo dirigidas a nenhuma indústria em particular. Assim, é necessário interpretar e adaptar os conceitos genéricos à indústria da construção. Apresenta-se, da seção 2.1.1 até a seção 2.1.4, algumas noções básicas sobre *layout*, estabelecendo, sempre que possível, analogias com situações práticas da construção civil.

2.1.1 Conceitos

Entende-se por *layout*, a disposição física de homens, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem e, de um modo geral, a disposição racional dos diversos serviços de uma empresa. (Frankenfeld, 1990).

Na concepção de Krajewski e Ritzman (1993), o planejamento de *layout* envolve decisões sobre o arranjo físico de centros de atividade econômica dentro de uma instalação. Um centro de atividade econômica pode ser qualquer coisa que consuma espaço: uma pessoa ou um grupo de pessoas, uma máquina, um departamento, uma escada, um relógio ponto, um depósito, etc. De acordo com os mesmos autores, o termo "arranjo físico" levanta quatro questões para o gerente:

- a) quais centros o *layout* deve incluir ?
- b) qual o espaço necessário para cada centro ?
- c) como o espaço de cada centro deve ser configurado ?
- d) onde cada centro deve ser locado ?

Estas mesmas questões podem ser aplicadas ao planejamento de *layout* de canteiros de obra. A primeira questão refere-se à seleção das instalações provisórias e áreas de armazenamento que o canteiro deve possuir; a segunda questão ao dimensionamento destas áreas; a terceira à forma e os respectivos arranjos físicos internos; e a quarta à localização de cada área.

É importante observar que a quarta questão tem duas dimensões: localização relativa e localização absoluta. Os gerentes devem considerar ambas quando modificarem um *layout* existente para aumentar a produtividade. A figura 2.1 ajuda a compreender a importância desta consideração:

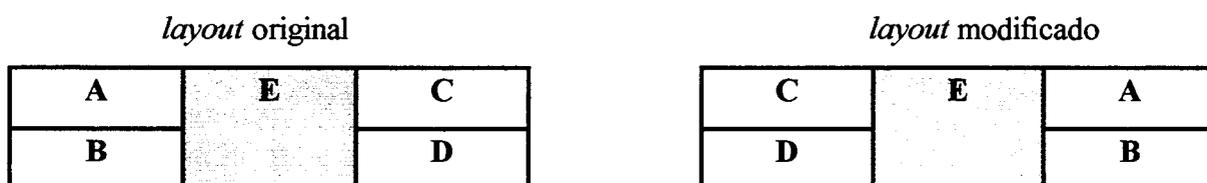


Figura 2.1. Diferença entre localização absoluta e localização relativa.

O bloco da esquerda mostra a localização de cinco departamentos (A-E) em um pavimento, onde o departamento E ocupa o dobro do espaço dos outros. A localização relativa entre A e B é a mesma que a localização relativa entre C e D. Logo, a distância entre A e B é igual a distância entre C e D. A localização relativa é normalmente o ponto crucial tanto para os custos de manuseio de materiais quanto para a efetividade das comunicações.

Observando-se o bloco da direita, verifica-se que, embora as localizações relativas sejam as mesmas, as localizações absolutas mudaram. Este *layout* modificado poderia mostrar-se inviável. Por exemplo, o custo de mover o departamento C para a esquina noroeste poderia ser excessivo, ou C poderia ser uma doca, que deve ser abastecida por uma estrada que vem do lado nordeste da edificação, com um custo de extensão que também poderia ser proibitivo.

No estudo do *layout* de um canteiro encontram-se situações análogas ao exemplo exposto. Especialmente quando for necessário escolher entre dois ou mais *layouts* alternativos, deve-se estar atento às localizações relativas, conforme é demonstrado no exemplo da figura 2.2.

Alternativa 1

PORTARIA	ESCRITÓRIO	REFEITÓRIO	BANHEIROS	VESTIÁRIO
-----------------	-------------------	-------------------	------------------	------------------

Alternativa 2

PORTARIA	VESTIÁRIO	BANHEIROS	ESCRITÓRIO	REFEITÓRIO
-----------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------

Figura 2.2. Diferença entre localização relativa e absoluta - analogia com canteiros de obra.

Nas duas alternativas mantiveram-se inalteradas as localizações relativas entre escritório e refeitório e entre banheiros e vestiários, porém mudam todas as localizações absolutas, com exceção da portaria. De acordo com as boas práticas de planejamento de *layout*, discutidas no capítulo 6, pode-se afirmar que a alternativa 2 é a mais vantajosa, pois os banheiros são afastados do refeitório e o vestiário está próximo do portão de entrada e saída do pessoal da obra. Na situação do exemplo, assim como na prática do planejamento de *layout* de canteiros, o problema de decidir sobre localizações relativas é geralmente solucionado através do estabelecimento de relações de interdependência entre as diversas áreas a locar.

2.1.2 Tipos de *layout*

Na década de 50, autores da área de *layout* industrial reconheceram a conexão entre o *layout* e o modo de produção, constatando que o estilo ou tipo de *layout* depende deste modo (Voss, 1992). Schroeder (1993) reforça esta visão, afirmando que as decisões de *layout* são altamente dependentes do processo produtivo empregado. Dentro de uma mesma instalação, vários modos de produção podem co-existir simultaneamente em áreas separadas, sendo que a caracterização de cada modo é determinada por vários fatores, tais como a sequência e ciclo das atividades, modelo do fluxo de recursos, etc. (Voss, 1992).

Assim, como decorrência da variedade de modos de produção, os *layouts* podem ser classificados em vários tipos, existindo pequenas diferenças nas nomenclaturas adotadas por diferentes autores. A seguir, são comentadas sucintamente as definições de Muther (1978) para os três tipos mais comuns de *layout*:

a) *layout* por produto ou linear: é adotado para um único produto ou produtos similares, fabricados em grande quantidade em um processo relativamente simples, onde as máquinas são arranjadas de acordo com a sequência de produção. Exemplos de *layouts* lineares são uma linha de lavagem de carros, uma linha de montagem de automóveis, ou o auto-serviço em um restaurante industrial;

b) *layout* por processo ou funcional: é adotado principalmente quando há grande variedade nos produtos e na sequência de operações, os equipamentos são de difícil movimentação e exigem

suprimentos ou construções especiais. Os produtos, neste caso, não são muito volumosos. Exemplos de *layouts* funcionais são a fabricação de tecidos e roupas, montagem de peças de metal por solda por pontos, rebitagem e soldagem;

c) ***layout* posicional ou fixo (ou por *projects*)**: ocorre quando o produto permanece estático e para ele convergem os recursos (matérias-primas, operadores e máquinas). Exemplos de indústrias que utilizam o *layout* fixo são a construção civil, a construção naval e a montagem de grandes máquinas.

Embora a construção da edificação propriamente dita possa ser inserida na classe dos *layouts* posicionais, deve-se observar que em um canteiro há vários *layouts* específicos por produto, como nas centrais de aço e fôrmas e no posto de produção de argamassa.

Além de Muther (1978), também Krajewski e Ritzman (1993), Schroeder (1993) e Voss (1992) são concordantes em inserir o processo de construção na classe dos *projects* ou processos posicionais. Schroeder (1993) define um *project* como uma atividade que só ocorre uma vez e que produz um produto único, geralmente grande e difícil de mover. Uma operação *project* pode ser a construção de um edifício, barragem, navio, locomotiva, ou até mesmo a produção de um filme para cinema.

Estas operações tem duas características em comum. Primeiro, o fato de que o manuseio de materiais é frequentemente uma importante consideração, sendo difícil estabelecer um modelo definido dos fluxos. A segunda característica é que o *layout* é ditado em grande parte por considerações tecnológicas e de programação (Schroeder, 1993).

Um fator chave na determinação do *layout* de um empreendimento de construção é a precedência tecnológica, pois os materiais são armazenados conforme a sua data de chegada na obra, sendo este, um fator especialmente importante quando o espaço é limitado. Assim, ao estabelecer a duração das atividades, a programação define uma base para o *layout* das instalações da construção (Schroeder, 1993).

A pouca pesquisa acerca do *layout* de *projects* talvez seja justificada pela dificuldade de estudá-lo, devido a unicidade de cada empreendimento (Schroeder, 1993). Além disso, observa-se,

especificamente na construção, a existência de muitas deficiências no processo de planejamento (Laufer e Tucker, 1987), o que, em parte, têm dificultado a solução de outros problemas, como o *layout*.

2.1.3 Critérios genéricos para definir o *layout*

Quando se estuda um projeto de *layout*, surgem diversas alternativas, cada uma favorecendo ou não a excelência de determinado atributo. A escolha de uma ou outra alternativa de *layout* depende, na maioria dos casos, da consideração de múltiplos critérios, cujos graus de importância são intrínsecos a cada caso particular.

a) Capital investido: em qualquer situação esta é uma consideração importante e fortemente relacionada à estratégia da empresa. Por exemplo, no caso da construção, a compra de determinados equipamentos para movimentação de materiais ou para as instalações provisórias (containers, mobiliário, etc.) pode requerer investimentos elevados em relação ao porte da empresa.

b) Manuseio de materiais: os frequentes deslocamentos ou interações entre centros de trabalho devem ser reconhecidos para que estes centros sejam localizados próximos uns dos outros. Em uma planta industrial, esta abordagem minimiza custos de manuseio de materiais, colocando-se itens necessários para um mesmo fim próximos um do outro. Já em um escritório, a comunicação e cooperação melhoram quando pessoas ou departamentos que interagem com frequência são localizados próximos uns dos outros. Telefonemas ou faxes podem ser substitutos pobres para comunicações face-a-face (Krajewski e Ritzman, 1993).

c) Flexibilidade: a flexibilidade de *layout* é determinada pelo grau de reaproveitamento e de adaptação das instalações depois de ocorrerem mudanças significativas no arranjo físico. A maximização da flexibilidade depende da habilidade do gerenciamento em prever as futuras mudanças e de um projeto de *layout* que minimize o custo das possíveis revisões (Krajewski e Ritzman, 1993). A flexibilidade de *layout* é um atributo extremamente importante no caso de canteiros de obras, nos quais podem ocorrer várias mudanças no arranjo físico ao longo da execução da obra. Para que a execução de tais mudanças seja facilitada, exige-se que o plano de

layout já as tenha previsto, além de uma tipologia das instalações provisórias que permita a mobilização e desmobilização rápidas e com alto grau de reaproveitamento dos materiais.

d) Manutenção dos equipamentos: o *layout* deve facilitar o acesso aos equipamentos que necessitam de manutenção, qualquer que seja a frequência desta atividade.

e) Segurança e doenças do trabalho: é indispensável que o arranjo físico considere as necessidades de segurança, salubridade e higiene dos trabalhadores. Assim, o *layout* deve facilitar o acesso e retirada dos materiais dos estoques, bem como o transporte dos mesmos através da execução de vias de circulação adequadas. As instalações utilizadas pela mão-de-obra, tais como vestiários, banheiros e refeitórios, devem oferecer condições satisfatórias de isolamento térmico, ventilação e iluminação.

f) Gerenciamento visual: o *layout* deve permitir que todos os participantes dos processos produtivos (trabalhadores, gerentes, clientes, etc.) façam o controle de tais processos de modo simples e rápido, se possível visualmente. Aspectos como a limpeza, sinalização, facilidade de acesso e circulação a todos os pontos do ambiente de trabalho contribuem para que se atinjam estes propósitos. Em um canteiro de obras, por exemplo, aumenta-se a transparência dos processos, facilitando o gerenciamento visual dos mesmos, através de práticas tais como a demarcação de áreas de estoque (altura e perímetro) e vias de circulação, capacetes de cores diferentes para diferentes profissionais, quadros com explicitação de traços no posto de argamassa, sinalização identificadora dos diversos setores do canteiro, etc.

g) Outros critérios: as linhas de fluxo dos diversos materiais devem ser analisadas, pois o excesso de cruzamentos entre tais linhas pode gerar um aumento nos tempos de transporte, fato que por sua vez ocasiona maiores tempos de espera. Finalmente, as atitudes dos empregados podem depender da oportunidade de socialização dada pelo *layout*, ou da colocação deles sob o alcance visual permanente de um supervisor (Krajewski e Ritzman, 1993).

2.1.4 Representação do *layout*

Existem três formas de representação visual do *layout*: **desenhos**, **templates** e os **modelos tridimensionais**. A representação do *layout* ajuda a conceitualizar o problema, permitindo que as

pessoas inspecionem visualmente um *layout* parcial enquanto ele ainda está sendo desenvolvido (Henderson, 1976 *apud* Tommelein, 1992). É importante ressaltar que qualquer uma destas três formas de representação também pode ser utilizada de forma computadorizada, especialmente através de sistemas CAD 3D que facilitam a movimentação e visualização das instalações dentro do canteiro (Matheus, 1993, Gibb & Knobs, 1995).

Segundo Rad (1983), o custo e a complexidade do empreendimento são os critérios primários para a seleção de um método específico. Muther (1978) afirma que independentemente do método escolhido, é recomendável utilizar dispositivos que facilitem a comunicação visual durante o trabalho, tais como cores e códigos de símbolos.

Os desenhos ou croquis são utilizados com muita frequência, devido ao seu baixo custo e por servirem de registro das várias combinações desenvolvidas (Rad, 1983).

As *templates* são provavelmente a forma de representação mais flexível e ajustável das três. Elas constituem-se de modelos bidimensionais coloridos impressos geralmente sobre papelão, cartolina ou plástico para representar equipamentos, instalações, processos ou relacionamentos. Muther (1978) explica os procedimentos e as alternativas de materiais para a fabricação de *templates*.

Uma vez que as *templates* estejam prontas, elas podem ser movimentadas sobre os desenhos de base, que normalmente consistirão das instalações permanentes com características topográficas. Uma vez que a localização das instalações esteja definida, elas podem ser coladas e então fotografadas ou redesenhadas (Rad, 1983).

Em cursos ministrados pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da UFRGS a engenheiros e mestres-de-obra, utilizaram-se com sucesso *templates* em aulas sobre planejamento de *layout* de canteiros. Diversos módulos coloridos (3,0 x 3,0 cm, correspondente a 1,5 x 1,5 m na escala 1:50), representando os vários elementos que compõem um canteiro, eram distribuídos aos alunos para que estes movimentassem os cartões sobre as plantas baixas (escala 1:50) dos edifícios, até atingir um arranjo que julgassem satisfatório.

A boa qualidade do material (cartolina plastificada), aliada à variedade de cores e aos módulos com escala igual a das plantas, proporcionaram rapidez para compor o arranjo, revelando que as

templates podem ser mais do que uma simples ferramenta para fins didáticos. Ficou evidente a viabilidade do seu uso para projetar alternativas de *layout* em situações reais, inclusive com muitos participantes demonstrando interesse em utilizar ferramenta semelhante nas suas empresas.

Já os modelos tri-dimensionais são a forma de representação que proporcionam a melhor visualização para empreendimentos que são verticalmente complexos, além de serem extremamente úteis para instruir operadores e empregados sobre o uso e acesso aos equipamentos (Rad, 1983). Embora os modelos tenham significativa vantagem sobre os desenhos e *templates*, eles são mais caros e difíceis de armazenar e reproduzir, justificando-se somente em grandes empreendimentos, nos quais os processos de trabalho são muito complexos e interdependentes (Rad, 1983). Entretanto, o uso de ferramentas computacionais tende a reduzir os custos em relação aos modelos 3D físicos, já sendo possível utilizar também, modelos em realidade virtual (Retik, 1996).

Mesmo que seja economicamente inviável elaborar modelos de todas as instalações, pode ser útil dispor-se de alguns modelos de trabalhadores, containers, máquinas ou partes de equipamentos, os quais devem ser colocados sobre os arranjos de *templates* ou desenhos. Isto faz com que se tenha sempre em mente a escala correta. Quando o arranjo envolve materiais, produtos e equipamentos novos ou diferentes, os modelos auxiliam a não esquecer as verdadeiras dimensões envolvidas (Muther, 1978).

2.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PROBLEMA PLANEJAMENTO DE CANTEIRO

2.2.1 Objetivos

O processo de planejamento do canteiro visa a obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, principalmente através da minimização das movimentações de materiais, produtos e mão-de-obra. Tommelein (1992) dividiu os múltiplos objetivos que um bom planejamento de canteiro deve atingir dentro de duas categorias principais:

a) objetivos de alto nível: promover operações eficientes e seguras e manter alta a motivação dos empregados;

b) objetivos de baixo nível: minimizar distâncias de viagem e tempo de movimentação de pessoal e materiais, diminuir o tempo de manuseio de materiais enquanto aumenta o tempo produtivo e evitar obstruções ao movimento de materiais e equipamentos.

2.2.2 Definição de planejamento do canteiro

O planejamento de canteiro 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 infra-estrutura necessárias para o perfeito funcionamento dos processos relacionados às instalações de canteiro. O planejamento logístico estabelece, por exemplo, as condições de armazenamento de cada material, o tipo de mobiliário colocado nas instalações provisórias ou as instalações de segurança de um guincho (tela, campainha, etc.).

Neil (1980) afirma que não existe solução rápida e fácil para o problema do planejamento do canteiro devido às muitas variáveis que tornam cada projeto único. Contudo, há vários princípios básicos, muitas considerações, e alguns critérios, os quais, se aplicados com bom senso, podem levar os planejadores a uma solução satisfatória. Handa (1988) defende a necessidade de procedimentos formais para a atividade de planejamento de canteiro, pois assim é facilitada a focalização sobre detalhes, diminuindo-se a possibilidade de esquecimento ou desprezo de pontos importantes.

Nesta dissertação, as instalações de apoio não foram todas unificadas sob o termo instalações provisórias, como é corrente na literatura internacional. Foram denominadas instalações provisórias somente aquelas instalações que prestam serviços diretos de apoio à mão-de-obra (banheiros, refeitório, vestiário, almoxarifado, etc.), excluindo-se as instalações de armazenamento de materiais e as instalações de segurança. As instalações provisórias assim definidas serão denominadas, muitas vezes, pela sigla IP no restante deste trabalho. De outra parte, sempre que se citar a expressão instalações de canteiro, está se fazendo referência ao conjunto das instalações provisórias, de segurança e de movimentação e armazenamento de materiais.

Na concepção de Tommelein (1992), instalações de canteiro são aquelas instalações que geralmente ficam no canteiro por um período de tempo variando desde uns poucos dias até vários meses ou mesmo anos, um período que pode abranger a duração de uma atividade da construção, ou a duração de uma fase maior ou o período inteiro de construção. Apesar de variarem grandemente em número e finalidade, sua função geral é a mesma: apoiar as atividades de construção. Estas instalações podem ser, entre outras, espaços para armazenamento de materiais, escritórios, áreas de lazer e alimentação (Rad, 1983).

2.2.3 Tipos de canteiros de obra

De acordo com Illingworth (1993), os canteiros de obra podem ser enquadrados dentro de um dos três seguintes tipos: restritos, amplos (*open field sites*) e longos e estreitos. No quadro abaixo estão descritos sucintamente cada um destes tipos.

Quadro 2.1 Tipos de canteiro, adaptado de Illingworth (1993).

Tipo	Descrição
1. Restritos	A construção ocupa o terreno completo ou uma alta percentagem deste. Acessos restritos.
Exemplos	Construções em áreas centrais da cidade, ampliações, reformas e trabalhos em estradas de ferro e de rodagem.
2. Amplos	A construção ocupa somente uma parcela relativamente pequena do terreno. Há disponibilidade de acessos para veículos e de espaço para as áreas de armazenamento e acomodação de pessoal.
Exemplos	Construção de plantas industriais, conjuntos habitacionais horizontais e outras grandes obras como barragens, usinas hidrelétricas, etc.
3. Longos e estreitos	São restritos em apenas uma das dimensões, com possibilidade de acesso em poucos pontos do canteiro.
Exemplos	Trabalhos em estradas de ferro e rodagem, redes de gás e petróleo, e alguns casos de obras de edificações em zonas urbanas.

O primeiro tipo de canteiro (restrito) é o que mais se aproxima do tipo abordado nesta dissertação, ou seja, canteiros de obras de edificações verticais residenciais / comerciais de múltiplos pavimentos. Este tipo é o mais frequente nas áreas urbanas das cidades, especialmente nas áreas centrais, conforme comprovaram os nove canteiros nos quais se desenvolveram os estudos de caso de planejamento de *layout* (capítulos 3 e 5).

Nestes canteiros, o proprietário da obra necessita maximizar a rentabilidade de um pedaço dispendioso de terreno, encontrando dificuldades com acessos e com a existência de pavimentos subsolos, os quais geralmente ocuparão a maior parte do terreno, ou mesmo a sua totalidade. Decorrente disto, Illingworth (1993) afirma que os canteiros restritos são os que exigem mais cuidados no planejamento, devendo-se seguir uma abordagem disciplinada para tal tarefa, a partir de alguns princípios básicos:

- a) deve ser feito um estudo detalhado do canteiro, avaliando a influência das divisas, edificações adjacentes, pré-existência de redes de esgoto, água, eletricidade e telefônicas, 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. Por exemplo, se existir alguma área não escavada que não terá nada construído sobre ela, deve-se verificar se esta área poderia ser usada para descarregamento ou armazenamento de materiais;
- d) devem ser verificados quais os fatores que afetam os acessos e os descarregamentos, tais como desníveis, características do solo, intensidade de tráfego nas ruas de acesso ao canteiro, etc.

Illingworth (1993) destaca duas regras fundamentais (*golden rules*) que sempre devem ser seguidas no planejamento de canteiros restritos:

- a) sempre atacar primeiro a fronteira mais difícil;
- b) criar espaços utilizáveis no nível do térreo ou próximo a ele, tão cedo quanto possível.

A primeira regra refere-se à necessidade de a obra iniciar a partir da divisa mais problemática do canteiro. Tem como principal objetivo evitar que se tenha de fazer serviços em tal divisa nas fases posteriores da execução, quando a construção de outras partes da edificação dificulta o acesso a este local. Os motivos que podem determinar a criticidade de uma divisa são vários, tais como a existência de um muro de arrimo, vegetação de grande porte ou um desnível acentuado.

A aplicação prática desta regra envolve decisões relativamente simples, que, devido à pouca atenção dada ao planejamento do canteiro, não são objeto de um estudo mais criterioso. Pode-se citar como exemplo a decisão de construir a obra dos fundos para a frente ou vice-versa, e a decisão acerca de qual parcela do prédio construir primeiro, no caso de edificações cuja construção é dividida em etapas defasadas no tempo. Decisões semelhantes a estas influenciam diretamente o planejamento do canteiro, devendo portanto, considerar suas necessidades.

A segunda regra refere-se especialmente a obras nas quais o subsolo ocupa quase a totalidade do terreno, inviabilizando, na fase inicial da construção, a existência de um *layout* permanente. Exige-se, assim, a conclusão, tão cedo quanto possível, de espaços utilizáveis ao nível do térreo, os quais possam ser aproveitados para locação de instalações provisórias e de armazenamento, com a finalidade de facilitar os acessos de veículos e pessoas, além de propiciar um caráter de longo prazo de existência para as referidas instalações.

2.2.4 Planejamento do canteiro e o projeto

Ao realizar a atividade de planejamento do canteiro, defronta-se com as restrições impostas pelo projeto da edificação e pelo posicionamento desta dentro do terreno. Conforme Rad (1983), estas restrições acabam por determinar que o *layout* das instalações provisórias seja uma mera consequência do *layout* das instalações permanentes (a edificação propriamente dita). A afirmação de Rad, apesar de se referir ao arranjo físico geral do canteiro, e não ao arranjo físico detalhado, não pode ser generalizada para todo tipo de canteiro, valendo somente para aqueles nos quais as restrições forem muito intensas.

Este ponto de vista é referendado por um estudo do CII (1986), no qual se afirma que "os interesses da etapa de execução da obra frequentemente são negligenciados no *layout* das instalações permanentes e o *layout* das instalações de canteiro é raramente planejado de modo integrado com o das instalações permanentes. O *layout* das instalações permanentes deveria refletir os interesses de execução e ser coordenado com o das instalações de canteiro. As instalações de canteiro podem afetar adversamente a produtividade, sendo, por esta razão, muito importantes para serem negligenciadas".

Assim, a desconsideração das instalações de canteiro ocasiona, não raro, situações de *layout* bastante problemáticas, exigindo improvisações ou soluções não econômicas. Exemplos típicos são os casos de canteiros restritos, onde, especialmente na fase inicial da obra, torna-se difícil ou mesmo impossível construir um simples barraco provisório para abrigar banheiros e vestiários.

Deve ficar claro que a proposta implícita nestas considerações não é a de 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. Assim, deve ser reconhecido, apenas, que o problema do *layout* não pode ser separado da atividade de planejamento da produção, 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.

Deste modo, no contexto da idéia de integração de projetos, sugere-se a inclusão de mais um componente neste processo, o projeto de *layout* do canteiro, que tem uma forte relação com os demais, em maior grau com o arquitetônico e em menor grau com o estrutural e os de instalações hidrossanitária e elétrica. Esta integração, sob um enfoque mais amplo, resulta na melhoria da construtibilidade da edificação, que, na definição do CII (1986), é a "integração ótima da experiência e conhecimento de construção no planejamento, engenharia e operações de campo para atingir os objetivos globais do empreendimento".

O projeto arquitetônico é o que maior relação tem com a definição do *layout* do canteiro, sendo portanto o processo no qual mais se faz necessária a integração. Muitas vezes pequenas mudanças no projeto arquitetônico, que não afetam em nada a qualidade deste, podem criar facilidades para as instalações do canteiro, especialmente para as de armazenamento e movimentação de materiais, justamente aquelas que mais influência têm sobre a facilidade ou dificuldade de executar a obra.

Obviamente, tais mudanças no projeto normalmente não chegam ao nível da arquitetura interna dos pavimentos ou a uma mudança radical de prioridades, mas sim a detalhes, como por exemplo, a largura de uma rampa, que poderia ser dimensionada para permitir o acesso de caminhões até a área de armazenamento.

A interface com o projeto estrutural aparece quando se estudam possibilidades como as seguintes:

- a) o suporte e / ou posicionamento de equipamentos de movimentação vertical de materiais interfere na estrutura da edificação. Um exemplo prático de tais interferências, ocorre quando há uma torre de guincho atravessando uma laje, situação na qual se faz necessário verificar os efeitos da abertura sobre a resistência da laje, além de estudar-se a possibilidade de adiar a execução de possíveis vigas atravessadas pela torre;
- b) estoques primários e secundários de materiais sobre lajes;
- c) circulação de veículos sobre rampas e lajes para descarga de materiais;
- d) aberturas em paredes de subsolos para descarga de materiais.

Se estas situações não foram previstas no projeto estrutural, obrigatoriamente deve-se consultar o autor deste projeto acerca da viabilidade técnica da alternativa escolhida, antes de tomar-se qualquer decisão definitiva no canteiro.

Já a integração com os projetos hidrossanitário e elétrico se dá principalmente no sentido de procurar aproveitar as instalações definitivas da obra para uso durante a fase de construção. Exemplos comuns são o aproveitamento de banheiros previstos para o pavimento térreo como banheiros das instalações provisórias, e a utilização da possível rede de esgoto já existente no terreno. A entrada provisória de energia deve ter seu local bem estudado, de modo a não prejudicar futuras mudanças de *layout*, o acesso de caminhões ao canteiro e a distribuição até as instalações provisórias.

De acordo com Popescu (1980), os projetos da obra devem indicar claramente a localização das instalações de água, esgoto, energia e telefone já existentes no canteiro assim como as localizadas nas vizinhanças, de forma que se possa verificar a possibilidade de aproveitamento dessas durante a construção.

2.2.5 Relação entre o planejamento de canteiro e as decisões estratégicas

Sempre que existir interface, os gerentes devem vincular as decisões de planejamento de canteiro com suas decisões estratégicas, a exemplo do que ocorre em outros setores, com relação ao planejamento do ambiente de trabalho. Por exemplo, se um varejista muda seu produto e

prioridades competitivas, ele precisa comunicar esta mudança através da "linguagem espacial" do *layout* das instalações. Se ele planeja vender produtos de alta qualidade e alto preço, o *layout* da loja deveria transmitir exclusividade e luxo (Krajewski e Ritzman, 1993).

No caso da construção, conforme sugere a classificação dos objetivos do planejamento de canteiro (item 2.2.1), o mesmo deve refletir tanto as decisões ao nível do planejamento estratégico (valorização da mão-de-obra, marketing, etc.), quanto as decisões aos níveis dos planejamentos tático e operacional (como a melhoria de algum processo produtivo específico), devendo-se observar que não há necessariamente um *trade-off* na consideração simultânea de ambas.

É válido observar que as boas práticas de planejamento do arranjo físico propriamente dito são independentes de qualquer estratégia específica. Tais estratégias podem, apenas, refletir-se em alguns aspectos da logística do canteiro. Por exemplo, a decisão de comprar uma grua melhora a eficiência da movimentação de materiais, requerendo, entretanto, outros equipamentos e procedimentos que maximizem a sua utilização (pallets, programação da produção, isolamento da área de carga e içamento, etc.).

A decisão de construir uma central de aço e fôrmas é outro exemplo de decisão estratégica que influencia diretamente o planejamento de canteiro. A execução de fôrmas e armaduras fora da obra libera espaços significativos para a locação de outras instalações, facilitando a definição do arranjo físico. Assim, ao tomar a decisão de construir uma central, os gerentes deveriam considerar também as melhorias que tal decisão pode ocasionar no *layout* do canteiro, e logo, em todos os aspectos influenciados por ele, como a produtividade, segurança, eficiência dos fluxos de materiais, etc.

Questão semelhante surge quando a estratégia de marketing determina a colocação de um plantão de vendas junto à obra, fato que torna plausível a expectativa de que muitos clientes ao visitar o plantão, também desejem ver o que está sendo construído. Nesta situação, o *layout* do canteiro deve levar em consideração a presença frequente de clientes, e assim, priorizar, especialmente nas áreas de circulação destes, a limpeza e a segurança, as quais atuarão como um argumento adicional para cativar o cliente.

2.3 O GERENCIAMENTO DO *LAYOUT*

Em qualquer canteiro, por mais bem planejado que o *layout* tenha sido, é inevitável que ocorram, ao longo da execução da obra, alterações em relação ao plano de *layout* original, em maior ou menor grau, conforme o detalhamento e qualidade do planejamento. As operações de armazenamento, descarga e movimentação dos materiais são as mais afetadas por estas mudanças, tendo-se, em muitas ocasiões, de recorrer-se a soluções improvisadas que comprometem a eficiência da logística global do canteiro (no capítulo 5 são apresentados exemplos reais de alterações em um *layout*, em um dos estudos de caso realizados). De acordo com Tommelein (1995), quando nota-se que o *layout* planejado e o *layout* real diferem, surgem uma série de questões, tais como:

- a) algum recurso está ocupando o espaço que outro necessita no momento, ou necessitará no futuro?
- b) em consequência, o recurso deveria ser realocado? Em caso afirmativo, ele deveria ser realocado para onde, como, por quem e quando?

Várias razões podem levar o *layout* real a diferir do *layout* planejado. Tommelein (1995) lista algumas delas:

- a) os planos de *layout* podem ser mal interpretados ou mal executados;
- b) cargas de materiais que não são entregues na localização exata, mas sim, em uma localização próxima a especificada;
- c) cargas que ocupem mais ou menos espaço do que o planejado para elas;
- d) cargas divididas e distribuídas por vários locais diferentes, de modo oposto ao que foi planejado;
- e) materiais realocados, sem que esta realocação tenha sido relatada ou planejada;
- f) excessos de materiais podem ser colocados fora. Estes excessos podem ser ocasionados por vários motivos, como por exemplo, estimativas errôneas ou arredondamentos em função de dimensões de embalagem;
- g) materiais danificados ou defeituosos, sendo, então, tratados como inutilizáveis.

A natureza destas diferenças entre o *layout* real e o planejado torna claro que o gerenciamento dos materiais no canteiro é um problema para ser tratado em tempo real, ou, em termos práticos, ao menos em uma base diária (Tommelein, 1995).

2.4 O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NO PLANEJAMENTO DE *LAYOUT*

2.4.1 Ferramentas para a concepção do *layout*

A partir da década de 80, diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de desenvolver ferramentas computacionais para auxiliar o planejamento de canteiros de obra (Gibb & Knobs, 1995). Na área do *layout* de canteiros estas ferramentas vêm evoluindo desde a aplicação de técnicas de modelagem matemática (Rodriguez-Ramos e Francis, 1983) chegando até o uso de inteligência artificial (AI) ou sistemas baseados no conhecimento (KBS) (Tommelein, 1992 e 1993, Gibb & Knobs 1995).

As ferramentas originadas na pesquisa operacional, tal como a desenvolvida por Rodriguez-Ramos e Francis (1983), destinavam-se a resolver problemas de locação de instalações específicas através de modelos matemáticos. O modelo desenvolvido por aqueles autores tinha por objetivo determinar a localização ótima de uma grua estacionária dentro de um canteiro por meio de gráficos, partindo do princípio de que deveria ser obtida a minimização do custo total de transporte entre a grua e as áreas servidas por ela.

Entre as ferramentas de AI mais importantes e divulgadas no meio acadêmico encontram-se o sistema CONSITE de Hamiani (1987) *apud* Matheus (1993) e os sistemas SIGHTPLAN e MOVEPLAN desenvolvidos por Tommelein (1991 e 1993). Tais ferramentas buscam combinar sofisticados recursos de *software* para AI com a modelagem do conhecimento de especialistas no assunto.

Analisando as ferramentas de AI conhecidas, Matheus (1993) critica sua validade e estruturação, constatando que nenhum deles considera as atividades de seleção e dimensionamento das instalações, as quais são de fundamental importância para a tarefa de definir o *layout* do canteiro. Matheus também destaca que estas ferramentas não consideram as mudanças de *layout* ao longo do tempo, e uma das razões para isso é que elas modelam o problema somente como um problema

de locação. Visto que o *layout* de canteiro envolve o planejamento da construção, seleção das instalações, dimensionamento e locação, o conhecimento deveria ser modelado de forma integrada.

Tommelein e Zouein (1993) também reconhecem a necessidade de incluir o caráter dinâmico do *layout* dentro dos atuais sistemas AI. Na tentativa de eliminar esta deficiência, aqueles autores desenvolveram o sistema MovePlan, um aperfeiçoamento do sistema SightPlan, o qual não abordava de nenhuma forma a integração da programação da obra com o planejamento do *layout*.

Entretanto o sistema MovePlan também apresenta suas limitações. No MovePlan a interação entre programação e *layout* é unidirecional, ou seja, uma vez que a programação esteja definida, nenhuma alteração poderá ser feita, restando apenas adequar o *layout* à mesma (Tommelein e Zouein, 1993).

Tommelein e Zouein (1993) reconhecem que esta abordagem pode produzir soluções inferiores a uma que tratasse de forma bidirecional a interação entre programação e *layout*. Porém, justificam a opção adotada com base na complexidade que seria trabalhar com a interação bidirecional, chamada por eles de programação do espaço.

A programação do espaço é mais eficiente que a abordagem do MovePlan pois ela considera também a possibilidade de alterar a programação (sequência das atividades, seleção e alocação de recursos, ou a duração das atividades) de acordo com as necessidades do projeto de *layout*.

Devido a estas restrições, a principal aplicação que o sistema MovePlan vem tendo é como ferramenta didática, exigindo-se ainda a realização de pesquisas que investiguem mais profundamente a integração do *layout* com as atividades de programação e alocação de recursos (Tommelein e Zouein, 1993). Gibb & Knobs (1995) afirmam ser impossível desenvolver um sistema capaz de adequar-se a todas as eventualidades possíveis em um canteiro. Assim, a natureza incerta do problema sugere que os sistemas baseados no conhecimento são de uso limitado em um assunto no qual tantas restrições não quantificáveis podem aparecer.

Porém, abordagens sistemáticas para problemas específicos, tal como a seleção e locação da grua, oferecem grandes possibilidades para desenvolvimento, visto que as regras são muito mais definidas e as variáveis restritivas menos numerosas (Gibb & Knobs, 1995).

Conclui-se, então, que até o momento não há nenhuma ferramenta computacional capaz de resolver eficientemente o problema do *layout*, visto que os métodos AI existentes têm tido aplicação restrita a fins didáticos ou de apoio ao planejamento tradicional, com uso ainda pouco difundido na indústria. Entretanto, é preciso reconhecer que os trabalhos realizados na área deram, através da modelagem do conhecimento, uma importante contribuição para a compreensão do problema, revelando toda sua complexidade.

2.4.2 Ferramentas para a avaliação do *layout* - simulação

Rad (1983) e Matheus (1993) reconhecem a necessidade de que, após as localizações de todas as instalações terem sido determinadas, fosse realizada uma simulação da construção, através da qual poderiam ser identificados problemas no *layout* do canteiro. Além disto, a simulação, por avaliar o *layout* baseando-se em fatos, evitaria o desperdício de tempo ocasionado pela análise de um grande número de fatores de forma abstrata.

De acordo com Matheus (1993), um sistema computadorizado de simulação da construção deve basear-se em três elementos: a programação da obra, as técnicas construtivas e o *layout* do canteiro, o qual deve ser representado sob a forma de gráficos de fluxo. Estes elementos fornecem dados de tempo e localização, possibilitando a simulação de todas as operações da construção.

Entretanto, Matheus (1993) afirma que o desenvolvimento de um sistema computadorizado de simulação ainda está dependente da disponibilidade de instrumentos que permitam a visualização interativa dos processos e movimentações no canteiro. Matheus também lembra, que se o objetivo da simulação é avaliar o *layout* do canteiro, o primeiro passo a ser dado é definir os critérios de avaliação e os resultados que se deseja extrair da simulação, para que, a partir disto, o sistema possa ser corretamente desenvolvido.

De outra parte, existem programas de simulação dirigidos a aspectos específicos do planejamento de *layout*. Segundo o CII (1987), há programas disponíveis para modelar o tráfego em canteiros,

que podem dar importantes contribuições ao estudo de *layout* em obras nas quais as operações de construção são densas e o tráfego é complexo.

2.4.3 Ferramentas para o controle do *layout*

Conforme comentado no item 2.3 há a necessidade de que exista um gerenciamento do *layout* do canteiro, acompanhando-se todas as alterações e novas necessidades não reconhecidas nos planos originais. Visando facilitar o gerenciamento do *layout*, Tommelein (1995) desenvolveu um sistema que permite o controle e planejamento diário, do *layout* e do manuseio (descargas e armazenamento) de materiais. Este sistema, chamado MoveCapPlan é baseado em um computador *laptop* e em um instrumento a *laser* de posicionamento em tempo real. Através do MoveCapPlan, têm-se o controle dos fluxos de materiais, e também obtêm-se plantas diárias do *layout*, com precisão de 0,5 cm, informando aos fornecedores onde os materiais podem ser descarregados, e aos operários onde os materiais podem ser encontrados.

2.5 RECOMENDAÇÕES DA BIBLIOGRAFIA PARA O PLANEJAMENTO DO CANTEIRO

Nas seções seguintes, é apresentada uma sistematização das diretrizes sugeridas por vários autores, porém se restringindo somente àquelas aplicáveis ao tipo de canteiro abordado nesta pesquisa, ou seja, canteiros de obras de edificações verticais residenciais e/ou comerciais de múltiplos pavimentos.

Esta colocação faz-se necessária pois a escassa literatura estrangeira disponível frequentemente reporta-se a obras de grande porte, tais como usinas nucleares ou barragens. Outro aspecto a observar é o fato destes artigos tratarem de construções desenvolvidas em países de primeiro mundo, portanto inseridas em uma realidade cultural, sócio-econômica e tecnológica que determinam certas exigências e práticas ainda não aplicáveis à realidade brasileira. Como ilustração das particularidades destes artigos, pode ser citada a atenção que estas publicações dirigem a itens como normas de segurança, áreas para estacionamento de automóveis e a necessidade de se planejar estradas para acesso à obra.

2.5.1 Diretrizes genéricas

2.5.1.1 Localizações relativas

São possíveis muitas razões para a proximidade ou distância entre instalações, sendo que as mais típicas são (Muther, 1978):

- a) fluxos de materiais;
- b) necessidade de contato pessoal;
- c) uso de mesmos equipamentos;
- d) supervisão ou controle;
- e) frequência de contato;
- f) custo de distribuição de luz, água e telefone;
- g) desejo específico do gerenciamento ou conveniência pessoal.

De acordo com Muther (1978), o grau de necessidade de proximidade entre duas áreas pode ser enquadrado em uma destas sete categorias: absolutamente necessário, muito importante, importante, pouco importante, desprezível, indesejável e extremamente indesejável.

Rad (1983) aborda esta questão sob o enfoque da proximidade desejada das instalações com as áreas de trabalho, fator primário na definição do *layout*. Em um estudo junto a construtoras norte-americanas, Rad solicitou que os construtores priorizassem a locação das várias instalações baseando-se na proximidade desejada entre estas e as áreas de trabalho. Rad separou as respostas em dois diferentes grupos, apresentados a seguir:

- a) o primeiro grupo sugeriu priorizar as instalações orientadas à mão-de-obra (banheiros, vestiários e escritórios), seguidas por instalações orientadas aos materiais. A idéia implícita nesta escolha é a de que todo esforço deve ser feito para minimizar as distâncias de caminhada da área de trabalho até as instalações, considerando-se que um aumento na distância de caminhada causa um aumento proporcional nos custos de mão-de-obra;
- b) o segundo grupo sugeriu priorizar as instalações orientadas aos materiais, como depósitos, áreas de estocagem e descarga. A proximidade das instalações orientadas aos materiais é importante quando o custo diário para movimentar materiais é maior que o custo diário dos

deslocamentos de mão-de-obra. A única exceção foi quanto à localização das instalações sanitárias, consideradas prioritárias nos dois grupos.

É importante destacar que a tendência em priorizar as instalações orientadas aos materiais foi mais forte entre as empresas que trabalhavam na construção de plantas nucleares, nas quais os requisitos de garantia de qualidade dos materiais exigem procedimentos rígidos de controle dos estoques.

Considerando o caso das edificações verticais abordadas neste trabalho, deve-se lembrar que durante a maior parte da obra as principais áreas de trabalho situam-se ao longo dos pavimentos e que as instalações provisórias e de armazenamento e movimentação de materiais situam-se invariavelmente no térreo e/ou subsolo, estando ambas igualmente distantes das áreas de trabalho.

Entretanto, dado o fato de que banheiros volantes podem ser colocados ao longo dos pavimentos e que as demais instalações provisórias somente são utilizadas em horários pré-determinados (refeitórios, vestiários, área de lazer), deve-se dar prioridade à locação das instalações de armazenamento e movimentação de materiais, visto que estas mantêm interação com as áreas de trabalho durante toda a jornada diária.

2.5.1.2 Dimensionamento

As estimativas para o dimensionamento das instalações dependem de diferentes tipos de informações, que variam de acordo com a natureza da instalação. Estimativas de área para instalações orientadas à mão-de-obra dependem de histogramas de mão-de-obra, já que a área requerida varia com o número de operários que farão uso das mesmas. Já a área necessária para instalações orientadas aos materiais depende do porte do empreendimento, quantidades de materiais no canteiro, programação da construção, etc. (Matheus, 1993).

Para Rad (1983), normalmente é usada a estimativa do pico máximo de mão-de-obra para dimensionar cada instalação individualmente. Contudo, a população média poderia ser usada se o pico máximo for absorvido de outro modo. Por exemplo, o construtor poderia achar vantajoso usar banheiros portáteis para o excesso de população, ao invés de construir instalações sanitárias

adicionais. Rad (1983), em estudo já referenciado, faz algumas considerações acerca de critérios para dimensionamento das instalações do canteiro:

a) vestiários: partindo do princípio de que os operários gastam quantidades mínimas de tempo nos vestiários, a sua dimensão é baseada nos requisitos da mão-de-obra total utilizada e no tempo médio gasto na instalação em cada dia. Por exemplo, cada operário requer aproximadamente 2,7 m² para trocar de roupa cada manhã. Contudo, se houver três equipes distintas utilizando o vestiário em horários defasados, o espaço médio requerido será de 0,90 m² por pessoa. O valor médio que Rad (1983) obteve junto aos construtores foi de 1,02 m² por pessoa;

b) escritórios: o valor médio obtido foi de 8,7 m² por funcionário do escritório;

c) instalações sanitárias: as instalações sanitárias podem ser inteiramente temporárias, permanentes ou temporárias conectadas ao sistema de esgoto definitivo da obra. Pode ser vantajoso para o construtor construir cedo o sistema de esgoto definitivo, ligando ao mesmo as instalações sanitárias temporárias. Devem ser consultados os códigos de obras locais e normas quanto aos requisitos mínimos para instalações sanitárias, pois, considerando que a maioria das instalações temporárias permanece por mais de um ano, é possível que as mesmas não sejam consideradas temporárias e enquadrem-se nos requisitos normais para instalações permanentes;

d) depósitos e áreas de descarga: o dimensionamento destas instalações não depende da população do canteiro, mas de fatores como tipo e porte da obra, programação da execução, programação de compras e entregas de materiais, dados históricos, fabricação no próprio canteiro, etc.

2.5.2 Tipologia e qualidade das instalações provisórias

A qualidade determina o custo, a durabilidade e o uso funcional das instalações provisórias. A determinação da qualidade das instalações é uma importante consideração econômica que deve ser baseada na duração da obra, clima, requisitos de segurança ao fogo, disponibilidade de materiais e possibilidade de reaproveitamento da instalação pelo proprietário depois da construção (Rad, 1983).

De acordo com Neil (1980), as consequências negativas ocasionadas pela alta rotatividade da mão-de-obra tornam imperativo que os construtores considerem qualquer ação que atraia e retenha trabalhadores qualificados. Proporcionar instalações de qualidade para os empregados é uma atitude que contribui para atingir esse objetivo.

Quanto aos materiais utilizados nas instalações, Rad (1983) realizou um estudo em aproximadamente 100 empresas norte-americanas detectando o seguinte:

a) nos grandes empreendimentos, a maioria das instalações são pré-fabricadas de metal. Muitos construtores fazem esta escolha devido ao custo, facilidade de montagem e desmontagem, resistência ao fogo, durabilidade e reaproveitamento da estrutura de metal. O reaproveitamento completo ocorre graças ao projeto modular destas instalações;

b) vários construtores responderam que nunca usam madeira. Contudo, a maioria indicou que considera a economia, disponibilidade de materiais, custos de montagem e duração total da obra antes de fazer uma escolha final entre metal e madeira;

c) o uso de containers como escritórios é amplamente difundido nos pequenos empreendimentos ou obras de curta duração. Nestes casos, o uso de madeira ou metal tem custos de mobilização altos quando comparados ao custo e duração da obra.

Embora a estética não seja uma consideração primária para a qualidade da instalação, ela não deve ser esquecida. A estética pode influenciar a segurança, a produtividade da construção e até mesmo as relações com a opinião pública e a comunidade. Problemas de relacionamento com a comunidade podem resultar em conflitos e possíveis ações judiciais que afetarão a programação do empreendimento (Rad, 1983).

De acordo com um estudo do CII (1986), em algumas situações pode ser vantajoso utilizar as instalações permanentes para locação das instalações provisórias. Deste modo, a despesa adicional com instalações provisórias pode ser evitada quando o projeto e a sequência de execução das instalações permanentes são estruturados para permitir seu uso durante os trabalhos de construção. Sob o mesmo enfoque, também deve ser considerado o aproveitamento dos pavimentos superiores e das instalações hidrosanitárias e elétricas permanentes.

Quando da definição da tipologia das instalações provisórias, pode-se defrontar com *trade-offs* entre opções de *layout*. Um deles é o referente aos *layouts* expandidos ou compactos. Ainda que seja difícil obter um arranjo a meio termo, também se deve evitar extremos em qualquer um deles, o que pode gerar altos custos. *Layouts* compactos, por exemplo, podem tornar problemática a acessibilidade e reduzir a produtividade. De outra parte tais *layouts* podem gerar economia devido às menores instalações elétricas e hidráulicas (CII, 1986).

Similarmente, existem *trade-offs* na decisão entre *layout* vertical e horizontal. Esta decisão é frequentemente ditada pela disponibilidade de terreno ou pelo desejo de minimizar construções elevadas, mas uma análise detalhada para cada caso é justificável (CII, 1986). Nos canteiros brasileiros é raro encontrar-se *layouts* verticais, ainda que existam no mercado alternativas como a dos contêineres metálicos, ou mesmo a construção tradicional em madeira, conforme a ilustração da figura 2.3.



Figura 2.3. Exemplo de *layout* vertical.

2.5.3 O sistema de movimentação e armazenamento de materiais (SMAM) e o planejamento do canteiro

2.5.3.1 Considerações iniciais

A tarefa de planejamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais é intimamente relacionada à atividade de planejamento do *layout* do canteiro, influenciando e sendo

influenciada por tal atividade. De um lado, o SMAM influencia o plano de *layout*, através do estabelecimento dos requisitos de armazenamento de cada material e dos tipos e quantidades de equipamentos de transporte utilizados. De outra parte, o *layout* do canteiro estabelece restrições para estas decisões, além de constituir-se em um dos principais determinantes da eficiência da movimentação e armazenagem, podendo facilitar ou dificultar estes processos.

É bastante clara a necessidade de realizar-se um bom planejamento e gerenciamento do sistema, já que os processos de movimentação e armazenagem têm interface com qualquer processo produtivo no canteiro. Logo, a eficiência do SMAM afeta diretamente a produtividade e, por consequência, o nível de desperdício de materiais e mão-de-obra. Apesar desta importância, as operações logísticas no canteiro muitas vezes são altamente ineficientes em termos de onde e como os materiais são armazenados e movimentados. De acordo com Tommelein (1995) esta situação é causada por vários fatores:

- a) incerteza durante o planejamento, acerca de quando os materiais serão comprados, entregues e usados, em que quantidades, com qual tipo de embalagem e quais meios de transporte;
- b) carência de uma metodologia formal para planejar o *layout* e os fluxos de materiais no canteiro;
- c) necessidade de coordenação e controle em tempo real das operações, pois os materiais são entregues, remanuseados e usados por muitas pessoas diferentes durante o processo de construção;
- d) carência de um sistema de controle e monitoramento instantâneo e sistemático.

Outro fator que contribui para a compreensão dos motivos que determinam as ineficiências dos processos de fluxo na construção (entre eles, a armazenagem e movimentação de materiais) é a constatação de que as melhorias têm sido buscadas tipicamente pela introdução de novos métodos e tecnologias para os processos de conversão, geralmente desprezando-se os fluxos. Conseqüentemente, muitas ineficiências existem no fluxo de materiais para o canteiro, dentro do canteiro, e para fora do canteiro (Tommelein, 1994).

2.5.3.2 O transporte de materiais

Os assuntos relacionados ao transporte (movimentação) de materiais devem merecer especial atenção durante o planejamento do *layout* e do SMAM, dado o grande consumo de mão-de-obra

que as operações de transporte envolvem, além das perdas de materiais ocasionadas por deficiências em tais operações (equipamentos e vias de circulação inadequadas, remanuseios, etc.).

Vários fatores contribuem para o consumo exagerado de recursos humanos em transporte: o alto peso dos materiais, os postos de trabalho móveis, a forma desaconselhável de certos materiais sob o ponto de vista da racionalidade quanto ao transporte, como é o caso de sacos, tubos e barras, além da desatenção com que princípios básicos de movimentação de materiais são encarados em obra (Heineck et alli, 1995).

Heineck et alli (1995) realizaram estimativas deste consumo, obtendo o valor de 10 hh/m², o qual representa, para edificios convencionais (consumo global de 50 hh/m²), 20% do trabalho em obra. Outros estudos, como o realizado na Inglaterra em canteiros de casas repetitivas por Forbes (1971) e Bishop (1965) *apud* Heineck et alli (1995), também obtiveram consumos significativos, desta feita da ordem de 12% do total de consumo de mão-de-obra. Dados como estes ilustram o alto grau de prioridade que inovações e modificações neste aspecto devem merecer.

De acordo com Heineck et alli (1995), a modificação deste quadro não passa necessariamente pela incorporação de equipamentos de transporte sofisticados, podendo-se, de outra forma, tomar as seguintes medidas:

- a) diminuir a necessidade de transporte, equacionando roteiros, pontos de armazenagem e necessidade de remanuseio;
- b) pela adoção de princípios básicos de economia dos movimentos e movimentação de materiais, encontráveis nos textos clássicos de ergonomia e engenharia de produção;
- c) utilização de equipamentos adequados ao transporte, como carrinhos de fundo reto, gericas com maior capacidade, pallets, mantendo sempre o princípio da gestão moderna, que deve ser ter tantos equipamentos simples e especializados quantos necessários;
- d) eliminação do desperdício de materiais, que leva tanto a um aumento da entrada de materiais no canteiro, quanto a sua posterior retirada, se este desperdício não ficar incorporado.

As medidas "a" e "b" podem ser implementadas, na prática, através de um detalhado estudo do *layout* do canteiro, o qual determina a magnitude das distâncias percorridas, além de estabelecer o grau de interferência entre os vários fluxos de materiais e pessoas.

A seleção e dimensionamento dos equipamentos de transporte é parte fundamental do planejamento do SMAM. Esta tarefa, de acordo com o modelo proposto por Lichtenstein (1987), baseia-se nas quantidades a serem transportadas e nas características dos equipamentos disponíveis, em termos de capacidade, velocidade, confiabilidade e custo. O modelo de Lichtenstein, apresentado em sua Tese de Doutorado, é relativamente simples de ser aplicado, e fornece um roteiro que leva ao dimensionamento e seleção do sistema de transporte para cada fase da obra.

2.5.3.3 O armazenamento de materiais

O armazenamento de materiais também deve merecer planejamento específico, já que condições impróprias de estocagem geram perdas de materiais e afetam a produtividade dos processos produtivos relacionados ao material, devido à dificuldade de acesso, controle do estoque, etc.. Algumas diretrizes para a estocagem dos materiais mais utilizados em obras tradicionais são apresentadas na lista de verificação (*check-list*) para diagnóstico de canteiros (anexo I). Santos (1995) lista alguns requisitos genéricos que um canteiro deve atender, para que exerça uma boa prática de estocagem:

- a) **local para estocagem adequado:** quando necessário devem existir dispositivos de proteção contra furtos, e o estoque deve estar próximo ao local de uso, não prejudicando a circulação. As características das instalações de armazenamento (depósitos, baias, etc.) devem ser estudadas para cada material, de modo a garantir a preservação das suas características físico-químicas originais;
- b) **dimensionamento:** os espaços de estocagem devem ser dimensionados em função da programação da produção, visando ao menor estoque possível;
- c) **expedição controlada:** deve ser feito o controle de recebimento e saída e controle de quantidades existentes, com definição de seu responsável e procedimentos padrão. As deficiências de qualidade e quantidade de material devem ser registradas para que sejam tomadas as devidas providências.

Skoyles & Skoyles (1987) *apud* Soilbeman (1993) acrescentam alguns princípios que o armazenamento e o controle de estoques devem observar, com a finalidade de evitar que ocorram perdas de materiais devido a atos criminosos:

- a) manter os materiais de maior valor e as ferramentas chaveados no almoxarifado;
- b) os estoques devem ficar o mais afastado possível das bordas da obra;
- c) os materiais que sobraem ao final das operações e as ferramentas logo após sua utilização, devem voltar ao almoxarifado;
- d) possuir um perfeito controle das retiradas do almoxarifado;
- e) possuir um sistema de cobrança pelos equipamentos, ferramentas e materiais perdidos, forçando uma maior atenção por parte dos funcionários.

Os estoques de materiais devem ser reduzidos ao mínimo possível, devido aos custos envolvidos, quais sejam: custos de aquisição, custos das instalações de armazenamento, custos de manutenção do estoque, custos de proteção contra furtos e custos incorridos quando o estoque torna-se obsoleto (Akintoye, 1995).

A idéia de redução de estoques está inserida nas práticas propostas pela filosofia *just-in-time*. Em um conceito amplo (Miltenburg e Wijngaard, 1991), tal filosofia pode ser definida como um sistema de produção que pela sua natureza elimina perdas, conseqüentemente reduzindo custos, melhorando a qualidade e encurtando o ciclo de produção. No seu conceito mais simples e restrito, o *just-in-time* pressupõem que os materiais cheguem aos locais de produção (canteiro de obras) no momento de utilização, reduzindo, assim áreas de estoque.

Embora o *just-in-time* (JIT) seja um sistema de produção complexo e ainda não difundido na construção civil, sua aplicação mais conhecida, a redução de estoques, já é objeto de alguns estudos voltados especificamente para este setor (Akintoye, 1995). Entre os vários gargalos que devem ser resolvidos para que o JIT torne-se viável na construção, Akintoye inclui o *layout* do canteiro e o planejamento da armazenagem dos materiais. Segundo aquele autor, é pré-requisito para implantação do JIT que os fornecedores entreguem todos os materiais no local de trabalho, ou próximo a ele, na seqüência de uso dos mesmos. Esta estratégia minimiza as perdas de materiais causadas por múltiplos manuseios, além de aumentar a produtividade devido à facilidade de acesso aos materiais.

Deste modo, a redução de estoques pode proporcionar uma redução dos custos intrínsecos ao armazenamento e facilitar o planejamento de *layout*, já que se pode alocar menores espaços para estocagem. De modo semelhante, a entrega dos materiais no local de uso também facilita o plano de arranjo físico, visto que muitos materiais podem ser entregues diretamente no próprio pavimento tipo de utilização (caso de uso de pallets e grua), liberando áreas no térreo e subsolo, que de outra forma seriam ocupadas por depósitos.

2.5.3.4 Cruzamentos de tráfego

Em um canteiro de obras existem várias categorias de tráfego. O tráfego de veículos inclui eventuais veículos do pessoal da obra, veículos de entrega de materiais, e os equipamentos de construção. Adicionalmente há o tráfego de pedestres por todo o canteiro. A competição por espaço é inevitável mas o planejamento pode aliviar o problema consideravelmente (Rad, 1983). Rad sugere incluir rotas e portões separados para tráfego de pessoal e para entregas de fornecedores, com o intuito de eliminar interferências entre a circulação de veículos e pessoas descarregando materiais com a circulação de pessoas envolvidas em outros serviços.

2.5.3.5 Atividades poluidoras e entulho

Em situações nas quais emissões poluentes possam afetar adversamente a construção, devem ser buscadas alternativas para que seus efeitos sejam minimizados. Quando necessário devem ser providenciadas áreas e meios de deposição para o entulho gerado pela construção (CII, 1986). As áreas de deposição devem ser planejadas de forma que o entulho não se torne um obstáculo para o andamento dos trabalhos (Handa, 1988).

2.5.3.6 Drenagem

Muitos canteiros passam a impressão de que o mau tempo nunca é esperado, estando com frequência lamaçentos ou alagados, quebrando o ritmo dos trabalhos e abalando a motivação dos funcionários. Embora a chuva não possa ser evitada, seus efeitos podem ser controlados através de um efetivo plano de drenagem (Neil, 1980).

Os terrenos horizontais são os mais favoráveis à instalação de umidade, característica esta, que é agravada pela necessidade de remoção da vegetação superficial. Para evitar o acúmulo de água tais superfícies devem ser inclinadas, estabilizadas, cobertas ou receber canais ou valas. Se um canteiro for muito amplo e plano, com gradientes naturais insuficientes para drenagem, devem ser construídas redes que descarreguem a água em depósitos fechados, sendo os mesmos esvaziados com uma bomba (Neil, 1980).

O CII (1986) também se reporta à necessidade de um bom plano de drenagem, lembrando que as áreas de tráfego pesado devem estar localizadas em terreno de solo estável e, em consequência, com drenagem adequada.

2.5.4 O planejamento do canteiro e a segurança do trabalho

2.5.4.1 Considerações iniciais

Conforme definido no item 2.2.2, o planejamento do canteiro também envolve o planejamento dos procedimentos e instalações de segurança da obra. Tais instalações e procedimentos são bastante numerosos e merecem um planejamento específico, embora integrado com o planejamento do *layout* e da logística global do canteiro, em virtude das interfaces existentes. Estas interfaces transparecem em muitas situações práticas quando planeja-se o *layout* e a logística das instalações provisórias e de movimentação e armazenamento de materiais, onde com frequência é necessário considerar exigências de segurança do trabalho.

Ao se planejar o *layout* das IP, por exemplo, busca-se facilitar o acesso dos trabalhadores as mesmas, com o objetivo de evitar que eles tenham de fazer percursos perigosos, sujeitos a quedas de materiais ou atravessando frentes de trabalho. Da mesma forma, ao se planejar a logística das IP, deve-se ter em mente o oferecimento de adequadas condições de ventilação, iluminação e higiene, afim de não prejudicar a saúde dos funcionários que as ocupam.

O planejamento das instalações de armazenamento e movimentação de materiais também envolve muitas considerações de segurança, especialmente ergonômicas, visando a prevenir acidentes e o desenvolvimento de doenças ocupacionais. Definições como a altura de uma pilha de tijolos, o

tipo de assento e isolamento do guincheiro ou o tipo de equipamento de transporte horizontal são exemplos de decisões que fazem parte do planejamento de canteiro e que devem estar baseadas em considerações ergonômicas. Até mesmo a definição do local da torre do guincho considera aspectos da segurança do trabalho. O afastamento da torre em relação à edificação exige a construção de uma passarela de ligação, trazendo riscos adicionais nas operações de carga e descarga nos pavimentos.

De outra parte, o planejamento de algumas instalações e procedimentos de segurança não têm qualquer interface com o planejamento das IP e do SMAM. Exemplos são as proteções contra quedas no perímetro dos pavimentos, bandejas salva-vidas, escadas, fechamentos em aberturas de pisos, etc.

Indo além da relação entre a segurança e o planejamento de canteiro, a bibliografia internacional aborda o problema da segurança do trabalho nos canteiros de obras sob um enfoque bastante amplo, procurando tratar esta questão como uma função da empresa que deve ser gerenciada como qualquer outra, dispendendo-se recursos, colocando-se metas e medindo-se resultados.

Hinze (1997), Davies e Tomasin (1990) e Liska et alli (1993) defendem a elaboração de um programa de segurança específico para cada empreendimento, contendo diversos elementos que ultrapassam em muito o simples fornecimento das proteções coletivas e individuais de segurança. Tais programas devem estabelecer uma série de procedimentos a serem seguidos desde a etapa de projeto da obra, e ao longo de toda sua execução, como por exemplo, treinamento, programas para combater o alcoolismo, reuniões periódicas com os operários para tratar da segurança do trabalho, incentivos para a redução de acidentes, etc.

Entretanto, ainda que as instalações de segurança, por si só, não garantam a eliminação de acidentes do trabalho, pesquisas como a de Liska et alli (1993) apontaram que tais instalações, especialmente as proteções coletivas contra quedas, desempenham um papel fundamental na busca pela redução de acidentes.

Devido a já citada grande quantidade de instalações de segurança, esta dissertação não discute cada uma delas. Boas referências que tratam do assunto em mais detalhes são: *Health and Safety*

in Construction (HSE Books, 1996), Davies e Tomasin (1990) e Rousselet e Falcão (1988). Da seção 2.5.4.2 até a seção 2.5.4.5 são comentados resumidamente, a título de ilustração, alguns tópicos da segurança do trabalho na obra que devem ser incluídos no planejamento da logística do canteiro.

2.5.4.2 Prevenção de incêndio (Handa, 1988)

Os incêndios são uma das principais causas de danos à construção e aos equipamentos em um canteiro de obras, podendo ocasionar perdas devastadoras, tanto em termos financeiros quanto em termos humanos. Sacos de areia, alarmes de incêndio e extintores são requisitos básicos de segurança em qualquer empreendimento em construção.

Os extintores devem ser colocados em locais de fácil visualização e acesso, sendo inspecionados ao menos uma vez por mês. É indispensável observar os códigos municipais de prevenção de incêndio.

2.5.4.3 Serviços médicos

Ao longo da execução de qualquer obra, por mais segura que ela seja, é provável que alguns trabalhadores sofram lesões de pouca gravidade, devido à natureza perigosa dos trabalhos da construção. Em consequência é necessária a existência de um *kit* de primeiros socorros, além de um treinamento para atendimento em caso de emergência, tanto da parte de mestres-de-obra e gerentes, quanto da parte dos operários (Handa, 1988). Segundo Handa (1989), deve existir um *kit* de primeiros socorros a cada dois pavimentos. A NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - reporta-se de forma genérica aos serviços médicos na obra, estabelecendo a obrigatoriedade de um ambulatório em todos os canteiros com 50 ou mais trabalhadores.

2.5.4.4 Equipamentos de proteção individual (EPI)

Os equipamentos de proteção individual básicos, tais como botinas, capacetes, luvas, óculos e jaquetas, devem ser usados por todos os operários do canteiro. Os supervisores devem fiscalizar o uso destes equipamentos e penalidades devem ser estabelecidas para o não uso (Handa, 1988).

Em quase todos os canteiros há o risco de ocorrer um acidente devido a queda de materiais ou a lesões nos pés. Tais riscos podem ser minimizados através da colocação das barreiras adequadas no perímetro dos pavimentos e da manutenção da organização do canteiro, especialmente nas áreas de circulação de trabalhadores. Os riscos restantes devem ser enfrentados com o uso dos capacetes e botinas adequados (HSE Books, 1996).

Especificamente quanto aos capacetes, uma boa prática é associar cores de capacete a profissionais. Por exemplo, pedreiros usando capacete verde, ferreiro azul, serventes branco, e assim por diante. Somado a isto deve ser colocado no capacete, um adesivo com o nome e a função do trabalhador, contribuindo-se, deste modo, para a prevenção de furtos e a fácil identificação dos membros das diferentes equipes.

2.5.4.5 Sinalização informativa

De acordo com Handa (1988), em qualquer empreendimento as seguintes informações devem estar claramente apresentadas:

a) planta do canteiro: uma planta do canteiro é de fundamental importância, e deve ser a mais detalhada possível. Esta planta normalmente deve ser afixada no escritório do gerente da obra e também no portão de entrada de pedestres;

b) política relativa à mão-de-obra: pode ser, por exemplo, a divulgação dos critérios de avaliação e de eventuais premiações pelo bom desempenho dos operários. Tais informações devem circular amplamente entre os operários e os empreiteiros;

c) mensagens de segurança: procedimentos de segurança, assim como o uso de roupas e equipamentos ditados pelas normas devem ser apresentados, além das penalidades impostas pelo não uso;

d) emergências e primeiros-socorros: a localização do hospital mais próximo deve ser conhecida pelo pessoal da obra. Devem existir placas que mostrem claramente o telefone e o endereço deste hospital;

e) fogo e saídas de emergência: em casos de emergência ou fogo, pode haver confusão quanto aos procedimentos para evacuar a área atingida. É importante, em consequência, a existência de sinalizações com as rotas de emergência em todos os pavimentos.

2.6 A NR-18

A NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - faz parte de um conjunto de normas regulamentadoras (NR's) relativas à segurança e medicina do trabalho, cuja observância é obrigatória pelas empresas públicas e privadas que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Entretanto, a observância destas normas não desobriga as empresas do cumprimento de outras disposições que tratam de segurança e medicina do trabalho, inclusas em códigos de obras ou regulamentos sanitários dos Estados ou Municípios, e outras, provenientes de convenções coletivas de trabalho (Araújo e Meira, 1996).

O interesse pela NR-18 reside no fato de que esta é a única das NR's dirigida especificamente à indústria da construção, constituindo-se na principal legislação brasileira no que diz respeito a segurança e condições de trabalho em canteiros de obra. A atual versão revisada da NR-18, foi publicada no Diário Oficial da União em 07/07/95, estando em vigor desde então.

Uma nova e importante exigência incorporada na versão atual estabelece a necessidade de elaborar e implantar, em todos os estabelecimentos com vinte ou mais trabalhadores, um programa denominado de PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), no qual devem constar os seguintes documentos:

- a) memorial sobre condições e meio ambiente de trabalho nas atividades e operações, levando-se em consideração riscos de acidentes e de doenças do trabalho e suas respectivas medidas preventivas;
- b) projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas da execução da obra;
- c) especificação técnica das proteções coletivas e individuais a serem utilizadas;
- d) cronograma de implantação das medidas preventivas definidas no PCMAT;
- e) *layout* inicial do canteiro de obras, contemplando, inclusive, previsão de dimensionamento das áreas de vivência;

f) programa educativo contemplando a temática de prevenção de acidentes e doenças de trabalho, com sua carga horária.

Os itens "b", "c" e "e" do PCMAT têm relação com assuntos tratados na presente dissertação, a qual pode dar alguma contribuição para a padronização das instalações de segurança (capítulos 3 e 4) e para o planejamento do *layout* dos canteiros (capítulos 3 e 6). Observando as exigências do PCMAT, nota-se que o mesmo pode ser um excelente ponto de partida para a elaboração e implementação de programas abrangentes de segurança do trabalho, em moldes semelhantes aos comentados no item 2.5.4.1.

Ao estudar-se a NR-18, vê-se que ela não inclui diretrizes suficientes para planejar o *layout* de um canteiro, mas inclui, de outra parte, as situações de uso e especificações genéricas de todas as proteções coletivas a serem utilizadas (as proteções individuais são detalhadas na NR-6 - Equipamentos de Proteção Individual). Ainda que a norma seja prescritiva, há uma ressalva no seu item 18.37.7, permitindo a utilização de soluções alternativas às suas, desde que estas soluções tenham sido aprovadas pela FUNDACENTRO, órgão vinculado ao Ministério do Trabalho, e que trata de questões técnicas relacionadas a medicina e segurança do trabalho.

Ao se analisar a NR-18 percebe-se que o seu caráter essencialmente prescritivo é bastante semelhante ao dos códigos de obras dos municípios brasileiros, os quais praticamente têm sua função restrita a de meros especificadores de limites dimensionais para a elaboração do projeto arquitetônico do prédio (espessuras de paredes, dimensões de janelas, etc.). A NR-18 também restringe-se, em muitas ocasiões, às especificações dimensionais das instalações de segurança, falhando, da mesma forma que os códigos de obras, pelo não estabelecimento, em nenhum momento, de critérios mínimos de desempenho aos quais as referidas instalações deveriam atender. Por este motivo, fica comprometida a avaliação de soluções alternativas, já que não há parâmetros definidos para viabilizar a comparação com as soluções propostas pela norma.

Exemplificando, uma proteção no vão do elevador pode ser feita de várias formas diferentes, todas obedecendo as prescrições da norma. Surge, então, a questão da avaliação da eficiência de cada alternativa, já que algumas delas podem ser ineficientes apesar de atenderem os requisitos da NR-18. Para efetuar esta avaliação seria necessário, por exemplo, definir na própria norma ou em

outras normas complementares, a resistência mínima a solicitações mecânicas às quais o conjunto protetor deveria resistir, assim como a especificação dos respectivos ensaios físicos que deveriam ser realizados. Outro exemplo que pode ser citado é a ausência de critérios para o isolamento térmico das áreas de vivência, que é uma questão importante, já que as instalações provisórias podem ser construídas com diferentes materiais e serem localizadas em diversos locais do canteiro, mais ou menos expostos as intempéries.

Deve-se deixar claro, que se compreende a existência de especificações tais como as definidas para alturas de guarda-corpos, rodapés e larguras de bandejas salva-vidas, todas com existência justificada e passíveis de serem calculadas com base em dados ergonômicos e em conceitos básicos de física. Ao propor-se a aplicação do conceito de desempenho (CIB / W60, 1982) às instalações de segurança, pretende-se apenas criar um mecanismo que estimule as inovações tecnológicas, além de levantar a questão da avaliação e comparação da eficiência de diferentes alternativas de equipamentos de proteção.

Também se reconhece que a atual versão da NR-18 representa um avanço importante no sentido de que o problema da segurança seja tratado mais seriamente pelas empresas, esperando-se que a norma atue como agente difusor de uma nova consciência sobre o assunto, de tal modo que se dispense à segurança a mesma importância dispensada aos assuntos diretamente ligados a produção. Outro fator a ser reconhecido é que as limitações da NR-18 são reflexo do atual estágio da normalização técnica no Brasil, a qual ainda está bastante atrasada em relação aos países desenvolvidos.

3 O DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DE PESQUISA

Ao longo de todo o ano de 1996, realizaram-se diversos estudos de caso de diagnóstico, padronização, planejamento e avaliação de *layout* de canteiros, em dezenove empresas, nove da cidade de Porto Alegre (empresas A-I) e dez da cidade de Santa Maria (empresas J-T), distribuídos conforme o apresentado no quadro 3.1. Realizou-se o maior número possível de estudos de caso dentro do prazo desta dissertação, podendo-se considerar que as quantidades foram suficientes para que se atingissem os objetivos inicialmente propostos. Entre as empresas, a maior parte mantêm relação de parceira com o NORIE / UFRGS, ao passo que apenas algumas delas foram escolhidas circunstancialmente, a partir de contatos de pesquisadores do NORIE.

Quadro 3.1. Distribuição e quantidades de todos os estudos de caso realizados.

Empresa	Diagnóstico	Padronização de canteiros	Planejamento de <i>layout</i>	Avaliação dos <i>layouts</i>	Diagnóstico (só <i>check-list</i>)
A	3	1	4	2	-
B	4	1	1	-	-
C	-	-	-	-	1
D	-	-	-	-	1
E	-	-	-	-	1
F	-	-	-	-	1
G	-	-	-	-	1
H	-	-	-	-	1
I	-	-	1	-	-
J	3	1	1	-	-
L	1	-	-	-	-
M	1	-	-	-	-
N	-	-	2	2	-
O	-	-	-	-	2
P	-	-	-	-	1
Q	-	-	-	-	1
R	-	-	-	-	1
S	-	-	-	-	1
T	-	-	-	-	1
TOTAL	12	3	9	4	13

Do quadro 3.1 observa-se que os três principais tipos de estudos, somente foram realizados nas empresas A, B e J, de forma que foi possível, nestes casos, a aplicação integral, e na sequência lógica, do método de pesquisa, ou seja: diagnóstico, padronização e planejamento de *layout* do canteiro. Os demais estudos foram complementares a estes, contribuindo para o incremento do conteúdo deste trabalho e para a realização das metas propostas.

O método de diagnóstico completo (uso de todas as ferramentas) foi aplicado em doze canteiros, distribuídos em cinco empresas (A, B, J, L e M), sendo que nas três primeiras, o diagnóstico foi executado como etapa preliminar aos estudos de caso de padronização. Devido à aplicação completa do método ser uma das etapas dos trabalhos de padronização, optou-se por descrever seu processo de aplicação nas empresas no item 3.2 (padronização de canteiros).

3.1 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO

3.1.1 Considerações iniciais

A necessidade da existência de um procedimento formal para o diagnóstico de canteiros levou à elaboração de um método para sistematizar a execução desta atividade. Este método consiste da aplicação conjunta de quatro ferramentas, as quais foram desenvolvidas de acordo com a seguinte sequência lógica: determinaram-se, de início, quais aqueles aspectos da logística e do *layout* do canteiro que deveriam ser enfocados, partindo-se, então, para o desenvolvimento ou seleção das técnicas de análise mais adequadas, para em seguida detalhar-se e testar-se cada uma delas. Nas seções seguintes são descritas as ferramentas que compõem o método de diagnóstico, explicando-se a função de cada uma e discutindo-se o seu conteúdo e formato.

3.1.2 Lista de verificação (*check-list*)

Por ser a mais complexa e abrangente, a lista de verificação é a mais importante entre todas as ferramentas, permitindo uma ampla análise qualitativa do canteiro, no âmbito da logística e do *layout*, segundo os seus três principais aspectos: instalações provisórias, segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. A lista, no seu formato completo, encontra-se no anexo A deste trabalho.

3.1.2.1 Processo de elaboração

Tendo-se definido que a lista deveria estar dividida nos três grandes grupos citados acima, fez-se necessário estabelecer quais elementos do canteiro deveriam ser incluídos em cada grupo. Os canteiros foram, então, divididos em **grupos** e **elementos**, determinados com base na revisão bibliográfica e no senso comum, considerando-se que os elementos escolhidos existem, ou deveriam existir, na grande maioria das obras de edificações verticais residenciais / comerciais.

Um elemento do canteiro é qualquer aspecto da logística, no âmbito dos três grupos, que mereça atenção no planejamento da obra, podendo ser tanto um refeitório, quanto um guincho ou o armazenamento de cimento. Todos os elementos devem satisfazer certos requisitos ou padrões mínimos de qualidade para o desempenho satisfatório de suas funções logísticas.

A definição dos requisitos mínimos de qualidade que cada elemento deveria possuir foi o próximo passo no processo de criação da lista, revelando no decorrer do trabalho, se tratar de uma tarefa dinâmica, já que a lista esteve em constante aperfeiçoamento através da sua aplicação prática e da incorporação de inovações tecnológicas.

Para cada elemento, estabeleceram-se os requisitos julgados mais importantes, reunidos a partir de várias fontes: normas sobre armazenamento de materiais e segurança na obra (respectivamente, NBR 12655 e NR-18), um manual de melhorias de qualidade e produtividade na construção civil (Scardoelli et alli, 1994), um manual sobre segurança em canteiros (Rousselet e Falcão, 1988), além de requisitos definidos a partir de sugestões de profissionais com experiência na área e daqueles decorrentes de noções básicas de *layout* e logística.

Os respectivos requisitos de cada elemento foram expressos de forma itemizada, com as frases sempre no sentido afirmativo e nunca negativo, de modo que a asserção se referisse a um aspecto positivo que o elemento deveria possuir. Esta escolha visou à facilidade de preenchimento, já que, devido à natureza dos processos cognitivos humanos, o uso de frases negativas poderia gerar dificuldades de interpretação.

Procurou-se definir os requisitos da forma mais objetiva possível, tentando-se, assim, possibilitar a verificação visual da sua conformidade ou não, dispensando medições, consultas a outras

peças ou a projetos da obra. Exemplificando o que foi exposto, são mostrados na figura 3.1, dois dos requisitos de qualidade que a lista define para o elemento guincho:

	Sim	Não	N. se aplica
B12) GUINCHO			
B12.1) A torre do guincho é revestida com tela			
B12.2) As rampas de acesso à torre são dotadas de guarda-corpo e rodapé, sendo planas ou ascendentes no sentido da torre (NR-18)			

Figura 3.1. Exemplo de requisitos definidos no *check-list*.

3.1.2.2 Preenchimento da lista

Para cada item da lista existem as opções "*sim*", "*não*" e "*não se aplica*", devendo ser assinalada somente uma delas. No exemplo da figura 3.1, caso a torre do guincho fosse revestida com tela, haveria concordância com a frase do item B12.1, cabendo ao observador marcar um "*X*" na coluna dos "*sim*". A coluna "*não se aplica*" seria marcada, se por algum motivo justificável, o modelo de torre não exigisse tela, ou se simplesmente não existisse guincho na obra. Também deve-se estar atento para com aqueles itens que estabelecem mais de uma condição em uma única mesma frase (como o B12.2), pois nestas situações, somente assinala-se "*sim*", caso toda a especificação obtenha conformidade.

Ao final da listagem de requisitos de cada elemento, foi deixado um espaço para a anotação de observações, as quais devem ser colocadas sempre que existir alguma peculiaridade que mereça registro ou quando o observador ficar em dúvida quanto à opção assinalada. Na primeira página da lista, além do espaço para anotação das informações preliminares sobre o canteiro, há explicações sobre os procedimentos de preenchimento.

3.1.2.3 Procedimentos para a análise dos resultados da lista

Embora a lista destine-se a uma análise qualitativa dos canteiros, o resultado dela pode ser expresso quantitativamente através de uma nota. É possível atribuir uma nota para o canteiro como um todo e uma nota para cada grupo, sendo que a nota global do canteiro é a média

aritmética das notas dos grupos. A existência de notas fornece parâmetros para a comparação entre diferentes canteiros, propiciando também a formação de valores de *benchmark*.

Embora na análise do resultado geral das listas (capítulo 4) apareçam quadros com notas para cada elemento, não faz sentido este tipo de análise, para um canteiro individualmente, devido ao pequeno número de itens que alguns elementos possuem. De outra parte, tal análise já se justifica no caso da aplicação da lista em várias obras, quando a tabulação dos dados fornece um resultado mais representativo.

O sistema de pontuação adotado estabelece que cada requisito de qualidade, de qualquer elemento, possui valor igual a 1 ponto, sendo que o item recebe o ponto caso esteja assinalada a opção "*sim*". Na lista existe uma tabela, ao final de cada grupo, onde devem ser anotados os pontos obtidos (PO), os pontos possíveis (PP) e a nota do grupo, a qual é a relação entre PO e PP. Os pontos obtidos são o total de "*sim*", enquanto os pontos possíveis são o total de "*sim*" somado ao total de "*não*". Para os fins de atribuição da nota são desconsiderados os itens marcados com "*não se aplica*".

Alguém poderia questionar qual o motivo de não alocar pesos diferenciados para cada item, para cada elemento ou para cada grupo. O fator primordial para este procedimento foi a contingência de que uma grande subjetividade estaria envolvida nesta alocação, além do que, com exceção de pouquíssimos itens, pode-se considerar que a grande maioria tem semelhante grau de importância. Embora o pesquisador pudesse ter arbitrado estes pesos de acordo com suas convicções, tal ponderação deveria, idealmente, estar alicerçada em um levantamento junto a engenheiros de obra e pesquisadores, de forma a minimizar-se o teor de subjetividade.

Outro aspecto que não pode passar despercebido é o fato de que já foi dada uma ponderação implícita para cada elemento, já que a quantidade de itens é variável conforme o elemento, o que determina a maior ou menor participação de cada um na nota do grupo. Como a lista é uma ferramenta evolutiva, deve-se tomar o cuidado em futuras alterações, no sentido de não se desequilibrar em demasia a proporção de itens entre os elementos estabelecida na atual versão.

Quanto à nota global do canteiro, calcula-se a mesma fazendo a média aritmética das notas dos três grupos. Embora esta nota deva ser calculada, seu significado para a análise do desempenho do canteiro é secundário, se comparado ao significado das notas dos grupos. As notas dos grupos são mais úteis por agregarem somente o desempenho de elementos do canteiro com função logística semelhante, devendo, por isso, serem priorizadas na comparação entre diferentes canteiros.

Além disto, a convenção de que todos os grupos têm peso igual no cálculo da nota global, torna a mesma muito sujeita a distorções provocadas pela nota individual de um dos grupos, visto que, se por exemplo, um deles tiver metade de itens não aplicáveis, mesmo assim os restantes por si só, dão ao grupo, uma nota com peso igual a de outro grupo, onde todos os itens eram aplicáveis.

Qualquer empresa que utilizar a lista como uma ferramenta de controle, pode estabelecer seu próprio sistema de pontuação, baseando-se na realidade de seus canteiros e nas suas prioridades estratégicas. Entretanto, se a empresa deseja comparar-se com o desempenho de um concorrente ou com a média do setor, carecerá da existência de um sistema comum de tabulação dos dados, o qual viabilizaria este processo. É neste contexto que se insere o sistema aqui proposto, pretendendo-se que o mesmo atue como o elo entre diversos sistemas particulares.

Reconhece-se que, especialmente no grupo segurança, o número de itens não aplicáveis pode variar significativamente conforme a fase da obra e a utilização de grua ou guincho, comprometendo, de certa forma, a comparação entre obras em diferentes fases e com diferentes equipamentos de transporte vertical. Deste modo, não é lógica, por exemplo, a comparação pura e simples das notas obtidas por um canteiro na fase de infra-estrutura e outro na fase de execução da estrutura e alvenarias, embora, é importante frisar, a lista possa ser aplicada em ambas as obras. Entretanto, deve-se estar atento ao fato de que esta consideração refere-se à comparação entre um canteiro e outro, não invalidando de forma alguma, a comparação com a nota média de um grupo maior de canteiros, como as apresentadas no capítulo 4, onde se diluem todas as variabilidades possíveis.

3.1.2.4 Aplicação da lista

De abril de 1996 até janeiro de 1997 a lista foi aplicada em vinte e cinco canteiros de obra, treze deles na cidade de Porto Alegre e doze na cidade de Santa Maria. Nenhum destes canteiros teve o *layout* planejado nos estudos de caso. Estas aplicações cumpriram tanto a função de fornecer subsídios para o aperfeiçoamento da lista, quanto a de fazer uma avaliação do desempenho dos canteiros de um grupo de empresas, identificando-se os problemas mais frequentes. As alterações realizadas no decorrer das aplicações não comprometeram o desempenho da segunda função, visto que se manteve o controle de todas as inclusões, exclusões e alterações de itens.

É importante destacar que a maior parte das listas não foi aplicada pelo pesquisador, mas sim por estagiários, atitude que favoreceu a identificação de eventuais deficiências de redação e conteúdo, possibilitando a sua imediata correção. Também foi bastante positivo o fato de que em nove dos canteiros o próprio pesquisador tenha aplicado a mesma lista nas mesmas obras que tinham sido visitadas pelos estagiários.

Quanto aos aspectos práticos da aplicação, a experiência demonstrou que a visita ao canteiro deve ser feita com bastante calma, visto o extenso rol de itens (128) e a atenção requerida para a correta compreensão do conteúdo da lista e seu preenchimento. Entretanto, tais exigências não impedem que a aplicação seja rápida, requerendo-se em torno de uma hora para cada canteiro. Para evitar constrangimentos, é imprescindível que na ocasião da visita, ou com antecedência, explique-se ao mestre e/ou engenheiro da obra os objetivos do trabalho e os procedimentos para a coleta de dados.

3.1.2.5 Limitações da lista

A lista apenas detecta a existência dos problemas, não discutindo suas causas, assim como também não estabelece graduações no desempenho do cumprimento de cada requisito, isto é, não interessa o grau de competência com que se cumpre a exigência do *check-list*, consideração esta que é importante para alguns itens. Por exemplo, quando a lista exige uma tela na torre do guincho, um armário no vestiário ou contenções laterais nas baias de agregados, não é avaliada a possibilidade de reaproveitamento do equipamento, a facilidade de instalação ou a adequação ao uso. A

incorporação de tal detalhamento de avaliação à lista exige estudos mais aprofundados, que levem ao aperfeiçoamento da ferramenta.

Também é importante salientar que as notas obtidas pelo canteiro são insuficientes para uma avaliação objetiva do desempenho do mesmo, isto é, as notas por si só, não garantem que o canteiro esteja tendo um bom desempenho, por exemplo, em termos de segurança ou aproveitamento da mão-de-obra. Tal avaliação somente seria possível através da coleta de um número maior de indicadores de qualidade e produtividade (a nota da lista já é um indicador), os quais permitiriam uma análise mais completa acerca da eficiência dos processos produtivos e de fluxo desenvolvidos do canteiro.

Entretanto, estas restrições não impedem que a lista seja utilizada como ferramenta gerencial, podendo-se afirmar que ela cumpre com eficiência sua função de ferramenta de diagnóstico simplificado, posto que a simples conformidade com a grande maioria de suas exigências, indica um desempenho privilegiado, significativamente acima da média do setor, conforme pode-se inferir dos resultados apresentados no capítulo 4.

3.1.3 Entrevista

Ainda que a lista de verificação seja abrangente, ela não consegue responder todas as questões exigidas para um perfeito diagnóstico, requerendo, então, a existência de ferramentas complementares que supram suas deficiências. A entrevista com funcionários é uma delas, objetivando, através de uma conversa informal, o esclarecimento de assuntos que escapam à alçada de uma ferramenta como o *check-list*, permitindo, também, que o observador capte a percepção dos clientes internos do planejamento do canteiro, em relação aos problemas de *layout* e logística existentes.

O roteiro para entrevista constitui-se em uma série de questões que naturalmente originam outras no decorrer da conversa, devendo preferencialmente ser aplicado ao engenheiro da obra e a um pequeno grupo de operários (três no máximo). Devido à natureza da ferramenta, não foi feita uma tabulação específica para as respostas, sendo que os principais resultados são discutidos de forma conjunta no capítulo 4 (item 4.1.2, análise complementar dos resultados dos diagnósticos). A

conversa com o engenheiro (ou mestre-de-obras, na ausência deste), deve abordar no mínimo os seguintes aspectos:

- a) foi feita planta de *layout*? Está na obra? A(s) planta(s) prevêem futuras alterações no arranjo físico do canteiro?;
- b) quem foi o responsável pela elaboração do *layout* inicial? Por que se decidiu por este arranjo?;
- c) existiu algum critério para o dimensionamento das áreas de vivência, inclusive número de chuveiros, vasos sanitários e lavatórios? Usou-se algum critério quantitativo (m^2 /pessoa) ou estimou-se as áreas com base na experiência pessoal?;
- d) existe alguma exigência da NR-18 que considera equivocada ou exagerada? A obra já sofreu visitas da fiscalização? Quais problemas foram detectados?
- e) citar problemas relativos à organização do canteiro.

Já a conversa com os operários (por exemplo, dois serventes e um profissional), deve abordar, de forma genérica, as seguintes questões:

- a) está satisfeito com a qualidade das instalações que lhe são oferecidas (banheiros, vestiários, etc.)?;
- b) é possível estimar o percentual da jornada de trabalho gasto transportando materiais (especificamente duplos manuseios)? Quais são os piores materiais a carregar e trajetos a percorrer?;
- c) verificar a percepção do operário em relação à segurança da obra, detectando se o mesmo tem consciência não somente dos riscos específicos do seu trabalho, como também dos riscos dispersos pelo canteiro. Você sente dores provenientes do exercício da sua função? Qual o motivo para o não uso do EPI? Vontade própria ou inexistência do equipamento? Existiu treinamento ou alguma orientação da parte da gerência do canteiro acerca dos procedimentos de segurança específicos para o seu serviço?;
- d) verificar o nível de comprometimento do pessoal com a manutenção da limpeza dos ambientes de trabalho e das áreas de vivência. Existe alguma orientação expressa da gerência para manter a limpeza da obra? Há cobranças constantes neste sentido?

3.1.4 Elaboração de croquis do *layout* do canteiro

A análise da(s) planta(s) de *layout* é fundamental para a identificação de problemas relacionados ao arranjo físico propriamente dito, permitindo que se note, por exemplo, a localização equivocada de alguma instalação ou o excesso de cruzamentos de fluxo em determinada área.

A necessidade desta ferramenta surge da constatação de que a grande maioria dos canteiros não possui uma planta de *layout*, a qual é indispensável para o diagnóstico, realidade que acaba obrigando a elaboração de um croqui na própria obra, durante a visita. O croqui deve ser um registro gráfico do arranjo físico, incorporando os aspectos básicos para a compreensão do *layout*. Deve-se observar ainda, que as mesmas diretrizes para a elaboração dos croquis, também são aplicáveis à elaboração das plantas de *layout*.

Devem ser desenhados croquis de todos os pavimentos necessários à perfeita compreensão do *layout*. Sugere-se utilizar folha A4 milimetrada e consultar o projeto arquitetônico, disponível na próprio escritório da obra. Nos canteiros convencionais, uma aproximação da escala 1:200 será suficiente, porém, não é necessário rigidez na transferência de escala. Nos croquis, devem constar no mínimo os seguintes itens:

- a) definição aproximada do perímetro dos pavimentos, diferenciando áreas fechadas e abertas;
- b) localização de pilares e outras estruturas que interfiram na circulação de materiais ou pessoas;
- c) portões de entrada no canteiro (pessoas e veículos) e acesso coberto para clientes, se existir;
- d) localização de árvores que restrinjam ou interfiram na circulação de materiais ou pessoas, inclusive na calçada;
- e) localização das instalações provisórias (banheiros, escritório, refeitório, etc.), inclusive plantão de vendas, se existir;
- f) todos os locais de armazenamento de materiais, inclusive depósito de entulho;
- g) localização da calha ou tubo para remoção de entulho, se existir;
- h) localização da betoneira, grua, guincho e guincheiro, incluindo a especificação do(s) lado(s) pelo(s) qual(is) se fazem as cargas no guincho;
- i) localização do elevador de passageiros, se existir;
- j) localização das centrais de carpintaria e aço;
- l) pontos de içamento de fôrmas e armaduras;

- m) localização de passarelas, rampas e/ou escadas provisórias com indicação aproximada do desnível;
- n) linhas de fluxo principais (definidas no capítulo 5, item 5.5).

3.1.5 Registro fotográfico

Na apresentação dos resultados do diagnóstico, é interessante a existência de algum registro visual da situação encontrada, podendo ser utilizadas tanto filmagens quanto fotografias. Nos estudos de caso optou-se pelo uso de fotografias, já que os principais pontos a observar eram instalações e equipamentos, os quais, pela sua natureza estática e de localização dispersa, são viáveis de serem registrados através de fotografias.

Uma vez no canteiro, é comum que o observador fique em dúvida sobre o que fotografar, e em consequência, deixe de registrar importantes problemas que acabam passando despercebidos. Para evitar este problema, foi elaborada uma listagem dos principais pontos do canteiro que devem ser fotografados, escolhidos com base na sua importância logística e pelo fato de serem tradicionais focos de problemas. Entretanto, o registro é dispensável caso o item esteja de acordo com as exigências do *check-list*. A listagem é composta por doze itens, quais sejam:

- a) armazenamentos de agregados (areia e brita);
- b) armazenamento de tijolos;
- c) armazenamento de cimento;
- d) entulho (em depósito ou não);
- e) sistema de drenagem e condições do terreno por onde circulam caminhões;
- f) refeitório, vestiários e banheiros com as respectivas instalações;
- g) detalhamento do sistema construtivo das instalações provisórias;
- h) corrimãos provisórios de escadas;
- i) sistema de fixação das treliças das bandejas salva-vidas na edificação;
- j) acesso ao guincho nos pavimentos;
- l) proteções contra quedas, nos poços de elevadores e no perímetro dos pavimentos.

Nas reuniões de apresentação dos resultados do diagnóstico, as fotografias desempenharam um importante papel como instrumento de apoio à argumentação, visto que se constituíam em um

registro indiscutível da realidade observada. O relatório entregue à empresa incluía ao lado de cada fotografia de uma situação negativa, uma outra fotografia, a qual mostrava um exemplo de solução para a deficiência encontrada.

3.1.6 Considerações finais

Com base no teor das informações geradas pelos estudos de caso, as quais são apresentadas no capítulo 4, pode-se afirmar que o método mostrou-se um instrumento rápido e eficaz para o diagnóstico de canteiros, sendo implementado sem maiores dificuldades. Especificamente no que diz respeito ao *check-list*, foi de grande valia a aplicação por diferentes pessoas, proporcionando, assim, *feedback* para o aperfeiçoamento da ferramenta. Outro fato que contribuiu para este aperfeiçoamento, e realçou o caráter evolutivo da lista, foi a aplicação dispersa das mesmas, ao longo de vários meses, favorecendo a maturação e o questionamento dos princípios estabelecidos.

É importante deixar claro que a maximização da eficiência do método depende da aplicação conjunta de todas as ferramentas, visto que elas são complementares, ainda que o *check-list* seja a mais importante. Uma constatação favorável ao método é a de que ele pode ser aplicado por pessoas sem grande experiência em obras, requerendo não mais do que uma visita (duração de 2 a 3 horas, conforme o porte da obra) para sua aplicação integral, exigindo, apenas, que o observador tenha despreendimento e atenção ao longo de todo o período de permanência no canteiro.

3.2 PADRONIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE CANTEIRO

3.2.1 Considerações iniciais

Consultando o quadro 3.1, no início deste capítulo, vê-se que os estudos de caso de padronização das instalações de canteiro realizaram-se nas empresas A, B e J, as duas primeiras da cidade de Porto Alegre (RS) e a terceira da cidade de Santa Maria (RS). Enquanto a empresa B pode ser considerada de médio porte (de 100 à 500 funcionários, de acordo com o critério do SEBRAE), as empresas A e J são de pequeno porte (20 à 100 funcionários). As três atuam no mercado de construção e incorporação de edificações residenciais e comerciais, possuindo mais de uma obra em andamento durante o período de realização do estudo de caso. Nenhuma delas tinha

experiência anterior com trabalhos de padronização, não possuindo qualquer documentação organizada com padrões de produtos ou processos. O quadro 3.2 mostra o período da realização do estudo de caso em cada empresa.

Quadro 3.2. Período da realização dos trabalhos de padronização.

Mês - 1996								
Empresa	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
A								
B								
J								

Observando o quadro acima, verifica-se que o primeiro trabalho foi realizado na empresa A, funcionando de certa forma, como estudo piloto para os outros dois, os quais desenvolveram-se simultaneamente durante algum tempo. Nos três estudos, o objetivo final do trabalho, foi a elaboração de um manual de padronização das instalações de canteiro, incluindo padrões e procedimentos para direcionar o planejamento de canteiros de futuras obras.

3.2.2 Justificativa para a padronização das instalações de canteiro

Em meio às diversas estratégias gerenciais cujo uso vêm se disseminando 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 em muito as atividades de planejamento, controle e execução.

Entretanto, 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. Por exemplo, empresas que trabalham com diversos tipos de obras, em diferentes regiões, devem avaliar quais são os serviços e procedimentos comuns passíveis de padronização, adotando-se padrões somente para estes.

Esta consideração se aplica também às instalações de canteiro, as quais podem ter muitas variações significativas conforme o tipo de obra, isto é, um prédio de apartamentos, um conjunto

habitacional, uma estrada, uma usina hidroelétrica ou uma planta industrial, podem apresentar canteiros tão distintos quanto as tecnologias empregadas.

Deste modo, a padronização deve ser encarada como uma estratégia a considerar em maior ou menor grau, sendo mais recomendada para empresas que constróem obras com tipologia e tecnologia semelhantes, como é o caso das empresas nas quais se realizaram os estudos de caso e da grande maioria das construtoras e incorporadoras de edificações.

Maia et alli (1994) afirmam que, na construção de edifícios, o critério para determinar quais os processos a serem padronizados poderia se basear em custo ou repetição, padronizando somente os mais significativos. A padronização das instalações de canteiro é fortemente justificada e recomendada pelo segundo critério (repetição), pois qualquer obra, independentemente do porte ou tecnologia, necessita de tais instalações, já que elas cumprem funções logísticas indispensáveis, amparando todas as atividades de produção no canteiro. Deve-se salientar que para empresas que constróem obras com características semelhantes, a repetição assume um caráter ainda mais forte, existindo a possibilidade das instalações de canteiro serem praticamente idênticas em todas as obras, respeitadas as particularidades intrínsecas a cada empreendimento.

Especificamente no que tange às instalações de canteiro, a padronização pode trazer os seguintes benefícios:

- a)** diminuição das perdas de materiais, como decorrência do reaproveitamento e da melhor qualidade das instalações;
- b)** fim da cultura do improviso, isto é, quando se inicia uma nova obra já existem diretrizes claramente definidas para implantação do canteiro;
- c)** facilidade para o planejamento do *layout* dos novos canteiros, pois muitos dos padrões são dados necessários à realização da atividade;
- d)** contribuição para a formação de uma imagem da empresa no mercado, lembrando que a qualidade do padrão é o fator que determina se esta imagem é positiva ou negativa;
- e)** conformidade com as normas, evitando multas e prevenindo acidentes;
- f)** melhoria das condições de trabalho para os funcionários.

Além destes benefícios, a padronização traz outros resultados, como os listados por Campos (1991):

a) padronização como meio de transmissão de informações: a padronização viabiliza a transferência de tecnologia (que de outra forma só poderia ser feita de forma verbal), viabiliza a educação e treinamento como forma de se levar aos níveis inferiores da hierarquia as informações necessárias ao desempenho de suas funções;

b) manutenção e melhoria da qualidade: a padronização permite a produção com qualidade uniforme, a prevenção da ocorrência de problemas, o estabelecimento de procedimentos padrão de operação, a melhoria da intercambialidade dimensional e funcional de componentes;

c) redução de custo: a padronização reduz custos por garantir a utilização mínima de componentes (somente o especificado, nada mais), por favorecer o reaproveitamento de instalações;

d) manutenção e melhoria da produtividade: a padronização facilita a implantação de melhorias no processo, sendo também a base para a automação e informatização.

3.2.3 Etapas da padronização

Em todos os estudos de caso, o trabalho foi estruturado de forma semelhante, com duração individual aproximada de três meses, sendo desenvolvido em etapas, conforme o cronograma genérico apresentado na figura 3.2:

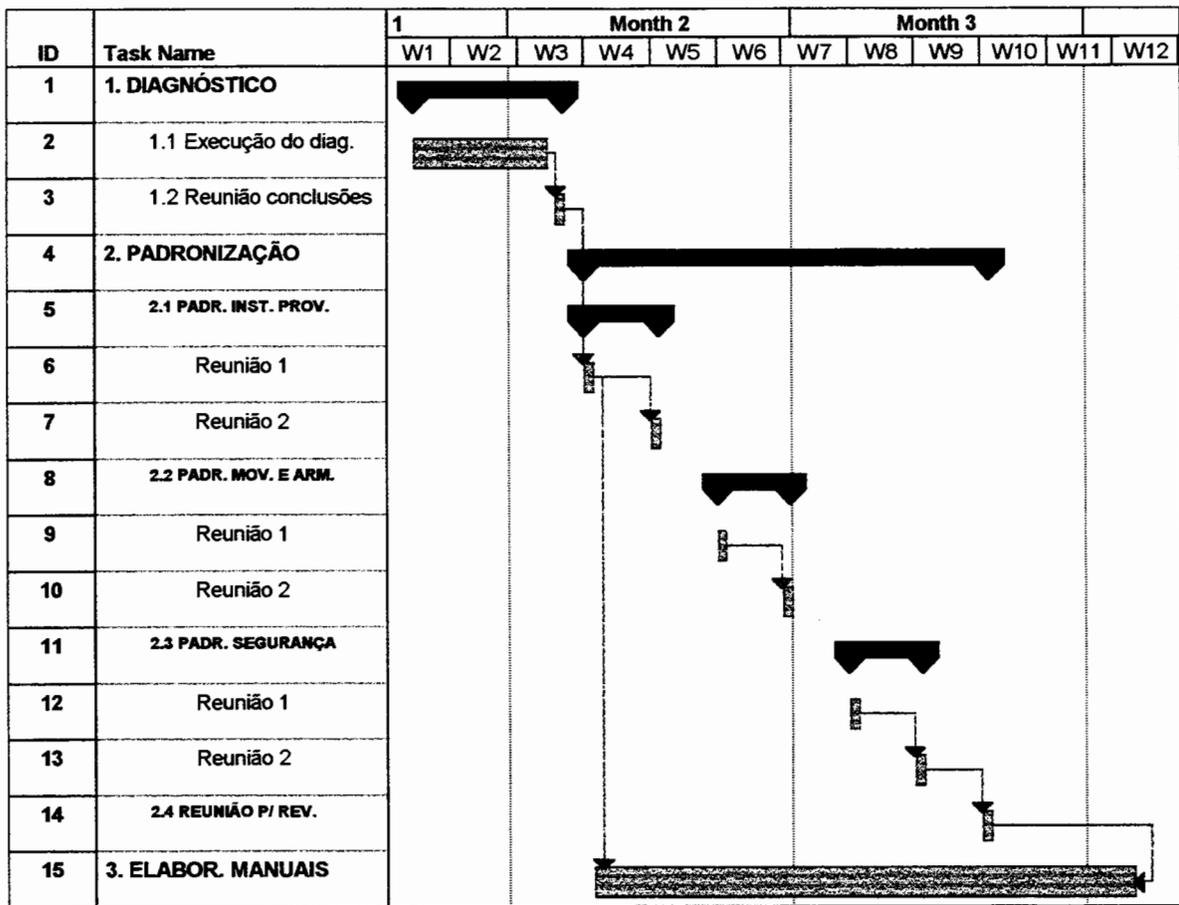


Figura 3.2. Etapas do trabalho de padronização com as respectivas interdependências.

3.2.3.1 Diagnóstico

Esta etapa é fundamental para a execução das subsequentes, devendo atingir os seguintes objetivos:

- a) registrar as deficiências mais frequentes e graves nos canteiros, fornecendo subsídios para a elaboração dos padrões;
- b) motivar os envolvidos no trabalho de elaboração do manual;
- c) justificar a necessidade do trabalho de padronização, e demonstrar a importância do planejamento do canteiro, a partir do relato dos problemas detectados.

O diagnóstico foi realizado através da aplicação do método descrito no item 3.1, ou seja, lista de verificação (*check-list*), entrevistas, registro fotográfico e croqui do canteiro. Foram visitadas todas as obras que a empresa possuía no momento do estudo, originando, ao final, um relatório

com os resultados do diagnóstico. O tempo despendido com a execução dos diagnósticos e a preparação do relatório foi, em média, de cerca de duas semanas.

A entrega do relatório realizou-se na reunião de fechamento da etapa, a qual contava com a presença de engenheiros de obra e diretores, sendo apresentadas e discutidas as conclusões do diagnóstico, além de sugeridas soluções para os problemas encontrados. Nesta reunião também foram definidos os participantes do grupo de padronização e qual seria o grupo de instalações a ser padronizado inicialmente.

3.2.3.2 Padronização

A padronização foi executada por um grupo composto por engenheiros, estagiários e técnicos em segurança, sendo que em nenhum dos casos houve participação de mestres-de-obra, por decisão da própria gerência da empresa. Sugere-se, entretanto, a inclusão de mestres no grupo, pois a sua experiência prática pode ser bastante útil na análise da viabilidade técnica e do melhor modo de execução dos padrões.

Ficou evidente que o grupo de padronização deve contar com uma pessoa da empresa que detenha poder de decisão, ou seja, que dê a aprovação final para o padrão estabelecido, garantindo o interesse e a disposição de realmente implantá-lo. Nas empresas B e J esta pessoa foi um engenheiro da empresa. Porém, na empresa A tal pessoa não existiu, pois o grupo só contava com técnicos e estagiários, situação que criou limitações ao desenvolvimento do trabalho.

Deve ser registrado que nos três grupos de padronização ocorreu intensa participação de todos os membros, ficando demonstrado que existe um grande potencial de criatividade para ser explorado junto aos funcionários, desperdiçado em boa parte pela rotina de resolver problemas emergenciais, na qual as atividades de engenharia são relegadas a segundo plano.

Desde a primeira reunião já devem ser definidos um coordenador e um responsável pela redação tanto das definições quanto das pendências para a reunião seguinte. O redator também deve ser o responsável pela confecção do manual no seu formato final. Caso um estagiário seja escolhido para esta função, é importante que exista a orientação e o acompanhamento da parte do coordenador e/ou outra pessoa com maior experiência.

Ao coordenador do grupo cabe conduzir as reuniões a partir de um roteiro básico envolvendo uma listagem dos itens a serem discutidos. Nos estudos de caso, o coordenador foi o próprio pesquisador, já que as empresas não conheciam o método nem possuíam experiência anterior com trabalhos semelhantes. Quanto à função de redator, em dois dos casos ela foi exercida pelo pesquisador e no outro por um estagiário da empresa.

A ferramenta que orientou os trabalhos foi a lista de verificação, adotando-se a mesma sequência e os mesmos elementos do canteiro estabelecidos por ela. Os requisitos da lista foram o ponto de partida para a elaboração dos padrões, funcionando como fonte de sugestões de melhorias e lembrete para os principais aspectos que deveriam ser enfocados.

Para cada elemento do canteiro foi estabelecido o respectivo padrão, descrito através de textos, e quando necessário, desenhos e fotos. Na parte escrita procurou-se expressar o padrão de forma simples e objetiva, redigindo-o em estrutura itemizada de modo a evitar parágrafos longos e com linguagem complexa, já que o manual dirigia-se tanto aos engenheiros quanto aos mestres-de-obra.

Antes de elaborar o padrão, verificava-se se o mesmo já existia na empresa, e em caso afirmativo, avaliava-se a necessidade de alterá-lo ou de adotá-lo no formato atual. Deste modo, existiram novos padrões de duas naturezas: padrões existentes alterados e padrões criados para elementos para os quais não existia padrão. Para muitos dos elementos do canteiro, não só não existia padrão como também não existia a própria instalação, mesmo que improvisada, notadamente no grupo das instalações de segurança e nas áreas de vivência para os operários.

A confecção dos padrões levou em conta a atual capacitação técnica e financeira da empresa, os requisitos da NR-18, assim como a estratégia de produção da empresa, mesmo que esta última existisse somente de forma implícita. Alguns dos padrões elaborados também consideraram procedimentos adotados por outras empresas, tomados como *benchmarks*. Da experiência adquirida, pode-se afirmar que o grupo de itens menos complexo é o das instalações para movimentação e armazenamento de materiais, sugerindo-se iniciar os trabalhos pelo mesmo.

3.2.3.3 Elaboração do manual

A tarefa de elaboração do manual começa imediatamente após o término da primeira reunião de padronização, recomendando-se, com base na experiência adquirida, que após cada reunião o redator já procure esboçar a descrição final do padrão, identificando desde logo, eventuais pontos obscuros ou que foram definidos de forma incompleta. No início da reunião seguinte estas questões devem ser comunicadas a todos para serem então discutidas e resolvidas o mais brevemente possível. Para não sobrecarregar o redator e, em consequência, não comprometer a qualidade do trabalho, devem ser realizadas, no máximo, duas reuniões por semana.

Observando o cronograma da figura 3.2, observa-se que a elaboração do manual não se encerra com a reunião de revisão, prosseguindo por mais algum tempo, até que todas as descrições, fotos e desenhos estejam organizadas e editadas de forma a obter-se a melhor apresentação possível.

Todos os padrões foram concebidos assumindo-se que os mesmos têm caráter evolutivo, isto é, eles podem e devem sofrer alterações quando for viável implantar uma solução mais eficiente do que a atual. Decorrente disto, os manuais foram elaborados em um formato tal que facilitasse as mudanças nos procedimentos e padrões estabelecidos na versão inicial, de modo que não fosse comprometida a organização da sua estrutura física, especialmente a numeração de páginas e itens. Na parte gráfica do manual, todos os desenhos foram executados em um *software* CAD, denominado DataCad, pois, além de possibilitar maior velocidade e melhor apresentação visual, o uso desta ferramenta também facilita as futuras alterações.

3.2.4 Considerações finais

Mesmo que muitos dos novos padrões não venham a ser implantados imediatamente, o desenvolvimento do trabalho justificou-se à medida em que a empresa foi conscientizada acerca da importância e da existência dos problemas, e que existem agora soluções prontamente disponíveis para a resolução dos mesmos.

Embora os estudos de caso tenham-se limitado ao estabelecimento dos padrões e sua documentação em um manual, foi sugerida às empresas a continuidade do trabalho, através dos seguintes procedimentos:

- a) disseminar o conteúdo do manual entre todos os mestres, engenheiros, técnicos e estagiários;
- b) avaliar periodicamente a aplicação do manual em todas as obras da empresa. Neste sentido, pode ser empregado o mesmo *check-list* utilizado no diagnóstico inicial dos canteiros, sendo interessante incluir-se novos itens decorrentes dos padrões particulares;
- c) alterar o manual sempre que houver mudanças nos procedimentos e padrões da empresa.

À semelhança do método de diagnóstico, o método de padronização também foi implementado sem maiores dificuldades, notando-se claramente uma crescente evolução na qualidade e na fluência dos trabalhos, desde o primeiro estudo de caso até o último. Também deve ser reiterado que a lista de verificação mostrou ser uma ferramenta indispensável, sendo a principal guia do processo.

O tempo total gasto para se realizar um trabalho de padronização, não incluindo a etapa de diagnóstico, foi de aproximadamente 30 horas, distribuídas da seguinte forma: 10 horas consumidas em reuniões de padronização e revisão, e 20 horas consumidas na tarefa de elaboração do manual, exigindo serviços de editoração de textos e desenhos.

Em todos os estudos de caso, a fase que apresentou a maior dificuldade para definição dos padrões foi a referente ao grupo instalações de segurança, devido aos seguintes fatores:

- a) a própria natureza do assunto, que envolve muitos conhecimentos específicos, exigindo consultas a normas e bibliografia especializada;
- b) desconhecimento e pouca conscientização, da parte de alguns membros do grupo de padronização, acerca das reais necessidades de instalações de segurança;
- c) necessidade de criar os padrões de várias instalações, pois as mesmas não existiam ou não estavam de acordo com as normas de segurança.

No que se refere às instalações provisórias, o ponto crítico foi o desenvolvimento do sistema construtivo destas, já que nenhuma empresa possuía um sistema definido e racional. Cada empresa escolheu um sistema(s) diferente(s), sendo que a empresa A optou por utilizar chapas de compensado e containers metálicos, a empresa B alvenaria e chapas de compensado, e a empresa C um sistema em chapas metálicas similar ao de chapas de compensado.

Já o sistema de movimentação e armazenamento de materiais foi o grupo que envolveu o menor número de instalações, abrangendo em grande parte, técnicas e procedimentos para armazenagem. Um aspecto não abordado pelo trabalho, mas que o complementaria, é a padronização dos procedimentos para recebimento e inspeção dos materiais entregues no canteiro.

3.3 OUTROS ESTUDOS DE CASO - PLANEJAMENTOS DE *LAYOUT* E ESTIMATIVA DE CUSTO DAS INSTALAÇÕES DE CANTEIRO

3.3.1 Considerações iniciais

No período compreendido entre Janeiro e Dezembro de 1996 foram realizados nove estudos de caso de planejamento de *layout* de canteiros, em cinco empresas, distribuídos conforme está apresentado no quadro 3.1, o qual pode ser consultado no início deste capítulo.

Para inserir estes estudos de caso no contexto dos demais realizados, é importante salientar que os estudos de padronização e os estudos de aplicação completa do método de diagnóstico realizaram-se somente nas empresas A, B e J. Embora as obras em andamento das empresas I e N tivessem sido visitadas, não aplicou-se o *check-list* em nenhuma delas, fato que não comprometeu a execução dos respectivos planejamentos de *layout*.

Nenhuma das cinco empresas realizava o planejamento de *layout*, sendo que, em todas elas, a responsabilidade pela definição do *layout* inicial era dividida entre o engenheiro e o mestre-de-obras, quando não era totalmente delegada ao mestre. Dos nove canteiros, sete podem ser classificados como restritos e dois como amplos, de acordo com a classificação proposta no item 2.2.3.

O arranjo físico inicial era definido simultaneamente ao começo da obra, baseado na experiência prática, não existindo registro do *layout* em planta, nem tampouco preocupação com detalhes, ou com futuras alterações, as quais eram realizadas de forma improvisada à medida que a situação exigia. A visão da atividade planejamento de canteiro era bastante restrita, desconsiderando-se a qualidade, adequação e necessidade das instalações de canteiro, ou seja, as empresas não compreendiam corretamente a importância e os inter-relacionamentos desta atividade.

3.3.2 Execução dos planejamentos de *layout*

Em todos os estudos de caso, o *layout* foi definido e aprovado com boa antecedência ao início da obra, no mínimo vinte dias, fornecendo tempo suficiente para que se providenciassem os recursos necessários à sua implantação (material para barracos, equipamentos para vestiários, refeitório, escritório, etc.). Foram elaboradas plantas de *layout* para todos os canteiros, baseando-se nas instruções para elaboração de croquis do item 3.1.4. No anexo B encontra-se, à título de exemplificação, uma das plantas de *layout* confeccionadas.

O pessoal envolvido no planejamento variou de acordo com a empresa. Nas empresas A e B somente um engenheiro participou. Já nas empresas I e J participaram dois engenheiros, enquanto que na empresa N participaram um engenheiro e um mestre-de-obras. Da experiência adquirida e considerando a própria natureza da tarefa, recomenda-se que ela seja executada por uma equipe que inclua além de engenheiros, também os mestres-de-obra, já que estes últimos, além da experiência diferenciada, estarão juntamente com o pessoal de obra, trabalhando por um longo período no ambiente determinado pelo plano de *layout*, isto é, serão os principais usuários do canteiro.

O tempo despendido para se obter o plano definitivo de *layout* foi muito pequeno, duas ou três reuniões por obra, variando de acordo com a complexidade de cada uma, com duração média de cerca de 45 minutos por reunião. Na primeira reunião, é recomendável que um dos participantes já leve uma proposta inicial de *layout*, assim como uma listagem das principais restrições a serem vencidas, para que a partir deste ponto se evolua até a solução definitiva. Essa sistemática mostrou-se eficiente nos estudos de caso, com este papel sendo desempenhado pelo pesquisador.

Para a realização do planejamento foram requisitados o projeto arquitetônico, o cronograma e o orçamento da obra, além dos resultados do diagnóstico. Em alguns estudos não estavam disponíveis o cronograma e/ou o orçamento, falta esta que prejudicou a execução do trabalho. Em apenas um caso foi necessário consultar o projeto estrutural e seu autor, devido a uma alternativa de *layout* que afetaria diretamente a estrutura da edificação.

Nas empresas A e B, houve canteiros cujo *layout* foi planejado após a conclusão do trabalho de padronização, possibilitando a confirmação de algumas das vantagens da existência de padrões

para as instalações de canteiro. Os padrões permitiram que os referidos *layouts* fossem estabelecidos com mais facilidade e exatidão do que os outros, já que se dispunham de diretrizes básicas para a tomada de decisões estratégicas (tipologia das IP, utilização de solos, etc.), além de informações exatas acerca de dimensões e características de instalações como baias, guinchos e depósitos.

Confirmou-se, de modo especial ao longo dos quatro planejamentos na empresa A, que os principais determinantes para o grau de dificuldade da tarefa são as restrições do canteiro (taxa de ocupação do terreno, existência de vegetação de porte, facilidade de acesso, etc.) e as características do projeto da edificação (facilidade de aproveitamento do subsolo, existência de áreas construídas no térreo, posicionamento da edificação no terreno, etc.), ainda que, obviamente, a existência de padrões e a experiência com planejamentos anteriores contribuam grandemente para a qualidade do trabalho realizado.

3.3.3 Estimativa de custo das instalações de canteiro

Com o objetivo de obter-se algum dado à respeito da participação das instalações de canteiro no orçamento global da obra, realizou-se uma estimativa destes custos para a obra A1 (primeiro planejamento de *layout* na empresa A). A estimativa abrangeu os custos com materiais e mão-de-obra despendidos para a implantação do *layout* planejado no estudo de caso, não incorporando, entretanto, os custos com a manutenção das instalações ao longo do período de execução. Foram calculados separadamente os custos de cada um dos três grupos que compõem o canteiro, considerando que todos os materiais e equipamentos foram adquiridos novos para aquela obra. O quadro 3.3 apresenta os resultados da estimativa.

Quadro 3.3. Estimativa de custo das instalações de canteiro da obra A1.

Grupo	IP	Segurança	Mov. e Armaz.	Total
% do orçamento	0,98	0,84	0,75	2,57

No grupo das IP os itens de maior peso foram, pela ordem, as chapas de compensado, os armários metálicos para o vestiário, e o aluguel do container para a fase inicial da obra. Já no grupo das

instalações de segurança sobressaíram-se as bandejas salva-vidas, enquanto que no grupo da instalações de movimentação e armazenamento, o guincho foi o item preponderante de custo. É fundamental observar que todas as instalações citadas são passíveis de reaproveitamento de uma obra para outra. Logo, os percentuais do quadro 3.3 podem decrescer significativamente. A listagem com todas as instalações e valores considerados encontra-se no anexo C.

Ao se comparar os percentuais obtidos com os percentuais dos outros itens que compõem o custo de uma edificação (Formoso et alii, 1986), e se for observado que nos outros itens não há a possibilidade de reaproveitamento, conclui-se que, face ao baixo percentual, e a grande importância, são falsos quaisquer argumentos de que os canteiros não podem ter as instalações logísticas necessárias devido aos custos envolvidos.

3.3.4 Considerações finais

A combinação de um grande número de elementos de canteiro com a pouca disponibilidade de espaço torna a atividade de planejamento de *layout* semelhante à montagem de um quebra-cabeças, exigindo que o planejador tenha disposição e criatividade para encontrar soluções inovadoras.

É importante ter-se sempre em mente, que a implantação de um bom arranjo pode ter custos praticamente idênticos à implantação de um arranjo deficiente, e que a qualidade do planejamento é que determina a existência de uma ou outra situação. Por sua vez, a atividade de planejamento, conforme foi visto, consome um número insignificante de horas técnicas, não existindo, portanto, justificativa para a sua não realização, já que os recursos despendidos são insignificantes face aos benefícios que resultam da sua execução qualificada.

Ficou demonstrado após a realização dos estudos de caso, que ao se executar o planejamento de *layout* defronta-se com uma série de questões à respeito da logística de canteiro, tais como procedimentos de armazenagem de materiais, preparação do terreno para circulação de veículos e pessoas, tipos de equipamentos de transporte vertical e horizontal, programação de entregas, etc. Também ficou clara a interação entre o planejamento de *layout* e a programação da obra, visto

que em algumas ocasiões somente foi obtido um *layout* aceitável quando as necessidades deste foram consideradas pela programação.

Assim, pode-se concluir que, o planejamento do canteiro, e logo do *layout*, não pode ser desvinculado do planejamento e da programação global da obra, devendo ser realizado em sinergia com estes, e não apenas se adaptando às restrições impostas.

4 RESULTADOS DOS ESTUDOS DE CASO DE DIAGNÓSTICO E PADRONIZAÇÃO DE CANTEIROS

4.1 RESULTADOS DOS DIAGNÓSTICOS

Os resultados dos diagnósticos são apresentados em três partes: a primeira tratando somente da análise das listas de verificação, a segunda tratando da análise da aplicação da NR-18, e a última, complementar a estas, enfocando observações genéricas provenientes dos estudos de caso de aplicação integral do método de diagnóstico. No anexo A é apresentado o resultado das aplicações da lista de verificação, incluindo as quantidades totais de "sim", "não" e "não se aplica" por item e as respectivas notas individuais.

4.1.1 Análise dos dados da lista de verificação

4.1.1.1 Instalações provisórias

Quadro 4.1. Resultados gerais do *check-list* para o grupo instalações provisórias.

* Coeficiente de variação.

	Nota Mínima	Média	Nota Máxima	C.V. *
Geral	2,5	5,3	8,3	26,4 %
Porto Alegre	2,5	4,9	7,5	29,4 %
Santa Maria	4,4	5,8	8,3	22,2 %

Observando o quadro 4.1 pode-se ver que a nota média do grupo foi 5,3, ou seja, na média, os vinte e cinco canteiros atendem à 53% dos requisitos aplicáveis da lista, ou sob outro enfoque, 47% dos requisitos aplicáveis não estão em uso. Pode-se constatar também, que o desempenho das empresas do interior é quase 20% superior ao das empresas da capital, e que a maior variabilidade encontra-se entre os canteiros destas últimas empresas.

A figura 4.1 apresenta a nota obtida por cada um dos elementos do grupo IP, segundo a ordem de pontuação obtida. O elemento A10 (área de lazer) não está no gráfico devido ao mesmo ter sido incluído na lista somente nas últimas aplicações, fato que determinou um número de observações insuficiente para justificar sua tabulação.

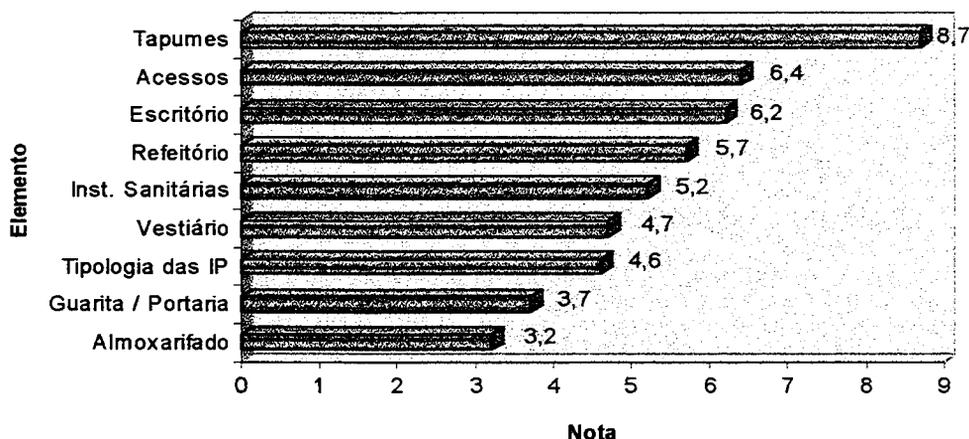


Figura 4.1. Notas dos elementos do grupo IP.

Da figura 4.1, observa-se que o elemento tapumes obteve o melhor desempenho, superando por margem significativa os dois elementos de desempenho mais próximo ao seu (acessos ao canteiro e escritório). De outra parte, nota-se que o pior desempenho foi o do almojarifado, seguido pela guarita do vigia/portaria e pela tipologia das IP. Deve-se esclarecer que o baixo desempenho do item guarita/portaria deveu-se a ausência desta instalação na maioria dos canteiros, fato que, de acordo com o critério adotado, determina, para alguns elementos, a perda dos pontos relativos a todos os itens. Também merecem registro as constatações de que, com exceção dos tapumes, nenhum outro elemento supera a nota 8,0, e que quatro dos nove elementos não atingem sequer a nota 5,0.

São dados reveladores as médias muito baixas de elementos importantes como o almojarifado e a tipologia das IP, além do fraco desempenho das instalações de apoio direto à mão-de-obra, tais como o vestiário e as instalações sanitárias. Além de demonstrarem o descaso com a logística de canteiro, as notas deixam transparecer a pouca atenção que as empresas dispensam à sua mão-de-obra, já que grande parcela dos itens se refere a exigências diretamente relacionadas ao conforto do trabalhador.

A seguir são listados os três itens com melhor desempenho e os três itens com pior desempenho. Os números entre parênteses referem-se a percentagem de canteiros em conformidade com os requisitos dos itens:

- a) a 2.2: os tapumes são feitos de material resistente e estão bem conservados (96%);
- b) a 7.3: o refeitório têm piso de concreto, cimentado ou outro material lavável / NR-18 (88%);
- c) a 9.4: há papel higiênico e respectivo depósito nos banheiros / NR-18 (88%);
- d) a 6.2: existem etiquetas nas ferramentas do almoxarifado (4,3%) ;
- e) a 1.2: os painéis das IP são unidos com parafusos, encaixe ou sistema semelhante (9,5%);
- f) a 9.6: há suporte para sabonete e cabide para toalha nos banheiros / NR-18 (12,5%).

4.1.1.2 Segurança na obra

Quadro 4.2. Resultados gerais do *check-list* para o grupo segurança.

	Nota Mínima	Média	Nota Máxima	C.V.
Geral	1,4	5,2	8,3	30,8 %
Porto Alegre	1,4	5,5	8,3	34,5 %
Santa Maria	2,7	4,9	7,3	26,3 %

Conforme indica o quadro 4.2, a nota média do grupo de itens referentes à segurança do trabalho foi bastante semelhante à nota média do grupo de itens referentes às IP. No grupo segurança as empresas da capital superam as do interior por uma margem de cerca de 12%, enquanto que a variabilidade é maior do que a encontrada no grupo anterior, tanto entre as empresas de Porto Alegre quanto entre as de Santa Maria.

A figura 4.2 apresenta a nota obtida por cada elemento do grupo, não incluindo apenas o elemento grua, pois apenas três dos vinte e cinco canteiros observados possuíam este equipamento.

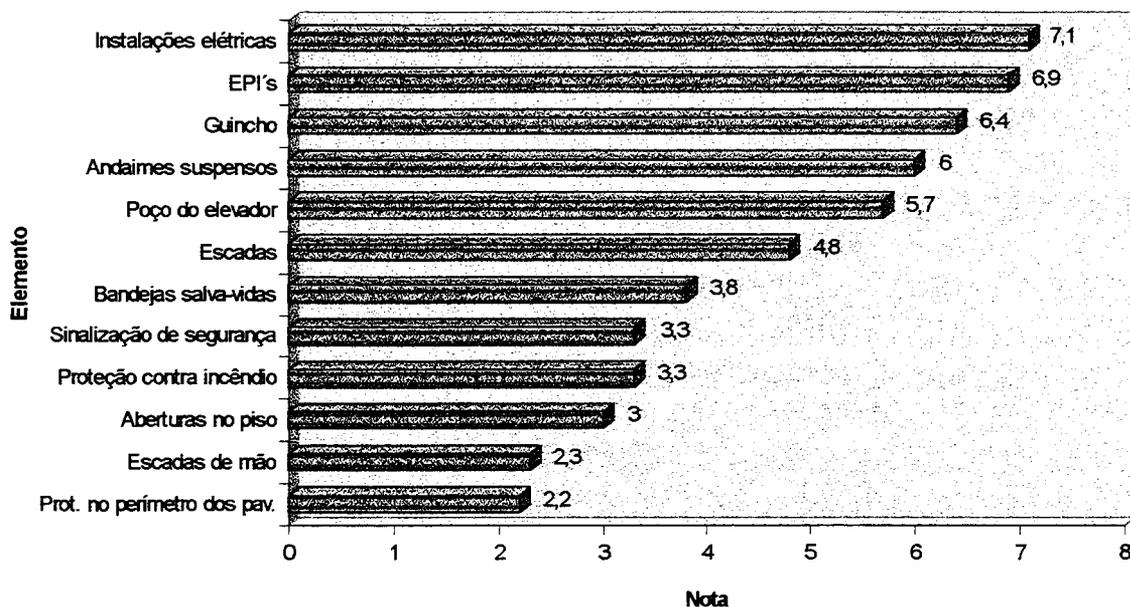


Figura 4.2. Notas dos elementos do grupo segurança.

Analisando a figura 4.2 nota-se que as instalações elétricas apresentam o melhor desempenho, seguida pelos EPI's e pela segurança no guincho. Os piores desempenhos couberam à proteção contra quedas no perímetro dos pavimentos e as escadas de mão, acompanhados de perto pelas proteções nas aberturas no piso. Observa-se também, que nenhum elemento supera a nota 8,0, e que existem sete elementos, dos doze, com notas inferiores ao patamar 5,0.

A última colocação e a nota muito baixa do elemento proteção no perímetro dos pavimentos certamente não foram circunstanciais ou privilégio do grupo de empresas estudado, pois as quedas de trabalhadores são reconhecidamente uma das principais causas de acidentes na construção de edificações. Também é grave o fato de que não sejam cumpridos requisitos bastante simples, tais como os relacionados as escadas de mão, aberturas no piso e proteção contra incêndio.

De modo geral, pode-se afirmar que o desempenho do grupo segurança é preocupante, tanto devido ao fato de que a maior parte dos requisitos são exigências da NR-18, quanto

principalmente pelas exigências se referirem a muitas instalações indispensáveis para a segurança, as quais, se não existirem, expõem os trabalhadores ao risco iminente de lesões e acidentes. Portanto, neste grupo, com mais necessidade do que nos outros dois, é fundamental um desempenho uniforme e expressivo de todos os elementos, já que a segurança de um canteiro jamais será aceitável de forma parcial, pois qualquer omissão têm como primeira vítima a saúde e a vida dos trabalhadores.

A seguir são listados os três itens com melhor e os três com pior desempenho, no grupo segurança:

- a) b 8.1: são fornecidos capacetes para visitantes (88%);
- b) b 9.3: as máquinas e equipamentos são ligadas por plugue e tomada / NR-18 (87,5%);
- c) b 12.8: nas concretagens das lajes são deixados ganchos para atirantar a torre do guincho (86,7%);
- d) b 1.3: na concretagem da escada deixam-se esperas para servir de montante para os corrimãos provisórios (9,5%);
- e) b 6.2: existem plataformas de proteção secundárias / NR-18 (11,1%);
- f) b 7.4: existe sinalização de advertência nas áreas da grua e do guincho / NR-18 (15,8%).

4.1.1.3 Sistema de movimentação e armazenamento de materiais (SMAM)

Quadro 4.3. Resultados gerais do *check-list* para o grupo SMAM.

	Nota Mínima	Média	Nota Máxima	C.V.
Geral	3,2	5,9	8,7	23,7 %
Porto Alegre	3,2	5,2	7,4	21,7 %
Santa Maria	4,1	6,8	8,7	19,4 %

No quadro 4.3 observa-se que a nota média do SMAM (5,9) é a maior dos três grupos, ainda que também não atinja 60% de requisitos em conformidade. Neste grupo, novamente as empresas do interior superam as da capital, desta vez, por uma margem de 30%. A variabilidade é a menor entre os três grupos, embora ainda seja expressiva.

Embora o desempenho geral deste grupo tenha sido superior ao dos outros dois, não se pode considerar satisfatório o resultado obtido, especialmente entre as empresas da capital, uma vez que ainda é significativo o potencial de melhorias à ser implantado, a maior parte delas com impacto direto sobre os custos de produção, notadamente através da redução das perdas de materiais.

A figura 4.3 apresenta as notas para cada elemento do grupo SMAM, segundo a ordem de pontuação obtida:

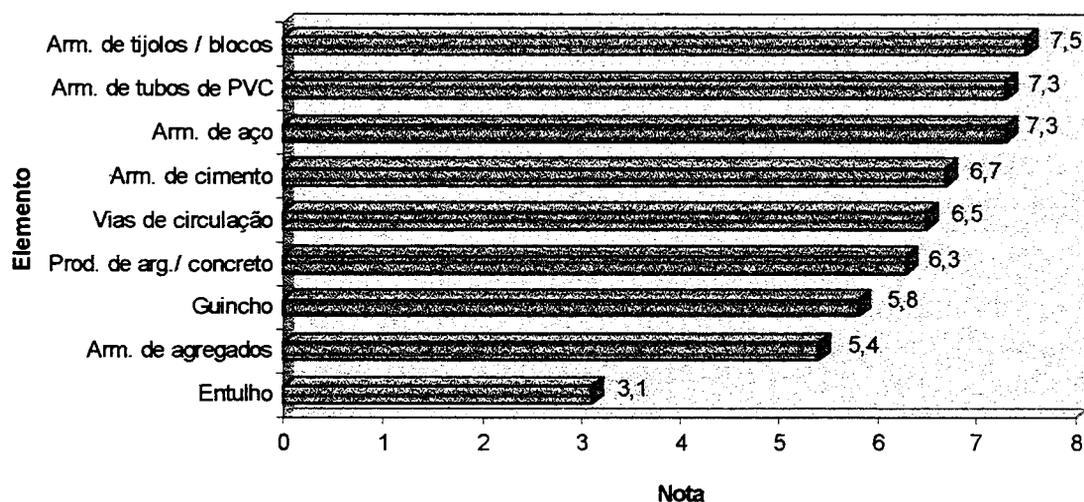


Figura 4.3. Notas dos elementos do grupo SMAM.

Analisando a figura 4.3, se observa que se destacam os armazenamentos de tijolos/blocos, tubos de PVC e aço, com os mesmos apresentando desempenhos praticamente idênticos. No patamar inferior encontra-se o elemento entulho, distante do pior desempenho mais próximo, que é o do armazenamento de agregados. Neste grupo, embora nenhum elemento supere o patamar 8,0, pela primeira vez, três elementos conseguem superar o patamar 7,0, enquanto que apenas um, entre os nove, obteve nota inferior ao patamar 5,0.

Comparando especificamente os armazenamentos dos diferentes materiais, nota-se que os desempenhos decrescem à medida que aumenta a complexidade da técnica de armazenagem. Isto fica bem saliente ao comparar-se o desempenho do armazenamento de tijolos/blocos com o

armazenamento de agregados, pois estes últimos materiais exigem maiores cuidados na estocagem e manuseio.

Já o guincho obteve no grupo do SMAM um desempenho inferior ao obtido no grupo segurança, fato ocasionado principalmente pelas não conformidades relativas ao sistema de comunicação com o guincheiro (itens C3.1 e C3.2), o qual, em grande parte dos canteiros, era constituído por arames junto à torre e marcas no cabo da roldana.

Abaixo são listados os itens do SMAM com os melhores e piores desempenhos:

- a) c 4.13: os tijolos são separados por tipo (100%);
- b) c 4.9: a argamassa é descarregada no local definitivo de armazenagem (100%);
- c) c 4.21: os tubos de PVC estocados livres da ação direta do sol (93,3%);
- d) c 2.2: o transporte de entulho para o térreo é feito com calha ou tubo coletor (4,3%);
- e) c 5.4: existem indicações de traço para a produção de argamassa/concreto (10%);
- f) c 3.2: no guincho, existe tubofone em combinação com outro sistema de comunicação (22,2%).

4.1.1.4 Notas globais

Quadro 4.4. Notas médias globais do conjunto de canteiros.

	Nota Mínima	Média	Nota Máxima	C.V.
Geral	3,5	5,4	7,6	19,1 %
Porto Alegre	3,5	5,2	7,3	20 %
Santa Maria	4,1	5,8	7,6	16,7 %

Analisando o quadro 4.4 se observa que a nota média global do conjunto de canteiros é semelhante as médias dos grupos IP e segurança, sendo um pouco inferior a média do grupo SMAM. Também se nota que as empresas de Santa Maria tiveram um desempenho geral pouco superior as empresas de Porto Alegre (nota 11,5 % maior).

4.1.1.5 Análise global dos resultados

As figuras 4.4, 4.5 e 4.6 abaixo, apresentam as notas individuais obtidas em cada um dos vinte e cinco canteiros observados, pretendendo dar uma idéia da variabilidade dos desempenhos encontrados. Com a mesma finalidade, a figura 4.7 apresenta a nota global de cada um dos canteiros. Do canteiro um ao treze, as notas são referentes a empresas de Porto Alegre, enquanto que do canteiro quatorze ao vinte e cinco, são referentes as empresas de Santa Maria. O canteiro quinze não foi considerado para o cálculo das médias gerais dos grupos segurança e SMAM (nem para a média da NR-18, apresentada no item 4.1.2), pois o número de itens aplicáveis, em cada grupo, foi insignificante, sendo inferior a 15 % do total.

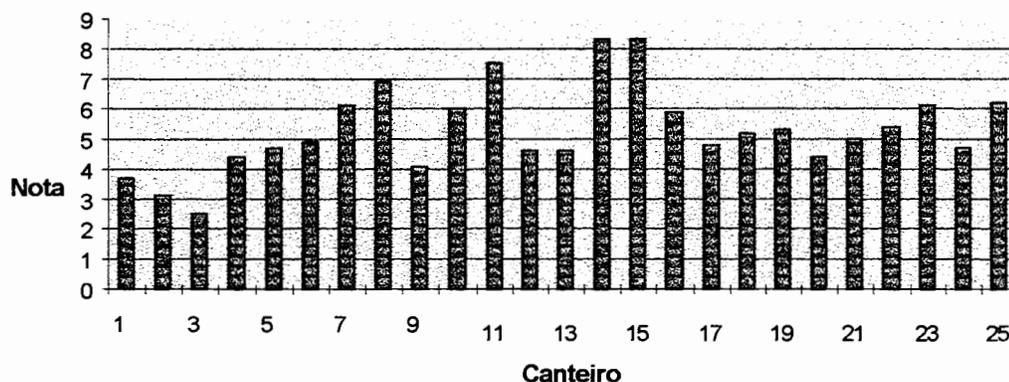


Figura 4.4. Notas individuais, por canteiro, para o grupo IP.

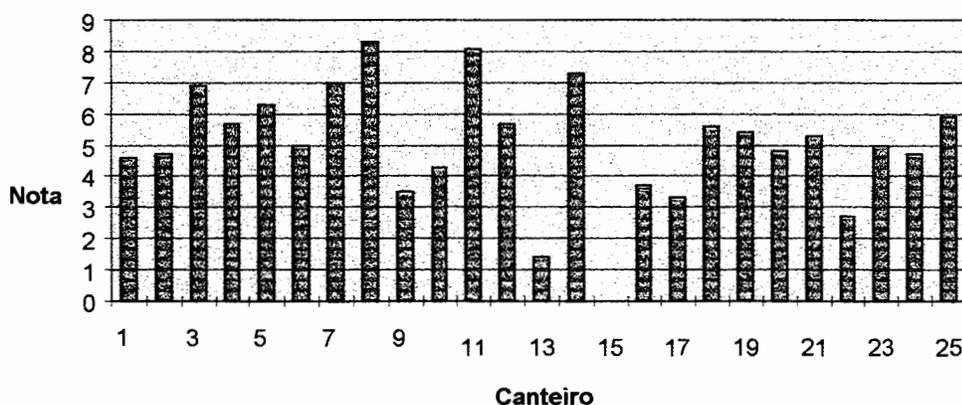


Figura 4.5. Notas individuais, por canteiro, para o grupo segurança.

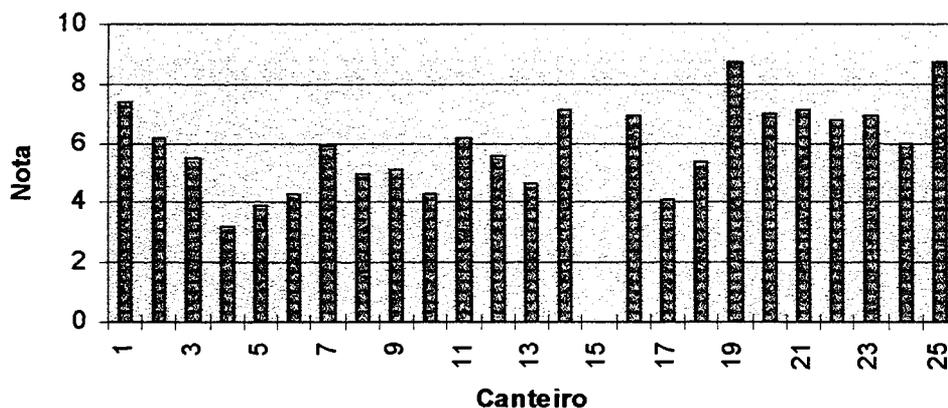


Figura 4.6. Notas individuais, por canteiro, para o grupo SMAM.

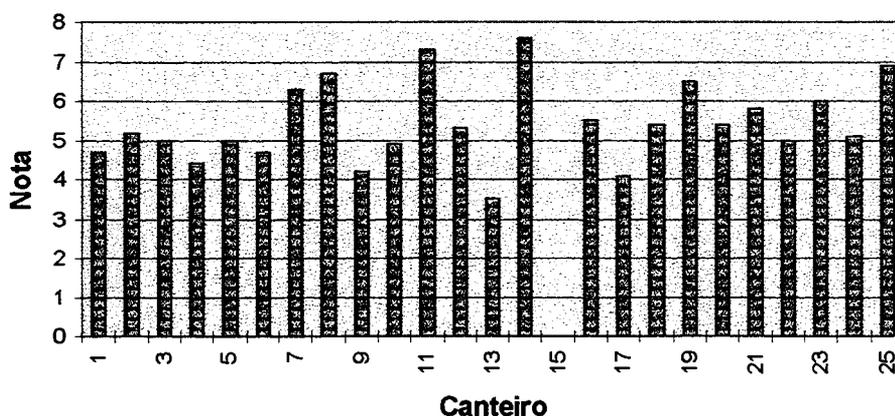


Figura 4.7. Notas globais individuais, por canteiro.

Encontram-se alguns casos de grandes diferenças entre as médias dos grupos de um mesmo canteiro. Exemplos são o canteiro um, onde o SMAM obteve 7,4 e as IP obtiveram 3,7, o canteiro vinte e dois onde o SMAM obteve 6,8 e a segurança apenas 2,7, ou ainda o canteiro três, no qual as IP atingiram 2,5 e a segurança atingiu 6,9. Embora estes casos sejam os mais extremos, raríssimos foram os canteiros com médias semelhantes nos três grupos, o que demonstra, de forma geral, que há em cada obra, uma marcada tendência de determinado grupo ser mais ou menos eficiente que os outros, permitindo, assim, que o diagnóstico identifique o ponto mais fraco da logística, o qual pode ser priorizado para a implantação de melhorias.

Da mesma forma, verifica-se significativa variação de notas dentro de cada grupo, visto que todos eles apresentam médias no mínimo em seis níveis na escala de um à dez; como por exemplo no caso da segurança, para o qual existem notas variando de 1,4 até 8,3.

Toda esta variabilidade demonstra que as exigências do *check-list* não são descabidas ou de difícil implantação, verdade alicerçada no fato de todos os itens terem recebido respostas positivas, com maior ou menor frequência, e também no perfil semelhante dos canteiros e empresas diagnosticados.

Também nota-se uma marcada tendência de desempenho para muitos itens, conforme exemplificaram as listagens dos melhores e piores colocados em cada grupo. Isto denota que embora seja possível encontrar toda espécie de deficiências, algumas são bem mais frequentes que outras, repetindo-se independentemente da empresa.

Embora a priorização de problemas seja uma decisão particular de cada empresa, defende-se que a nível setorial, a questão da segurança, por suas implicações sociais, deve receber maior atenção, visto que o seu fraco desempenho no *check-list* (menor média e maior variabilidade) demonstra que a ausência de instalações de segurança é uma realidade a ser modificada, pois tais instalações têm importância fundamental para a diminuição dos acidentes de trabalho.

Finalmente, pode-se afirmar que, embora estes dados não possuam validade estatística, não há razões para esperar que os valores médios no Estado aumentem com uma amostra maior de canteiros, já que ela foi aplicada em um grupo de empresas que, em sua maioria, estão envolvidas em programas de melhoria da qualidade há vários anos.

4.1.2 Diagnóstico relativo à aplicação da NR-18

4.1.2.1 Resultado da tabulação dos itens da lista relativos à NR-18

A lista de verificação contém quarenta e cinco itens relativos à aplicação da NR-18 (35,1 % do total de itens), sendo que trinta e um deles encontram-se no grupo das instalações de segurança (67,4 % do total do grupo), onze no grupo das instalações provisórias (28,2 % do total) e três no grupo do SMAM (7 % do total). Embora os itens abordados no *check-list* estejam longe de

contemplar a totalidade do conteúdo da norma, pode-se dizer que eles têm uma certa representatividade, já que os requisitos escolhidos são exigências básicas e de importância reconhecida. O quadro 4.5 apresenta os resultados referentes a estes itens, tabulados de forma semelhante aos dos grupos do canteiro.

Quadro 4.5. Resultado gerais do *check-list* para os itens relativos à NR-18.

	Nota Mínima	Média	Nota Máxima	C.V.
Geral	2,3	5,5	8,5	26,4 %
Porto Alegre	2,3	5,4	8,5	33,3 %
Santa Maria	4,4	5,6	7,6	17 %

Observando a média geral referente à NR-18, nota-se que ela é um pouco superior as médias dos grupos segurança (5,8 % maior) e IP (3,8 % maior). Verifica-se, também, que em relação às notas do grupo segurança, ocorre uma inversão de posições entre as empresas da capital e as do interior, situação causada pelo desempenho superior das últimas nos itens da norma situados nos grupos IP e SMAM. Destaca-se ainda, a grande variabilidade encontrada entre as empresas da capital, atingindo quase o dobro da encontrada no interior.

A partir da nota de 5,5 pode-se afirmar que, no grupo de empresas estudado, a aplicação da NR-18 ainda deixa muito a desejar tendo-se em vista que, na média, apenas 55 % dos requisitos aplicáveis da lista são atendidos. Este resultado é alarmante à medida que, conforme já comentado, os requisitos se referem a procedimentos e instalações básicas de segurança e conforto no ambiente de trabalho, sendo, por isso, exigências indispensáveis, cujo descumprimento deve ser evitado. Além disto, com exceção de poucos itens, a maior parte destas instalações são de baixo custo.

Em quinze, das vinte e cinco listas, obteve-se respostas para as questões acerca do dimensionamento das instalações sanitárias. A grande maioria dos canteiros (86,67 %), não está de acordo com as exigências da NR-18, enquanto que apenas 13,33 % satisfazem estas exigências. Entretanto, observa-se que o total de canteiros em conformidade poderia ter chegado aos 33,33 %, não fosse a ausência de mictórios.

Abaixo são listados os três itens com melhor e os três itens com pior desempenho relativos à NR-18:

- a) a 7.3: o refeitório têm piso de concreto, cimentado ou outro material lavável (88%);
- b) a 9.4: há papel higiênico e respectivo depósito no banheiro (88%);
- c) b 9.3: as máquinas e equipamentos são ligadas por plugue e tomada (87,5%);
- d) b 6.2: existem plataformas de proteção secundárias (11,1%);
- e) a 9.6: há suporte para sabonete e cabide para toalha nos banheiros (12,5%);
- f) b 7.4: existe sinalização de advertência nas áreas da grua e do guincho (15,8%).

4.1.2.2 Análise complementar

Nos diagnósticos pôde-se perceber que muitas exigências da norma são cumpridas somente de modo parcial, como no caso das bandejas salva-vidas, onde é comum o uso da plataforma principal, mas raro o uso das plataformas secundárias (ver item 4.1.1.2). Nesta mesma linha, identificou-se também, que diversas instalações prescritas pela norma são implementadas de modo inadequado, tal como as proteções no perímetro dos pavimentos, barreiras estas, que ao invés de serem construídas com anteparos rígidos de madeira ou metal, são feitas com cordas ou arames estendidos entre os pilares, funcionando, na verdade, apenas como sinalizadores, e jamais como proteções efetivas.

Durante as entrevistas e no decorrer das reuniões de padronização percebeu-se claramente que o conteúdo da NR-18 ainda não está suficientemente disseminado no meio técnico, ocorrendo surpresa e preocupação por parte de alguns gerentes, ao tomarem conhecimento de certas exigências e dos prazos que as empresas têm para se adaptar a elas. Como exemplo, cita-se uma importante alteração na última versão da NR-18, a que determina a existência de elevadores para passageiros em edifícios com dez ou mais pavimentos a partir de 1998. Tal exigência tem implicações práticas no planejamento e nos custos de implantação dos canteiros de obras novas, mas entretanto, é praticamente ignorada, inclusive pelos gerentes, sendo provável que a maioria das empresas não se adequará à esta nova prescrição no prazo estabelecido pela norma.

4.1.3 Considerações adicionais sobre os diagnósticos

Inicialmente, cabe ressaltar que se percebeu um baixo grau de compreensão da parte de alguns profissionais (mestres e engenheiros) acerca da importância e dos procedimentos para o planejamento do canteiro, deficiência esta, que apresentava suas consequências de forma concreta na má situação dos canteiros visitados, conforme comprovam os fracos desempenhos obtidos no *check-list*.

Como exemplo da falta de compreensão acerca do problema do *layout* pode-se citar a resposta de um engenheiro quando perguntado sobre as dificuldades que tinha encontrado no planejamento: "*Este canteiro não teve problemas, pois é bastante espaçoso*". Entretanto o referido canteiro, realmente mais espaçoso que a média visitada, apresentava um aproveitamento deficiente do espaço disponível, aliando a um equivocado arranjo físico, inadequadas instalações de segurança e de armazenagem de materiais. Este caso é bastante revelador da necessidade de que o planejamento seja realizado sob diretrizes e procedimentos bem definidos, evitando o desperdício de recursos importantes como o espaço livre de um canteiro.

O caso descrito acima não foi único, observando-se diversos outros exemplos de práticas que são inadmissíveis em outros setores industriais, tais como a falta de cuidados básicos com a armazenagem de materiais e com a segurança dos funcionários, além da desconsideração de noções básicas de arranjo físico, como localizar banheiros ao lado dos vestiários (encontraram-se casos de banheiros na frente da obra e vestiários nos fundos), ou colocar a betoneira próxima do guincho. Como decorrência da ausência de planejamento, também era rara a existência de plantas do *layout*, encontrando-se, quando muito, esboços do arranjo físico rabiscados sobre as plantas do projeto arquitetônico.

O modo por vezes amador como são encaradas e resolvidas as questões logísticas do canteiro transparece na percepção que alguns profissionais têm sobre o assunto. Quando questionado sobre a sujeira no pátio de uma casa vizinha, provocada pela queda de argamassa proveniente da execução do revestimento externo, um mestre-de-obras respondeu com a seguinte frase: "*os vizinhos são gente boa, não se incomodam*".

Embora possa parecer um paradoxo em relação ao panorama descrito, notou-se que existem alguns paradigmas de *layout* bastante enraizados no meio técnico, convicções baseadas somente na experiência pessoal de cada profissional. Exemplos destes paradigmas são:

a) localização do guincho: de acordo com o mestre ou engenheiro, havia preferência por colocar o guincho em frente a sacadas, paredes cegas, paredes com esquadrias ou até mesmo no poço do elevador. Todas estas opções possuem muitos adeptos, cada quais com suas justificativas;

b) material das instalações provisórias: marcadamente havia a preferência por barracos de chapas de compensado, ainda que nenhuma empresa possuísse um sistema racional de IP com o uso deste material. A utilização de alvenaria de tijolos era pouco considerada, enquanto que o uso de containers praticamente ignorado, em grande parte pelo desconhecimento da opção;

c) refeitórios: algumas empresas não colocavam refeitório nos canteiros e outras os mantinham em condições precárias, com seus gerentes demonstrando resistência em passar a utilizar tal instalação. A justificativa mais comum era a de que os trabalhadores não gostavam de comer nos refeitórios, devido a terem vergonha de sua marmita e de seus hábitos à mesa, preferindo fazer as refeições em locais diversos, sozinhos ou em pequenos grupos;

d) portões: os *layouts* eram definidos para que os canteiros possuíssem somente um portão para veículos. Ainda que existissem alternativas de *layouts* mais eficientes com o uso de dois portões, essa possibilidade soava estranha aos ouvidos de muitos profissionais, fato que pôde ser constatado nos diagnósticos e também nos estudos de caso de planejamento de *layout*;

e) sinalização de segurança: justificando-se no analfabetismo dos trabalhadores, muitas empresas não adotavam nenhuma espécie de sinalização de segurança nas obras, a despeito das exigências das normas de segurança. Esta atitude ignora o fato de que cartazes escritos não são o único meio de transmissão de informações e de que nem todos os funcionários são analfabetos;

f) preconceito em relação à mão-de-obra: nas empresas analisadas notou-se por parte de algumas pessoas um preconceito em relação à mão-de-obra, manifestado principalmente através do temor de furtos. Alguns gerentes de obra usaram esta justificativa para explicar a inexistência de papel higiênico e a colocação de gradeamentos nos chuveiros elétricos.

Outro aspecto que os diagnósticos salientaram foi a ausência de padronização das instalações de canteiro, a qual pôde ser confirmada quando se visitaram várias obras de uma mesma empresa, como foi o caso das empresas A, B e J, nas quais se obteve farto material para justificar a existência da padronização. A inexistência de tal procedimento era evidenciada, entre outras, pelas seguintes práticas:

- a) as melhorias existentes em um canteiro não eram estendidas aos demais, ainda que tratassem de instalações simples, como a dosagem de água com caixa de decarga ou depósitos para entulho;
- b) dentro de um mesmo prédio, ao longo dos pavimentos, encontravam-se diferentes tipos de proteções no vão do poço do elevador e até mesmo a ausência de qualquer proteção em alguns vãos, resultado da retirada das madeiras protetoras para uso em outras finalidades;
- c) o improvisado e a falta de uma estratégia definida acerca da tipologia das instalações provisórias era visível, não existindo nenhum documento que registrasse o sistema de IP que a empresa utilizava. Deste modo detectava-se o uso, dentro de mesma empresa, de diferentes sistemas em chapas de compensado, ou o uso indiscriminado de sistemas em alvenaria e compensado;
- d) de modo geral, assim como as IP, as instalações de segurança eram improvisadas, salientando-se itens como os corrimãos provisórios de escadas, proteção no poço do elevador e andaimes. Refletindo o improvisado, eram frequentes as discrepâncias em relação às exigências da NR-18.

4.2 O MANUAL DE PADRONIZAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRA

Conforme já foi apresentado no capítulo 3, o produto resultante em cada um dos três estudos de caso de padronização foi um manual de padronização das instalações de canteiro, o qual incluía padrões para todos os elementos de canteiro definidos no *check-list*, além de diretrizes e procedimentos para o planejamento de *layout* dos canteiros da empresa.

O manual foi elaborado com o objetivo de documentar os padrões novos e os já existentes, constituindo-se no roteiro de procedimentos e padrões que deveriam ser adotados no planejamento dos canteiros. De acordo com Gus (1996), a escolha da expressão manual está ligada às idéias de acessibilidade e praticidade, devendo ser um documento claro, objetivo e de fácil manuseio e consulta. Gus também lembra que o propósito de montar um documento único é o de evitar a sua dispersão em gavetas e arquivos espalhados pela empresa, desestruturando o

conjunto e deixando suas partes sujeitas ao esquecimento ou extravio. Recomendações genéricas para a elaboração de manuais são encontradas em Gus (1996).

Todos os manuais elaborados foram estruturados da mesma forma, contendo cerca de 70 páginas, distribuídas em cinco capítulos (além dos anexos). São eles: (1) apresentação do manual, (2) padrões das instalações provisórias, (3) padrões das instalações para movimentação e armazenamento de materiais, (4) padrões das instalações de segurança, (5) diretrizes e procedimentos para o planejamento do *layout* dos canteiros. As seções 4.2.1 a 4.2.6 descrevem resumidamente o conteúdo de cada capítulo, apresentando também um exemplo de padrão.

4.2.1 Apresentação do manual

Este capítulo é dividido em quatro itens: (1) estrutura do manual, (2) sobre o cabeçalho, (3) instruções para atualização e (4) planilha de controle de revisões. As instruções para atualização do manual têm por objetivo explicar os procedimentos para a realização de eventuais revisões, de modo que estas não comprometam a estrutura física global do documento. As revisões são definidas como toda e qualquer mudança em relação ao conteúdo original de cada página ou documento do corpo do manual, podendo ser de três tipos diferentes:

- a) alteração: melhoria ou correção de uma página ou documento existente;
- b) inclusão: inclusão de uma nova página ou documento;
- c) exclusão: eliminação de uma página ou documento já existente.

Para viabilizar o controle de revisões, estão incluídas no manual, planilhas de controle de revisões, confeccionadas conforme o modelo exposto na figura 4.8:

PÁGINA ONDE ?	DATA QUANDO ?	VERSÃO	RESPONSÁVEL QUEM ?	OCORRIDO O QUÊ ?	JUSTIFICATIVA POR QUÊ ?
				<input type="checkbox"/> alteração <input type="checkbox"/> inclusão <input type="checkbox"/> exclusão	
				<input type="checkbox"/> alteração	

Figura 4.8. Modelo da planilha de controle de revisões utilizada nos manuais de padronização.

4.2.2 Padrões das instalações provisórias

Este capítulo divide-se em oito itens, os quais estabelecem padrões para cada um dos elementos de canteiro do grupo instalações provisórias, definidos no *check-list* como sendo os seguintes: tapumes, acessos à obra, escritório, almoxarifado, refeitório, vestiário, instalações sanitárias e tipologia das instalações provisórias.

Cada elemento tem padronizadas as características básicas das instalações que o compõem, envolvendo, por exemplo, a definição de um sistema modulado de tapumes, um modelo de armário para o escritório e de um aquecedor de marmitas para o refeitório, ou a listagem das instalações mínimas que um almoxarifado deve possuir. A padronização da tipologia das IP é a definição mais complexa deste grupo, devendo apresentar em detalhes, o(s) sistema(s) construtivo(s) das IP da empresa, estabelecendo ainda, a situação de uso de diferentes alternativas construtivas, caso estas existam.

A título de ilustração, é apresentado na figura 4.9, um exemplo de padrão do acesso coberto para entrada de pessoas na obra, envolvendo o texto especificador e o desenho do padrão:

- a) é recomendável que em todas as obras seja construído um acesso coberto para entrada de pessoas, desde o portão de entrada até a área edificada;
- b) este acesso será constituído por uma estrutura de caibros e módulos de chapas de compensado pintadas, idênticas as utilizadas para a construção dos barracos;
- c) o piso do acesso deve ser constituído no mínimo por uma camada de brita;
- d) delimitando o acesso será colocado um corrimão de madeira (podendo ser pintado de branco ou amarelo) a uma altura de 90 cm. A figura abaixo ilustra a construção do acesso.

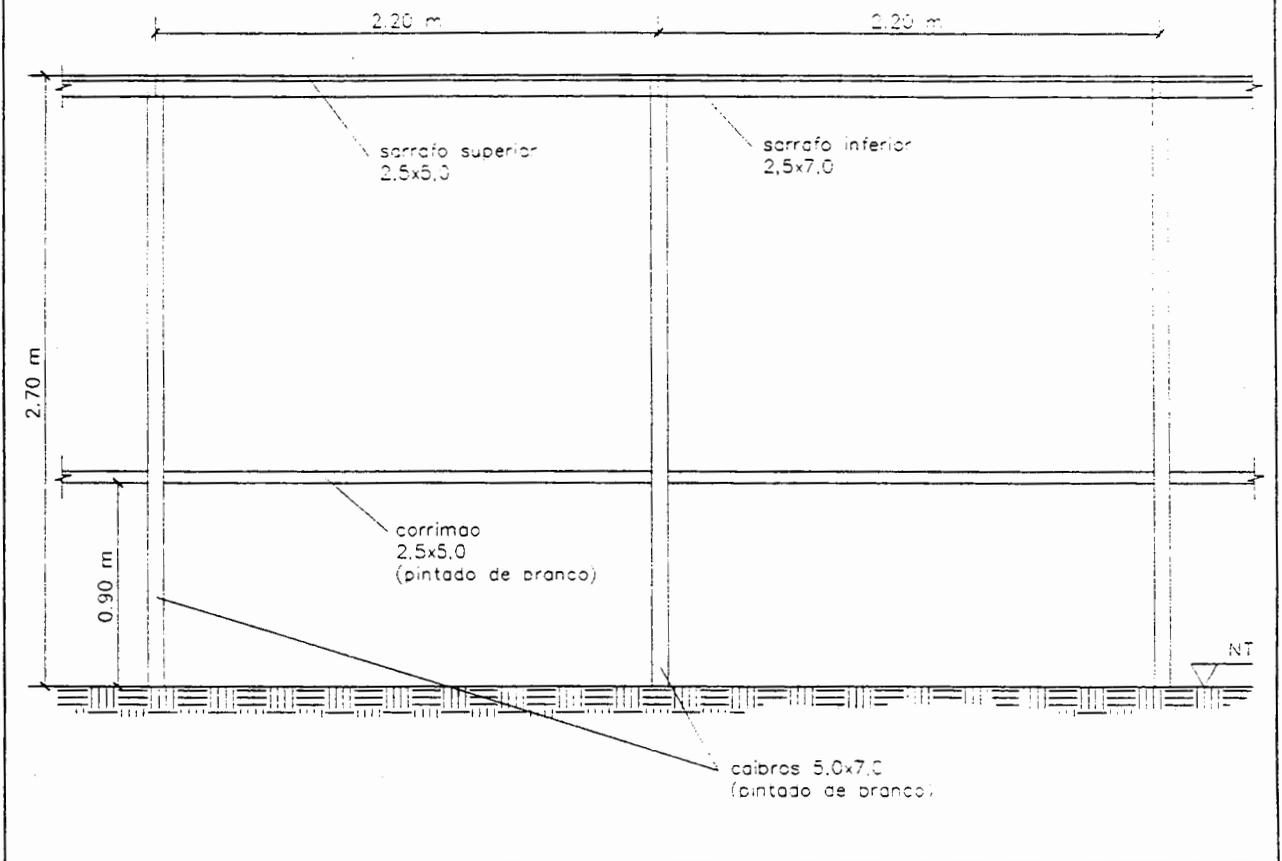


Figura 4.9. Exemplo de padrão - acesso coberto para entrada de pessoas na obra.

4.2.3 Padrões das instalações de movimentação e armazenamento de materiais

Este capítulo divide-se em nove itens, estabelecendo padrões para os seguintes elementos de canteiro: vias de circulação; entulho; guincho; produção de argamassa e concreto; e armazenamento de cimento, agregados, tijolos e blocos, aço e tubos de PVC.

4.2.4 Padrões das instalações de segurança

Este capítulo é dividido em treze itens, os quais estabelecem padrões para os seguintes elementos: escadas, escadas de mão, poços de elevadores e ventilação, proteção contra quedas no perímetro dos pavimentos, aberturas no piso, bandejas salva-vidas, sinalização de segurança, EPI's e uniforme, instalações elétricas, andaimes suspensos, proteção contra incêndio, guincho e elevador de passageiros.

4.2.5 Diretrizes para planejamento de *layout*

No manual, o conteúdo deste capítulo constitui-se basicamente das mesmas diretrizes e procedimentos apresentados no capítulo 5 da presente dissertação, ressalvadas as alterações determinadas pelas preferências e particularidades intrínsecas a cada empresa, como por exemplo, técnicas específicas de descarga de materiais, uso e estoque de materiais não tradicionais, equipamentos de transporte vertical e horizontal, etc.

4.2.6 Anexos

Os anexos incluem modelos de todos aqueles documentos necessários para o funcionamento dos serviços de apoio do canteiro, tais como: planilhas de controle de portaria, planilhas de controle de estoque, quadro diário de presença, etc. Cada um destes anexos deve estar referenciado no padrão de algum elemento do canteiro, onde é definido o funcionário responsável pelo preenchimento do documento.

5 AVALIAÇÃO DOS PLANEJAMENTOS DE *LAYOUT* REALIZADOS

Dos nove *layouts* planejados, somente em um deles foi possível acompanhar a evolução desde o início até o final da obra, enquanto que nos demais o acompanhamento só pôde ser parcial, devido às limitações de tempo desta pesquisa. A obra A1 (obra 1 da empresa A) foi a única acompanhada durante toda a execução.

Embora os conhecimentos adquiridos com os planejamentos realizados encontrem-se expostos de forma sistematizada no capítulo 6, são discutidas a seguir, as principais questões que surgiram durante o acompanhamento da implantação dos *layouts*.

5.1 FASE INICIAL DA OBRA

A fase inicial da obra, definida aqui como as fases de infra-estrutura e estrutura até a desforma da laje do térreo, revelou-se crítica em todos os canteiros, sendo palco de muitas dificuldades para a locação das instalações provisórias e para o estabelecimento de áreas para a descarga e armazenamento de materiais.

A maior causa destas dificuldades foi a elevada percentagem de terreno ocupada pela edificação (canteiro restrito), que, aliada a outros tipos de restrições, tais como árvores ou desníveis, impossibilitava a construção de IP iniciais em quantidade e qualidade idênticas às planejadas para as fases posteriores da obra. A execução das fôrmas no próprio canteiro, além de exigir significativo espaço para locação das bancadas, também contribuiu grandemente para as precárias condições de segurança e circulação nesta fase, demonstrando ser um importante fator restritivo para o planejamento do *layout*. Em algumas obras, a confecção *in loco* das fôrmas, possivelmente aliada a deficiências no processo de execução e colocação das mesmas, tornou o ambiente caótico, conforme ilustra a figura 5.1.

Dentro das limitações impostas pelas restrições citadas, o planejamento para a fase inicial das obras preocupou-se, sobretudo, com o oferecimento das instalações mínimas para o pessoal da obra, priorizando-se banheiros e vestiários. Com exceção de duas obras (empresas B e J), nas sete

restantes não foi possível a construção de um refeitório nesta fase, devido ao exíguo espaço disponível.



Figura 5.1. Prejuízos para a circulação e segurança na obra ocasionados pela execução de fôrmas no próprio canteiro.

Os dois únicos canteiros em que a fase inicial da obra não foi problemática, foram os das obras das empresas B e J, as quais se situavam em terrenos de amplas dimensões, com a edificação ocupando uma parcela apenas razoável do terreno. Nesses dois canteiros as IP foram construídas externamente à edificação, em um caso utilizando alvenaria e no outro utilizando um sistema de paredes de chapas metálicas, o qual foi desenvolvido durante o estudo de caso de padronização na mesma empresa.

Em uma das obras da empresa N, o *layout* do canteiro passou por dois estágios até chegar ao *layout* definitivo (aproveitando as áreas construídas no pavimento térreo). No primeiro estágio, desde o início das fundações até a desforma do subsolo, as únicas instalações existentes foram os banheiros, construídos em uma estreita faixa de apenas 1,70 m de largura entre a edificação e os tapumes. No segundo estágio, após a desforma do subsolo, transferiram-se para lá os banheiros e construíram-se um vestiário, um escritório e um almoxarifado provisórios, também no subsolo.

Todas as instalações somente foram locadas definitivamente após a execução das alvenarias no pavimento térreo, três meses depois do início da obra.

A necessidade de mudar as IP de local várias vezes ao longo da execução, quatro vezes no caso descrito acima (na fase final elas voltam ao subsolo), acentua a exigência de que o sistema adotado atenda ao requisito da flexibilidade, o qual exige, por sua vez, alto grau de reaproveitamento dos materiais e rapidez no processo de montagem e desmontagem.

Para atender este requisito, as IP devem possuir, basicamente, um sistema construtivo modulado com um método de fácil ligação entre os módulos, tal como parafusos ou encaixe, além de receber a adequada pintura e manutenção. Como resultado da existência destas características, ao lado de manutenção adequada, as IP têm seu uso otimizado e terminam por possuir uma maior vida útil, devido ao reaproveitamento integral de seus componentes, o que não é possível com os sistemas improvisados utilizados na grande maioria das obras.

Além das IP tradicionais em chapas de compensado ou alvenaria, há outras alternativas como os containers metálicos, adotados em todas as obras da empresa A. Eles foram utilizados com a finalidade de abrigar as áreas de vivência na fase inicial da obra, até que fosse possível a construção das definitivas, o que, de acordo com o planejamento, só deveria ocorrer após a execução da alvenaria do pavimento térreo.

A avaliação do uso destes containers foi positiva, ainda que tenham havido reclamações generalizadas, da parte dos operários, em relação ao precário isolamento térmico da estrutura, o que resultava em temperaturas internas muito altas nos dias mais quentes. Entretanto, justificando o parecer favorável, os containers apresentaram facilidades como a rapidez no processo de montagem e desmontagem, reaproveitamento total da estrutura e a possibilidade de diversos arranjos internos, graças à modularização e ao sistema de encaixe de suas paredes.

A opção de utilizar ou não containers depende da cultura de cada empresa, da disponibilidade de outras soluções e de uma análise de custos, sendo uma alternativa que os construtores deveriam considerar mais seriamente. Existem no mercado, empresas que oferecem diversos tipos de containers para locação ou compra, sendo que a compra é mais vantajosa para aquelas empresas

que o adotam como um padrão, diluindo seu custo através da utilização em várias obras. O preço de compra situa-se em torno de cinco vezes o aluguel mensal.

A utilização de containers na construção é uma prática habitual em países desenvolvidos e uma alternativa adotada já há tempos em obras de montagem industrial e grandes empreendimentos, possuindo potencial para uso também na construção de edificações. Apesar disto, observa-se que atualmente os containers têm uso ainda pouco difundido em obras de edificações residenciais e/ou comerciais, quadro que pode ser explicado pelos seguintes fatores:

- a) desconhecimento da existência da alternativa para uso neste tipo de obra;
- b) paradigma de que as instalações provisórias devem ser de chapas de compensado;
- c) pouca importância dada às questões de *layout* e logística de canteiro, o que não estimula a busca de alternativas melhores que as atuais.

O custo não pode ser incluído entre os fatores listados pois, tanto o preço de compra quanto de aluguel dos containers é relativamente baixo, sendo perfeitamente viável que o custo envolvido com seu uso seja bastante semelhante ou mesmo inferior ao custo de instalações semelhantes em chapas de compensado. Também se deve lembrar que os containers requerem menos manutenção que instalações em compensado, e que sua vida útil é superior à vida útil destas.

A figura 5.2 mostra o croqui de um container utilizado em uma das obras da empresa A. O módulo padrão de 12 m x 2,40 m foi dividido internamente de forma a abrigar banheiros, vestiário, escritório e almoxarifado para uma população estimada de 12 pessoas.

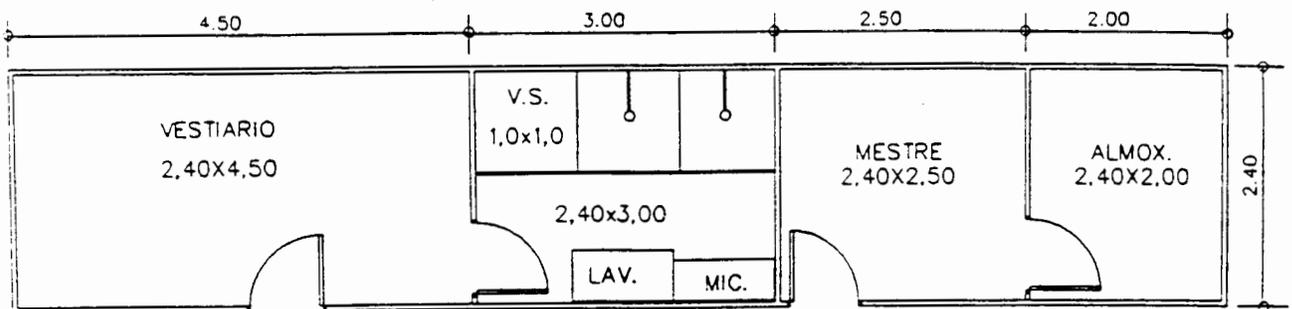


Figura 5.2. Croqui de container utilizado em uma das obras da empresa A.

5.2 FASE DE PICO MÁXIMO DE OPERÁRIOS NO CANTEIRO

À medida que avança a execução da obra, cresce junto a população do canteiro, chegando a um estágio em que as instalações do *layout* inicial não mais comportam tanta gente, gerando a necessidade de transferência de local ou ampliação das áreas de vivência. Em sete dos nove planejamentos foi necessária a transferência das mesmas, em todos os casos para dentro de áreas construídas no pavimento térreo.

Entretanto, este aproveitamento nem sempre foi total, dependendo bastante da arquitetura interna do pavimento, a qual exigiu, em várias ocasiões, o uso de divisórias de compensado ou então o adiamento da execução de algumas paredes, com o intuito de se adequar a área disponível às exigências dimensionais de cada instalação que seria implantada.

Em várias situações a colocação das IP nas áreas construídas não é uma escolha, sendo a única alternativa viável, como por exemplo, no caso da falta de espaço em anexo ao prédio, existência de desníveis significativos ou vegetação de grande porte. Um outro fator que também influencia fortemente a locação das IP é a localização das instalações de movimentação e armazenamento de materiais, as quais, não raro, determinam a locação das primeiras. Ainda que o aproveitamento das áreas construídas apresente desvantagens nas fases inicial e final da obra, constataram-se os seguintes aspectos positivos desta solução:

- a) as áreas construídas oferecem melhores condições de higiene e isolamento térmico em comparação a instalações em subsolos ou em áreas externas à edificação;
- b) fica mais seguro e otimizado o trajeto dos operários entre as áreas de vivência e as escadas para acesso aos pavimentos superiores;
- c) dependendo da arquitetura interna do pavimento, são exigidos poucos fechamentos com módulos de madeira ou metálicos, assim como também não é necessário adiar a execução de nenhuma parede;
- d) devido ao resguardo contra as intempéries, há a possibilidade de dar-se um melhor acabamento visual as IP, usando-as inclusive como um instrumento de marketing da obra, visto que os visitantes obrigatoriamente circulam em frente as mesmas ao se dirigirem aos demais pavimentos;
- e) o espaço externo à edificação fica inteiramente livre para ser utilizado para outros fins, como áreas de armazenamento, circulação de veículos, bancadas de aço e fôrmas, etc.

5.3 FASE FINAL DA OBRA

Um aspecto negativo comum a todos os planejamentos realizados foi o descuido em relação ao *layout* na fase final da obra. Embora se tivesse definido em linhas gerais qual seria a solução a adotar, notou-se a falta de um detalhamento do plano de *layout* também para esta fase. Este fato pôde ter sua importância verificada na obra A1, onde a escolha de locação das IP nas áreas construídas do pavimento térreo exigia a transferência de local quando da realização dos serviços de acabamento neste pavimento.

A solução encontrada foi transferir as IP do térreo para o subsolo, aproveitando-se as mesmas instalações, alterando-se somente o arranjo físico. Embora não seja recomendável locar as áreas de vivência no subsolo, decidiu-se por esta opção devido ao pouco tempo em que elas estariam nesta situação (cerca de um mês), ao menor número de operários na fase final e principalmente devido aos custos que estariam envolvidos na construção dos barracos anexos à edificação. Embora não tenha sido a opção adotada, a utilização de containers nesta fase também é uma alternativa viável, especialmente se a empresa for proprietária do equipamento.

Na obra A1, o principal problema observado na transferência para o subsolo foi quanto à cobertura das peças, visto que em um trecho do subsolo o pé-direito era de cerca de 6 m (laje de piso do 2º pavimento), expondo os barracos à chuvas laterais. Para contornar o problema, cobriram-se as peças com lonas plásticas pretas, solução válida tendo-se em vista o pequeno período que as instalações permaneceriam nesta situação.

5.4 MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

No que diz respeito à movimentação e armazenamento de materiais, os estudos de caso destacaram as seguintes questões:

a) os tijolos e blocos requerem um grande espaço para estocagem e exigem significativa mão-de-obra se descarregados manualmente. A paletização resolve estes dois problemas, permitindo que o material seja transportado rapidamente aos pavimentos superiores, por grua ou guincho, logo após a entrega. Nas duas obras em que foi adotada, a paletização facilitou a definição do *layout*, permitindo maior disponibilidade de espaço para a locação das demais instalações;

b) a programação das entregas de materiais influencia diretamente a eficiência do *layout*. Em mais de uma ocasião, ocorreram transtornos decorrentes da quantidade excessiva de material entregue de uma só vez, gerando problemas de estocagem e congestionamento de tráfego, devido ao espaço extra ocupado pelo estoque;

c) a existência de centrais de aço e fôrmas no canteiro é fonte de dificuldades para o arranjo físico, visto as grandes dimensões requeridas por instalações tais como bancadas, estoques de madeira, armaduras, máquinas, etc. Assim como a fabricação de fôrmas e a montagem das armaduras, deve-se procurar reduzir ao máximo as atividades realizadas no próprio canteiro;

d) de pouco adianta definir a melhor localização para os estoques de materiais se não forem tomados os devidos cuidados com as condições de armazenagem e transporte. Ainda que em todos os *layouts* planejados houvesse preocupação em estabelecer locais de armazenagem que facilitassem esses cuidados, certamente ocorreram perdas de materiais ocasionadas por descuidos em relação aos procedimentos corretos de armazenagem;

e) alguns construtores resistiram à idéia de se construir um depósito específico para o entulho, apresentando o argumento de que a existência de tal depósito estimularia os operários a produzir maior quantidade de entulho, justificando-se com base em experiências passadas. É provável que a existência do depósito apenas tenha possibilitado a visualização e um melhor controle do montante de desperdício produzido, talvez surpreendendo a gerência da obra. Tais depósitos contribuem para a manutenção da limpeza do canteiro, facilitam o transporte do entulho para fora da obra, permitem o controle dos desperdícios de materiais e a separação dos mesmos por tipo, para fins de reaproveitamento.

5.5 ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO *LAYOUT* NA OBRA A1

Conforme já comentado, a obra A1, primeiro planejamento de *layout*, dos quatro realizados na empresa A, foi a única na qual se acompanhou a evolução do *layout* desde o início até o final, fato possibilitado pelo reduzido prazo de execução (janeiro de 1996 à janeiro de 1997). A seguir, faz-se um relato dos aspectos mais importantes observados durante o acompanhamento, destacando desvios e ocorrências não previstas no planejamento inicial:

a) de acordo com o projeto arquitetônico do prédio, o perímetro do pavimento térreo seria quase que totalmente vedado por esquadrias metálicas (colocadas só no final da obra), exigindo que as IP localizadas neste limite fossem vedadas externamente com chapas de compensado, as quais obedeceriam a um sistema modulado desenvolvido durante os trabalhos de padronização. Para se evitar a penetração de chuvas, já que os módulos de compensado possuíam altura de 2,20 m e o pé-direito do pavimento era de 2,60 m, houve a necessidade de suspender os módulos um pouco acima da laje, com o espaço inferior sendo preenchido pelas alvenarias de base das esquadrias;

b) o sistema de barracos modulado, com os módulos unidos por parafusos, apresentou-se eficiente, restando totalmente reaproveitável após a conclusão da obra. Quando da transferência das IP do térreo para o subsolo, não se observaram maiores dificuldades no processo desmontagem e montagem, a despeito das alterações do arranjo físico;

c) o almoxarifado só foi implantado dois meses após a data prevista no cronograma de *layout*, devido ao atraso na execução de um trecho do contrapiso do subsolo, no qual esta instalação estaria localizada. Durante este período, a área do escritório acumulou as funções do almoxarifado. Quando da implantação, o almoxarifado sofreu alterações em relação ao plano original, ocorrendo uma ampliação de sua área e uma divisão em duas peças, uma para os sub-empregados e outra para a empresa;

e) houve problemas com a estocagem de azulejos, necessitando-se utilizar além do almoxarifado, também o escritório da obra. A causa disto foi a desconsideração durante o planejamento, das grandes quantidades do material entregues de uma só vez, prática adotada para que a empresa economizasse nos custos de frete, já que os azulejos vinham de outro Estado;

f) no plano original haviam sido previstas baias de dimensões iguais tanto para a areia quanto para a argamassa, decisão tomada com base nas tecnologias construtivas previstas inicialmente. Entretanto, no decorrer da obra, decidiu-se pelo uso de gesso nos revestimentos internos, ao contrário do revestimento tradicional em cimento e areia considerado no planejamento, gerando a subutilização da baia de areia. Para contornar a situação optou-se por diminuir a área desta baia, estocando o gesso no espaço restante, já que o mesmo não tinha nenhuma área prevista para armazenagem;

g) de modo geral, o *layout* recebeu aprovação total da parte dos operários e do *staff*, havendo plena aceitação de instalações como o refeitório, vestiário com armários metálicos individuais, túnel de acesso, depósitos, etc. Como indicação desta avaliação positiva, a direção da empresa promoveu visitas de trabalhadores de outras obras até a obra A1, visto que a mesma foi considerada um modelo a ser seguido;

h) para um prazo de execução da obra de doze meses, as IP do *layout* inicial, no container, permaneceram por quatro meses (33,3 % do total), as IP do *layout* final, no subsolo, por cerca de um mês (8,3 % do total), restando para as IP do *layout* intermediário, no térreo, um período de cerca de sete meses, ou 58,3 % da duração total da obra. Observa-se, portanto, que as IP que ofereciam as melhores condições, permaneceram instaladas por um período pouco maior que a metade do período de execução da obra, o que não pode ser considerado uma falha de planejamento, já que não havia alternativas para ampliar este período de forma mais drástica. De modo geral, para obras de curta duração e onde as IP não podem ser construídas anexas à edificação, esta situação é praticamente inevitável, restando apenas, a minimização de seus efeitos negativos, através da dotação das melhores condições ambientais e logísticas possíveis para as IP iniciais e finais;

i) o canteiro em questão destacou-se também no aspecto limpeza, o que pode ser atribuído a um programa 5S em desenvolvimento na empresa. Os programas 5S são conhecidos por implantar nas organizações um ambiente propício ao desenvolvimento de programas de melhoria da qualidade e produtividade, sendo muitas vezes a etapa inicial destes. O nome 5S refere-se aos cinco aspectos que o programa pretende desenvolver nos indivíduos: arrumação, ordenação, limpeza, asseio e autodisciplina (Campos, 1992). Embora o programa não se restrinja à manutenção da limpeza, é através desta preocupação que se manifestam as primeiras ações concretas de melhoria, conforme foi possível constatar na obra A1. Verificou-se naquela obra a existência de cartazes de conscientização e lixeiras em alguns pontos, além de um quadro que apresentava a avaliação semanal da limpeza e manutenção dos equipamentos, feita pelos próprios operários, embora sem nenhum critério definido. No item 6.5 é proposto um indicador que inclui tais critérios de avaliação.

6 DIRETRIZES E PROCEDIMENTOS PARA PLANEJAMENTO DE *LAYOUT* DE CANTEIROS

As diretrizes e procedimentos apresentadas neste capítulo são resultantes da experiência adquirida com a realização de todos os estudos de caso, vindo a complementar as diretrizes provenientes da revisão bibliográfica, já expostas no capítulo 2. Adicionalmente também é apresentada uma proposta de indicadores de *layout*, visando a definição de parâmetros para a avaliação do desempenho de um canteiro.

6.1 ETAPAS DO PLANEJAMENTO DE *LAYOUT*

Para qualquer canteiro, no âmbito do tipo estudado neste trabalho, a atividade de planejamento de *layout* deve ser realizada através de um procedimento sistematizado, compreendendo quatro etapas básicas:

a) análise preliminar: esta etapa envolve a coleta e a análise de vários dados, devendo ser executada antes de se iniciar o plano de arranjo físico propriamente dito, possuindo fundamental importância para a execução qualificada e ágil das demais etapas. A não realização completa e antecipada da análise preliminar pode provocar interrupções e atrasos durante as etapas de definição do arranjo físico, visto que faltarão as informações necessárias para a tomada de decisões. Empresas que possuem suas instalações de canteiro padronizadas têm facilitada a realização desta etapa, já que boa parte das informações requeridas estão prontamente disponíveis;

b) arranjo físico geral: a etapa de definição do arranjo físico geral, ou do macro *layout*, envolve o estabelecimento do local em que cada área do canteiro (instalação ou grupo de instalações) irá situar-se, devendo ser estudado o posicionamento relativo entre as diversas áreas;

c) arranjo físico detalhado: envolve o detalhamento do arranjo físico geral, ou a definição do micro *layout*, estabelecendo a localização de cada equipamento ou instalação dentro de cada área do canteiro;

d) cronograma de implantação: estabelece o cronograma de implantação das várias fases do *layout*. Cada mudança de fase é desencadeada por algum evento na execução da obra, devendo-se incluir estes relacionamentos no cronograma.

6.2 ATIVIDADES DA ETAPA DE ANÁLISE PRELIMINAR

A seguir são apresentadas as atividades que devem ser desenvolvidas na etapa de análise preliminar:

a) análise do projeto arquitetônico do pavimento tipo, térreo e subsolo, além de plantas de situação e localização: quando do estudo destas plantas, deve-se estar atento não somente à compreensão do projeto arquitetônico, mas também, a todos os aspectos que possam influenciar na definição do *layout*, tais como: existência de árvores na calçada ou mesmo dentro do terreno, passagem de rede de alta tensão em frente ao prédio, desníveis do terreno, pré-existência de rede de esgoto, etc. É recomendável uma visita ao terreno para conferir *in loco* a veracidade e exatidão de todas estas informações.

O **projeto de fôrmas** também deve ser consultado e confrontado com o arquitetônico, pois neste último, as localizações e seções dos pilares muito vezes não coincidem com as definidas no primeiro, o qual é o projeto que realmente define estas especificações. Nos casos em que forem deixadas aberturas em lajes, esta consulta é imprescindível para que se verifiquem as posições exatas de passagem das vigas;

b) estimativa do pico máximo de operários na obra: é necessário para o dimensionamento das áreas de vivência. Além do pico, é desejável dispor-se de um histograma com a previsão de pessoal na obra ao longo de toda a sua duração, possibilitando, assim, que se conheça o pico máximo para cada uma das fases do *layout*, as quais, então, poderiam ter suas instalações dimensionadas com maior exatidão;

c) seleção das instalações provisórias: leva-se em conta os vários estágios de *layout*, incluindo a definição das suas dimensões mínimas e tipologia, isto é, material de que são feitas, modulação, sistema construtivo, etc.. As diretrizes para o dimensionamento destas instalações estão expostas no item 6.3.6;

d) análise da sequência de execução e do cronograma da obra: deve ser verificada a possibilidade de que certos materiais não sejam estocados simultaneamente a outros (por exemplo, tijolos e areia), além de outras informações tais como o prazo de liberação de áreas do canteiro (por exemplo, desforma do pavimento térreo), início da alvenaria, etc. A análise da sequência de execução da obra é fundamental, devendo-se, em algumas situações, até mesmo alterar a mesma, caso não seja possível obter um *layout* viável com a programação original;

e) listagem dos principais materiais a serem estocados no canteiro: novamente, devem ser consideradas as várias fases de execução da obra;

f) análise dos quantitativos de materiais no orçamento: a partir da estimativa dos picos máximos de estocagem, calculam-se as áreas necessárias para armazenamento de cada material. Esta estimativa deve ser feita calculando-se a razão entre a quantidade total do material e o período pelo qual ele será utilizado, observando-se a frequência prevista de entregas na obra;

g) estimativa da área ocupada por equipamentos: inclui guincho, betoneira, rampa para descarga de *pallets*, bancadas de fôrmas e aço, etc.;

h) estimativa das dimensões dos veículos e estudo das formas de descarga dos materiais na obra: devem ser analisadas diferentes alternativas. É comum que se necessite conhecer as características dos veículos, tais como a largura e altura de basculagem de um caminhão de areia, a possibilidade de que o caminhão de argamassa pré-misturada descarregue através de calha, os raios de manobra, etc.

6.3 DIRETRIZES PARA DEFINIÇÃO DO ARRANJO FÍSICO

De posse das informações provenientes da análise preliminar, pode-se passar à definição do arranjo físico geral e detalhado das diversas áreas do canteiro, determinando-se o espaço que cada uma deve ocupar. No tipo de canteiro em estudo, estas áreas são comumente as seguintes:

a) áreas para os equipamentos de transporte vertical de pessoas e cargas, respectivamente elevador de passageiros e guincho e / ou grua;

- b) área do posto de produção de argamassa e concreto, o qual envolve a betoneira e os estoques dos materiais relacionados ao posto;
- c) centrais de aço e fôrmas (bancadas, máquinas e estoques de madeira e aço);
- d) áreas de armazenamento de outros materiais (tijolos, gesso, tubos de PVC, etc.);
- e) áreas de vivência (refeitório, vestiário, área de lazer, alojamentos e banheiros);
- f) áreas de apoio (almoxarifado, escritório, guarita/portaria, plantão de vendas);
- g) área para depósito de entulho;
- h) acessos ao canteiro e vias de circulação internas, tanto para funcionários e visitantes, quanto para veículos.

Nas seções seguintes são apresentadas diretrizes para o planejamento do *layout* de cada uma destas áreas, além de diretrizes para o dimensionamento das instalações que compõem as áreas de vivência e de apoio.

6.3.1 Localização do guincho

O melhor modo de iniciar a definir o arranjo físico de um canteiro é estabelecendo a localização do guincho, tendo em vista os seus inter-relacionamentos e a conseqüente influência que o local deste equipamento exerce sobre a locação de todas as outras instalações do canteiro. A seguir são comentadas as principais diretrizes que devem orientar a definição deste local:

- a) quando se estabelece a localização do guincho deve-se ter em mente o arranjo físico geral (macro *layout*) do posto de produção de argamassa e dos estoques de materiais que são transportados através dele. Esta observação é importante, pois muitas vezes pode-se ter um local perfeito sob a ótica de todas as outras diretrizes, mas que, entretanto, não permite o estabelecimento de um *layout* racional para aquelas instalações relacionadas ao guincho, as quais devem situar-se nas suas proximidades;
- b) a torre do guincho deve preferencialmente situar-se em frente a uma parede cega, reduzindo-se, desta forma, os serviços que são afetados pela torre, os quais são em maior número quando a mesma está no poço do elevador, em frente a parede com esquadria, sacada ou outro elemento arquitetônico ou estrutural.

Entretanto, mesmo que a parede seja cega, a colocação em frente a cozinhas, áreas de serviço e banheiros não é recomendada, devido ao atraso que isto provoca na execução dos serviços de impermeabilização, colocação de instalações hidrosanitárias e azulejos. No caso de sacadas, soma-se a estes argumentos, a possibilidade de ocorrência de fissuras no concreto devido à existência de cargas não previstas no cálculo estrutural do elemento;

c) o guincho deve estar o mais próximo possível do centro geométrico do pavimento tipo, de modo que sejam minimizadas as distâncias percorridas pelos carrinhos dentro destes pavimentos, e logo, reduzidos os tempos gastos com o transporte de materiais;

d) nos pavimentos tipo, a peça de acesso deve ser ampla, facilitando as operações de carga e descarga e o estoque temporário de materiais na mesma;

e) na base da torre, no patamar onde se fazem as cargas para elevação de materiais aos pavimentos superiores, deve-se ter o cuidado de que o acesso de carrinhos-de-mão e giricas seja em um sentido tal, que facilite e torne mais segura a retirada dos mesmos pelos operários que os recebem. Os carrinhos devem chegar nos pavimentos com as respectivas alças apontando para dentro da edificação, de modo que o operário não necessite subir na plataforma do elevador para girar o carrinho e assim conseguir retirá-lo. A figura 6.1 ilustra como deve ser o acesso;

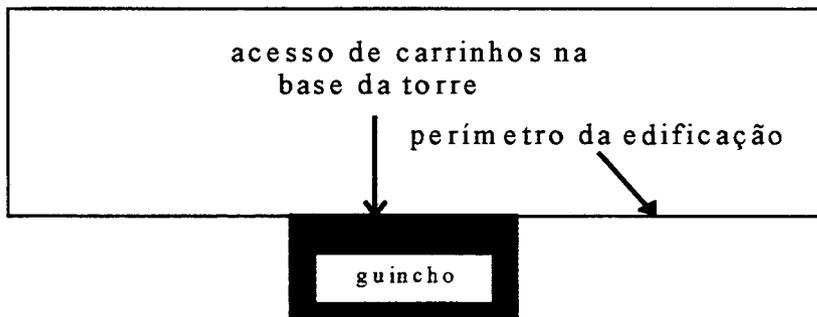


Figura 6.1. Sentido de acesso das cargas na base da torre do guincho.

f) deve-se verificar a necessidade de afastar a torre da edificação, para que não haja coincidência com pergolados, platibandas ou outro elemento arquitetônico ou estrutural. Caso este afastamento

seja inevitável, devem ser construídas passarelas unindo a torre à edificação em cada pavimento, de acordo com as normas de segurança;

g) o local da torre deve permitir que o guincheiro seja instalado em área coberta por laje, caso contrário, deve-se construir um abrigo coberto para o mesmo.

As diretrizes "**a**", "**b**" e "**c**" são prioritárias em relação a todas as outras, devendo assim serem consideradas quando houver a necessidade de se escolher entre duas ou mais alternativas diferentes de localização do guincho.

6.3.2 Localização do elevador de passageiros

A NR-18 estabelece que é necessário implantar um elevador de passageiros nas seguintes circunstâncias:

a) até 07/07/98 em todos os edifícios com 12 (doze) ou mais pavimentos, ou altura equivalente, é obrigatória a instalação de pelo menos um elevador de passageiros, devendo o seu percurso alcançar toda a extensão vertical da obra;

b) a partir de 07/07/98, passa a ser obrigatória a instalação do elevador de passageiros a partir da execução da 7º laje dos edifícios em construção com 10 (dez) ou mais pavimentos, ou altura equivalente, cujo canteiro de obras possua pelo menos 40 (quarenta) trabalhadores;

c) a partir de 07/07/99 o elevador de passageiros deve ser instalado, ainda, a partir da execução da 7º laje dos edifícios em construção com 8 (oito) ou mais pavimentos, ou altura equivalente, cujo canteiro possua pelo menos 30 (trinta) trabalhadores.

A localização deste elevador deve obedecer as mesmas diretrizes "**b**" e "**f**" estabelecidas para a localização do guincho (item 6.3.1), observando-se, ainda, que a torre deve estar em local isolado das áreas de produção e preferencialmente próxima as áreas de vivência, existindo um caminho definido e seguro entre estas últimas áreas e o acesso ao elevador.

6.3.3 Áreas de armazenamento de materiais

6.3.3.1 Diretrizes gerais

Deve-se tentar, na medida do possível, armazenar todos os materiais no subsolo, liberando o pavimento térreo para a locação exclusiva das IP, favorecendo, desta forma, a manutenção da limpeza nesta região do canteiro. Também justificando a opção pelos subsolos, tem-se o fato de que esta é uma área protegida das intempéries e quase que totalmente desobstruída, facilitando o estoque e circulação de materiais e trabalhadores.

De outra parte, o estoque de materiais no subsolo levanta a questão de como descarregar de modo racional materiais como cimento, areia, brita ou argamassa pré-misturada. Para resolver o problema existem basicamente duas alternativas : uma delas consiste em deixar-se aberturas na laje do subsolo, através das quais pode ser feita a descarga de materiais como areia, brita e argamassa, conforme mostrado na figura 6.2. A outra alternativa consiste em se fazer aberturas na própria parede do subsolo, deixando-se para executar mais tarde as últimas fiadas de alvenaria, criando-se um espaço vazio entre a viga e a parte inferior da parede. A segunda opção também permite que se descarregue o cimento pela mesma abertura, necessitando-se, para tanto, da existência de uma calha ou rampa metálica, através da qual os sacos descem por gravidade até o nível do piso do subsolo.

Nas duas opções citadas deve-se ter o cuidado, quando da descarga de agregados, de colocar calhas, funis ou dispositivo similar que evite a segregação dos materiais. Tal procedimento é recomendado sempre que as alturas de queda forem superiores a 2,0 m.

Existem alguns materiais que, devido à sua forma ou grande volume, criam grandes dificuldades para o estabelecimento de áreas de armazenagem. Para a minimização do problema, requer-se que o planejamento de entregas e o planejamento da execução dos serviços reduzam ao máximo os estoques no canteiro, sendo importante ainda, que se adotem técnicas para que os materiais sejam entregues diretamente no local de uso. Tijolos, blocos e telas de aço soldadas são exemplos típicos de materiais que criam problemas para a estocagem, embora, no caso do primeiro, a solução possa ser obtida facilmente através da paletização.



Figura 6.2. Descarga de agregados através de abertura na laje do subsolo.

Existem alguns materiais que, devido à sua forma ou grande volume, criam grandes dificuldades para o estabelecimento de áreas de armazenagem. Para a minimização do problema, requer-se que o planejamento de entregas e o planejamento da execução dos serviços reduzam ao máximo os estoques no canteiro, sendo importante, ainda, que se adotem técnicas para que os materiais sejam entregues diretamente no local de uso. Tijolos, blocos e telas de aço soldadas são exemplos típicos de materiais que criam problemas para a estocagem, embora, no caso do primeiro, a solução possa ser obtida facilmente através da paletização.

Em algumas ocasiões tem-se um armazenamento intermediário do material entre a operação de descarga na obra e o seu depósito na área de armazenagem final. Desta situação decorre o chamado duplo manuseio, o qual gera a necessidade de uma operação extra de transporte, desde o armazenamento intermediário até o definitivo. A existência de duplos manuseios é extremamente negativa, já que as operações de transporte, por sua natureza de atividade de fluxo (Koskela, 1992), não agregam valor e são fonte de desperdícios de mão-de-obra e equipamentos.

Embora os duplos manuseios geralmente possam ser evitados através de um eficiente planejamento de *layout*, há casos em que, devido às restrições do canteiro, sua existência é inevitável, cabendo aos planejadores somente a tentativa de minimizar os desperdícios originados, dentre os quais se destaca o de mão-de-obra. A minimização dos efeitos do duplo manuseio pode

ser obtida através do uso de melhores equipamentos de transporte e pela redução da distância entre as áreas de armazenamento intermediária e final.

6.3.3.2 Diretrizes específicas para o posto de produção de argamassa e concreto

O *layout* desta área envolve a definição do local e das dimensões dos equipamentos e estoques de materiais relacionados, os quais usualmente compreendem a areia, cimento, brita, cal ou argamassa pré-misturada, além da betoneira. A exigência básica é que o arranjo global do posto deve situar-se nas proximidades do guincho, além de ser o mais concentrado possível, porém, tomando-se o cuidado de evitar os cruzamentos de fluxo. É importante observar, ao posicionar-se a betoneira, que a mesma deve prioritariamente estar próxima às baias, e não ao guincho, já que o número de viagens betoneira-baias é superior ao número de viagens betoneira-guincho.

Outro aspecto a ser considerado é a não construção de uma baia específica para a brita, pois como atualmente na maioria das obras o concreto é usinado, este material acaba sendo utilizado em poucos serviços (comumente pisos de estacionamentos), podendo-se, então, descarregar a brita diretamente no seu local de uso.

A circulação de carrinhos-de-mão e giricas na área do posto e entre esta área e o guincho deve ser explicitada no projeto de *layout*, demarcando-se os caminhos, se necessário, através de fitas, cones ou outros dispositivos. Também é requisito fundamental que o trajeto betoneira-guincho seja todo em área coberta, ou pela própria edificação ou por telheiro especialmente construído para este fim.

Em algumas obras, devido à grande área da edificação ou à necessidade de um ritmo acelerado de trabalhos, são utilizados dois guinchos, os quais, se planejados para uso simultâneo, exigem a existência de duas betoneiras, ou então, uma única betoneira de capacidade maior que a usual, evitando-se, assim, perdas com tempos de espera e subutilização dos equipamentos.

O principal requisito a cumprir nesse caso é posicionar os guinchos de forma tal que ambos aproveitem o mesmo posto de argamassa e concreto, dispensando a construção duplicada de baias de materiais. Entretanto, deve-se tomar cuidado para que seja evitado o cruzamento das linhas de fluxo, as quais, neste caso, merecem atenção especial, uma vez que com dois guinchos e duas betoneiras aumenta a quantidade de linhas.

6.3.4 *Layout* das áreas de vivência

De acordo com a definição da NR-18, as áreas de vivência (refeitório, vestiário, área de lazer, alojamentos e banheiros) são áreas destinadas a suprir as necessidades básicas humanas de alimentação, higiene, descanso, lazer, convivência e ambulatória, devendo ficar fisicamente separadas das áreas laborais. A norma também exige, tendo em vista as condições de higiene e salubridade, que não se localizem estas áreas em subsolos ou porões de edificações.

Um aspecto que não pode ser esquecido quando se determina o *layout* das IP, tanto das áreas de vivência, quanto das áreas de apoio, é a localização das portas e janelas em cada uma das instalações, definição que deve basear-se na modulação do sistema construtivo de IP utilizado.

As áreas construídas do pavimento térreo das edificações residenciais e comerciais prestam-se muito bem para abrigar as áreas de vivência (e também as de apoio), possibilitando, conforme o caso, tanto o aproveitamento das instalações sanitárias definitivas do pavimento, quanto o aproveitamento integral das divisões entre as peças, dispensando, deste modo, a construção adicional ou o adiamento da execução de alvenarias. A seguir são feitos alguns comentários à respeito de cada uma das instalações que compõem as áreas de vivência:

a) refeitório: além de servir como local para refeições, o refeitório pode ser aproveitado como área de lazer e área para a realização de palestras ou cursos. Para cumprir com eficiência estas funções, é necessário que se dote a instalação da infra-estrutura adequada, a qual deve incluir jogos, televisão, mobiliário adequado, etc. Especificamente no que diz respeito às mesas e cadeiras, recomenda-se o uso de mesas separadas (por exemplo, mesa metálica tipo bar), já que estas permitem que os trabalhadores agrupem-se segundo suas afinidades pessoais, além de reduzir eventuais constringimentos advindos dos hábitos à mesa ou do conteúdo das marmitas.

É interessante que o refeitório situe-se próximo às instalações sanitárias, porém sem ligação direta com as mesmas (exigência da NR-18), de modo a facilitar o trajeto refeitório- lavatórios. Caso seja inevitável que o refeitório fique distante das instalações sanitárias, deve ser construído um lavatório no seu interior.

Devido ao fato do refeitório ser uma instalação que abriga muitas pessoas simultaneamente, além de conter aquecedores de refeições, é indispensável que o mesmo possua uma boa ventilação, a qual pode ser obtida fazendo-se uma das paredes somente até meia-altura, ou então, fechando um dos lados com tela de arame ou naylon. Entretanto, seja qual for o tipo de fechamento, o importante é que o mesmo isole a instalação, de modo a evitar a penetração de animais e o comprometimento da higiene tanto do refeitório quanto dos arredores. A figura 6.3 mostra um refeitório fechado com tela de arame e com mesas tipo bar.



Figura 6.3. Exemplo de fechamento e mesas para refeitórios em canteiros.

b) vestiário: o vestiário deve estar localizado ao lado dos banheiros e o mais próximo possível do portão de entrada e saída dos trabalhadores no canteiro.

O requisito de proximidade com o portão de acesso de pessoal, parte do pressuposto de que os EPI básicos, comuns a todos os trabalhadores (capacetes e botinas), sejam guardados no vestiário. Visto que esta instalação é o primeiro local ao qual o operário dirige-se ao chegar na obra e o último local ocupado antes que o mesmo deixe a obra no final do expediente, determina-se, devido a colocação destes EPI no vestiário, que apenas o percurso vestiário-portaria seja feito sem o uso de capacete e botina. Tal percurso deve então, ser minimizado por um *layout* que estabeleça a maior proximidade possível entre portaria e vestiário, sendo possível, conforme o caso, criar-se uma ligação direta entre estas duas instalações.

O local mais adequado para guardar o EPI no vestiário é dentro de armários metálicos individuais com cadeado, de modo que cada funcionário torna-se responsável pela guarda do respectivo EPI. Quanto à configuração física do vestiário, devem ser observados os seguintes aspectos:

- a) colocação de telhas translúcidas como cobertura, melhorando assim a iluminação interna da instalação (o mesmo vale para as demais IP);
- b) a existência de armários junto às paredes exige que as janelas sejam deslocadas para cima, aumentando-se sua largura;
- c) os cabides devem ser de plástico ou de madeira, nunca de pregos, os quais facilitam a danificação das roupas penduradas;
- d) armários individuais são indispensáveis, justificando-se ainda mais se os EPI forem guardados no vestiário. Apesar do relativo alto preço de compra, o reaproveitamento torna os armários metálicos vantajosos em comparação a armários improvisados feitos de compensado;
- e) em obras com grande número de trabalhadores deve-se considerar a construção de um vestiário separado para os empreiteiros.

c) **banheiros:** os banheiros devem impreterivelmente estar localizados ao lado do vestiário, tomando-se o cuidado, contudo, para que existam acessos que permitam ao trabalhador deslocar-se de uma peça para a outra sem a perda da privacidade. A figura 6.4 ilustra um exemplo de configuração arquitetônica que resolve este tipo de problema.

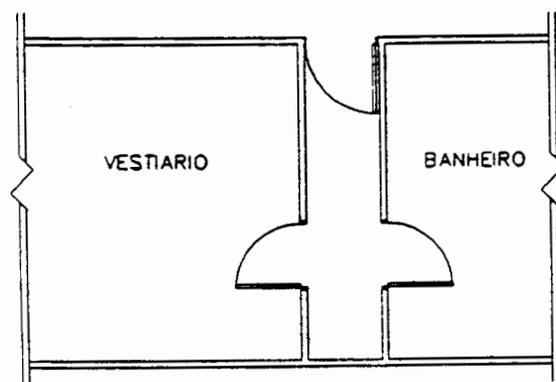


Figura 6.4. Exemplo de ligação entre vestiário e banheiro.

Outros aspectos a observar na locação dos banheiros são a possibilidade de aproveitamento de uma eventual rede de esgoto pré-existente no canteiro, e a já comentada necessidade de afastamento do refeitório.

6.3.5 *Layout das áreas de apoio*

As áreas de apoio (almoxarifado, escritório, guarita / portaria e plantão de vendas) compreendem aquelas instalações que desempenham funções auxiliares de apoio à produção, abrigando funcionário (s) durante todo o período da jornada diária de trabalho, ao contrário do que ocorre nas áreas de vivência, as quais só são ocupadas em horários específicos. A seguir são feitos alguns comentários à respeito de cada uma das instalações que compõem as áreas de apoio:

a) almoxarifado: o almoxarifado tem as funções de armazenar e controlar materiais e ferramentas (exercida pelo almoxarife), devendo situar-se, idealmente, próximo a três outros locais do canteiro, de acordo com a seguinte ordem de prioridade: ponto de descarga de caminhões, guincho e escritório.

A necessidade de proximidade com o ponto de descarga de caminhões e com o guincho é óbvia, decorrendo, no primeiro caso, do fato de que muitos materiais são armazenados no almoxarifado, e no segundo, da contingência de que estes materiais devem ser, no momento oportuno, transportados até o seu local de uso nos pavimentos superiores, usualmente através do guincho. Já a proximidade com o escritório é desejável devido aos frequentes contatos entre o mestre-de-obras e o almoxarife, facilitando-se, assim, a comunicação entre estas partes.

A configuração interna do almoxarifado deve garantir que a instalação seja dividida em dois ambientes, um para armazenamento de materiais e ferramentas (com armários e etiquetas para identificação), e outro para sala do almoxarife, com janela de expediente, através da qual são feitas as requisições e entregas.

Uma boa prática à ser adotada é a construção de um almoxarifado específico para os empreiteiros, ao lado do almoxarifado da empresa, propiciando, deste modo, que os mesmos tenham um local em separado para guardar suas próprias ferramentas e equipamentos. Ainda é importante lembrar,

que no almoxarifado (ou no escritório) deve ser colocado um estojo com materiais para primeiros socorros.

b) escritório: o escritório tem a função de proporcionar um espaço de trabalho isolado, com os equipamentos necessários (mesas, armários, murais, etc.), para que o mestre-de-obras e o engenheiro (somando-se a técnicos e estagiários, eventualmente) desempenhem parte de suas atividades, servindo ainda como local de abrigo para toda a documentação técnica da obra (projetos, cronograma, licenças da prefeitura, etc.).

Quanto à sua localização, requer-se, além da proximidade com o almoxarifado, uma posição nas imediações do portão de entrada de pessoas, a qual torne o escritório ponto de passagem obrigatória no caminho percorrido por clientes e visitantes ao entrar no canteiro. Também é interessante que esta instalação possua um posicionamento o qual permita que do seu interior, tenha-se uma visão global do canteiro, de modo que o mestre e/ou engenheiro possam realizar, ao mesmo tempo, atividades no escritório e acompanhar visualmente os principais serviços em execução.

No escritório, a necessidade de uma boa iluminação faz-se mais presente do que nas demais IP, devido à natureza das atividades aí desenvolvidas, as quais exigem boas condições de iluminação para a elaboração de desenhos, trabalhos em computador e leitura de plantas e documentos diversos. Para obter tais condições, requer-se a existência de janelas em quantidade e dimensões adequadas e/ou iluminação artificial que satisfaçam as exigências lumínicas da instalação.

c) guarita do vigia / portaria: embora não seja um procedimento obrigatório, é mais prático e perfeitamente viável, a utilização da mesma instalação como guarita do vigia e portaria. A função da portaria (exercida pelo porteiro) é controlar a entrada e saída de pessoas e caminhões, as quais exigem que esta instalação localize-se, obviamente, junto ao portão de entrada de pessoas, e se possível, também junto ao portão de entrada de caminhões, requisito difícil de cumprir em canteiros restritos.

Na portaria / guarita devem ser guardados e distribuídos os capacetes para visitantes, além de também ser aí colocado o relógio ponto (caso não exista porteiro, o relógio ponto deve estar junto

ao almoxarifado). Em obras de pequeno porte geralmente não há um trabalhador com a função específica de porteiro, porém, mesmo nesta situação, deve-se garantir, no mínimo, junto ao portão de pessoas, a existência de um armário ou cabide com os capacetes para visitantes e uma sinalização que informe a estes o caminho a percorrer até o escritório, além de avisos sobre a obrigatoriedade do uso de EPI.

Também é requisito básico e indispensável a colocação de uma campainha no portão de entrada de pessoas, sendo que o sinal deve ser ouvido na guarita / portaria, ou então, no almoxarifado, na ausência de porteiro. Quando existirem recursos para tanto, pode-se substituir a campainha por um porteiro eletrônico, assim como colocar-se uma câmera filmadora para identificação dos visitantes. A figura 6.5 abaixo mostra um exemplo de guarita / portaria incluindo os equipamentos e instalações básicos necessários.

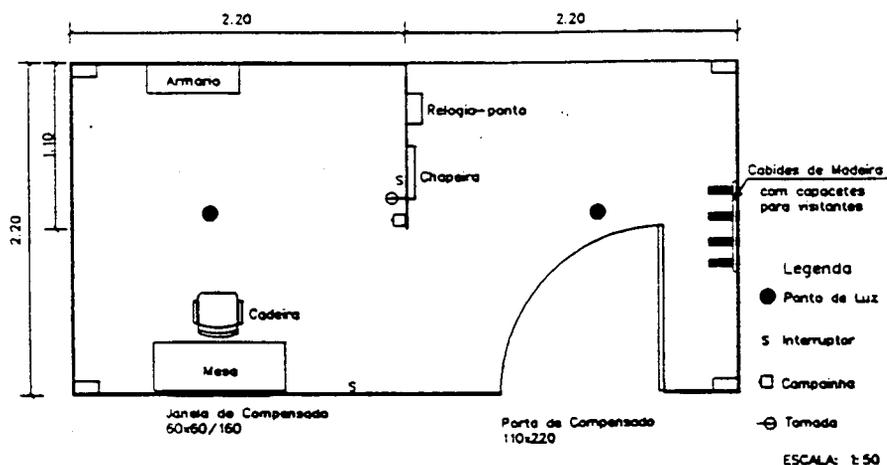


Figura 6.5. Exemplo de guarita / portaria.

d) plantão de vendas: atualmente, grande parte das obras, possui junto ao canteiro um plantão de vendas, o qual é um local destinado ao recebimento de clientes e à promoção comercial do empreendimento.

Por ser uma instalação que ocupa espaço em local nobre do canteiro, é indispensável a integração do plantão de vendas ao projeto de *layout*, prática esta, que usualmente não é adotada, visto que na maioria dos casos, a construção do plantão é feita com bastante antecedência ao início da obra, sem nenhuma preocupação com os efeitos que sua localização terá sobre o *layout* geral do canteiro.

6.3.6 Dimensionamento das áreas de vivência e de apoio

a) Instalações sanitárias: os critérios da NR-18 são os únicos existentes para o dimensionamento destas instalações, devendo ser interpretados como requisitos mínimos, recomendando-se adotar, especialmente para os chuveiros, um menor número de trabalhadores por aparelho. Tal recomendação deriva do fato de que os chuveiros são o gargalo dos banheiros no horário de fim do expediente, isto é, são a instalação mais procurada e ao mesmo tempo aquela em que os usuários consomem mais tempo, o que origina a formação de filas, caso não existam aparelhos em número suficiente. Os critérios da norma são listados a seguir:

- a) a instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção de 1 conjunto para cada grupo de 20 trabalhadores ou fração;
- b) deve existir um chuveiro para cada grupo de 10 trabalhadores ou fração;
- c) os lavatórios devem ficar a uma altura de 0,90 m e ter espaçamento mínimo de 0,60 m entre torneiras, quando coletivos;
- d) o local destinado ao vaso sanitário deve ter área mínima de 1,00 m²;
- e) a área mínima necessária para cada chuveiro é de 0,80 m².

Embora a norma seja omissa quanto a questão, sugere-se que não se incluam nos seus critérios, os banheiros volantes (vaso sanitário e lavatório) colocados ao longo dos pavimentos. A justificativa para tal recomendação baseia-se no fato de que os banheiros volantes, por sua localização dispersa e significativa distância do vestiário, não podem ser utilizados no momento de maior exigência, representado pelo horário de saída do pessoal, conforme já citado. Um eventual banheiro exclusivo para o pessoal da administração da obra (engenheiro, mestre e estagiários) também não deve ser incluído nos critérios da NR-18.

b) Refeitório e vestiário: para o dimensionamento destas instalações, utilizaram-se em todos os estudos de caso, parâmetros empíricos, os quais foram desenvolvidos no âmbito de um trabalho na área de planejamento de canteiros realizado pelo NORIE/UFRGS junto a uma construtora de médio porte de Porto Alegre. O referido trabalho foi realizado anteriormente ao início da presente dissertação, e obteve as seguintes diretrizes: para dimensionar *vestiários o parâmetro é 0,90 m² /pessoa*, e para dimensionar *refeitórios o parâmetro é 0,75 m² /pessoa*.

Embora o uso destes critérios tenha apresentado resultados satisfatórios nos estudos de caso (não registraram-se reclamações quanto as dimensões das instalações), recomenda-se que cada empresa desenvolva seus próprios parâmetros, baseando-se na área média de suas instalações e nas dimensões padrão dos equipamentos colocados nos vestiários e refeitórios.

Uma consideração genérica aplicável ao dimensionamento das áreas de vivência diz respeito ao modo de enfrentar as fases de pico de operários na obra. Pode-se prever no planejamento de *layout*, a utilização de instalações complementares somente para estas fases, desmobilizadas após o pico, tais como novos barracos, ampliações ou mesmo containers para acomodação de vestiários, refeitórios e banheiros. Para os banheiros há containers específicos que ocupam pequeno espaço e podem ser transferidos de local com facilidade.

c) Escritório: o dimensionamento desta instalação é função do número de pessoas que trabalham no local e das dimensões dos equipamentos utilizados (armários, mesas, cadeiras, computadores, etc.), variáveis estas que são dependentes dos padrões adotados em cada empresa.

d) Almojarifado: o principal fator à considerar no dimensionamento desta instalação é o porte da obra, que determinará o volume de materiais e equipamentos que necessitam ser estocados. O tipo de material estocado também é uma consideração importante. Por exemplo, no caso da estocagem de tubos de PVC no almojarifado, é necessário que ao menos uma das dimensões da instalação tenha, no mínimo, 6,0 m de comprimento.

Entretanto, deve-se observar que o volume estocado é muito variável ao longo da execução da obra, de modo que o almojarifado da fase inicial da obra, pode ser ampliado, nas fases seguintes, em até duas ou mais vezes em relação a área original. Nos estudos de caso esta variação dimensional ficou bastante evidente, havendo em um deles, uma situação em que o almojarifado inicial ocupou uma área de apenas 3,6 m², a qual foi posteriormente ampliada para 30 m². Em seis obras de porte semelhante (prédios de seis a nove pavimentos com área construída média de aproximadamente 1600 m²) a área média da instalação, para as suas dimensões máximas ao longo da execução, foi de 27 m².

6.3.7 Área para depósito de entulho

O projeto de *layout* do canteiro deve definir um local específico para o depósito de entulho, definição esta que é dependente do método de recolhimento do entulho, o qual pode ser através do guincho, grua ou, preferencialmente, tubos coletores. Com o uso de qualquer dos métodos, o entulho pode ser recolhido tanto em uma baia, semelhante às de agregados, quanto em uma caçamba metálica, tipo tele-entulho.

A descarga através do guincho exige que o entulho seja transportado em carrinhos-de-mão até o depósito, requerendo, logo, a proximidade deste depósito com o guincho. Se a descarga for através de grua, necessita-se apenas, que o depósito situe-se na área de abrangência da lança. Já a descarga através de tubos coletores, requer obrigatoriamente, que o depósito situe-se no ponto de descarga do tubo (figura 6.5). Em qualquer dos três casos é indispensável que o depósito localize-se em uma área onde seja possível o acesso dos caminhões de recolhimento de entulho.

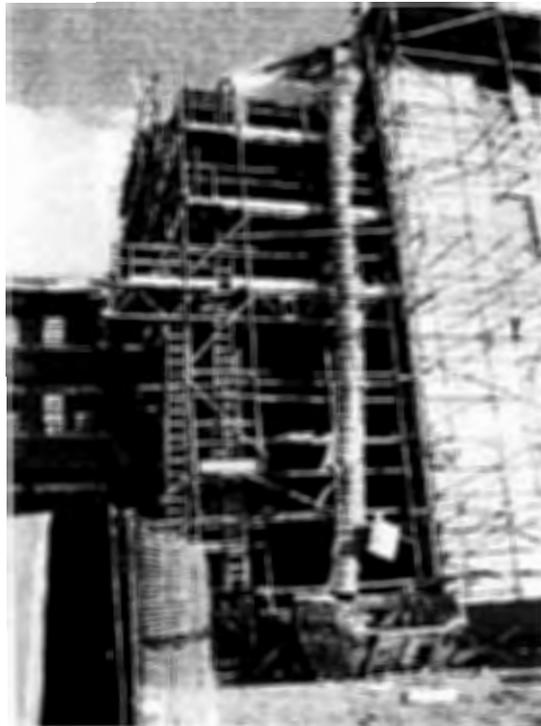


Figura 6.6. Descarga de entulho através de tubo coletor.

6.3.8 Centrais de aço e fôrmas

As centrais de aço e fôrmas têm as funções de corte e montagem, respectivamente, das armaduras a serem utilizadas nas estruturas de concreto e das fôrmas para estas mesmas estruturas. As instalações destas áreas (bancadas, máquinas e estoques de madeira e aço) requerem espaços significativos no canteiro, sendo este um dos motivos para que as funções destas centrais sejam desempenhadas fora do canteiro de obras, de forma a receber-se na obra, as fôrmas e armaduras já preparadas para o seu uso final.

A localização destas centrais deve ser próxima ao ponto de descarga de caminhões, dadas as grandes dimensões dos materiais utilizados (vergalhões de aço, chapa de compensado e tábuas), e em terreno plano e estável, para a instalação segura das máquinas (serra circular, cortador de aço, etc.) e bancadas. Geralmente, não é possível instalar as centrais em áreas cobertas da própria edificação, sendo necessário, portanto, a construção de telheiros, para que os serviços não sejam interrompidos em dias de chuva.

Deve-se observar que cada uma das centrais têm o seu próprio *layout* interno específico, o qual é definido de acordo com a sequência de operações de produção. Também deve ser lembrado que a central de fôrmas existe por um período relativamente curto, já que as fôrmas dos pavimentos tipo são reaproveitadas, podendo-se, então, utilizar o seu espaço para a locação de outras instalações, após a sua desativação. O projeto de *layout* pode incluir, ainda, os pontos da edificação pelos quais serão içadas as fôrmas e armaduras, caso faça-se o transporte vertical através de cordas.

6.3.9 Acessos para veículos e vias de circulação internas

A localização do(s) portão(ões) de acesso de veículos deve ser bem estudada, pois ela tem influência direta na eficiência do *layout* das instalações relacionadas aos materiais, devendo-se fazer tantos portões quantos forem necessários para garantir esta eficiência.

Para terrenos localizados em esquinas, deve-se, preferencialmente, colocar os portões na rua de trânsito menos intenso, por exemplo, em ruas transversais secundárias. Naquelas esquinas, onde as duas, ou mesmo uma das ruas, têm restrições e tráfego muito intenso, é recomendável que se consulte a Prefeitura do município acerca da possibilidade de acesso de caminhões pelas mesmas.

Quando se define o local do portão de entrada de pessoas deve-se verificar a necessidade de se construir um acesso coberto desde este portão até a área edificada, a fim de garantir a segurança de operários, clientes e visitantes ao entrarem e saírem do canteiro. Este acesso pode ter cobertura tanto de chapas de compensado, quanto de telhas de zinco, sendo delimitado lateralmente por fitas de segurança, tornando-se, assim, passagem obrigatória. Além da função de segurança, o acesso pode ser aproveitado para fixação de cartazes com marketing do empreendimento e com instruções sobre procedimentos de segurança.

O cronograma físico das obras deve prever, para os pavimentos térreo ou subsolos, quando estes existirem, a execução do contrapiso definitivo do pavimento logo em seguida à desforma da laje do mesmo, observando-se, apenas, que a colocação de tubulações hidrossanitárias e caixas de esgoto deve preceder a execução do contrapiso. A justificativa para tal procedimento está na constatação de que uma área pavimentada e nivelada oferece melhores condições para o armazenamento e circulação de materiais e pessoas, contribuindo, assim, para a melhoria da segurança e da eficiência dos serviços.

Outro aspecto a ser verificado são escoramentos de marquises e/ou sacadas que possam interferir na circulação de pessoas e veículos, ou mesmo na construção das instalações provisórias. É importante detectar estas interferências durante o planejamento, para que já nesta etapa, determine-se a solução para contornar o problema.

6.4 CRONOGRAMA DE *LAYOUT*

Após ter-se estabelecido o plano de *layout*, faz-se necessário registrar em forma gráfica a programação do planejamento realizado, ou seja, o cronograma de implantação das diferentes fases do *layout*. Este cronograma deve apresentar o relacionamento das fases de *layout* entre si, e destas com as fases ou eventos da execução da obra (concretagem de uma laje, por exemplo) que determinam a efetivação de uma alteração no *layout*. A figura 6.7 apresenta um exemplo de cronograma de *layout*, mostrando o caso da obra A1:

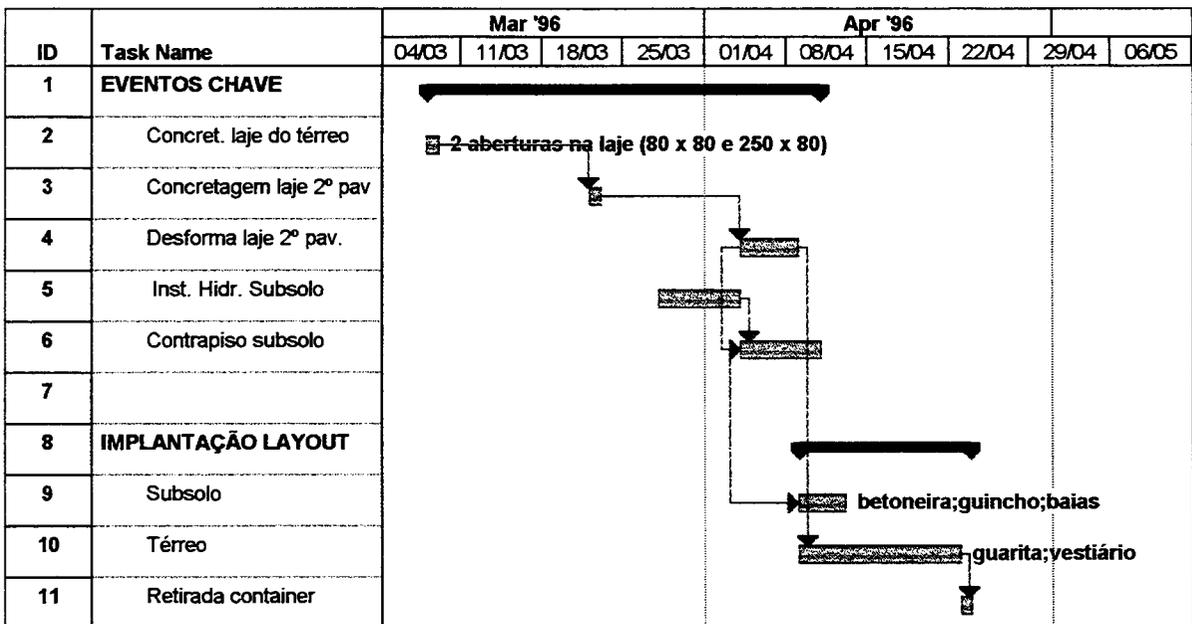


Figura 6.7. Cronograma de *layout* da obra A1.

No exemplo da figura 6.6, o *layout* do subsolo e do térreo foram implantados simultaneamente, o que é uma consideração importante para os fins de alocação da mão-de-obra para este serviço, tendo sua implantação desencadeada, respectivamente, pelo término do contrapiso do subsolo e pela desforma da laje do segundo pavimento. O evento concretagem da laje do térreo foi incluído para registrar-se a necessidade de se deixar aberturas nesta laje, através das quais seria feita a descarga de areia e argamassa.

Embora a elaboração deste cronograma possa ser dispensada em casos triviais, na maioria dos canteiros sua existência é de grande valia, especialmente para aqueles planos de *layout* mais complexos nos quais se altera a sequência de execução prevista na programação original do empreendimento. Um documento como o cronograma, onde se define claramente os prazos e relações de precedência para a implantação do canteiro, auxilia bastante na divulgação do planejamento, facilitando a sua compreensão por parte de todas as pessoas envolvidas na sua efetivação. Além disto, através da análise do cronograma pode-se planejar com segurança a alocação de recursos para os trabalhos de implantação do canteiro, e ainda podem ser identificadas eventuais falhas, como, por exemplo, a demora excessiva para implantar determinada instalação.

6.5 PROPOSTA DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA DO PLANEJAMENTO DE CANTEIRO

6.5.1 Considerações iniciais

Os indicadores apresentados nesta seção têm como objetivo propor alguns parâmetros para a avaliação do desempenho de canteiros, tanto no que diz respeito à qualidade do planejamento realizado, quanto no que tange à eficiência de processos relacionados à logística e ao *layout*. Devido aos indicadores propostos não abordarem por completo todos os ângulos do problema, podem ser utilizados complementarmente a eles outros indicadores já desenvolvidos e testados em estudos anteriores (Oliveira et alli, 1995). Estes indicadores complementares, apesar de não se referirem diretamente ao planejamento de canteiro, refletem a sua eficiência, devendo, por este motivo, serem somados aos indicadores propostos nesta seção quando da análise do desempenho geral do canteiro.

Os indicadores desenvolvidos por Oliveira et alli (1995) e que podem ser incluídos nesta situação são os seguintes: nível de perdas de materias, produtividade por serviços (alvenaria, reboco, armação e fôrmas), produtividade global da obra, tempos produtivos, improdutivos e auxiliares, taxa de gravidade de acidentes e taxa de frequência de acidentes.

De acordo com Lantelme (1994), para que possa ser feita a seleção dos indicadores, deve-se definir a finalidade para a qual se deseja executar a medição de desempenho e, principalmente, os critérios de desempenho. Lantelme destaca alguns requisitos básicos que qualquer indicador deve atender:

- a) seletividade:** os indicadores devem estar relacionados a aspectos essenciais ou críticos do processo a que se referem;
- b) representatividade:** os indicadores devem ser escolhidos ou formulados de forma que possam representar satisfatoriamente os resultados ou atividades a que se referem;

c) simplicidade: os indicadores devem ser de fácil compreensão e aplicação, gerados, preferencialmente, a custo baixo e ser calculado com dados disponíveis ou facilmente obtidos, e principalmente confiáveis;

d) validação: após terem sido selecionados, os indicadores devem passar por uma fase de validação, a qual implica na sua divulgação para os usuários da informação ou pessoas envolvidas no processo, dando *feedback* para melhoria das medidas.

Tendo-se consciência destas diretrizes, partiu-se para a elaboração e seleção dos indicadores de *layout*, tarefa esta, que por exigir muitas discussões e análises, deixou transparecer, de forma bastante nítida, toda a complexidade do problema planejamento de canteiros. A dificuldade em definir parâmetros para avaliar o *layout* de um canteiro também é reconhecida por Tommelein (1992), que justifica essa avaliação com base na necessidade de ter-se de comparar e ponderar muitas restrições de diferentes naturezas.

No princípio do processo de elaboração, tentou-se desenvolver alguns indicadores que logo mostraram-se inviáveis, em função da impossibilidade de se agregar a uma única medida quantitativa a influência de uma ampla série de fatores que afetava o desempenho do objeto de medição. O exemplo mais claro foi a tentativa de se criar um indicador que medisse a qualidade do posicionamento do guincho, adotando-se como critério a sua distância em relação ao centro geométrico do pavimento tipo da edificação. Embora, ao locar o guincho sempre deva-se buscar a posição mais centralizada, este será apenas um dos critérios a serem considerados, sendo inclusive secundário se comparado a outros, não fazendo sentido, portanto, pretender avaliar a qualidade da localização do guincho com base somente no critério considerado.

Além deste indicador relativo à posição do guincho, três outros foram esboçados mas não concluídos, devido à já comentada dificuldade de consideração de múltiplos fatores intervenientes. São eles: prazo de implantação das áreas de vivência definitivas, agilidade na mobilização e desmobilização de instalações provisórias e nível de reaproveitamento de instalações do canteiro.

Também houve um indicador que foi desenvolvido e abandonado após a testagem preliminar, dado o conteúdo pobre das informações proporcionadas. O referido indicador descartado visava medir

o nível de aproveitamento de construções pré-existentes no canteiro e de áreas construídas da edificação para a locação de instalações provisórias. Enquanto que os indicadores dos itens 6.5.5 e 6.5.6, devido à sua natureza, não puderam ser testados no prazo desta dissertação, essa avaliação preliminar foi possível para os outros três indicadores, sendo realizada pelo próprio pesquisador.

6.5.2 Pontuação do *check-list*

A estrutura, forma de coleta e avaliação dos resultados do *check-list* já foram expostas nos capítulos 3 e 4, lembrando-se somente, que este indicador é desagregado em três componentes, os quais representam o desempenho dos diferentes grupos do canteiro.

6.5.3 Cruzamentos de fluxo

Em uma situação ideal não devem existir interferências entre os diversos fluxos de pessoas e equipamentos que circulam pelo canteiro. Cada um deve possuir um percurso totalmente independente do outro, contribuindo, assim, para a diminuição dos acidentes e tempos improdutivos. Entretanto, em um canteiro restrito típico, esta situação nunca ocorre na prática, de forma que sempre existem cruzamentos de tráfego, em maior ou menor grau. Deste modo, o indicador proposto tem como objetivo avaliar a intensidade destes cruzamentos, através da relação do número de linhas de fluxo que se cruzam com o número total de linhas de fluxo, conforme a fórmula 6.1 abaixo.

$$I_{cf} = \frac{n^{\circ} \text{ de linhas de fluxo cruzadas}}{n^{\circ} \text{ total de linhas de fluxo}} \quad (6.1)$$

Um cruzamento de linhas de fluxo fica caracterizado quando existirem intersecções nas trajetórias de duas ou mais linhas diferentes. A figura 6.7 ilustra uma situação em que há quatro linhas e quatro cruzamentos:

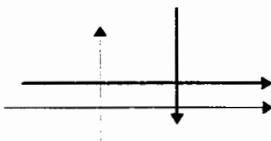


Figura 6.8. Cruzamentos de linhas de fluxo.

Para uniformizar e facilitar a coleta do indicador, selecionaram-se as linhas que envolvessem os fluxos mais frequentes e possíveis de otimização através de um bom plano de arranjo físico. Os dados acerca da quantidade de linhas e de cruzamentos devem ser retirados da planta de *layout* do canteiro. Entretanto, recomenda-se que seja feita uma conferência *in loco*, comparando-se as linhas de fluxo planejadas com as reais. Na planta de *layout*, a representação das linhas deve ser explicitada através de setas indicativas, embora tal procedimento seja dispensável em casos óbvios. Os fluxos considerados devem ser os seguintes:

- a) produção de argamassa / concreto (estoques-betoneira, betoneira-guincho);
- b) outras cargas / descargas no guincho (além da argamassa / concreto): tijolos/blocos desde o estoque até o guincho, entulho desde o guincho até a área de depósito, trajetória almoxarifado-guincho;
- c) percurso de clientes e visitantes, desde o portão de entrada/saída, até o acesso aos pavimentos superiores (escada ou elevador);
- d) descarga de tijolos / blocos, areia, brita e argamassa pré-misturada, com as respectivas trajetórias desde o portão de entrada de veículos até a área de armazenamento final;
- e) deslocamentos de operários entre banheiros e escada de circulação entre os pavimentos, banheiros e elevador de passageiros e vestiário e portão da obra;
- f) descarga de materiais no almoxarifado, desde o portão de entrada de veículos.

6.5.4 Momento de transporte do posto de produção de argamassa

A importância da existência de um arranjo físico otimizado para o posto de produção de argamassa reside no fato, de que, em obras que utilizam tecnologia tradicional, esta área abriga, durante grande parte do período de construção, processos produtivos que envolvem a estocagem e conversão de um enorme volume de matérias-primas, as quais se destinam à fabricação de argamassas e concretos para diversas finalidades. O presente indicador visa, através do cálculo do momento de transporte, avaliar a qualidade do *layout* do posto de argamassa, possibilitando a identificação daqueles elementos do arranjo que estão contribuindo com mais intensidade para a ineficiência dos processos.

A fórmula para o cálculo do momento de transporte pode ser "massa x distância" ou "volume x distância". Neste caso, adotou-se a última, já que os materiais de interesse, com exceção do cimento, são tradicionalmente orçados em termos de volume.

$$Ipa = \frac{\Sigma (Vol.Mat. \times Dist. B-E) + Dist. B-G}{Vol. Prod.} \quad (6.2)$$

Onde:

vol.prod. = somatório dos volumes individuais dos diversos tipos de argamassas produzidos ao longo de todo o período de construção (m³). O volume produzido total de argamassas (Vol.Prod.) deve ser retirado do orçamento discriminado da obra, transformando em volume de argamassa todos os quantitativos de serviços que envolvem o uso deste material;

vol.mat. = volume total de cimento, areia ou argamassa pré-misturada, consumido ao longo de todo o período de construção, em todos os serviços nos quais estes materiais são utilizados como componentes de argamassas (m³). O volume consumido total de cada material (Vol.Mat.) deve ser calculado a partir dos volumes de argamassa consumidos para cada serviço, os quais devem ser desagregados nos volumes individuais para cada material componente da argamassa, a partir dos respectivos traços utilizados;

dist. B-E = distância horizontal entre a betoneira e o centro de gravidade do estoque para cada material, medido na planta de *layout* (m);

dist. B-G = distância horizontal entre a betoneira e o centro de gravidade da torre do guincho (m).

Os quadros abaixo ilustram como os dados devem ser organizados e totalizados. No exemplo, os dados colocados na fórmula são o valor "W" (Vol.Prod.), e os valores "X1", "Y2" e "Z3", os quais representam o volume total de cada material (Vol.Mat.).

Quadro 6.1. Coleta de dados para o indicador de momento de transporte - 1º parte.

Serviço	Rev.Externo	Rev.Interno	Azulejos	Piso Cim.	Total
Vol. Arg.	A	B	C	D	(A+B+C+D) = W

Quadro 6.2. Coleta de dados para o indicador de momento de transporte - 2º parte.

	Rev. Externo	Rev. Interno	Azulejos	Piso Cimentado	Total
Vol. Areia	A1	B1	C1	D1	X1
Vol. Cimento	A2	B2	C2	D2	Y2
Vol. Arg. pré.	A3	B3	C3	D3	Z3

Quando analisar-se o resultado do indicador, deve-se ter claro que o desempenho será tanto melhor quanto menor for o valor obtido. Também é interessante a análise das diversas parcelas individuais do momento de transporte global, verificando-se qual delas possui maior influência no resultado final.

6.5.5 Limpeza do canteiro

Um canteiro limpo e organizado contribui fortemente para que se mantenha alta a motivação dos funcionários e para que se aumente a durabilidade das instalações. Esta limpeza e organização devem ser mantidas constantes, sendo que a qualidade desta manutenção é função do comprometimento da gerência e operários com a organização do canteiro, podendo ser avaliada através do indicador proposto neste item.

Para diminuir o grau de subjetividade da avaliação da limpeza do canteiro, a mesma deve ser realizada segundo critérios pré-estabelecidos, que incorporem requisitos representativos das necessidades de limpeza. Abaixo é listada uma sugestão de onze requisitos a adotar:

- a) as paredes dos barracos estão limpas, sem restos de argamassa ou quaisquer outros tipos de sujeira visível;
- b) inexistem pontas de cigarro e restos de materiais que caem dos pavimentos espalhados pelo chão;
- c) a calçada em frente à obra está limpa;
- d) inexistem águas empoçadas em locais de circulação;
- e) há lixeiras em número suficiente nos corredores e áreas de circulação;
- f) os banheiros estão limpos, sem exalar mau cheiro para as instalações vizinhas;
- g) inexistem animais circulando pelas áreas de vivência (gatos, cachorros, ratos, etc.);

- h) há equipamentos de limpeza em número suficiente (vassouras e pás) e os mesmos têm local definido para sua colocação;
- i) o refeitório está limpo e com as mesas e cadeiras organizadas;
- j) os equipamentos e máquinas estão limpos (betoneira, andaimes, giricas, etc.);
- l) as placas e cartazes estão em bom estado de conservação, de modo que é perfeitamente possível a leitura das mensagens.

A verificação da conformidade de cada um dos requisitos listados pode ser expressa de forma semelhante à estabelecida para o *check-list* apresentado no capítulo 2, ou seja, para cada requisito pode-se ter três opções: "*sim*", "*não*" e "*não se aplica*". O resultado da avaliação também pode ser expresso de forma semelhante ao *check-list*, alocando-se um peso para cada item (por exemplo, 1 ponto) e calculando-se uma nota para a limpeza do canteiro, através da relação PO / PP (pontos obtidos / pontos possíveis).

A confirmação ou não de cada requisito deve ser decidida através da votação dos operários, ou através de decisão de um avaliador, que pode ser o próprio gerente da obra. A escolha de uma ou outra alternativa é intrínseca à cultura de cada empresa. Um aspecto importante que deve ser observado é quanto à necessidade de não existir um dia da semana fixo para a avaliação, afim de prevenir a limpeza premeditada do canteiro. Entretanto, se a avaliação for feita pelos próprios operários, pode-se manter fixo apenas o horário da avaliação, por exemplo, a hora do almoço ou o final do expediente.

Embora o dia da avaliação seja variável, deve ser fixado o intervalo no qual a mesma é realizada (por exemplo, uma avaliação por semana), estabelecendo-se também o período de totalização do indicador, por exemplo, a cada quatro semanas. A totalização é realizada fazendo-se a média das notas obtidas no período. Os critérios, assim como as notas parciais, devem estar expostos em local visível, de preferência no refeitório, em uma placa ou cartaz com letras grandes e que chame a atenção, de modo semelhante ao exemplo da figura 6.8.

PLACAR DA ORGANIZAÇÃO				
LIMPEZA				
USO DE EPI E PROTETORES				
SAÚDE DE MATERIAIS E FERRAMENTAS				
CONSERVAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS				
TOTAL DE PONTOS DA SEMANA	70			

TOTAL GERAL

MANTOIS 3 PONTOS
MANTOIS 4 PONTOS
MANTOIS 5 PONTOS

ED. SANTO FLORENTINO
ED. SANTO ROQUE
ED. CRISTO REI
ED. VILAGELO

CAMPEÃO DO MÊS

Figura 6.9. Exemplo de quadro para a avaliação da manutenção da limpeza no canteiro.

Devido a sua natureza e aspectos de mudança cultural envolvidos, recomenda-se que este indicador somente seja coletado em empresas que estão iniciando ou que já possuem programas de melhoria da qualidade em andamento. Caso contrário, a implantação pode ser inviável devido à falta de conscientização acerca de sua importância e objetivos.

Este tipo de avaliação já vem sendo utilizado por algumas construtoras no âmbito de seus programas de qualidade, inclusive com a existência de um sistema de competição entre as obras da empresa, no qual ao final de cada mês é concedida uma premiação ao pessoal da obra que obteve a maior pontuação. Porém, a avaliação vem sendo realizada sem a existência de critérios explícitos para tal, lacuna esta que o indicador em questão propõe-se a preencher.

6.5.6 Desperdício de homens-hora no transporte de tijolos e blocos

A utilização intensiva de mão-de-obra em atividades de transporte de materiais é, pela própria natureza, um desperdício, já que tais atividades não agregam valor algum ao produto final. Embora seja impossível eliminar completamente as operações de transporte, isto não significa que não se possa reduzir a quantidade de mão-de-obra alocada à esta atividade. Tal melhoria pode ser

obtida principalmente através do uso de melhores equipamentos e de um *layout* eficiente. O presente indicador pretende medir a quantidade de homens-hora gastos em operações de transporte de tijolos e blocos, especificamente, no percurso estoque-equipamento de transporte vertical, através da fórmula 6.3 apresentada abaixo.

$$Itt = \frac{\Delta \text{ Estoque / dia}}{Tij. eq. / carrinho} \times HH / viagem \quad (6.3)$$

Onde:

Δ estoque / dia * = variação do estoque principal de tijolos no dia da medição, em tijolos equivalentes;

tij. eq. / carrinho * = capacidade média de tijolos do equipamento de transporte, em tijolos equivalentes;

hh / viagem ** = quantidade média de homens-hora gastas em cada operação de transporte. A operação de transporte é considerada desde a retirada do tijolo da pilha (estoque principal), até o seu carregamento no guincho ou grua, devendo-se obter o tempo médio transcorrido neste processo.

* O tijolo equivalente é adotado como sendo o tijolo cerâmico maciço de 5 x 10 x 20 cm, cujo volume é 1000 cm³. A partir do volume do tijolo ou bloco utilizado, deve-se calcular a quantidade correspondente em tijolos equivalentes.

** A quantidade diária de medições deve ser estabelecida após um estudo piloto de um dia, o qual fornece um número diário de viagens. O número de observações por dia será um percentual deste número diário de viagens.

Deve ser estabelecida a periodicidade de totalização do indicador, por exemplo, a cada quatro medições diárias, faz-se a média aritmética das mesmas. Nota-se que a coleta de dados envolve a medição de tempos, prática que, apesar de pouco usual na construção, é largamente utilizada para a modelagem de processos (com fins de simulação computacional) e medição de indicadores em outros setores industriais e de serviços. Exemplos destas aplicações estão na medição de tempos

no trânsito, medição do tempo médio de permanência em filas de bancos, e medição de tempos diversos de processamento e de transporte em processos industriais.

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

7.1 CONCLUSÕES

Como foi definido inicialmente, o objetivo principal deste estudo foi desenvolver e demonstrar a aplicabilidade de um método para diagnóstico e estabelecer diretrizes para o planejamento de canteiros de obras de edificações residenciais e comerciais de múltiplos pavimentos.

O método de diagnóstico desenvolvido consiste da aplicação conjunta de quatro ferramentas: lista de verificação (*check-list*), entrevista, elaboração de croquis do canteiro e registro fotográfico. Devido à sua abrangência, a lista de verificação é a ferramenta mais importante das quatro, possibilitando uma avaliação qualitativa do canteiro, sob a ótica do *layout* e da logística das instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais.

A aplicação do método de diagnóstico em doze canteiros, pelo pesquisador e por estagiários, permitiu que se obtivesse *feedback* a respeito do conteúdo e estrutura das ferramentas, afim de que fossem efetuadas as correções necessárias para o aperfeiçoamento de cada uma delas. Também é importante destacar que a lista de verificação foi aplicada ao todo em vinte e cinco canteiros, doze no âmbito das aplicações do método completo (todas as ferramentas) e treze canteiros em que a lista foi aplicada isoladamente.

Após todas estas aplicações, pôde-se confirmar a validade do método de diagnóstico, tendo em vista, principalmente, a possibilidade de se identificar, ainda que genericamente, a situação do canteiro no que diz respeito ao *layout* e à logística, além da facilidade de implementação do método. Tal facilidade evidenciou-se pelo pouco tempo requerido para sua aplicação (duas a três horas, conforme o porte da obra), por não exigir grande experiência em obras da parte do observador e pela objetividade das ferramentas, em especial o *check-list*, o qual pode ser preenchido apenas através da visualização das instalações, dispensando consultas a quaisquer funcionários da obra.

Assim, o método cumpre o seu propósito inicial, que era o de ser um instrumento para o diagnóstico simplificado de canteiros de obra. A palavra simplificado é pertinente, pois as ferramentas, apesar do relativo enfoque sobre detalhes, não conseguem analisar todos os aspectos do planejamento do canteiro, detectando apenas os problemas mais salientes, assim como também não identificam a origem dos mesmos e o seu nível de gravidade.

A lista de verificação, além de desempenhar um papel fundamental no contexto do método de diagnóstico, também revelou-se uma ferramenta extremamente útil e adequada para orientar o processo de padronização das instalações do canteiro. Os três trabalhos de padronização realizados demonstraram com clareza tal utilidade, já que foi a partir da lista que estabeleceram-se quais elementos do canteiro seriam padronizados, assim como quais os requisitos mínimos de qualidade que deveriam ser atendidos por cada elemento.

A padronização das instalações de canteiro em três diferentes empresas evidenciou a necessidade do comprometimento dos participantes e do apoio da alta gerência, assim como a importância de que um dos membros do grupo de padronização possua poder de decisão, afim de garantir que o trabalho terá prosseguimento e que os padrões serão efetivamente implantados. A padronização das instalações de segurança foi o ponto crítico comum aos três estudos, fato ocasionado principalmente pela necessidade de se elaborar a maioria dos padrões e pelo desconhecimento e pouca conscientização da parte de alguns membros do grupo, acerca das reais necessidades de instalações de segurança.

De outra parte, resultou dos três estudos uma estrutura e um cronograma genérico bem definidos para a execução de programas de padronização de canteiros, podendo-se afirmar que se obteve um método, ou diretrizes bastante consistentes para a execução de tais programas. Tal método teve sua viabilidade confirmada pelo resultado de cada estudo, um manual de padronização, o qual foi considerado adequado para cumprir as funções de documentação e disseminação dos padrões de canteiro elaborados. Os recursos dispendidos para a execução do programa não podem ser considerados elevados, já que se exige apenas uma reunião por semana (durante cerca de dois meses) e a utilização de um estagiário para a confecção do manual.

Ainda que um consultor externo facilite a implementação do método de padronização, devido aos seus conhecimentos específicos que o qualificam para executar as funções de redator do manual, motivador e coordenador dos trabalhos, com base nos procedimentos expostos no capítulo 3, é possível uma empresa implantar, sem maiores dificuldades, um programa semelhante ao executado neste estudo.

Através da lista de verificação também foi possível caracterizar um conjunto de canteiros de obra do Rio Grande do Sul quanto à eficiência do planejamento de canteiro, um dos objetivos secundários desta dissertação. A situação encontrada nos vinte e cinco canteiros diagnosticados demonstrou que existe um potencial significativo para implantação de melhorias, visto as notas médias por grupo do canteiro obtidas pelo conjunto: instalações provisórias (5,3), segurança na obra (5,2), movimentação e armazenamento de materiais (5,9).

Tais resultados são preocupantes à medida em que é possível esperar um decréscimo das notas médias com uma amostra maior de canteiros, já que a maior parte das empresas analisadas está envolvida há alguns anos em programas de qualidade. A principal conclusão que se pode tirar a partir do panorama identificado é que ainda não há, na maior parte das empresas do conjunto, conscientização suficiente acerca da importância do planejamento de canteiro.

Complementando, ainda que parcialmente, as deficiências do *check-list* como ferramenta de avaliação da eficiência do planejamento de canteiro, foram desenvolvidos um conjunto de indicadores adicionais. Os quatro indicadores elaborados referem-se a alguns aspectos específicos do planejamento de canteiros que são viáveis de serem quantificados: intensidade dos cruzamentos de fluxos, *layout* do posto de produção de argamassa, limpeza do canteiro e desperdício de mão-de-obra no transporte de tijolos e blocos.

A estes indicadores podem ser somados vários outros, já desenvolvidos e testados em estudos anteriores (Oliveira et alli, 1995), que espelham indiretamente a eficiência do planejamento de canteiro. Os referidos indicadores abordam aspectos como perdas de materias, produtividade por serviços (alvenaria, reboco, armação e fôrmas), produtividade global da obra, tempos produtivos, improdutivos e auxiliares, taxa de gravidade de acidentes e taxa de frequência de acidentes.

A tarefa de elaboração de indicadores demonstrou possuir um certo grau de complexidade intrínseco à sua própria natureza, já que muitas vezes, necessita-se expressar através de um único índice, a influência de uma ampla série de fatores sobre o desempenho do objeto de análise. No presente caso, as dificuldades foram agravadas pelo fato do planejamento de canteiro possuir interface com muitos processos produtivos, sendo poucos os aspectos que podem ser analisados isoladamente.

De outra parte, os nove estudos de caso de planejamento de *layout* de canteiros demonstraram que se dispense um número insignificante de horas técnicas em tal atividade de planejamento, duas ou três reuniões com duração aproximada de 45 minutos cada uma. Face ao relacionamento que o *layout* possui com todos os processos produtivos que se desenvolvem no canteiro, influenciando diretamente no aproveitamento da mão-de-obra e dos materiais, e aos recursos insignificantes gastos no seu planejamento, concluí-se que não há argumentos para justificar a inexistência de tal atividade.

Apesar disto, nenhuma das empresas realizava um planejamento formal do *layout* de seus canteiros. Tal atitude é a prática comum no setor, sendo um dos sintomas mais gritantes do atraso gerencial da indústria da construção em relação à indústria da transformação, na qual práticas semelhantes são inadmissíveis. Assim, torna-se difícil falar da aplicação de modernas técnicas de gerenciamento, tal como o *just-in-time*, em empresas que não planejam sequer o arranjo físico do ambiente de trabalho.

Aqueles *layouts* planejados após a execução do trabalho de padronização de canteiros na mesma empresa, possibilitaram a confirmação na prática das facilidades que a padronização traz para o planejamento de *layout*, isto é, a agilização do processo e a maior confiabilidade das decisões tomadas.

O acompanhamento da implantação e evolução de alguns dos *layouts* planejados confirmou as conclusões de Tommelein (1995), cujo trabalho indicou que a existência de planejamento do *layout*, não evita, ao longo da execução da obra, desvios em relação aos planos originais. Nos casos acompanhados, as causas dos desvios se deveram tanto à falta de um maior detalhamento

dos planos, quanto a deficiências na programação de entregas de materiais e alterações no próprio planejamento da obra durante a sua execução, conforme exposto no capítulo 5.

Mesmo que os estudos de caso não tenham tido o caráter de intervenção nas empresas, é bastante importante destacar que se observou, principalmente na empresa A, na qual se planejaram quatro *layouts* e padronizaram-se os canteiros, melhorias significativas em relação à situação diagnosticada antes de se iniciarem os trabalhos na empresa. Tais melhorias revelaram-se pela implantação de alguns dos padrões, pela satisfação de mestres-de-obra e engenheiros com o maior conforto e limpeza dos canteiros, e pela disseminação das boas práticas de planejamento do canteiro por outras obras que já estavam em andamento na época de início dos trabalhos, fato constatado através de visitas às mesmas.

Quanto ao estabelecimento de diretrizes para o planejamento de canteiro, a revisão bibliográfica e os estudos de caso forneceram subsídios de boa qualidade para a sistematização de tais diretrizes. Optou-se por colocar as diretrizes provenientes da bibliografia no capítulo 2, e as diretrizes provenientes dos estudos de caso no capítulo 6. Esta atitude foi tomada pois as diretrizes do capítulo 6 focalizam-se de modo mais forte no planejamento do *layout*, e também para salientar a experiência adquirida com os trabalhos práticos, evidenciando assim, os progressos obtidos em relação à bibliografia existente.

Finalmente, deve-se afirmar que o planejamento de canteiro, isoladamente, não produz melhorias de grande vulto na competitividade da empresa, devendo-se inserir o mesmo nas práticas de programas de melhorias da qualidade e produtividade. Entretanto, o trabalho realizado deixou bastante claro que o planejamento de canteiro apresenta as características ideais para ser implantado nas etapas iniciais de tais programas, já que ele pode ser enquadrado na categoria daquelas melhorias de baixo custo, com resultados visíveis e de curto prazo.

7.2 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A partir dos resultados obtidos nesta dissertação e da experiência adquirida ao longo de sua realização, pode-se fazer uma série de sugestões para o desenvolvimento de futuras pesquisas na área:

- a)** estudar a aplicação de simulação computacional para a avaliação do planejamento de *layout*;
- b)** aplicação do *check-list* em um número maior de canteiros, com o objetivo de obter-se uma caracterização setorial com respeito à eficiência do planejamento de canteiro, identificando-se os problemas mais frequentes;
- c)** estabelecimento e testagem de mais indicadores de eficiência do planejamento de canteiro, abordando aspectos não tratados pelos indicadores propostos neste trabalho;
- d)** aplicação e aperfeiçoamento dos indicadores propostos;
- e)** estudos comparativos entre o desempenho de canteiros com e sem planejamento formal, através da aplicação de indicadores;
- f)** identificação e organização de um banco de dados com boas práticas em planejamento de canteiros;
- g)** elaboração e aplicação de um *check-list* específico para a NR-18;
- h)** estudo detalhado dos custos envolvidos para a implantação de todas as exigências da NR-18;
- i)** realização de estudos destinados ao desenvolvimento de inovações tecnológicas para proteções coletivas nas edificações;
- j)** desenvolvimento de diretrizes para a implantação de abrangentes programas de segurança do trabalho em canteiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Preparo, controle e recebimento de concreto**: NBR 12655. Rio de Janeiro, 1992.
- AKINTOYE, A. Just-in-time application and implementation for building material management. **Construction Management and Economics**, London, n.13, p 105-113, 1995.
- ARAÚJO, N.; MEIRA, G. Utilização da NR-18 em canteiros de obras de edificações verticais da Grande João Pessoa. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16º, 1996, Piracicaba, SP. **Anais...**Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba, 1996. (CD-ROM)
- CAMPOS, V.F. **Qualidade total**: padronização de empresas. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. Constructability Task Force. **Constructability: a primer**. Austin, 1986. 30 p. (CII. Publication, 3-1).
- CHARTERED INSTITUTE OF BUILDING. Working commission W60. **Working with the performance approach in building**. 1982. (CIB Report. Publication, 64).
- DAVIES, V.J.; TOMASIN K. **Construction safety handbook**. London: Thomas Telford, 1990.
- FORMOSO, C. T. et al. **Estimativa de custos de obras de edificações**. Porto Alegre: Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, 1986. (Caderno de Engenharia, 9).
- FRANKENFELD, N. **Produtividade**. Rio de Janeiro: CNI, 1990. (Manuais CNI).
- FUNDACENTRO. **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção: NR-18**. Brasília, 1995.

- GIBB, A.G.F.; KNOBS, T. **Computer-aided site layout and facilities planning**. Paper presented at the ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 1995, York, UK.
- GUS, M. **Método para a concepção de sistemas de gerenciamento da etapa de projetos da construção civil: um estudo de caso**. Porto Alegre, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS.
- HANDA, V.; LANG, B. Construction site planning. **Construction Canada**, v.85, n.5, p. 43-49, 1988.
- HANDA, V.; LANG, B. Construction site efficiency. **Construction Canada**, v.89, n.1, p. 40-48, 1989.
- HEINECK, L.F. et al. Movimentação de argamassa em obra: uma avaliação do consumo de mão-de-obra nesta atividade do canteiro. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1995, Goiânia. **Anais...Goiânia: UFG, Antac, 1995. 472 p. p.16-17.**
- HINZE, J. **Construction safety**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1997.
- HSE health and safety in construction**. HSE Books, London, 1996.
- ILLINGWORTH, J.R. **Construction: methods and planning**. London: E&FN Spon, 1993.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992. (CIFE. Report, 72).
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L. **Operations management: strategy and analysis**. 3.ed. Reading: Addison-Wesley, 1993.
- LANTELME, E. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. Porto Alegre, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS.

- LAUFER, A.; TUCKER, R. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v.5, p. 243-266, 1987.
- LICHTENSTEIN, N. **Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares**. São Paulo, 1987. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da USP.
- LISKA, R.W. et al. **Zero accident techniques**. Austin: The Construction Industry Institute, 1992. 292 p.
- MAIA, M.A. et al. Sistema de padronização para execução de edifícios com participação dos operários. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, n.15, p. 39-53, 1994.
- MATHEUS, M. F. L.. **The knowledge-use level: an approach to construction site layout**. Salford, 1993. M.Sc. Dissertation (M.Sc.) - University of Salford.
- MILTENBURG J.; Wijngaard J. Designing and phasing in just-in-time production systems. **International Journal of Production Research**, London, v. 29, n.1, p. 5-21, Jan. 1991.
- MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.
- NEIL, J. M. Teaching site layout for construction. In: ASCE MEETING, 1980, Portland, OR. **Proceedings...**New York: ASCE, 1980. p. 1-11.
- OLIVEIRA, M. et al. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil: manual de utilização**. Porto Alegre: SEBRAE / RS, 1995.
- PINTO, T.P. **Perdas de materiais em processos construtivos convencionais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, 1989. 33 p.
- POPESCU, C. Temporary facilities - utilities designing steps. In: ASCE CONVENTION AND EXPOSITION, New York, 1980. **Proceedings...**New York: ASCE, 1980.

- RAD, P.F. The layout of temporary construction facilities. **Cost Engineering**, v.25, n.2, p. 19-26, 1983.
- RODRIGUEZ-RAMOS, W.; FRANCIS, R. Single crane location optimization. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 109, n.4, p. 387-397, Dec 1983.
- ROUSSELET, E.; FALCÃO, C. **A segurança na obra**; manual técnico de segurança do trabalho em edificações prediais. 2. ed., Rio de Janeiro: Senai, 1988.
- SANTOS, A. **Método alternativo de intervenção em obras de edifícios enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais**: um estudo de caso. Porto Alegre, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS.
- SCARDOELLI, L. et al. **Melhorias de qualidade e produtividade**: iniciativas de empresas de construção civil. Porto Alegre: SEBRAE / RS, 1994. 280 p.
- SCHROEDER, R.G. **Operations management: decision making in the operations function**. 4.ed. New York: Mc Graw-Hill, 1993.
- SKOYLES, E.R.; SKOYLES, J. **Waste prevention on site**. London: Mitchell, 1987.
- SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações**; sua incidência e controle. Porto Alegre, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS.
- TOMMELEIN, I.D. et al. SightPlan experiments: alternate strategies for site layout design. **Journal of Computing in Civil Engineering**, New York, ASCE, v.5, n.1, p. 42-63. Jan, 1991.
- TOMMELEIN, I.D. Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge. In: ALLEN, Robert H. (Ed.). **Expert systems for civil engineers: knowledge representation**. New York: ASCE, 1992. 287 p. Cap. 10, p. 214-258.

- TOMMELEIN, I.D.; ZOUEIN, P. Interactive dynamic layout planning. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 119, n.2, p. 239-251. Jun 1993.
- TOMMELEIN, I.D. MoveCapPlan: an integrated system for planning and controlling construction material laydown and handling. **Journal of Computing in Civil Engineering**. New York, ASCE, v.2, p. 1172-1179. Jun 1994.
- TOMMELEIN, I.D. New tools for site materials handling and layout control. In: CONSTRUCTION CONGRESS, 1995, San Diego. **Proceedings...**New York: ASCE, 1995.
- VOSS, C. **Manufacturing strategy - process and content**. London: Chapman & Hall, 1992.

ANEXO A - LISTA DE VERIFICAÇÃO (*check-list*)

LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA DIAGNÓSTICO SIMPLIFICADO DE LAYOUT E LOGÍSTICA DE CANTEIROS DE OBRA

Preenchido por :Data :
 Obra / Empresa :

Informações Preliminares :

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

FASES	Bloco único	Bloco A	Bloco B	Bloco C
Infra-estrutura				
Estrutura				
Alvenaria				
Revestimento interno				
Revestimento externo (em %)				

B) Número de pavimentos : _____ C) Número de operários na fase atual da obra : _____

D) Estimativa do pico máximo de operários : _____

Instruções gerais para preenchimento :

- Antes de ir à obra leia todas as folhas com atenção;
- Usar uma planilha para cada bloco;
- No caso de itens com dois ou mais elemento iguais para serem analisados, como por exemplo a existência de dois guinchos ou duas gruas no mesmo bloco, adotar sempre a pior situação;

Instruções para o cálculo das notas :

- Todos os itens possuem o mesmo valor (1 ponto);
- Há, para alguns elementos do grupo instalações provisórias, as opções "*existe*" ou "*não existe*". Se for assinalada a opção "*não existe*", deve-se assinalar "*não*" para todos os itens do respectivo elemento.

A) INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	SIM	NÃO	N.apl	Nota
A1) TIPOLOGIA DAS INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS				
• São utilizadas instalações móveis (containers) ? (1) sim (24) não				
• Se a resposta for <i>sim</i> passe para o item A2				
A1.1) Há modulação dos barracos	9	11	5	4,5
A1.2) Os painéis são unidos com parafusos, grampos ou solução equivalente que facilite o processo de montagem e desmontagem	2	19	4	0,95
A1.3) Os painéis são pintados e estão em bom estado de conservação	9	12	4	4,3
A1.4) Foram aproveitadas construções existentes para instalações da obra	5	5	15	5,0
A1.5) Os barracos estão em locais livres da queda de materiais, ou então a sua cobertura tem proteção	18	4	3	8,2
Obs :				
A2) TAPUMES				
A2.1) Existe alguma espécie de pintura decorativa e/ou logomarca da empresa	19	5	1	7,9
A2.2) Os tapumes são constituídos de material resistente e estão em bom estado de conservação	23	1	1	9,6
Obs :				
A3) ACESSOS				
A3.1) Existe portão exclusivo para entrada de pedestres (clientes e operários)	18	6	1	7,5
A3.2) Existe caminho, calçado e coberto, desde o portão de entrada até a área edificada	9	15	1	3,75
A3.3) Há possibilidade de entrada de caminhões no canteiro	19	6	0	7,6
A3.4) Caso a obra localize-se em uma esquina, o acesso de caminhões é pela rua com trânsito menos movimentado	3	0	21	-
Obs :				
A4) GUARITA DO VIGIA/PORTARIA (10) existe (15) não existe				
A4.1) Esta junto ao portão de entrada de pessoas	8	15	2	3,5
A4.2) Na guarita ou na portaria são distribuídos capacetes para os visitantes	10	15	0	4,0
A4.3) Há campainha no portão de entrada de pessoas	0	0	0	-
Obs :				
A5) ESCRITÓRIO (Sala do mestre/Engenheiro) (22) existe (3) não existe				
A5.1) Tem visão global do terreno	8	17	0	3,2
A5.2) A documentação técnica da obra está à vista e é de fácil localização	18	6	1	7,5
A5.3) Tem estoque com materiais para primeiros socorros	19	5	1	7,9
Obs :				
A6) ALMOXARIFADO (20) existe (5) não existe				
A6.1) Está perto do ponto de descarga de caminhões	12	11	2	5,2
A6.2) Existem etiquetas com nomes de materiais e equipamentos	1	22	2	0,4
A6.3) É dividido em dois ambientes, um para armazenamento de materiais e ferramentas e outro para sala do almoxarife com janela de expediente	9	14	2	3,9
Obs :				
A7) LOCAL PARA REFEIÇÕES (22) existe (3) não existe				
A7.1) Há lavatório instalado em suas proximidades ou no seu interior (NR-18)	16	9	0	6,4
A7.2) Tem fechamento que permite isolamento durante as refeições (NR-18)	17	8	0	6,8
A7.3) Tem piso de concreto, cimentado ou outro material lavável (NR-18)	22	3	0	8,8
A7.4) Tem depósito com tampa para detritos (NR-18)	13	12	0	5,2
A7.5) Há assentos em número suficiente para atender aos usuários (NR-18)	12	12	1	5,0
A7.6) As mesas são separadas de forma que os trabalhadores agrupem-se segundo sua vontade	5	19	1	2,1
Obs :				

A8) VESTIÁRIO (25) existe (0) não existe	SIM	NÃO	N.apl	Nota
A8.1) Tem piso de concreto, cimentado ou material equivalente (NR-18)	21	3	1	8,75
A8.2) Tem bancos e cabides que não sejam de pregos	8	17	0	3,2
A8.3) Tem armários individuais dotados de fechadura e cadeado (NR-18)	6	19	0	2,4

Obs :

A9) INSTALAÇÕES SANITÁRIAS (25) existem (0) não existem				
Nº de chuveiros : _____ Nº de vasos sanitários : _____				
Nº de lavatórios : _____ Nº de mictórios : _____				
A9.1) Os banheiros estão ao lado do vestiário	15	7	3	6,8
A9.2) O mictório e o lavatório são passíveis de reaproveitamento	13	10	2	5,65
A9.3) Há banheiros volantes nos andares (somente para prédios com 5 ou mais pavimentos)	4	18	3	1,8
A9.4) Há papel higiênico e recipientes para depósito de papéis usados no banheiro (NR-18)	22	3	0	8,8
A9.5) Nos locais onde estão os chuveiros há piso de material antiderrapante ou estrado de madeira (NR-18)	17	8	0	6,8
A9.6) Há um suporte para sabonete e cabide para toalha correspondente à cada chuveiro (NR-18)	3	21	1	1,25
A9.7) Há um banheiro somente para o pessoal de administração da obra (mestre, Engº, técnico)	6	18	1	2,5
A9.8) Para deslocar-se do posto de trabalho até as instalações sanitárias é necessário percorrer menos de 150,0 m (NR-18)	19	6	0	7,6
A9.9) As paredes internas dos locais onde estão instalados os chuveiros são de alvenaria ou revestidas com chapas galvanizadas ou outro material impermeável	13	11	1	5,4

Obs :

A10) ÁREAS DE LAZER				
A10.1) O refeitório ou outro local é aproveitado como área de lazer, possuindo televisão ou jogos	0	1	0	-

Obs :

NOTA - INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS		
PONTOS POSSÍVEIS (PP)	PONTOS OBTIDOS (PO)	(PO / PP) X 10

B) SEGURANÇA NA OBRA				
B1) ESCADAS				
B1.1) Há corrimão provisório constituído de madeira ou outro material de resistência equivalente (NR-18)	14	6	5	7,0
B1.2) Há escada ou rampa provisória para transposição de pisos com desnível superior à 40 cm (NR-18)	13	3	9	8,1
B1.3) Quando da concretagem da escada já é deixada alguma espécie de espera para servir de montante para os corrimãos	2	19	4	0,95
B1.4) Os corrimãos são pintados e estão em bom estado de conservação	7	11	7	3,9
B1.5) As lâmpadas dos patamares das escadas possuem proteção gradeada contra batidas	0	0	0	-

Obs :

B2) ESCADAS DE MÃO				
B2.1) As escadas de mão ultrapassam em cerca de 1,0 m o piso superior (NR-18)	2	9	14	1,8
B2.2) As escadas de mão estão fixadas nos pisos superior e inferior, ou são dotadas de dispositivo que impeça escorregamento (NR-18)	3	8	14	2,7

Obs :

B3) POCO DO ELEVADOR	SIM	NÃO	N.apl	Nota
B3.1) Há fechamento provisório, com guarda-corpo e rodapé, de no mínimo 1,20 m de altura (NR-18)	11	7	7	6,1
B3.2) O fechamento provisório é constituído de material resistente e está seguramente fixado à estrutura (NR-18)	14	4	7	7,8
B3.3) Há assoalramento de madeira ou malha de ferros dentro dos poços para amenizar eventuais quedas Obs:	6	12	7	3,3
B4) PROTEÇÃO CONTRA QUEDA NO PERÍMETRO DOS PAVIMENTOS				
• Há andaime fachadeiro ? (2) sim (23) não • Se a resposta for <i>sim</i> passe para o item B5				
B4.1) Há proteção efetiva, constituída por anteparo rígido com guarda-corpo e rodapé revestido com tela (NR-18) Obs :	2	7	16	2,2
B5) ABERTURAS NO PISO				
B5.1) Todas as aberturas nos pisos de lajes tem fechamento provisório resistente (NR-18) Obs :	3	7	15	3,0
B6) PLATAFORMA DE PROTEÇÃO (bandeja salva-vidas) ATENÇÃO : • Se apesar da atual fase da obra requisitá-las, mas elas não estiverem sendo utilizadas, marque <i>não</i> para todos os itens; • Caso a fase atual ou o número de pavimentos da obra não exijam o uso de bandejas, marque <i>não se aplica</i> para todos os itens				
B6.1) A plataforma principal de proteção está na primeira laje que esteja no mínimo um pé-direito acima do nível do terreno (NR-18) • se estiver em outra indique :	6	6	13	5,0
B6.2) Existem plataformas secundárias de proteção a cada 3 lajes, a partir da plataforma principal (NR-18)	1	8	16	1,1
B6.3) As plataformas contornam toda a periferia da edificação (NR-18)	5	7	13	4,2
B6.4) Os painéis das bandejas são fixados com parafusos ou borboletas	2	10	13	1,7
B6.5) A fixação das treliças é feita através de furo na viga, espera na laje ou solução equivalente	7	5	13	5,8
B6.6) A plataforma principal e as secundárias tem largura de 2,50 m + 0,80 m (à 45°) e 1,40 m + 0,80 m (à 45°) respectivamente (NR-18)	5	7	13	4,2
B6.7) O conjunto bandejas / treliças é pintado e está em bom estado de conservação Obs :	5	7	13	4,2
B7) SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
B7.1) Há identificação dos locais de apoio (banheiros, escritório, almoxarifado, etc.) que compõem o canteiro (NR-18)	8	16	1	3,3
B7.2) Há alertas quanto a obrigatoriedade do uso de EPI, específico para a atividade executada, próximos ao posto de trabalho (NR-18)	9	15	1	3,75
B7.3) Existe identificação dos andares da obra	10	12	3	4,5
B7.4) Há advertências quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por grua, guincho e guindaste (NR-18)	3	16	6	1,6
B7.5) Há uma placa no elevador de materiais, indicando a carga máxima e a proibição do transporte de pessoas (NR-18) Obs :	0	1	0	-

B8) EPI's	SIM	NÃO	N.apl	Nota
B8.1) São fornecidos capacetes para os visitantes	22	3	0	8,8
B8.2) Independente da função todo trabalhador está usando botinas e capacetes	21	4	0	8,4
B8.3) O s trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18)	7	18	0	2,8
B8.4) Trabalhadores em andaimes externos ou qualquer outro serviço à mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18)	14	4	7	7,8

Obs :

B9) INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
B9.1) Circuitos e equipamentos não tem partes vivas expostas, tais como fios desencapados (NR-18)	16	7	2	7,0
B9.2) Os fios condutores estão em locais livres do trânsito de pessoas e equipamentos, de modo que está preservada sua isolamento (NR-18)	11	12	2	4,8
B9.3) Todas as máquinas e equipamentos elétricos estão ligados por conjunto plugue e tomada (NR-18)	21	3	1	8,75
B9.4) As redes de alta tensão estão protegidas de modo a evitar contatos acidentais com veículos, equipamentos e trabalhadores (NR-18)	11	2	12	8,5

Obs :

B10) ANDAIMES SUSPENSOS				
B10.1) Os andaimes dispõem de guarda-corpo e rodapé em todo o perímetro, exceto na face de trabalho (NR-18)	6	4	15	6,0
B10.2) Existe tela de arame, náilon ou outro material de resistência equivalente presa no guarda-corpo e rodapé (NR-18)	6	4	15	6,0

Obs :

B11) PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO				
B11.1) O canteiro possui extintores para combate à princípios de incêndio (NR-18) Nº de extintores:	8	16	1	3,3

Obs :

B12) GUINCHO				
B12.1) A torre do guincho é revestida com tela (NR-18)	9	8	8	5,3
B12.2) As rampas de acesso à torre são dotadas de guarda-corpo e rodapé, sendo planas ou ascendentes no sentido da torre (NR-18)	8	3	14	7,3
B12.3) Há pneus ou outra espécie de amortecimento para a plataforma do elevador no térreo	11	6	8	6,5
B12.4) O posto de trabalho do guincheiro é isolado e possui cobertura de proteção contra queda de materiais (NR-18)	15	3	7	8,3
B12.5) Há assento ergonômico para o guincheiro (NR-18)	5	13	7	2,8
B12.6) A plataforma do elevador é dotada de contenção nas laterais em que não há carga/descarga	9	8	8	5,3
B12.7) No térreo o acesso a plataforma do elevador é plano, não exigindo esforço adicional no empurramento de carrinhos/gericas	13	5	7	7,2
B12.8) Nas concretagens são deixados ganchos de ancoragem nos pavimentos para atirantar a torre do guincho	13	2	10	8,7
B12.9) Caso o guincho utilize campainha, o operário pode acioná-la sem subir na plataforma do elevador	8	3	14	7,3

Obs :

B13) GRUA				
B13.1) Existe delimitação das áreas de carga e descarga de materiais (NR-18)	2	1	22	-
B13.2) A grua possui alarme sonoro que é acionado pelo operador quando há movimentação de carga (NR-18)	0	3	22	-

Obs :

NOTA - SEGURANÇA NA OBRA		
PONTOS POSSÍVEIS (PP)	PONTOS OBTIDOS (PO)	(PO / PP) X 10

C) SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE MAT.	SIM	NÃO	N.apl	Nota
C1) VIAS DE CIRCULAÇÃO				
C1.1) Há contrapiso nas áreas de circulação de materiais ou pessoas	15	7	3	6,8
C1.2) Existe cobertura para transporte de materiais da betoneira até o guincho	16	4	5	8,0
C1.3) É permitido o trânsito de carrinhos/gericas perto dos estoques em que tais equipamentos fazem-se necessários	17	4	4	8,1
C1.4) Há caminhos previamente definidos para os principais fluxos de materiais, próximo ao guincho, e nas áreas de produção de argamassa e armazenamento	5	14	6	2,6

Obs :

C2) ENTULHO				
C2.1) São utilizadas caixas para desperdícios nos andares e/ou depósito central de desperdícios	9	16	0	3,6
C2.2) O entulho é transportado para o térreo através de calha ou tubo coletor	1	22	2	0,4
C2.3) O canteiro está limpo, sem calça e sobras de madeira espalhadas, de forma que não está prejudicada a segurança e circulação de materiais e pessoas	14	11	0	5,6
C2.4) O entulho é separado por tipo de material e reaproveitado	6	19	0	2,4

Obs :

C3) GUINCHO				
C3.1) A comunicação com o guincheiro é feita através de botão em cada pavimento que aciona lâmpada ou campainha junto ao guincheiro (NR-18) • Se for outro sistema especifique :	7	11	7	3,9
C3.2) Há utilização de tubofone em combinação com outro sistema de comunicação	4	14	7	2,2
C3.3) Há placa com a logomarca da empresa na torre do guincho	8	8	9	5,0
C3.4) O guincho está na posição mais próxima possível do baricentro do pavimento tipo	14	4	7	7,8
C3.5) O guincho está em frente a parede cega	9	8	8	5,3
C3.6) A área próxima ao guincho está desobstruída, permitindo livre circulação dos equipamentos de transporte	16	2	7	8,9
C3.7) As peças para acesso nos pavimentos são amplas, facilitando a carga/descarga e o estoque provisório de materiais nestes locais	14	4	7	7,8

Obs :

C4) ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS				
CIMENTO				
C4.1) Existe estrado sob o estoque de cimento	20	2	3	9,1
C4.2) As pilhas de cimento tem no máximo 10 sacos	19	3	3	8,6
C4.3) O estoque está protegido da umidade em depósito fechado e coberto.(Caso não exista depósito há cobertura com lona ou outro dispositivo)	11	6	8	6,5
C4.4) Havendo depósito fechado é praticada estocagem do tipo PEPS (o primeiro saco à entrar é o primeiro à sair)	6	8	11	4,3
C4.5) No caso das pilhas estarem adjacentes à paredes (do depósito ou não) há uma distância mínima de 0,30 m para permitir a circulação de ar	6	11	8	3,5

Obs :

AGREGADOS E ARGAMASSA	SIM	NÃO	N.apl	Nota
C4.6) As baias para areia/brita/argamassa tem contenção em três lados	9	13	3	4,1
C4.7) As baias tem fundo cimentado para evitar contaminação do estoque	8	14	3	3,6
C4.8) A areia é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)	18	3	4	8,6
C4.9) A argamassa é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)	12	0	13	10,0
C4.10) As baias de areia e argamassa estão em locais protegidos da chuva ou tem cobertura com lona	6	15	4	2,9
C4.11) As baias de areia e argamassa estão próximas da betoneira • Estime as distâncias em metros : _____	1	0	0	-

Obs :

TIJOS/BLOCOS				
C4.12) O estoque está em local limpo e nivelado, sem contato direto com o solo	14	7	4	6,7
C4.13) É feita a separação de tijolos por tipo	21	0	4	10,0
C4.14) As pilhas de tijolos tem até 1,80 m de altura	15	6	4	7,1
C4.15) Os tijolos são descarregados no local definitivo de armazenagem	19	2	4	9,05
C4.16) O estoque está em local protegido da chuva ou tem cobertura com lona	8	11	6	4,2
C4.17) O estoque está próximo do guincho • Estime a distância em metros : _____	1	0	0	-

Obs :

AÇO				
C4.18) O aço é protegido do contato com o solo	12	7	6	6,3
C4.19) As barras de aço são separadas de acordo com a bitola (NR-18)	15	3	7	8,3

Obs :

TUBOS de PVC				
C4.20) Os tubos são armazenados em camadas, com espaçadores, separados de acordo com a bitola das peças (NR-18)	8	7	10	5,3
C4.21) Os tubos estão estocados em locais livres da ação direta do sol, ou tem cobertura com lona	14	1	10	9,3

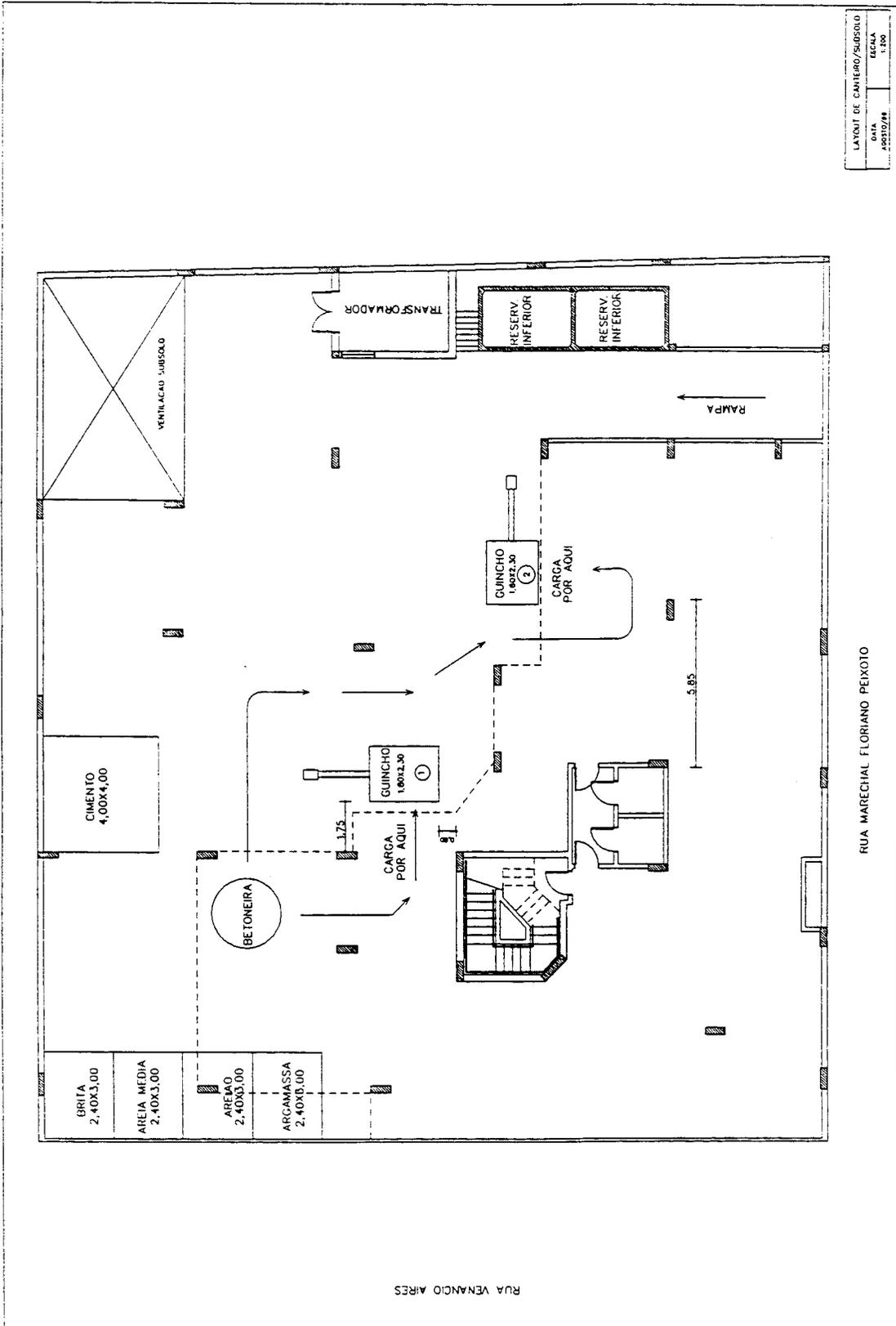
Obs :

C5) PRODUÇÃO DE ARGAMASSA/CONCRETO				
C5.1) A boca da betoneira descarrega do lado mais próximo ao acesso do guincho	14	5	6	7,4
C5.2) A betoneira está próxima do guincho • estime a distância em metros : _____	12	2	11	8,6
C5.3) A betoneira descarrega diretamente nos carrinhos/masseiras ou existe base preparada para a argamassa produzida	18	3	4	8,6
C5.4) Há indicações de traço para a produção de argamassa, e as mesmas estão em local visível	2	18	5	1,0
C5.5) A dosagem da areia é feita com equipamento dosador (carrinho dosador, padiola ou equipamento semelhante)	16	4	5	8,0
C5.6) A dosagem da água é feita com equipamento dosador (recipiente graduado, caixa de descarga ou dispositivo semelhante)	7	13	5	3,5

Obs :

NOTA - MOV. E ARMAZ. DE MATERIAIS		
PONTOS POSSÍVEIS (PP)	PONTOS OBTIDOS (PO)	(PO / PP) X 10

ANEXO B - EXEMPLO DE PLANTA DE LAYOUT



ANEXO C - ESTIMATIVA DE CUSTO DAS INSTALAÇÕES DE CANTEIRO DA OBRA A1

DATA:26/04/96					
LEVANTAMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS, INSTALAÇÕES DE SEGURANÇA E INSTALAÇÕES PARA TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS					
OBRA:					
PROPRIEDADE E EXECUÇÃO:					
ENDEREÇO:					
ITEM	MATERIAL	UN.	QUANT.	PREÇOS EM R\$	
				UNITÁRIO	TOTAL
1.	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS				
1.1	CHAPAS COMPENSADAS 12mm	un	62,00	14,00	868,00
1.2	CAIBROS 5 X 5 X 540	un	22,00	6,50	143,00
1.3	SARRAFOS 2,5 X 5 X 540	un	73,00	3,09	225,57
1.4	CAIBRO 7,5 X 7,5 X 540	un	10,00	6,50	65,00
1.5	PARAFUSOS (10 cm)	un	360,00	0,13	46,80
1.6	PARAFUSOS (12,5cm)	un	6,00	0,13	0,78
1.7	PARAFUSOS (17,5 cm)	un	6,00	0,13	0,78
1.8	TELA DE ARAME	m²	16,50	1,10	18,15
1.9	CHUVEIROS	un	4,00	10,00	40,00
1.10	VASOS SANITÁRIOS	un	3,00	33,00	99,00
1.11	LAVATÓRIOS	un	2,00	25,00	50,00
1.12	ARMÁRIOS COM CADEADOS	un	4,00	202,00	808,00
1.13	AQUECEDOR DE REFEIÇÕES	un	1,00	350,00	350,00
1.14	CONJUNTO MESA COM 04 CADEIRAS	un	8,00	48,00	384,00
1.15	CABIDES	un	30,00	0,25	7,50
1.16	INSTALAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA	pt	1,00	85,00	85,00
1.17	ENTRADA PROVISÓRIA DE ENERGIA	pt	1,00	290,00	290,00
1.18	TAPUME DE CONCRETO (1 PILAR E 4 PLACAS 51 X 100)	pç	14,00	18,79	263,06
1.19	CONTAINER (ALUGUÉL)	mês	4,00	200,00	800,00
1.20	TINTA ÓLEO PARA PINTURA DOS PAINÉIS	gl	5,00	22,00	110,00
				SUBTOTAL	4.645,98
2.	INSTALAÇÕES DE SEGURANÇA				
2.1	BANDEJAS SALVA-VIDAS (PLAT.SECUND. 1,40 + 0,80)	pç	86,06	38,00	3.270,28
2.2	PROTEÇÃO DAS ESCADAS	m	84,00	1,90	159,60
2.3	ANTEPARO DE MADEIRA NO POÇO DOS ELEVADORES	un	7,00	8,00	56,00
2.4	TELA PARA GUINCHO	m²	198,00	1,10	217,80
2.5	CAPACETES	un	30,00	6,00	180,00
2.6	BOTINAS	un	30,00	9,00	270,00
2.7	LUVAS	un	30,00	4,00	120,00
2.8	CINTOS PARAQUEDA	un	5,00	29,00	145,00
2.9	CINTOS ABDOMINAL	un	5,00	48,90	244,50
2.10	PREGOS (15 X 18)	kg	6,00	1,28	7,68
2.11	ARAME QUEIMADO Ø18	kg	8,00	1,31	10,48
2.12	PLACAS PARA SINALIZAÇÃO	un	24,00	3,50	84,00
				SUBTOTAL	4.765,34

3.	INST. P/ TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE MAT.				
3.1	CONTENÇÕES DE MADEIRA PARA AS BAIAS	m ²	3,8	2,40	9,12
3.2	LONAS PLÁSTICAS PRETAS	m ²	20,10	0,50	10,05
3.3	ALICERCE DO GUINCHO	m ³	0,55	60,00	33,00
3.4	GUINCHO METÁLICO 1,80 X 2,30 (COMPRA)	un	1,00	4.090,00	4.090,00
3.5	CAMPAINHA PARA O GUINCHO	un	1,00	10,50	10,50
3.6	REMOÇÃO DE ENTULHO (TELE-ENTULHO)	-	-	-	-
				SUBTOTAL	4.191,79
CUSTO TOTAL MATERIAIS E EQUIPAMENTOS					13.603,11

Estimativa dos principais custos de mão-de-obra:

- Custo carpinteiro/dia = R\$ 37,5
- Instalação do guincho (torre com 22m de altura): 2 carpinteiros x 4 dias de trabalho = R\$ 300,00 (valor não inclui execução do alicerce)
- Montagem dos módulos de compensado: 3 carpinteiros x 8 dias de trabalho = R\$ 900,00
- Colocação dos módulos de compensado: 3 carpinteiros x 3 dias de trabalho = R\$ 337,5
- Montagem das bandejas salva-vidas: 4 carpinteiros x 2 dias de trabalho = R\$ 300,00

- **TOTAL ESTIMADO MÃO-DE-OBRA = R\$ 1837,5**

- **TOTAL MATERIAIS + MÃO-DE-OBRA = 13603,11 + 1837,5 = R\$ 15440,61**

- **CUSTO TOTAL PREVISTO PARA A OBRA = R\$ 600791,07**

- **INSTALAÇÕES DE CANTEIRO = $\frac{15440,61}{600791,07} = 2,57 \%$**