

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Construção Civil

ISSN 0103-9830

BT/PCC/338

**Método para conceber o arranjo físico dos
elementos do canteiro de obras de edifícios :
fase criativa**

Alexandre Costa Maia
Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

São Paulo – 2003

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil
Boletim Técnico – Série BT/PCC

Diretor: Prof. Dr. Vahan Agopyan
Vice-Diretor: Prof. Dr. Ivan Gilberto Sandoval Falleiros

Chefe do Departamento: Prof. Dr. Alex Kenya Abiko
Suplente do Chefe do Departamento: Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves

Conselho Editorial
Prof. Dr. Alex Abiko
Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso
Prof. Dr. João da Rocha Lima Jr.
Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves
Prof. Dr. Paulo Helene
Prof. Dr. Cheng Liang Yee

Coordenador Técnico
Prof. Dr. Alex Abiko

O Boletim Técnico é uma publicação da Escola Politécnica da USP/ Departamento de Engenharia de Construção Civil, fruto de pesquisas realizadas por docentes e pesquisadores desta Universidade.

O presente trabalho é parte da dissertação de mestrado apresentada por Alexandre Costa Maia, sob orientação do Prof. Dr. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza: “Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios - Fase criativa”, defendida em 26/02/2003. A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na biblioteca de Engenharia Civil da Escola Politécnica/USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Maia, Alexandre Costa

Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios : fase criativa / A.C. Maia, U.E.L. de Souza. – São Paulo : EPUSP, 2003.

26 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/338)

1. Canteiro de obras (Projeto) I. Souza, Ubiraci Espinelli Lemes de II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. Série

ISSN 0103-9830

CDU 69.05

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. CONCEITOS GERAIS	2
2.1. Canteiro de obras.....	2
2.2. Visão analítica do canteiro de obras.....	2
2.3. Arranjo físico	3
3. MÉTODO PARA CONCEBER O ARRANJO FÍSICO DOS ELEMENTOS DO CANTEIRO DE OBRAS	3
3.1. A inserção da atividade de definição do arranjo físico no projeto do canteiro de obras	3
3.2. Apresentação resumida do método	7
3.3. Levantamento de critérios para balizar o projeto e a avaliação das propostas de arranjo físico do canteiro de obras	8
3.4. Atribuição de pesos aos critérios de acordo com a sua importância.....	11
3.5. Elaboração de propostas para o arranjo físico do canteiro de obras	12
3.6. Avaliação de cada uma das propostas para um canteiro, tomando como referência os mesmos critérios adotados para a sua elaboração	17
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
BIBLIOGRAFIA.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Quadro-resumo do detalhamento dos critérios balizadores do projeto do arranjo físico do canteiro de obras.	8
Tabela 3.2: Avaliação das propostas de arranjo físico – Média ponderada entre as notas atribuídas ao cumprimento dos critérios e seus respectivos pesos.	19
Tabela 3.3: Avaliação das propostas de arranjo físico – Média ponderada entre as notas atribuídas ao cumprimento dos critérios e seus respectivos pesos.	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Roteiro de atividades para a concepção de um canteiro de obras, adaptado de SOUZA; FRANCO (1997).	4
Figura 3.2: Método para subsidiar a definição do arranjo físico dos elementos do canteiro.	7

RESUMO

MÉTODO PARA SE CONCEBER O ARRANJO FÍSICO DOS ELEMENTOS DO CANTEIRO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS - FASE CRIATIVA¹

O canteiro de obras é visto, neste trabalho, como sendo uma composição de partes, chamadas de elementos, cada qual com a sua função no sistema produtivo. Esses elementos demandam decisões acerca da sua escolha (entre as várias alternativas disponíveis) e do seu posicionamento dentro do espaço físico do canteiro de obras.

Já o projeto do arranjo físico do canteiro de obras é entendido como sendo um dos componentes da concepção do edifício como um todo. Dessa forma, deve-se inserir as discussões a seu respeito no contexto dos projetos do produto e dos processos de construção, levantando informações a partir dos mesmos.

Este trabalho apresenta um método, para balizar a “distribuição” dos elementos dentro do canteiro de obras (o arranjo físico), que toma como base as diretrizes estabelecidas pelos projetos do produto e dos processos de construção e que é de fácil uso pelas empresas e pelos profissionais de construção de edifícios.

ABSTRACT

METHOD TO CONCEIVE THE CONSTRUCTION SITE LAYOUT OF BUILDINGS - CREATIVE PHASE

This work considers the construction site as a composition of parts, named elements, each one having its own function in the productive system. Those elements demand decisions concerning to their choice (among several available alternatives) and to their positioning inside the construction site area.

The construction site layout design is understood as one of the components of the building conception. In that way, this work inserts the discussions about construction site layout into the context of the product and construction processes designs, getting information from them.

This work presents a method, to rule the construction site layout design, that takes, as base, the guidelines established by the product and construction processes projects and that is easily usable by the construction companies and professionals.

¹ Este texto é baseado na dissertação de mestrado com o mesmo título.

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, a construção civil foi taxada como ineficiente e associada a elevados índices de desperdício dos recursos de produção ao longo dos seus processos (o que era alimentado pela falta de concorrência no setor, ganhos por meio de operações financeiras nas épocas de inflação desenfreada e disponibilidade abundante de recursos para a construção habitacional).

No entanto, esse panorama mudou e o setor da Construção de Edifícios tem passado, nos últimos anos, por modificações importantes no que diz respeito ao seu ambiente competitivo. Essas mudanças foram provocadas por acontecimentos que vão desde as transformações macroeconômicas sofridas pelo país e a retração dos investimentos no setor após a década de 80 (fim do “milagre brasileiro”), passando pelo acirramento da concorrência entre as empresas de construção, até se chegar à implantação do **Código de Defesa do Consumidor**, o qual proporcionou maiores poderes aos clientes finais para exigirem mais qualidade das obras de construção.

Algumas das alternativas que as empresas de construção têm adotado, de forma a obter melhorias gerenciais e operacionais e tentar estabelecer alguma vantagem competitiva, dizem respeito aos projetos utilizados na construção.

Os projetos do produto (edifício) são os que mais progrediram. Eles chegaram, em muitas empresas, no nível dos subsistemas, em que se procura melhorar a execução de cada serviço, individualmente, e mitigar e/ou eliminar problemas de interface entre os mesmos.

Os processos de produção têm sido incrementados com a adoção de novas tecnologias (maior intensidade) e por uma maior busca de projetos para a produção (em menor intensidade).

A fábrica (o canteiro de obras), devido à ação dos legisladores, passou a proporcionar um ambiente de trabalho mais seguro e com uma maior qualidade do ponto de vista das necessidades básicas humanas.

Apesar dessas melhorias ocorridas no processo de concepção do edifício, os problemas relativos aos projetos do produto, às mudanças tecnológicas e aos processos de produção não foram completamente resolvidos.

Em especial, cabe ressaltar que o canteiro de obras têm sido a parte, associada à concepção do edifício, que menos recebe atenção. Ao longo das visitas realizadas por este pesquisador, pôde-se observar que os canteiros bonitos, limpos e seguros, resultantes do cumprimento da NR 18, da NBR 12284 e dos Códigos de obras municipais, nem sempre são produtivos e funcionais.

Dentro deste contexto, um conjunto de trabalhos têm sido desenvolvidos, recentemente, procurando valorizar a atividade de concepção dos canteiros. Se a revisão da NR18 significou um aumento da preocupação quanto à segurança dos

trabalhadores, trabalhos como os de SOUZA (2000), BIRBOJM (2001) e MAIA (2001 e 2002) têm procurado integrar a questão da produção como tema.

Este boletim técnico apresenta o método, para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras, proposto por MAIA (2003).

2. CONCEITOS GERAIS

2.1. Canteiro de obras

O canteiro de obras apresenta-se, segundo a ABNT (NB1367/NBR 12284, 1991), a prefeitura do município de São Paulo (CÓDIGO DE OBRAS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 1992) e o Ministério do Trabalho e Emprego (1996), basicamente, como sendo a área onde se materializa o empreendimento e onde todas as ações visando à racionalização da sua produção acontecem.

Este autor vê o canteiro de obras como o local no qual se dispõem todos os recursos de produção (mão-de-obra, materiais e equipamentos), organizados e distribuídos de forma a apoiar e a realizar os trabalhos de construção, observando os requisitos de gestão, racionalização, produtividade e segurança/conforto dos operários.

O canteiro de obras compreende as áreas em torno da edificação (contidas dentro limites do terreno), as áreas dentro da própria edificação e os demais locais destinados ao apoio e à realização dos serviços ligados à execução da obra.

2.2. Visão analítica do canteiro de obras

Dentro desse “local onde se materializa o empreendimento” podem ser observadas inúmeras “partes”, cada uma com funções distintas no processo de construção do edifício. (SOUZA; FRANCO, 1997)

Pode-se, então, distinguir os seguintes tipos de elementos: ligados à produção; de apoio à produção; sistemas de transporte com decomposição de movimento; sistemas de transporte sem decomposição de movimento; de apoio técnico/administrativo; áreas de vivência; e outros elementos.

São essas partes, ou elementos, que deverão ser alocadas no canteiro de forma a facilitar a execução dos serviços de construção, assegurar a segurança dos trabalhadores e, enfim, garantir o cumprimento das diretrizes demandadas pela legislação, pelas empresas construtoras e pelos gerentes de construção.

2.3. Arranjo físico

O arranjo físico será entendido, neste trabalho, como o resultado da disposição física dos recursos de transformação (homens, materiais e equipamentos) e de apoio à produção de forma integrada, permitindo otimizar a execução da produção.

A forma com que os recursos de transformação e de apoio à produção são dispostos no espaço varia de acordo com as características dos projetos do produto e do processo.

Dentre as classificações possíveis para os arranjos físicos (arranjo físico por produto ou linear, arranjo físico por processo ou funcional, arranjo físico celular e arranjo físico misto), destaca-se o **arranjo físico posicional ou fixo**. Neste tipo de arranjo, os recursos que serão processados não fluem pelas operações; ao contrário, ficam estáticos e o fluxo se dá por meio do movimento de pessoal, máquinas, equipamentos e instalações em relação ao produto processado. Esse tipo de arranjo é empregado quando a escala (tamanho) do produto não permite que ele seja deslocado e quando ele abriga diversos processamentos, tal como ocorre na Construção de Edifícios.

Deve ser lembrado que apesar de a construção da edificação, propriamente dita, poder ser inserida na classe dos arranjos físicos posicionais, dentro de um canteiro há vários arranjos físicos específicos por produto, como nas centrais de aço e fôrmas e no posto de produção de argamassas (SAURIN, 1997).

3. MÉTODO PARA CONCEBER O ARRANJO FÍSICO DOS ELEMENTOS DO CANTEIRO DE OBRAS

3.1. A inserção da atividade de definição do arranjo físico no projeto do canteiro de obras

Tendo-se em vista o íntimo relacionamento entre os projetos da fábrica da construção (canteiro de obras) e os projetos relacionados ao edifício (produto) e aos processos que levam à sua produção (construção), este autor, assim como SOUZA (1997, 2000) e BIRBOJM (2001), acredita que as decisões a respeito desses projetos deve dar-se de forma integrada.

Crê-se, logo, que o projeto da fábrica da Construção de Edifícios deva basear-se nos projetos do produto e dos seus processos de produção, e se influenciar por eles, tal como ocorre na Indústria Seriada.

Ao longo da realização das pesquisas que conduziram à conclusão da sua dissertação de mestrado, este autor propôs um **ROTEIRO DE ATIVIDADES**, para o projeto do canteiro de obras (Figura 3.1), onde é estruturado o levantamento de informações,

para a concepção do arranjo físico do canteiro, tomando, como base, os demais projetos do empreendimento.

As informações levantadas, em cada uma das etapas do roteiro citado, dizem respeito a: o tempo disponível para a execução da obra; o projeto do produto; o plano de ataque; o cronograma físico; a localização do canteiro; as escolhas relativas ao projeto do processo; a definição das fases do canteiro; a demanda por materiais; a demanda por mão-de-obra; o período de utilização e localização dos equipamentos; a demanda por espaços para estoque e processamento; a demanda por espaços para áreas de vivência e outros tipos de espaços; e a disponibilidade de áreas em cada fase do canteiro.

As duas primeiras etapas do roteiro de atividades (***INFORMAÇÕES PRELIMINARES e DEFINIÇÕES QUANTO À TECNOLOGIA DE PROCESSO E DEMANDAS POR RECURSOS FÍSICOS E ESPAÇOS DENTRO DO CANTEIRO***) fornecem grande parte dos subsídios necessários para a realização da fase criativa e, enquanto elas podem ser vencidas de maneira relativamente objetiva, a última etapa (***FASE CRIATIVA*** - definição do arranjo físico do canteiro) exige, no entanto, além de conhecimentos técnicos, experiência e criatividade.

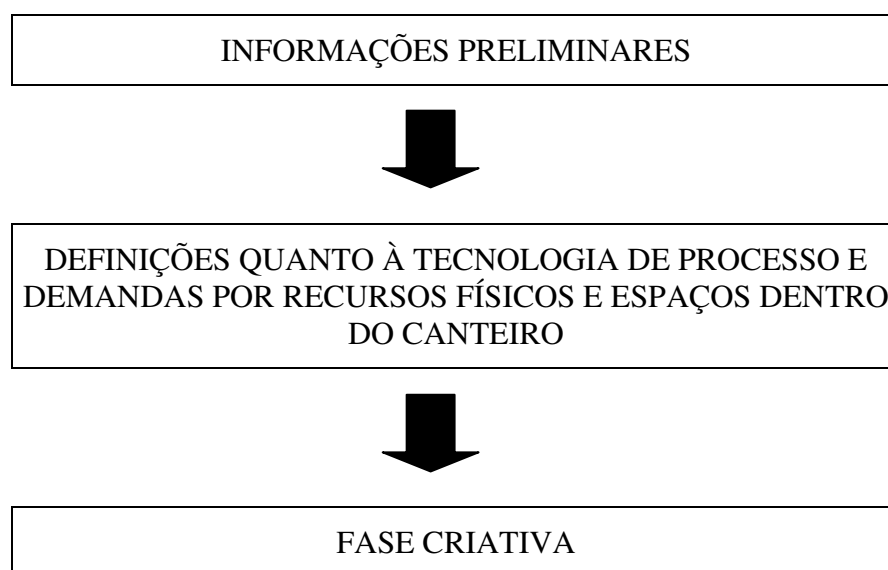


Figura 3.1: Roteiro de atividades para a concepção de um canteiro de obras, adaptado de SOUZA; FRANCO (1997).²

² Apesar de as etapas do ROTEIRO DE ATIVIDADES parecerem seqüenciais, cabe ressaltar que o ideal seria que o projeto do arranjo físico do canteiro de obras (FASE CRIATIVA), além de basear-se nos projetos do produto e dos processos, também os influenciasse.

Essas duas primeiras etapas relativas ao processo de projeto, quais sejam, **INFORMAÇÕES PRELIMINARES** e **DEFINIÇÕES QUANTO À TECNOLOGIA DE PROCESSO E DEMANDAS POR RECURSOS FÍSICOS E ESPAÇOS DENTRO DO CANTEIRO**, já foram bastante exploradas por outros autores, tais como PARKER; OGLESBY (1978), PEURIFOY; LEDBETTER (1985), CIMINO (1987), LICHTENSTEIN (1987), DAY; BENJAMIN (1991), FUNDACENTRO (1995), SOUZA (1997), SOUZA; FRANCO (1997), ROSSNAGEL; HIGGINS; MACDONALD (1998), SAMPAIO (1998) e BIRBOJM (2001).

De posse das informações obtidas nessas etapas (as ditas objetivas do processo de concepção do canteiro de obras) pode-se dar início à etapa criativa que por sua vez, tem sido pouco ou superficialmente explorada por um número reduzido de autores.

É na fase criativa que são tomadas as decisões acerca da escolha de uma alternativa, entre as disponíveis, para compor cada elemento (por exemplo: materiais utilizados na composição dos tapumes, tipologia construtiva adotada para o escritório técnico, possibilidades para abastecimento de energia e água etc.) e do posicionamento de tais elementos dentro do espaço físico do canteiro.

BIRBOJM (2001) afirma que “para conceber o canteiro de obras é preciso passar por algumas etapas. Inicialmente, é necessário distinguir quais são as partes (elementos) que o compõem. Conhecidos os elementos necessários para a execução das atividades de produção e apoio à obra, é preciso levantar todas as alternativas disponíveis para cada um deles, procurando conhecer os aspectos técnicos, econômicos e ambientais. De acordo com as características particulares de cada ambiente onde se insere o canteiro de obras, pode-se fazer a escolha da alternativa que mais se adequou às condições existentes. Com a alternativa escolhida para cada elemento, parte-se para o seu posicionamento, configurando o arranjo físico”.

O trabalho de BIRBOJM (2001) tratou do levantamento de subsídios para a escolha entre as alternativas existentes para os diferentes elementos que compõem o canteiro de obras.

Este trabalho parte do pressuposto de que a escolha das alternativas para os elementos do canteiro de obras já tenha sido feita, pois considera que outros autores apresentaram, anteriormente, subsídios suficientes para tal tomada de decisão. A pesquisa foi, então, focada na definição da “distribuição” dos elementos dentro do espaço físico do canteiro, ou seja, o arranjo físico.

É possível encontrar, na bibliografia, algumas ferramentas auxiliares para o projeto do arranjo físico do canteiro. No entanto, essas ferramentas não resolvem todo o problema do arranjo físico, pois o processo de alocação dos elementos ainda sofre grande influência da criatividade, da experiência e de valores pessoais dos profissionais envolvidos.

Segundo MAXIMIANO (2000), a tomada de decisões, que é um ingrediente fundamental da tarefa de administrar, ocorre com, pelo menos, um dos dois objetivos: resolver um problema ou aproveitar uma oportunidade.

Para o autor citado acima, o processo de resolução de problemas vai desde a percepção do problema ou oportunidade até a decisão e tem quatro fases principais: identificação do problema ou oportunidade, diagnóstico, geração de alternativas e escolha de uma alternativa. Ao final do processo decisório, as alternativas são avaliadas, julgadas e comparadas.

“A avaliação de idéias é feita por meio de critérios, implícitos ou explícitos. Um critério é um indicador de importância, que permite ponderar as alternativas e evidenciar qual decisão a ser tomada. Em geral, o critério refere-se a uma propriedade, item ou atributo da alternativa, que define sua qualidade ou utilidade para o tomador de decisões. Os critérios, implícitos ou explícitos, refletem os valores do tomador de decisões.” (MAXIMIANO, 2000)

Conforme dito anteriormente, o projeto do arranjo físico do canteiro de obras envolve, além da técnica, uma boa dose de experiência e intuição dos profissionais responsáveis por sua realização. A experiência e a intuição fazem com que cada profissional adote um conjunto particular de critérios que balizam as tomadas de decisão quanto ao canteiro, sendo que a configuração do arranjo físico passa a ser uma função dos mesmos.

Esse “conjunto particular” de critérios faz com que, muitas vezes, os canteiros assumam a “cara” de cada profissional e não sejam coerentes com a filosofia das empresas construtoras, além de permitir a concentração de todo o conhecimento, sobre a solução de problemas, no indivíduo e não na organização (construtora). Dessa forma, os bons resultados gerados pela organização eficiente de um canteiro, em particular, somente poderão ser repetidos caso o profissional envolvido seja o mesmo e caso ele tenha se apropriado do conhecimento gerado nesse planejamento.

Este trabalho partiu da percepção de que, apesar de se estar falando em “criação”, deve-se dispor de critérios preestabelecidos que sirvam para disciplinar o processo criativo e que possam ser utilizados na avaliação das propostas de arranjo físico resultantes, tendo-se, dessa forma, uma redução do “fator” subjetividade no planejamento do arranjo físico do canteiro de obras.

À medida que se uniformizam esses critérios entre os profissionais envolvidos com o planejamento do canteiro, dentro de uma mesma empresa, torna-se possível que se chegue a projetos semelhantes, mesmo quando realizados por pessoas diferentes. O que diferenciaria as soluções adotadas nas diferentes empresas de construção seria a “cumplicidade” dos projetos de canteiro com os pesos diferenciados que as mesmas dariam a cada critério, de acordo com aquilo que consideram mais importante.

Complementarmente às idéias de MAXIMIANO (2000), acredita-se, neste trabalho, que os critérios devam ser utilizados não só na avaliação de alternativas, mas também na sua geração.

Acredita-se, também, que, mais do que refletir os valores do tomador de decisões, os critérios devem considerar as diretrizes e objetivos das empresas construtoras, além dos aspectos técnicos.

O conjunto de critérios pessoais implícitos, antes adotados pelos profissionais, deve ser substituído, fazendo com que a configuração do arranjo físico passe a ser uma função de critérios mais coletivos e explícitos.

Com base em critérios deste tipo, os canteiros de obras passarão a assumir a “cara” da empresa e serão coerentes com as suas filosofias. Será permitido, ainda, o acúmulo de conhecimento ao longo das obras e sua incorporação à atividade de projeto, visando a aperfeiçoá-la.

3.2. Apresentação resumida do método

A partir das idéias expostas anteriormente, elaborou-se um método para subsidiar a definição do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras, conforme indica a Figura 3.2.

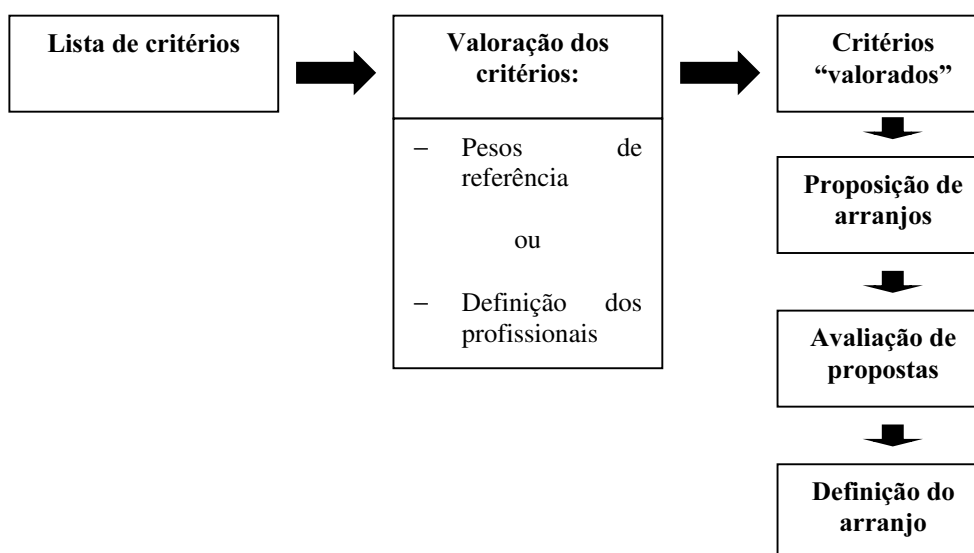


Figura 3.2: Método para subsidiar a definição do arranjo físico dos elementos do canteiro.

Uma vez definida a “lista de critérios” que balizará todo o processo, tem-se a tarefa de estabelecer a importância relativa dos mesmos, isto é, deve-se definir o “valor” de cada um. Para tanto existem duas possibilidades: basear-se em uma tabela de pesos predeterminados (pesos de referência) ou nos pesos definidos pelos profissionais que opinaram sobre o canteiro.

Os critérios valorados servirão, então, como referência para a geração de propostas de canteiros. Mais do que isso, serão úteis na própria avaliação das propostas apresentadas, visando a chegar à definição final do arranjo a ser adotado.

Nos itens subseqüentes discutem-se as idéias relativas a cada uma das atividades abrangidas pelo método proposto.

3.3. Levantamento de critérios para balizar o projeto e a avaliação das propostas de arranjo físico do canteiro de obras

Os critérios foram definidos, principalmente, a partir da pesquisa bibliográfica, das entrevistas e reuniões com os profissionais e das visitas às obras realizadas. No entanto, o refinamento da lista proposta foi, também, influenciado por discussões ocorridas durante aplicações preliminares, do método como um todo junto com profissionais de construção.

Chegou-se, então, a um conjunto de critérios, a serem considerados no projeto e na avaliação das propostas de arranjo físico do canteiro de obras.

Visando a uma maior explicitação do significado de cada critério adotado, estabeleceu-se, ainda, para cada um deles, um conjunto de fatores (que devem ser levados em consideração no momento do projeto e da avaliação das propostas de projeto do arranjo físico), indicativos do cumprimento/observação de cada critério nas propostas de arranjo físico do canteiro de obras.

Apresenta-se, a seguir (Tabela 3.1), um quadro-resumo do detalhamento dos critérios balizadores do projeto do arranjo físico do canteiro de obras.

Tabela 3.1: Quadro-resumo do detalhamento dos critérios balizadores do projeto do arranjo físico do canteiro de obras.

CRITÉRIO	DEFINIÇÃO	FATORES
Acessibilidade	<i>Facilidade de entrada e saída de pessoas, materiais (e seus respectivos meios de transporte) e equipamentos no canteiro de obras, entre a via pública e o seu local de descarregamento, estoque, posição de trabalho/aplicação ou até o equipamento de transporte vertical.</i>	a) Existência de entrada exclusiva para a mão-de-obra b) Número de acessos para materiais c) Largura dos acessos d) Regiões servidas pelos acessos e) Proximidade acessos-estoques f) Proximidade acessos-equipamentos de transporte vertical g) Espaço para parada de caminhões nas proximidades do canteiro h) Declividade da entrada e da saída

CRITÉRIO	DEFINIÇÃO	FATORES
Facilidade para a movimentação de materiais	<i>Indica a facilidade com que os materiais são levados de um ponto a outro, dentro do canteiro.</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Distâncias horizontais reduzidas entre o ponto de recebimento e o ponto final de utilização dos materiais b) Minimização do número de etapas do fluxograma de processos c) Características das vias de transporte d) Adoção de sistema de transporte sem decomposição de movimento
Facilidade para a movimentação de pessoal (deslocamentos sem a finalidade de transporte de materiais)	<i>Indica a facilidade de deslocamento da mão-de-obra, de um ponto a outro do canteiro, para finalidades diversas (não de transporte de materiais).</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Existência de transporte vertical mecanizado para o pessoal b) Somatório das distâncias horizontais percorridas pela mão-de-obra sem a finalidade de transportar materiais (distâncias, a partir dos postos de trabalho, até sanitários, vestiários, almoxarifado e refeitório).
Interferência entre os fluxos	<i>Cruzamento e/ou superposição das trajetórias percorridas quando do transporte de materiais, entre si ou com a movimentação de pessoas.</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Número de cruzamentos de fluxos.
Confiabilidade dos equipamentos	<i>Confiabilidade denota segurança ou certeza no cumprimento de uma tarefa ou incumbência. A confiabilidade de um elemento/sistema pode ser entendida como a conjugação da probabilidade de falha do mesmo com o impacto provocado sob a produção no caso da ocorrência da falha.</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Relação capacidade/demanda majorada. b) Relação capacidade / número de equipamentos aumentada.
Aspectos adicionais Quanto à Qualidade da estocagem	<i>A Qualidade da estocagem pode ser entendida como um conjunto de propriedades, atributos e/ou condições desejáveis do local de estoque para que seja considerado adequado à manutenção das características físicas e químicas, e do desempenho, de determinado material ou insumo. Além disso, os estoques devem evitar a perda de materiais.</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Dimensionamento adequado para cada tipo e quantidade de material. b) Distância de outros fluxos. c) Acesso e saída facilitados. d) Os estoques devem ter características de proteção adequadas com relação à ação das intempéries (sol, chuva, etc.) para cada tipo de material.
Segurança patrimonial	<i>Conjunto de medidas que visam evitar furtos de materiais dentro do canteiro de obras.</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Existência da guarita b) Número reduzido de acessos ao canteiro c) Posição reservada dos acessos em relação ao estoque de materiais de maior valor agregado d) Distâncias elevadas entre os acessos e) Distância elevada e visibilidade deficiente dos acessos em relação à guarita ou ao almoxarifado f) Posição deficiente dos estoques em relação à guarita

CRITÉRIO	DEFINIÇÃO	FATORES
Segurança da mão-de-obra	<p><i>Preservação da saúde e estado físico natural dos trabalhadores pela proteção dos mesmos quanto aos riscos de um acidente.</i></p> <p><i>A proteção contra os acidentes dá-se através da redução da probabilidade da ocorrência de “incidentes” e da mitigação e/ou eliminação das suas conseqüências.</i></p>	<p>a) Necessidade minorada do uso da mão-de-obra para o transporte de materiais dentro do canteiro</p> <p>b) Características adequadas dos percursos realizados pela mão-de-obra para diversos fins. Para tanto, deve-se evitar a existência de trajetos (sujeitos a quedas de materiais; próximos a desníveis; próximos a áreas de produção; muito extensos; e que demandem elevado esforço físico para a movimentação – subir escadas, por exemplo).</p> <p>c) Existência de vias definidas para a movimentação de pessoal e materiais</p> <p>d) Cruzamentos entre os fluxos</p> <p>e) Obediência e superação das exigências das normas</p>
Estética e marketing	<p><i>Estética e marketing são encarados como o conjunto de características, propriedades, atributos ou condições visuais que denotem e reforcem uma imagem (comercial) positiva da empresa construtora da obra para o público em geral.</i></p>	<p>a) Posicionamento dos elementos que possam causar boa impressão aos transeuntes e visitantes, em locais que proporcionem boa visibilidade.</p> <p>b) Adoção de equipamentos que possam impressionar os visitantes ou transeuntes (por exemplo, a adoção de grua).</p> <p>c) Controle da visibilidade da obra de fora para dentro quanto às partes do canteiro que não se quer mostrar ao público externo (por exemplo, a produção artesanal de argamassa).</p> <p>d) Facilidade de limpeza e retirada do entulho.</p> <p>e) Posicionamento privilegiado do estande de vendas.</p>
Flexibilidade	<p><i>Aptidão ou capacidade que o canteiro tem de adaptar-se às mudanças nas características e/ou volumes de trabalho.</i></p>	<p>a) Posicionamento dos elementos em locais que permitam a sua permanência durante o maior tempo possível sem sofrerem alterações.</p> <p>b) Possibilidade de realizar modificações no canteiro, quando necessárias, o mais rápido possível e com o mínimo de interferências (por exemplo, compondo um local de estoques que possam servir para diferentes materiais em diferentes fases da obra).</p> <p>c) Área reservada a um elemento, maior que a estritamente necessária, gerando capacidade de abrigar demandas excepcionais.</p> <p>d) Modularidade das instalações, facilitando eventuais acréscimos ou reduções de áreas destinadas aos elementos.</p> <p>e) Composição do local que abriga o elemento, permitindo fácil montagem/remontagem.</p>

CRITÉRIO	DEFINIÇÃO	FATORES
Salubridade / conforto / motivação do operário:	<i>Conjunto de fatores que promove a saúde ocupacional e a higiene no ambiente de trabalho, contribui para o conforto e bem-estar do operário e, além disso, induz positivamente a conduta e a postura do trabalhador com relação ao trabalho que executa.</i>	a) Respeito às normas (pelo menos).
Interação administração/pr odução:	<i>Facilidade de gestão/acompanhamento “visual” das atividades de produção dentro do canteiro de obras.</i>	a) O posicionamento da área administrativa que privilegie a gerência e o controle visual da produção é desejado, pois, dessa forma, o engenheiro pode identificar mais facilmente problemas na produção.
Custo	<i>Valor despendido na compra de material, ferramentas e equipamentos, e no pagamento de mão-de-obra para a construção do canteiro de obras. Estão incluídos, também, os custos dos equipamentos que farão parte do canteiro, tais como guinchos, grua, balancins, etc.</i>	

O fato de terem sido levantados a partir de uma revisão bibliográfica sistemática, de entrevistas com vários pesquisadores e profissionais e de visitas a empresas construtoras e seus canteiros de obras faz com que os critérios apresentados acima possam ser considerados representativos e, desse modo, permite a sua utilização por empresas e profissionais até que estes desenvolvam uma maior experiência com o projeto do canteiro para que possam levantar os seus próprios critérios para projeto e avaliação dos seus canteiros de obras.

Cada empresa ou obra pode definir quais critérios são mais importantes para serem levados em consideração no planejamento de seus canteiros, atribuindo-lhes pesos diferenciados. Na medida em que isso ocorre, as empresas fazem transparecer nos canteiros os seus próprios valores.

3.4. Atribuição de pesos aos critérios de acordo com a sua importância

Conforme apresentado no item 3.1, MAXIMIANO (2000) acredita que “um critério é um indicador de importância, que permite ponderar as alternativas e evidenciar qual decisão a ser tomada. Em geral, o critério refere-se a uma propriedade, item ou atributo da alternativa, que define sua qualidade ou utilidade para o tomador de decisões”.

Para que cada critério sirva efetivamente como um “indicador de importância”, ele deverá receber pesos, de acordo com a sua contribuição para o atingimento dos objetivos do projeto do canteiro.

Os pesos diferenciados farão com que cada projeto de canteiro considere de forma particular os critérios. Dessa forma, podem-se distinguir, por exemplo, os canteiros que privilegiam a acessibilidade dos que incentivam a facilidade dos fluxos de materiais e dos que priorizam a segurança da mão-de-obra.

Os profissionais poderão, inicialmente, utilizar os critérios propostos neste trabalho (ver Tabela 3.1), atribuindo pesos aos mesmos de acordo com os valores e prioridades das empresas em que trabalham.

Deve ser lembrado que podem ser adotados pesos diferenciados para os critérios em cada uma das fases da obra. Isso é possível pelo fato de cada fase abrigar serviços de características peculiares.

O autor deste trabalho deixa como recomendação, para as empresas e profissionais iniciantes no método aqui descrito, a adoção dos critérios citados na Tabela 3.1 em todas as fases de suas obras. O que diferenciaria cada obra, ou fase, seria a distribuição de pesos entre os critérios.

3.5. Elaboração de propostas para o arranjo físico do canteiro de obras

A partir das informações preliminares, as definições quanto à tecnologia de processo e quanto às demandas por recursos físicos e espaços dentro do canteiro, e dos critérios para projeto (com seus respectivos pesos), pode-se dar início à confecção das propostas de arranjo físico.

Além dos projetos já citados, aconselha-se que o planejador tenha em mãos a anotação das condições presentes na vizinhança (níveis de piso, características das construções etc.) e das vias de acesso ao terreno (largura, declividade e tipo de calçamento), além da localização das redes de energia, água e coleta de esgoto.

Recomenda-se que se use, como “plataforma” para a realização dos croquis, plantas em escala não menor que 1:200 dos pavimentos subsolo, térreo, mezanino e tipo, além da de topografia. Sobre as plantas deve ser lançado um quadriculado que, na escala das mesmas, represente áreas de (2 X 2) m².

Os croquis devem apresentar, além dos elementos previamente definidos como necessários à obra: os pontos de carregamento/descarregamento do elevador de carga; os pontos de carregamento/descarregamento da grua; os pontos de descarga de caminhões; a localização de passarelas, rampas e escadas provisórias; e o desenho das linhas de fluxo do transporte de materiais e de movimentação de pessoal, para cada fase da obra.

Conceber o arranjo físico dos elementos significa propor sua posição no canteiro nas diferentes fases da obra. Portanto, além da discussão relativa à posição dos elementos em um dado momento, há que se buscar a compatibilização com as posições definidas para esses elementos nas outras fases da mesma obra.

Portanto, o projeto do arranjo físico dos elementos do canteiro é composto pela apresentação dos arranjos das diferentes fases de uma obra. Para se chegar a tais representações, podem-se seguir três caminhos, quais sejam:

- **Projetar seqüencialmente o arranjo dos elementos em cada uma das fases**

O planejamento do arranjo físico é iniciado pela primeira fase da obra, sendo progressivamente revisto até a fase de desmobilização do canteiro. Feito dessa forma, o planejamento das fases subseqüentes poderá servir como meio de avaliação da eficiência do canteiro projetado para as fases anteriores.

O canteiro de cada fase deverá ser pensado, também, em função da fase seguinte fazendo o arranjo físico tornar-se um pouco mais flexível.

- **Projetar o arranjo físico dos elementos a partir da fase considerada mais crítica**

Essa forma de planejamento do arranjo físico propõe que o projeto do canteiro seja feito a partir da fase mais crítica quanto à realização dos serviços (quando há maior quantidade de trabalhos sendo realizados simultaneamente, maior demanda por espaços e pelos equipamentos de transporte vertical), sendo as demais fases projetadas a partir dela.

O projeto das demais fases do canteiro é normalmente mais simples, pois tais fases demandam menores áreas e menor uso de equipamentos e mão-de-obra, estando presente um menor número de elementos. No entanto, deve ser lembrado que a montagem e a desmontagem dos equipamentos de transporte vertical dão-se em fases anteriores e posteriores (respectivamente) à fase mais crítica, demandando cuidado no posicionamento desses elementos.

Essa forma de projetar permite que o posicionamento dos elementos leve em consideração todas as fases, resultando em maior flexibilidade, e privilegie o momento mais crítico da construção.

- **Projetar os arranjos, nas diversas fases, de forma combinada**

Essa forma de planejamento do arranjo físico do canteiro combina o “projeto seqüencial” e o “projeto a partir da fase mais crítica”.

O “projeto combinado” apresenta como vantagem: o fato de considerar simultaneamente todas as fases pelas quais passa a obra (maior flexibilidade); privilegiar o momento mais crítico da construção; e permitir uma reavaliação constante dos projetos de cada fase na medida em que se aborda a fase seguinte ao mesmo tempo.

A precisão do projeto do canteiro melhora cada vez que se aumentam a quantidade e o detalhamento das informações disponíveis, desde a concepção inicial da obra e do seu estudo de viabilidade, passando pelo projeto executivo, até o planejamento das atividades de construção. (MAIA, 2003)

Além disso, o projeto do canteiro de obras pode ainda sofrer modificações em função do próprio andamento dos serviços de construção.

O atraso e/ou a antecipação na realização de alguns desses serviços alteram o cronograma físico e outras definições a partir dos quais se baseou o projeto do canteiro, surgindo, então, a necessidade de “atualizar” (reprojetar) o arranjo físico do canteiro ao longo das fases da obra.

A seguir (itens a, b, c e d), apresenta-se um esquema que ilustra como podem ser gerados os projetos de arranjo físico, antes da execução da edificação e durante ela, da proposta inicial até a proposta final para todas as fases da obra.

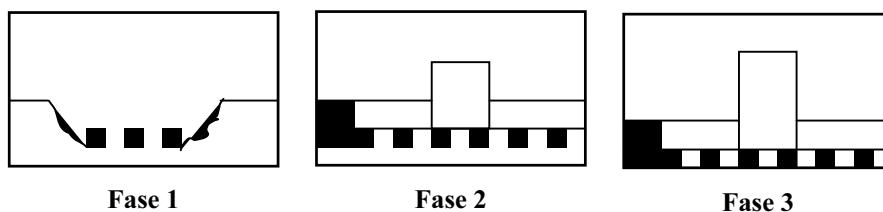
Tal esquema aborda, especificamente, um caso em que: o arranjo inicial foi concebido por meio da abordagem “projeto a partir da fase mais crítica” e os reprojatos, que vão acontecendo ao longo da execução da obra, foram realizados com base na abordagem do “projeto seqüencial”.

Os blocos coloridos, apresentados nos desenhos a seguir, representam alguns dos elementos do canteiro de obras.

a) Seqüência de execução da obra

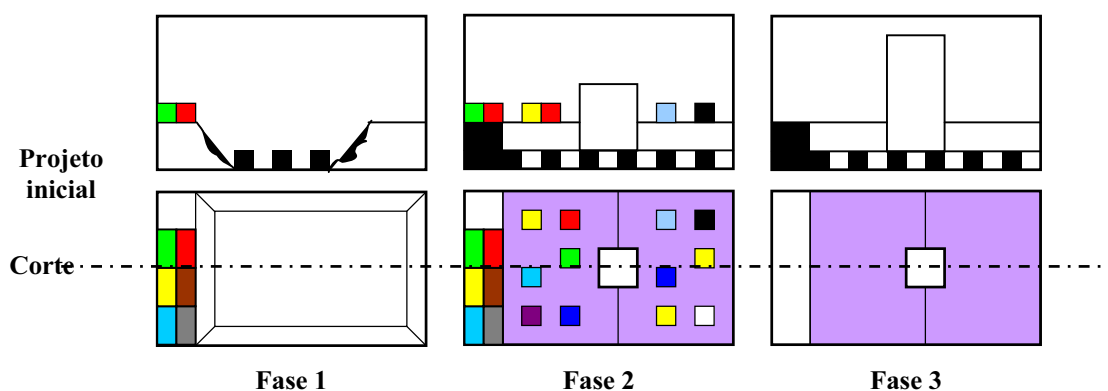
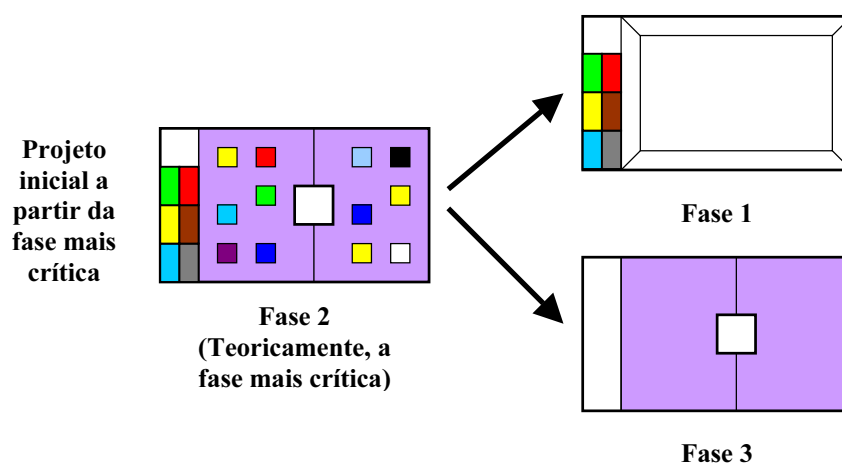
Apresenta-se, abaixo, a seqüência de execução prevista para uma obra qualquer, em que:

- A Fase 1 corresponde à movimentação de terra, contenção da vizinhança e execução das fundações e da estrutura da periferia.
- A Fase 2 corresponde à execução da estrutura da torre, além das vedações em alvenaria e dos revestimentos.
- A Fase 3 corresponde à realização dos serviços de acabamento e à desmobilização do canteiro.



b) Projeto inicial

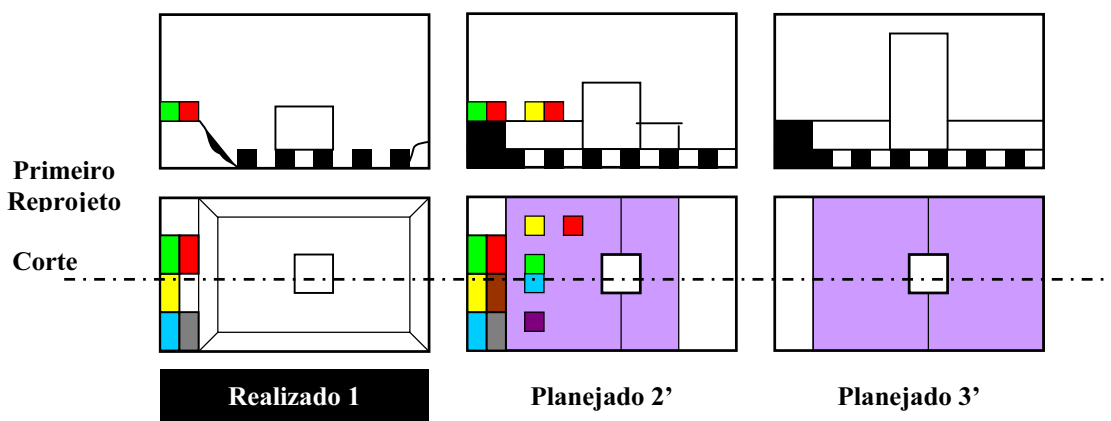
A partir da Fase 2, considerada mais crítica pelo fato de concentrar os serviços que demandam mais mão-de-obra e espaços para estoque e processamento de materiais, faz-se o projeto do arranjo físico dos elementos do canteiro para as três fases da obra.



c) Reprojeto ao final da fase 1

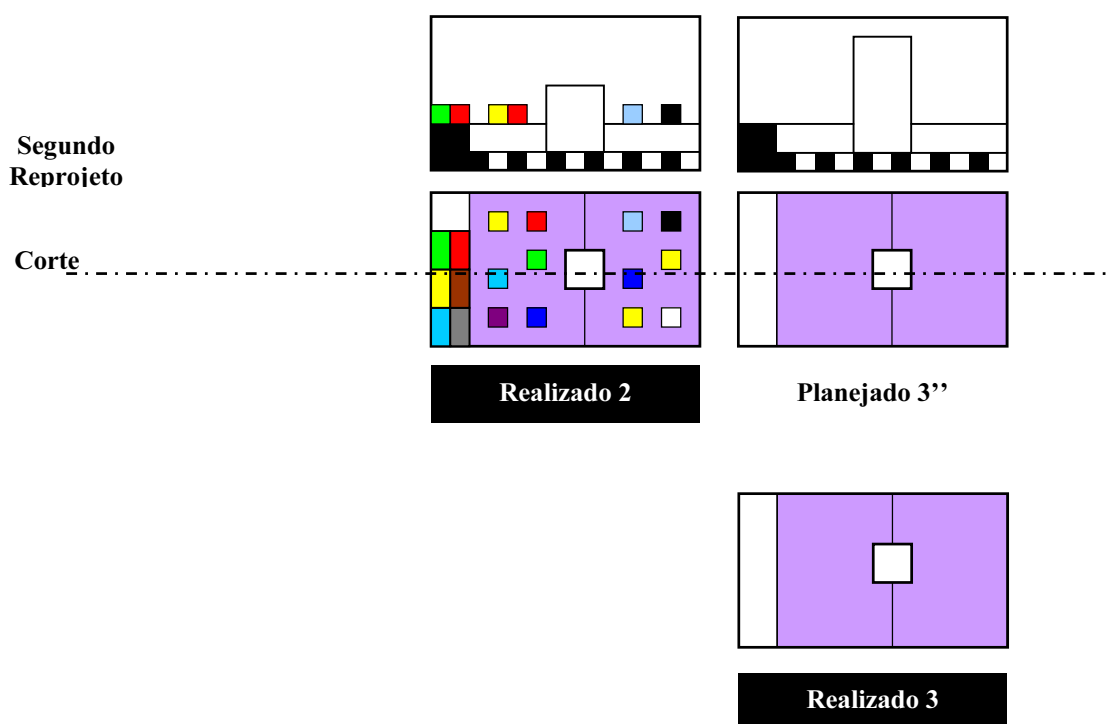
Ao final da Fase 1, devido ao fato de o andamento da obra poder ter diferido quanto à previsão realizada no item “a”, há a necessidade de se rever o projeto do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras em questão.

A revisão do projeto do arranjo físico do canteiro levará em consideração uma nova previsão para o andamento dos serviços de construção.



d) Reprojeto ao final da fase 2

Ao final da Fase 2, em função de possíveis divergências entre o andamento dos serviços de execução da obra e o novo planejamento feito ao final da Fase 1, há a necessidade de se rever novamente o projeto do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras para a última fase da obra.



3.6. Avaliação de cada uma das propostas para um canteiro, tomando como referência os mesmos critérios adotados para a sua elaboração

Ao final do processo de proposição de arranjos físicos, as alternativas geradas devem ser avaliadas e comparadas.

Sugere-se, aqui, que a avaliação global das propostas de arranjo físico para o canteiro seja calculada por meio de uma média ponderada entre as notas atribuídas para o cumprimento de cada critério e seus respectivos pesos.

Há duas formas de considerar os critérios nessa avaliação. Na primeira delas, os fatores utilizados para explicitar os critérios (apresentados na Tabela 3.1) servem apenas como referência para a análise do cumprimento dos critérios por cada uma das propostas geradas pelo método.

Assim, os profissionais opinam sobre o “grau” em que, acreditam, cada alternativa de arranjo proposta atendeu aos critérios que balizaram a sua criação. Nesse momento, os fatores relativos aos critérios são considerados de forma particular por cada um dos avaliadores.

Os envolvidos na avaliação deverão atribuir notas (de 0 a 100), às propostas, com relação ao cumprimento de cada critério.

A Tabela 3.2 apresenta a primeira forma sugerida para se compilar as notas e calcular tal avaliação global. Nessa tabela, cada nota atribuída às propostas (N_{ij}), com relação ao cumprimento dos critérios, é multiplicada pelo peso de cada critério (P_j).

A nota final de cada alternativa resulta, então, da razão entre o somatório dos produtos $\Sigma(N_{ij} \times P_j)$, para cada uma das alternativas, e o somatório dos pesos ΣP_j , de cada critério:

$$\text{Nota final da alternativa} = \frac{\Sigma(N_{ij} \times P_j)}{\Sigma P_j}$$

A segunda forma de fazer a avaliação global (média ponderada), das alternativas para o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras, é bem mais analítica. Nela, um dos profissionais (ou todos eles em conjunto) pode verificar o atendimento dos critérios, pelas propostas, diretamente por meio dos fatores detalhados na Tabela 3.1.

Os fatores passam, então, a servir como parâmetro de avaliação, cada qual com a mesma importância para a análise do cumprimento do critério a que diz respeito.

A Tabela 3.3 apresenta a segunda forma proposta para se compilar as notas e calcular tal avaliação global.

Nessa tabela, as propostas recebem “pontos”, segundo cada um dos fatores relativos aos critérios sob consideração: 3–melhor solução entre as apresentadas; 2–segunda melhor solução; 1–terceira melhor solução; 0–demais soluções.

A nota global da solução proposta é calculada ponderando-se as pontuações individuais dos critérios segundo pesos anteriormente a eles atribuídos.

$$\text{Avaliação relativa a cada critério (i)} = \frac{\text{total de pontos de cada proposta (j)} \times \text{Peso (i)}}{\text{total possível de pontos em (i)}}$$

$$\text{Nota final da alternativa} = \frac{\Sigma(\text{Nota parcial de cada critério}) \times 100}{\Sigma \text{Pesos}}$$

Tabela 3.2: Avaliação das propostas de arranjo físico – Média ponderada entre as notas atribuídas ao cumprimento dos critérios e seus respectivos pesos.

	CRITÉRIOS	Avaliação Ponderada		
		Pesos	Opção 1	Opção 2
1	Acessibilidade	P1	Nota 1.1 N1.1*P1	Nota 2.1 N2.1*P1
2	Facilidade para a movimentação de materiais	P2		
3	Facilidade para a movimentação de pessoal (deslocamentos sem a finalidade de transporte de materiais)	P3		
4	Interferências entre os fluxos	P4		
5	Confiabilidade dos equipamentos	P5		
6	Aspectos adicionais quanto à qualidade da estocagem	P6		
7	Segurança patrimonial	P7		
8	Segurança da mão-de-obra	P8		
9	Estética e marketing	P9		
10	Flexibilidade	P10		
11	Salubridade/conforto/motivação do operário	P11		
12	Interação administração/produção	P12		
13	Custo	P13	Nota 1.13 N1.13*P13	Nota 2.13 N2.13*P13
TOTAIS		$\Sigma (P)$	$\Sigma (N*P)$	$\Sigma (N*P)$
Notas Finais			$\Sigma(N*P)/\Sigma(P)$	$\Sigma (N*P)/\Sigma (P)$

Tabela 3.3: Avaliação das propostas de arranjo físico – Média ponderada entre as notas atribuídas ao cumprimento dos critérios e seus respectivos pesos.

1	Acessibilidade	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Entrada exclusiva para pedestres			
	Número de acessos para materiais			
	Largura dos acessos			
	Regiões servidas pelos acessos			
	Proximidade acessos-estoques			
	Proximidade acessos-equipamentos de transporte vertical			
	Espaço para parada de caminhões nas proximidades do canteiro			
	Declividade da entrada e da saída			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

2	Facilidade para a movimentação de materiais	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Distâncias horizontais reduzidas entre o ponto de recebimento e o ponto final de utilização dos materiais			
	Minimização do número de etapas do fluxograma de atividades			
	Características das vias de transporte			
	Adoção de sistema de transporte sem decomposição de movimento			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

3	Facilidade para movimentação de pessoal	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Existência de transporte vertical mecanizado para pessoal			
	Distâncias horizontais percorridas pela mão-de-obra			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

4	Interferências entre os fluxos	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Número de cruzamentos de fluxo			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

5	Confiabilidade dos equipamentos	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Relação capacidade/demanda majorada			
	Relação capacidade/número de equipamentos aumentada			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

6	Aspectos adicionais quanto à qualidade da estocagem	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Dimensionamento adequado para cada tipo e quantidade de material			
	Distância de outros fluxos			
	Acesso e saída facilitados			
	Características de proteção adequadas com relação à ação de intempéries			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

7	Segurança patrimonial	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Existência de guarita			
	Número reduzido de acessos ao canteiro			
	Posição reservada dos acessos em relação ao estoque de materiais de maior valor agregado			
	Distância elevada entre os acessos			
	Distância elevada e visibilidade deficiente dos acessos em relação à guarita ou ao almoxarifado			
	Posição deficiente dos estoques em relação à guarita			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

8	Segurança da mão-de-obra	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Necessidade minorada do uso da mão-de-obra para o transporte de materiais dentro do canteiro			
	Características dos percursos realizados pela mão-de-obra			
	Existência de vias definidas para a movimentação de pessoal e de materiais			
	Cruzamentos/interferências de fluxos			
	Obediência e superação das normas			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

9	Estética e marketing	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Posicionamento dos elementos de forma que possam causar boa impressão			
	Adoção de equipamentos que possam impressionar os visitantes ou transeuntes			
	Controle da visibilidade da obra			
	Facilidade de limpeza e retirada de entulho			
	Posicionamento privilegiado do estande de vendas			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

10	Flexibilidade	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Posicionamento dos elementos em locais que permitam a sua permanência durante o maior tempo possível			
	Possibilidade de realizar modificações o mais rápido possível			
	Áreas dos elementos maiores que o estritamente necessário			
	Reaproveitamento dos locais dos elementos			
	Modularidade das áreas			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

11	Salubridade/conforto/motivação dos operários	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Respeito às normas			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

12	Interação administração/produção	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Controle visual da produção			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

13	Custo	PESO	Prop. 1	Prop. 2
	Custo total da solução de canteiro			
	Durabilidade e possibilidade de reaproveitamento dos elementos			
	TOTAL			
	Total Possível			
	(TOTAL/Total Possível)*PESO			

$\Sigma [(TOTAL/Total Possível)*PESO]$		
$\Sigma [(TOTAL/Total Possível)*PESO]/ \theta PESO$		
Conceitos A		
Conceitos B		
Conceitos C		

Depois de avaliadas as propostas (segundo qualquer uma das formas de considerar o cumprimento dos critérios), a que tiver a melhor média ponderada final é a que atende ao conjunto de critérios de forma mais equilibrada. Porém não se deve esquecer que as outras propostas, mesmo com médias finais inferiores, podem apresentar uma solução individual, para algum dos critérios, melhor que a da proposta de maior nota.

O que se pode fazer é tentar adotar na proposta escolhida (de maior média) as soluções individuais, das outras propostas, que apresentaram uma melhor nota parcial. Isso quer dizer que uma proposta (A) de maior média final poderia adotar a solução para os acessos, por exemplo, de uma outra proposta (B) com média final inferior, mas com a nota parcial para o critério acessibilidade maior.

A segunda forma de fazer a avaliação das alternativas para o projeto do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras apresenta, como vantagem, uma melhor rastreabilidade dos pontos fortes e das deficiências de cada uma das propostas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento do seu trabalho de mestrado, MAIA (2003) fez duas aplicações preliminares³ do método descrito em um caso real de construção e mais duas aplicações em dois estudos de caso diferentes.

Esses estudos objetivaram checar a facilidade de utilização e a eficácia⁴ do método proposto no projeto do arranjo físico dos elementos do canteiro de obras, além de levantar a opinião dos profissionais participantes dos estudos com relação a ele, identificando seus pontos fortes e/ou fracos.

Portanto, não se almejava demonstrar o desempenho do canteiro gerado, nem mesmo compará-lo ao de outros canteiros projetados sem auxílio do método, mesmo porque ainda não existem ferramentas seguras para a avaliação do desempenho e para a comparação de propostas de arranjo físico dos canteiros de obras.⁵

Ao longo das duas primeiras aplicações do método de projeto, em casos reais de construção, constatou-se que a uniformização dos critérios detalhados entre os profissionais envolvidos com o planejamento do canteiro, dentro de uma mesma empresa, torna possível que se chegue a projetos semelhantes, mesmo quando realizados por pessoas diferentes.

³ O método proposto nesse momento, apesar de incorporar grande parte das características do método final descrito neste trabalho, ainda não se encontrava em sua forma definitiva.

⁴ MAIA (2003) entende que um método é eficaz quando chega a um resultado (projeto de canteiro) que possa ser implantado.

⁵ Alguns autores não obtiveram sucesso ao tentar levantar “indicadores de desempenho” para o canteiro de obras. Foram realizados, apenas, diagnósticos de canteiros de obras existentes com o intuito de detectar suas falhas, sem, no entanto, tecer sugestões quanto à melhoria do seu projeto.

No entanto, ficou claro que a utilização de critérios para balizar o projeto do arranjo físico do canteiro de obras, apesar de reduzir a subjetividade, não elimina completamente a influência da criatividade e da experiência dos profissionais envolvidos. As diferenças entre as propostas para o arranjo de um mesmo canteiro, ainda que pequenas, podem ser atribuídas à criatividade dos participantes do estudo de caso.

Já a realização dos estudos de caso para a conclusão do trabalho demonstraram a facilidade de aplicação e a flexibilidade⁶ do método proposto para o projeto do arranjo físico do canteiro de obras.

A condução do projeto do canteiro de obras nos dois estudos teve uma boa aceitação por parte dos engenheiros das empresas participantes e, apesar de as obras estudadas utilizarem “tecnologias” construtivas diferentes (o caso 1 utiliza estrutura em alvenaria estrutural, enquanto o caso 2 utiliza estrutura convencional em concreto armado), o método mostrou-se eficaz.

Vale a pena ressaltar que, apesar de não ser possível mensurar o “desempenho” das propostas de projeto para o arranjo físico dos canteiros de obra, pelo fato de não existirem ferramentas confiáveis e facilmente aplicáveis para tal, acredita-se que o método proposto neste trabalho induz positivamente o funcionamento dos canteiros de obras, pois:

- O exercício de pensar e antever o canteiro é uma forma de eliminar imprevistos e improvisos, induzindo o sucesso das atividades que nele se desenvolverão.
- A coleta sistemática de informações sobre os projetos do produto e dos processos e a utilização de critérios bem definidos possibilitam que o projeto do arranjo físico do canteiro de obras seja feito de forma mais objetiva.
- O método proposto por este trabalho, além de atender a questões técnicas (análise dos projetos do produto e dos processos), procura apoiar-se na “opinião” das empresas e dos gerentes de obras, através da definição de critérios e atribuição de notas aos mesmos, pois acredita-se que, tão importante quanto a definição de um bom método para o projeto do arranjo físico do canteiro de obras, é o comprometimento daqueles que o utilizarão.

⁶ O método proposto mostrou-se flexível pois permitiu aos participantes, dos estudos de caso, alterarem os valores dos pesos atribuídos a cada critério. Dessa forma, pôde-se harmonizar o arranjo físico do canteiro com as diretrizes dos gestores dos trabalhos de execução da obra.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. NB-1367/NBR-12284: **Áreas de vivência em canteiros de obras**. Rio de Janeiro, 1991. 11p

BIRBOJM, Allan. Subsídios para as tomadas de decisão relativas à escolha dos elementos do canteiro de obras da cidade de São Paulo. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado) 348p.

BRASIL, Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora N°18. **Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Fundacentro,1995. 70 p.

CIMINO, Remo. **Planejar para construir**. São Paulo, PINI, 1987.

DAY, David A.; BENJAMIN, Neal B. H. **Construction equipment guide**. 2nd ed. New York, Wiley-Interscience, 1991.

LICHTENSTEIN, Norberto B. Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares. São Paulo, 1987. 268p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica das Universidade de São Paulo.

MAIA, Alexandre Costa. **Método para se conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios - Fase Criativa**. Dissertação de Mestrado, PCC/EPUSP, 2003.

MAIA, Alexandre Costa. **Método para Orientar a Definição do Arranjo Físico do Canteiro de Obras**. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu - PR, 2002.

MAIA, Alexandre Costa. **Proposição de Arranjo Físico de Canteiro de Obras: Estudo de Caso Envolvendo Gestores de Obras**. In: II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído. Anais. Fortaleza - CE, 2001.

MAXIMIANO, Antônio C. A. **Introdução à administração**. São Paulo: Atlas 2000. 5 edição revista e ampliada. 546p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR-18: Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção. Brasília, 1995. 43 p.

PARKER, H. W.; OGLESBY, C. H. **Methods improvement for construction managers**. New York, MacGraw-Hill, 1972.

PEURIFOY, Robert L.; LEDBETTER, William B. **Construction planning, equipment, and methods**. 4th ed. New York, MacGraw-Hill, 1985.

ROSSNAGEL, W E.; HIGGINS, Lindley R.; MACDONALD, Joseph A. **Handbook of rigging for construction and industrial operations**. 4th ed. New York, MacGraw-Hill, 1988.

SAMPAIO, José C. A. **NR 18 – Manual de aplicação**. São Paulo, PINI, 1998.

SAMPAIO, José C. A. **PCMAT: Programa de condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção**. São Paulo, 1998. Editora PINI. 193p.

SAURIN, Tarcísio A. Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 1997. 171 p.

SINDUSCON. Código de obras e edificações do município de São Paulo. São Paulo, 1992. 172 p.

SOUZA, Ubiraci E. L. **Projeto e implantação do canteiro**. São Paulo. O nome da rosa editora, 2000.

SOUZA, Ubiraci E. L. **Canteiro de obras**. São Paulo, EPUSP/ITQC, 1993. 30p.

SOUZA, Ubiraci E. L.; FRANCO, Luíz S. **Definição do Layout do Canteiro de Obras**. São Paulo, 1997. 16p. Boletim Técnico - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SOUZA, Ubiraci E. L.; FRANCO, Luíz S.; PALIARI, José C; CARRARO, Fausto. **Recomendações Gerais quanto à Localização e Tamanho dos Elementos do Canteiro de Obras**. São Paulo, 1997, PCC/EPUSP.