

11.4

Proposta de método para o planejamento de canteiros de obra

Tarcisio Abreu Saurin e Carlos Torres Formoso

Resumo

Este trabalho consistiu no desenvolvimento de um método para o planejamento de canteiros de obra, tratando esta atividade como um processo gerencial que envolve estudos durante a etapa de projeto e durante toda a etapa de produção da edificação. O método foi concebido a partir de um conjunto de levantamentos e estudos de caso realizados em canteiros de obra situados em sete diferentes cidades do Rio Grande do Sul. De acordo com o método proposto, o processo de planejamento envolve quatro etapas: diagnóstico, padronização, planejamento e manutenção dos canteiros. As etapas e suas interfaces são detalhadas ao longo do artigo.

336

Este estudo correspondeu a um dos subprojetos do projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processo em Empresas de Pequeno Porte.

Introdução

A indústria da Construção Civil, em especial o subsetor Edificações, é freqüentemente citada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividade e elevados índices de desperdícios de recursos, apresentando, em geral, desempenho inferior à indústria de transformação. Um dos principais reflexos dessa 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 freqüência citada como a responsável por esse quadro de ineficiências, sendo comum rotular os operários de displicentes ou incapazes. Entretanto, os operários, muitas vezes, não recebem as instruções de trabalho necessárias e não dispõem dos instrumentos e materiais adequados, ou mesmo de um local em boas condições para executar suas atividades (HANDA, 1988). Assim, é uma atitude simplista culpar a mão-de-obra pelo baixo desempenho da construção, uma vez que existem diversos estudos que apontam a ausência ou insuficiência de planejamento como uma das principais causas dessa situação (LAUFER; TUCKER, 1987; SOIBELMAN, 1993).

O planejamento do canteiro tem sido um dos aspectos mais negligenciados no gerenciamento da construção, sendo as decisões tomadas à medida que os problemas surgem, no decorrer da execução (HANDA, 1988). Em conseqüência, os canteiros de obra muitas vezes deixam a desejar em termos de organização e segurança, fazendo com que, longe de criar uma imagem positiva das empresas no mercado, acabem por recomendar distância aos clientes.

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 amplamente reconhecido 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).

Embora se reconheça 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 métodos definidos para o planejamento do canteiro, observando, em pesquisas com a gerentes de obra, que os planos em geral são elaborados com base na experiência, no senso comum e na adaptação de projetos passados para as situações atuais.

Considerando a necessidade de que o planejamento de canteiro siga procedimentos estruturados, este trabalho apresenta um método para o planejamento de canteiros de obra. O método é resultante da realização de levantamentos e estudos de caso em quarenta canteiros de obra de sete diferentes cidades do Rio Grande do Sul. Os estudos envolveram o diagnóstico, o planejamento e a padronização de canteiros de obra. Parte dos levantamentos e estudos é discutida mais detalhadamente na dissertação de mestrado de Saurin (1997).

Principais conceitos

Definição de planejamento de canteiro

O planejamento de um canteiro de obra pode ser definido como o planejamento do *layout* e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. O planejamento do *layout* envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem (FRANKENFELD, 1990). De outra parte, o planejamento logístico estabelece as condições de infra-estrutura para o desenvolvimento do processo produtivo, estabelecendo, por exemplo, as condições de armazenamento e transporte de cada material, a tipologia das instalações provisórias, o mobiliário dos escritórios ou as instalações de segurança de uma serra circular. De acordo com a definição adotada, considera-se que o planejamento de assuntos de segurança no trabalho não relacionados às proteções físicas, tais como o treinamento da mão-de-obra ou as análises de riscos, não fazem parte da atividade de planejamento de canteiro. Tal delimitação deve-se à complexidade e às particularidades do planejamento da segurança.

Objetivos do planejamento de canteiro

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, componentes e mão-de-obra. Tommelein (1992) dividiu os múltiplos objetivos que um bom planejamento de canteiro deve atingir em duas categorias principais:

(a) objetivos de alto nível: promover operações eficientes e seguras e manter alta a motivação dos empregados. No que diz respeito à manutenção da motivação dos operários, destaca-se a necessidade de fornecer boas condições ambientais de trabalho, tanto em termos de conforto como de segurança do trabalho. Ainda, entre os objetivos de alto nível, pode ser acrescentado à definição de Tommelein o cuidado com o aspecto visual do canteiro, que inclui a limpeza e impacto positivo perante funcionários e clientes. Não seria exagero afirmar que um cliente, na dúvida entre dois apartamentos (de obras distintas) que o satisfaçam plenamente, decida comprar aquele do canteiro mais organizado, uma vez que isso pode induzir uma maior confiança em relação à qualidade da obra;

(b) objetivos de baixo nível: minimizar distâncias de transporte, minimizar tempos de movimentação de pessoal e materiais, minimizar manuseios de materiais e evitar obstruções ao movimento de materiais e equipamentos.

Tipos de canteiros

De acordo com Illingworth (1993) os canteiros de obra podem ser enquadrados em um dos três seguintes tipos: restritos, amplos e longos, e estreitos. No Quadro 1 é caracterizado cada um desses tipos.

O primeiro tipo de canteiro (restrito) é o mais freqüente nas áreas urbanas das cidades, especialmente nas áreas centrais. Devido ao elevado custo dos terrenos nessas áreas, as edificações tendem a ocupar uma alta percentagem do terreno em busca de maximizar sua rentabilidade. Em decorrência disso, Illingworth (1993) afirma que os canteiros restritos são os que exigem mais cuidados no planejamento.

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

- (a) sempre atacar primeiro a fronteira mais difícil; e
- (b) criar espaços utilizáveis no nível do térreo tão cedo quanto possível.

A primeira regra recomenda que a obra se inicie a partir da divisa mais problemática do canteiro. O principal objetivo é evitar a realização de serviços em tal divisa nas fases posteriores da execução, quando a construção de outras partes da edificação dificulta o acesso a esse local. Os motivos que podem determinar a criticalidade de uma divisa são vários, tais como a existência de um muro de arrimo, vegetação de grande porte ou um desnível acentuado.

A segunda regra aplica-se especialmente a obras nas quais o subsolo ocupa quase a totalidade do terreno, dificultando, na fase inicial da construção, a existência de um *layout* permanente. Exige-se, assim, a conclusão, tão cedo quanto possível, de espaços utilizáveis no nível do térreo, os quais possam ser aproveitados para locação de instalações provisórias e de armazenamento, com a finalidade de facilitar o acesso de veículos e pessoas, além de propiciar um caráter de longo prazo de existência para as referidas instalações.

Tipo	Descrição
1. Restritos	A construção ocupa o terreno completo ou uma alta percentagem desse. Acessos restritos.
Exemplos	Construções em áreas centrais da cidade, ampliações e reformas.
2. Amplos	A construção ocupa apenas 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 ou usinas hidroelétricas.
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.

Quadro 1 – Tipos de canteiro. Adaptado de Illingworth (1993)

O processo de planejamento do canteiro

O planejamento do canteiro deve ser tratado como um processo gerencial como qualquer outro, incluindo ciclos de coleta de informações, tomada de decisões, avaliação das ações implementadas e retroalimentação do processo. É sob essa ótica que foi elaborado o método apresentado neste trabalho, o qual considera a existência de quatro etapas para o planejamento de canteiros:

- (a) diagnóstico de canteiros de obra existentes;
- (b) padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento;
- (c) planejamento do canteiro de obra propriamente dito; e
- (d) manutenção da organização dos canteiros, baseando-se na aplicação dos princípios dos programas 5S.

Diagnóstico

Ferramentas utilizadas

O diagnóstico dos canteiros de obra existentes deve ser a primeira atividade executada em um programa de melhorias na área, uma vez que são gerados subsídios para a realização das etapas de padronização e planejamento. O método de diagnóstico proposto consiste na aplicação conjunta de três ferramentas: uma lista de verificação (*checklist*), elaboração de croqui do *layout* e registro fotográfico.

Lista de verificação

A lista de verificação é a mais abrangente das ferramentas e permite uma ampla análise qualitativa do canteiro, no âmbito da logística e do *layout*, segundo os seus três principais enfoques: instalações provisórias, segurança no trabalho e movimentação e armazenamento de materiais (MAM).

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

Os requisitos de qualidade de cada elemento foram definidos a partir da con-

sulta a várias fontes: normas sobre armazenamento de materiais e segurança na obra (respectivamente, NBR 12655 e NR-18), um inventário de melhorias de qualidade e produtividade na Construção Civil (SCARDOELLI et al., 1994), um manual sobre segurança em canteiros (ROUSSELET; 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 requisitos foram definidos da forma mais objetiva possível, tentando-se, assim, possibilitar a verificação visual da sua existência ou não, dispensando medições, consultas a outras pessoas ou a projetos da obra. Para ilustrar o que foi exposto, são mostrados na Figura 1 exemplos dos requisitos de qualidade que a lista define para o elemento elevador de carga.

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

Figura 1 – Exemplo de requisitos definidos no *checklist*

A visita ao canteiro para aplicação da lista deve ser feita sem pressa, tendo em vista o extenso rol de itens (128) e a atenção requerida para a correta compreensão do conteúdo da lista e o seu preenchimento. Contudo, tais exigências não impedem que a aplicação demande pouco tempo, variando com o porte da obra e com a experiência do aplicador no uso da ferramenta. A partir de estudos realizados, pode-se estimar o tempo para aplicação da lista em torno de uma hora, para edificações de porte médio (quatro a oito pavimentos).

Caso o aplicador não seja funcionário da empresa ou não trabalhe na obra em questão, é imprescindível que, na ocasião da visita ou com antecedência, explique-se ao mestre-de-obras ou engenheiro da obra os objetivos do levantamento e os procedimentos para a coleta de dados.

Embora a lista destine-se a uma análise qualitativa dos canteiros, o resultado dela pode ser expresso quantitativamente por uma nota. É possível atribuir uma nota

para todo o canteiro e uma nota para cada grupo, sendo a nota global do canteiro a média aritmética das notas dos grupos. A existência de notas fornece parâmetros para a comparação entre diferentes canteiros e propicia a formação de valores para *benchmarking*.

O sistema de pontuação adotado estabelece que cada requisito de qualidade, de qualquer elemento, possui valor igual a 1 ponto. 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 correspondem ao total de itens com avaliação positiva, enquanto os pontos possíveis correspondem ao total de itens com avaliação positiva ou negativa. Para fins de atribuição da nota, são desconsiderados os itens marcados com *não se aplica*.

Já a nota global do canteiro é calculada pela média aritmética das notas dos três grupos. Embora esta nota possa 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 agregar somente o desempenho de elementos semelhantes do canteiro, devendo, por isso, ser priorizadas na comparação de diferentes canteiros.

Qualquer empresa que utilizar a lista como uma ferramenta de controle, pode estabelecer o seu próprio sistema de pontuação, baseando-se na realidade de seus canteiros e nas suas prioridades estratégicas. Entretanto, se a empresa deseja comparar o seu desempenho com o de um concorrente ou com a média do setor, é necessário optar por um sistema comum de pontuação. É nesse contexto que se insere a ferramenta proposta, pretendendo-se que ela seja utilizada na comparação de diferentes obras e empresas.

Especialmente no grupo segurança, o número de requisitos não aplicáveis pode variar significativamente conforme a fase da obra e o tipo de transporte vertical utilizado (por exemplo, grua ou guincho), podendo distorcer a comparação entre diferentes obras. Desse 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 a lista possa ser aplicada em ambas as obras.

A lista já foi aplicada em canteiros de obras de diversas cidades. A Figura 2 apresenta as notas médias resultantes da aplicação da lista em um grupo de 40 can-

teiros de obra, situados em sete cidades do Rio Grande do Sul. O cálculo das notas obedeceu aos critérios explicados anteriormente.

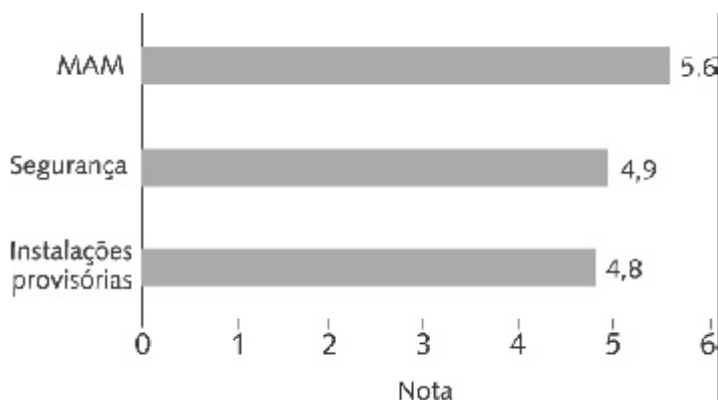


Figura 2 – Resultados da aplicação do *checklist* em 40 canteiros no RS

Os canteiros analisados pertencem a 28 empresas construtoras de pequeno porte envolvidas há alguns anos na implantação de ações de melhorias, seja por meio de parcerias com universidades, com o SEBRAE, por certificação com base nas normas da série ISO 9000, por consultorias ou mesmo de forma autônoma. Com base nessas características, pode-se considerar que as empresas se destacam positivamente no setor em termos de avanços gerenciais e tecnológicos, representando exemplos das melhores práticas dessa natureza no Rio Grande do Sul.

Dos 40 canteiros onde se aplicou o *checklist*, 20 são da Região Metropolitana de Porto Alegre, incluindo as cidades de Canoas, Novo Hamburgo e São Leopoldo, e 20 são de cidades do interior do Rio Grande do Sul, divididos entre Santa Maria, Passo Fundo e Santa Rosa. Deve ser enfatizado que a amostra de canteiros não é estatisticamente representativa dos canteiros de obra das cidades analisadas. Os canteiros são todos de obras de edificações de múltiplos pavimentos, residenciais ou comerciais, podendo ser considerados restritos em sua maioria, de acordo com a classificação apresentada.

Elaboração do croqui do *layout*

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

A necessidade dessa ferramenta surge do fato de a grande maioria dos canteiros não possuir uma planta de *layout*, situação que acaba obrigando a elaboração de um croqui na própria obra, durante a visita de diagnóstico. Considerando essa necessidade, são apresentadas a seguir algumas diretrizes para a elaboração de croquis do *layout* do canteiro. Tais diretrizes também são aplicáveis à elaboração das plantas de *layout*.

Inicialmente, recomenda-se desenhar croquis de todos os pavimentos necessários à perfeita compreensão do *layout* (subsolo, térreo e pavimento tipo, por exemplo). Sugere-se utilizar folha A4 e consultar o projeto arquitetônico, disponível no próprio escritório da obra. Nos canteiros convencionais, uma aproximação da escala 1:200 será suficiente, não sendo, porém, necessária muita 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;
- (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;
- (f) todos os locais de armazenamento de materiais, inclusive depósito de entulho;
- (g) localização da calha ou tubo para remoção de entulho;
- (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;
- (j) localização das centrais de carpintaria e aço;
- (l) pontos de içamento de formas e armaduras;
- (m) localização de passarelas, rampas e/ou escadas provisórias com indicação aproximada do desnível; e
- (n) linhas de fluxo principais.

Registro fotográfico

Na apresentação dos resultados do diagnóstico, é interessante incluir documentação visual da situação encontrada, podendo ser utilizadas tanto filmagens quanto

fotografias. Uma vez no canteiro, é comum que o observador fique em dúvida sobre o que fotografar e, em conseqüência, deixe de registrar problemas importantes. Para evitar essa situação, 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. A listagem é composta por 13 itens:

- (a) armazenamento de areia;
- (b) armazenamento de tijolos;
- (c) armazenamento de cimento;
- (d) entulho (em depósito ou não);
- (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) fechamento de poços de elevadores;
- (i) corrimãos provisórios de escadas;
- (j) sistema de fixação das treliças das bandejas salva-vidas na edificação;
- (l) acesso ao guincho nos pavimentos;
- (m) proteção contra quedas no perímetro dos pavimentos; e
- (n) sistema de drenagem.

Na reunião de apresentação dos resultados do diagnóstico, as fotografias podem desempenhar um importante papel como instrumento de apoio à argumentação, visto que constituem um registro indiscutível da realidade observada. O relatório pode incluir ao lado de cada fotografia de uma situação negativa uma outra fotografia, a qual mostre um exemplo de solução para a deficiência encontrada. Se possível, os exemplos positivos devem ser de outras obras da empresa, indicando a disponibilização fácil das soluções.

Padronização

Justificativa para a padronização

Em meio às diversas práticas gerenciais, cujo uso se disseminou no movimento pela qualidade total, a padronização destaca-se como uma das mais importantes e mais eficazes, podendo trazer uma série de benefícios à empresa, facilitando as atividades de planejamento, controle e execução.

Contudo, a padronização não é uma prática a ser utilizada indiscriminadamente, fazendo-se necessário um estudo criterioso da sua real necessidade e profundidade de implantação. Assim, as empresas que trabalham com diversos tipos de obras, em diferentes regiões, devem avaliar quais são os serviços e procedimentos comuns passíveis de padronização, adotando padrões somente para eles.

Pode haver variações significativas nas instalações de canteiro, conforme o tipo de obra. 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. Desse modo, a padronização deve ser encarada como uma prática mais recomendada para empresas que constroem obras com tipologia e tecnologia semelhantes, como é o caso da grande maioria das construtoras e incorporadoras de edificações.

Conforme Maia et al. (1994), entre os principais critérios para determinar quais os processos a serem padronizados na construção de edifícios devem estar a sua importância em termos de custo e o seu grau de repetição. 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. Para empresas que constroem obras com características semelhantes, a repetição assume um caráter ainda mais forte, existindo a possibilidade de as instalações de canteiro serem praticamente idênticas em todas as obras, respeitadas as particularidades intrínsecas ao *layout* de cada canteiro. Especificamente no que diz respeito às instalações de canteiro, a padronização pode trazer os seguintes benefícios:

- (a) diminuição das perdas de materiais, como decorrência do reaproveitamento, da melhor qualidade e da utilização mínima de componentes nas instalações (somente o especificado pelo padrão, nada mais);
- (b) facilidade para o planejamento do *layout* dos novos canteiros, pois muitos dos padrões são dados necessários à realização da atividade;
- (c) contribuição para a formação de uma imagem da empresa no mercado, lembrando que a qualidade do padrão é o fator que determina se essa imagem é positiva ou negativa;
- (d) conformidade com os requisitos da NR-18, evitando multas e prevenindo acidentes;
- (e) possibilidade de elaboração de um modelo básico de Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho (PCMAT) a partir dos padrões estabelecidos. Dessa forma, o PCMAT refletirá a realidade da empresa, ao contrário do que aconte-

ceria se a sua elaboração não considerasse as reais práticas (padrões) da empresa;
e

(f) estabelecimento da base a partir da qual o processo de introdução de melhorias nos canteiros é implantado.

Apesar desses benefícios potenciais, são poucas as empresas que possuem seus canteiros padronizados. Durante o já citado diagnóstico junto a 40 canteiros no Rio Grande do Sul, foi constatado o pouco uso da padronização e observadas as seguintes práticas:

(a) as melhorias existentes em um canteiro não eram estendidas aos demais, ainda que tratassem de instalações simples, como o uso de dosadores de água ou depósitos para entulho;

(b) a improvisação e a falta de uma estratégia definida acerca da tipologia das instalações provisórias era visível, não existindo nenhum documento que registrasse o sistema utilizado pela empresa. Desse modo, detectava-se o uso, dentro da mesma empresa, de diferentes sistemas em chapas de compensado ou o uso não criterioso de sistemas em alvenaria e compensado; e

(c) as instalações de segurança também eram improvisadas, salientando-se itens como os corrimãos provisórios de escadas, proteção no poço do elevador e andaimes. Algumas dessas instalações, como os guarda-corpos do poço do elevador, eram indevidamente retiradas pelos operários para uso em outros locais da obra, o que, em parte, se devia ao caráter precário das instalações.

Etapas da padronização

A padronização dos canteiros pode ser normalmente realizada em um período que varia de dois a três meses, incluindo quatro etapas: diagnóstico, reuniões do grupo de padronização, elaboração do manual de padrões e elaboração do plano de implantação e controle.

O **diagnóstico** deve envolver, de preferência, todas as obras da empresa, conforme discutido no item anterior. Tendo em vista a padronização, o diagnóstico deve atingir os seguintes objetivos:

(a) identificar padrões já existentes e padrões novos que necessitarão ser elaborados;

(b) identificar as deficiências mais frequentes e graves nos canteiros, as quais poderão ter seus respectivos novos padrões priorizados para implantação; e

(c) justificar a necessidade do trabalho de padronização e demonstrar a importância do planejamento do canteiro, a partir do relato dos problemas detectados.

No fechamento da etapa, deve ser feita uma reunião, contando com a presença de mestres, engenheiros de obra e diretores, em que sejam apresentadas e discutidas as conclusões do diagnóstico, além de sugeridas soluções para os problemas encontrados. Nessa reunião, também devem ser definidos os participantes do grupo de padronização e quais instalações serão padronizadas. Esse grupo não deve ter um número excessivo de participantes (seis pessoas é um bom limite máximo) e deve envolver engenheiros, mestres-de-obra e técnicos em segurança. É fundamental que um ou mais dos componentes do grupo detenha poder de decisão dentro da empresa, de forma que, com base nos recursos e necessidades dela, seja dada agilidade às decisões, facilitando o processo de implantação do padrão estabelecido.

Reunião	Assuntos
1	Apresentação dos resultados do diagnóstico e apresentação do cronograma ao grupo de trabalho
2	Sistema construtivo das instalações provisórias, tapumes e placa da empresa
3	Portão para veículos, portão para pessoas, acesso coberto, guarita do vigia, escritório, almoxarifado, refeitório
4	Vestiário, instalações sanitárias, escadas permanentes, rampas e escadas provisórias, escadas de mão, aberturas no piso
5	Poço do elevador, proteção periférica, sinalização de segurança, EPI e uniforme, instalações elétricas, caixa de capacetes para visitantes
6	Bandejas salva-vidas, andaimes suspensos, proteção contra incêndio, elevador de carga, serra circular, elevador de passageiros, vias de circulação, entulho
7	Produção de argamassa, armazenamentos de cimento, agregados, blocos cerâmicos, armaduras, tubos de PVC e eletrodutos, planejamento de layout, programa de avaliação da organização do canteiro
8	Entrega do manual ao grupo e elaboração do plano de implantação e controle

Quadro 2 – Exemplo de programação das etapas de padronização de canteiros

Desde a primeira reunião de padronização, já devem ser definidos um coordenador e um responsável pela redação preliminar dos padrões estabelecidos, os quais deverão também elaborar o manual de padronização no seu formato final. Ao coordenador do grupo caberá conduzir as reuniões a partir de uma listagem dos itens a serem discutidos. O Quadro 2 apresenta um exemplo de programação das reuniões de padronização, incluindo uma sugestão de itens a serem abordados. As reuniões geralmente têm duração de uma hora a uma hora e trinta minutos, e recomenda-se que sejam realizadas semanalmente.

A definição dos padrões deve considerar basicamente quatro fatores:

- (a) a capacitação técnica e financeira da empresa, de modo a se planejarem padrões viáveis de implantação;
- (b) a estratégia de produção (mesmo que ela só exista de forma implícita), de modo que os padrões sejam coerentes com as prioridades e objetivos estratégicos da empresa. Por exemplo, se a empresa visa a reduzir custos com transporte de materiais, pode ser interessante padronizar o uso de *pallets* no transporte de blocos e cimento;
- (c) *benchmarks*, os quais serão úteis para a elaboração de padrões novos e revisão dos já existentes; e
- (d) os requisitos da NR-18, para padronização das instalações de segurança e áreas de vivência.

Em relação à elaboração do manual, os padrões devem ser concebidos assumindo-se que eles têm caráter evolutivo, isto é, eles podem e devem ser alterados quando for viável implantar uma solução mais eficiente que a atual. Como decorrência das inevitáveis alterações, não é recomendável elaborar um manual único com todos os padrões, sendo mais interessante desagregá-los em diversos manuais particulares. Uma sugestão é agrupar os padrões em nove manuais, conforme a proposta apresentada abaixo:

- (a) sistema construtivo das instalações provisórias;
- (b) instalações provisórias – acessos à obra: tapumes, placa da empresa, portão para pessoas, portão para veículos, acesso coberto;
- (c) instalações provisórias – áreas de vivência e de apoio: plantão de vendas, guarita do vigia, escritório, almoxarifado, refeitório, vestiário e instalações sanitárias;
- (d) segurança na obra – proteções contra quedas de altura: escadas, escadas de mão, poços de elevadores, proteção contra queda na periferia dos pavimentos,

aberturas no piso, bandejas salva-vidas, andaimes suspensos, elevador de passageiros;

(e) segurança na obra – elevador de carga;

(f) segurança na obra – instalações complementares: sinalização de segurança, EPIs e uniforme, caixa de capacetes para visitantes, instalações elétricas, proteção contra incêndio, serra circular;

(g) movimentação e armazenagem de materiais: vias de circulação, entulho, produção de argamassa e concreto, armazenamentos de cimento, agregados, blocos, aço e tubos de PVC;

(h) planejamento de *layout*: envolve diretrizes para dimensionamento e locação das instalações de canteiro; e

(i) manutenção da organização dos canteiros: programa 5S.

A redação dos padrões deve ser em linguagem simples e objetiva, priorizando-se a colocação de figuras. Também deve ser observada a necessidade de padronização da própria documentação, ou seja, de seus cabeçalhos, rodapés, caracteres alfanuméricos e capas. Caso a empresa já possua certificação com base nas normas da série ISO 9000, ou deseje obtê-la, os padrões dos canteiros devem adotar a hierarquia e formato da documentação da qualidade da empresa. Uma alternativa simples para a apresentação dos padrões consiste na redação deles sob a forma de *checklists*, que apenas referenciem as páginas do manual nas quais podem ser encontradas as figuras necessárias à sua interpretação.

Após o término da elaboração dos manuais, faz-se necessário estabelecer um plano de implantação e controle dos padrões. Tal plano pode ser elaborado utilizando-se da técnica do 5W2H (o quê, quem, quando, onde, por quê, como, quanto custa), respondendo a cada uma das sete questões para os padrões considerados prioritários. Além do plano de ação, outras medidas podem ser adotadas para facilitar a disseminação, implantação e controle dos padrões:

(a) realizar reuniões de treinamento com mestres, engenheiros e encarregados não participantes do grupo de padronização. Tais reuniões têm os objetivos de divulgar o plano de implantação, explicar o conteúdo dos manuais e esclarecer aspectos técnicos de cada padrão;

(b) avaliar periodicamente a aplicação dos padrões em todas as obras da empresa. Essa tarefa pode ser feita utilizando-se *checklists* correspondentes aos padrões de cada manual;

(c) alterar os manuais sempre que algum padrão for modificado.

Planejamento do canteiro

Etapas do planejamento de canteiro

O planejamento de canteiro deve ser realizado por meio de um procedimento sistematizado, que compreende cinco etapas básicas:

(a) **Análise preliminar:** esta etapa envolve a coleta e a análise de dados, sendo fundamental 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 posteriores, visto que faltarão as informações necessárias para a tomada de decisões. As empresas que possuem suas instalações de canteiro padronizadas realizarão com maior facilidade esta etapa, uma vez que boa parte das informações requeridas estão prontamente disponíveis. As principais informações que devem ser coletadas nesta etapa são as seguintes:

· **Programa de necessidades do canteiro:** devem ser listadas todas as instalações de canteiro que deverão ser locadas, estimando-se a área aproximada necessária para cada uma delas. Para tanto, recomenda-se o uso de um *checklist* como o apresentado na Figura 3.

· **Informações sobre o terreno e o entorno da obra:** devem estar disponíveis informações tais como a localização de árvores na calçada e dentro do terreno, preexistência de rede de esgoto, passagem de rede de alta tensão em frente ao prédio, desníveis do terreno, rua de trânsito menos intenso caso o terreno seja de esquina, etc. Mesmo que essas informações estejam representadas nas plantas dos vários projetos, é recomendável a conferência *in loco*;

· **Definições técnicas da obra:** devem estar definidas as principais tecnologias construtivas adotadas, a fim de que se possam estimar os espaços necessários para a circulação, estocagem de materiais e áreas de produção. São exemplos de definições dessa natureza o tipo de estrutura (concreto usinado, pré-moldados, estrutura de aço, etc.), tipo de argamassa (ensacada, pré-misturada ou feita na obra), tipo de bloco de alvenaria ou de revestimento de fachadas;

· **Cronograma de mão-de-obra:** deve ser estimado o número de operários no canteiro para três fases básicas do *layout*, ou seja, para a etapa inicial da obra, a etapa de pico máximo de pessoal e a etapa final ou de desmobilização do canteiro;

Instalações provisórias - áreas de vivência e de apoio	OK	Dimensões estimadas
a - Quarto do funcionário residente		
b - Escritório		
c - Almojarifado da empresa		
d - Almojarifado dos empreiteiros		
e - Refeitório		
f - Vestiário		
g - Área de lazer		
h - Instalações sanitárias		
i - Bebedouros		
j - Acesso coberto para pessoas		
k - Portão de veículos		
l - Portão para pessoas		
m - Plantão de vendas		
Instalações de movimentação e armazenamento de materiais	OK	Dimensões estimadas
a - Elevador de carga (guincho) e posto do guincheiro		
b - Grua		
c - Betoneira		
d - Baía de areia		
e - Baía de brita		
f - Baía de argamassa pré-misturada		
g - Estoque de cimento		
h - Estoque de blocos		
i - Estoque de armaduras		
j - Estoque de tubos de PVC		
k - Estoque de gesso		
l - Caçamba ou baía para entulho		
m - Central de carpintaria		
n - Central de aço		

Figura 3 – Lista de verificação para pré-dimensionamento das instalações de canteiro

· **Cronograma físico da obra:** a elaboração do cronograma de *layout* requer a consulta ao cronograma físico da obra, uma vez que é normal a existência de interferências entre ambos. Embora o cronograma físico original possa sofrer pequenas alterações para viabilizar um *layout* mais eficiente, deve-se, na medida do possível, procurar tirar proveito da programação estabelecida sem alterá-la. Entretanto, são comuns situações que exigem, por exemplo, o retardamento da execução de trechos de paredes, rampas ou lajes para viabilizar a implantação do canteiro. Além dessas análises de atrasos ou adiantamento de serviços, o estudo do cronograma físico permite a coleta de outras informações importantes para o estudo do *layout*. São exemplos a verificação da possibilidade de que certos materiais não venham a ser estocados, simultaneamente, com outros (blocos e areia, por exemplo), o prazo de liberação de áreas da obra passíveis de uso por instalações de canteiro, prazo de início da alvenaria (para reservar área de estocagem de blocos), etc.; e

· **Consulta ao orçamento:** com base no levantamento dos quantitativos de materiais e no cronograma físico, podem ser estimadas as áreas máximas de estoque para os principais materiais;

(b) **Arranjo físico geral:** a etapa de definição do arranjo físico geral, também denominado 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. Nessa etapa, por exemplo, define-se, de forma aproximada, a localização das áreas de vivência, áreas de apoio (escritório e almoxarifado) e da área do posto de produção de argamassa;

(c) **Arranjo físico detalhado:** envolve o detalhamento do arranjo físico geral, ou a definição do micro-*layout*, no qual é estabelecida a localização de cada equipamento ou instalação dentro de cada área do canteiro. Nesta etapa define-se, por exemplo, a localização de cada instalação dentro das áreas de vivência, ou seja, definem-se as posições relativas entre vestiário, refeitório e banheiro, com as respectivas posições de portas e janelas;

(d) **Detalhamento das instalações:** definido o arranjo físico do canteiro, faz-se necessário planejar a infra-estrutura necessária ao funcionamento das instalações. Dessa forma, com base nos padrões da empresa, devem ser estabelecidos, por exemplo, a quantidade e tipos de mesas e cadeiras nos refeitórios, quantidades e tipos de armários nos vestiários, técnicas de armazenamento de cada material, tipo de pavimentação das vias de circulação de materiais e pessoas, local e forma

de fixação das plataformas de proteção, etc.;

(e) **Cronograma de implantação:** esse cronograma deve apresentar graficamente o seqüenciamento das fases de *layout*, além de explicitar as fases ou eventos da execução da obra (concretagem de uma laje, por exemplo) que determinam uma alteração no *layout*. O cronograma é útil para a divulgação do planejamento, para a programação da alocação de recursos aos trabalhos de implantação do canteiro, e, ainda, para o acompanhamento da implantação, facilitando a identificação e análise de eventuais atrasos. A Figura 4 apresenta um exemplo de cronograma de *layout*.

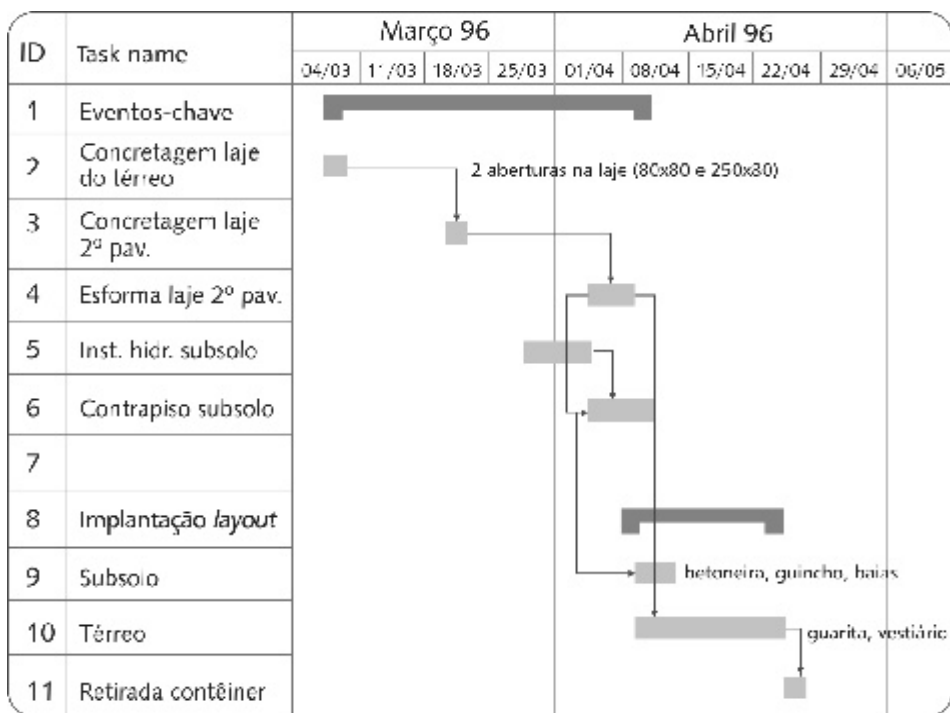


Figura 4 – Exemplo de cronograma de *layout*

Quando planejar o canteiro?

O *layout* deve ser estudado a partir do momento em que estiver disponível o anteprojeto arquitetônico do edifício. Contudo, nessa etapa, ainda não há necessidade de dimensionar e locar com precisão as instalações.

A consideração do *layout* já nessa etapa tem como principal objetivo permitir que, na medida do possível, no projeto arquitetônico e nos projetos complementares possam ser consideradas as necessidades do projeto do canteiro de obra. Tal prática tende a evitar que o projeto do canteiro seja, como ocorre muitas vezes, uma mera consequência das restrições impostas nos projetos executivos.

Obviamente, as interferências do canteiro nos outros projetos não irão implicar mudanças radicais na concepção inicial dos projetos. Embora as mudanças devam se limitar a intervenções de pequeno impacto, elas podem ser fundamentais para a viabilização de um *layout* eficaz. Entre os assuntos que podem ser objeto de intervenção podem ser citadas a largura, ou o dimensionamento, de uma rampa para passagem de caminhões ou a execução de um detalhe na fachada para a colocação de uma grua.

Esse *layout* definido antes do início da obra deve apresentar o arranjo do canteiro para três fases básicas: etapa inicial da obra, etapa de pico máximo de pessoal e etapa final ou de desmobilização do canteiro. Ao longo da execução da obra, tal planejamento necessitará ser constantemente atualizado, em decorrência do caráter dinâmico das obras. Considera-se que o melhor mecanismo para viabilizar a atualização é a integração do planejamento de *layout* ao processo de planejamento e controle da produção (PCP). A partir da análise dos planos de produção, torna-se possível antecipar fatos que podem implicar ajustes no *layout* inicialmente estabelecido. São exemplos a chegada de novos materiais no canteiro ou o ingresso de novas equipes. Tendo em vista a necessidade de integração, é importante que o processo de PCP seja hierarquizado, por exemplo, em níveis de longo, médio e curto prazo de planejamento (FORMOSO et al., 1999). Estudos conduzidos por Alves (2000) indicaram que a atualização do *layout* do canteiro pode ser feita de modo mais eficiente por meio da integração com o nível de médio prazo de planejamento da produção, para o qual quatro ou cinco semanas são horizontes de planejamento típicos. Com tal horizonte, geralmente não há dificuldades em providenciar os eventuais rearranjos de espaço no canteiro.

Quem deve executar o planejamento do canteiro?

O planejamento do canteiro deve preferencialmente ser coordenado pelo gerente técnico da obra. Além de esse, é fundamental a participação do mestre-de-obras e de representantes dos empreiteiros. Caso o estudo seja feito ainda durante a etapa de anteprojeto, deve ser elaborada uma planta de anteprojeto do canteiro para

ser encaminhada a todos os projetistas, a fim de que todos verifiquem a existência de eventuais interferências em seus projetos.

Programa de manutenção da organização do canteiro

É comum que exista, entre os profissionais da Construção Civil, a percepção de que canteiros de obra são locais sujos e desorganizados, características determinadas pela natureza do processo produtivo e pela baixa qualificação da mão-de-obra. Os diagnósticos realizados nos 40 canteiros de obra confirmaram que, na maior parte dessas obras, a desorganização dos canteiros realmente corrobora essa percepção. Entretanto, algumas obras mostraram-se significativamente superiores às demais em termos de limpeza e organização. A causa identificada para essa melhor situação foi a existência, nessas empresas, de programas de envolvimento dos funcionários com a gestão do canteiro. Tais programas, por meio de treinamento, colocação de metas, avaliação de desempenho e premiações, conscientizavam e estimulavam os trabalhadores a manter a obra limpa e organizada.

Esses programas têm como base os princípios dos programas 5S, os quais visam a criar nas organizações um ambiente propício à implantação de programas de qualidade, por meio do desenvolvimento de cinco práticas ou senso nos indivíduos: descarte (*seiri*), ordem (*seiton*), limpeza (*seiso*), asseio (*seiketsu*) e disciplina (*shitsuke*) (OSADA, 1992).

A primeira prática, o **descarte**, tem como princípio identificar materiais ou objetos que são desnecessários no local de trabalho e encaminhá-los ao descarte, retirando-os do canteiro de obra. Além de liberar áreas do canteiro, o descarte pode resultar em benefícios financeiros através da venda dos materiais.

A segunda prática, a **organização**, visa a estabelecer lugares certos para todos os objetos, diminuindo o tempo de busca por eles. A implementação da prática pode se dar por meio de comunicação visual e padronização. A definição de lugares certos para cada documento no escritório, o etiquetamento de prateleiras de materiais no almoxarifado ou o uso de uma cor diferente nos capacetes dos visitantes são exemplos de meios de desenvolver essa prática.

A terceira prática, a **limpeza**, visa, além de tornar mais agradável o ambiente de trabalho, a melhorar a imagem da empresa perante clientes e funcionários e facilitar a manutenção dos equipamentos e ferramentas. Um local mais limpo é mais

transparente, permite a identificação visual de problemas e facilita o acesso aos equipamentos.

A quarta prática, o **asseio**, tem como objetivos conscientizar os trabalhadores acerca da importância de manter a higiene individual, assim como de manter condições ambientais de trabalho satisfatórias, tais como os níveis de ruído, iluminação e de temperatura. A última prática, a da **disciplina**, visa a desenvolver a responsabilidade individual e a iniciativa dos trabalhadores, podendo ser desenvolvida com treinamento. Esta prática pode ser medida, por exemplo, por meio dos níveis de utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI).

Diversas empresas de construção têm implantado programas de manutenção da organização dos canteiros com base nesses princípios, porém, em muitos casos, sem a utilização do termo 5S (é comum o programa SOL – segurança, organização e limpeza) e sem um estudo mais aprofundado de suas recomendações de implantação, o que tem limitado sua eficiência. Tratando especificamente da aplicação do programa 5S à organização dos canteiros, sugerem-se as seguintes diretrizes para implantação:

- (a) **definir critérios objetivos de avaliação:** devem ser listados os itens do canteiro a ser avaliados, e estabelecidos os critérios de avaliação para cada item. Na avaliação da limpeza do canteiro, por exemplo, poderia ser utilizado um *checklist* semelhante ao apresentado abaixo:

	Sim	Não	Não se aplica
1 - As paredes dos barracos estão limpas, sem restos de argamassa ou qualquer tipo de sujeira visível			
2 - Inexiste água empoçada em locais de circulação			
3 - Os banheiros estão limpos e não exalam mau cheiro para as instalações vizinhas			

Figura 5 – Exemplo de *checklist* para avaliação da limpeza do canteiro

É necessário observar que os critérios de avaliação devem ser alterados na medida em que já estiverem incorporados à rotina do canteiro, sendo substituídos

por critérios novos ou mais exigentes. Considerando-se que os resultados da avaliação de diferentes itens devem ser expressos sob uma unidade comum de medida, a nota atribuída ao item *limpeza*, com base na aplicação do *checklist*, pode ser enquadrada em faixas de desempenho, representadas por cores, conforme o exemplo abaixo:

- nota de 0 a 5 = faixa vermelha;
- nota de 5,1 a 8,0 = faixa amarela;
- nota de 8,1 a 10,0 = faixa verde.

Da mesma forma que nesse exemplo, qualquer outro critério de avaliação poderia ter seu resultado adaptado às faixas apresentadas. O item de avaliação *reclamações de vizinhos*, por exemplo, poderia ter critérios estabelecendo que, em uma dada semana, situar-se-ia na faixa verde caso não houvesse reclamação, situar-se-ia na faixa amarela caso houvesse uma reclamação, e na faixa vermelha caso houvesse mais de uma;

(b) **estabelecer avaliadores e periodicidade de avaliação:** a avaliação não deve ser feita unicamente por alguém diretamente interessado no seu resultado, tal como o mestre, os operários ou o engenheiro da obra. Assim, é recomendável que, além da participação de membros internos à obra, exista também um avaliador externo, como, por exemplo, outro engenheiro da empresa ou um consultor. Quanto à periodicidade de avaliação, a prática mais comum é a avaliação semanal, podendo ou não ter dia e horário prefixados. O fato de não haver um dia preestabelecido é normalmente vantajoso, uma vez que evita a organização circunstancial do canteiro;

(c) **estabelecer sistema de premiação:** devem ser tomados alguns cuidados na definição da premiação, uma vez que ela constitui importante fator de motivação dos funcionários envolvidos no programa. Inicialmente, deve-se estabelecer se a premiação (e não a avaliação) será individual ou coletiva. Recomenda-se que a definição da premiação seja feita em conjunto com os trabalhadores, podendo ser alterada no decorrer do tempo. Outro assunto importante é o estabelecimento do patamar de desempenho necessário para receber a premiação. Nesse sentido, sugere-se a definição de um limite mínimo de desempenho, acima do qual todas as obras da empresa serão premiadas, mesmo que alguma obra se sobressaia às demais. Um sistema de concorrência entre obras poderia ser utilizado paralelamente a esse, dando um prêmio adicional para a melhor obra. Contudo, o uso

exclusivo do sistema de concorrência não é recomendável, já que poderia ocorrer favorecimento de obras com determinadas características ou fases de execução mais fáceis de serem gerenciadas;

(d) **forma de expressar os resultados:** o resultado da avaliação assim como os seus itens e critérios devem ser expressos no canteiro da forma mais transparente e objetiva possível, de modo que todos os trabalhadores possam compreender seu significado. A Figura 6 apresenta uma boa prática de divulgação dos resultados do programa 5S, adotando-se faixas de desempenho representadas por cartões coloridos.

5S TRABALHANDO COM QUALIDADE					
MÊS JULHO					
ITEM	1ª SEM	2ª SEM	3ª SEM	4ª SEM	5ª SEM
LIMPEZA DA OBRA	●	●	●	●	
SOLICITAÇÃO DE VIZINHOS	●	●	●	●	
CONSERVAÇÃO DE FERRAMENTAS	●	●	●	●	
CONSERVAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MOTOR	●	●	●	●	
CONSERVAÇÃO CALÇADA, TAPUME	●	●	●	●	
RECOLHIMENTO DE MATERIAIS	●	●	●	●	
DESPERDÍCIO DE MATERIAIS	●	●	●	●	
USO EPI E UNIFORMES-SELF	●	●	●	●	
USO EPI E UNIFORMES-EMPREIT.	●	●	●	●	
ACIDENTES DO TRABALHO	●	●	●	●	
TOTAL DE PONTOS NA SEMANA	25	25	28	28	
QUAL DE PONTOS NO MÊS					
CAMPEÃO DO MÊS					
NÚMERO DE DIAS SEM ACIDENTES DE TRABALHO					
<ul style="list-style-type: none"> ● VERMELHO - 0 PONTO ● AMARELO - 1 PONTO ● VERDE - 3 PONTOS 					

Figura 6 – Exemplo de quadro de apresentação de resultados do programa 5S de fácil compreensão

Considerações finais

Este artigo apresentou um método para o planejamento de canteiros de obra cujo desenvolvimento compreende quatro etapas: diagnóstico, padronização, planejamento e manutenção de canteiros de obra. A etapa de diagnóstico indica os pontos fortes e fracos dos canteiros existentes na empresa, servindo de base para as etapas de padronização e planejamento. Na etapa de padronização, são documentados os padrões das instalações de canteiro e os procedimentos de planejamento. A partir do diagnóstico e dos padrões, são planejados *layout* e a logística de novos canteiros. Diretrizes detalhadas para tal planejamento podem ser encontradas no trabalho de Saurin (1997). Implementado o *layout*, um programa baseado nos princípios dos programas 5S visa a manter a organização e limpeza dos canteiros. Os resultados da avaliação de manutenção retroalimentam o processo, gerando informações para o refinamento do planejamento.

Referências bibliográficas

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras**: proposta baseada em estudos de caso. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Preparo, controle e recebimento de concreto. Rio de Janeiro, 1992.

FRANKENFELD, N. **Produtividade**. Rio de Janeiro: CNI, 1990. (Manuais CNI).

FUNDACENTRO. **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção: NR-18**. Brasília, 1999.

HANDA, V.; LANG, B. Construction site planning. **Construction Canada**, v. 85, n. 5, p. 43-49, 1988.

FORMOSO, C. T. et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. São Paulo: SINDUSCON/SP, 1999.

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

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.

362

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**. 1993. Dissertation (M.Sc.) - University of Salford, Salford, 1993.

OSADA, T. **Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke**. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.

PINTO, T. P. **Perdas de materiais em processos construtivos convencionais.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, 1989. 33 p.

RAD, P. F. The layout of temporary construction facilities. **Cost Engineering**, v. 25, n. 2, p. 19-26, 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. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 1995.

SAURIN, T.A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações.** 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 1997.

SCARDOELLI, L. et al. **Melhorias de qualidade e produtividade:** iniciativas de empresas de construção civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1994. 280 p.

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. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 1993.

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.