



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

DIRETRIZES PARA A PROGRAMAÇÃO OPERACIONAL DA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Fachini, Auriciane Colzani (1); Souza, Ubiraci Espinelli Lemes de (2)

- (1) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: auriciane.fachini@poli.usp.br
(2) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: ubiraci.souza@poli.usp.br

RESUMO

Proposta: O planejamento tem sido cada vez mais valorizado enquanto instrumento de apoio à gestão de empreendimentos de Construção. No setor tem havido um grande esforço em se aprimorar sua confecção para subsidiar decisões em níveis hierárquicos superiores paralelamente à busca de sua maior implementação nos níveis mais básicos da produção. Há ainda uma grande carência quanto a caminhos para se viabilizar a chegada dos benefícios da existência da programação na organização dos trabalhos nos canteiros de obras. Este trabalho traz diretrizes para que tal lacuna possa ser incrementalmente sanada. **Método de pesquisa/Abordagens:** Levantamentos bibliográficos propiciaram o entendimento do processo de execução de estruturas de concreto armado e das diferentes abordagens possíveis para o planejamento. Visitas exploratórias a obras permitiram a elaboração de um diagnóstico apontando a deficiência das informações do planejamento ao nível da produção. A análise destas informações, associadas a posturas citadas na bibliografia permitiram aos autores a proposição de diretrizes para se fazer uma programação com o detalhamento e tipologia de informações coerente com as necessidades da gestão do serviço de execução de estruturas de concreto armado no chão da obra. **Resultados:** Propõe-se um conjunto de diretrizes de programação, com um detalhamento que permita sua utilização mais que somente seu enunciado genérico. **Contribuições/originalidade:** O trabalho procura lidar com o planejamento sob óticas diferentes das usuais nos trabalhos acadêmicos recentes: trabalha com a explicitação das atividades no nível das subtarefas, encarando operações do tipo locação de gasto como atividade a programar e controlar, o que significa levar a preocupação ao nível do que acontece a cada momento da obra. O desafio é o de conjugar a abordagem analítica com precisão, utilidade e pouco esforço. As diretrizes finais procuram vencer tal desafio.

Palavras-chave: Planejamento, programação, estrutura de concreto armado, mão-de-obra, construção de edifícios.

ABSTRACT

Propose: Planning has been considered more and more important to help construction projects management. Its utilization has been prescribed both for the upper level decisions and the decisions related to the production itself. But it is still difficult to experience the benefits of a good planning in the construction site job organization. This paper proposes directions to solve this problem. **Methods:** Bibliography review helped understanding the concrete reinforced structures production process and different approaches used in the Planning process. Some preliminary site visits were useful to detect lack of Planning information demanded by the production managers. Both the visits and the bibliography helped the authors to propose directions to make Planning useful to the construction managers, at the site level, in order to take decisions related to the reinforced concrete structures process. **Findings:** the authors propose directions to make Planning useful in the

site level. **Originality/value:** This paper discusses Planning under a different point of view compared to other recent academic papers: the activities are considered in the level of basic operations in the site (as, for example, attaching the template for positioning of the column to the slab). In such a way, planning ideas reach the “ground level” in terms of what is happening all the time. The challenge is to have, at the same time, more detailed information but without expending too much effort. The directions described here were developed as an answer to this challenge.

Key-words: Planning; programming; steel reinforced concrete structure; labor; building construction.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a Indústria da Construção Civil tem sofrido mudanças substanciais, provocadas, principalmente, pela crescente competição, reduzida disponibilidade de recursos financeiros para as obras, diminuição do poder aquisitivo dos clientes finais, dentre outros fatores. Além disso, o Código de Defesa do Consumidor forneceu meios legais aos consumidores para reivindicar seus direitos, garantindo-lhes seu poder de negociação e, consequentemente, exigindo qualidade dos produtos ofertados, assim como o respeito ao prazo de execução das obras. Isto fez com que os consumidores se tornassem mais exigentes em relação aos bens que estão adquirindo.

Atualmente, tem se mostrado cada vez mais relevante a necessidade de as empresas se posicionarem estrategicamente, visando atingir seus objetivos, e de analisarem a sua forma de agir frente a um mercado cada vez mais exigente. Os princípios gerenciais estão sendo revistos e modificados, o alinhamento entre os objetivos estratégicos e as ações práticas tem sido buscado, a diminuição dos custos e eliminação das perdas têm sido constantemente foco de atenção de profissionais (NEVES *et al.*, 2002).

Neste sentido, as empresas de construção civil vêm buscando formas de aprimorar seus processos produtivos e gerenciais, através de programas de melhorias, que incentivem e auxiliem os gestores na tomada de decisões. Os profissionais da área buscam utilizar, cada vez mais, novas ferramentas gerenciais que permitam acompanhar o andamento da produção no canteiro de obras, podendo-se, assim, intervir no processo executivo, reavaliando-o e, se necessário, redirecionando-o aos reais objetivos que uma organização almeja alcançar. No entanto, os empreendimentos da área da Construção Civil predial ainda carecem de um cuidado maior quanto ao seu planejamento. Muitos profissionais têm consciência da importância do planejamento no nível operacional; no entanto, são poucas as empresas que estruturam o planejamento de maneira a atingir este nível, limitando-se a discussões nos níveis estratégico e tático e, quando atingem o nível operacional, detecta-se uma carência quanto ao detalhamento dos serviços, deixando de ser útil para a produção.

Apesar de o planejamento, até pouco tempo, possuir enfoque mais acentuado nos níveis estratégico e tático, percebe-se que, atualmente, alguns profissionais e pesquisadores da Construção Civil vêm desenvolvendo alternativas para melhorar o processo executivo das obras; logo, o planejamento desenvolvido com foco no nível da produção tem sido sensivelmente valorizado e a necessidade de implantá-lo é cada vez mais intensa.

A crescente preocupação com o desempenho no nível operacional trouxe consigo, a necessidade de se entenderem as decisões necessárias neste nível, como por exemplo, a de como organizar o trabalho dos operários dentro da equipe na execução de um determinado serviço, a fim de se obter uma maior eficiência na sua produção. Por outro lado, percebe-se uma lacuna tanto na bibliografia disponível quanto nos softwares de planejamento, no que diz respeito à ferramentas que venham a auxiliar os gestores de obra na organização da produção neste nível.

Na medida em que se tem por objetivo melhorar a gestão de um serviço de construção, a execução da estrutura de concreto armado oferece um desafio grande a ser enfrentado; seja pela importância quanto aos prazos de obra como um todo (a execução de estrutura normalmente está no caminho crítico da produção de edifícios), seja pela relevância técnica ou mesmo pelo destaque nos custos totais da obra. Imagina-se que, em virtude da estrutura de concreto armado ser, ainda, um serviço bastante complexo, o sucesso no seu planejamento operacional sugerirá expectativas de sucesso nas futuras empreitadas de aprimorar o entendimento operacional dos demais serviços de uma obra de construção.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Este artigo apresenta resultados obtidos no trabalho de Mestrado no qual se buscou o entendimento sobre os serviços participantes da execução de estrutura de concreto armado e sobre a programação da produção.

Além disso, foram realizados estudos de campo em dois canteiros na fase de execução da estrutura de concreto armado com posturas usuais na cidade de São Paulo. Os estudos de caso foram realizados com o objetivo de detectar, em casos reais, a maneira através da qual se desenvolvem as atividades que têm de ser programadas em uma obra. Portanto, tais estudos pretendem detectar: como as atividades podem ser quebradas, em termos do nível em que é necessário tomarem-se decisões na gestão do serviço; o seqüenciamento de tais atividades; a produtividade vigente; as durações do ciclo e equipe demandada e a alocação da equipe.

A partir das realizações das etapas supracitadas e do conhecimento adquirido e organizado em consequência do levantamento de tais informações, foi possível gerar diretrizes para a programação da execução da estrutura de concreto armado no nível operacional.

3 VISÃO GERAL QUANTO AO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

O planejamento da produção cumpre um papel fundamental na execução de uma obra. Através da programação, é possível discutir, antecipadamente, o que tem de ser executado, os recursos necessários e a seqüência das atividades, sendo possível avaliar os prazos executivos associados a diferentes posturas construtivas. Já com base no controle, se pode reavaliar o que foi programado e retroalimentar a programação. Tudo isto, contribui para aumentar a qualidade potencial das decisões dos gestores.

Na atual conjuntura do país, executar obras com qualidade, dentro do prazo e custos previstos, é o que toda organização almeja; por este motivo, busca-se, cada vez mais, utilizar ferramentas gerenciais que possibilitem aos gestores “pensar a obra previamente”, conseguindo, desta forma, obter grande quantidade de informações antecipadas sobre a obra, melhorando suas decisões quanto a eventuais dificuldades que podem surgir durante a execução, majorando as chances de se poder optar pela decisão mais coerente frente à dificuldade a ser resolvida. Portanto, o planejamento encaixa-se como peça fundamental para subsidiar os gestores com informações consistentes, uma vez que, durante a realização do planejamento, é imprescindível ter conhecimento antecipado sobre todo o processo construtivo do objeto a ser executado.

Devido ao aumento da complexidade dos projetos, à adoção de novas tecnologias nas construções e à redução das margens de lucro das empresas, impulsionou-se a utilização de ferramentas que auxiliem na gestão do empreendimento. Com isso, as empresas estão à procura de ferramentas de planejamento que aumentem: a possibilidade de ter-se a obra concluída no prazo previsto, a reflexão com antecedência sobre a adoção de novas técnicas construtivas, a possibilidade de reduzir as incertezas existentes nos projetos e na produção, e as chances de cumprimento dos custos previstos.

4 EXECUÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

A execução das estruturas de concreto armado é composta pelos serviços de fôrmas, armação, passagens e embutidos e concretagem. Tais serviços são bastante complexos, demandando equipes especializadas, além de associar-se a prazos e ritmos de execução característicos.

A estrutura de concreto armado tem grande importância na execução de uma obra, definindo o início da execução de quase todos os serviços subsequentes, além de ser considerada como um dos caminhos críticos da obra como um todo.

Com o intuito de analisar a produção da estrutura do ponto de vista das decisões no canteiro, vão ser discutidas as atividades no nível dos componentes que constituem a estrutura de concreto armado (pilares, vigas, lajes e escadas) e das operações básicas de transformação (gastalho, três faces, quarta face etc).

5 DIRETRIZES PARA A PROGRAMAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA, RELATIVA À EXECUÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

As diretrizes que serão descritas foram organizadas de acordo com os elementos que se considera como sendo fundamentais para realização de uma programação no nível da produção, quais sejam:

- diretrizes quanto à definição das atividades;
- diretrizes quanto ao seqüenciamento;
- diretrizes quanto à produtividade;
- diretrizes quanto a duração do ciclo e a equipe demandada;
- diretrizes quanto a alocação da equipe.

Procura-se, nos tópicos a seguir, descrever as diretrizes para realização da programação.

5.1 Diretrizes quanto à definição das atividades

Com o intuito de se chegar o mais perto possível das operações da produção na estrutura de concreto armado, buscou-se auxílio nas dissertações de ARAÚJO (2000) e de FREIRE (2001) e na ferramenta utilizada como apoio à programação WBS¹, que tem como função realizar quebras ou decompor o trabalho em partes menores e mais manejáveis.

A Figura 1 mostra uma visão geral do caminho que foi adotado para se chegar naquebra das atividades. Na busca de uma constituição mais específica das atividades, procurou-se quebrar o escopo a ser representado em função de dois tipos de aspectos: o produto envolvido e o processo de produção.

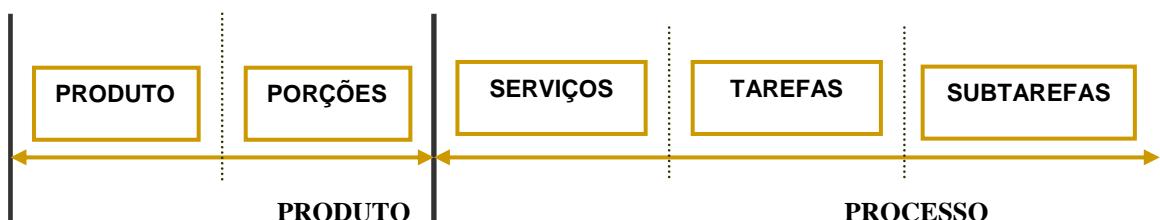


Figura 1 - Caminho adotado para se chegar na quebra da estrutura

¹ Work Breakdown Structure

O **produto** citado genericamente na Figura 1 é caracterizado como sendo a estrutura de concreto armado do edifício; as **porções**² são os parcelamentos que podem ser realizados na obra, como, por exemplo, torre e periferia, numa perspectiva mais agregada, podendo-se falar em cada pavimento da torre e em cada porção da periferia numa perspectiva mais desagregada.

Quanto ao processo de produção, hierarquicamente, se pode falar em: serviços, tarefas e subtarefas. Para os **serviços**, consideraram-se as fôrmas, armação, embutidos e concretagem. No que se refere às **tarefas** (parcelas do serviço atreladas a partes delimitadas do produto gerado), considera-se que as mesmas se referem aos pilares, vigas, lajes e escadas. E, finalmente, quanto às **subtarefas** (operações associáveis à produção de uma mesma unidade de tarefa), quebram-se as tarefas em porções menores para chegar mais próximo da representação da execução.

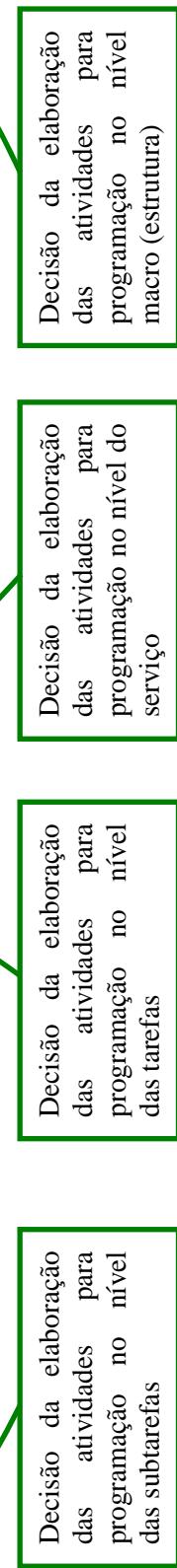
Para a execução da estrutura de concreto armado, existem diferentes quebras possíveis de serem realizadas. Assim sendo, o Quadro 1 ilustra as decisões que podem ser tomadas quanto à quebra das atividades. O programador, em função da situação e objetivos do seu trabalho, pode escolher dentre posturas mais ou menos desagregadoras das atividades. Exemplificando, pode-se ter, num andar tipo, a identificação de várias subtarefas e, no térreo, a identificação de um número reduzido de subtarefas.

O Quadro 1 ilustra um caso hipotético de como se poderiam definir as atividades para uma programação a ser feita; note-se que a quebra pode ser mais ou menos acentuada em função das partes da obra a ser programada. Os retângulos mostrados ilustram as diferentes quebras que podem existir na definição das atividades para um pavimento. Exemplificando: as fôrmas podem ser detalhadas como sendo fôrmas dos pilares, fôrmas das vigas, fôrmas das lajes e fôrmas das escadas, ou podem ser ainda mais detalhadas levando em consideração outro nível de analiticidade, como, por exemplo, as fôrmas dos pilares podem ser detalhadas como sendo, transferência dos eixos (P-Eixo), colocação dos gastalhos (P-Gast), montagem das três faces (P-Mpré), montagem da quarta face (P-Mpós) e desmoldagem do pilar (P-Desm). As fôrmas das vigas podem ser detalhadas como sendo, colocação das escoras, colocação dos painéis laterais e de fundo (V-Mpré), acertos e conferências (V-Mpós) e desmoldagem das vigas (V-Desm).

² Parte do produto que representa uma etapa da programação

Quadro 1 - Diferentes níveis de detalhamento das atividades

| | FÓRMAS | ARMADÃO | | | | | | | | | | CONCRETAGEM | |
|------------------------------------|---|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------------|---------|
| | | PILARES | VIGAS | LAJES | ESCADAS | PILARES | VIGAS | LAJES | ESCADAS | PILARES | VIGAS | LAJES | ESCADAS |
| | P-Eixo P-Cegas P-Mpré P-Mpós P-Des V-Mpré V-Mpós V-Des | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| SUBSOLO | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| TÉRREO | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| TORRE 19...20 30....90 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| COBERTURA | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO | CASA DE MÁQUINAS | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | PORÇÃO 1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | PORÇÃO 2 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | PORÇÃO 3 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |



5.2 Diretrizes sobre seqüenciamento

Segundo OLIVEIRA (1999), uma decisão importante a ser tomada na programação, é a definição da estratégia de ataque à obra, pois, a partir do momento em que se estabelece o seqüenciamento das atividades, eliminam-se possíveis interferências entre equipes, propiciando-se a melhoria dos fluxos de mão-de-obra dentro do canteiro.

Para propor um seqüenciamento, é importante conhecer-se sobre o método construtivo da obra e as limitações e prioridades existentes nas operações para interligação de cada atividade. Serão apresentados três critérios, quanto ao seqüenciamento, que, acredita-se que sejam válidos de uma maneira geral para fins de programação, e que são considerados importantes (e devem ser explicitados) para o caso da programação no nível operacional. Deve-se considerar, na definição das relações de precedência entre atividades:

- a existência de restrições quanto as sequências fisicamente impossíveis – por exemplo, não é possível desformar os pilares antes de sua concretagem;
- a existência de restrições obrigatórias do ponto de vista tecnológico – são definidas como restrições obrigatórias aquelas estabelecidas em projetos ou definidas pela NBR 6118. Um exemplo bastante usual para esse tipo de restrição é a desfórmata dos painéis, onde tecnologicamente os painéis só podem ser desformados após o cumprimento de determinados prazos (por exemplo, três dias para laterais de pilares).
- a definição de recomendações desejáveis – são recomendações tomadas no sentido de se otimizar o uso da mão-de-obra, de se minimizar a utilização de mais jogos de fôrmas dentre outros benefícios possíveis; como exemplo, pode-se citar a postura de se concretarem os pilares antes das vigas e lajes, possibilitando a execução do ciclo de um pavimento mais rapidamente mesmo obedecendo aos prazos de desfórmata e sem usar um jogo adicional de fôrmas.

5.3 Diretrizes quanto à produtividade

Na medida em que se pretende chegar a níveis maiores de detalhamento, isto implica na necessidade de possuir informações sobre produtividade no mesmo nível. Quanto melhores as informações sobre produtividade, melhor será a qualidade da programação. Portanto, recomenda-se, na medida do possível, levantar, processar, avaliar e/ou utilizar valores de referências externas de produtividades.

5.3.1 Levantar/processar/avaliar produtividades levantadas em obras da empresa

- A coleta desses indicadores de produtividade faz parte do controle; tais indicadores alimentariam futuras programações e realimentariam a própria obra, auxiliando na reprogramação. Além disso, com o acompanhamento da produtividade diária é possível garantir a execução das atividades dentro do prazo programado.

5.3.2 Utilizar valores de referências externas

- Poder-se-iam utilizar índices de manuais orçamentários (TCPO, 2003).
- Pesquisas recentes, compatíveis com a linguagem utilizada neste trabalho, dentre as quais podem-se destacar as descritas nos trabalhos realizados por SOUZA (1996), ARAÚJO (2000), OBATA (2000), FREIRE (2001) e FACHINI (2005).
- Fazer uso das opiniões dos profissionais com experiência no serviço (engenheiros, mestres, encarregados), ou seja, em função de práticas anteriores, ainda que com base em percepções não registradas formalmente, para definir a produtividade de cada atividade.

5.4 Diretrizes quanto à duração do ciclo e à equipe demandada

5.4.1 Definição conjunta da duração do ciclo e da equipe demandada

A quantidade de homens que estão alocados a uma atividade depende da dimensão da mesma, da produtividade da mão-de-obra e do tempo disponível para a execução de tal atividade.

Portanto, uma vez prognosticada a produtividade e quantificado o serviço, a definição da duração do ciclo implica na definição do tamanho da equipe e vice-versa, conforme se pode perceber, na medida em que ambos estão correlacionados através da expressão (Fórmula 1) indicada a seguir:

$$R_{UP} = \frac{(H * h)}{QS} \quad (1)$$

onde:

RUP = Razão unitária de produção;

H = número de operários que serão utilizados para executar cada atividade;

h = Duração do ciclo;

QS = quantidade de serviço executado.

Para execução dos serviços relativos a fôrmas, armação e concretagem, as equipes são definidas separadamente. No caso deste estudo, está-se destacando a equipe de fôrmas, na medida em que se está estudando o ciclo no pavimento (sendo que as fôrmas estão pré-fabricadas e a totalidade do esforço dos carpinteiros está associada ao pavimento); os armadores desempenham sua atividade no pavimento em alguns momentos, sendo que, nas ocasiões disponíveis, os serviços são liberados pelos carpinteiros. Além disso, os armadores têm trabalho associado à central de produção, na maioria das vezes pré-montando as armaduras para sua montagem final após a liberação das fôrmas. No caso da concretagem, pode-se utilizar operários da equipe de fôrmas, da armação e operários vindos de outros serviços.

Para se sair de uma postura de atribuição para definição das duas incógnitas, ou seja, H(homem) e h (duração do ciclo) ou vice versa, calcula-se Hh, baseando-se na somatória de Hh para as subtarefas. Isto se consegue através da estimativa da quantidade de serviço (obtida a partir dos projetos) e com a definição das RUP, (determinadas nos estudos de caso) da dissertação de (FACHINI, 2005).

5.5 Diretrizes quanto à alocação da equipe

Uma vez definida a equipe necessária para executar o pavimento, e as horas de cada atividade, inicia-se o processo de alocação da equipe. Como base para a alocação, sugerem-se as recomendações indicadas a seguir:

- dividir a macro-equipe (o conjunto de homens que está responsável por um serviço no pavimento) em equipes que desempenharão cada uma das atividades;
- toda vez que houver a existência de uma simetria no pavimento, sugerir o trabalho simultâneo nas duas partes em que o mesmo pode ser dividido. É recomendável alocar um número par de homens a cada equipe para se poder dividi-las em sub-equipes para trabalhar em cada um dos lados citados;
- havendo ou não a simetria citada, é comum alocar-se uma equipe para a execução da região central do pavimento, referente à estrutura do hall, da escada e caixas de elevadores;
- com base nas observações feitas nos dois estudos de caso e em outras visitas feitas a canteiros, percebeu-se uma tendência de se montar a macro-equipe com base em operários qualificados, o que permitia um rodízio dos mesmos dentre as subtarefas;
- precisa haver coerência na mudança de subtarefas atribuídas a cada operário (entender o seqüenciamento).

A definição da proposta de alocação de operários, parte da definição do número total de operários da macro-equipe e, com base nos comentários supracitados que se considerarem pertinentes, vai-se, num processo do tipo “tentativa e erro”, alocando os homens às atividades. O uso de um “diagrama de alocação de operários”, conforme mostrado no Quadro 2, permite a

visualização simultânea sobre as relações de precedência (se estão sendo obedecidas) e quanto ao nivelamento de recursos.

Quadro 2 - Diagrama de alocação dos operários

| Item | Equipe | Clas. | 1º dia | | | | | | | 2º dia | | | | | | | 3º dia | | | | | | | 4º dia | | | | | | | 5º dia | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|--------|---|---|----|----|----|----|--------|----|----|----|---|---|---|--------|----|----|----|----|----|----|--------|---|---|----|----|----|----|--------|----|----|---|---|---|----|----|----|----|
| | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | Operário 1 | of | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | C | C | C | C | C | | |
| 2 | Operário 2 | of | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | C | C | C | C | C | | | |
| 3 | Operário 3 | of | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | C | C | C | C | C | | | |
| 4 | Operário 4 | of | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | C | C | C | C | C | | | |
| 5 | Operário 5 | of | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | C | C | C | C | C | | | | | |
| 6 | Operário 6 | of | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | C | C | C | C | C | | | | | |
| 7 | Operário 7 | of | E | E | P | P | P | P | P | P | P | P | P | E | E | E | E | E | E | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | C | C | C | C | C | | | |
| 8 | Operário 8 | of | E | E | P | P | P | P | P | P | P | P | P | E | E | E | E | E | E | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | V | C | C | C | C | C | | | |

Legenda:

| | | | | |
|--|----------------------|----------------------|---------------------------|--|
| Pilar | Viga | Laje | Escada | Diversos |
| eixo gastalho MPré MPós Desm | Mpré Mpós Desm | Mpré Mpós Desm | Emont Edesm VL Mpos | Falta Concretagem Dispensado Outros |

A representação através do diagrama de alocação dos operários pareceu constituir um meio de apresentação que visualmente é inteligível por parte dos gestores (guarda uma forte semelhança com o Diagrama de Barras, na opinião da pesquisadora).

A confecção de tal diagrama, antes do início da execução da estrutura de concreto armado, possibilita:

- avaliar antecipadamente a alocação de cada operário, visando a organização e formação de equipes diante da execução das atividades;
- analisar a estratégia da produção através da realização de simulações;
- tomar decisões antecipadas no caso da falta de um operário, de modo a não prejudicar o ciclo pré-definido;
- evitar descontinuidades, muitas vezes desnecessárias;
- visualizar as relações de precedência; e
- auxiliar no nivelamento de recursos (mão-de-obra).

Cabe ressaltar que o preenchimento do diagrama foi viabilizado a partir do entendimento das diretrizes expostas, considerando a proposta apresentada de quebra das atividades, associando à detecção do seqüenciamento, os raciocínios relativos à demanda por recursos, através de indicadores cabíveis, a definição do ciclo demandado, possibilitando gerar um diagrama que auxilie o gestor da obra na obtenção de soluções para melhorar a eficiência da sua equipe de produção.

6 CONCLUSÃO

A definição de diretrizes para a abordagem da programação no nível operacional fez uso de uma visão analítica de caráter “universal”, isto é, uma linha de raciocínio organizada com base nos levantamentos iniciais sobre programação, que se acredita servir para programações em quaisquer níveis. A adequação ao nível operacional, é conseguida pelo tratamento, dado a cada uma das etapas de tal abordagem, coerente com o nível de detalhamento vigente nas atividades do dia-a-dia da produção.

Sobre o seqüenciamento, quanto maior o detalhamento das atividades, maior a necessidade de se entender a posição relativa de cada uma delas, na seqüência de execução da estrutura.

Quanto à duração das atividades, a produtividade dos operários e o dimensionamento das equipes, há inicialmente que se comentar que, no nível da produção, tais definições ganham muita importância, até porque estas informações servirão para a organização do trabalho diário. No nível estratégico da produção, eventuais imprecisões nestas definições são, na opinião da autora, menos problemáticas (por exemplo, é comum definir-se prazo, de certa forma independentemente da equipe a ser utilizada e de uma definição mais confiável da produtividade esperada). Portanto, ao se envolver com o nível da produção é necessário trabalhar-se com informações mais precisas neste nível hierárquico.

Em lugar de se definir o número de operários necessário para executar a estrutura como um todo (ou os serviços de fôrmas, armação e concretagem) ter de se comprometer com decisões do tipo, decidir que usará só dois carpinteiros para fazer a transferência de eixos, quatro carpinteiros para montar as três faces dos pilares e assim por diante.

Quanto à representação através do diagrama de alocação dos operários, este se mostrou bastante interessante como ferramenta para a proposição da organização dos trabalhadores e de fácil interpretação e aceitação pelo pessoal de obra.

7 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. O. C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** 2000. 385p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto e execução de obras de concreto armado.** Rio de Janeiro: 1980.
- FACHINI, A. C. **Subsídios para a programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional.** 2005. 215p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.
- FREIRE, T. M. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações: caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo.** 2001. 325p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- NEVES, R. M.; COELHO, H. O.; FORMOSO, C. T. **Aprendizagem na implantação do PCP.** Curitiba, PR. 2002. 7p. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22º, 2002, Curitiba. Artigo Técnico.
- OBATA, S. H. **Indicadores de produtividade da mão-de-obra para a moldagem de estruturas de concreto armado e indicadores de qualidade dos produtos moldados.** 2000. 340p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção: proposta baseada em estudo de caso.** 1999. 150p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
- SOUZA, U. E. L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de formas para estruturas de concreto armado.** 1996b. 280p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996b.
- TCPO 2003: **Tabelas de Composições de Preços Para Orçamentos.** 12ª Ed. Editora Pini. 2003.