

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PLANEJAMENTO DURANTE A CONSTRUÇÃO - ESTUDO DE CASO EM EMPREENDIMENTO DE EDIFÍCIOS POPULARES DE 4 ANDARES

Norley Baú, Eng. Civil, Esp. (1); Ricardo Mendes Jr., D.Eng., Professor Adjunto (2)

(1) Norconsil Construções Civis Ltda.

Rua Brigadeiro Franco nº 2848, Rebouças, CEP 80.250-030, Curitiba, PR

e-mail: norleybau@norconsil.com.br

(2) Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Construção Civil

Centro Politécnico, C. P. 19011, Centro Politécnico, CEP 81.531-990, Curitiba, PR

e-mail: mendesjr@cesec.ufpr.br

RESUMO

Na busca dos padrões de Qualidade Total, aos quais a indústria da construção civil vem sendo rigorosamente submetida nos últimos anos, este trabalho apresenta os conceitos, a aplicação e a discussão dos resultados do planejamento da produção durante a construção de um empreendimento habitacional através da metodologia de programação de Curto (Last Planner) e Médio Prazo (Lookahead). Como objetivos básicos desta pesquisa destacam-se a comprovação da aplicabilidade e a verificação da eficiência da metodologia utilizada através do acompanhamento de sua aplicação em estudo de caso prático. Este trabalho apresenta um modelo que busca o aumento da eficiência global do gerenciamento do empreendimento com o auxílio de ferramentas de simples aplicação que buscam garantir a continuidade e proteção do processo como um todo. Esta procura acarretará em análises antecipadas do processo e seu fluxo, gerando previsões de necessidades antes mesmo delas aparecerem, proporcionando reduções em termos de esperas e descontinuidades do processo, mantendo o fluxo das atividades o mais dentro possível do que foi planejado para o empreendimento. O índice de atividades concluídos no prazo (PPQ) mostrou como o gerenciamento de curto prazo afeta positivamente o empreendimento de forma a tomar possível a execução com controle de custos, fluxos e prazos. O artigo discute todos os resultados obtidos desta aplicação.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa cujo objetivo principal foi a comprovação da aplicabilidade e a verificação da eficiência da metodologia de planejamento de obras através do acompanhamento de sua aplicação em estudo de caso prático. A metodologia utilizada foi baseada em trabalhos recentes de pesquisadores nacionais (BERNARDES et al, 1999 e MENDES JR, 1999), onde se buscou, durante a sua elaboração, estabelecer uma vinculação com os níveis de planejamento de longo, médio e curto prazo. Este trabalho apresenta um modelo que busca o aumento da eficiência global do gerenciamento do empreendimento com o auxílio de ferramentas de simples aplicação que buscam garantir a continuidade e proteção do processo como um todo.

O estudo de caso foi a estratégia escolhida para esta pesquisa, por ser uma forma apropriada quando há pouco conhecimento sobre o tópico de interesse e quando se pretende avaliar o fenômeno segundo condições reais. Neste caso por exemplo, como a produção é gerenciada em termos de atividades de engenharia e desenvolvimento do processo de produção. (ROBSON, 1993, apud. BALLARD, 2000).

Métodos de coleta de dados incluem observação direta, entrevistas e análise de documentos. Uma variação da observação direta é a observação participativa; por exemplo: a observação é reportada pelo pesquisador o qual faz parte do grupo que está sendo observado. Neste trabalho, o pesquisador serviu de consultor para o grupo e consequentemente assumiu um papel de observador participante ao invés de um elemento neutro. Estes métodos foram utilizados para coleta de dados nesta pesquisa. Dados específicos foram coletados nas reuniões de programação semanal. As entrevistas foram executadas informalmente para avaliar a confiança atribuída ao método pesquisado. Os registros coletados incluem as planilhas de médio e curto prazo - observações de tamanho de equipes, duração de atividades, problemas verificados quando do não atendimento dos requisitos especificados.

Para a análise dos dados, três conceitos devem ser utilizados: a segurança, a validade e a representatividade do dado coletado. A segurança apresenta a capacidade do dado pesquisado ser utilizado por outros pesquisadores. A validade se refere ao problema de que o dado coletado reflete ou não o que está sendo estudado. E a representatividade questiona se os objetos em estudo são típicos e os quais podem ser generalizados. Em geral, poucas ou nenhuma variáveis podem ser completamente controladas. Nesta pesquisa, a tentativa foi feita no sentido de controlar as variáveis chaves para a implementação e execução do sistema. Portanto, é reconhecido que o controle é parcial e incompleto. Porém, a simples demonstração que o plano aplicado é suficiente para estabelecer a eficiência do planejamento estabelecido, demonstra a segurança do mesmo.

Outro problema é que o sistema implantado é medido em PPC (Percentual do Programado Concluído). Mas o PPC não mede diretamente a qualidade do planejamento. Primeiramente, o sucesso e o fracasso de atividades completadas podem ser consequências da qualidade da programação ou de sua execução. Desde que o Plano de Curto Prazo se preocupe em melhorar a qualidade de programação, falhas de execução não irão afetar a efetividade do sistema.

O pesquisador deve procurar as formas mais adequadas de definir as atividades, para evitar ambigüidade no entendimento e consequentemente, entendimentos diferenciados da programação realizada. Contudo, é difícil prevenir que alguém defina atividades concluídas para fazer com que “o ruim se apresente melhor”. A melhor defesa é esclarecer a todos que o PPC é uma medida do sistema e não uma medida dos resultados individuais (BALLARD, 2000).

2. ESTUDO DE CASO

A pesquisa foi desenvolvida em uma obra de conjuntos residenciais de baixa renda situada na Cidade Industrial de Curitiba, composta por 30 blocos de 4 andares, com 4 apartamentos por andar, estes compostos de 3 quartos, banheiro, sala, cozinha e área de serviço. As principais características de cada bloco estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 – principais características de cada bloco do empreendimento

Número de pavimentos tipo	4
Número de apartamentos por pavimento	4
Área do apartamento	57,00m ²
Área total do bloco	960,00 m ²

Para o empreendimento pesquisado, já havia sido desenvolvido pelo engenheiro responsável um cronograma no software MS-Project para todas as etapas inicialmente previstas para a execução de um bloco.

Foram necessários 2 meses de treinamento e pesquisa no canteiro para o desenvolvimento de um sistema preliminar de programação (plano mestre) e para a disseminação das informações (programação de médio e curto prazo, reuniões semanais de avaliação e programação e a utilização de um mural).

2.1 CARACTERÍSTICAS DO CANTEIRO DE OBRAS

O método construtivo empregado é o de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e lajes maciças moldadas em loco. O revestimento interno foi desenvolvido com gesso projetado e externamente, com argamassa industrializada projetada, ambos dispensando a utilização da atividade chapisco. O acabamento externo é de pintura texturizada.

As características de comercialização e execução do referido empreendimento, colaboraram de forma significativa no desenvolvimento deste trabalho, uma vez que os blocos foram executados de forma seqüencial, aos pares, com prazo total de execução de 5 meses para cada 2 blocos. Exemplificando: a cada 4 meses foram entregues aos clientes 2 blocos, sendo que o último mês de execução dos 2 blocos preliminares é o primeiro mês de execução dos 2 próximos blocos, como é mostrado na figura 2. Portanto, o ciclo de uma obra completa (desde a locação à entrega final) é iniciado a cada 3 meses, prazo no qual foi possível desenvolver o presente trabalho e comparar seus resultados.

Outra característica do empreendimento é a utilização de mão de obra terceirizada para todos os serviços desenvolvidos.

2.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Em paralelo à análise do cronograma, iniciou-se no canteiro no mês de dezembro/1999, o treinamento e a implantação da programação de curto prazo, introduzindo reuniões semanais às sextas-feiras, para programação dos serviços a serem executados na semana seguinte. Para a programação de curto prazo e a programação de 4 semanas foram utilizadas planilhas sugeridas por Mendes (MENDES JR, 1999). Como base para a programação de curto prazo, utilizou-se o cronograma original desenvolvido para obra pelo engenheiro responsável. No início do mês de janeiro/2000, foi implantado no canteiro a programação de médio prazo. Para esta programação, considerou-se o prazo de 4 semanas como adequado, já que representa 20% do prazo total da obra (5 meses). Como base da programação de médio prazo, utilizou-se a programação em MSProject (Pert/CPM) desenvolvida pelo engenheiro responsável pelo empreendimento. Estas programações se desenvolveram semanalmente até o término dos blocos em execução, visando o treinamento da equipe envolvida e motivando o crédito para a programação executada.

2.3 ADEQUAÇÃO DO CRONOGRAMA ÀS EXIGÊNCIAS DA PRODUÇÃO – PLANO MESTRE

Através da análise dos processos empregados, seu fluxo executivo e ainda, dos índices de produtividade levantados durante a execução dos quatro blocos iniciais, produziu-se uma correção no cronograma existente, gerando um novo cronograma, o qual foi denominado de plano mestre.

No plano mestre, foram introduzidas as atividades não consideradas no cronograma original, excluídas as que não seriam mais aplicadas, como chapisco interno – devido a alteração do processo convencional de chapisco, emboço, reboco por gesso projetado - e atualizada suas durações e rede de precedências, para melhor traduzir o processo de conversão em andamento no canteiro estudado.

O planejamento inicial (tático) foi implementado como sendo o plano mestre. Este sofreu alterações a cada etapa da obra (início de novos blocos), para adequação do mesmo às necessidades do empreendimento. Para os dois últimos blocos, que receberam o acompanhamento desta intervenção - blocos A5 e A14 .

A ferramenta de rede de precedências desempenhou um papel importante nesta programação, pois possibilitou o encadeamento de todas as atividades consideradas chaves na programação, permitindo a emissão de relatórios de programação semanal de atividades e ainda externando as atividades de caminho crítico ou de folga zero.

2.4 ETAPAS DA IMPLEMENTAÇÃO

Na primeira etapa, 12/1999 a 01/2000, foi implantada a planilha de programação semanal (plano de curto prazo), com a realização de reuniões semanais com os diversos encarregados dos serviços, para verificação e divulgação desta programação de curto prazo. As programações semanais foram desenvolvidas a partir das informações existentes na programação de médio prazo, após sua implementação. No início, estes planos foram baseados no cronograma existente na obra.

Para facilitar a implementação, todas as atividades foram divididas e encadeadas por pavimentos. Desta forma, cada semana corresponderia a um pavimento de cada tipo de serviço. Esta divisão foi possível após análise e correspondente programação no método PERT/CPM, onde se verificou a terminalidade da execução da obra dentro dos prazos previstos.

Somente foram programadas as atividades chaves de cada serviço. Como por exemplo: alvenaria do 1º pavimento, não discriminando seus sub-processos de marcação e elevação; ou, forma da 1º laje, não dividindo em colocação de longarinas, transversinas (barroteamento) e assoalho (a aplicação da armadura e do concreto foram programadas em separado).

Após o plano de curto prazo, na segunda etapa, foi implementado o plano de médio prazo. A programação de 4 semanas foi revisada a cada semana, prevendo além das atividades a serem desencadeadas nas próximas semanas, a programação de materiais e providências de forma antecipada. A mesma também adotou o princípio de serviços chaves por semana, como na programação de curto prazo e no plano mestre (rede PERT/CPM). Um dos fatores importantes para os altos índices de desempenho demonstrados na seqüência, foi o fato de se saber quais atividades afetam a data final da obra (Caminho crítico), o que foi representado com facilidade pelo método da rede de precedências. Outra vantagem desta programação é a possibilidade de se avaliar as necessidades de insumos, com demora de entrega de até 30 dias (classe 2 e 3), realizando sua programação antecipada com uma maior eficiência do que seria alcançada se utilizasse somente o plano mestre como referência para executá-la.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta intervenção se propõe a analisar a aplicabilidade e a eficiência de um sistema de programação da produção em um canteiro de obras. Desta forma, nesta sessão serão apresentados os resultados obtidos com a implantação. Considerando que o prazo de implantação do sistema (plano de curto e médio prazo) foi de apenas 45 dias, os resultados se mostraram significativos, como detalhados a seguir.

Os gráficos das figuras 5 e 6, demonstram um incremento do Percentual de Tarefas Planejadas Concluídas (PPC) durante a implantação da metodologia. Apresentam também, indícios de uma redução na variabilidade dos índices, o qual deve-se a uma provável melhora na consistência nas programações realizadas.

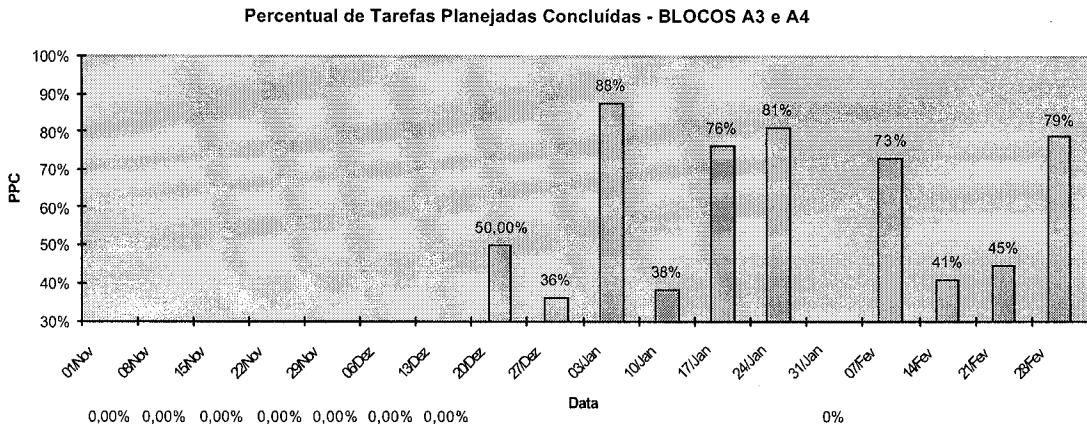


Figura 5 – gráfico do PPC dos blocos A3 e A4.

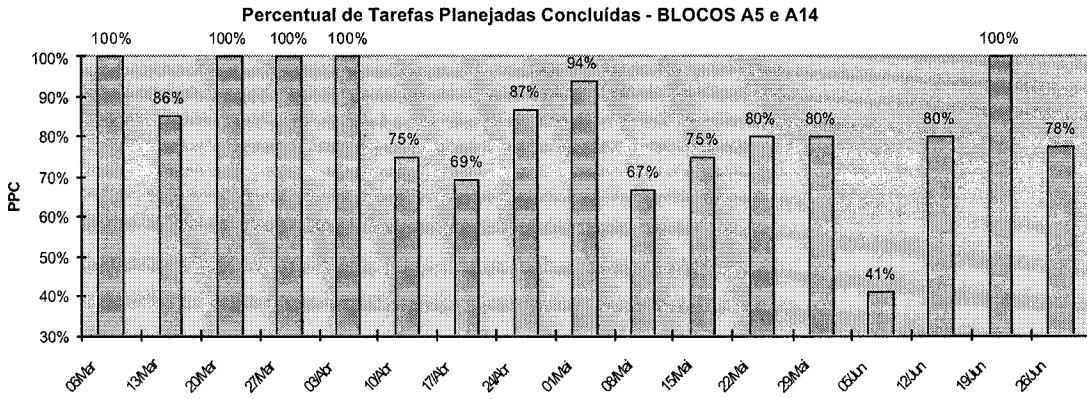


Figura 6 – gráfico do PPC dos blocos A5 e A14.

O ganho com a programação também se apresenta graficamente através das figuras 7, 8 e 9, que demonstram a evolução das médias do índice PPC na forma de uma média geral do início do evento (Blocos A3 e A4, Blocos A5 e A14 e Blocos A3 e A4 + A5 e A14) e considerado uma média obtida das 4 semanas anteriores, também consideradas desde o início do evento. Nos gráficos, nota-se que a média do PPC para os dois blocos iniciais, finalizou em 49% e nos blocos seguintes aumentou para 83%.

Considerando todos os blocos juntos, a média do PPC foi de 70% (figura 9), maior que os 49% iniciais. Este fato reflete o ganho proporcionado pelo sistema de programação da produção. O mesmo gráfico apresenta um aumento na média de 4 semanas durante a execução dos blocos A5 e A14. A média de 4 semanas, que considera as últimas 4 semanas da programação, saltou de 41% para 75% nos blocos A5 e A14.

É importante esclarecer que os gráficos que reúnem os dados dos 4 blocos apresentam valores inferiores aos mesmos dados avaliados para cada 2 blocos. Isto se deve à influência dos maus resultados obtidos durante a implantação (Blocos A3 e A4).

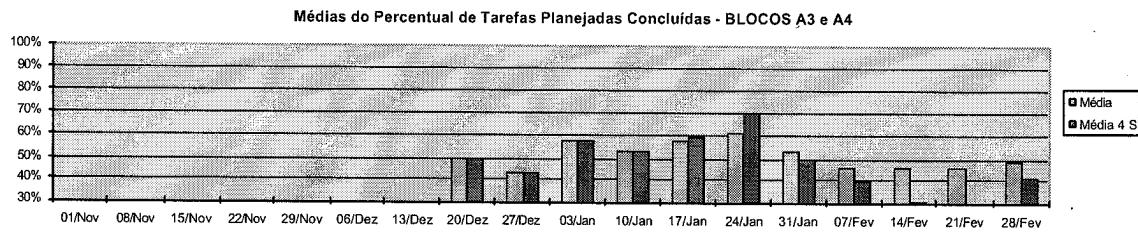


Figura 7 – gráfico das médias de PPC por semana dos blocos A3 e A4.

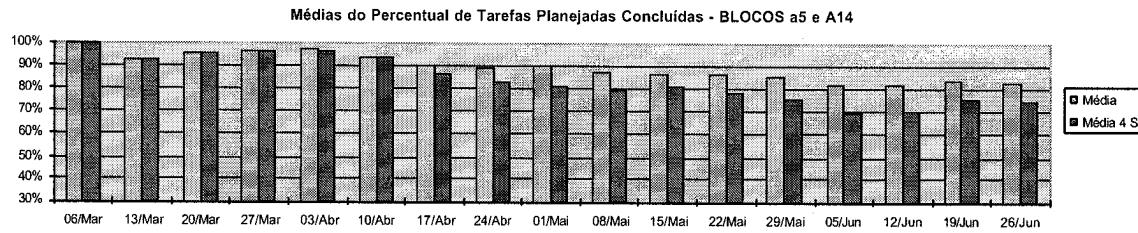
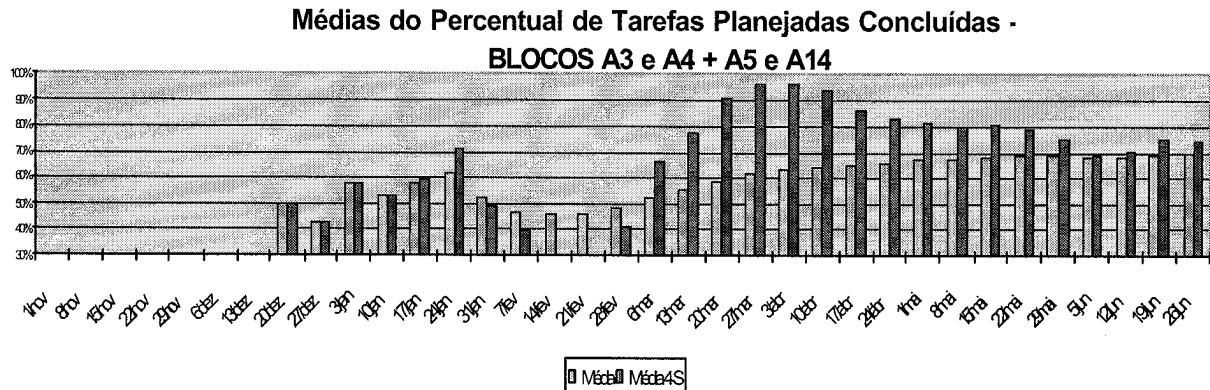


Figura 8 – gráfico das médias de PPC por semana dos blocos A5 e A14.



desta fase de produção que é a sujeira proveniente do “chapamento” da massa – e de forma subsequente, houve a necessidade da pintura das mesmas no local onde se encontravam já aplicadas, ocasionando uma necessidade de tempo maior no cronograma, para a entrada das atividades posteriores (ex.: pintura interna e externa). E ainda, a necessidade de aquisição das esquadrias ainda na fase da execução da alvenaria e a proteção destas esquadrias pintadas e acabadas quando da execução de qualquer outros acabamentos, sejam internos ou externos.

Portanto, o que se procurou executar foi uma analogia com o sistema construtivo de esquadrias de alumínio. Neste, primeiramente chumba-se o contramarco nas aberturas para posteriormente, na fase em que os revestimentos interno e externo definitivos já estão aplicados, instala-se as esquadrias propriamente dita nos vãos definidos pelo contramarco, fixando com parafusos e vedando com silicone. Desta forma, como o fabricante das esquadrias metálicas utilizadas no referido empreendimento não possuíam um contramarco como no sistema de alumínio, foi decidido pela fabricação de caixilhos metálicos falsos com a espessura total da parede onde irão se alojar as esquadrias - inclusive considerando as espessuras dos revestimentos interno e externo - já determinada. O tempo necessário à determinação das dimensões, forma de aplicação e fabricação deste novo equipamento, aliado ao fator da necessidade de aprendizagem da equipe gerou uma atraso ou, em outras palavras, um não atendimento às tarefas programadas, até mesmo pela falta de informação no momento da programação destas tarefas.

Ainda, a mudança do processo construtivo alterou também, de forma significativa, a sequência produtiva considerada no plano mestre, obrigando a equipe de gerenciamento utilizar subterfúgios na execução, uma vez que a mesma optou por não alterar o plano mestre neste momento. Esta alteração foi executada quando do término dos blocos em questão, onde estavam disponíveis os dados necessários para esta reprogramação, tais como: duração, equipe necessária, pré-requisitos, precedentes e dependentes, etc.

As figuras 10 e 11, comparam as diferentes causas do não cumprimento das tarefas programadas. Para os Blocos A3 e A4, a causa mais significativa foi a própria programação das tarefas uma vez que a mesma foi realizada, ainda na fase de implantação do sistema, baseando-se no cronograma existente no canteiro. Problema este contornado com a análise do cronograma e execução do plano mestre conforme descrito no item 3.4.2., induzindo a um melhor resultado para este item conforme figura 11.

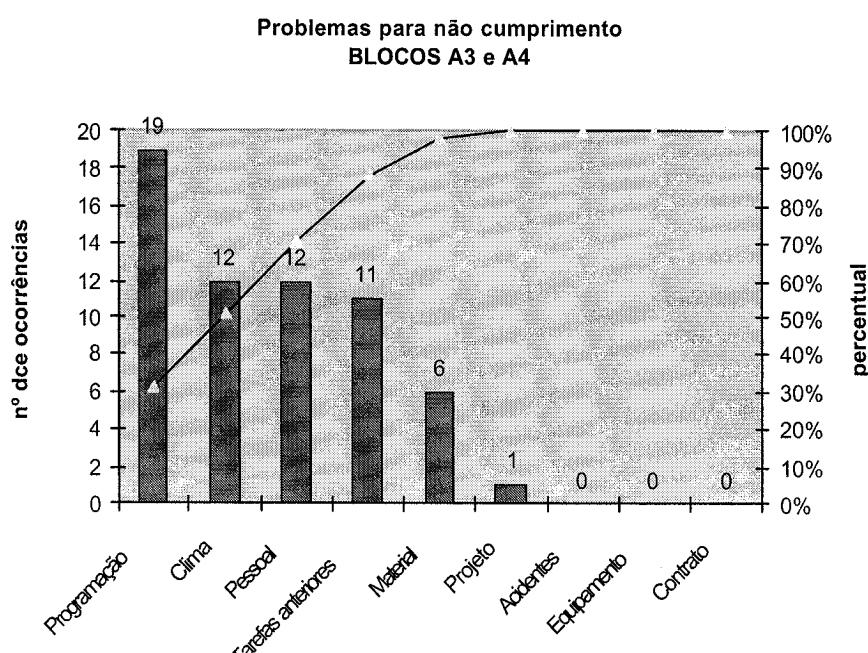


Figura 10 – problemas para não cumprimento – blocos A3 e A4.

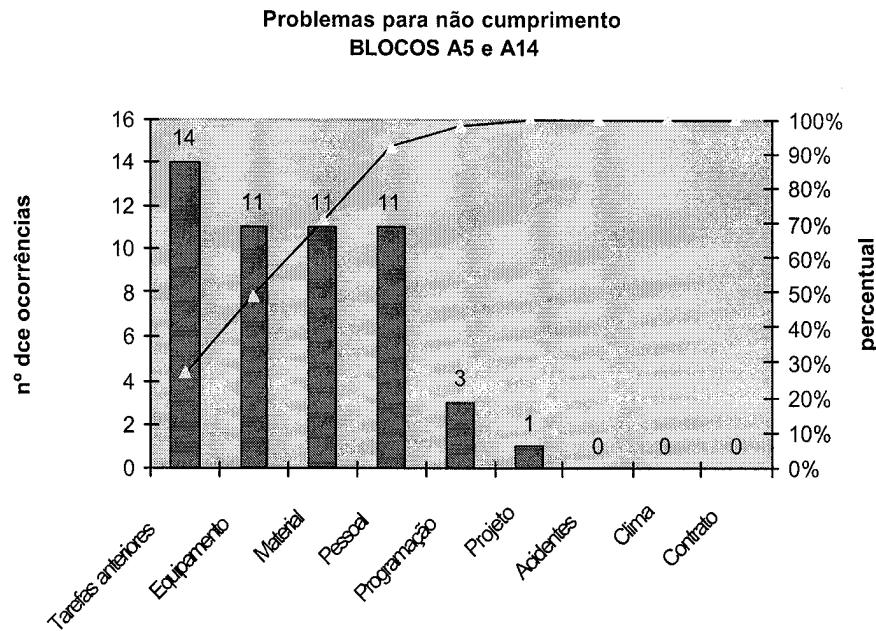


Figura 11 – problemas para não cumprimento – blocos A5 e A14.

Em contrapartida, as figura 12 e 13 (meses de abril e maio de 2000) apresentam um número alto de ocorrências para o item “equipamento” e como consequência de quaisquer atrasos na execução, um alto índice de problemas com “tarefas anteriores”. Isto, devido a não liberação dos postos de serviços pelas tarefas precedentes (figura 14, meses de abril, maio e junho de 2000). Apresentam também, um redução das ocorrências devido a problemas de “programação”, resultado da adequação do plano mestre e da habilidade desenvolvida pela equipe de gerenciamento na programação das tarefas.

É importante ressaltar, analisado os gráficos anteriores, a necessidade de levar as decisões das programações do Plano de Médio Prazo aos encarregados das equipes, o que provavelmente resultará em uma melhor distribuição das tarefas ao longo das semanas em função das equipes disponíveis ou, a adequação das equipes às necessidades do plano mestre, conduzindo desta forma ao atendimento por parte das equipes às tarefas programadas (figuras 12 e 13). O Plano de Médio Prazo durante esta intervenção, foi desenvolvido somente pelo Engenheiro, com base em suas análises e experiência.

O item “material”, que sofreu um aumento no número de ocorrências (figuras 13 e 14) não pode ser analisado isoladamente. Este tópico merece uma análise mais aprofundada dos mecanismos utilizados na empresa pesquisada para atender às necessidades dos recursos materiais na obra, não sendo este o escopo desta pesquisa. Mas pode-se resumir que, os problemas ocorridos com materiais originam-se na pouca exigência feita pelo setor de suprimentos da empresa pesquisada aos seus fornecedores com relação ao requisito prazo de entrega.

Ocorrências de problemas para não cumprimento
BLOCOS A3 e A4

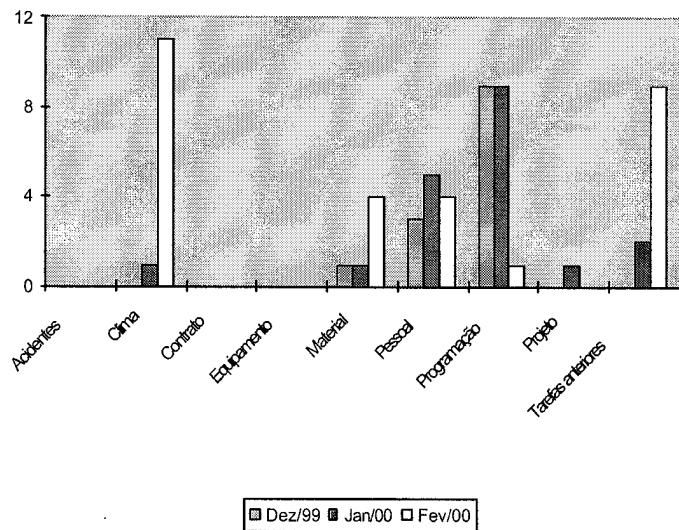


Figura 12 – problemas para não cumprimento blocos A3 e A4.

Ocorrências de problemas para não cumprimento
BLOCOS A5 e A14

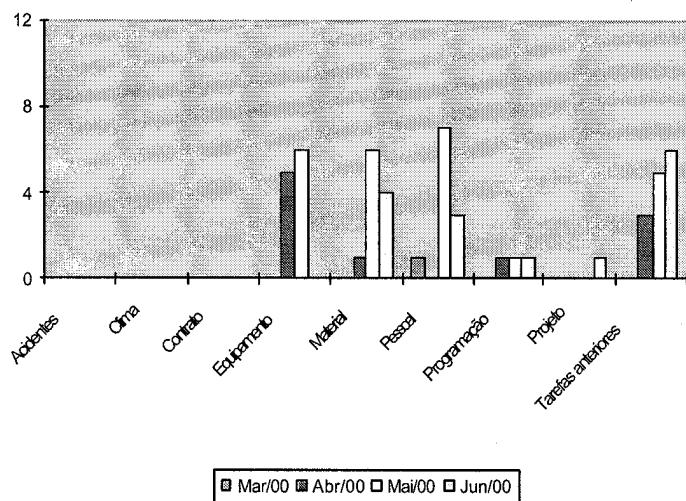


Figura 13 – problemas para não cumprimento blocos A5 e A14.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um modelo que busca o aumento da eficiência global do gerenciamento do empreendimento com o auxílio de ferramentas de simples aplicação que buscam garantir a continuidade e proteção do processo como um todo. Esta procura acarreta em análises antecipadas do processo de produção e seu fluxo, gerando previsões de necessidades antes mesmo delas aparecerem, proporcionando reduções em termos de esperas e descontinuidades do processo, mantendo o fluxo das atividades o mais dentro possível do que foi planejado para o empreendimento.

Como apresentado, um dos índices de medida da eficiência é o índice PPC. Este argumento mostra como o gerenciamento afeta positivamente o empreendimento de forma a tornar possível a execução com controle de custos, fluxos e prazos.

A divulgação das planilhas semanais (planejamento de curto prazo) e dos índices PPC dentro do processo produtivo também levou ao aumento da percepção de seus envolvidos e um maior envolvimento dos mesmos com seus resultados. Tornando claro que o planejamento não é apenas uma ferramenta como também uma meta a ser alcançada.

Dentre os meses que se fez presente esta intervenção no canteiro de obras - blocos A5 e A14 -, foi possível observar que o comprometimento das equipes de trabalho, principalmente de seus encarregados, com o planejamento aumentou e este aumento só ocorreu devido a aceitação do método como uma ferramenta eficiente.

Os números que aqui foram apresentados só não tiveram um desempenho melhor – para os últimos dois blocos analisados – devido a uma alteração não prevista da tecnologia construtiva. O número de ocorrência de não cumprimentos das atividades planejadas para os blocos mencionados estavam diretamente relacionados à esta mudança. E ainda, devido à consideração das precedências das atividades no planejamento, o problema de maior ocorrência foi o de “tarefas anteriores” o qual representou a impossibilidade das atividades dependentes serem iniciadas uma vez que a sua precedente falhou.

Isto também comprova a necessidade de se prever todo o processo, suas atividades, fluxos de materiais e pessoas, rede de precedências, etc. e monitorar de forma contínua o processo e suas variabilidades.

Desta forma, o planejamento de médio prazo (4 semanas) desempenhou o papel fundamental de manter o processo de gerenciamento atualizado para com as ocorrências do canteiro, informando e direcionado o gerenciador para as opções e necessidades de forma antecipada, propiciando a tomada de decisões e solução dos pré-requisitos das atividades programadas.

Certamente, sem a adoção do planejamento de médio prazo, os índices aqui apresentados não teriam resultados tão satisfatórios, pois o processo apresentaria uma maior variabilidade devido a sua falta de proteção (antecipação e solução do problema).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, Glenn. *The last planner system of production control*. Birmingham, London. 2000. Dissertação (Doutorado em Filosofia) – School of Civil Engineering, Faculty or Engineering, The University of Brimingham. Disponível na Internet. <http://www.leanconstruction.org/papers.htm>. 10 ago. 2000

BERNARDES, Maurício M. S.; ALVES, Thaís. C. L.; FORMOSO, Carlos. *Desenvolvimento de um modelo de planejamento da produção para empresas de construção*. Seminário de Planejamento e Controle da Produção, Curitiba, 13 e 14 nov. 1999.

MENDES JR., Ricardo M. *Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos*. Florianópolis, 1999. Dissertação (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.