



GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM OBRA INDUSTRIALIZADA

Débora de Gois Santos (1), Júlio Carlos de Oliveira Neto (2), Cleberton Feitosa dos Santos (3)

(1) Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Brasil – e-mail: deboragois@ufs.br

(2) Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Brasil – e-mail: juliotatui@bol.com.br

(3) Engenheiro Civil, Sergipe, Brasil – e-mail: clebertonfs@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução/objetivo: Os estudos de aperfeiçoamento do modo de produção normalmente incidem sobre a mão-de-obra. Porém, para que esses processos atinjam seus objetivos devem ser considerados também a forma de abastecimento e os equipamentos de transporte e produção adotados, de modo a garantir a continuidade da produção, ao evidenciar a atuação da mão-de-obra direta. Assim, objetivava-se identificar os motivos de ociosidade da mão-de-obra e sua relação com o nível de industrialização dos sistemas construtivos. **Método:** Para atender a esse objetivo utilizou-se a estratégia de pesquisa de estudo de caso, ao acompanhar os processos construtivos em empreendimentos com industrialização. Buscou-se a medição de produtividade; e aplicou instrumentos de pesquisa como amostragem do trabalho; identificação de paradas; diagrama homem-máquina; fluxogramas e mapofluxogramas.

Resultados: Observa-se que é possível promover a melhoria contínua mesmo em processos produtivos com elevado grau de industrialização e com isto reduzir, ou realocar, a mão-de-obra. Porém, a industrialização causa uma dependência do equipamento de transporte e de produção e resulta em superdimensionamento da mão-de-obra e no seu mau aproveitamento, para processos com médio e elevado grau de industrialização. **Contribuições:** A industrialização da Construção Civil não é suficiente para elevar o desempenho de sua mão-de-obra, uma vez que o uso de sistemas construtivos inovadores requer também um acompanhamento constante das ferramentas de gestão para evitar as interrupções do trabalho.

Palavras chave: produtividade mão-de-obra, ociosidade, programação, logística.

ABSTRACT

Propose: The studies to production improvement fall back above labor, but too can to considerate material supply and production equipments, for continue of the work. This paper looks identify the quantitative of ideal labor for work in an industrialized site. The ambient considers site, labor training, factors the influence productivity, transport and production equipments, and supply chain. **Methods:** Research strategy was cases study in industrialized enterprises. It measured productivity and used tools how work sampling, man-machine diagram, flowchart and maps chart. **Findings:** It is possible the continue improvement in productive processes with industrialization elevated and the reduction quantify of labor, mainly helper. But, the industrialization causes dependence with transport and production equipments and it results idleness workers. **Originality/value:** How contribution, the use of innovation constructive system demands instruments of management accompaniment to avoid work interruptions.

Keywords: labor' productivity, idleness, programming, supply chain.

1 INTRODUÇÃO

Para promover melhorias em canteiros de obra e elevar o nível de produtividade na construção civil é necessário analisar periodicamente a quantidade de recursos empregados quando da construção dos empreendimentos, de modo a verificar se estão ocorrendo tempos ociosos, gargalos ou consumo extra de recursos, sejam eles humanos ou materiais.

Verifica-se que os tempos ociosos envolvem aspectos como produtividade da mão-de-obra, programação de curto prazo, tipos de equipamentos de transporte, além de fatores como grau de industrialização. Observou-se então a necessidade de analisar o desempenho da mão-de-obra em obras com grau de industrialização intermediário e elevado.

A pesquisa abordará esse problema ao investigar as causas que afetam a produtividade da mão-de-obra. Sabe-se, conforme trabalhos apresentados na literatura nacional e internacional, que são muitos os fatores que afetam a produtividade.

2 INDUSTRIALIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Segundo Sabbatini (1998), o processo evolutivo industrial é conhecido como industrialização e seus níveis evolutivos podem ser mensurados através do grau de desenvolvimento tecnológico atingido.

“Industrialização da construção é um processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planejamento e controle, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva” (SABBATINI, 1989).

Para ela ocorra é necessário o uso da mecanização para produção e montagem dos elementos pré-fabricados, com o objetivo de substituir a mão-de-obra em atividades como transporte e manuseio de elementos construtivos, proporcionando aumento da produtividade. Conforme Serra *et al.* (2005), a evolução da indústria da construção civil aconteceu em diversas fases, onde se observa organização do modo de produção.

A industrialização é formada pela racionalização em conjunto com a mecanização. Para Sabbatini (1989), a racionalização construtiva é definida como sendo um processo composto pelo conjunto de ações com o objetivo de otimizar todos os recursos, desde materiais, pessoas, organizações, energia, tecnologia, tempo e até finanças, para a execução da edificação em todas as suas fases.

É possível racionalizar um elemento construtivo ou etapas de uma construção. Diz-se que um sistema é mais industrializado quando ele possui etapas completas ou mesmo todo o produto edificado resolvido. Conforme Sabbatini (1989), sistema construtivo é “um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”. Por sua vez, processo construtivo é “um organizado e bem definido modo se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizados na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro)” (SABBATINI, 1989).

Diversos autores, comparando a indústria da construção civil com a automobilística, afirmam que racionalização, mecanização, produção em série e padronização de componentes atingem os objetivos de aumentar a produtividade, utilizando-se de mão-de-obra pouco numerosa e com pouca qualificação (MELLO, 2004).

Segundo o IPT (1985) *apud* Mello (2004), os sistemas construtivos podem ser classificados em processos tradicional (uso intenso de intensa de mão-de-obra artesanal), convencional (reúne materiais industrializados e artesanais, além de uso intenso de mão-de-obra em canteiro) e industrializado (utilização da racionalização e da mecanização intensa dentro do canteiro).

Desta forma, uma construção é dita industrializada quando, em seu canteiro de obras, são realizadas atividades de montagem de elementos pré-fabricados com mão-de-obra reduzida.

3 PRODUTIVIDADE E FATORES INFLUENTES

A produtividade é um índice de desempenho de fácil aplicação e amplamente divulgado, o que facilita a comparação de dados coletados com fontes disponíveis na literatura. Esse índice será aplicado em sua versão moderna, com intervalo de variação e investigação do que foi considerado em seu cálculo, conforme Ambrozewicz (2003), TCPO (2003), e Souza (2006), principalmente no concernente aos itens considerados nesta variação. O índice servirá de parâmetro para aplicação e avaliação de ferramentas gerenciais. Aplicam-se também ferramentas para o balanceamento de equipes (diagrama homem-máquina) (Gehbauer et al., 2002), amostragem do trabalho (Heineck, 1983; Librelotto et al., 2000; Carvalho et al., 2004) e número de paradas (Santos, 2004).

Segundo Schmenner e Swink (1998), “a produtividade para qualquer processo aumenta com a velocidade com que os materiais fluem através do processo e falha com o aumento da variabilidade associada com o fluxo, ou seja, associada com a demanda do processo ou com os passos do processo”.

A produtividade é medida pela relação homens-hora gastos na execução de um serviço ou produto como um todo por unidade de trabalho (SOUZA, 2000 e 2006). Desta forma, ela vem combater o desperdício de materiais e a ineficiência da mão-de-obra em canteiro.

Machado e Heineck (1998) apresentam como um dos fatores que afetam a produtividade da mão-de-obra o incentivo financeiro, alertando que esses devem ser estabelecidos de modo a serem associados a outros controles, a exemplo de controle da qualidade, de produção e orçamento.

A produtividade pode ser afetada ainda por fatores como: intempéries (condições climáticas); quebra de equipamento; atraso no abastecimento de material; *layout* do canteiro; rotatividade da mão-de-obra; e programação das atividades da obra. Eles interferem direta ou indiretamente na produtividade da obra. Para medir esse índice de desempenho da mão-de-obra, a pesquisa se propõe a analisá-los através de instrumentos como amostragem do trabalho, identificação de paradas nos processos, diagrama Homem-máquina, fluxograma e mapofluxograma.

Nestes instrumentos verificam-se as atividades de fluxo e de conversão. As últimas são as atividades de processamento e que agregam valor ao produto, ou seja, o cliente final paga somente por estas. As primeiras são as atividades que não agregam valor ao produto e caracterizam-se por atividades como transporte, espera, decisão, inspeção e movimentação (KOSKELA, 1992). Existem ainda atividades como retrabalho, que são processamento mais funcionam como atividade que não agrupa valor, uma vez que se está desfazendo algo para reconstruir.

Ainda, conforme Santos (2004), as atividades que não agregam valor ao produto podem ser resultantes de paradas nos processos, o que leva à quebra da produção e por consequência à redução da produtividade, ou seja, repercute nos tempos improdutivos e auxiliares. Além da diminuição da produtividade pode levar a má qualidade e ao desperdício de recursos.

Em termos de amostragem do trabalho, segundo trabalhos da literatura nacional, os tempos produtivos praticados em obra correspondem à cerca de 33% do total de tempos de mão-de-obra em canteiro e são responsáveis pelas atividades de conversão desenvolvidas pelos operários. Porém, os 67% restante encontram-se divididos classicamente entre atividades auxiliares (33,5%) e improdutivas (33,5%), aproximadamente. Sabe-se que esses dados permanecem constantes de empreendimento a empreendimento. De acordo com Currie (1977), isto acontece porque o operário necessita de tempo para recompor suas necessidades físicas, além de existirem atividades de preparação necessárias ao funcionamento daquelas que realmente agregam valor. Logo, os tempos improdutivos caracterizam-se pela ociosidade da mão-de-obra, seja esta voluntária ou não.

Conforme Santos (1994) apud Librelotto et al. (2000), a amostragem do trabalho trata de observações instantâneas, que é representada por intervalos de tempo onde se registra a atividade executada pelo operário no instante em que este é observado. Barnes (1977) recomenda que o número de observações seja elevado o suficiente, uma vez que a amostra possui características próximas às de sua população.

Com relação à quebra na produção, Oglesby, Parker e Howell (1989) abordam a segurança do trabalho pelo seu impacto direto na produtividade, uma vez que as ações e os eventos inseguros causam paradas no trabalho.

Segundo Santos (2004), as situações de paradas que estão diretamente relacionadas com a mão-de-obra, e que por consequência interferem em sua produtividade, podem ser descritas nas categorias de: preparação do trabalho, através de falhas no fornecimento de recursos; acesso de operários ao local de trabalho, conflito espacial, entre equipes para a realização de suas tarefas em um mesmo ambiente; e proteção dos operários, com relação à segurança do trabalho.

Essas situações são importantes porque a construção civil apresenta processos dependentes dos operários, enquanto que a manufatura não, mesmo em ambientes de construção com elevado grau de industrialização. Conforme Santos (2001, p.59), “esta particularidade faz com que as equipes se tornem um dos principais fatores responsáveis por uma atividade ser ou não gargalo, quer seja pela disponibilidade, quer seja pelo ritmo de trabalho”.

O Diagrama homem-máquina é um outro instrumento indicado para se conhecer as atividades desenvolvidas pelos operários e pelo equipamento que participa da montagem de determinada etapa do processo. Ele é uma técnica de pesquisa que tem como finalidade coletar dados da relação temporal entre o ciclo de trabalho do operador e das máquinas no posto de trabalho, identificando as melhorias em termos de eficiência e do equilíbrio desses ciclos (GEHBAUER *et al.*, 2002).

O fluxograma e o mapofluxograma são instrumentos (mapas de processos) que também auxiliam na identificação de atividades e suas interações na produção de determinado bem ou serviço. O fluxograma é uma ferramenta utilizada para registrar e analisar o processo de fluxos físicos e que permite uma melhor visualização das atividades de fluxo e de conversão (SANTOS, 2004).

Quanto ao mapofluxograma, é a representação da seqüência das atividades apresentadas no diagrama de processo na forma de plantas ou croquis, e permite uma maior transparência da visualização de movimentação de materiais (ROTHER e SHOOK, 1998; ROTHER e HARRIS, 2002; SALES *et al.*, 2004). Mostra os deslocamentos e as relações entre as situações de um processo de produção, auxiliando na visualização de restrições e cruzamentos de fluxos (GEHBAUER *et al.*, 2002).

4 OBJETIVO

O objetivo da pesquisa é identificar os motivos de ociosidade da mão-de-obra e sua relação com o nível de industrialização dos sistemas construtivos. Este será obtido ao identificar a quantidade de mão-de-obra adequada para o trabalho em determinados processos nos canteiro de obras, considerando industrialização da construção, situação local, treinamento da mão-de-obra, fatores que influenciam a produtividade, equipamentos de transporte e produção e logística de canteiro.

5 METODOLOGIA

O método de pesquisa foi de observação direta, com a estratégia de estudo de caso (YIN, 2001). Foram selecionados dois empreendimentos, um empreendimento no sistema construtivo parede portante e pré-laje (obra painel) e outro com pilar moldado no local, pré-viga e pré-laje e vedação em alvenaria racionalizada de blocos cerâmicos (obra plpv). Selecionou-se a etapa de estrutura, em ambos os caso; contrapiso para o primeiro sistema e revestimento argamassado nas paredes internas para o segundo.

Em seguida, passou-se ao acompanhamento diário dos serviços selecionados, com observação direta; medição de produtividade; aplicação da técnica de amostragem do trabalho para a identificação de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares; identificação de paradas; diagrama homem-máquina; fluxogramas e mapofluxogramas.

Além do acompanhamento diário e dos instrumentos, utilizou-se, também, outras formas de enriquecer o trabalho, como: visitas técnicas a outros canteiros de obra painel e à unidade industrial, que fabrica as peças pré-moldadas; registros fotográficos; entrevistas não estruturadas com os operários; e entrevistas semi-estruturadas com os engenheiros ligados à obra.

Para o cálculo de produtividade considerou-se a equação 01.

$$P = \frac{H \cdot t}{quant}$$

[Equação 01].

Onde: P – é o índice de produtividade; H – número de homens envolvidos no processo; t – tempo gasto para a execução de atividades (horas); e Quant. – quantidade de trabalho executada na atividade.

Na amostragem do trabalho utilizou-se a equação 02, proveniente da estatística, para o cálculo do número mínimo de amostras a serem coletadas.

$$N = \frac{4 \cdot (1 - p)}{S^2 \cdot p}$$

[Equação 02].

Onde: N – significa o número total de observações; p – significa a porcentagem esperada ou estimada através de uma amostragem preliminar de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares; e S – significa o erro relativo.

As observações ocorreram no turno da manhã, a cada 20 minutos para os processos de execução da estrutura do edifício e a cada 10 minutos para os processos de revestimento de piso e parede, cuja mão-de-obra concentrava-se no pavimento.

Para a identificação dos motivos de paradas nos processos utilizou-se planilhas, observações, e entrevistas não-estruturadas com encarregados e operários. O estudo das tarefas desenvolvidas para a conclusão do trabalho e a consulta a procedimentos operacionais, contribuiu, juntamente com as observações diárias, para a elaboração de fluxograma de processos.

Consultaram-se documentos para a verificação dos dados observados, como orçamento da obra e sua composição unitária; programação dos processos; bem como avaliação do *layout* de canteiro, ao considerar as distâncias a serem percorridas pelos operários do local de armazenagem de material até o local de produção ou posto de trabalho; equipamentos de produção como betoneiras e misturadores de argamassa (ROTHER e SHOOK, 1998; ROTHER e HARRIS, 2002). Estas observações objetivaram a elaboração dos mapofluxogramas, e o que pode gerar gargalos no fluxo de trabalho.

Outra fase da metodologia foi o levantamento de fatores que afetam a produtividade (Ambrozewicz, 2003; Santos et al., 2003; Santos, 2004; Santos e Santos 2007a; Santos e Santos 2007b), fez-se então uma comparação com o que foi identificado em canteiro, de modo a buscar evidências de sub ou super dimensionamento da mão-de-obra, o que também resulta em queda de produtividade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido dentro de dois canteiros de obras, um com estrutura parede portante e pré-laje e o outro com pilar moldado no local, pré-viga e pré-laje, pertencentes a uma mesma empresa construtora. O primeiro sistema construtivo possui a particularidade de aplicar técnicas inovadoras com relação às demais empresas construtoras da região. A pesquisa realizou-se no período de agosto de 2006 a novembro de 2007.

A empresa caracteriza-se por ter grande parte da sua mão-de-obra própria e por aplicar ferramentas de gestão modernas, a exemplo de ser certificada pela qualidade (ISO 9000, 2000), e possuir sistema integrado de programação, produção e orçamento. Os elementos pré-fabricados são fornecidos pela empresa através de uma unidade industrial faz 25 anos.

As equipes são especializadas, compostas de oficiais e serventes. Tradicionalmente a equipe é dividida em dois oficiais e um servente. Na referida empresa é comum, porém, a relação quatro oficiais e um servente. Apesar desta relação, a mão-de-obra de serventes que participa diretamente do suprimento e utiliza os equipamentos de transporte e produção de concreto e argamassa é elevada.

A coleta de dados no sistema parede portante e pré-laje (Obra A) ocorreu em um empreendimento constituído de nove (09) edifícios com nove (09) pavimentos cada e que utiliza grua e elevadores de transporte de material para a montagem dos elementos de abastecimento e transporte de materiais, respectivamente, sendo que no início do trabalho de pesquisa já haviam sido entregues quatro dos nove prédios do condomínio. A obra foi executada em dois prédios por vez, que foram auxiliados por

uma grua. Na obra de pré-viga e pré-laje (Obra B) eram duas (02) torres de vinte (20) pavimentos cada. A pesquisa foi realizada na segunda torre, pois a primeira já havia sido concluída.

Na execução desses sistemas construtivos criam-se, no canteiro da obra, áreas isoladas e delimitadas, chamadas de “praça de laje”, para o armazenamento e o içamento dos elementos pré-fabricados. Estas áreas são ocupadas por uma equipe de profissionais, garantindo maior qualidade e segurança na obra.

6.1 Relação Oficial e Servente

De todos os fatores que interferiram na produtividade dos serviços de montagem dos pré-fabricados e do contrapiso, destaca-se rotatividade da mão-de-obra, tomada de decisão equivocada da gerência, ausência de operários, falta de equipamentos e materiais, e *layout* do canteiro.

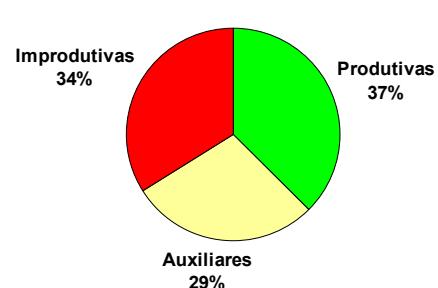
Em termos da relação oficial:servente. Para os serviços de revestimento argamassado interno (Obra B) utilizou-se uma relação de 4:1; montagem de parede portante (Obra A) 2,4:1; contrapiso (Obra A) 2:1; e montagem de pré-viga e pré-laje (Obra B) 1,7:1.

6.2 Amostragem do trabalho

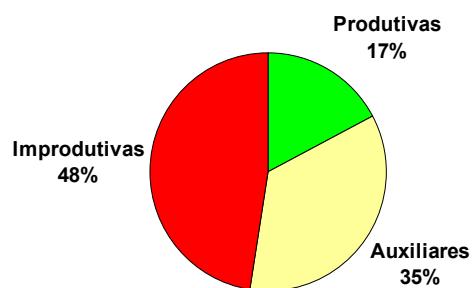
A ilustração 01 apresentada os resultados de amostragem do trabalho, onde as atividades estão divididas em produtivas (cor verde), improdutivas (cor vermelho), e auxiliares (cor amarelo). A execução da montagem dos elementos pré-fabricados de parede (Obra A) apresenta características peculiares em comparação aos outros sistemas construtivos e destaca-se com o ritmo mais acelerado e dinâmico, erguendo, por exemplo, a estrutura de um pavimento em 05 dias.

O gráfico, ilustração 01(b), apresenta falhas que justificam o elevado percentual de atividades improdutivas, como: falta de argamassa; desorganização no *layout* do canteiro; logística deficiente; conflitos entre programação da montagem e uso do guincho da obra; programação de processos precedentes e posteriores ao contrapiso deficiente; retrabalho; elevada rotatividade da mão-de-obra em curto espaço de tempo; sucateamento de ferramentas como pá, enxada e carrinhos de mão; tomada de decisão equivocada; enfim, uma série de erros que prejudicam diretamente a produtividade do processo, a motivação dos operários e principalmente o atendimento à programação e ao orçamento da empresa.

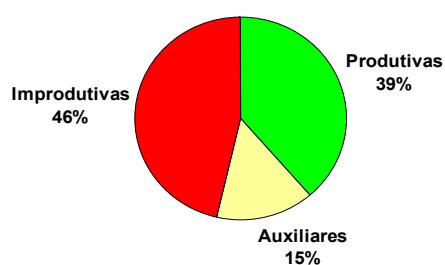
A ilustração 01(c) e (d) caracteriza-se por valores de atividades produtivas elevados, embora a ilustração 01(c) tenha tido as maiores percentagens de atividades improdutivas. Neste caso, os motivos relacionam-se com as condições climáticas (chuva) e a ausência de operários.



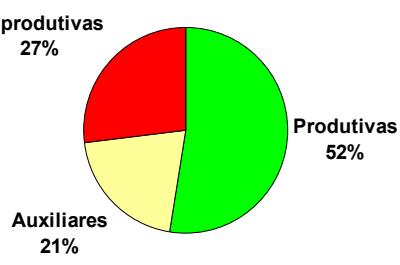
(a) Montagem de paredes portantes (Obra A)



(b) Contrapiso (Obra A)



(c) Montagem de pré-viga e pré-laje (Obra B)



(d) Revestimento argamassado interno (Obra B)

Ilustração 01: Resultado geral em termos percentuais da amostragem do trabalho.

6.3 Diagrama homem-máquina

Na literatura o diagrama homem-máquina para sua aplicação utiliza-se apenas de uma planilha para coletar os dados das atividades, mas o número é elevado de pessoas envolvidas no processo; e, muitas vezes, estavam em locais distantes uns dos outros, surgiu então a idéia de aumentar o número de observadores e utilizar uma câmera filmadora, que registrou as atividades preferencialmente do operário que estava operando o equipamento de produção ou transporte (ilustração 02 a 05).

Devido a instabilidades na produção, ocorreram etapas do serviço estrutura que não puderam ser investigadas por esta ferramenta. Essa instabilidade foi devida a imprevistos na obra como deslocamento de operários da montagem para efetuar outras atividades; e o recebimento das peças pré-fabricadas no momento destinado à montagem das pré-lajes, situação recorrente.

Sendo assim, na Obra A filmou-se apenas a montagem dos painéis de parede portante e a concretagem da laje. Nesta etapa as atividades também foram divididas em produtivas (verdes), improdutivas (vermelhas) e auxiliares (amarelas), para cada operário e para a máquina (grua ou misturador).

Na ilustração 02, a exceção do operário 8 (abastece a grua na praça de laje) e do operário 7 (espalha argamassa para o assentamento das paredes com o auxílio de um gabinete metálico), verifica-se que se pode reduzir funcionários na equipe a depender da função que exerçam. Um exemplo é o uso de dois operários para descarregar o balde de concretagem, para espalhar um material etc., e estes realizarem mais atividades improdutivas e auxiliares do que produtivas. Uma solução para o exemplo seria usar um operário na função ao invés de dois.

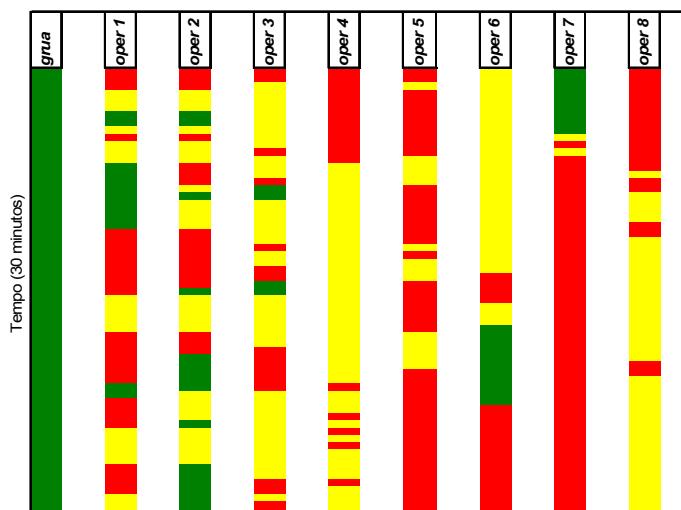


Ilustração 02: Resultado do diagrama homem-máquina da Montagem de paredes portantes (Obra A).

Na concretagem do complemento (ilustração 03), a equipe ficou dividida em três operários espalhando o concreto (operários 08, 09 e 10), três sarrafeando o concreto (operários 01, 02 e 03), um na praça de laje (operário 07), um no posicionamento das golas (operário 04) e os outros dois no vibrador (operador 05 e 06). A operação realizada pelos responsáveis do vibrador poderia ser reduzida para apenas um, pois durante a filmagem o operário que ligava/desligava e transportava o vibrador passou a vibrar sozinho enquanto o outro operário saiu da tarefa.

Ressalta-se que para o processo de contrapiso (ilustração 04), o resultado do diagrama homem-máquina não reproduz um dia normal de trabalho, caracterizado por muitas paradas por razões diversas, dificultando a comparação dos dados com a amostragem do trabalho. Este período coincidiu com o abastecimento de material em fluxo contínuo. Destaca-se o operário 2 que é responsável pelo abastecimento de material no pavimento.

Na ilustração 05 destacam-se os operários 8, 7, 6, 4 e do misturador pelos seus tempos de ociosidade. O primeiro e o último ficaram parados durante a aplicação da ferramenta porque haviam produzido

material recentemente, o operário 6 entrou depois no processo para sarrafeiar paredes e os operários 6 e 7 ficaram parados (atividades em vermelho) para esperar o tempo de pega para o sarrafeamento.

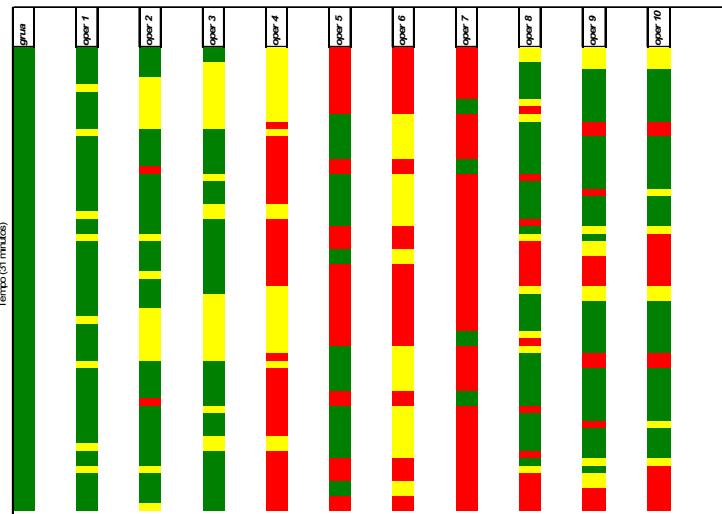


Ilustração 03: Resultado do diagrama homem-máquina da Concretagem complementar da laje (Obra A).

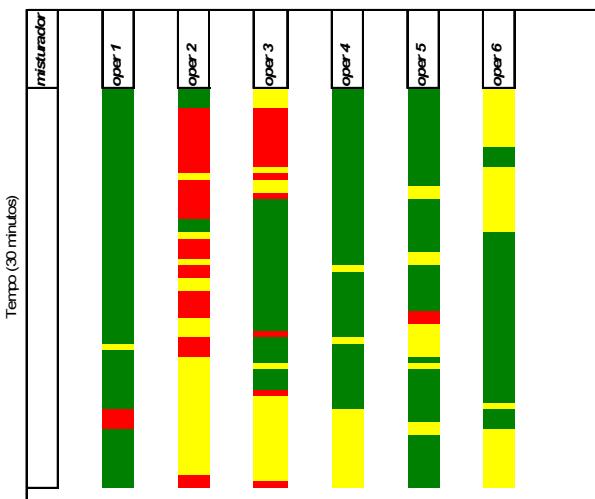


Ilustração 04: Resultado do diagrama homem-máquina do Contrapiso (Obra A).

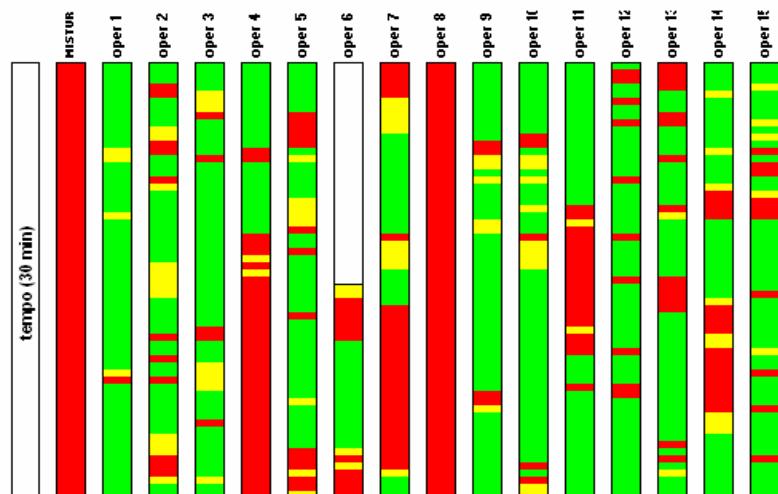


Ilustração 05: Resultado do diagrama homem-máquina do Revestimento interno argamassado (Obra B).

Verificou-se que a solução para as falhas identificadas no período da amostragem e que continuaram até o final da pesquisa poderia ter sido resolvida com intervenção e participação da equipe gerencial na organização da obra. Além disso, a grua dita o ritmo de produção levando naturalmente à ociosidade da mão-de-obra.

6.4 Fluxograma e mapofluxograma

Através da observação do processo de execução das atividades e consultas à literatura e aos procedimentos operacionais disponíveis nas obras, pôde elaborar os fluxogramas (ilustração 06) e mopafluxogramas (ilustrações 07 e 08). Por meio deles verificou-se falhas no ciclo operacional, como: no processo de transporte dos corpos de prova do concreto de complemento da laje (ilustração 07) e a produção de revestimento argamassado interno (ilustração 08).

Nos fluxogramas verificou-se que os funcionários executam as atividades conforme o determinado. Ainda, observou-se, para o processo de montagem de parede portante, que apenas 40% das atividades são de conversão e na montagem da pré-laje apenas 33% das atividades o são. Isto significa que os processos poderiam ser otimizados dentro do próprio posto de trabalho.

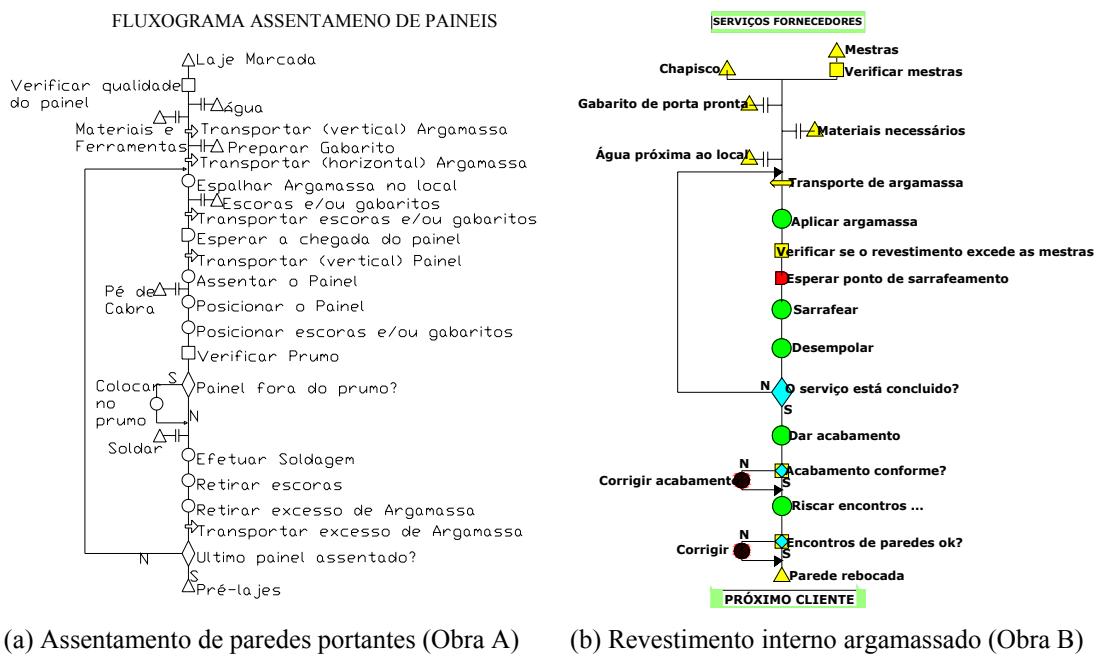


Ilustração 06: Fluxogramas dos processos executivos.

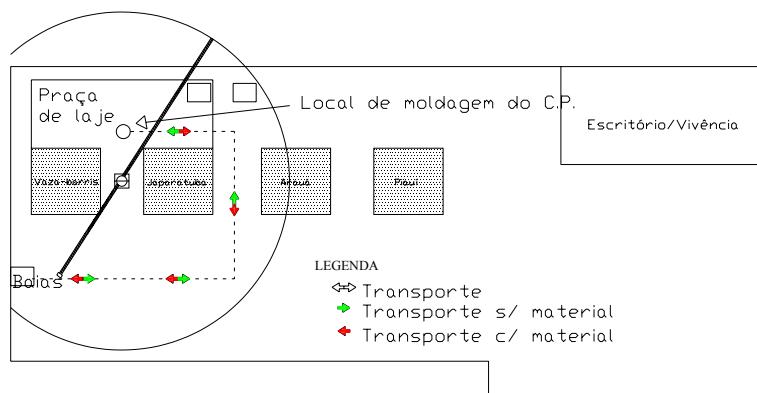


Ilustração 07: Mapofluxograma do processo de transporte dos corpos de prova do concreto do complemento da laje (obra A).

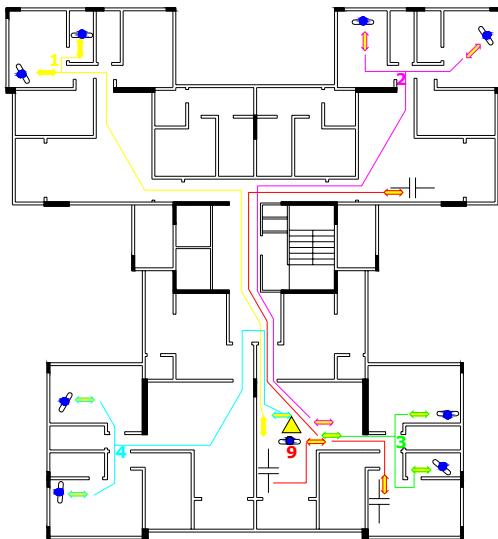


Ilustração 08: Mapofluxograma do revestimento argamassado interno (Obra B).

7 CONSIDERAÇÕES

Mesmo em uma empresa de grande porte, que adota sistemas construtivos com nível tecnológico de elevado grau de industrialização, é possível e viável elevar a produtividade da mão-de-obra. Conclui-se também que o desenvolvimento tecnológico não está associado à mão-de-obra produtiva, talvez por que tal desenvolvimento esteja apenas “engatinhando” na construção civil.

Durante todo o acompanhamento da obra observaram-se vários fatores que interferiram no bom andamento da pesquisa e consequentemente em seus resultados. Destaca-se desorganização do canteiro e falhas na comunicação interna. Um exemplo claro dessas falhas foi o processo de contrapiso, com interrupções constantes, o que levou ao atraso nos processos precedentes. Verificou-se também que em obras com elevado grau de industrialização essa comunicação deve-se estender à unidade produtora dos elementos pré-fabricados, à equipe de gerenciamento de projetos, bem como às condições de transporte. Estas situações interferem no trabalho do operário e no dimensionamento das equipes, mas extrapolam o ambiente interno de canteiro, evidenciando-se novos estudos.

No geral, os motivos que afetaram a produtividade dos operários, nos diversos processos, foram identificados já na aplicação da amostragem do trabalho e foram confirmados/esclarecidos pelos demais instrumentos de pesquisa.

Verificou-se que a identificação dos tempos de produção (atividades produtivas, improdutivas e auxiliares) é um dado importante tanto para o acompanhamento das obras como para o planejamento de outras, além de auxiliar na tomada de decisões gerenciais. Ainda, a mão-de-obra ociosa está relacionada à dinamicidade do ambiente da construção civil e em menor escala ao comportamento do próprio funcionário, conforme descrito na literatura e evidenciado nessa pesquisa. Isso ficou claro quando se traçou o diagrama homem-máquina para os processos pesquisados e verificou-se que havia possibilidade de redução/realocação de operários. Além da análise dos mapofluxogramas de canteiro.

Observa-se, com relação ao diagrama homem-máquina, que as equipes mostraram-se desbalanceadas, havendo a necessidade de redução de um ou dois operários na equipe a depender da etapa do processo. Verifica-se ainda que no processo de contrapiso o dia de observação para filmagem escolhido caracterizou-se como um dia normal de trabalho, sem nenhuma interferência externa. No caso do processo de montagem de paredes portantes, a situação não foi a mesma, uma vez que a equipe de montagem, 16 operários, estava dividida entre dois edifícios.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROZEWICZ, P. R. L. **Sistema de qualificação de empresas de serviços e obras (SIQ-C).** Metodologia de implantação: procedimentos, serviços e materiais. 1^a edição. Curitiba: SENAI,

Departamento Regional do Paraná, 2003, 732p.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6^a edição americana. São Paulo: Edgard Blücher, 1977, 635p.

CARVALHO, L. O.; HEINECK, L. F. M.; JUNGLES, A. E. Uma crítica à utilização da técnica de observações instantâneas para obtenção de tempos produtivos, auxiliares e improdutivos em obra: uma metodologia para obtenção de constantes orçamentárias de consumo dos serviços de construção. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, X., 2004. São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004, 9p.

CURRIE, R. M. **Work study.** Fourth edition. Great Britain: A Pitman International Text, 1977, 326p.

GEHBAUER, F.; et al. Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil - Alemanha. Curitiba: Editora CEFET-PR, 2002, 529p.

HEINECK, L.F.M. **On the Analyses of Activity Durations on Three House Buildings Sites.** University of Leeds. Inglaterra, 1983. Tese de Doutorado, 275p.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report 72**, 1992, 75p.

LIBRELOTTO, L. I.; et al. E. Análise do emprego dos tempos de mão-de-obra utilizando a técnica de amostragem do trabalho. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, VIII, 2000, Salvador. **Anais...** Salvador, 2000, 8p.

MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. Incentivos financeiros e produtividade da mão-de-obra na construção civil: estudo de caso. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, VII, Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis, 1998, p.653-661.

MELLO, C. W. **Avaliação de sistemas construtivos para habitações de interesse social.** 171p. 2004. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

OGLESBY, C. H.; PARKER, H. W.; HOWELL, G. A. **Productivity improvement in construction.** McGRAW-HILL Series Engineering and Project Management, 1989, 588p.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo:** um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002, 104p.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: The Lean Enterprise Institute, 1998, 100p.

SABBATINI, F. H. A industrialização e o processo de produção de vedações : utopia ou elemento de competitividade empresarial? In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998, p. 01-20.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia.** 321 p. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia). Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SALES, A. L. F.; NETO, J. P. B.; ALMINO, I. A gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras focando a melhoria nos processos construtivos. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, X, São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo, 2004.

SANTOS, D. G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras.** 219p. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

SANTOS, D. G.; SAFFARO, F. A.; BRESSIANI, L.; HEINECK, L. F. M. Índices de produtividade: determinação de intervalos a partir de dados disponíveis na literatura. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, III, São Carlos, 2003. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2003.

SANTOS, D. G.; SANTOS, C. F. Consumo da mão-de-obra de servente em canteiro de obras com elevado grau de industrialização: estudo de caso. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, V, Campinas, 2007. **Anais...** Campinas, 2007, 10p.

SANTOS, D. G.; SANTOS, C. O. Identificação de problemas nos processos construtivos a partir do índice de produtividade. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, V, Campinas, 2007. **Anais...** Campinas, 2007, 10p.

SANTOS, R. B. **Avaliação da aplicação da teoria das restrições no processo de planejamento e controle da produção de obras de edificações.** 2001, 182p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SCHMENNER, R. W.; SWINK, M. L. Conceptual note: on theory in operations management. **Journal of Operations Management**, v. 17, p.97-113, 1998.

SERRA, S. M. B., *et al.* A Industrialização e os Pré-fabricados em Concreto Armado. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e I Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção, Porto Alegre, 2005. **Anais...** Porto Alegre, 2005, CD-ROM.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. In: Encontro Nacional do Ambiente Construído, VIII, 2000. Salvador. **Anais...** Salvador, 2000, 8p.

SOUZA, U.E.L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra.** 1 ed. São Paulo: PINI, 2006, 100p.

TCPO 2003. Tabela de Composição de Preços para Orçamentação. 1 ed. São Paulo: PINI, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Bookman: São Paulo, 2001, 2^a edição, 205p.

9 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq, ao PAIRD/UFS e a NORCON pelo financiamento da pesquisa e pela oportunidade de realizar os estudos de caso.