



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS UTILIZANDO PRÉ-MONTAGEM DAS TUBULAÇÕES

Adriano Oliveira Matos (1); José Carlos Paliari (2)

(1) Mestrando, aluno do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil (PPGCiv-UFSCar);
adrianoomatos@yahoo.com.br

(2) Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil – UFSCar; jpaliari@ufscar.br

RESUMO

Na busca pelo melhor desempenho de seus processos, as empresas de construção investem em tecnologia, procedimentos gerenciais e novas formas de organização da produção com base em conceitos da engenharia de produção. Melhorar o seu desempenho quanto à produtividade da mão-de-obra demanda uma política intensiva de avaliação e controle sistemático e inserção de novas posturas quanto à melhor forma de se executar os serviços. No que diz respeito aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS), este último aspecto pode ser traduzido na confecção em série de pré-montagem de trechos de tubulações em bancadas adequadas (produção de *kits*), acarretando um menor esforço despendido pela mão-de-obra durante a colocação dos mesmos nos pavimentos. Este trabalho tem como objetivo a apresentação do desempenho da execução dos SPHS quanto à produtividade da mão-de-obra em um edifício residencial de múltiplos pavimentos utilizando-se *kits* previamente produzidos. Este trabalho consiste em um Estudo de Caso Exploratório cujo delineamento da pesquisa é composto pelas seguintes etapas: revisão bibliográfica sobre SPHS e produtividade da mão-de-obra; levantamento em campo dos dados para o cálculo dos indicadores de produtividade da mão-de-obra; processamento dos dados (RUP diária, RUP Cumulativa, RUP Potencial e Perda de Produtividade) e comparação com indicadores de produtividade apresentado em literaturas. Assim, este trabalho contribui para o enriquecimento de dados a respeito, proporcionando ao gestor de obras informações para a definição de qual postura a adotar quanto à execução destes sistemas em relação à produtividade da mão-de-obra necessária para atingir as metas de produção.

Palavras-chave: Produtividade da mão-de-obra; Sistemas Prediais; Gestão.

1 INTRODUÇÃO

Na busca pela redução de custo em decorrência da expansão da Construção Civil e crescimento econômico do País, as empresas se valem da racionalização para gerir ações que garantam melhoria da qualidade dos serviços, maior rigor no planejamento e controle dos recursos, e combate ao desperdício de tempo durante o processo produtivo. O entendimento e controle das informações fornecidas pela produtividade estão inseridos nessa postura das empresas através do auxílio ao planejamento e controle das atividades durante a produção.

A produtividade da mão-de-obra tem sido foco de pesquisas durante anos e em várias fases da conjuntura econômica e habitacional do País. Durante todo esse período de estudo, os pesquisadores sempre estiveram focados em quantificar a eficiência do processamento dos recursos materiais, tecnológicos e financeiros, e boa parte desses estudos está direcionada à mão-de-obra, visto que no processo de produção da Construção Civil tem relevante custo pela sua intensa utilização nas obras (SOUZA, 2006).

Thomas e Horman (2006) entendem que o conhecimento da produtividade fornece indícios das causas de possíveis ineficiências da forma de gestão da obra, o que acarreta em prejuízo para as empresas construtoras. Dentre as ineficiências, estes pesquisadores destacam: má utilização dos recursos (mão-de-obra, materiais, equipamentos e informações) e condições desfavoráveis de trabalho (congestionamento e não sequenciamento dos serviços).

Por esses fatores contextuais que influenciam o desenvolvimento das atividades da obra, Souza (2000) julga fundamental, para o sucesso da construção, a disponibilização de instrumentos que avaliem a maior ou menor capacidade de gerir tais fatores. Esse panorama sugere a continuidade de estudos já realizados sobre a produtividade da mão-de-obra na execução de serviços de estrutura, vedação e revestimento, além do incremento de pesquisas direcionadas aos serviços poucos explorados, como os relacionados aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (SPHS) uma vez que estes assumem uma condição particular em relação aos demais serviços em função da quantidade de componentes envolvidos na sua execução, tipo de material empregado e, principalmente, pelo fato de sua execução ser fragmentada em vários pavimentos ao mesmo tempo.

Diante da escassez de informações e estudos a respeito de indicadores de produtividade da mão-de-obra nos SPHS (PALIARI; SOUZA, 2007), ainda mais considerando as particularidades relacionadas, este trabalho vem contribuir com o melhor entendimento desta questão na execução deste serviço na medida em que são apresentados indicadores de produtividade da mão-de-obra considerando a pré-montagem de tubulações (produção de *kits*).

2 PRODUTIVIDADE: DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E FORMAS DE AVALIAÇÃO

Na literatura nacional, como na estrangeira, pesquisadores empenhados no estudo da produtividade consideram-na como sendo a eficiência em transformar *entradas de recursos* (mão-de-obra, materiais, equipamentos entre outros) em *saídas de produtos* (componentes de concreto, paredes de alvenaria, revestimentos cerâmicos etc.). Para a mão-de-obra, recurso em análise, a produtividade é entendida como a eficiência em transformar os esforços dos operários (traduzidos na composição da quantidade de operários e o tempo despendido (*Hh*)) em comprimento de tubulação (*QS*) instalada dos SPHS. Matematicamente, esta eficiência é medida pelo indicador de produtividade da mão-de-obra denominado RUP (Razão Unitária de Produção), expresso pela Equação 1, a seguir (Souza, 2000):

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad (\text{Eq.1})$$

Ainda, segundo este autor, a RUP pode ser classificada de acordo com sua abrangência no que diz respeito ao tipo de mão-de-obra analisada e período a que se refere o número calculado, resultando nas seguintes RUP's: RUP Diária (valores de produtividade obtidos diariamente) e RUP Cumulativa (referente a um período de estudo). De posse destes valores, é possível calcular a RUP Potencial que é definida matematicamente como sendo a mediana dos valores de RUP's Diárias menores que a RUP

Cumulativa final, indicando um valor de produtividade factível de ser alcançado em condições normais de produção pela equipe executora.

Todos estes indicadores podem ser obtidos considerando apenas os oficiais (RUP Oficial), equipe direta, ou seja, considerando os oficiais e os ajudantes diretamente relacionados à execução dos serviços (RUP Direta) e RUP Global (considerando toda a mão-de-obra envolvida direta ou indiretamente na execução dos serviços).

Finalmente, a diferença entre a RUP Cumulativa final e a RUP Potencial indica a perda de produtividade da mão-de-obra (PPMO) para o período analisado, conforme Equação. 2, a seguir (SOUZA; ARAUJO, 2001):

$$PPMO = \frac{RUP_{cumulativa} - RUP_{potencial}}{RUP_{potencial}} \times 100 \quad (\text{Eq.2})$$

3 MÉTODO DE PESQUISA

Trata-se de um Estudo de Caso Exploratório cujo delineamento da pesquisa foi composto pelas seguintes etapas: revisão bibliográfica sobre SPHS e produtividade da mão-de-obra; elaboração do método de coleta de dados, levantamento em campo dos dados para o cálculo dos indicadores de produtividade da mão-de-obra; processamento dos dados (RUP diária, RUP Cumulativa, RUP Potencial e Perda de Produtividade da mão-de-obra) e comparação com indicadores de produtividade apresentados em literaturas. Será dada ênfase à elaboração do método de coleta de dados e a coleta propriamente dita.

3.1 Elaboração do método de coleta dos dados

Para a obtenção dos indicadores de produtividade da mão-de-obra é necessário se obter os valores das seguintes variáveis:

- *Quantidade de serviço (QS)*: obtida consultando-se os projetos executivos dos SPHS, discriminados em suas partes menores, quais sejam: prumadas, ramais de distribuição, ramais e sub-ramais (para os sistemas prediais de água fria, água quente e gás), prumadas (combate a incêndios), tubos de queda e tubo de ventilação e ramais (para o sistema predial de esgoto sanitário) e tubos de queda e ramais (sistema predial de águas pluviais); considera-se a quantidade líquida de serviço, ou seja, não se consideram possíveis acréscimos de tubulações em função das perdas;
- Quantidade de operários envolvidos com a execução (*Homens*): quantidade de oficiais e ajudantes envolvidos na execução das partes dos sistemas prediais;
- Tempo de execução (*horas*): horas despendidas pelos operários na execução dos sistemas prediais; neste caso, consideram-se as horas nas quais os operários estiveram disponíveis para a execução dos serviços.

Para tanto, foram elaboradas planilhas de coleta de dados adequadas à estratégia de execução dos SPHS, nas quais se anotavam quais partes foram executadas, por quem e quanto tempo despendido para tal. Por se tratar do acompanhamento da execução dos SPHS utilizando pré-montagem das tubulações, as quantidades de serviço foram levantadas levando-se em consideração os *kits* montados e aplicados nos pavimentos.

3.2 Coleta de dados

Após um contato prévio com a equipe executora com o objetivo de compreender a estratégia de execução adotada, assim como conhecer a composição desta equipe, procedeu-se inicialmente o levantamento das quantidades de serviço tendo-se como base os projetos executivos dos SPHS.

Ao final do dia anterior à coleta de dados no canteiro de obras, realizou-se um mapeamento sobre a posição (ambientes, apartamentos e pavimentos) em que a execução dos SPHS se encontrava. Na

manhã do dia seguinte, antes do início da execução dos SPHS, consultou-se o encarregado sobre a alocação dos operários nos serviços. Este procedimento foi repetido diariamente, quando também se computava a quantidade de serviço executada no dia anterior.

De posse dos dados coletados diariamente e com o quantitativo previamente levantado, iniciou-se a fase de processamento desses dados, anotando-se dentro dessa rotina, possíveis situações que interferem na produtividade.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da edificação

O estudo foi realizado em uma obra de um condomínio residencial para classe média de oito edifícios. No período de coletas de dados foram desenvolvidos os serviços de SPHS em apenas duas torres (Figura 1). Cada torre possui nove pavimentos-tipo, além do pavimento térreo e ático. Cada pavimento-tipo, representado na Figura 2, possui em sua arquitetura quatro apartamentos, uma área de circulação comum (08), dois elevadores (09) e escada de emergência (10). Os apartamentos do pavimento-tipo possuem uma suíte (01), dois quartos (02), um banheiro social (03), sala (04), sala de estar (05) e Cozinha/área de serviço (06 e 07). Adotou-se como sistema construtivo lajes pré-fabricadas e paredes pré-fabricadas em painéis de concreto armado.



Figura 1 – Panorâmica dos edifícios estudados

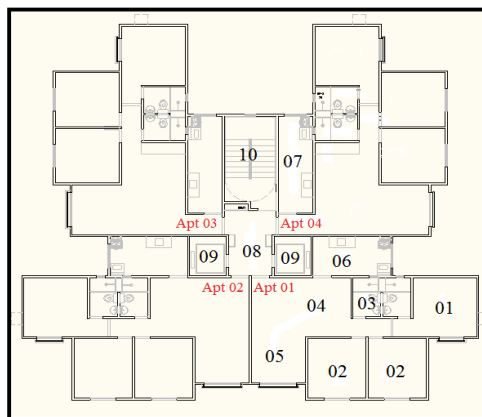


Figura 2 – Planta baixa do pavimento-tipo

4.2 Caracterização dos SPHS

Dentre os SPHS projetados (água fria, incêndio, gás, esgoto e águas pluviais) foram obtidos dados sobre produtividade da mão-de-obra relativos aos sistemas prediais de água fria e esgoto sanitário. Não foram analisados os sistemas prediais de gás e de combate a incêndio. O primeiro por não ter sido iniciado e o segundo por já estar concluído. Todos os SPHS, com exceção do sistema de gás, são alocados em nove *shafts* dispostos dois em cada apartamento e um na área comum.

O sistema de água fria utiliza tubulação de PVC de diâmetros variando entre 75 mm e 20 mm, sendo os maiores diâmetros (75, 60, 50 e 40 mm) utilizados no barrilete e coluna de alimentação, e os demais (32, 25 e 20 mm) nos ramais e sub-ramais. Além disso, o projeto do sistema de água fria foi concebido de forma a possibilitar a medição individualizada em cada pavimento; dessa forma, o fornecimento de água fria para os apartamentos parte da coluna de alimentação até o ponto de utilização e tem seu encaminhamento através de ramais e sub-ramais verticais e horizontais.

O sistema de esgoto sanitário engloba a coleta dos resíduos sanitários através do tubo de queda e seu ramal primário, resíduos de gordura de cozinha pelo tubo de gordura e seu ramal; coleta das águas “cinza” através tubo do tanque de roupa e do tubo da máquina de lavar, e seus respectivos ramais;

coleta dos gases pelo tubo de ventilação e ramal secundário; e tubo de drenagem da circulação social e seu ramal. A coleta do esgoto é feita por tubulação de PVC com diâmetros que variam de 50 a 100 mm.

Já o sistema predial de água pluvial possui quatro condutores verticais de PVC de diâmetro de 100 mm localizados em um dos *shafts* de cada apartamento. O tubo de coleta de águas pluviais capta a contribuição da chuva no telhado e lança direto para a rede coletora da rua, ou seja, não há contribuição de água de chuva vindas dos apartamentos; conseqüentemente esse sistema não possui ramais nos pavimentos-tipo.

4.3 Execução dos SPS

Como particularidade da execução dos SPS desta obra, destaca-se o fato de existir uma central de produção de *kits*. Em função do tipo de sistema construtivo adotado (painéis em concreto armado) os *kits* dos ramais de suprimento de água fria (Figura 3a) não são engastados nas paredes (corte, rasgo e posterior chumbamento com argamassa), e sim posicionados e fixados em vincos existentes nos painéis pré-fabricados (Figura 3b) e posteriormente cobertos por carenagens. Já os *kits* dos ramais posicionados sob o teto são fixados junto ao mesmo e escondidos por componentes de gesso.



(a)



(b)

Figura 3 – Ramais e sub-ramais de água fria: (a) *kits* produzidos; (b) *kits* fixados nos painéis pré-fabricados

Para os sistemas de esgoto sanitário e águas pluviais foram produzidos *kits* (Figura 4a) que serão posicionados e fixados nos *shafts* existentes nos pavimentos, cujas aberturas já foram previstas durante a concretagem das lajes. Os ramais de esgoto localizados sob a laje, os *kits* (Figura 4b) são fixados sob a mesma e as aberturas nas lajes são feitas utilizando-se uma serra-copo.



(a)



(b)

Figura 4 – *Kits* do sistema de esgoto sanitário e águas pluviais: (a) tubos de queda; (b) ramais de esgoto sanitário

A execução do serviço relacionado ao sistema de água fria foi dividida nas tarefas de ramal e sub-ramal. O ramal de distribuição foi executado em 3 etapas: (*kit* 1) trecho compreendido entre a prumada

de alimentação localizada no *shaft* e a laje de teto da circulação social, exemplificado na Figura 5a; (*kit 2*) trecho compreendido pelos tetos da circulação social, salas e cozinhas dos apartamentos até o *shaft* dos banheiros (Figura 5b) e (*kit 3*) trecho de tubulação confinado no *shaft* dos banheiros. Para cada parte foi feita uma pré-montagem (produção de *kits*) em uma central de montagem.



(a)



(b)

Figura 5 – Execução do ramal de distribuição: (a) trecho relativo ao *kit 1* - de ramal de distribuição de água fria na parede; (b) trecho relativo ao *kit 2* - ramal de distribuição de água fria sob o teto

A execução dos sub-ramais nos ambientes, por sua vez foi dividida em quatro etapas: (*kit 4*) sub-ramais dos aparelhos sanitários dos banheiros; (*kit 5*) o sub-ramal da pia de cozinha; (*kits 6 e 7*) sub-ramais dos chuveiros e (*kit 8*) sub-ramal do tanque de lavar roupa.

O mesmo procedimento foi adotado para a execução dos ramais de esgoto sanitário, sendo dividida em 2 etapas: (*Kits 9 e 10*) execução dos tubos de queda e (*kits 11, 12, 13, 14 e 15*) execução dos ramais de esgoto sob o teto. Para os sistemas de coleta de águas pluviais foram produzidos *kits* dos tubos de queda (*kit 16*).

No Quadro 1 apresentam-se os comprimentos das tubulações para cada etapa/trecho analisado para o sistema predial de água fria, enquanto que no Quadro 2 apresenta-se esta mesma informação para o sistema de esgoto sanitário e águas pluviais.

Quadro 1 – Comprimento de trechos de tubulação por pavimento do sistema de suprimento de água fria

Tarefas	Kits Hidráulicos (metros)							
	Circulação social	Circulação Social e Apto.	Shaft banheiro	Aparelhos banheiros	Pia/ cozinha	Chuveiro 01	Chuveiro 02	Tanque lavar roupa
	<i>Kit 1</i>	<i>Kit 2</i>	<i>Kit 3</i>	<i>Kit 4</i>	<i>Kit 5</i>	<i>Kit 6</i>	<i>Kit 7</i>	<i>Kit 8</i>
Ramal	11,75	45,41	5,44	-	-	-	-	-
Sub-ramal	-	-	-	13,04	4,80	5,44	5,44	5,20
Sub-total	11,75	45,41	5,44	13,04	4,80	5,44	5,44	5,20
Total	62,60			33,92				

Quadro 2 – Comprimento de trechos de tubulação por pavimento dos sistemas de coleta de esgoto e águas pluviais

Tarefa	Kits Sanitários e Pluviais (metros)							
	Tubo de queda	Coluna de ventilação	Águas Pluviais	Tubo de máquina de lavar roupa	Tubo de gordura	Tubo Tanque de lavar roupa	Kit esgoto	
	Kit 9	Kit 10	Kit 16	Kit 11	Kit 12	Kit 13	Cozinha	Banheiros
Ramal	10,00	10,00	10,00	11,40	10,00	11,00	-	-
Sub-ramal	-	-	-	-	-	-	21,70	20,54
Sub-total	10,00	10,00	10,00	11,40	10,00	11,00	21,70	20,54
Total	62,40						42,24	

4.4 Equipe de execução

Dentre todos os serviços da obra, os dos SPHS eram os únicos que não utilizavam mão-de-obra própria da empresa construtora. Essa mão-de-obra terceirizada já havia trabalhado anteriormente com a construtora em obras de mesma tipologia, o que significa dizer que possui o conhecimento executivo e de padrões de qualidade aplicados pela mesma. Entretanto, na medida em que são transferidos de uma obra para outra, são treinados para os procedimentos operacionais, padrões de segurança e qualidade dos serviços para qual foram contratados na obra.

A equipe de produção dos serviços dos SPHS era composta por um técnico em instalações prediais do quadro de funcionários da empresa, com função de auxiliar nas dúvidas e fiscalizar nos cumprimentos dos prazos, recomendações técnicas e de projeto e funcionários dos terceirizados, dentre os quais um encarregado, dois oficiais e dois ajudantes práticos que também participavam da execução, sendo complementada posteriormente com mais um ajudante. As funções do encarregado limitavam-se basicamente em distribuir os operários, liberar os materiais em forma de *kits* e conferir os resultados alcançados, sem exercer funções executivas. O período de trabalho dos funcionários era de segunda-feira à sexta-feira das 7h00 às 17h00, sendo a última sexta-feira do mês das 7h00 às 13h00.

5 Resultados e análise

No Quadros 3 e 4 são apresentados os valores dos indicadores de produtividade da mão-de-obra (RUP diária, RUP cumulativa, RUP potencial) e a perda de produtividade da mão-de-obra (PPMO) para a execução do ramal de distribuição de água fria no apartamento localizado sob a laje e execução dos ramais e sub-ramais de água fria nos ambientes molháveis, respectivamente.

O ramal de distribuição de água fria era fixado junto à laje com auxílio de presilhas e fita plástica denteada (Figura 6a). Já os ramais e sub-ramais dos ambientes molháveis eram fixados com aplicação de espuma expansiva (Figura 6b).



(a)



(b)

Figura 6 – Fixação dos ramais de água fria (a) ramal de distribuição com fita plástica denteada; (b) sub-ramal fixado com espuma expansiva

Quadro 3 – Indicadores de produtividade da mão-de-obra e PPMO para a execução dos ramais de distribuição de água fria nos apartamentos

DIA	Hh	QS (m)	Hh Cum.	Qserv. Cum. (m)	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Diária \leq (a) RUP Cum.	RUP Pot. (Hh/m)	PPMO (%)
3	18	90,82	18,00	90,82	0,20	0,20	0,20	0,20	0%
4	9	45,41	27,00	136,23	0,20	0,20	0,20		
5	18	90,82	45,00	227,05	0,20	0,20	0,20		
6	18	90,82	63,00	317,87	0,20	0,20	0,20		

(a) foram adotados valores de RUP diária menores ou iguais à RUP cumulativa final ao invés de se utilizar apenas os valores de RUP diária menores do que a RUP cumulativa final. Este procedimento foi necessário, pois não haveria como calcular a RUP Potencial, indicando a necessidade de se modificar a definição do cálculo desta categoria de RUP.

Quadro 4 – Indicadores de produtividade da mão-de-obra e PPMO para a execução dos ramais e sub-ramais de distribuição de água fria nos ambientes molháveis

DIA	Hh	QS (m)	Hh Cum.	Qserv. Cum. (m)	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP diária < RUP Cum.	RUP Pot. (Hh/m)	PPMO (%)
1	27,0	38,88	27,00	38,88	0,69	0,69	0,69	0,69	4,4
2	36,0	48,48	63,00	87,36	0,74	0,72	-		

De acordo com os resultados apresentados, a execução dos ramais e sub-ramais de água fria demanda maior esforço por parte do operário em relação à execução do ramal de distribuição, numa razão de aproximadamente 3 para 1. Este esforço é traduzido na necessidade de apurar as tubulações, aplicar a espuma expansiva e corte do excesso após seu endurecimento.

Observa-se também, pelos resultados levantados da RUP diária para o ramal de distribuição, que a equipe executora definiu uma quantidade fixa de serviço a ser executada diariamente, não excedendo esta quantidade independentemente do tempo ainda disponível para sua execução. Isto denota que potencialmente a produtividade poderia ser melhor do que os valores apresentados, havendo uma folga no tempo de execução não utilizada. O mesmo raciocínio pode ser aplicado para a execução dos ramais e sub-ramais nos ambientes molháveis. O que corrobora com esta constatação é o indicador de PPMO, que praticamente foi mínimo para os dois serviços analisados.

Nos Quadros 5 e 6 são apresentados os valores dos indicadores de produtividade da mão-de-obra (RUP diária, RUP cumulativa, RUP potencial) e a perda de produtividade da mão-de-obra (PPMO) para a execução dos tubos de queda (esgoto e águas pluviais) e ramais de esgoto, respectivamente.

Quadro 5 – Indicadores de produtividade da mão-de-obra e PPMO para a execução dos tubos de queda de esgoto sanitário e águas pluviais

DIA	Hh	QServ. (m)	Hh Cum.	QServ. Cum (m)	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP Diária < RUP Cum.	RUP Pot. (Hh/m)	PPMO (%)
1	18	124,80	18	124,80	0,14	0,14	0,14	0,12	33,3
2	18	107,40	36	232,20	0,17	0,16	-		
3	18	142,20	54	374,40	0,13	0,14	0,13		
4	18	187,20	72	561,60	0,10	0,13	0,10		
5	18	172,20	90	733,80	0,10	0,12	0,10		
6	18	64,90	108	798,70	0,28	0,14	-		
7	18	20,00	126	818,70	0,90	0,15	-		
8	27	117,30	153	936,00	0,23	0,16	-		

Quadro 6 – Indicadores de produtividade da mão-de-obra e PPMO para a execução dos ramais de esgoto sanitário sob a laje

DIA	Hh	QServ (m)	Hh Cum.	QServ. Cum. (m)	RUP Diária (Hh/m)	RUP Cum. (Hh/m)	RUP diária < RUP Cum.	RUP Pot.	PPMO (%)
1	18	35,07	18	35,07	0,51	0,51	-	0,44	2,3
2	20	47,09	38	82,16	0,42	0,46	0,42		
3	9	20,54	47	102,70	0,44	0,46	0,44		
4	9	20,54	56	123,24	0,44	0,45	0,44		
5	9	20,54	65	143,78	0,44	0,45	0,44		
6	9	20,54	74	164,32	0,44	0,45	0,44		
7	9	20,54	83	184,86	0,44	0,45	0,44		
8	9	20,54	92	205,40	0,44	0,45	0,44		
9	18	36,82	110	242,22	0,49	0,45	-		
10	20	45,34	130	287,56	0,44	0,45	0,44		

Analisando os resultados apresentados nos Quadros 5 e 6 observa-se também uma certa constância da RUP diária, indicando que potencialmente os valores de produtividade poderiam ser melhores e que a equipe de execução está ociosa. Observa-se também que a execução dos ramais de esgoto sob a laje demanda maior esforço por parte dos operários em relação à execução dos tubos de queda.

Finalmente, no Quadro 7 apresenta-se um resumo dos resultados obtidos, assim como os resultados de produtividade da mão de obra obtidos por Paliari (2008) para a execução destes serviços sem o uso de pré-montagem das tubulações.

Quadro 7 – Comparativo entre indicadores de produtividade da mão de obra: com e sem utilização de *kits*

Tarefa	Execução <i>in loco</i> (Paliari, 2008) ^(a)		Execução utilizando <i>Kits</i>		Diferença (<i>in loco</i> em relação ao <i>kit</i>)	
	RUP Pot.	RUP Cum.	RUP Pot.	RUP Cum.	RUP Pot.	RUP Cum.
Ramal de distribuição de água fria	0,22	0,29	0,20	0,24	10,0%	20,8%
Ramais e sub-ramais de água fria	0,24	0,39 ^(b)	0,69	0,72	(65,2)%	(45,8)%
Tubos de queda	0,25	0,31	0,12	0,16	108,3%	93,8%
Ramais de esgoto	0,36	0,50	0,44	0,45	(18,2)%	11,1%

(a) mediana dos valores apresentados por Paliari (2008); compreendem a montagem e fixação das tubulações

(b) diante da escassez de dados, utilizou-se o Δ RUP da execução dos ramais de cobre

Comparando-se os valores de produtividade (RUP Cum) entre as duas possibilidades de execução destes serviços (*in loco* versus *kits*) observa-se que a postura adotada na obra está sendo vantajosa para as tarefas de "Ramal de distribuição de água fria", "Tubos de queda" e "Ramais de esgoto". No entanto, esta diferença se apresentou significativa apenas para a tarefa "Tubos de queda". Ao se computar nesta análise o esforço para a confecção dos kits, acredita-se que a postura adotada para as outras duas tarefas não seja vantajosa.

A utilização de *kits* não se mostrou vantajosa para a execução dos ramais e sub-ramais de água fria, uma vez que o valor da produtividade da mão-de-obra está muito acima do verificado para a execução destes ramais *in loco*.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente há que se destacar que o período de coleta de dados não foi extenso o suficiente para afirmações conclusivas. Entretanto, os resultados encontrados, quando comparados com os já publicados, se mostraram pouco melhores, dando indícios sobre a vantagem de se utilizar *kits*,

sobretudo combinado com outros sistemas executados de forma racionalizada.

No entanto, para a adoção desta estratégia de execução precisa se levar em consideração também os esforços despendidos na fabricação dos *kits*, cuja composição pode resultar em resultados piores em termos de produtividade da mão-de-obra. Evidentemente, outros fatores devem ser considerados nesta análise, como o fato de se conseguir ligações entre conexões e tubulações com qualidade quando feitas em bancadas do que no próprio ambiente de execução destas instalações.

Por outro lado, se houvesse um controle efetivo da produtividade da mão-de-obra nesta obra, se perceberia o potencial para a melhoria da produtividade da mão-de-obra na execução dos sistemas prediais analisados, resultando em ganhos financeiros para a empresa contratada e responsável pela sua execução.

De outra forma, a racionalização no método construtivo empregado e o uso de mão-de-obra mais preparada que a convencional, associada a existência de folgas dentro da programação das atividades diárias sugere, que em períodos curtos para execução dos serviços, ou seja, sem folgas, resulte em uma melhoria dos índices de produtividade.

Finalmente, ressalta-se que este trabalho, ainda que exploratório, vem contribuir para a consolidação de informações acerca da produtividade da mão-de-obra na execução destes sistemas, haja vista a escassez deste tipo de informação aos gestores de obras.

7 REFERÊNCIAS

PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. São Paulo, 2008. 621p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Indicadores de produtividade da mão-de-obra na execução dos sistemas prediais hidráulicos**. Brasil - Campinas, SP. 2007. CD ROOM. V SIBRAGEC - Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 29-31 de outubro.

SOUZA, U. E. L. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. Brasil - Salvador, BA. 2000. v.1 p.421-428 il.. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico.

SOUZA, U. E. L.; ARAÚJO, L. O. C. **Uso de indicador de produtividade como avaliador da gestão de serviços de construção**. Brasil - Fortaleza, CE. 2001. 12p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE, 2001. Artigo técnico.

SOUZA, U. E. L. de. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: Manual de gestão da produtividade na construção civil**. 3 ed. São Paulo: PINI Ltda., 2006. 100 p.

THOMAS, H. R.; HORMAN, M. J. **Fundamental Principles of Workforce Management**. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 132, N. 1, p.97-104, 2006.