



## **AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA NA EXECUÇÃO DE PAREDES USANDO PAINÉIS DE PLÁSTICO NA CONSTRUÇÃO DE CASAS**

**Ricardo C. Dornelas (1); Ubiraci E. L. de Souza (2)**

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: ricardo.dornelas@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**

O segmento de edificações é caracterizado pelo grande consumo de material de construção e pelo uso intensivo de mão-de-obra. Nesse segmento, predomina a construção habitacional em função do déficit em habitação brasileiro. Além do número expressivo de 7,9 milhões, 96,3% do déficit habitacional total se concentra na faixa de renda de até cinco salários mínimos, do qual, em torno de 25% é relativo aos domicílios em favelas. O desafio maior neste subsetor encontra-se, portanto, em atender à população de baixa renda por meio da racionalização dos processos construtivos existentes e incentivando o estudo de novas alternativas. Dentro deste contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar a produtividade da mão-de-obra na execução de paredes com painéis de plástico solidário ao concreto lançado in loco, procurando estabelecer seus valores e os fatores que o fazem variar. Tal estudo, de caráter exploratório, foi realizado tendo por base o levantamento de dados em obra de conjunto habitacional cujas edificações serão feitas com tal nova tecnologia.

Palavras-chave: produtividade; mão-de-obra; paredes de painéis de plástico.

### **ABSTRACT**

The segment of buildings is characterized by the great consumption of construction material and by the intensive use of labour. In this segment predominates the housing construction in function of the Brazilian housing deficit. Besides the expressive number of 7.9 millions, 96.3% of the total housing deficit concentrates itself in the income range of until 5 minimum salaries, which, 25% is relative to low-income housing. The biggest challenge in this subsector finds itself, therefore, in attending the low income population by the rationalization of the existing construction methods and encouraging the studies of new alternatives. Inside this context, this work aims to evaluate the labour productivity in the execution of plastic panel walls and concrete, aiming to establish its values and the factors that makes it vary. Such study, of exploratory character, was realized on the basis the survey data in a housing projects, whose buildings are being made with this new technology.

Keywords: Productivity; construction labour; plastic panel walls.

## **1 INTRODUÇÃO**

Após vários anos de estagnação, o Brasil apresenta um cenário positivo na economia. Um dos setores que mais demonstra esta realidade é o da Construção Civil. Alguns exemplos ilustram este momento: linhas de crédito visando diminuir o déficit habitacional – com aumento de R\$ 5,0 bilhões para R\$ 10,7 bilhões no último ano; entre os R\$ 27 bilhões comercializados na BOVESPA (até maio de 2007) – 50% a mais do que em 2006, 15% (R\$ 3,9 bilhões) estão relacionados às empresas construtoras; geração de mais de 1 milhão de empregos entre janeiro e abril de 2007; 350.000 novas residências foram financiadas em 2006, com previsão de mais 560.000 novos financiamentos até 2010 (TIEGHI, 2007).

Problemas de percurso à parte, os indicadores de atividades referentes ao primeiro semestre de 2007 permitem manter otimismo e boas projeções para toda a cadeia da construção e, em especial, para a indústria de materiais (FGV, 2007).

Segundo o Instituto do PVC (2007), este cenário representa um grande estímulo para toda a indústria do PVC, que responde atualmente por um consumo aparente de 767 mil toneladas. Segundo os fabricantes, a construção civil responde por 65% da demanda do mercado interno de PVC.

O PVC traz uma contribuição importante para a qualidade, segurança e custo das obras. Esses são motivos que têm levado ao sucesso do PVC em edifícios ao redor do mundo e, mais especificamente em países da Europa e EUA e também no Brasil. Possui uma versatilidade própria que ajuda a atender as necessidades de design atuais, as mais modernas e as futuras. Além de ser fundamental nas novas obras, tem papel importante nas reformas, vindo a substituir materiais como cimento, madeira e argila, atuando também na decoração de novos e velhos ambientes. Os principais produtos em PVC na construção civil são os tubos e conexões para água e esgoto, os mais conhecidos, mas também as esquadrias de janelas e portas, pisos, fios e cabos elétricos, eletrodutos, forros, revestimentos externos, acabamentos e muitos mais (CARLOS, 2008).

Novas aplicações provenientes do PVC chegam ao Brasil com forte potencial de implementação e elevada expectativa de crescimento nos próximos anos.

Dentre as inovações, quanto à utilização do PVC na construção civil, foi desenvolvido pela Royal do Brasil Technologies S.A. um sistema construtivo que permite a fabricação de casas de altíssima resistência à intempérie, ventos e enchentes. O seu exclusivo composto de PVC e suas diversas formas permitem a construção de casas com alto padrão estético, bom acabamento e grande vida útil (ROYAL, 2008).

Dentro deste contexto, este trabalho é feito com o objetivo avaliar a produtividade da mão-de-obra na execução de paredes com painéis de plástico solidário ao concreto lançado in loco, procurando estabelecer seus valores e os fatores que o fazem variar.

Tal estudo, de caráter exploratório, foi realizado tendo por base o levantamento de dados em obra de conjunto habitacional cujas edificações serão feitas com tal nova tecnologia.

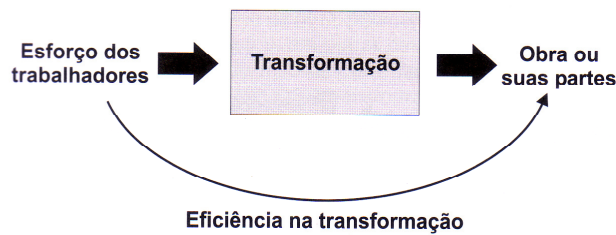
A medição da produtividade pode ser um instrumento importante para a gestão dos equipamentos e da mão-de-obra, podendo subsidiar políticas para redução de custos e aumento da motivação no trabalho, (SOUZA, 2000).

## **2 CONCEITOS DE PRODUTIVIDADE**

### **2.1 Produtividade da mão-de-obra**

Em face da importância do estudo da produtividade da mão-de-obra, há que se discutir como proceder à avaliação da mesma. Souza (2000, 2006) recomenda que, para se conseguir discutir produtividade, de uma maneira proveitosa, é necessário definir uma linguagem padronizada para o assunto.

Do ponto de vista físico, a produtividade da mão-de-obra poderia ser definida (ver Figura 1) como a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção (a obra ou suas partes).



**Figura 1** – Produtividade da mão-de-obra  
Fonte: Souza (2006)

Aceita a definição de produtividade ilustrada na Figura 1, adota-se aqui o indicador denominado razão unitária de produção (RUP) como mensurador da produtividade, relacionando o esforço humano, avaliado em Homens x hora (Hh), com a quantidade de serviço realizado (eq.1):

$$RUP = \frac{Hh}{Quantidade\ de\ serviço} \quad (eq.1)$$

Ressalta-se que, por definição, um valor alto de RUP indica produtividade pior que um valor baixo.

## 2.2 RUP potencial (RUP<sub>pot</sub>) e RUP periódica (RUP<sub>per</sub>)

Souza (2000, 2006), definiu diferentes períodos de tempo aos quais se associarão as mensurações das RUP e, portanto, das entradas (H e h) e saídas (QS):

- a) o dia de trabalho, quando, a cada dia útil de serviço, medem-se entradas e saídas, calculando-se a RUP que, nesse caso, será denominada RUP diária (RUP<sub>d</sub>); quando a medição é feita por períodos, como, por exemplo, a cada cinco dias, ou a cada semana, o indicador será denominado RUP periódica (RUP<sub>per</sub>);
- b) um período acumulado, quando as quantidades de entradas e saídas são aquelas acumuladas desde o primeiro dia do estudo até a data de sua avaliação; neste caso, tem-se a RUP cumulativa (RUP<sub>cum</sub>);
- c) RUP potencial (RUP<sub>pot</sub>) seria um valor da RUP diária (RUP<sub>d</sub>) associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP<sub>d</sub> detectados. Matematicamente a RUP<sub>pot</sub> é calculada como o valor da mediana das RUP<sub>d</sub> inferiores ao valor da RUP<sub>cum</sub> ao final do período de estudo

## 2.3 Produtividade de equipamentos

Sendo o foco deste estudo a produtividade no processo construtivo de escavação de túneis mineiros (NATM) para metrô, a preocupação recai sobre os equipamentos e a mão-de-obra que os opera.

Aplicando os conceitos apresentados na seção 2.1, a razão unitária de produção (RUP) relaciona-se com as horas demandadas do equipamento (disponível ou trabalhando), avaliado em Equipamento x hora (Eqh), com a quantidade de serviço realizado, conforme apresentado na eq.2.

$$RUP = \frac{Eqh}{Quantidade\ de\ serviço} \quad (eq.2)$$

Estabelecendo critérios para se medir a RUP para os equipamentos, no que se refere às entradas, o cálculo do número de equipamentos-hora demandados é, genericamente, fruto do período de tempo dos equipamentos disponíveis ou trabalhando no serviço. As saídas podem ser consideradas de

maneira bruta ou líquida. No que diz respeito ao período de estudo, pode-se estar lidando com a produtividade detectada para um determinado dia, assim como seu valor pode representar um estudo de longa duração.

### 3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Para atingir o objetivo deste trabalho, definiu-se, como estudo de caso, o acompanhamento da construção de uma unidade habitacional de interesse social, no Lar Santa Maria, na cidade de São Paulo, SP. Esta obra foi utilizada como protótipo, para a construção futura de um conjunto habitacional, em parceria com as empresas Braskem, Royal do Brasil Technologies S.A. e Engemix.

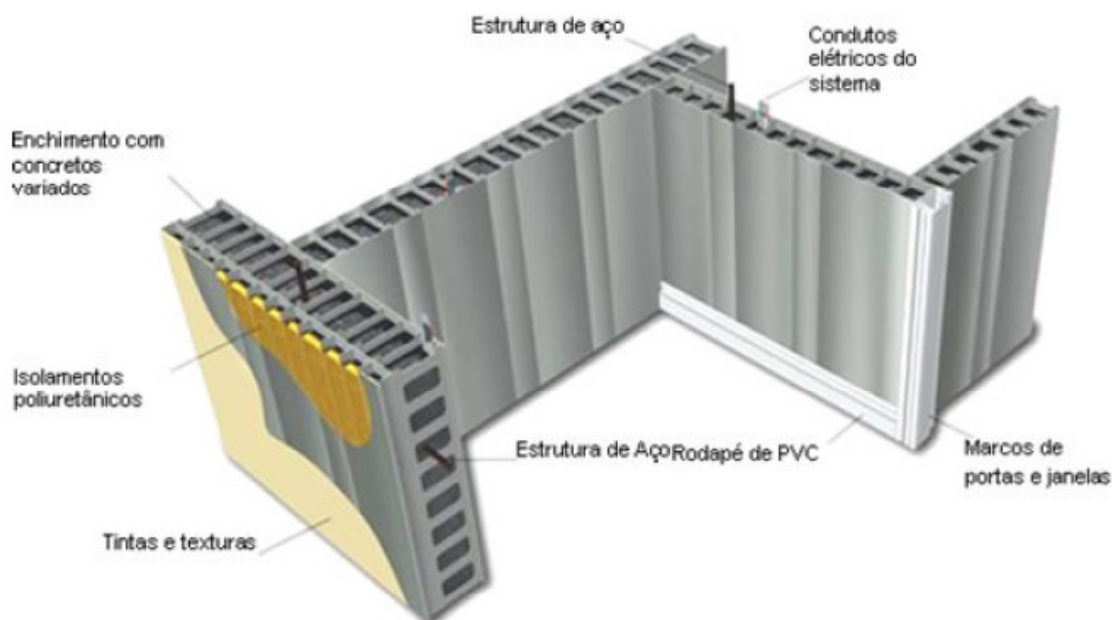
Para o acompanhamento da execução deste protótipo, foram realizadas várias visitas técnicas ao canteiro de obras (durante a execução do protótipo) e entrevistas com os profissionais da construtora, da Braskem, Royal do Brasil Technologies S.A. e da Engemix.

Com a construção deste protótipo busca-se: treinar a mão-de-obra; entender o processo de produção; medir a produtividade da mão-de-obra; verificar se a mão-de-obra encontra-se qualificada ou preparada para este tipo de sistema; e estudar os fatores que fazem variar a produtividade visando a construção de novas unidades habitacionais.

Em relação à produtividade, foram avaliados a Razão Unitária de Produção (RUP) e os seus fatores influenciadores, para os serviços de fundação, montagem e concretagem dos painéis de PVC.

#### 3.1 Projeto e Características do Sistema RBS-64

A edificação tem 43,05m<sup>2</sup> e integralmente, desenvolvido para construção de obras de arquitetura e engenharia. O Sistema RBS-64 da Royal do Brasil Technologies trabalha com modulares de duplo encaixe, que são montados verticalmente na obra. O sistema contém todos os perfis para a montagem de paredes, tetos, marcos e pré-marcos de janelas, condutores elétricos, rodapés, molduras e acessórios de acabamento (ver Figura 2).



**Figura 2 – Sistema RBS-64**  
Fonte: Royal (2008)

O Sistema RBS-64 tem as seguintes características: espessura das paredes é de 64mm; sistema modular simples com fôrmas prontas; painéis com reforços internos de alta rigidez; acabamento

brilhante na cor branca; montagem sem estruturas adicionais; e não levou revestimentos nem pinturas.

### 3.2 Etapas construtivas

As etapas construtivas, da edificação, são subdivididas em:

- a) montagem dos gabaritos e tubulação hidráulica (inicial);
  - b) execução da fundação;
  - c) montagem dos painéis de PVC;
  - d) passagem dos eletrodutos e tubulação hidráulica (final);
  - e) concretagem dos painéis de PVC;
  - f) cobertura;
  - g) passagem de fiação elétrica;
  - h) montagem do forro de PVC;
  - i) execução de contrapiso (regularização);
  - j) instalação de piso vinílico;
  - k) assentamento de cerâmica no banheiro;
  - l) assentamento de cerâmica na calçada;
  - m) esquadrias de madeira para as portas e de PVC para as janelas.
- Execução da fundação

A Figura 3 apresenta alguns detalhes da edificação construída.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(g)

**Figura 3** – (a) escoramento dos painéis; (b) detalhe da fôrma e eletroduto; (c) concretagem abaixo das janelas; (d) detalhe do interior; (e) detalhe das portas; (f) detalhe externo da edificação.

## 4 PRODUTIVIDADE ENCONTRADA

São apresentadas nesta seção, as produtividades relativas à execução da fundação, montagem e concretagem dos painéis de PVC.

### 4.1 Execução da fundação

O tipo de fundação utilizado foi um Radier, com as seguintes dimensões: 7,82m de largura; 11,413m de comprimento; e 0,15m de espessura.

A Razão Unitária de Produção, para a execução de fundação é apresentada a seguir:

$$RUP = 2,39 \frac{Hh}{m^3} \quad \text{ou} \quad 0,36 \frac{Hh}{m^2}.$$

O Consumo Unitário de Materiais por m<sup>3</sup> de concreto foi igual a:  $CUM = 1,045 \text{ m}^3$ , e o Índice de Perdas (IP) encontrado foi de 4,5%.

### 4.2 Montagem dos painéis de PVC

A montagem dos painéis foi realizada conforme o projeto fornecido pela Royal do Brasil Technologies S.A., sendo colocadas escoras de madeira para manter o ângulo reto das paredes.

A Razão Unitária de Produção, para a montagem dos painéis, é apresentada a seguir:  $RUP = 0,273 \frac{Hh}{m^2}$

### 4.3 Concretagem dos painéis

O plano de concretagem foi idealizado da seguinte maneira: todo o escoramento dos painéis deveria estar pronto; preveu-se a chegada de um caminhão betoneira com 3m (pela manhã) e outro caminhão betoneira com 4m<sup>3</sup> (à tarde); o concreto seria bombeado, sendo necessário a disponibilização de bomba o dia todo; para o lançamento do concreto, a utilização de baldes seria necessário; a armação para as vergas deveria ser providenciada.

A concretagem teve a seguinte sequência: concretagem da parte de baixo das janelas; concretagem da 1ª camada (±80cm); colocação de ferragem das vergas das portas e janelas; concretagem da 2ª camada (±120cm); conferência de nível das portas e janelas; concretagem da 3ª camada (± 50cm) incompleta; retirada das guias inferiores; limpeza da obra.

O tipo de concreto utilizado tem as características apresentadas na Tabela 1:

**Tabela 1** – Características do concreto

Materiais	Quantidade	Unidade
Brita 0	2478	Kg/m <sup>3</sup>
Cimento CII-E 32	1030	Kg/m <sup>3</sup>
Areia de brita	1320	Kg/m <sup>3</sup>
Areia natural	1308	Kg/m <sup>3</sup>
Aditivo plastificante	7,22	Kg/m <sup>3</sup>
Água	654	l/m <sup>3</sup>
“Slump”	22±3	-

Obs.: o concreto não era autoadensável

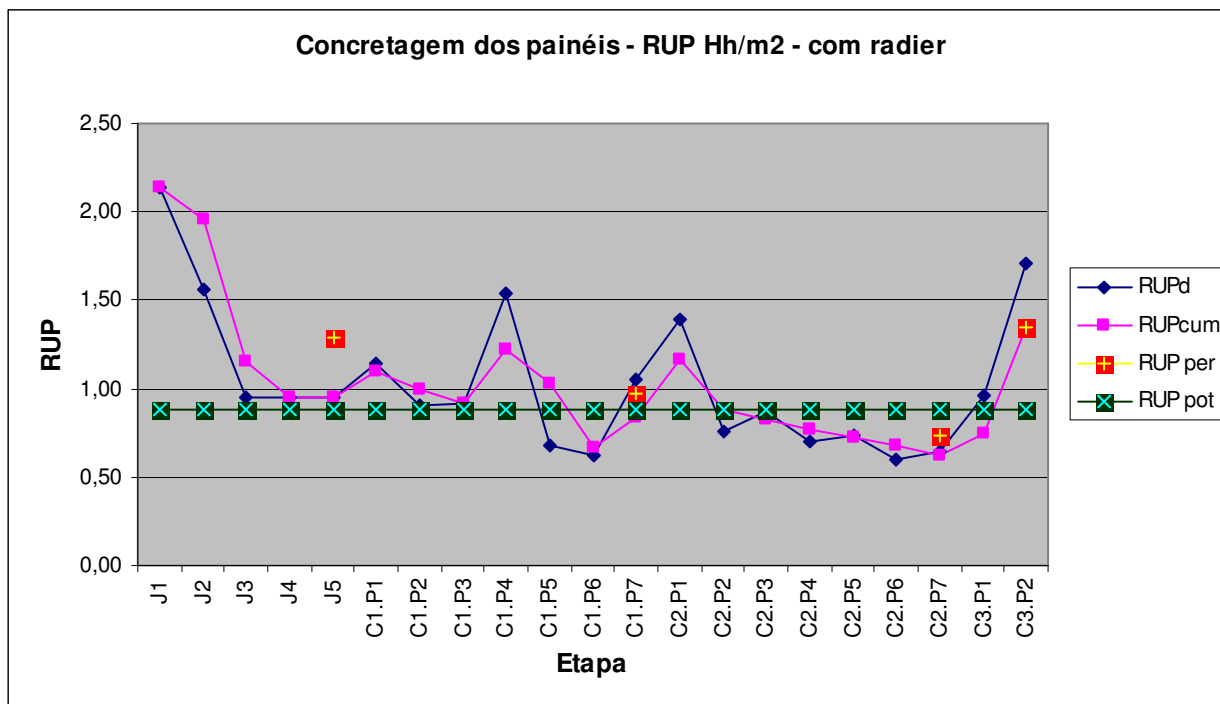
O Consumo Unitário de Materiais e o Índice de Perdas são apresentados como segue:

- soma das áreas concretadas: 88,75m<sup>2</sup>;
- soma do volume teórico: 4,967m<sup>3</sup>;

c) Consumo Unitário de Materiais por m3 de concreto:  $CUM = 1,41 \text{ m}^3$ ;

d) Índice de Perdas (IP) = 41%.

A representação gráfica das RUPs (ver Figura 4) e seus respectivos valores (ver Tabela 2) são apresentados à seguir:



**Figura 4** – RUP para concretagem dos painéis, incluindo a radier.

Observações quanto à nomenclatura: J1 à J5, se refere à concretagem abaixo da contra-verga das janelas; C1.P1 à C1.P7 se refere a concretagem da primeira camada ( $\pm 80\text{cm}$ ); C2.P1 à C2.P7 se refere a concretagem da segunda camada ( $\pm 120\text{cm}$ ); e C3.P1 a C3.P2 se refere a concretagem da terceira camada ( $\pm 50\text{cm}$ ).

**Tabela 2** – RUPs calculadas para o serviço de concretagem dos painéis

RUP cumulativa			
RUP <sub>cum</sub> sem radier		RUP <sub>cum</sub> com radier	
Hh/m <sup>3</sup>	Hh/m <sup>2</sup>	Hh/m <sup>3</sup>	Hh/m <sup>2</sup>
15,35	0,98	17,74	1,34
RUP potencial			
RUP <sub>cum</sub> sem radier		RUP <sub>cum</sub> com radier	
Hh/m <sup>3</sup>	Hh/m <sup>2</sup>	Hh/m <sup>3</sup>	Hh/m <sup>2</sup>
8,23	0,53	10,62	0,89

Observação: Em função da produtividade encontrada, a concretagem da terceira camada ficou incompleta, sendo que o seu término se deu no dia seguinte.

## 5 FATORES INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE

Os fatores relacionados à concretagem dos painéis de PVC são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** – Fatores relacionados à concretagem dos painéis

<b>Tipo de fator</b>	<b>Fator apontado</b>	<b>Comentários</b>
<b>Conteúdo</b>	Projeto de montagem	Quanto mais detalhados melhor.
	Memorial descritivo de montagem	É fundamental para o entendimento da montagem.
	Seção dos painéis	Quanto maior a seção dos painéis, melhor a produtividade da concretagem.
	Projeto estrutural	Quanto mais detalhadas as armações, melhor.
<b>Contexto</b>	Escoramento	O escoramento tem que estar pronto antes da concretagem. Evitar fazer o escoramento dos painéis no lado interno da edificação, quando não for possível, fazer o travamento dos painéis pela parte superior de cada um (não fixar o escoramento no piso da edificação).
	Fôrmas	As fôrmas têm que estar prontas antes da concretagem, quanto mais artesanal, pior a produtividade.
	Equipe de lançamento do concreto	Quanto mais treinada, melhor.
	Qualidade do acesso dos caminhões betoneira no canteiro	Pensar o canteiro para não se criarem dificuldades.
	Volume de concreto para o lançamento	O volume de concreto deve ser condizente com o volume de cada camada a ser concretada (quanto maior o volume, maior a perda de concreto).
	Programação dos caminhões betoneira	Deve ser feita segundo a quantidade de camadas a serem concretadas e o tempo de lançamento de concreto de cada uma delas.
	Bomba de concreto	O diâmetro da mangueira da bomba deve ser menor do que a seção do painel de PVC (o diâmetro maior que a seção aumenta o índice de perdas).
	Movimentação	A maior a movimentação de pessoas e equipamentos relacionados a outras atividades, piora o trabalho.
	Limpeza	Quanto mais limpo os painéis após a concretagem, melhor.
<b>Anormalidades</b>	Atraso na chegada do concreto	Pode atrasar muito a concretagem
	Diâmetro da mangueira da bomba de concreto maior do que a seção dos painéis	Pode atrasar muito a concretagem e aumentar o índice de perdas do concreto
	Ocorrência de chuvas	Pode atrasar muito a concretagem

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, da aplicação desta metodologia, apontam diversas reflexões, tais como:

- ressalta-se que os valores de produtividade são referentes à execução de um protótipo, ou seja, à apenas uma unidade de repetição (uma casa);



- b) algumas atividades, durante a montagem dos painéis de PVC, são artesanais (montagem das escoras e fôrmas de madeira, são exemplos), o que demonstra potencial para melhoria;
- c) os valores das RUPs de concretagem dos painéis são muito elevados. Se compararmos a  $RUP_{pot}$  de  $8,23Hh/m^3$  com a  $RUP_{pot}$  de  $3,24 Hh/m^3$  para transporte, lançamento, adensamento e acabamento, dados da TCPO (2003), teremos um aumento de 254%. Caso comparemos a  $RUP_{pot}$  da montagem e concretagem  $0,53+0,273=0,803Hh/m^2$  com o serviço de alvenaria de vedação com bloco de concreto  $9x19x39$ , cuja  $RUP_{pot}$  de  $1,32Hh/m^2$ , dados da TCPO (2003), teremos uma redução de 39%.
- d) A baixa destes valores está relacionada à concepção de projeto, ao treinamento da equipe e à integração com os fornecedores de materiais;

Em relação aos fatores influenciadores da produtividade, algumas ações, visando à melhoria da produtividade, podem ser citadas como:

- a) o volume de concreto do caminhão betoneira deve ser compatível com o volume das camadas a serem concretadas;
- b) o diâmetro da mangueira da bomba deve ser menor do que a seção dos painéis. Este aspecto é fundamental para se atingir uma boa concretagem;
- c) caso seja necessário fazer o escoramento dos painéis no interior da edificação, o ideal é que este seja feito por meio do travamento das partes superiores (a parte superior do painel apoiando na outra parte superior do painel);
- d) a limpeza dos painéis deve ser feita logo após a concretagem (deve-se evitar que o concreto seque e fique aderido às paredes).

Embora grande parte dos fatores citados parecerem óbvios, tais como: é fundamental para o entendimento da montagem; quanto maior a seção dos painéis, melhor a produtividade da concretagem; equipe de lançamento- quanto mais treinada, melhor; pensar o canteiro para não se criarem dificuldades; atraso no concreto - pode atrasar muito a concretagem; ocorrência de chuvas - pode atrasar muito a concretagem. Percebeu-se a importância de relacioná-los neste trabalho porque antes e durante a execução do protótipo, a equipe gestora e executora demonstrou a falta de atenção aos fatores apresentados. O que pode contribuir para treinar as equipes e prepará-las para a execução das próximas unidades habitacionais.

Grande parte dos fatores citados parecem óbvios, tais como: é fundamental para o entendimento da montagem; quanto maior a seção dos painéis, melhor a produtividade da concretagem; equipe de lançamento- quanto mais treinada, melhor; pensar o canteiro para não se criarem dificuldades; atraso no concreto - pode atrasar muito a concretagem; ocorrência de chuvas - pode atrasar muito a concretagem.

Os resultados apresentados ilustram a importância da utilização dos indicadores como subsídio na tomada de decisões, não somente de cunho orçamentário, como também, nas avaliações do nível de eficiência da mão-de-obra e do consumo de materiais.

Apresentou-se, assim, um breve estudo de avaliação da produtividade da mão-de-obra na execução de paredes usando painéis de plástico na construção de casas, trazendo ao meio técnico, acadêmico e à sociedade a oportunidade de maior conhecimento de seus indicadores.

A partir deste trabalho, acredita-se que se tenha trazido elementos para que sejam realizadas discussões e pesquisas mais aprofundadas sobre o tema abordado.

## 7 REFERÊNCIAS

CARLOS, E. **Aplicação do PVC na construção civil**. Instituto do PVC. Disponível em: <<http://www.institutodopvc.org/publico/index.php>>. Acesso em: 24 fevereiro 2008.

FGV, Projetos. **Análise setorial ABRAMAT**. Nº 1, ano 1, agosto 2007. Disponível em: <[http://www.abramat.org.br/lista\\_publicacao.asp?s=13](http://www.abramat.org.br/lista_publicacao.asp?s=13)>. Acesso em: 24 fevereiro 2008.

PVC, I.. Investimentos Federais geram grande momento para a indústria do PVC. **PVC Atualidades**, São Paulo, nº 34, ano IX, abr/mai/jun, 2007. Disponível em: <<http://www.institutodopvc.org/publico/index.php>>. Acesso em: 24 fevereiro 2008.

ROYAL, B. T. **Sistema RBS – 64**. Royal do Brasil Technologies S.A. Disponível em: <[http://www.royalbrasil.com.br/royal\\_building.htm](http://www.royalbrasil.com.br/royal_building.htm)>. Acesso em: 24 fevereiro 2008.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais**. Universidade Federal da Bahia, 2000.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. Pini, São Paulo, 2006.

TIEGHI, C. South American PVC Market. II CONGRESSO BRASILEIRO DO PVC. **Palestras**. 2007. Disponível em: <<http://www.institutodopvc.org/congresso2/agenda.html>>. Acesso em: 24 fevereiro 2008.