

# Indicadores de desempenho de tecnologias construtivas à base de cimento: a experiência da comunidade da construção da Associação Brasileira de Cimento Portland

Alberto C.L.Jr.<sup>1 †</sup>, Suenne A.C.P.<sup>2</sup>

*Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco,  
Departamento de Engenharia Civil, Sala I-01  
Rua Benfica, 455. Madalena. 50720-001. Recife - PE, Brasil*

## RESUMO

A indústria brasileira da construção tem vivenciado um período de crescimento simultâneo ao aumento de preocupações quanto ao não atendimento dos prazos de entrega e custos de obras. As empresas estão buscando monitorar o processo de produção de modo a obter o aumento da produtividade dos serviços, a redução do retrabalho e dos custos envolvidos. Este artigo objetiva apresentar o desenvolvimento do programa de indicadores de desempenho de tecnologias construtivas à base de cimento - PROGRIDE, cuja metodologia contemplou o estabelecimento de indicadores padrão; a realização de coletas de dados, a fim de realizar o *benchmarking* entre os resultados de perda, consumo e produtividade da concretagem da estrutura, elevação da alvenaria de vedação e revestimento de emboço de fachada. Dentre os resultados, constataram-se perdas para o concreto de 12.42% (pilar) e 14.50% (viga + laje), consumo de argamassa de 83.65 kg/m<sup>2</sup> e produtividade da mão de obra para concretagem entre 2.43 e 12.44 Hh/m<sup>3</sup> e entre 1.48 e 2.08 Hh/m<sup>2</sup> para o revestimento de fachada. Ao longo dos três ciclos de coleta, foram levantados 156 resultados obtidos em 15 obras de 10 construtoras. Estes resultados apontam para a necessidade de melhoria no gerenciamento de insumos e mão de obra.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma parcela expressiva das perdas provenientes da construção civil é originada em deficiências de planejamento e de fiscalização nos processos construtivos, o que implica em um investimento desnecessário de materiais, tempo e mão de obra.

Para que sejam reduzidos os custos de produção e seja mais ágil a execução dos serviços são necessárias adequações para utilização dos materiais de construção com maior eficiência, mitigando efetivamente as mais diversas formas de desperdícios.

Particularmente, a produtividade apresenta-se como um dos principais fatores utilizados para medir a eficiência da produção na indústria da construção, podendo, inclusive,

---

<sup>1</sup> Prof. Ph.D.

<sup>†</sup> Autor para quem a correspondência deverá ser enviada (acasado@poli.br)

<sup>2</sup> Prof., M.Sc.

servir para medir o estado de crescimento econômico e de produção relacionados a partir de perspectivas industrial e empresarial (Jang et al., 2011; Kim et al., 2011).

No Brasil, a indústria da construção civil tem sido bastante representativa na economia e isto pode ser observado através do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, tendo sido de 8% no ano de 2012 (Construbusiness, 2012). Outros indicadores demonstram o vigor econômico da construção: crescimento superior ao PIB (Ibge, 2012); Índice de Velocidade de Vendas - IVV da região metropolitana da cidade de Recife teve, em 2013, uma média superior a 12,2% (Fiepe, 2014); crescimento do crédito imobiliário de 32% (Abecip, 2014), com investimento equivalente a 109 bilhões de reais, um recorde histórico nacional.

Contudo, apesar de toda a competitividade, importância econômica, estudos e pesquisas realizados, nos últimos 20 anos, a racionalização dos processos, principalmente com relação à produtividade da mão de obra, ainda tem sido uma dificuldade a ser vencida pela indústria da construção (Jang et al., 2011; Mawdesley & Al-Jibouri, 2010; Pinho, 2013).

Dentro deste contexto, o Programa de Indicadores de Desempenho - PROGRIDE foi desenvolvido, no âmbito da Comunidade da Construção de Recife/PE sob a liderança da Associação Brasileira de Cimento Portland -ABCP, objetivando implantar indicadores relativos às perdas e ao consumo de materiais e à produtividade da mão de obra de tecnologias construtivas à base de cimento, visando realizar o *benchmarking* entre resultados e gerar valores de referência para o setor.

## 2. METODOLOGIA

Para a consecução da pesquisa foram adotadas 05 etapas, quais sejam:

- etapa 1 - definição de indicadores padrão (Tabela 1): através da revisão da literatura, buscou-se identificar a metodologia consagrada e passível de comparação (Tabela 2). Os indicadores de perda e consumo de materiais e produtividade da mão de obra, além das tecnologias construtivas de estrutura, alvenaria e revestimento, foram selecionados em função do maior interesse das empresas pertencentes da Comunidade da Construção de Recife/PE via pesquisa realizada previamente. Também foi considerada como critério para a escolha dos indicadores a facilidade de aplicação do método, da coleta e do cálculo, conforme descrito em Pinho (2013);
- etapa 2 - desenvolvimento de planilhas específicas (Figura 1) para a coleta de dados dos indicadores reunidas no manual de indicadores: permitiu a coleta uniforme e padrão realizada pelas empresas construtoras durante a implantação piloto em 3 diferentes obras e implantação geral em 15 outras obras. Também foi estabelecida uma planilha única para o envio mensal dos resultados;
- etapa 3 - realização de reuniões com as construtoras: foram realizadas 3 reuniões de trabalho. Em cada uma das reuniões foram apresentados: tecnologia construtiva; objetivo do indicador; orientações gerais para coleta de dados; metodologia de cálculo; exemplo de preenchimento das planilhas de coleta constantes no manual de indicadores;
- etapa 4 - implantação piloto dos indicadores *in loco*: objetivou a avaliação da metodologia adotada para coleta de dados e verificação da necessidade de ajustes, resultando na revisão do manual de indicadores. Essa implantação piloto, realizada pelo grupo de ensino, pesquisas e extensão POLITECH, do qual faz parte os autores deste trabalho, distribuiu-se em 3 diferentes obras da cidade de Recife/PE, relativa a cada uma das tecnologias construtivas adotadas pelo programa, durante um período equivalente a quatro ciclos semanais de coleta. As demais empresas participantes tiveram a oportunidade de realizar visitas técnicas nessas obras para aprimorar o conhecimento do processo para posterior implantação geral;

Tabela 1 – Indicadores padrão.

Tecnologia	Serviço	Material	Indicador padrão
Estrutura de concreto	Concretagem	Concreto	1. Consumo 2. Perda 3. Produtividade
Alvenaria de vedação	Elevação	Bloco e argamassa industrializada	
Revestimento de fachada	Emboço	Argamassa industrializada	

Tabela 2 – Método de cálculo dos indicadores.

Pesquisa*	Indicador	Equação	
		Fórmula de cálculo	Descrição
Agopyan et al. (1998)	Consumo unitário de materiais	$CUM = \frac{C_{real}}{QS}$	$CUM$ = Consumo Unitário de Materiais $C_{real}$ = Consumo real, quantidade de material efetivamente utilizado $QS$ = Quantidade de Serviço realizado
Agopyan et al. (1998)	Índice de perdas	$IP (\%) = \frac{C_{real} - C_{ref}}{C_{ref}} \times 100$	$IP (\%)$ = Índice de Perdas $C_{ref}$ = Consumo de referência, representado pela quantidade de material teoricamente necessária para execução de um serviço
Souza (2005)	Índice de produtividade	$RUP = \frac{H \times h}{QS}$	$RUP$ = Razão Unitária de Produção $H$ = Homens demandados (equipe direta) $h$ = Horas utilizadas (equipe direta) $QS$ = Quantidade de Serviço realizada

\*O método de cálculo está descrito detalhadamente em Pinho (2013).


 <b>Comunidade da Construção</b> <small>Sistemas à base de cimento</small>	<b>Empresa:</b> <b>Obra:</b> <b>Local de Coleta:</b> <b>Período de coleta:</b> <b>Responsável:</b>																					
	<p align="center"><b>PLANILHA 3 - INDICADORES DE CONSUMO E PERDAS DE ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA (%)</b></p> <p align="center"><b>Serviço: Assentamento de Alvenaria de Vedação e Alvenaria Estrutural - Perdas</b></p>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Consumo de referência (kg/m<sup>2</sup>)</th> <th>Quantidade de Serviço realizado (m<sup>2</sup>)</th> <th>Consumo teórico (kg)</th> <th>Consumo real (kg)</th> <th>Consumo Unitário de Material Real (kg/m<sup>2</sup>)</th> <th>Indicador de Perda (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Data</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Material	Consumo de referência (kg/m <sup>2</sup> )	Quantidade de Serviço realizado (m <sup>2</sup> )	Consumo teórico (kg)	Consumo real (kg)	Consumo Unitário de Material Real (kg/m <sup>2</sup> )	Indicador de Perda (%)	Data														
Material	Consumo de referência (kg/m <sup>2</sup> )	Quantidade de Serviço realizado (m <sup>2</sup> )	Consumo teórico (kg)	Consumo real (kg)	Consumo Unitário de Material Real (kg/m <sup>2</sup> )	Indicador de Perda (%)																
Data																						

Figura 1 – Planilha exemplo para a coleta dos indicadores de perda e consumo de argamassa.

- etapa 5 - implantação geral pelas empresas do PROGRIDE: nesta etapa iniciou-se o período de coletas de dados, realizadas pelas empresas participantes do programa, que contemplou três ciclos mensais de coleta em 15 diferente obras. Ao final de cada ciclo foram gerados os relatórios individual e geral para as empresas participantes do programa. O relatório individual apresentou os resultados coletados e gerados pela empresa construtora durante o mês de coleta em questão e os resultados mínimo, mediano, máximo e de benchmarking (histórico) apresentados pelo conjunto de empresas construtoras participantes, permitindo a análise comparativa dos resultados. Já o relatório geral mostrou os valores mínimos, medianos e máximo gerados no mês em questão por todas as empresas construtoras participantes do programa, além fornecer o benchmarking histórico, que representa o melhor valor alcançado ao longo dos ciclos de coleta.

Considerando-se a Tabela 2, cabe esclarecer ainda que para a argamassa, o consumo real é calculado através de controle de estoque, contabilizando-se a quantidade de sacos de argamassa no início e ao final da semana, além das entradas e saídas durante o período de coleta, conforme Equação 1:

$$C_{\text{real}} = [\text{EST}(\text{VI}) - \text{EST}(\text{VF}) \pm \text{FORN}] \times P \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:  $C_{\text{real}}$  = Consumo real, dado pela quantidade total de argamassa utilizada (kg);  
 EST (VI) = Quantidade de sacos presentes em estoque na verificação inicial;  
 EST (VF) = Quantidade de sacos presentes em estoque na verificação final;  
 FORN = Quantidade de sacos recebidos ou retirados do estoque entre VI e VF;  
 P = Peso do saco de argamassa (kg).

A quantidade de serviço é obtida através de medição *in loco* no início e fim do período de coleta e calculada pela diferença entre estas medições, enquanto o consumo de referência é dado pelo produto entre o consumo teórico, que é dado pelo fabricante, e a quantidade de serviço executada. Para o revestimento de fachada, o consumo de referência inclui no produto, além do consumo teórico e da quantidade de serviço, a espessura da camada do revestimento, que é obtida através do orçamento da obra. Os homens demandados e as horas trabalhadas são obtidas através de observação direta e/ou acompanhamento dos cartões de ponto. Vale salientar que os homens contabilizados são os que compõem a equipe direta de produção, ou seja, os pedreiros e serventes diretamente envolvidos na execução do serviço.

Particularmente, a coleta do indicador de perdas de blocos/tijolos é realizada por amostragem. Ao início do período de coleta de dados são marcados 500 blocos/tijolos, sendo, ao final deste período, contabilizados os remanescentes no estoque e os assentados nas paredes. O cálculo do indicador é realizado segundo a equação 2:

$$\text{IP}_{\text{bloco}}(\%) = \{[(500 - N_1) - N_2] \div (500 - N_1)\} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:  $\text{IP}_{\text{bloco}}(\%)$  = Índice de perdas de blocos/tijolos;  
 $N_1$  = blocos/tijolos marcados restantes no estoque;  
 $N_2$  = blocos/tijolos marcados assentados nas paredes.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Implantação piloto

A implantação piloto dos indicadores padrão em obra foi realizada pelo grupo de pesquisa POLITECH, visando atestar a aplicabilidade e as dificuldades dos indicadores inicialmente adotados e das planilhas desenvolvidas para a coleta de dados. Essa implantação piloto serviu como experiência a ser apresentada as demais construtoras para orientar nas ações a serem efetivadas nas demais empresas participantes do programa.

A seguir são apresentados os resultados da implantação piloto do PROGRIDE de acordo com cada uma das tecnologias construtivas tratadas pelo programa.

##### 3.1.1 Estrutura de concreto armado

O cálculo da produtividade da estrutura de concreto possui algumas particularidades, visto que é avaliado sob três tipos de RUP que são descritas a partir da Tabela 3.

Posteriormente, a Tabela 4 apresenta os valores de mínimo (Mín.), mediana (Med.), máximo (Máx.) e coeficiente de variação (CV) relativos aos resultados de perda e produtividade na obra selecionada como piloto para a avaliação da estrutura de concreto.

Tabela 3 – Tipos de RUP para medição da produtividade na estrutura de concreto.

Tipo de RUP	Equação	Descrição
RUP caminhão	$= \frac{\text{med } H_d \times h_{cam}}{V_{cam}}$	$H_d$ = Homens da equipe direta (oficiais + ajudantes) $h$ = Horas despendidas para descarregar o concreto de um caminhão (h) $V_{cam}$ = Volume de concreto no caminhão (m <sup>3</sup> )
RUP descarga	$= \frac{\text{med } H_d \times h_{desc}}{V_{proj}}$	$H_d$ = Homens da equipe direta (oficiais + ajudantes) $h$ = Horas despendidas desde o início da descarga do 1º caminhão até o fim da descarga do último caminhão (h) $V_{proj}$ = Volume de projeto (m <sup>3</sup> )
RUP global	$= \frac{\text{med } H_d \times h_{total}}{QS^*}$	$H_d$ = Homens da equipe direta (oficiais + ajudantes) $h$ = Horas despendidas desde o início até o fim da disponibilização da equipe envolvida no serviço (h) $QS$ = Quantidade de serviço realizada (m <sup>2</sup> ou m <sup>3</sup> )

Tabela 4 – Resultados da implantação piloto na obra da estrutura de concreto armado.

Indicador	Mín.	Med.	Máx.	CV (%)
Pilar				
Perda de concreto (%)	7.21	12.42	42.16	88.25
RUP caminhão (Hh/m <sup>3</sup> )	0.54	1.38	3.61	80.43
RUP descarga (Hh/m <sup>3</sup> )	0.58	1.34	3.95	84.83
RUP global (Hh/m <sup>3</sup> )	3.02	4.89	12.44	67.20
Viga + Laje + Complemento de pilar				
Perda de concreto (%)	6.37	14.50	15.15	33.28
RUP caminhão (Hh/m <sup>3</sup> )	0.54	0.61	0.65	7.71
RUP descarga (Hh/m <sup>3</sup> )	0.91	1.20	1.54	21.92
RUP global (Hh/m <sup>3</sup> )	2.43	3.05	3.13	11.22

De acordo com a Tabela 4, percebeu-se a variabilidade dos indicadores avaliados, mesmo em apenas uma obra – piloto para a implantação do programa no serviço de estrutura de concreto. Para os resultados relativos à concretagem de pilares, é possível constatar que o coeficiente de variação (CV) dos resultados para o indicador de perda de concreto é de 88.25%, um valor elevado que indica que o conjunto de dados encontrados é bastante heterogêneo, variando em função dos fatores intervenientes da perda. Ressalta-se, também, que a perda máxima (Máx.) (Figura 2) de concreto foi cerca de seis vezes maior que a mínima (Mín) (Figura 3); enquanto, os valores medianos (Med.) estão mais próximos do mínimo.



Figura 2 – Evento que gerou perda máxima em pilar na obra piloto de estrutura de concreto.



Figura 3 – Execução de laje na obra piloto de estrutura de concreto.

Com o acompanhamento da segunda coleta de dados de concretagem de pilares, que representou o valor máximo de perda de concreto e produtividade da mão de obra, observaram-se alguns fatores que podem ter influenciado estes resultados, quais sejam: o uso de equipamentos não racionais para o transporte de concreto, por exemplo, carrinho-de-mão; deficiência no planejamento da concretagem, tornando o transporte do concreto bastante complexo; e laje do pavimento nivelado à superfície superior do pilar não assoalhada, dificultando o lançamento do concreto. Estes fatores contribuíram para a redução da produtividade, gerando a perda do concreto presente no caminhão, devido ao início de pega.

Em contrapartida, a concretagem de vigas, lajes e complementos de pilar apresentou um conjunto de resultados mais homogêneo, onde o coeficiente de variação para perdas foi de 33,28%, valor bastante inferior ao apresentado pela concretagem de pilares, indicando que os índices variam menos. Destaca-se que a sobre-espessura da laje devido à falha no controle do nivelamento foi um dos fatores que levou a um maior desperdício de concreto.

Com relação à produtividade, é possível verificar que há distância considerável entre os valores de RUPdescarga e da RUPglobal, considerando que um dos pontos críticos do serviço de concretagem é a duração dos tempos entre o início de disponibilização da equipe e o início do descarregamento do 1º caminhão ou entre o fim do descarregamento do último caminhão e o fim de disponibilização da equipe. Na maioria das vezes, a duração destes tempos foi prolongada por causa do atraso de caminhões e da chegada da bomba à obra.

### 3.1.2 Alvenaria de vedação

A Tabela 05 apresenta os valores mínimos, medianos, máximos, o coeficiente de variação e as RUPs cumulativas (Cum.) relativos a obra piloto de alvenaria de vedação.

Tabela 5 – Resultados da implantação piloto na obra da alvenaria de vedação.

Indicador	Mín.	Med.	Máx.	Cum.	CV (%)
Perda de blocos/tijolos (%)	10.50	14.73	17.25	-	20.79
Consumo de argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	30.52	34.93	38.74	-	10.23
Perda de argamassa (%)	362.49	429.28	486.99	-	12.63
RUP pedreiro (Hh/m <sup>2</sup> )	0.73	0.86	0.97	0.85	10.49
RUP servente (Hh/m <sup>2</sup> )	0.36	0.46	0.58	0.47	24.03

A partir da Tabela 05, verifica-se que o coeficiente de variação (CV) apresentou uma baixa variabilidade de perdas e produtividade, correspondendo a uma estabilidade bastante diferente dos resultados de concretagem de pilares. As perdas de tijolos são consideradas elevadas, sendo até 3 vezes o valor de perdas (5%) para fins de orçamento (Tcpo, 2008). O Tcpo 13 (Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos) é uma referência brasileira para auxílio à composição de orçamentos para construção civil.

As perdas alcançadas são decorrentes de retrabalho, levando à quebra de componentes (Figura 4), promovendo excesso de resíduo *in loco* (Figura 5). A ausência de submódulos promoveu o desperdício através de quebras dos tijolos.



Figura 4 – Retrabalho na obra piloto de alvenaria de vedação.



Figura 5 – Resíduo gerado na obra piloto de alvenaria de vedação.

Com relação ao consumo e perda de argamassa, cabem considerar que para avaliação do sobreconsumo de materiais sob o ponto de vista de perdas, é necessário adotar uma referência fidedigna, caso contrário, é mais viável realizar a análise dos resultados através da comparação entre consumos. Para este estudo foi adotada a unidade de kg/m<sup>2</sup> para consumo de argamassa, visto que é uma unidade mais simples para medição *in loco* e adotada pelos fabricantes para expressar o consumo unitário de argamassa.

O consumo mediano de argamassa foi 35 kg/m<sup>2</sup>, valor distante da referência, onde se alcançou 19.12 kg/m<sup>2</sup> (Lordsleem Jr., 2009). Foi possível apontar alguns dos fatores causadores dos desperdícios de argamassa: assentamento de argamassa por toda a face superior do tijolo (Figura 6), sobre-espessura das juntas (Figura 7), preparo manual da argamassa (Figura 8) e deficiência no controle da execução do serviço (Figura 9).



Figura 6 – Aplicação da argamassa na obra piloto de alvenaria de vedação.



Figura 7 – Sobre-espessura da junta vertical na obra piloto de alvenaria de vedação.



Figura 8 – Preparo manual da argamassa na obra piloto de alvenaria de vedação.



Figura 9 – Incorporação de argamassa na obra piloto de alvenaria de vedação.

Objetivando comparar os valores de consumo de argamassa com o Tcpo (2008), buscou-se o valor da relação kg/l para conversão e análise comparativa dos resultados. O valor calculado para a relação kg/l da argamassa foi de 2.04; remetendo a um consumo mínimo de 14.98 l/m<sup>2</sup>; mediano de 17.14 l/m<sup>2</sup> e máximo 19.0 l/m<sup>2</sup>. Ressalta-se que o valor mínimo encontra-se 8.6% maior que a mediana do consumo apresentado pelo Tcpo (2008), indicando mais uma vez o sobreconsumo de materiais, já que esta referência indica o uso de argamassa industrializada como um dos fatores minimizadores de desperdícios.

Os valores encontrados para perda de argamassa são elevados, variando de 362.49% a 486,99%, cabe destacar que a elevação desde percentual se deve, principalmente, ao consumo de referência adotado (6.6 kg/m<sup>2</sup>), que é informado pelo fabricante. Por isso, é preferível adotar o consumo como critério comparativo.

Quanto à produtividade da mão de obra, tem-se o mínimo de 6.9%, valor maior que a mediana apresentada pelo Tcpo (2008) e o valor mediano encontra-se 21.2% superior ao máximo citado pelo mesma referência. Alguns dos fatores que podem ter influenciado estes resultados são: indisponibilidade de materiais para execução do serviço, preparo manual da argamassa, rotatividade da mão de obra e quebra do equipamento de transporte vertical.

### 3.1.3 Revestimento de emboço de fachada

A partir da Tabela 6 é possível verificar valores (mínimo, mediana, máximo, coeficiente de variação e RUP cumulativa) que auxiliam na interpretação dos resultados referentes ao revestimento de emboço de fachada.



Tabela 6 – Resultados da implantação piloto na obra do emboço de fachada.

Indicador	Mín.	Med.	Máx.	Cum.	CV (%)
Consumo de argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	70.43	83.65	94.06	-	13.86
Perda de argamassa (%)	38.10	64.02	84.43	-	35.98
RUP pedreiro (Hh/m <sup>2</sup> )	0.93	0.99	1.24	1.05	14.12
RUP servente (Hh/m <sup>2</sup> )	0.56	0.72	0.84	0.73	17.36

O consumo alcançado pelo emboço de fachada reflete a realidade percebida na obra, uma vez que foi possível encontrar pontos onde a camada de emboço foi cerca de 5 cm de espessura (Figura 9). O consumo de referência indicado pelo fabricante foi de 17 kg/m<sup>2</sup>/cm e a espessura no orçamento da obra foi de 3 cm, levando ao consumo teórico de 51 kg/m<sup>2</sup>. Considerando-se a espessura do revestimento ao longo da fachada, ratifica-se que a perda de argamassa teve como principal origem a sobre-espessura do emboço. Vale salientar que as perdas foram minimizadas por meio de algumas ações, como o uso de argamassadeira de eixo horizontal para mistura na argamassa e o uso de equipamento racional para transporte da argamassa desde o pavimento onde ocorria a mistura até a balança (Figura 10).



Figura 9 - Espessura da camada de revestimento na obra piloto de revestimento.

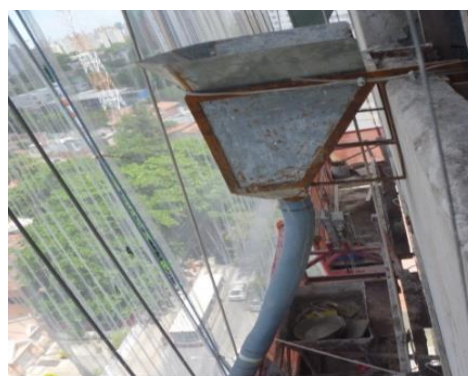


Figura 10 - Transporte vertical de argamassa na obra piloto de revestimento.

A produtividade da mão de obra apresentou valores globais (pedreiro + servente) entre a mediana (1.26Hh/m<sup>2</sup>) e o máximo (4.16Hh/m<sup>2</sup>) citados no Tcpo (2008); no entanto, os valores de mínimo e máximo encontrados foram, respectivamente, 17.5% e 65.1% maiores que a mediana. Cabe destacar alguns dos fatores potencialmente influenciadores da produtividade: uso de equipamento racional para transporte vertical da argamassa, disponibilidade de materiais, sobre-espessura da camada de emboço e rotatividade da mão de obra, presença de pedreiros novatos.

### 3.2. Resultados da implantação geral do PROGRIDE

Após a implantação piloto, restrita as 03 obras com cada uma das tecnologias construtivas selecionadas, foi efetivada a implantação geral em 15 obras de 10 diferentes empresas construtoras participantes do PROGRIDE. Neste período de três ciclos mensais de coleta foram obtidos 156 resultados. Cabe ressaltar que a responsabilidade pelo treinamento interno, após a implantação piloto, coube aos representantes das demais empresas construtoras participantes do PROGRIDE, cuja experiência foi obtida através da participação nas reuniões de repasse da metodologia dos indicadores padrão e nas visitas às obras da implantação piloto.

A Tabela 7 apresenta os resultados alcançados, apontando os valores mínimo, mediano, máximo e *benchmarking* histórico para cada indicador.

A partir dos resultados encontrados pôde-se constatar que os valores de *benchmarking* para perda de concreto na produção de viga + laje estão abaixo da perda adotada para composição de orçamentos pelo Tcpo (2008) equivalente 5% e próximo ao mínimo (1%).

No entanto, a Tabela 7 mostra que estes valores apresentam uma variabilidade bastante representativa para concretagens de viga + laje, sendo o máximo aproximadamente 10 vezes maior que o mínimo. Isto demonstra que, apesar do grande potencial de melhoria que este indicador apresenta, o controle durante a execução do serviço pode ser um fator determinante para a redução dos desperdícios.

Em se tratando da produtividade da concretagem, verifica-se também que há uma variabilidade acentuada entre os resultados obtidos, o que aponta para necessidade de gestão do processo. Cabe destacar a diferença considerável obtida entre os valores de *benchmarking* das RUPs caminhão e global. Isto indica que, possivelmente, os gargalos da produção estão nos intervalos entre caminhões, bem como na preparação e finalização do serviço.

Tabela 7 – Resultados da implantação geral do PROGRIDE – 15 obras no total.

Indicador	Resultados					
	Obras	Mín.	Med.	Máx.	CV (%)	Benchmarking
Concretagem de pilar						
Perda de concreto (%)	12	5.18	7.00	17.29	49.51	5.18
RUP cam (Hh/m <sup>3</sup> )	12	0.95	1.93	4.74	59.61	0.95
RUP desc (Hh/m <sup>3</sup> )	12	1.29	2.45	4.74	55.55	1.29
RUP global (Hh/m <sup>3</sup> )	12	2.26	3.79	5.48	39.51	2.26
Concretagem de viga + laje + compl. de pilar						
Perda de concreto (%)	15	2.47	4.75	22.40	96.62	2.47
RUP cam (Hh/m <sup>3</sup> )	15	0.38	0.67	0.97	41.20	0.38
RUP desc (Hh/m <sup>3</sup> )	15	0.74	1.24	1.55	24.37	0.74
RUP global (Hh/m <sup>3</sup> )	15	1.45	1.80	2.53	24.88	1.45
Elevação da alvenaria de vedação						
Perda de blocos/tijolos (%)	06	3.00	9.00	15.00	96.38	3.00
Perda de argamassa (%)	06	33.80	231.55	429.29	105.66	33.80
Consumo de argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	06	26.76	30.63	34.50	21.73	26.76
RUP pedreiro (Hh/m <sup>2</sup> )	06	0.85	1.19	2.03	34.80	0.85
RUP servente (Hh/m <sup>2</sup> )	06	0.47	0.71	1.17	34.02	0.47
Revestimento de emboço de fachada						
Perda de argamassa (%)	-	-	-	-	-	-
Consumo de argamassa (kg/m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	-
RUP pedreiro (Hh/m <sup>2</sup> )	07	0.71	0.92	2.50	51.47%	0.71
RUP servente (Hh/m <sup>2</sup> )	07	0.71	0.92	2.50	51.95%	0.71

No serviço de elevação da alvenaria de vedação, verificou-se que o valor de *benchmarking* para perdas de bloco/tijolo é alcançado por uma obra que utiliza bloco (9x19x39cm), que apresenta uma qualidade superior ao do tijolo cerâmico, que foi utilizado

na obra em que se obteve o valor máximo de perdas. Com relação à argamassa de assentamento, destaca-se a diferença da variabilidade entre o mínimo e o máximo das perdas e do consumo, que é decorrente dos diferentes consumos de referência atribuídos pelos fabricantes. Estes consumos são de 6.6kg/m<sup>2</sup> e 20kg/m<sup>2</sup> para os valores máximo e mínimo de perdas, respectivamente. Por isso, é preferível adotar o consumo unitário como critério comparativo.

Através desta pesquisa foi possível verificar que poucas empresas da cidade de Recife/PE utilizam argamassa do tipo industrializada para revestimento de emboço de fachada, tendo como justificativa o custo envolvido, principalmente, quando utilizada em grandes espessuras. No que se refere aos dados de produtividade, pode-se dizer que o valor de 1.42Hh/m<sup>2</sup> (RUP global) alcançado pela melhor prática é 12.7%; superior à mediana (1.26Hh/m<sup>2</sup>) especificada pelo Tcpo (2008), o que indica um grande potencial de melhoria deste indicador.

#### 4. CONCLUSÕES

A representatividade da adesão ao programa mostra a necessidade que as empresas construtoras possuem em conhecer o nível de desempenho de suas tecnologias construtivas e o interesse na melhoria contínua de seus processos.

Diante dos indicadores de perdas obtidos, pode-se verificar que, apesar das perdas de concreto na produção de viga + laje (2%) e de blocos (0.8%) terem apresentado valores de *benchmarking* inferiores aos dispostos no Tcpo (2008), os valores coletados para perdas de argamassa (alvenaria e emboço) ainda estão distantes da referência adotada.

Quando comparados aos valores de referência dados no Tcpo (2008), os valores de *benchmarking* para produtividade da mão de obra alcançados pelos serviços de concretagem estão bem próximos às medianas. No entanto, os valores referentes aos serviços de elevação da alvenaria de vedação e revestimento externo apresentam valores que se enquadram no intervalo entre a mediana e o máximo, quando comparados aos valores de referência.

Os resultados obtidos apresentam a realidade de um grupo de empresas construtoras, cuja abrangência de análise deve considerar as características do contexto da construção.

#### REFERÊNCIAS

Abecip - Associação Brasileira de Crédito Imobiliário e Poupança, Financiamentos imobiliários, Disponível em: <[http://www.abecip.org.br/m22.asp?submenu=sim&cod\\_pagina=680&cod\\_pai=430](http://www.abecip.org.br/m22.asp?submenu=sim&cod_pagina=680&cod_pai=430)>. Acesso em: 01 abr. 2014.

Agopyan, V. et al., Pesquisa: Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras, *Relatório final*, EPUSP/FINEP/ITQC, São Paulo, Brasil (1998).

Construbusiness 2012, *Competitividade sustentável*, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil (2012).

Fiepe - Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco, Índice de velocidade de vendas, Ano XIX, n. 1 (2014).

Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Em 2011, PIB cresce 2,7% e totaliza R\$ 4,143 trilhões. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias%20/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=2093](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias%20/noticia_visualiza.php?id_noticia=2093)>. Acesso em: 27 mai. 2012.

Jang, H. and Kim, K. and Kim, J. and Kim, J., Labour productivity model for reinforced concrete construction projects. *Construction Innovation*, v. 11, n. 1, 92-113 (2011).

Kim, T.W., Productivity Management Methodology Using Productivity Achievement Ratio. *KSCE Journal of Civil Engineering*, **15(1)**, 23-31 (2011).

Lordsleem Jr., A.C., Adequação, implantação e acompanhamento de programa de monitoramento de obra com alvenaria de vedação racionalizada com blocos de concreto, *Relatório final de atividades 2008*, ABCP/SEBRAE, Recife, Brasil (2009).

Mawdesley, M.J. and Al-Jibouri, S., Modelling construction project productivity using systems dynamics approach, *International Journal of Productivity and Performance Management*, **59(1)**, 18-36 (2010).

Pinho, S.A.C., Desenvolvimento de programa de indicadores de desempenho para tecnologias construtivas à base de cimento: perdas, consumo e produtividade. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Recife (2013).

Souza, U.E.L., *Como reduzir perdas nos canteiros: manual de Gestão do Consumo de Materiais de Construção Civil*, São Paulo, Brasil (2005).

Tcpo, *Tabelas de composição de preços para orçamentos*. 13<sup>th</sup> Edn., Pini, São Paulo, Brasil (2008).