



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO PARA GESTÃO DA PRODUTIVIDADE E RETROALIMENTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA¹

SOARES, George Nunes (1); BARROS NETO, José de Paula (2); ANDRADE,
Artemária Coelho de (3)

(1) UFC, e-mail: georgesoaaresthe@gmail.com; (2) UFC, e-mail:
barrosneto@gercon.ufc.br; (3) UESPI, e-mail: artemaria.andrade@gmail.com

RESUMO

A mensuração do índice de produtividade nas empresas cearenses é aplicada apenas por gestores com apreciação ao tema ou durante implementação de novos métodos executivos. Este artigo objetiva a proposição de um modelo para gestão do índice de produtividade e retroalimentação orçamentária a partir dos dados contidos nas medições dos serviços. O estudo foi desenvolvido por uma dissertação de mestrado, pertencente ao GERCON, em parceria com a Coopercon-CE através do INOVACON. A pesquisa possui duas etapas, sendo a primeira com a geração das RUP's cumulativas médias em cada serviço, e a segunda com a retroalimentação dos índices de produtividade orçados com os índices reais de obra, obtidos na primeira etapa. Nos resultados, observou-se desvios da produtividade real (medida em obra) superior a orçada na ordem de 110% e 27% para o serviço de alvenaria de bloco cerâmico e de 25% no serviço de bloco de gesso. Os desvios encontrados nesses serviços evidenciam o uso de índices de produtividade orçados em um nível alto de eficiência, que as equipes de execução não os conseguem cumprir. Assim, com o modelo proposto, gera-se índices de produtividade de modo frequente e facilitado, o que proporciona o desenvolvimento orçamentário e do controle da produção.

Palavras-chave: Modelo. Gestão. Retroalimentação orçamentária. Produtividade

ABSTRACT

The measurement of productivity indices in Ceará's companies is applied only by managers with discretion regarding the subject or during the implementation of new businesses methods. The purpose of this article is to propose a model to management the productivity index and budget feedback from the services' measurement data. The study was developed in a dissertation belonging to GERCON, in partnership with Coopercon-CE through the INOVACON. The research has two stages: The first one is the generation of the average productivity indices in each service while the second one is the feedback of budget productivity indices with these results. As a result, it was observed deviations of actual productivity around over 110% when compared to the budgeted one, 27% for ceramic block masonry service and 25% for plaster block services. The deviations found corroborate the use of budgeted productivity indices in a high level of efficiency, which cannot be accomplished by the execution teams. Therefore, through the model it is possible to obtain productivity indices in a facilitated and frequently manner, which provides the development of budget and management actions regarding the production.

¹ Soares, G. N.; Barros Neto, J. de P.; Andrade, A. C. de. Proposição de um modelo para gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16. 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: *Model. Management. Budget feedback. Productivity.*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento econômico de um país pode ser mensurado, dentre outros fatores, pela produtividade de suas indústrias, tendo em vista que a elevada produtividade é traduzida em bons salários, lucros, boas receitas fiscais, produtos com menor preço e com qualidade, bons serviços para os clientes e de forma geral benefício para a sociedade (VOGL; ABDEL-WAHAB, 2015).

Além da importância para um país, o indicador de produtividade é um fator chave, que as empresas deveriam medir, para alcançarem sua permanência no mercado. De fato, a produtividade é um processo gerador de vantagem competitiva (HWANG; SOH, 2013). Entretanto, a quantificação do trabalho, para a obtenção do indicador de produtividade durante a etapa de construção é uma das mais difíceis e controversas áreas da construção civil (ZHAO; DUNGAN, 2014).

O objetivo deste artigo é a proposição de um modelo para gestão dos índices de produtividade e, com esses, retroalimentar os índices de orçamento, através dos dados contidos nas planilhas de medições das empresas.

2 MENSURAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E O PROCESSO DE RETROALIMENTAÇÃO

De acordo com Machado (2013), a retroalimentação é o processo de comunicação que reage a cada informação de entrada e incorpora o resultado da “ação resposta” desencadeada por meio de uma nova informação, a qual afeta o comportamento subsequente, e assim sucessivamente em um processo cíclico.

Para Machado (2013) o processo de retroalimentação corrobora com as principais razões para aplicação de um processo de medição de desempenho. Segundo Pinto *et al.* (2012) essas principais razões para aplicação do sistema de desempenho são: assegurar o atendimento ao requisito dos clientes, capacidade de estabelecer objetivos e respeitá-los, prover padrões para comparação, promover a visibilidade para o monitoramento, destacar os problemas e identificar as áreas prioritárias e promover a retroalimentação para a melhoria dos esforços aplicados.

A medição de desempenho é um a importante ferramenta para direcionar as ações estratégicas. A mensuração dos dados de produtividade pode ser usado como informação para o processo de tomada de decisão (NEELY, 1998 apud PINTO *et al.*, 2012).

Para Souza (2006), o processo de mensuração tem que avaliar a eficiência na transformação de entradas em saídas que cumpram os objetivos previstos para tal processo. De acordo com Han, Lee e Peña-Mora (2012) e Thomas e Yiakoumis (1987), existem diversos fatores que afetam a produtividade. Logo, os autores introduziram um modelo considerando estes

fatores, no qual faz-se a mensuração e previsão da produtividade de forma matemática considerando estatisticamente esses impactos.

No Brasil, esse é o modelo mais difundido em pesquisas, o qual foi introduzido no cenário nacional por Souza (2000). Na sua aplicação, a produtividade é denominada de RUP (Razão Unitária de Produção), sendo essa uma proporção de entradas sobre saídas. O autor considera essa relação de entradas/saídas como sendo homem-hora pela quantidade de serviço executado, mostrada na Equação 1.

$$Rup = \frac{Entradas}{Saídas} = \frac{Homem-hora}{Quantidade\ de\ serviço\ (m^2, m^3 \dots)} \quad (1)$$

Fonte: Souza (2000)

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada pelo Grupo de Pesquisa e Assessoria em Gerenciamento da Construção Civil (GERCON) e financiado pelo programa de Inovação Tecnológica da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVACON), pertencente a COOPERCON-CE. Teve-se a participação de 15 empresas no processo, e dessas, 2 foram utilizadas para a descrição e aplicação prática do modelo proposto neste artigo. Neste trabalho aborda-se uma parte dos resultados obtidos na pesquisa e descreve o modelo de gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária utilizados no estudo.

Para a formatação do processo, foram analisadas três planilhas de medições dos serviços, fornecidas por três empresas distintas. Dessas, avaliou-se os dados de entrada das planilhas e quais incrementos seriam necessários para a obtenção de um indicador de produtividade confiável.

Na análise das planilhas, identificou-se que essas continham os dados de entrada necessários a geração de um índice de produtividade, e que, o incremento da análise das faltas, que não existia nas planilhas, possibilitariam a geração de um índice confiável. Assim, Realizou-se um projeto piloto nas duas empresas, utilizadas neste artigo, e junto aos diretores técnicos dessas e das demais empresas, concluiu-se que os índices gerados pelo modelo eram reais e confiáveis. Após essa constatação, deu-se continuidade a pesquisa nas demais empresas.

O paradigma da pesquisa caracteriza-se como funcionalista e a sua natureza é quantitativa. Quanto ao tipo essa é descritiva. A estratégia de pesquisa utilizada é o *design science* e a coleta dos dados foi realizada com a ajuda das equipes técnicas de cada obra pesquisada, sendo esses engenheiros, técnicos e estagiários de engenharia civil.

4 DESCRIÇÃO DO MODELO

Na descrição do modelo serão apresentadas duas planilhas eletrônicas, a primeira para a mensuração dos índices de produtividade e a segunda a retroalimentação orçamentária. As planilhas foram formuladas de modo simples e quantificadas em duas, para melhor visualização do processo de funcionamento do modelo proposto.

A pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo cada planilha pertencente a uma delas. A planilha da primeira etapa consiste na mensuração dos índices de produtividade do oficial, sendo essa, através das RUP's cumulativas médias de cada pacote de execução, para redução dos impactos dos fatores diários que afetam a produtividade. A planilha da segunda etapa consiste na retroalimentação, dos índices de orçamento, com os resultados da primeira etapa.

Para a melhor representação do processo, o modelo será descrito de forma teórica e em seguida aplicado de forma prática em duas empresas participantes da pesquisa.

4.1 Mensuração da Produtividade

A primeira etapa da pesquisa é a obtenção dos índices de produtividade. A Figura 1 representa a planilha de mensuração com suas colunas numeradas, para melhor descrição do seu processo de funcionamento.

Figura 1 Planilha de mensuração dos índices de produtividade

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5			Coluna 6		Coluna 7		Coluna 8	Coluna 9
Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais

Fonte: Os autores

No início da mensuração dos índices, identifica-se nas colunas 1, 2 e 3 o serviço a ser executado, a identificação da equipe de execução e a unidade na qual o serviço será medido, respectivamente.

Na coluna 4, informa-se o quantitativo executado pela equipe, em seguida, na coluna 5, identifica-se a duração da execução do pacote de serviço, com a entrada das datas de início e término; essa identificação pode gerar durações em horas ou dias, de acordo com o método de controle utilizado. Nas colunas 6 e 7 identifica-se a equipe direta e as faltas ocorridas no período de execução. As faltas têm influência importante na precisão do resultado e impactam na formação do homem-hora contido na coluna 8. A coluna 8 é o resultado da multiplicação da coluna 6 (número de homens) com a coluna 5 (duração da execução). Assim, com a união dessas informações e utilização da fórmula para o cálculo da RUP, gera-se a RUP cumulativa relativa aos oficiais que executaram o pacote de serviço, aplicado na coluna 9.

De acordo com a escolha do gestor, o modelo permite a mensuração do índice de produtividade da equipe direta, do oficial e do servente. Nesse

artigo, será mensurada a produtividade do oficial para a descrição do modelo.

4.2 Retroalimentação Orçamentária

A segunda etapa do modelo é a operacionalização da retroalimentação orçamentária com os índices gerados na primeira etapa da pesquisa.

A Figura 2 representa a planilha de retroalimentação, com suas colunas numeradas para melhor descrição do seu processo operacional. Os ciclos de medição estão representados na forma de meses, sendo esse, o intervalo de tempo normalmente utilizado pelas empresas de construção civil. A planilha apresenta o total de cinco ciclos ou meses, no entanto, essa quantidade é ilustrativa; pois a quantidade de ciclos dependerá do tipo de serviço e de obra a ser avaliada.

Figura 2 planilha de retroalimentação orçamentária

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10	Coluna 11	Coluna 12	Coluna 13	Coluna 14	Coluna 15
Serviço	Unid.	Produtividade Orçada	Mês 1	Δ 1	Mês 2	Δ 2	Mês 3	Δ 3	Mês 4	Δ 4	Mês 5	Δ 5	Produtividade Real Média	Δ Total

Fonte: Os autores

A operacionalização da planilha, tem início nas colunas 1 e 2 com a identificação do serviço a ser avaliado e a sua referida unidade para mensuração, respectivamente. A coluna 3 refere-se ao índice de produtividade previsto em orçamento, contido nas composições de custo dos serviços.

As colunas 4, 6, 8, 10 e 12 indicam o intervalo de tempo entre os ciclos de medição, neste caso, os meses. Nessas colunas são informadas as RUP's cumulativas de cada serviço pertencente aos ciclos de medição.

As colunas 5, 7, 9, 11 e 13 indicam os desvios nos índices de produtividade. A coluna 5 mensura o desvio da produtividade real do primeiro mês de execução em relação a produtividade orçada; as colunas 7, 9, 11 e 13 mensuram o desvio da produtividade do mês atual em relação ao mês anterior. Esse processo gera informações para atualização dos índices previstos em orçamento e a análise do andamento da produção ao término de cada ciclo de medição dos serviços.

A coluna 14 mensura a RUP real cumulativa média de cada serviço em todos os ciclos de medição, nos quais ele venha a ocorrer. Na coluna 15 tem-se o desvio total da produtividade real cumulativa média, da coluna 14, comparada com a produtividade orçada, da coluna 3. Assim, ao término de cada serviço obtém-se a caracterização da produtividade dos operários da empresa, em cada serviço, e a avaliação do processo de orçamentação.

Após a descrição teórica do funcionamento do modelo será demonstrada a sua aplicação prática em duas empresas da construção civil da cidade de Fortaleza.

5 APLICAÇÃO DO MODELO

Na aplicação prática do modelo, foram escolhidas duas empresas participantes da pesquisa para a simulação do funcionamento do modelo. Os resultados obtidos foram apresentados aos engenheiros das empresas para suas avaliações dos dados gerados a viabilidade de implantação. Assim, escolheu-se as empresas B e M para essa simulação, por serem as empresas com maior participação no processo da pesquisa.

5.1 Empresa B

A obra pesquisada na empresa B continha um percentual de aproximadamente 50 % da sua execução concluída. Essa obteve investimentos para análise da sua produtividade, para isso foi contratado um profissional, exclusivamente, para cronometrar os tempos destinados a execução dos seus serviços. Nessa obra, foram avaliados os serviços de alvenaria de bloco cerâmico e alvenaria em bloco de gesso, descritos nos itens seguintes.

5.1.1 Mensuração da Produtividade

As equipes de execução de alvenaria em bloco cerâmico e bloco de gesso foram formadas, de modo que, cada uma seria responsável pela execução de um pacote, com quantitativo fixo, e dedicadas somente a execução desse serviço.

A Tabela 1 contém os serviços coletados no primeiro ciclo de medição, nesse período, os dois serviços pesquisados estavam em execução, sendo coletados 3 amostras das equipes de alvenaria de bloco cerâmico e duas de bloco de gesso.

Tabela 1 Planilha do 1º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.	Oficiais	Oficiais
Alvcer	3º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	08/04/2015	22/04/2015	142,00	2	1	0	0	142,00	1,15
Alvcer	3º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	08/04/2015	20/04/2015	135,70	2	1	0	0	135,70	1,10
Alvcer	4º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	14/04/2015	30/04/2015	197,13	2	1	0	0	197,13	1,60
Blocgess	2º Pav tipo	m²	94,59	08/04/2015	20/04/2015	42,48	1	1	0	0	42,48	0,45
Blocgess	3º Pav tipo	m²	94,59	08/04/2015	16/04/2015	44,61	1	1	0	0	44,61	0,47

Fonte: Os autores

As equipes de bloco cerâmico todas têm a composição de 2 pedreiros e 1 servente (2:1) e em bloco de gesso 1:1. A RUP cumulativa média do bloco cerâmico nessa medição foi de 1,28 Hh/m² e a RUP de bloco de gesso de 0,46 Hh/m².

A Tabela 2 contém a execução dos dois serviços, com 7 amostras de equipes de bloco cerâmico e 3 de bloco de gesso. A RUP cumulativa média observada nesse ciclo de medição foi de 0,95 Hh/m² no bloco cerâmico e 0,44 Hh/m² no bloco de gesso.

Tabela 2 Planilha do 2º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	4º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	22/04/2015	04/05/2015	129,40	2	1	0	0	129,40	1,05
Alvcer	5º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	24/04/2015	07/05/2015	105,74	2	1	0	0	105,74	0,86
Alvcer	5º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	24/04/2015	06/05/2015	129,70	2	1	0	0	129,70	1,05
Alvcer	6º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	04/05/2015	13/05/2015	121,40	2	1	0	0	121,40	0,99
Alvcer	6º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	04/05/2015	14/05/2015	121,60	2	1	0	0	121,60	0,99
Alvcer	7º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	07/05/2015	18/05/2015	114,30	2	1	0	0	114,30	0,93
Alvcer	7º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	07/05/2015	25/05/2015	94,81	1	1	0	0	94,81	0,77
Blogcess	4º Pav tipo	m²	94,59	28/04/2015	04/05/2015	47,08	1	1	0	0	47,08	0,50
Blogcess	5º Pav tipo	m²	94,59	14/05/2015	20/05/2015	37,85	1	1	0	0	37,85	0,40
Blogcess	6º Pav tipo	m²	94,59	20/05/2015	26/05/2015	39,86	1	1	0	0	39,86	0,42

Fonte: Os autores

Na Tabela 3 tem-se os dados de 8 amostras de bloco cerâmico e 4 de bloco de gesso. A RUP cumulativa média observada nesse ciclo foi de 1,49 Hh/m² no bloco cerâmico e 0,50 Hh/m² no bloco de gesso.

Tabela 3 Planilha do 3º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	8º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	15/05/2015	02/06/2015	192,63	2	1	0	0	192,63	1,56
Alvcer	8º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	15/05/2015	02/06/2015	189,96	2	1	0	0	189,96	1,54
Alvcer	9º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	22/05/2015	10/06/2015	194,9	2	1	0	0	194,90	1,58
Alvcer	9º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	03/06/2015	18/06/2015	175,9	2	1	0	0	175,90	1,43
Alvcer	10º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	03/06/2015	18/06/2015	194,63	2	1	0	0	194,63	1,58
Alvcer	10º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	08/06/2015	26/06/2015	236,56	2	1	0	0	236,56	1,92
Alvcer	11º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	11/06/2015	24/06/2015	160,26	2	1	0	0	160,26	1,30
Alvcer	11º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	19/06/2015	30/06/2015	126,6	2	1	0	0	126,60	1,03
Blogcess	7º Pav tipo	m²	94,59	27/05/2015	05/06/2015	51,06	1	1			51,06	0,54
Blogcess	8º Pav tipo	m²	94,59	09/06/2015	12/06/2015	62,73	1	1			39,00	0,41
Blogcess	9º Pav tipo	m²	94,59	15/06/2015	19/06/2015	36,31	1	1			62,73	0,66
Blogcess	10º Pav tipo	m²	94,59	22/06/2015	26/06/2015	36,03	1	1			36,31	0,38

Fonte: Os autores

A Tabela 4 contém 6 amostras de bloco cerâmico e 3 em bloco de gesso. A RUP cumulativa média observada foi de 1,40 Hh/m² no bloco cerâmico e 0,45 Hh/m² no bloco de gesso.

Tabela 4 Planilha do 4º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (horas)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	12º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	19/06/2015	10/07/2015	206,10	2	1	0	0	206,10	1,67
Alvcer	12º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	25/06/2015	13/07/2015	159,73	2	1	0	0	159,73	1,30
Alvcer	13º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	30/06/2015	29/07/2015	224,50	2	1	0	0	224,50	1,82
Alvcer	13º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	30/06/2015	16/07/2015	148,83	2	1	0	0	148,83	1,21
Alvcer	14º PAV TIPO C1 E C2	m²	123,18	14/07/2015	22/07/2015	117,06	2	1	0	0	117,06	0,95
Alvcer	14º PAV TIPO C3 E C4	m²	123,18	13/07/2015	27/07/2015	178,26	2	1	0	0	178,26	1,45
Blogcess	11º Pav tipo	m²	94,59	15/07/2015	24/07/2015	50,01	1	1	0	0	36,03	0,38
Blogcess	12º Pav tipo	m²	94,59	20/07/2015	24/07/2015	42,38	1	1	0	0	50,01	0,53
Blogcess	13º Pav tipo	m²	94,59	24/07/2015	30/07/2015	33,02	1	1	0	0	42,38	0,45

Fonte: Os autores

Observa-se que durante todos os ciclos de execução avaliados, não foram observadas faltas dos componentes das equipes diretas avaliadas.

5.1.2 Retroalimentação Orçamentária

A Tabela 5 mostra o processo de retroalimentação das RUP's cumulativas médias dos oficiais nos serviços coletados na empresa B. Na primeira etapa foram avaliados quatro ciclos de medição, representados por quatro meses.

Tabela 5 Planilha de retroalimentação da empresa B

Serviço	Unid.	Produção Orçada	Mês 1	Δ 1	Mês 2	Δ 2	Mês 3	Δ 3	Mês 4	Δ 4	Produção Real Média (m ² /Hh)	Δ Total
Alvcer	m ² /(H.h)	0,61	1,28	111%	0,95	-26%	1,49	58%	1,40	-6%	1,28	110%
Blocgess	m ² /(H.h)	0,37	0,46	24%	0,44	-4%	0,50	14%	0,45	-9%	0,46	25%

Fonte: Os autores

Na planilha de retroalimentação fez-se a avaliação das produtividades obtidas no primeiro mês comparadas as de orçamento ($\Delta 1$) e, nos meses seguintes ($\Delta 2$, $\Delta 3$ e $\Delta 4$), a comparação da produtividade foi realizada avaliando o mês atual com o mês anterior.

Observa-se não existe repetição de nenhum índice mês a mês, sempre ocorrendo variações, sendo essas "negativas" ou "positivas". Os desvios máximo, em cada serviço, foram mensurados no primeiro mês, o que demonstrou de início um erro de previsão no processo de orçamentação. No serviço de alvenaria de bloco cerâmico o desvio foi da produtividade real 111% superior a orçada e no bloco de gesso 24% superior.

Na análise do andamento da produção mês a mês através dos índices medidos, observa-se a melhor produtividade das equipes no mês 2 e a pior no mês 3. Com esses resultados e a análise do processo de execução em cada mês o gestor ter um maior controle do seu processo operacional.

Na conclusão dos quatro ciclos de medição, o serviço de alvenaria de bloco cerâmico teve uma RUP cumulativa real média de 1,28 Hh/m², sendo essa 110% superior a orçada (0,61 Hh/m²) e o bloco de gesso teve uma RUP cumulativa real média de 0,46 Hh/m², sendo essa 25% superior a orçada (0,37 Hh/m²).

5.2 Empresa M

A empresa M participou da pesquisa com uma obra constituinte de duas torres, denominadas TA e TM. O serviço avaliado nessa empresa foi a Alvenaria em bloco cerâmico. No dimensionamento dos pacotes de execução, definiu como o quantitativo a ser executado pelas equipes, o total relativo a um apartamento.

5.2.1 Mensuração da Produtividade

A Tabela 6 contém os dados das equipes na execução dos primeiros pavimentos das duas torres TA e TM. Na execução do serviço identificou-se 6 amostras das equipes diretas. A RUP cumulativa média das equipes nessa medição foi de 0,67 Hh/m².

Tabela 6 Planilha do 1º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (dias)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	1.1 TA (Torre Aldeota)	m²	180,55	25/09/2014	02/10/2014	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	1.2 TA	m²	180,55	26/09/2014	03/10/2014	6	2	1	0	0	101,00	0,56
Alvcer	2.1 TA	m²	180,55	08/10/2014	15/10/2014	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	2.2 TA	m²	180,55	14/10/2014	22/10/2014	7	2	1	0	0	120,50	0,67
Alvcer	1.1 TM (Torre Meireles)	m²	180,55	08/10/2014	15/10/2014	6	2	1	0	0	103,00	0,57
Alvcer	1.2 TM	m²	180,55	20/10/2014	31/10/2014	10	2	1	0	0	171,00	0,95

Fonte: Os autores

A Tabela 7 representa o segundo ciclo de medição, nesse ciclo, o total de 14 amostras de equipes foram mensuradas. A RUP cumulativa média das equipes nessa medição foi de 0,69 Hh/m².

Tabela 7 Planilha do 2º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (dias)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	3.1 TA	m²	180,55	24/10/2014	03/11/2014	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	3.2 TA	m²	180,55	28/10/2014	02/11/2014	4	2	1			68,00	0,38
Alvcer	4.1 TA	m²	180,55	04/11/2014	10/11/2014	5	2	1			85,50	0,47
Alvcer	4.2 TA	m²	180,55	05/11/2014	10/11/2014	4	2	1			68,00	0,38
Alvcer	5.1 TA	m²	180,55	06/11/2014	14/11/2014	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	5.2 TA	m²	180,55	07/11/2014	13/11/2014	5	2	1			85,50	0,47
Alvcer	6.1 TA	m²	180,55	11/11/2014	19/11/2014	7	2	1			120,50	0,67
Alvcer	6.2 TA	m²	180,55	12/11/2014	20/11/2014	7	2	1			120,50	0,67
Alvcer	2.1 TM	m²	180,55	03/11/2014	12/11/2014	8	2	1			138,00	0,76
Alvcer	2.2 TM	m²	180,55	03/11/2014	12/11/2014	8	2	1			138,00	0,76
Alvcer	3.1 TM	m²	180,55	12/11/2014	21/11/2014	8	2	1			136,00	0,75
Alvcer	3.2 TM	m²	180,55	12/11/2014	24/11/2014	9	2	1			153,50	0,85
Alvcer	4.1 TM	m²	180,55	13/11/2014	25/11/2014	9	2	1			153,50	0,85
Alvcer	4.2 TM	m²	180,55	17/11/2014	28/11/2014	10	2	1			171,00	0,95

Fonte: Os autores

A Tabela 8 representa o terceiro ciclo de medição, o total de 18 amostras de equipes tiveram suas produtividades mensuradas nesse ciclo. A RUP cumulativa média das equipes nessa medição foi de 0,76 Hh/m².

Tabela 8 Planilha do 3º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (dias)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	7.1 TA	m²	180,55	21/11/2014	02/12/2014	8	2	1			136,00	0,75
Alvcer	7.2 TA	m²	180,55	21/11/2014	04/12/2014	10	2	1			171,00	0,95
Alvcer	8.1 TA	m²	180,55	21/11/2014	03/12/2014	9	2	1			153,50	0,85
Alvcer	8.2 TA	m²	180,55	21/11/2014	04/12/2014	10	2	1			171,00	0,95
Alvcer	9.1 TA	m²	180,55	04/12/2014	11/12/2014	6	2	1			103,00	0,57
Alvcer	9.2 TA	m²	180,55	03/12/2014	12/12/2014	8	2	1			136,00	0,75
Alvcer	10.1 TA	m²	180,55	12/12/2014	19/12/2014	6	2	1			101,00	0,56
Alvcer	10.2 TA	m²	180,55	15/12/2014	19/12/2014	5	2	1			85,50	0,47
Alvcer	5.1 TM	m²	180,55	24/11/2014	01/12/2014	6	2	1			103,00	0,57
Alvcer	5.2 TM	m²	180,55	24/11/2014	04/12/2014	9	2	1			155,50	0,86
Alvcer	6.1 TM	m²	180,55	26/11/2014	09/12/2014	10	2	1			171,00	0,95
Alvcer	6.2 TM	m²	180,55	01/12/2014	12/12/2014	10	2	1			171,00	0,95
Alvcer	7.1 TM	m²	180,55	02/12/2014	10/12/2014	7	2	1			120,50	0,67
Alvcer	7.2 TM	m²	180,55	05/12/2014	11/12/2014	5	2	1			85,50	0,47
Alvcer	8.1 TM	m²	180,55	10/12/2014	19/12/2014	8	2	1			136,00	0,75
Alvcer	8.2 TM	m²	180,55	13/12/2014	29/12/2014	10	2	1			171,00	0,95
Alvcer	9.1 TM	m²	180,55	11/12/2014	19/12/2014	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	9.2 TM	m²	180,55	12/12/2014	19/12/2014	6	2	1			101,00	0,56

Fonte: Os autores

A Tabela 9 representa o quarto ciclo de medição, o total de 14 amostras de equipes foram avaliadas. A RUP cumulativa média das equipes nessa medição foi de 0,98 Hh/m².

Tabela 9 Planilha do 4º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (dias)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	11.1 TA	m ²	180,55	16/12/2014	06/01/2015	14	2	1			206,00	1,14
Alvcer	11.2 TA	m ²	180,55	16/12/2014	06/01/2015	14	2	1			206,00	1,14
Alvcer	12.1 TA	m ²	180,55	20/12/2014	29/01/2015	27	2	1			171,00	0,95
Alvcer	12.2 TA	m ²	180,55	20/12/2014	22/01/2015	22	2	1			171,00	0,95
Alvcer	13.1 TA	m ²	180,55	07/01/2015	22/01/2015	12	2	1			206,00	1,14
Alvcer	13.2 TA	m ²	180,55	07/01/2015	22/01/2015	12	2	1			206,00	1,14
Alvcer	14.1 TA	m ²	180,55	16/01/2015	28/01/2015	9	2	1			153,50	0,85
Alvcer	14.2 TA	m ²	180,55	21/01/2015	29/01/2015	7	2	1			120,50	0,67
Alvcer	10.2 TM	m ²	180,55	30/12/2014	16/01/2015	13	2	1			206,00	1,14
Alvcer	11.1 TM	m ²	180,55	24/12/2014	09/01/2015	11	2	1			206,00	1,14
Alvcer	11.2 TM	m ²	180,55	29/12/2014	13/01/2015	11	2	1			206,00	1,14
Alvcer	12.1 TM	m ²	180,55	09/01/2015	19/01/2015	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	12.2 TM	m ²	180,55	18/01/2015	28/01/2015	8	2	1			138,00	0,76
Alvcer	13.1 TM	m ²	180,55	20/01/2015	28/01/2015	7	2	1			120,50	0,67

Fonte: Os autores

A Tabela 10 representa o quinto ciclo de medição, o total de 14 amostras de equipes foram coletadas. A RUP cumulativa média das equipes nessa medição foi de 0,78 Hh/m².

Tabela 10 Planilha do 5º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (dias)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	15.1 TA	m ²	180,55	29/01/2015	09/02/2015	8	2	1			136,00	0,75
Alvcer	15.2 TA	m ²	180,55	30/01/2015	12/02/2015	10	2	1			171,00	0,95
Alvcer	16.1 TA	m ²	180,55	30/01/2015	09/02/2015	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	16.2 TA	m ²	180,55	10/02/2015	20/02/2015	7	2	1			153,50	0,85
Alvcer	17.1 TA	m ²	180,55	10/02/2015	24/02/2015	9	2	1			188,50	1,04
Alvcer	17.2 TA	m ²	180,55	13/02/2015	26/02/2015	8	2	1			171,00	0,95
Alvcer	18.1 TA	m ²	180,55	23/02/2015	26/02/2015	4	2	1			70,00	0,39
Alvcer	18.2 TA	m ²	180,55	21/02/2015	27/02/2015	5	2	1			85,50	0,47
Alvcer	13.2 TM	m ²	180,55	28/01/2015	05/02/2015	7	2	1			120,50	0,67
Alvcer	14.1 TM	m ²	180,55	28/01/2015	05/02/2015	7	2	1			120,50	0,67
Alvcer	14.2 TM	m ²	180,55	05/02/2015	19/02/2015	9	2	1			188,50	1,04
Alvcer	15.1 TM	m ²	180,55	05/02/2015	13/02/2015	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	15.2 TM	m ²	180,55	19/02/2015	27/02/2015	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	16.1 TM	m ²	180,55	13/02/2015	26/02/2015	8	2	1			171,00	0,95

Fonte: Os autores

A Tabela 11 representa o sexto ciclo de medição, o total de 13 amostras da produtividade de equipes diretas foram obtidas. A RUP cumulativa média das equipes nessa medição foi de 0,69 Hh/m².

Tabela 11 Planilha do 6º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (dias)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	19.1 TA	m²	180,55	24/02/2015	03/03/2015	6	2	1			103,00	0,57
Alvcer	19.2 TA	m²	180,55	27/02/2015	09/03/2015	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	20.1 TA	m²	180,55	04/03/2015	13/03/2015	8	2	1			136,00	0,75
Alvcer	20.2 TA	m²	180,55	02/03/2015	09/03/2015	6	2	1			103,00	0,57
Alvcer	21.1 TA	m²	180,55	11/03/2015	20/03/2015	7	2	1			136,00	0,75
Alvcer	21.2 TA	m²	180,55	09/03/2015	20/03/2015	9	2	1			171,00	0,95
Alvcer	16.2 TM	m²	180,55	27/02/2015	09/03/2015	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	17.1 TM	m²	180,55	27/02/2015	06/03/2015	6	2	1			101,00	0,56
Alvcer	17.2 TM	m²	180,55	09/03/2015	16/03/2015	6	2	1			103,00	0,57
Alvcer	18.1 TM	m²	180,55	06/03/2015	16/03/2015	7	2	1			118,50	0,66
Alvcer	18.2 TM	m²	180,55	17/03/2015	25/03/2015	5	2	1			120,50	0,67
Alvcer	19.1 TM	m²	180,55	17/03/2015	25/03/2015	5	2	1			120,50	0,67
Alvcer	19.2 TM	m²	180,55	19/03/2015	27/03/2015	5	2	1			118,50	0,66

Fonte: Os autores

A Tabela 12 contém as equipes em execução final do serviço de alvenaria, o total de 6 amostras de equipes de alvenaria foram coletadas. A RUP cumulativa média das equipes nessa medição foi de 1,03 Hh/m².

Tabela 12 Planilha do 7º ciclo de medição

Item	Equipe	Unid.	Quantitativo executado	DATA			Equipe		Faltas		Homem-hora	Rup
				Início	Término	Duração (dias)	Oficiais	Aux.	Oficiais	Aux.		
Alvcer	22.1 TA	m²	180,55	25/03/2015	06/04/2015	7	2	1			153,50	0,85
Alvcer	22.2 TA	m²	180,55	24/03/2015	06/04/2015	8	2	1			171,00	0,95
Alvcer	20.1 TM	m²	180,55	20/03/2015	07/04/2015	11	2	1			186,50	1,03
Alvcer	20.2 TM	m²	180,55	30/03/2015	10/04/2015	9	2	1			171,00	0,95
Alvcer	21.1 TM	m²	180,55	26/03/2015	14/04/2015	12	2	1			204,00	1,13
Alvcer	21.2 TM	m²	180,55	08/04/2015	22/04/2015	9	2	1			188,50	1,04

Fonte: Os autores

Observa-se durante os ciclos de medição que não foram observadas faltas nas equipes de execução e a essa mantém-se constante na sua composição.

5.2.2 Retroalimentação Orçamentária

As Tabela 13 e 14 mostram a retroalimentação orçamentária da empresa M no serviço avaliado. O bom controle da empresa nesse serviço permitiu a obtenção de 7 ciclos de medição e esses com um grande número de equipes analisadas.

Tabela 13 Planilha de retroalimentação da empresa M (cont.)

Serviço	Unid.	Produção Orçada	Mês 1	Δ 1	Mês 2	Δ 2	Mês 3	Δ 3	Mês 4	Δ 4	Mês 5	Δ 5
Alvcer	m²/(H.h)	0,63	0,67	6%	0,69	3%	0,76	10%	0,98	29%	0,78	-20%

Fonte: Os autores

Tabela 14 Planilha de retroalimentação da empresa M

Serviço	Unid.	Mês 6	Δ 6	Mês 7	Δ 7	Produção Real Média (m²/Hh)	Δ Total
Alvcer	m²/(H.h)	0,69	-12%	1,03	49%	0,80	27%

Fonte: Os autores

Na análise do seu primeiro índice real mensurado com o orçado, observa-se uma variação da RUP de apenas 6%, com a RUP real superior. No entanto, no decorrer da execução o índice real sobe aumentando o seu desvio em relação a orçada como em relação as medições anteriores. Essas variações demonstram uma instabilidade durante o período de execução, sendo essa acentuada a partir do terceiro ciclo.

No decorrer dos ciclos de medição, observa-se a maior variação obtida no ultimo mês de medição, que é explicada pelo processo lento de execução na finalização de um serviço, pela checagem dos seus detalhes.

Em suma, o serviço de alvenaria de bloco cerâmico teve uma RUP cumulativa real média de 0,80 Hh/m², sendo essa 27% superior a orçada de 0,63 Hh/m².

5.3 Viabilidade de implantação do modelo

Nas avaliações do modelo serão descritas as considerações de engenheiros civis das empresas participantes sobre o modelo proposto. Estes profissionais participaram do processo de planejamento e controle das empresas e foram escolhidos pela experiência dentro desse processo, como também pela participação na pesquisa desde o seu estágio inicial.

5.3.1 Empresa B

De acordo com a obra, no processo de medição dos serviços, o foco da empresa é a mensuração do quantitativo executado e qual equipe realizou a execução. A empresa tentou implantar um sistema de medição que pudesse agregar a produtividade, no entanto, há mais de um programa computacional envolvidos nesse processo e a comunicação dos dados entre eles impossibilitou o desenvolvimento da proposta. A equipe da obra tem como fator adverso principal, a implantação do modelo proposto nesta pesquisa, a falta de comunicação entre os diferentes programas computacionais utilizados dentro do processo de medição da empresa. No entanto, foi consenso, que com esse fator solucionado a obtenção dos índices de produtividade e retroalimentação dos serviços iria agregar muito as empresas.

5.3.2 Empresa M

Na opinião do engenheiro de planejamento da empresa M a coluna 7 da planilha de obtenção e geração dos índices de produtividade, que trata das faltas, poderia ser retirada do modelo, pois as faltas implicam na baixa quantidade de serviço executada. Para a empresa, interessa saber o quantitativo executado, os funcionários envolvidos e o período em que foi executado. A empresa paga o funcionário pelo quantitativo executado dentro do ciclo de medição, logo, se o funcionário faltar, já estaria embutida na diminuição da produção.

A empresa possui uma planilha padrão para as obras informarem as medições dos serviços, no entanto, essa planilha pode ser alterada por cada obra, ou seja, o seu padrão não é fixado e exigido plenamente pela empresa. As informações base, que não podem deixar de ser preenchidas, são os quantitativos e o percentual de andamento do serviço.

6 CONCLUSÕES

Com a formulação das planilhas eletrônicas foi possível gerar índices de produtividade confiáveis e utilizar esses para retroalimentação orçamentária. Na etapa de retroalimentação foram observados altos desvios das produtividades reais e orçadas, o que demonstra necessidade de desenvolvimento do processo orçamentário.

O controle mensal das equipes de execução gera aos gestores a observação sistemática do seu processo produtivo com a possibilidade de detecção das falhas e maior precisão nas estimativas de custo e prazo dos empreendimentos de construção civil.

O engajamento dos gestores das obras e das empresas de tecnologia, que desenvolvem os programas para o processo de planejamento e controle, é fundamental para a aplicação do modelo. A falta de comunicação entre os programas utilizados é uma barreira para o desenvolvimento do processo de controle de produção.

Em trabalhos futuros pode-se determinar um *framework* dos processos necessários ao controle de produção das obras, isso para o desenvolvimento de um único programa que possa conter todo esse processo.

AGRADECIMENTOS

Pelo apoio ao processo de realização e viabilização da pesquisa, cita-se a FUNCAP e INOVACON – CE através da COOPERCON-CE.

REFERÊNCIAS

- GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HAN, S.; LEE, S.; PEÑA-MORA, F. Identification and Quantification of Non-Value-Adding Effort from Errors and Changes in Design and Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138 n.1, p. 98–109, 2012.
- Hwang, B.; Soh, C. "Trade-Level Productivity Measurement: Critical Challenges and Solutions." **Journal of Construction Engineering and Management**, 139(11), 04013013, 2013.
- MACHADO, L. et al. A Design Research como método de pesquisa de Administração: Aplicações práticas e lições aprendidas. **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (ENANPAD)**. Rio de Janeiro, p. 1-16. set. 2013.

PINTO, A. D. *et al.* Melhoria do processo de retroalimentação da informação em ambientes fabris: um estudo de caso em empresa do setor automotivo. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Bento Gonçalves, p. 1-14. out. 2012.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra**. São Paulo: Pini, 2006.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. **Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído**, Nº 8, Salvador, 2000.

THOMAS, H., YIAKOUMIS, I. "Factor Model of Construction Productivity." **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 113, n. 4), p. 623–639, 1987.

Vogl, B.; Abdel-Wahab, M. "Measuring the Construction Industry's Productivity Performance: Critique of International Productivity Comparisons at Industry Level." **Journal of Construction Engineering and Management**, 141(4), 04014085, 2015.

Zhao, T.; Dungan, J. "Improved Baseline Method to Calculate Lost Construction Productivity." **Journal of Construction Engineering and Management**, 140(2), 06013006, 2014.