



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **ANÁLISE DA VARIAÇÃO DE CUSTOS DE CÉLULAS DE PRODUÇÃO EM UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL**

**Luana Paixão (1); Felipe Moreira (2); Luiz Maurício Furtado Maués (3)**

(1) Faculdade de Engenharia Civil – Instituto de Tecnologia – Universidade Federal do Pará, Belém –  
e-mail:

(2) Faculdade de Engenharia Civil – Instituto de Tecnologia – Universidade Federal do Pará, Belém –  
e-mail:

(3) Faculdade de Engenharia Civil – Instituto de Tecnologia – Universidade Federal do Pará, Belém –  
e-mail:maués@ufpa.br

### **RESUMO**

Nos últimos anos tem-se verificado o crescente controle de custos na indústria da construção civil, onde apresenta diversas características, tais como o uso reduzido e o desenvolvimento insuficiente de novas tecnologias, o desperdício de materiais, a baixa qualificação profissional e a qualidade de vida dos trabalhadores. Neste contexto, controle significa tomar conhecimento de uma determinada realidade e compará-la com aquilo que foi planejado e/ou orçado. Para esta comparação foi utilizado a técnica da linha de balanço para controle das atividades e conseqüentemente análise da variação de custos. Esta variação é baseada entre o custo incorrido e o planejado, tornando-se de suma importância para análise de gastos final do empreendimento. Este trabalho apresenta uma análise de uma célula de produção da estrutura - CPE de uma obra horizontal no Pará, por meio de pesquisa de estudo de caso. Para definição desta célula fez-se necessário a definição do pacote de serviço e desenvolvido um diagrama de seqüência. O processo de controle de custos nas CPE's possibilitou a identificação de diversos fatores que influenciaram positiva e negativamente na construção, dentre os quais foram identificados, o efeito aprendizado, a redução de prazos e custos, entre outras.

Palavras-chave: célula de produção; custos; variabilidade.

# 1 INTRODUÇÃO

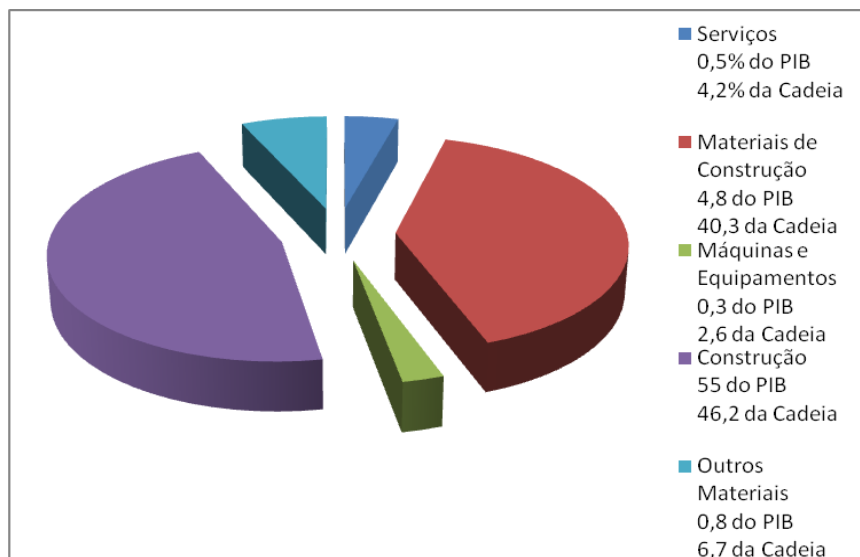
## 1.1 Custo na construção civil

No mundo globalizado o setor industrial tem enfrentando uma forte competitividade, fazendo com que as empresas reavaliem seus métodos de controle e sistemas de produção para enfrentar a concorrência e conquistar clientes. Sendo assim, a identificação dos custos é de grande importância para o empresário, para que este possa tomar suas decisões para sobreviver em suas atividades no mercado e obter lucro.

Na indústria da construção civil essa realidade não é diferente, a importância do custo está sendo vista como grande aliada no desempenho financeiro, assumindo uma posição chave como viabilizadora dos processos e conseqüentemente de empreendimentos.

No Brasil, o custo da construção por metro quadrado tem aumentado nos últimos anos, segundo o IBGE (2010), nos últimos doze meses o aumento dos materiais de construção foram da ordem de 3,76% e de 8,83% em relação a mão-de-obra.

O macro-setor da Construção Civil é responsável por uma parcela importante do Produto Interno Bruto - PIB nacional participando com 11,9% do PIB (FIESP, 2010). A gráfico 1, demonstra a participação em percentual do PIB nos sub-setores do CONSTRUBUSINESS.



**Gráfico 1** – Adaptação da participação do CONSTRUBUSINESS no PIB. Fonte: (FIESP, 2010)

As indústrias da construção civil distinguiram-se de outros setores industriais devido as suas características (CIMINO, 1987):

- Seu processo de produção não é em série, uma vez que cada produto raramente é reproduzido;
- Possui um longo tempo de *lead-time*;
- O local de produção não é fixo, variando para cada produto;
- Há uma grande variação no nível de produtividade em função da variação da qualidade de mão-de-obra, grande número de atividades e de materiais empregados até a conclusão do produto;
- Dificuldade em se conhecer antecipadamente o custo final do produto.

É importante destacar que essas características persistem ao longo do tempo e são válidas até hoje, pois ainda encontram-se muitas resistências a mudanças no modelo de gestão desta indústria, ocasionando dificuldades no fluxo da produção onde tende a ocorrer uma variabilidade no processo de execução dos serviços, uma baixa produtividade e um alto nível de desperdício.

Neste cenário pode-se observar que além do impacto que a construção civil representa na economia nacional a mesma é uma fonte geradora de emprego e promove o desenvolvimento industrial

brasileiro, quando cria infra-estrutura proporcionando a base para o crescimento do país. Cabe ressaltar, que é necessário enfrentar grandes desafios principalmente em relação ao crescimento que segundo o SINDUSCON-SP (2009) está projetado para 8,8% em 2010, assim como deverá gerar 180 mil postos de trabalho a mais que em 2009. Portanto, faz-se imprescindível avaliar a capacidade da cadeia produtiva no fornecimento de materiais e principalmente na qualificação dos seus trabalhadores, assim como optar por alternativas de gestão que possibilitem fazer mais com menos recursos, sem abrir mão da qualidade do produto.

## **1.2 Célula de Produção**

Uma Célula de Produção é caracterizada como um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo ocorrem em forma sequencial, através do qual as partes são em fluxo contínuo (ROTHER e HARRIS *apud* PATTUSSI, 2002). Atingir e manter um eficiente fluxo contínuo é o propósito da célula.

A definição de célula de produção proposta por (HYER e BROWN, 1999), define como sendo um ambiente de produção que dedica os materiais e a locação física dos equipamentos submetendo à produção da família de partes ou produtos. Este modelo é considerado com Célula real, ou seja, é aquela que alcançou seu pleno potencial e conseguiu os benefícios desejados os quais motivaram os seus projetos e implementação.

O pleno desenvolvimento de uma célula deve-se ter o conhecimento do pedido de produção, previsões de material e serviço preventivas e aproximação e/ou envolvimento com os setores de apoio, sendo de responsabilidade do Planejamento e Controle da Produção junto com a Engenharia de produção conhecer e aplicar estes conceitos.

Para o controle da execução da célula de produção é de suma importância a utilização da técnica da linha de balanço (LOB - Line of Balance), pois esta técnica é eficiente quando o projeto é de natureza repetitiva. A outra grande vantagem do uso da LOB é a visualização gráfica ser muito rápida.

Segundo Mendes Jr. e Heineck (1998), a adoção da Linha de Balanço como técnica de programação parte, primeiramente, da escolha da obra a ser realizada, que se baseia em fatores construtivos, definição da unidade base, disponibilidade financeira, conveniência de financiamentos, facilidade de venda, layout do canteiro e facilidade de aplicação do método. O seu uso permite a simulação de várias alternativas de estratégia de obra e ritmos de produção dos diversos serviços. O objetivo principal destas simulações geralmente será o atendimento ao prazo da obra ou ao cronograma financeiro estabelecido.

## **1.3 Custo**

Para desenvolvimento de um produto, é necessário gastos para a produção. Esses gastos são identificados como custo de produto. Os custos podem ser classificados segundo diversos critérios, para (ISSATO, 2003), dois mostram-se especialmente importantes no contexto deste trabalho, que são o critério da variabilidade e da facilidade de alocação, muito embora não exista um consenso absoluto entre os diversos autores da área quanto tais classificações.

Bornia (2002) e Horngreen et al. (2000) apresentam custo segundo critérios: de variabilidade e facilidade de alocação. Segundo o critério de variabilidade os custos podem ser classificados como custos variáveis e custos fixos.

Bornia (2002) conceitua os custos variáveis como aqueles que variam em proporção direta com o volume de produção ou área de plantio. E os custos fixos são os que permanecem inalterados em termos físicos e de valor, independentemente do volume de produção e dentro de um intervalo de tempo relevante. Geralmente são oriundos da posse de ativos e da capacidade ou estado de prontidão para produzir. Por isso, também são conhecidos como custos de capacidade.

O critério de facilidade de alocação diz respeito ao grau de dificuldade que se tem em associar um determinado custo a cada um dos produtos. Para Leoni (1996) os custos diretos são os gastos facilmente identificáveis no produto como a mão-de-obra aplicada, dos materiais utilizados, dos equipamentos empregados, ou subempreiteiros contratados para os serviços da obra propriamente dita e mensurável em cada unidade do produto. Os custos indiretos são, sem se restringir, aquelas

referentes à administração da obra, ao canteiro, tapumes, transporte, alimentação de pessoal, os equipamentos não lançados nas CPU's, os mensalistas, contas de telefone, água, luz, xerox, etc.

## 2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise de uma célula do processo produtivo de uma obra horizontal no Pará, por meio de pesquisa de estudo de caso, tendo como finalidade principal desta pesquisa demonstrar e avaliar os efeitos das variações de custos decorrentes da variação do tempo de execução das atividades, do processo produtivo que são relevantes no custo final do empreendimento e devem ser melhor analisados tendo em vista o melhor controle dessas atividades.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Estudo de Caso

A metodologia científica utilizada neste trabalho é apresentada por meio de um estudo de caso. O estudo de caso é definido como aquele que examina um fenômeno em seu ambiente natural, pela aplicação de diversos métodos de coleta de dados, visando a obter informações de uma ou mais entidades. Essa estratégia de pesquisa possui caráter exploratório, sem nenhum controle experimental ou de manipulação. Além disso, as fronteiras do fenômeno não são evidentes (POZZEBON, FREITAS, 1998).

Neste estudo, o problema de pesquisa é referente ao custo de execução do pacote de serviços estipulado na célula de produção em comparação ao que foi orçado. Este estudo foi realizado em uma obra de um condomínio horizontal (Figura 1), situado em Castanhal-Pará.

O condomínio conta com 44 residências e um clube para recreação, sendo que 40 residências são do padrão tipo geminadas com área de 159,18m<sup>2</sup>, 3 delas são casas isoladas com área de 159,18m<sup>2</sup> e uma ocupa dois terrenos com área de 318,36m<sup>2</sup>.



**Figura 1** – Maquete eletrônica do condomínio horizontal.

### 3.2 Planejamento da Célula de Produção

Na execução da obra foram desenvolvidas diversas células de produção, neste trabalho trataremos apenas da célula de produção de estrutura - CPE que é composta pelo seguinte pacote de serviço:

1. Execução de alvenaria em tijolos cerâmicos;
2. Execução de pilares, vigas em concreto armado e lajes pré-moldadas;
3. Colocação de vergas e contra-vergas;
4. Platibanda e calhas em alvenaria;
5. Rufo em concreto armado.

6. Prolongamento hidro-sanitários e instalações da laje (eletrodutos e caixa octagonais).

A partir da definição do pacote de serviço foi criado um diagrama de seqüência e realizado um planejamento detalhado da CPE tendo como base a linha de balanço (Figura 2) existente, desenvolvida pelos pesquisadores no início da obra, consta as seguintes considerações:

- O tempo de ciclo foi considerado de 25 dias úteis;
- O tempo de atravessamento foi de 8 meses (março/2009 - outubro/2009);
- Número de equipes foi de 4.
- Número de repetições: 2 equipes com 6 repetições, 1 equipe com 5,5 repetições e 1 equipes com 5 repetições;
- Foi utilizado o custo direto somente, sendo o custo de material R\$ 52.913,51; custo de mão-de-obra R\$ 17.203,86. Custo total R\$ 70.117,37 (retirado do orçamento da obra);
- A equipe foi dimensionada através do coeficiente do orçamento, sendo formada por: 3 carpinteiros, 2 ferreiros, 4 pedreiros e 5 serventes, 1 encanador e 1 eletricista, sendo que os dois últimos estão programados para atender as 4 equipes (este dimensionamento foi realizado com base no orçamento da obra).

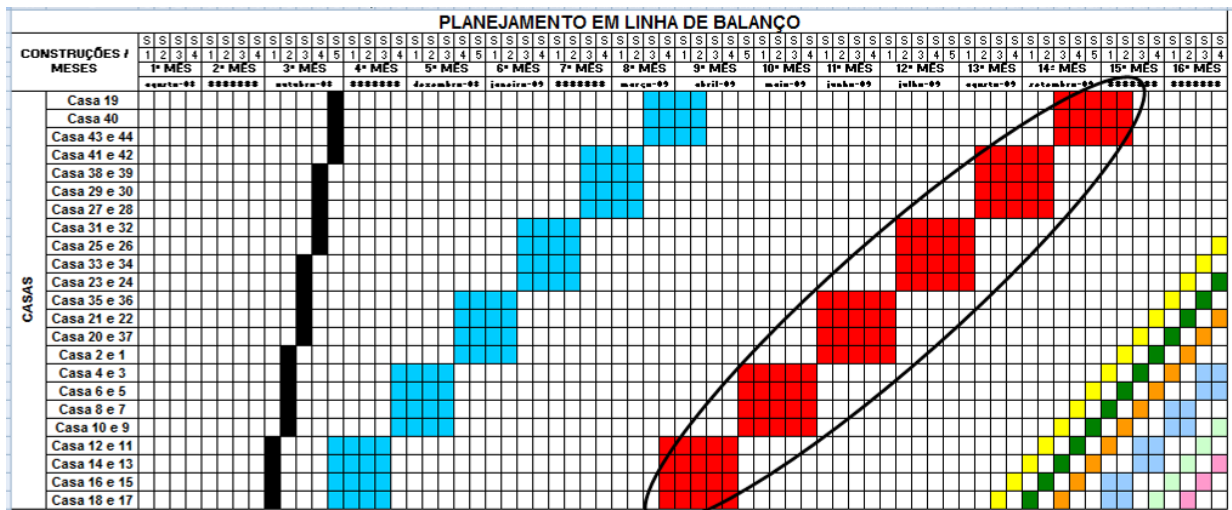


Figura 2 – Planejamento do empreendimento (técnica da Linha de Balanço)

A figura 2 retrata parcialmente o planejamento de longo prazo do empreendimento, onde a técnica utilizada para realizar o mesmo foi a linha de balanço, estando representada na cor vermelha a CPE.



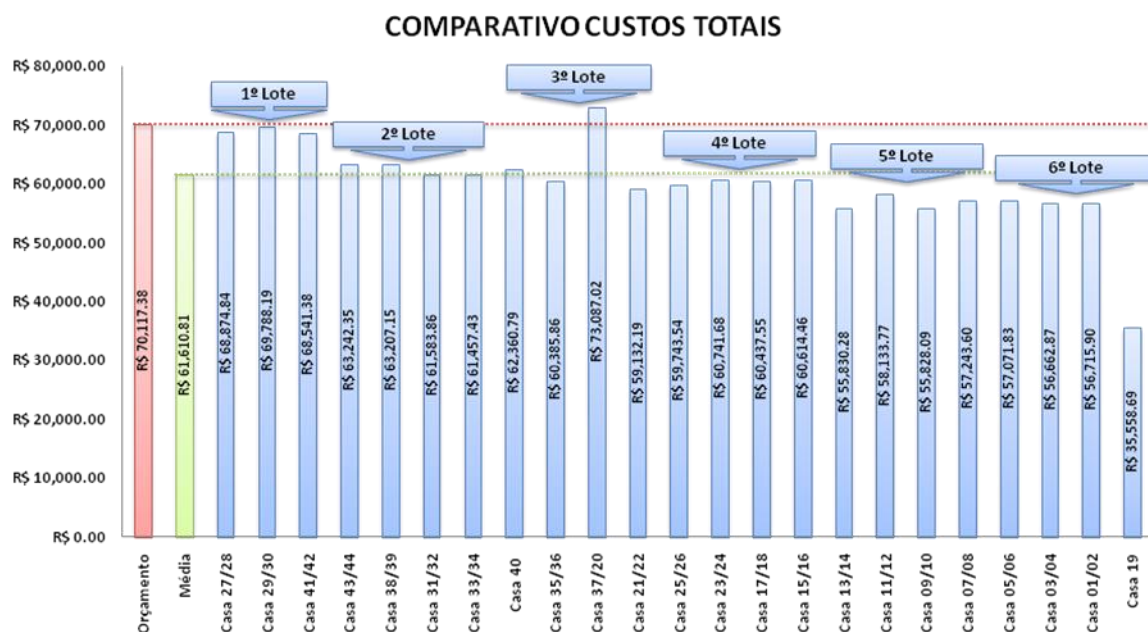
(a)



(b)

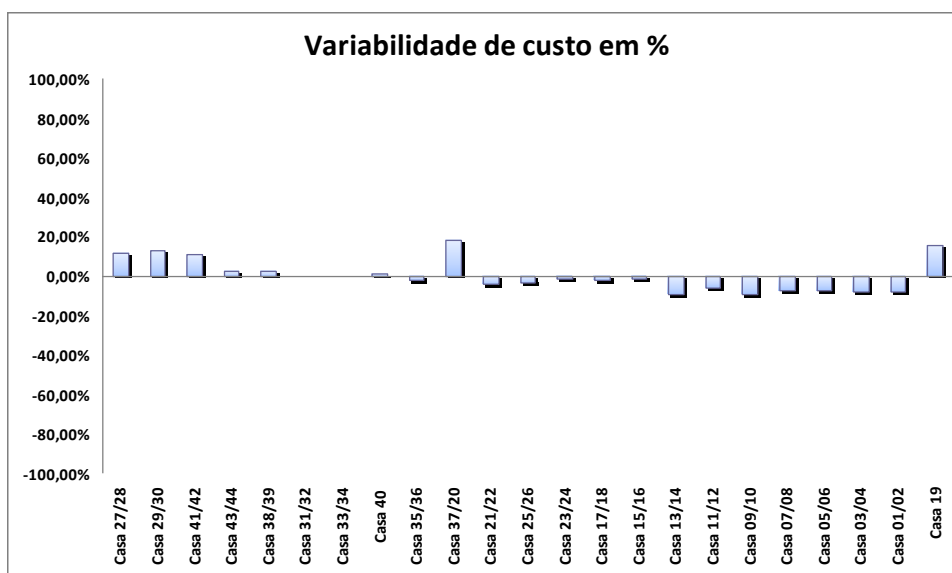
Figura 3 – Fundação pronta para iniciar a CPE (a) e CPE finalizada (b)

De posse das informações, foram realizadas durante a execução dos serviços análises referentes ao consumo de material e mão-de-obra e alguns ajustes no processo. O gráfico 2 mostra o custo total (material e mão-de-obra) de cada equipe da célula comparando-o com o valor de orçamento. Pode-se observar que o 1º lote de casas iniciou com 3 CPE's devido a dificuldade de contratação de mão-de-obra. Entretanto a partir do 2º lote se conseguiu as 4 CPE's previstas no planejamento inicial. No 3º lote e 6º lote, houve uma variação significativa nas unidades 37/20 e 19, uma vez que estas unidades não são geminadas, portanto necessitam de uma demanda maior de material e mão-de-obra em comparação as outras unidades.

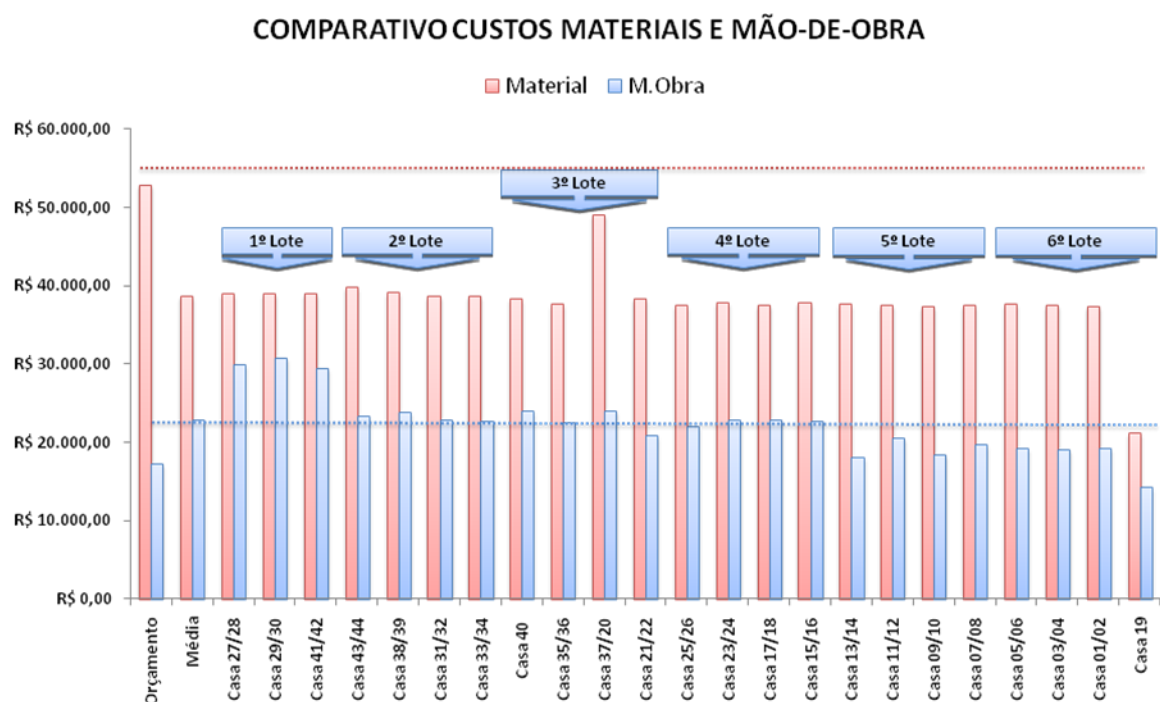


**Gráfico 2 – Comparativo de custos totais.**

Pode-se observar que a implantação da CPE refletiu o resultado esperado, pois os controles efetivos do processo resultaram no efeito aprendizado demonstrado no gráfico 2 que proporcionaram uma redução dos custos de produção ao longo do tempo gerando uma economia total da ordem de R\$ R\$ 191.397,67 e principalmente proporcionando estabilidade no processo produtivo, diminuindo a variabilidade do processo que pode ser observado no gráfico 3. O gráfico 4 estratifica o custo total da CPE em custos de mão-de-obra e materiais, conforme pode-se observar o consumo de material praticamente se manteve estável e abaixo do valor orçado . A variação mais expressiva ocorreu na mão-de-obra, onde a previsão de produtividade foi muito maior e, portanto o desembolso real ultrapassou em média o valor orçado em 0,34 % em média por CPE.

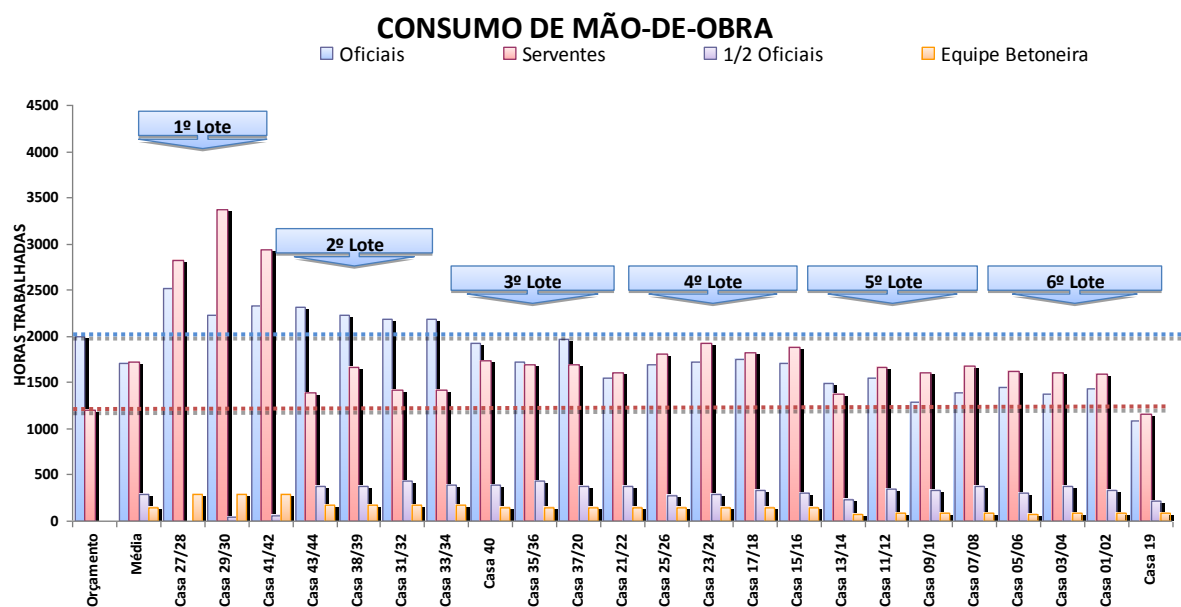


**Gráfico 3 – Variabilidade de custos em %.**



**Gráfico 4** – Comparativo de custos materiais e mão-de-obra.

No gráfico 5 é possível entender as causas desta variação do consumo de mão-de-obra, no qual o fato mais significativo foi o aumento de horas utilizadas para as atividades auxiliares desenvolvidas pelos serventes ocorrido no 1º lote e de oficiais ocorrido no 2º lote.



**Gráfico 5** – Comparativo de consumo de mão-de-obra.

A partir do controle dos serviços das CPE's, puderam-se perceber os seguintes resultados:

- O tempo de ciclo médio da CPE de 34 dias úteis;
- O tempo de atravessamento 11 meses (março/2009 - janeiro/2010);

- Número de equipes inicialmente 3 e posteriormente 4.
- Número de repetições: 3 equipes com 6 repetições e 1 equipe com 4,5 repetições;
- Custo de material da 1ª CPE realizada R\$ 38.976,58; custo de mão-de-obra da 1ª CPE realizada R\$ 29.898,26;
- Custo material da última CPE realizada R\$ 37.405,10; custo de mão-de-obra da última célula realizada R\$ 19.310,80;
- Custo médio de material é de R\$ 38.775,65; Custo médio de mão-de-obra é de R\$ 22.835,65. Custo médio total é de R\$ 61.610,81;
- As equipes são formadas em cada CPE tiveram variações devido à variabilidade na produção de cada operário, entretanto ficou abaixo do orçamento e foram controladas por quantidade de horas totais gastas (Gráfico 4).

## 5 CONCLUSÕES

O processo de controle de custos nas CPE's possibilitou a identificação de diversos fatores que influenciaram positiva e negativamente na construção, dentre os quais foram identificados:

- O efeito aprendizado possibilitou a redução de prazos, fazendo o comparativo entre os lotes e não em relação ao orçamento, conseqüentemente de custos, uma vez que as equipes foram mantidas sem manejo de mão-de-obra para outros serviços.
- A manutenção de equipes nas CPE's possibilitou o efeito aprendizado, uma vez que se percebeu uma quebra de ritmo nas células quando ocorria a falta ou manejo da mão-de-obra para outros serviços.
- A variação principal de custos nas CPE's ocorreu na mão-de-obra (Gráfico 3), mais precisamente nos serventes (Gráfico 4). Houve a percepção pela administração da obra que os serventes que estavam fazendo serviço dos oficiais, entretanto isto não compensava nem em custo nem em prazos, havendo uma mudança no segundo lote (substituição de alguns serventes por oficiais). A diferença entre o custo orçado e o custo das células (material e mão-de-obra) foi razoavelmente discrepante devido as composições utilizadas no orçamento serem de uma base nacional de composição unitárias.
- Apesar de não ter sido planejado, nem executado, ficou clara a necessidade da criação de uma célula piloto, ao invés de se iniciar com um lote de 4 CPE's. Uma vez que todos os erros seriam feitos somente uma vez e corrigidos.

## 6 REFERÊNCIAS

BORNIA, A.C. **Análise Gerencial de Custos**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

CIMINO, R. - **Planejar para Construir**- Editora PINI Ltda, São Paulo, 1987;

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/deconcic/pdf/cadeia%20produtiva%20da%20construção\[1\].pdf](http://www.fiesp.com.br/deconcic/pdf/cadeia%20produtiva%20da%20construção[1].pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2010.

FOLHA ONLINE. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u660595.shtml>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

HYER, N. L.; BROWN, K. A. **The discipline of real cells**. *Journal of Operations Management*, v. 17, 1999, p. 557-574.

HORNGREEN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S.M. **Cost Accounting: a managerial emphasis**. 10th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2000.

ISATTO, Eduardo L. **O custeio por atividades na melhoria de processos da construção civil: uma abordagem das suas implicações sob uma perspectiva dinâmica**. III SIBRAGEC - Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos - SP, 2003.

LEONI, George S.G. **Planejamento, Implantação e Controle**. São Paulo: 2 ed; Atlas, 1996.

MENDES Jr., R.; HEINECK, Luiz Fernando M. **Dados básicos para programação de edifícios com linha de balanço: estudo de caso**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, v. 1, Florianópolis, SC. Artigo técnico, 1998.

PATTUSSI, F. **Aplicação do Conceito de Células de Produção em Obras de Pequeno Porte**. Florianópolis, 2006. Dissertação Programa de Pos-Graduação em Engenharia Civil Universidade de Santa Catarina

POZZEBON, Marlei; FREITAS, Henrique M.R. **Pela Aplicabilidade – com um maior Rigor Científico dos Estudos de Caso em Sistemas de Informação**. RAC, v.2, n.2, Maio/Ago. 1998: 143-170.

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