

CRONOANÁLISE PARA MELHORIA DA LINHA DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS

CRONOANÁLISE FOR PRODUCTION LINE IMPROVEMENT ON A PREFABRICATED INDUSTRY

Vanira Schmitt Martinhago¹
Helmut Piper²

RESUMO

Devido à alta competitividade, as empresas são obrigadas a otimizar suas operações em busca de maior produtividade. A padronização dos métodos de trabalho e a definição do tempo padrão para cada atividade são fatores imprescindíveis. Este artigo retrata um estudo feito no processo produtivo de uma fábrica de pré-fabricados de concreto, utilizando os princípios da cronoanálise. Destaca-se que o foco do estudo teve início no setor onde encontrava-se o principal gargalo da empresa. Foram sugeridas e aplicadas algumas medidas, afim de melhorar o desenvolvimento das atividades na linha de produção. Identificou-se os ganhos de tempos de produção. Concluiu-se através da comparação entre o antes e depois de algumas melhorias aplicadas que, com o estudo de tempos e movimentos, a cronoanálise, é possível se ter resultados positivos de produtividade.

Palavras-chave: Cronoanálise. Produtividade. Tempo Padrão. Métodos.

ABSTRACT

Due to the high competitiveness, companies must optimize their operations in search of greater productivity. The standardization of working methods and the definition of the standard time for each activity are essential factors. This article shows a study made in the production process of a prefabricated concrete factory, using the principles of cronoanálise. It is noteworthy that the study's focus began in the sector where found is the main bottleneck of the company. They were suggested and implemented some measures in order to improve the development of activities in the production line. It identified the production time gains. It was found through comparison between before and after some improvements applied, with the times and motion study, the cronoanálise, it is possible to have positive productivity.

Key words: Cronoanálise. Productivity. Standard Time. Methods.

¹ Estudante do curso de Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Estácio da Bahia. Possui curso técnico/profissionalizante - Técnico em Química. CEDUP ABÍLIO PAULO. schmitt.vanira@gmail.com

² Mestrado em Gestão e Tecnologia pela Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec. Curso técnico/profissionalizante em Técnico em Eletrotécnica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, CEFET - PR, Brasil. Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil. Professor do Centro Universitário Estácio da Bahia. hpiper@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A essência de toda e qualquer empresa é atender às necessidades de seus consumidores, oferecendo-lhes um ou vários produtos, que assumem a forma de bens ou serviços. E então vem a questão da produtividade, com a alta competitividade as empresas são obrigadas a otimizar suas operações em busca de maior rapidez na entrega dos seus produtos sem perder a qualidade dos mesmos. Entre os problemas encontrados em gerenciar pequenas e médias empresas está à falta de planejamento e controle da produção, fator importante quando se fala em produtividade, pois é o PCP quem controla os níveis de produção e faz com que a demanda esteja de acordo com os prazos determinados.

A produtividade pode ser compreendida como a relação entre o valor do produto, bem ou serviço, e o custo dos insumos para produzi-lo (MARTINS; LAUGENI, 2012). Segundo Souza (2006), a construção civil é um setor que demanda muita mão de obra e, por isso, muito tem se estudado na tentativa de aumentar sua produtividade.

A utilização de métodos para gerenciar a produção são fatores indispensáveis, o qual um deles é a definição do tempo padrão de cada atividade utilizando a técnica do estudo de tempos e movimentos, a cronoanálise, que será apresentado neste trabalho. De acordo com Barnes (2013), o estudo de tempos e movimentos possui diversos objetivos, sendo eles, desenvolver o sistema e o método preferido, padronizar esse sistema e método, determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada e orientar treinamento do trabalhador no método preferido. Com o tempo padrão estabelecido para cada atividade é possível determinar a capacidade de produção de uma máquina ou da linha de montagem e avaliar com maior precisão o espaço necessário e o número de pessoas a serem contratadas (SOUZA JÚNIOR, 2010).

Neste contexto, foi elaborada uma proposta e aplicação de um modelo de cronoanálise para os setores de uma empresa de pré-fabricados, conceituando os meios, e definindo os principais elementos para a obtenção do tempo padrão de processos e operações, permitindo assim, o balanceamento da mão de obra e operações e, um melhor planejamento da produção através dos tempos

determinados de produção das peças pré-fabricadas. O principal problema é a baixa produtividade devido ao trabalho ser artesanal e a falta de planejamento dos processos produtivos.

Dessa maneira, este trabalho tem por objetivo geral avaliar o ritmo de produção através da mensuração do tempo padrão de execução das atividades a fim de aumentar a produtividade.

O objetivo geral desdobra-se em quatro objetivos específicos, são eles: Definir os conceitos de cronoanálise, sistemas de produção e pré-fabricados de concreto; identificar o principal gargalo e deficiência da produção para o desenvolvimento da proposta; aplicar ações de melhorias em torno da produção; e, mensurar os ganhos da produção antes e depois das melhorias aplicadas.

Esta temática traz como motivação mostrar que a cronoanálise também pode ser aplicada na construção civil, visto que, é um tema inovador, diferente da tradicional metodologia utilizada.

O desenvolvimento metodológico utiliza a pesquisa-ação que se caracteriza pelo total envolvimento do pesquisador, buscando aplicar e validar os métodos e técnicas, a partir dos interesses de pesquisa. De acordo com Cooper e Schindler (2016), o cenário é estudado; uma ação corretiva é determinada, planejada e implementada; os resultados da ação são observados e registrados; e a ação é avaliada como eficiente ou não. Utiliza-se como ferramentas metodológicas artigos científicos referentes ao tema, um levantamento bibliográfico em livros e manuais técnicos.

PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO

Visto que o presente artigo retrata um estudo de cronoanálise feito em uma indústria de pré-fabricados de concreto, torna-se relevante descrever o que são pré-fabricados e a diferença entre os pré-moldados.

A pré-moldagem de elementos em concreto é tão antiga quanto o próprio surgimento do concreto armado, pois os primeiros elementos de concreto armado foram moldados fora de seu local de utilização, caracterizando, portanto, a pré-moldagem (SERRA *et al.*, 2005). Mas foi somente após a Segunda Guerra Mundial, em meados do século XX (1950 – 1970), que a utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto foi impulsionada, devido à necessidade de construir com

rapidez, de modo a suprir a escassez de habitações e infraestrutura (escolas, hospitais e indústrias) na Europa.

De acordo com Tokudome (2005), na Inglaterra, os pré-fabricados em concreto absorvem 82,5% da construção de edifícios comerciais de até 3 pavimentos; já para construções maiores, o aço detém 70% das construções. Para o mercado do Canadá, os pré-fabricados absorvem 49% do segmento industrial e comercial, 26% do residencial, 20% das obras de engenharia e 5% das institucionais. Nos Estados Unidos o uso de pré-fabricados é mais difundido em produtos para painéis de fachada, com cerca de 27,5% do mercado em edifícios de até 10 pavimentos.

No Brasil, inicia-se em 1925, com a utilização de elementos pré-fabricados no hipódromo da Gávea (Jockey Clube do Rio de Janeiro), sendo usadas estacas e cercas pré-fabricadas. Foram utilizadas 218 estacas pré-fabricadas de concreto armado na região da Tribuna dos Sócios para superar as dificuldades apresentadas pelo terreno ruim, totalizando 8 km de comprimento em estacas. Essas estacas foram produzidas no próprio canteiro, utilizando cimento Portland dinamarquês de endurecimento rápido (VASCONCELOS, 2002). No ano de 1946, é construída a Ponte do Galeão, com vigas pré-fabricadas de seção I, com 370 m de comprimento e 7.600 m² de área de tabuleiro. Em 1953, esta ponte foi considerada por uma revista francesa como sendo a maior ponte em concreto protendido do mundo em área de tabuleiro (VASCONCELOS, 2002). No entanto, a pré-fabricação em concreto somente inicia seu avanço no final da década de 1950, com o aumento da preocupação com a racionalização e a industrialização de sistemas construtivos. Nesta época, surgem as primeiras empresas de pré-fabricados em concreto em São Paulo.

A utilização de peças de concreto pré-fabricadas permitiu um enorme salto de qualidade nos canteiros de obras do Brasil e do mundo, pois a construção pré-fabricada representa racionalização e aperfeiçoamento técnico das obras, visto que incorpora conceitos da linha de montagem das indústrias de bens de consumo, com grande controle ao longo da produção, com materiais de qualidade, fornecedores selecionados e mão-de-obra capacitada, o que gera obras mais organizadas e seguras, e edifícios com melhor qualidade construtiva. A grande quantidade de obras construídas em concreto pré-fabricado na Europa e Estados Unidos atesta a sua viabilidade técnica, econômica e estética. (ALBURQUEQUE; EL DEBS, 2005).

A indústria de pré-fabricados possibilita muitas vantagens à construção civil, tais como economia, eficiência, desempenho técnico, condições favoráveis de trabalho e de sustentabilidade. Os pré-fabricados em concreto proporcionam também uma redução na entrega das obras, uma melhor qualidade no produto final, racionalização da obra, maior produtividade e segurança na obra. A velocidade de execução acelerada, com a conseqüente redução no prazo de construção, pode se tornar uma vantagem, desde que haja disponibilidade de capital para investimento, ou necessidade de um rápido retorno desse capital. Outro fator que influencia na redução de prazos consiste na independência da produção em relação às condições climáticas, o que lhe permite seguir um planejamento com menos imprevistos. (ABCIC, 2015).

Em geral, esse sistema construtivo possui melhor desempenho estrutural e durabilidade que as construções moldadas no local, porque otimiza e potencializa o uso dos materiais. Tal se deve ao emprego de procedimentos de fabricação cuidadosamente elaborados e ao uso de equipamentos modernos, tais como equipamentos controlados por computador para o preparo.

Pré-fabricados x Pré-moldados

A ABNT NBR 9062:2006 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado contempla a distinção entre peças pré-fabricadas e pré-moldadas. Conforme esta norma, elemento pré-fabricado é aquele executado industrialmente, ainda que em instalações temporárias em canteiros de obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade. A sua produção deve contar com pessoal qualificado, organização de laboratório e todas as instalações permanentes necessárias ao controle de qualidade.

Na fabricação dos elementos pré-fabricados, os encarregados da produção e do controle de qualidade devem seguir manuais técnicos preparados pela empresa, que apresentem, no mínimo, as especificações e procedimentos relacionados a formas, armadura, concreto, manuseio e armazenamento, e tolerâncias.

As etapas devem ser registradas por escrito, em documento adequado, onde constem claramente indicados a identificação da peça, a data de fabricação, o tipo de aço e de concreto utilizados e as assinaturas dos inspetores responsáveis pela

liberação de cada etapa de produção devidamente controlada. Os elementos são identificados individualmente ou por lotes de produção.

Elemento pré-moldado é aquele executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, com menor rigor nos padrões de controle de qualidade. As peças podem ser inspecionadas individualmente ou por lotes, por inspetores, pelo proprietário ou por empresas especializadas, dispensando-se a existência de laboratório e demais instalações próprias necessárias ao controle de qualidade.

ESTUDO DE CASO

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA PESQUISADA

O presente trabalho foi desenvolvido na empresa “Y”, localizada no estado do Paraná, que começou sua atuação com extração, benefício e comercialização de madeira e, em 1967 a empresa decidiu apostar no ramo de materiais de construção. Especializada na fabricação, transporte e montagem de estruturas pré-fabricadas em concreto armado e protendido, seus principais produtos são pilares, vigas, lajes, telhas, escadas, e outros elementos estruturais projetados especialmente para o atendimento das necessidades de seus clientes.

Tem por missão criar, industrializar e construir com solidez e resultado, satisfazendo o cliente, ser líder no mercado em que atua e contribuir para o avanço da sociedade de maneira sustentável. Atualmente conta com aproximadamente 400 colaboradores em seu quadro funcional. Por motivo de confidencialidade não será divulgado a razão social da mesma.

APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE PARA MELHORIA DA LINHA DE PRODUÇÃO

As peças pré-fabricadas são produzidas artesanalmente, onde quase 100% da fabricação é manual, sendo assim, o principal objetivo do gestor da empresa era a implantação de uma linha de produção em série, com foco no aumento da produtividade e conseqüentemente a redução dos custos da empresa.

A linha de produção seriada permite a redução de vários tipos de esforços não produtivos. Na produção artesanal, o artesão precisa adquirir os componentes,

juntar as diversas partes e precisa localizar as várias ferramentas que utiliza durante as muitas tarefas que realiza. Na produção em série, cada trabalhador repete uma ou poucas tarefas relacionadas, que utilizam a mesma ferramenta, realizando operações praticamente idênticas no fluxo de produtos, a ferramenta certa e os componentes necessários estão sempre à mão, o trabalhador gasta menos tempo obtendo ou preparando materiais e ferramentas, conseqüentemente, o tempo gasto na produção de um produto é menor do que nos métodos tradicionais.

Para dar início, os setores da empresa foram divididos e o layout foi mudado para uma melhor movimentação dos operários e das máquinas. Com foco no aumento da produtividade, iniciou-se um estudo de tempos e movimentos, a cronoanálise, em todos os setores da empresa, onde percebeu-se que o principal gargalo da produção se encontrava no setor de montagem dos pilares, por serem peças mais complexas, o que demandava mais tempo de produção.

Sendo assim, para uma melhor compreensão do estudo, a seguir será abordado o que são pilares e quais as suas funções na construção civil, como se dá a fabricação dos mesmos pela empresa em estudo, os níveis de complexidade em que foram separados e os resultados em torno da produção.

PILARES

Os pilares são elementos estruturais lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes e cuja função principal é receber as ações atuantes nos diversos níveis e conduzi-las até as fundações.

Junto com as vigas, os pilares formam os pórticos, que na maior parte dos edifícios são os responsáveis por resistir às ações verticais e horizontais e garantir a estabilidade global da estrutura. As ações verticais são transferidas aos pórticos pelas estruturas dos andares, e as ações horizontais decorrentes do vento são levadas aos pórticos pelas paredes externas.

Nas estruturas usuais, compostas por lajes, vigas e pilares, o caminho das cargas começa nas lajes, que delas vão para as vigas e, em seguida, para os pilares, que as conduzem até a fundação. As lajes recebem as cargas permanentes (peso próprio, revestimentos etc.) e as variáveis (pessoas, máquinas, equipamentos etc.) e as transmitem para as vigas de apoio. As vigas, por sua vez, além do peso

próprio e das cargas das lajes, recebem também cargas de paredes dispostas sobre elas, além de cargas concentradas provenientes de outras vigas, levando todas essas cargas para os pilares em que estão apoiadas. Os pilares são responsáveis por receber as cargas dos andares superiores, acumular as reações das vigas em cada andar e conduzir esses esforços até as fundações.

FABRICAÇÃO DOS PILARES

Os pilares podem ser montados em fôrmas de madeira ou fôrmas metálicas. Na empresa em estudo, utiliza-se a fôrma de **madeira**, como mostra a figura 01, tendo como matéria-prima a madeira compensada, podendo serem dimensionadas de acordo com cargas e pressão do concreto, o que varia a cada obra, atendendo às mais diversas formas geométricas para elementos estruturais, além de apresentarem melhor custo-benefício e boa resistência a impactos e ao manuseio. De acordo com o padrão da empresa, uma fôrma de madeira produz determinada peça de 8 a 10 vezes, mais que isso, a forma se desgasta e altera o resultado final do produto.

A montagem de cada fôrma é feita por uma **dupla** de operários, sendo um carpinteiro e um auxiliar, e são fabricadas de acordo com a norma NBR 9062, que diz respeito ao projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

O setor carpintaria fica responsável pelo corte e separação das peças que serão usadas na montagem, obedecendo a uma ordem de produção e de acordo com o projeto de cada pilar, que é liberado pelo setor de PCP (Planejamento e controle da produção), devendo estar adiantado pelo menos 2 dias para atender as necessidades da produção. A montagem inicia-se com o posicionamento e travamento das gravatas, podendo ser movimentadas para alteração do tamanho da base da fôrma. Logo após, é feita a montagem dos painéis laterais, conforme figura 02, e vedação das emendas aplicando silicone. Após os painéis laterais, coloca-se a base da fôrma (assoalho), também se faz a vedação, neste caso, com borracha triangular nas laterais internas.

Figura 01 – Fôrma de madeira



Fonte: Próprio Autor (2016)

Figura 02 – Montagem laterais da fôrma



Fonte: Próprio Autor (2016)

Com as laterais e base da fôrma prontas, prepara-se os espaços para os consolos, podendo ser laterais, inferiores ou superiores. A figura 03 mostra a preparação dos consolos laterais. Para os consolos laterais, deve ser providenciado o corte da madeira compensada lateral e afastamento das gravatas, que servirão de forma para os consolos, é feita a montagem, seguida de travamento do consolo no lado fixo, e a pré-montagem do consolo no lado móvel, sendo feita a montagem e travamento somente após a colocação da ferragem.

Para consolos inferiores, o corte para preparação do espaço é feito na base (assoalho) da fôrma. Para consolos superiores, a montagem e o travamento são feitos após a colocação da armadura. O travamento deve possuir a pressão e a contrapressão, porém a contrapressão é feita apenas no lado fixo da fôrma, para facilitar o saque da peça.

Depois da fôrma montada, aplica-se uma fina camada de óleo desmoldante, de modo a propiciar uma superfície homogênea, para então receber a armadura, ou ferragem, conforme figura 04. A armadura é montada no setor de armação, o qual recebe as matérias primas (aço/estribos) do setor de corte e dobra. O transporte da armadura até a fôrma é feito através de içamento por pontes rolantes.

Figura 03 – Montagem consolos laterais



Fonte: Próprio Autor (2016)

Figura 04 – Colocação da armadura

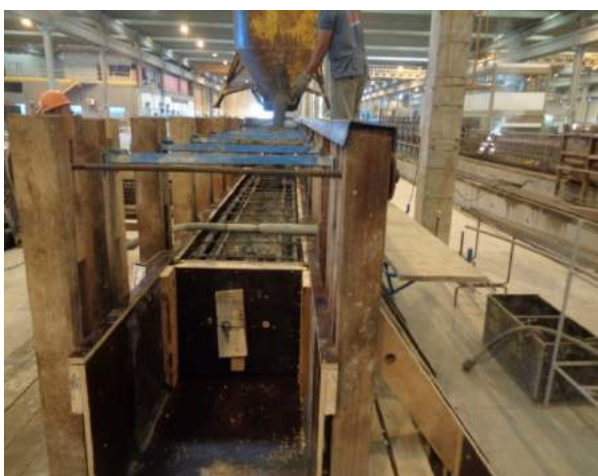


Fonte: Próprio Autor (2016)

Após colocação da armadura, realiza-se o fechamento e travamento das gravatas. Então é realizada a concretagem da peça, como mostra a figura 05. O tempo de cura (secagem do pilar) do concreto para cada peça é de aproximadamente 16 horas. Após a cura, vem a retirada da peça da fôrma, esse processo chama-se desforma, geralmente realizada no dia seguinte.

Após a desforma, a peça é transportada para o setor de acabamento, como mostra a figura 06, onde é analisada pelo setor de controle da qualidade, e estando de acordo com os requisitos da norma NBR ISO 9001:2015, é finalmente liberada para expedição.

Figura 05 – Concretagem



Fonte: Próprio Autor (2016)

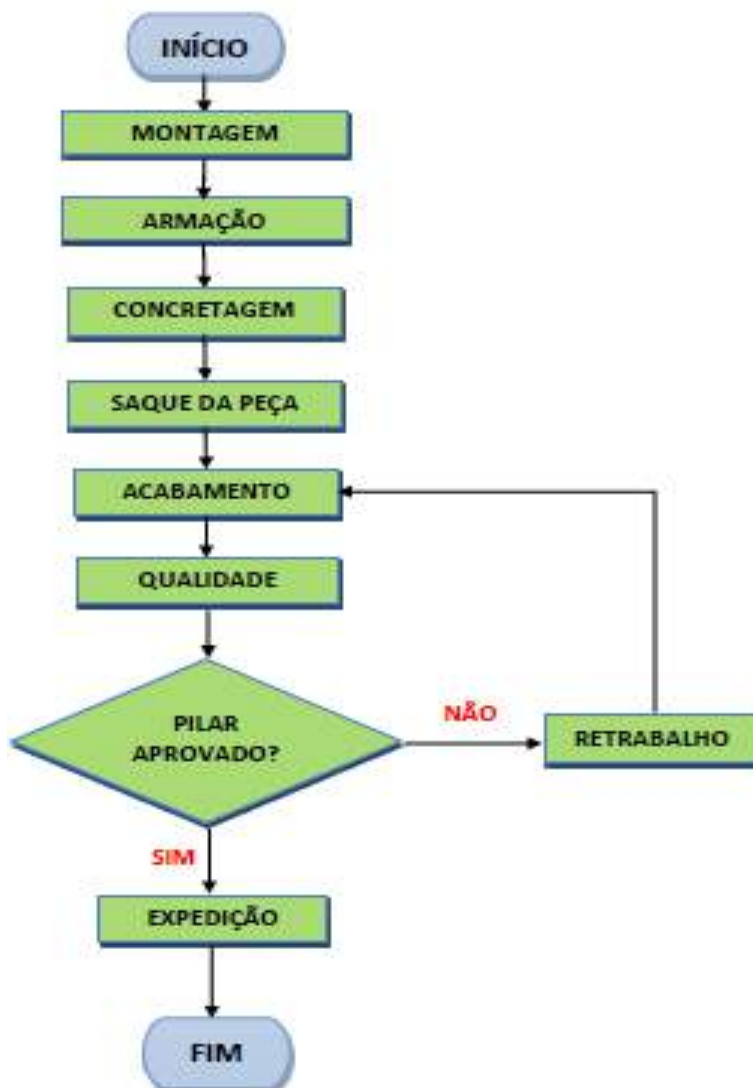
Figura 06 – Acabamento da peça



Fonte: Próprio Autor (2016)

Para melhor compreensão do processo de fabricação dos pilares, será mostrado a seguir, um fluxograma de processos, detalhando todo o seu processo produtivo.

Fluxograma 01 – Processo Produtivo dos Pilares



Fonte: Próprio Autor (2016)

NÍVEIS DE COMPLEXIDADE

Cada pilar possui formatos e tamanhos diferentes, deste modo, para iniciar o estudo, obter melhores resultados da cronoanálise e ter maior precisão dos tempos de execução, os pilares foram separados em níveis de acordo com suas características. Sendo classificados por níveis de complexidade, são eles:

Pilares Nível 1

São classificadas como nível 1, as peças com as seguintes características:

- Retos ou com consolos nas extremidades.

Figura 07 – Exemplo de Pilar nível 1



Fonte: Próprio Autor (2016)

Pilares nível 2

São classificadas como nível 2, as peças que apresentam qualquer característica descritas abaixo:

- Com 1 ou 2 consolos no mesmo nível;
- Com até 3 níveis de consolo;
- Com até 10 canaletas;
- Com conjunto metálico na extremidade;

Figura 08 – Exemplo de Pilar nível 2



Fonte: Próprio Autor (2016)

Figura 09 – Exemplo de Pilar nível 2



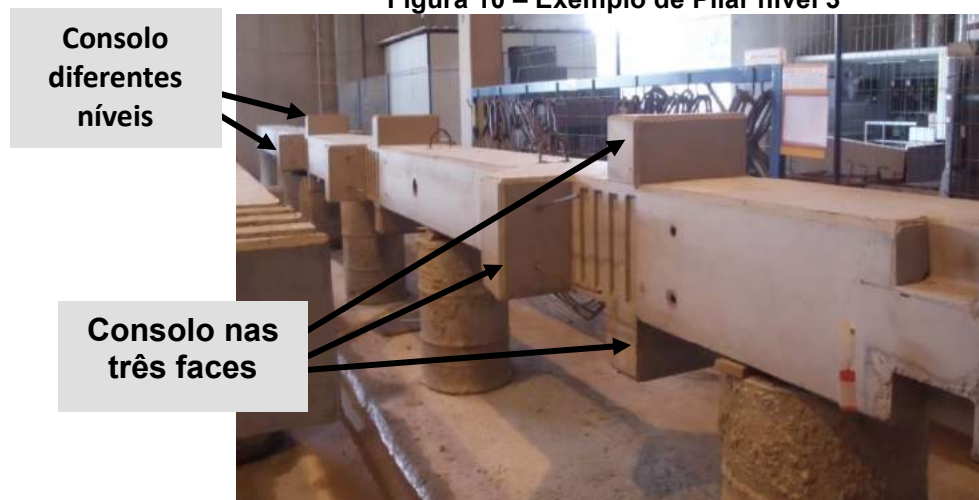
Fonte: Próprio Autor (2016)

Pilares nível 3

São classificadas como nível 3, as peças que apresentam as seguintes características:

- Com até 3 consolos no mesmo nível;
- De 3 a 6 níveis de consolos;
- De 11 a 14 canaletas,
- Com conjunto metálico na extremidade;
- Tubo pluvial;

Figura 10 – Exemplo de Pilar nível 3



Fonte: Próprio Autor (2016)

Fonte: Próprio Autor (2016)

Pilares nível 4

Os pilares de nível 4, são as peças que apresentam as seguintes características:

- Com até 4 consolos no mesmo nível;
- De 7 a 10 níveis de consolos;
- De 15 a 25 canaletas;
- Com conjunto metálico;
- Tubo pluvial;
- Com consolos em ângulos;
- Com ferragem exposta;

Figura 11 – Exemplo de Pilar nível 4



Fonte: Próprio Autor (2016)

CRONOANÁLISE PARA CADA NÍVEL DE COMPLEXIDADE

Após a divisão dos pilares em níveis de complexidade, iniciou-se o estudo de cronoanálise para cada nível de pilar, lembrando que, para cada nível foram feitos **quatro** estudos de tempos e movimentos. O primeiro passo é o registro das informações da operação, a coleta de dados é feita em um documento denominado, folha de cronoanálise, conforme figura 13, posteriormente, os dados coletados são digitados em uma planilha eletrônica. Além da folha de cronoanálise, foram utilizados: um cronômetro, uma prancheta para fixação das folhas, lápis e borracha para realizar as anotações e uma câmera para registro das atividades. Vale ressaltar que os dados levantados que se relacionam ao processo foram obtidos por meio de consulta aos operadores e pela observação direta da realização das atividades.

Figura 12 – Folha de Cronoanálise

Pilar				
Obra: _____	Prancha: _____	Complexidade: _____	Fôrma: _____	
Dat. Inicial: _____	Dat. Final: _____	Tempo total.: _____	Dias: _____	
Equipe: _____	Total hor.homer: 0.00:00			
Comprimento: _____	N° consolos: _____	N° conj met.: _____	Luva Lenton: _____	
Base: _____	N° insertos: _____	N° chumbadores: _____	Chap aço: _____	
Vol - m³: _____	N° canaleta: _____	N° ninchos: _____	Furo passagem: _____	
Atividades			HInicio	HFim

Fonte: Próprio Autor (2016)

Como se pode observar, a folha de cronoanálise é composta do cabeçalho, atividades desenvolvidas e hora de início e fim. O cabeçalho apresenta as seguintes informações:

- **Obra:** Nome da obra ou cliente;
- **Prancha:** Identificação do pilar;
- **Complexidade:** O nível de complexidade do pilar;
- **Fôrma:** Número da fôrma onde está sendo executado;
- **Data Inicial e Final:** Data de início e fim de montagem da fôrma;
- **Tempo total:** Tempo total de execução;
- **Dias:** Quantidade de dias de execução;
- **Equipe:** Nome da dupla (carpinteiro e auxiliar);
- **Total hora homem:** Tempo total de execução por hora homem;
- **Características do Pilar:** Comprimento, base, volume – m³, quantidade de insertos, canaletas, consolos, conjunto metálico, chumbadores, nichos, luvas de Lenton, chapa de aço e furo de passagem.

A figura 14 mostra um exemplo de pilar de **nível 04**. Cada atividade é separada em elementos, e cada elemento é cronometrado, marcando-se a hora de início e fim de cada atividade.

Figura 13 – Exemplo de cronoanálise complexidade 4

Pilar									
Obra:	XXXXX		Prancha:	E1016-PP16	Complexidade: 4	Fôrma: 18			
Dat. Inicial	29/02/2016	08:14	Dat. Final:	01/03/2016	10:41	Tempo total.: 10:25:00			
						Dias 1,2 /			
Equipe:	Carp. e Aux.		Total hor.homen:	0:00:00					
Comprimento:	984	N° consolos: 12	N° conj met.:	0	Luva Lenton:	0			
Base:	30x40	N° insertos: 0	N° chumbadores:	0	Chap aço	0			
Vol - m³:	1,500	N° canaleta: 0	N° ninchos:	12	Furo passagem	1			
ATIVIDADES						H Início	H Fim	Min	% dia
Carp. Aux. Desfôrma (s/ parafusadeira)						08:14	09:15	1:01:00	12%
Carp. Aux. Saque da peça						09:15	09:17	0:02:00	0%
Carp. Aux. Limpeza da peça						09:17	09:27	0:10:00	2%
Carp. Aux. Limpeza da fôrma						09:27	09:57	0:30:00	6%
Carp. Medida da fôrma						09:49	10:17	0:28:00	5%
Aux. Desloc. Banheiro						09:57	10:08	0:11:00	2%
Carp. Leitura do projeto (ajudando outro Carp.)						10:07	10:09	0:02:00	0%
Aux. Limpeza ao redor da fôrma						10:08	10:16	0:08:00	2%
Aux. Preparação ranhuras						10:16	10:20	0:04:00	1%
Carp. Desloc. Buscar serra elétrica						10:17	10:27	0:10:00	2%
Aux. Fixação ranhuras laterais						10:20	10:23	0:03:00	1%

Fonte: Próprio Autor (2016)

Como se pode observar, neste exemplo, tiveram alguns erros da equipe, conforme tabela 01, com tempo total de 01 hora e 29 minutos e, erro de produção do setor carpintaria, conforme tabela 02, com tempo total de 03 horas e 48 minutos.

Tabela 01 – Erros da equipe

Descrição	Hora Início	Hora Fim	Total	Porcent.
Deslocamento Buscar serra elétrica	10:17	10:27	0:10:00	2%
Deslocamento Buscar serra manual	10:31	10:33	0:02:00	0%
Deslocamento Buscar painel (assoalho)	10:42	10:50	0:08:00	2%
Deslocamento Buscar bainha	15:44	15:45	0:01:00	0%
Deslocamento Buscar consolos inferiores	15:46	15:49	0:03:00	1%
Carp. deslocamento	16:28	16:30	0:02:00	0%
Deslocamento para levar lixo	17:06	17:08	0:02:00	0%
Desfôrma (s/ parafusadeira)	08:14	09:15	1:01:00	12%
		Total:	1:29:00	17%

Fonte: Próprio Autor (2016)

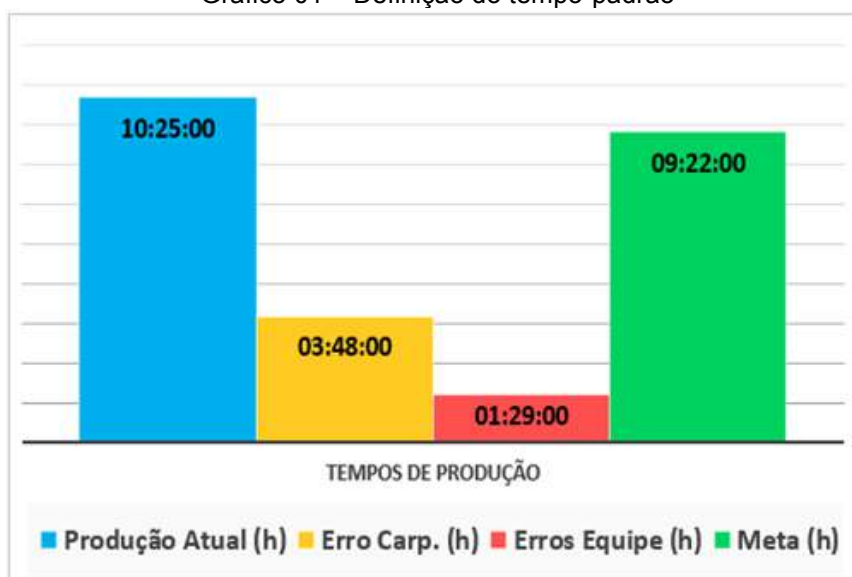
Tabela 02 – Erro do setor carpintaria

Descrição	Hora Início	Hora Fim	Total	Porcent.
Montagem dos consolos inferiores	12:00	15:48	3:48:00	45%

Fonte: Próprio Autor (2016)

Neste caso, para calcular o tempo padrão de produção deste pilar, descontou-se os erros da equipe do tempo normal de produção, os erros do setor de carpintaria não foram descontados, pois neste tempo a produção não ficou inoperante, ou seja, a equipe não ficou parada esperando materiais. Sendo assim, considerando o tempo total de 10 horas e 25 minutos e descontando-se 01 hora e 29 minutos de erros da equipe, o tempo normal de produção desse pilar seria de 08 horas e 56 minutos, porém, aplicou-se uma tolerância de 5%, então, o tempo padrão, ou a meta para produção deste pilar seria de 09 horas e 22 minutos, conforme mostra o gráfico 01.

Gráfico 01 – Definição do tempo-padrão



Fonte: Próprio Autor (2016)

MELHORIAS APLICADAS

De acordo com Barnes (2013), a cronoanálise não só traz benefícios para os processos produtivos das empresas como também para os seus funcionários, pois através da observação direta das atividades é possível fazer uma avaliação ergonômica, avaliação do layout da fábrica, dos equipamentos que estão sendo utilizados e aplicar melhorias. Sendo assim, através do estudo, fez-se necessário

uma mudança no layout da fábrica, para facilitar a disponibilidade de materiais e proporcionar maior espaço para produção; Substituição de ferramentas manuais (martelo, serrote, etc.) por ferramentas elétricas, à bateria, de alta performance (parafusadeira, serra sabre, serra circular e furadeira) para facilitação da mão-de-obra, como mostram as figuras 14, 15, 16 e 17.

Figura 14 – Parafusadeira



Fonte: Próprio Autor (2016)

Figura 15 – Serra Sabre



Fonte: Próprio Autor (2016)

Figura 16 – Serra Circular



Fonte: Próprio Autor (2016)

Figura 17 - Furadeira



Fonte: Próprio Autor (2016)

Criou-se um setor chamado CARPINTARIA, onde são preparadas as peças para a montagem das fôrmas, de acordo com as medidas do projeto do pilar, este setor tinha que estar adiantado pelo menos dois dias para acelerar o processo de montagem das fôrmas, os kits, conforme figura 19, são separados e identificados com a numeração do pilar e entregues para a dupla responsável pela montagem do pilar;

Mudança na montagem das laterais das fôrmas, anteriormente, a dupla (carpinteiro e auxiliar) pregavam primeiro as ripas na fôrma e depois os painéis, porém, observou-se que essa atividade demandava muito tempo, e então, o setor CARPINTARIA se encarregou de preparar os painéis já com as ripas fixadas para a equipe, conforme figuras 18 e 19.

Figura 18 – Antes melhorias



Fonte: Próprio Autor (2016)

Figura 19 – Depois melhorias



Fonte: Próprio Autor (2016)

Estas, entre outras melhorias que foram aplicadas, ajudaram a otimizar os tempos de produção para montagem das fôrmas dos pilares, os quais serão mostrados a seguir em resultados.

RESULTADOS

Após a coleta de dados e estudo através da cronoanálise, para cada nível de complexidade dos pilares, feita através da observação direta e consulta aos operadores, foi possível fazer uma comparação de tempos obtidos antes e depois das melhorias aplicadas, conforme mostram as tabelas 03 e 04.

Tabela 03 – Tempos de produção antes das melhorias

Operação	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Tempo de produção (h)	4:00:00	14:20:00	16:34:00	19:20:00

Fonte: Próprio Autor (2016)

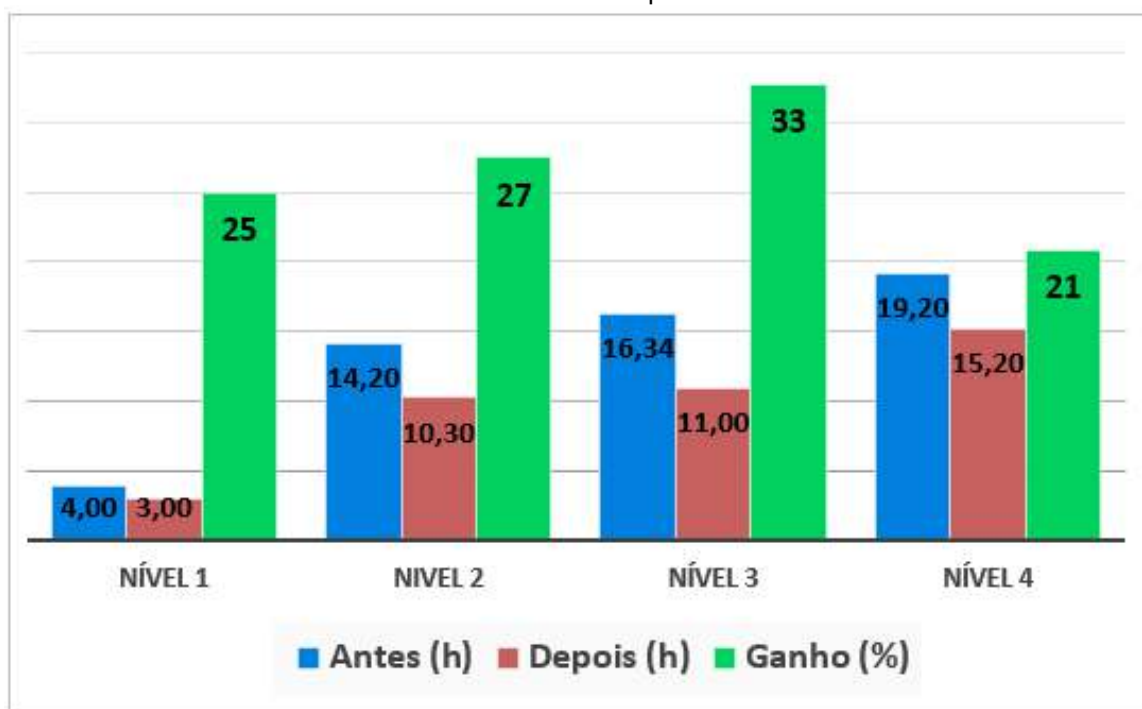
Tabela 04 – Tempos de produção depois das melhorias

Operação	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Tempo de produção (h)	3:00:00	10:30:00	11:00:00	15:20:00

Fonte: Próprio Autor (2016)

Lembrando que para chegar a esses resultados cada nível foi cronometrado **quatro** vezes e tirou-se uma **média** a partir dos tempos obtidos. O gráfico 02, representa os tempos de produção em horas (h), antes e depois das melhorias aplicadas para cada nível de complexidade e, os ganhos de produtividade em porcentagem (%).

Gráfico 02 – Ganhos de produtividade



Fonte: Próprio Autor (2016)

Pode-se observar através dos tempos de produção antes e depois das melhorias que o pilar de nível 1 teve um ganho de produção de 1 hora, o que equivale à 25%, o pilar de nível 2 teve um ganho de 3 horas e 50 minutos o que equivale à 27%, o nível 3 ganhou 5 horas e 34 minutos, o equivalente à 33% e por último, o nível 4 teve um ganho 4 horas, o equivalente à 21%.

CONCLUSÃO

As organizações buscam cada vez mais a otimização de seus processos produtivos, com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir custos e conseqüentemente ganhar competitividade no mercado. Neste sentido, destaca-se que o objetivo geral deste trabalho, de avaliar o ritmo da produção através da mensuração do tempo-padrão de execução das atividades afim de aumentar a produtividade, foi atingido, conforme item 4, da apresentação e análise dos resultados.

A principal contribuição para a empresa em questão, é a determinação do tempo-padrão por um método confiável, fator importante para a identificação de desperdícios, ou seja, ineficiências dos processos, que estão impactando negativamente no tempo de execução e conseqüente na sua produtividade.

Por fim, através da realização de uma análise comparativa do antes e depois de algumas melhorias aplicadas, concluiu-se que com o estudo de tempos e movimentos, a cronoanálise, é possível se ter resultados positivos referentes a ganhos de tempos de produção e, conseqüentemente, de produtividade.

REFERÊNCIAS

ABCIC - Associação brasileira da construção industrializada de concreto. **Manual técnico de pré-fabricados de concreto**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.abcic.org.br/pdfs_curso_basico/CursoBasicoConstruction-EXPO-07-06-13.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

ALBUQUERQUE, A. T de, EL DEBS, M. K. **Levantamento dos sistemas construtivos em concreto pré-moldado para edifícios no Brasil**. In. 1º. Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado, 1, 2005, São Carlos. Anais. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2005, CD ROM.

BARNES, M. R. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo, 2013.

COOPER, D.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 12. ed. 2016.

MARTINS, P.; LAUGENI. A. **Administração da produção fácil**. SP: Saraiva, 2012.

SERRA *et al.* Evolução dos Pré-Fabricados de concreto. In. 1º. Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado, 1, 2005, São Carlos. **Anais**. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2005, CD ROM.

SOUZA JÚNIOR, A. G. Estudo Comparativo das Metodologias de Tempos Pré-determinados MTM-UAS e BASIC-MOST – Aplicação Prática. 2010. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Mecânica com Ênfase em Produção) – Centro Universitário de FEI, São Bernardo do Campo, 2010.

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

TOKUDOME, M., A sustentabilidade da indústria de pré-fabricados, In. 1º. Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado, 1, 2005, São Carlos. **Anais**. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2005, CD ROM.

VASCONCELOS, A. C. (2002). **O Concreto no Brasil**: pré-fabricação, monumentos, fundações. Volume III. Studio Nobel. São Paulo.