

ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE UMA INDÚSTRIA DE BLOCOS PRÉ-MOLDADOS UTILIZANDO O ESTUDO DE TEMPOS CRONOMETRADOS

Vitor William Batista Martins¹

Nayésle Cristine Brandão dos Santos²

Nayara Cristina Lima da Silva³

Delcio Cravo Soares⁴

Pedro da Silva Lima Júnior⁵

RESUMO: O presente artigo apresenta um estudo de caso de Engenharia de Métodos, realçando a ORT (Organização Racional do Trabalho), designada por Frederick W. Taylor, tendo como principal ferramenta de análise o estudo de tempos e movimentos (*motion-time study*). O objetivo geral do trabalho é a realização de uma análise do processo produtivo de blocos de concreto em uma indústria de pré-moldados no município de Marabá, Estado do Pará e a apresentação de uma proposta para melhoria do processo. O método de pesquisa realizado foi a coletas de dados, com a aplicação de entrevistas aos funcionários e ao administrador da empresa. A análise do processo foi realizada através das observações e a cronometragem de tempos dos movimentos dos operários, assim determinou-se um tempo e movimentos padrões. Os resultados foram satisfatórios visto que se pôde definir a capacidade produtiva do processo, realizar o estudo ergonômico, bem como apresentar uma proposta de melhoria no processo.

Palavras-chave: Indústria de Pré-moldados. Estudo de Tempos. Capacidade Produtiva. Ergonomia.

¹ Professor Mestre Universidade do Estado do Pará, Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Av. Hiléia, S/N, Amapá, Marabá, Pará, Brasil, CEP - 68502-100. E-mail: vitor_engenharia@hotmail.com.

² Graduação em Engenharia de Produção, Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil. E-mail: nayeslie@hotmail.com.

³ Graduação em Engenharia de Produção, Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil. E-mail: nayara.lima.silva@hotmail.com.

⁴ Graduação em Engenharia de Produção, Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil. E-mail: delcryocrv@hotmail.com.

⁵ Graduação em Engenharia de Produção, Universidade do Estado do Pará, UEPA, Brasil. E-mail: pdjunior2@bol.com.br.

1 INTRODUÇÃO

O século XXI e seus muitos desafios, em especial com o aprimoramento de técnicas e processos, diariamente e intermitentemente aponta e exige o estudo e aplicações metodológicas que sejam capazes de atender a inconstante necessidade do mundo capitalista, que não mais se preocupa apenas com o lucro. Segundo Viana (2012) a sustentabilidade faz parte da agenda do século XXI, o maior desafio que a humanidade já enfrentou.

Nota-se com o passar dos anos o interesse das organizações com a qualidade de seus processos e no que tange a adequação à exigência de mercado, onde, quesitos como a sustentabilidade agregam valor à instituição. De acordo com publicação, em fevereiro de 2010, da Associação Brasileira de Cimento *Portland* (ABCP) em sua revista on-line, nos últimos anos, a consciência da sociedade sobre o meio ambiente tem atribuído importância cada vez maior aos materiais de construção e seu impacto ao meio. Decisões em favor de produtos e de sistemas construtivos são influenciadas por aspectos técnicos, econômicos e também ecológicos.

A atividade de construção civil diante desses impasses e exigências está se adequando e investindo em tecnologias que garantam a esta o melhor aproveitamento de seus recursos e o menor dano ao meio ambiente. Estudos da organização internacional pioneira no questionamento das práticas empresariais, *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) apontam que a substituição dos enraizados tijolos de barro pelo uso de concreto pré-moldado em edificações está amplamente relacionada a uma forma de construir econômica, durável, estruturalmente segura e com versatilidade arquitetônica.

Este artigo tem como objetivo analisar as operações da produção dos blocos de concreto, bem como, a mensuração dos tempos gastos no processo. Visando com isso melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis com o consequente aumento da capacidade produtiva. Diante disso, procurou-se identificar a etapa da produção indispensável, avaliar seus tempos e observar a ordem de execução das tarefas, além da realização de uma análise ergonômica para definir os ambientes de trabalho de forma adequada. Para tanto, aplicou-se o método de tempos do trabalho que permite a investigação sistêmica dos fatores que afetam a produtividade, bem como atua na determinação e focalização nas ações de melhorias.

Diante disso é notória a importância da aplicação das técnicas citadas na indústria de pré-moldados no que tange a delimitação dos métodos adequados de fabricação. Visto que, a pré-fabricação das estruturas de concreto é um processo industrializado com grande potencial

para o futuro e estes métodos contribuem para uma maior ou menor influência no *layout* da estrutura, movimentos, previsão de aumento da capacidade, quantidade de operadores e qualidade de trabalho.

O presente artigo está estruturado em seções das quais o tópico 2 aborda o referencial teórico, evidenciando conceitos e publicações sobre o estudo de tempos e movimentos, além de uma visão geral sobre a indústria de pré-moldados no ambiente nacional e internacional, tratando ainda os conceitos e importância de estudos ergonômicos para o máximo rendimento do homem no trabalho sem submeter este a ambientes e situações desfavoráveis.

No tópico seguinte explanou-se a metodologia utilizada para a realização do estudo. O tópico 4 apresenta o estudo de caso, detalhando a estrutura da empresa, o processo produtivo, bem como as análises dos tempos e movimentos do mesmo. Por conseguinte o tópico 5 que conclui o estudo, sugere ações de melhoria e estudo futuros. Por fim o artigo evidencia no anexo A tabelas dos tempos cronometrados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta secção têm-se o embasamento teórico necessário ao desenvolvimento do estudo em questão, no qual se levanta as principais questões sobre a indústria de pré-moldados, bem como os estudos de tempos e movimentos e ergonomia no trabalho.

2.1 Indústria de Pré-moldados

Segundo SERRA (2005), não se pode precisar a data em que começou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Sendo assim, pode-se afirmar que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado. De acordo com CUNHA (2010), o precursor dos blocos de concreto que conhecemos hoje, é J. Bresser, que abriu na Virgínia/USA em 1904 a primeira empresa de pré-moldados do mundo.

O início do século XX abriu as portas para a acirrada corrida de desenvolvimento de máquinas cada vez melhores. O desafio era combinar a vibração e compactação da mistura para que as mesmas pudessem agir de forma harmônica, encontrando assim a melhor tração possível para esses blocos.

“A tendência mundial da construção civil é abandonar processos artesanais em prol da industrialização progressiva porque ela aumenta a velocidade e a qualidade, reduzindo custos”, afirma o presidente da Associação Brasileira da Construção Industrializada em

Concreto (ABCIC), Milton Moreira Filha em nota na revista Expo Cimento de 14 de setembro de 2010.

Atualmente, os blocos de concreto veem substituindo a alvenaria comum. No Brasil, São Paulo lidera o *ranking* tecnológico da utilização de blocos de concreto em edificações. Em março de 2011 o setor brasileiro registrou a capacidade produtiva instalada de 56.357 milhões de blocos por mês. Esse potencial é somente das 48 empresas associadas à Bloco Brasil, que são as maiores e mais bem-equipadas indústrias de blocos de concreto do país (PRISMA, 2011).

Esses dados são espelhos do mercado da região Sul e Sudeste do país, porém na região Norte e Centro-Oeste, mais precisamente no Norte, a produção desse produto é baixa. Isso faz com que haja poucas indústrias atuando no setor, e em sua grande maioria são indústrias de pequeno porte, com capacidade produtiva limitada e sem padronização do processo produtivo.

Os pré-moldados já se tornaram elementos culturais na construção civil em países que possuem uma construção rápida e eficaz, principalmente no setor de hotelaria e entretenimento (*shopping Center*). No Brasil ainda há um grande caminho pela frente, mas sabe-se que o mercado da construção civil está aberto e amplamente em crescimento.

2.2 Estudo de Tempos

Segundo Barnes (1977), o estudo de tempos foi criado por Frederick W. Taylor na usina de *Midvale Steel Company*, no início do século XX. Taylor desenvolveu esse método visando elevar o nível de produtividade sem aumentar o custo da produção, para isso ele conseguiu que o operário produzisse mais em menos tempo, criando uma padronização dos métodos de produção.

O estudo de tempos cronometrados possibilita a determinação de um tempo padrão e da capacidade produtiva do processo. De acordo com Ricci (2013) a cronometragem é o método mais empregado na indústria para se medir o trabalho, levando em consideração a eficiência individual do operador e estabelecendo padrões para produção e para os custos industriais.

A literatura evidencia diversos métodos para se escolher o operário a ser estudado, levando em consideração seu fator de ritmo (velocidade), Peinado e Graeml (2007), Martins e Laugeni (2006) demonstram a possibilidade de a avaliação ser realizada por um observador experiente baseado no julgamento da velocidade dos funcionários. Já Slack, Chambers e Johnston (2009) relatam que esta pode ser feita pro meio de conceito do próprio observador a

respeito da velocidade e desempenho padrão do operário levando em consideração um ou mais fatores separados ou em combinações.

Barnes (1977) desenvolveu um teste metódico, que possibilita avaliar a velocidade do operador, o qual são distribuídas 52 (cinquenta e duas) cartas de baralho em um gabarito de compensado dividido em quatro compartimentos, onde se faz a distribuição continua no sentido horário, por 5 (cinco) vezes. Esses ciclos são cronometrados, onde as duas primeiras medidas são descartadas e a partir das posteriores retira-se a média de tempo do operador. O Tempo internacional ideal para a distribuição é de 30 segundos, sendo a eficiência do trabalhador a razão entre o tempo obtido e o tempo ideal ($V = TP/TI$).

Após a determinação da velocidade do operador, é necessário calcular o tempo normal de uma operação, Barnes (1977) diz que o tempo normal é aquele requerido por uma operação onde não levamos em conta as interrupções nem as condições operacionais especiais. Deste modo tem-se a Equação 1:

$$TN = TC \times V \quad (1)$$

Onde,

TN = Tempo Normal

TC = Média de Tempo Cronometrado nas Observações

V = Velocidade do Operador (Ritmo)

É preciso levar em consideração que um processo possui interrupções para atender as necessidades pessoais dos seus operários, além de aliviar os efeitos da fadiga no trabalho e proporcionar um bom descanso dos mesmos.

Para a determinação do fator de tolerância (FT) utiliza-se a Equação 2:

$$FT = \frac{1}{1 - P} \quad (2)$$

Onde P é a razão entre os tempos de permissão que a empresa concede a seus funcionários e a jornada de trabalho.

A partir destes, determina-se o tempo padrão, que segundo Peinado e Graeml (2007) é calculado multiplicando-se o tempo normal pelo fator de tolerância para que haja uma compensação do período que o trabalhador está em ósseio. A Equação 3 comprova essas afirmações:

$$TP = TN \times FT \quad (3)$$

De posse do valor do tempo padrão, calcula-se a capacidade produtiva, relacionando o tempo padrão de um ciclo de operação com a quantidade de ciclos que podem ser realizados de acordo com a jornada de trabalho da empresa. De acordo com Felipe, et al. (2012) A obtenção de informações reais sobre um processo modifica a forma de tratar a produtividade e a qualidade num processo produtivo. Os estudos de tempos e métodos fornecem meios para obtenção de dados reais e somente assim pode-se obter indicadores confiáveis.

2.3 Ergonomia

Na determinação da capacidade produtiva é imprescindível o estudo ergonômico, pois está intrinsecamente relacionado à capacidade produtiva de qualquer atividade. No sentido etimológico a palavra ergonomia é um termo que deriva do grego “*ergon*”, que significa “trabalho” e “*nomos*”, que significa “leis ou normas”. Ergonomia designa, portanto o conjunto de disciplinas que estuda a organização do trabalho no qual existe interações entre seres humanos e máquinas.

Internacional Ergonomics Association (IEA) é o estudo científico da relação entre o homem e seus meios, métodos e espaços de trabalho. Seu objetivo é elaborar, mediante a contribuição de diversas disciplinas científicas que a compõe, um corpo de conhecimentos que, dentro de uma perspectiva de aplicação, deve resultar em uma melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos e dos ambientes de trabalho e de vida.

Segundo Menegom e Pizo (2009) a partir de 1955, após a publicação do livro de Faverge e Ombredane sobre a análise do trabalho. A atuação de diversos outros pesquisadores expoentes na área fez com que a ergonomia centrada na análise da atividade fosse desenvolvida ao longo do tempo, tendo suas bases teóricas aprofundadas, seus métodos enriquecidos e suas aplicações às transformações das condições de trabalho mais elaboradas.

Taylor no seu estudo de tempos observou que em qualquer atividade em que haja interação homem máquina sempre haverá a necessidade de se encontrar o meio mais econômico de se realizar uma tarefa objetivando o máximo rendimento do homem no trabalho sem submeter este a ambientes e situações desfavoráveis.

A ergonomia tornou-se ao longo dos anos desde seu surgimento, sendo um termo utilizado pela primeira vez em 1857 pelo polonês Woitej Yastembowky, um fator de suma importância que precisou ser regulamentado. As normas regulamentadoras dessa ciência são a NR17 e NR 15, esta última dispõe sobre as condições do ambiente de trabalho que devem ser adequadas ao trabalhador e a natureza da atividade desenvolvida. Ainda define as condições

desfavoráveis, como excesso de ruído, calor/frio, vibração e iluminação, atribuindo a estes elementos os ricos de acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais.

Segundo Laursen e Schibye (2002), o trabalho de empurrar e manipular cargas de forma manual, tem recebido pouca atenção nos estudos empresariais, apesar de estas serem tarefas diretamente relacionadas com problemas de saúde física e mental dos trabalhadores, principalmente na região lombar e dos ombros devido as habituais formas inadequadas de manipulação dessas cargas.

Diante disto nota-se a importância que tem uma análise criteriosa e detalhada do processo produtivo visando analisar a real situação ergonômica nas quais estão expostos os trabalhadores.

3 METODOLOGIA

Este se caracteriza como um estudo de caso, pois se trata da produção de blocos de concreto em pequena escala. A análise foi realizada durante cinco dias de produção que corresponde à 40hs de jornada de trabalho de confecção do bloco de concreto 14-vedação com dimensões 14x19x39 cm, que utiliza como matéria-prima o cimento, a escória, a areia e a água.

Inicialmente, foram realizadas visitas técnicas ao ambiente fabril com o objetivo de conhecer detalhadamente o processo produtivo que posteriormente foi dividido em etapas as quais facilitaram as análises e a elaboração do fluxograma, apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do Processo Produtivo

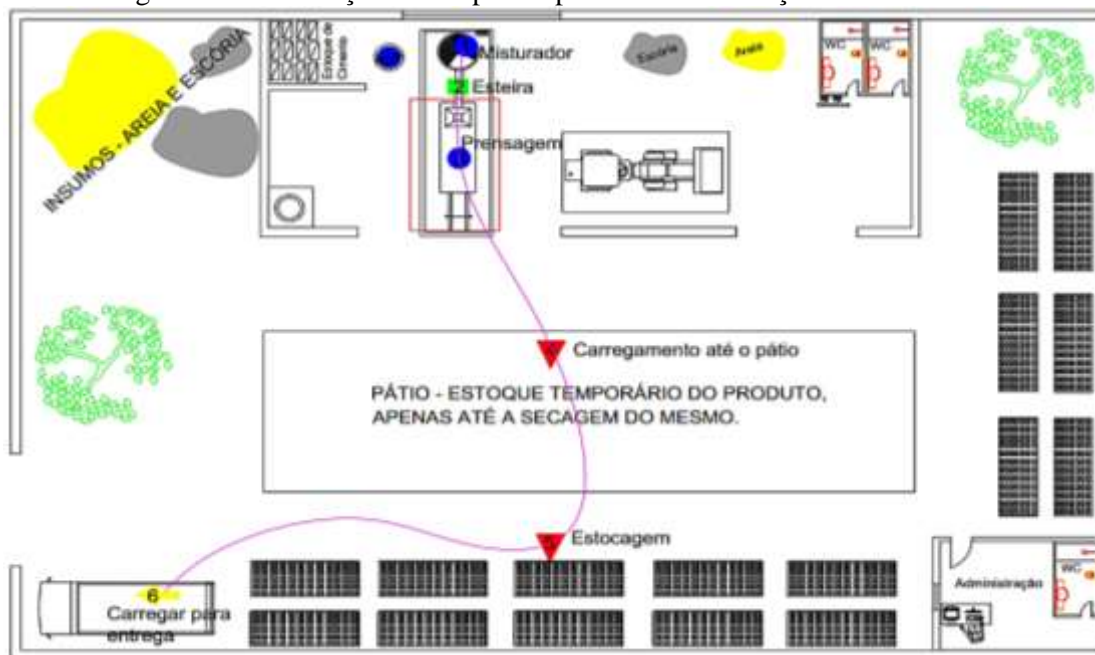
Ordem	Símbolos					Setor	Descrição dos Passos	
1	●	→	□	D	▽	Produção	Mistura	
2	○	→	■	D	▽	Inspeção	Esteira	
3	●	→	□	D	▽	Produção	Prensagem	
4	○	→	□	D	▽	Estoque	Transportar até o páio	
5	○	→	□	D	▽	Estoque	Estocagem	
6	○	→	□	D	▽	Expedição	Carregamento para entrega	
	●	→	□	D	▽	Inspeção	Demora	Estocagem

Fonte: Autores (2013)

Dessa forma foi possível identificar a etapa que influencia diretamente na capacidade produtiva da operação, levando em consideração que a mesma é responsável pela maior alocação de mão de obra. De forma, que a velocidade com que é executada não depende

apenas do ritmo das máquinas, mas também da eficiência de seus operadores, sendo, portanto, a avaliação do tempo padrão necessário à execução da mesma é fundamental. Para melhor entendimento esquemático do processo, a Figura 2 demonstra o local físico onde a atividade estuda está inserida.

Figura 2 – Distribuição das etapas do processo na instalação fabril analisada



Fonte: Autores (2013)

A operação em destaque (retângulo vermelho) na Figura 2 corresponde à etapa designada pelos analisadores por “Prensagem” compreendendo os seguintes elementos: “acomodar bandeja”, “prensar e desenformar” e “liberar a esteira para saída do conjunto de blocos”.

A partir da escolha da operação a ser estudada em detalhes, selecionou-se o trabalhador padrão por meio do teste internacional do baralho desenvolvido por Barnes (1977), que relaciona a velocidade internacional padrão de 30s com a velocidade V do operador. Entre os três operários, o selecionado teve média de 28s.

Para esse estudo foram realizadas cinco cronometragens de cada elemento da operação descrita anteriormente e realizada pelo operador padrão, os dados coletados foram relacionados em uma Tabela para dar continuidade ao procedimento. Em sequência, foram realizados os cálculos do estudo de tempos de Taylor e com este foi possível determinar o tempo padrão e estimar a capacidade produtiva do processo.

Além da cronometragem de tempos, foram ponderados os movimentos realizados pelo operário selecionado na etapa 4 (Transportar até o pátio) da produção por meio de filmagens,

sendo possível assim, o estudo ergonômico do processo, afim de que se pudesse com os resultados dos tempos e da análise da interação homem \times máquina \times ambiente de trabalho sugerir melhorias no procedimento, visando otimizar a produção da empresa estudada.

Os materiais utilizados para a realização da pesquisa foram: cronômetros, filmadora, prancheta, folha de papel A4, caneta e fita métrica.

4 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A produção de diversos tipos blocos de concreto é a atividade principal da indústria analisada. A utilização desse produto é em sua grande maioria por instituições da construção civil que optam por uma produção mais rápida, econômica e com o diferencial de utilização de produtos que prezem a sustentabilidade. Por ser um produto empregado em grandes construções, necessita ter um alto grau de qualidade, que quer dizer atender todas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e as exigências de qualidade da Associação Brasileira De Cimento Portland. Uma falha, por mais simplória que seja na produção ainda nas primeiras etapas, condena um lote produzido e causa retrabalho, influenciando diretamente com déficit na capacidade produtiva total.

A empresa atua no mercado há apenas três anos e utiliza sistema de produção *Just in time*, por ser um sistema que se adapta muito bem às necessidades da indústria em atender ao mercado consumidor atual, pois possibilita uma produção bastante flexível, de alta qualidade e custos reais, além de uma maior participação do trabalhador no processo produtivo. Porém, segundo o proprietário, o empreendimento atua com esse sistema por ter uma restrição de espaço para estocagem dos produtos.

Desse modo o tipo e a quantidade de bloco produzido são de acordo com o demandado pelos clientes. Os colaboradores se dividem para execução das tarefas que devem ser realizadas concomitantemente, etapas que vão desde o preparo do “traço” da massa de cimento, prensa da massa pra formar o bloco e carregamento até o pátio de armazenamento temporário para secagem e distribuição. O horário de funcionamento da empresa é de segunda a sábado das 07h00minh às 17h00minh, tendo apenas uma hora de almoço.

Os nove tipos de blocos produzidos pela empresa têm formas, tamanhos, quantidade de material e tempo de fabricação diferente dos demais. Diante disso, presume-se que há variabilidade no resultado final do processo produtivo, sendo assim importante a análise detalhada dos tempos gastos em cada processo para a determinação de um padrão de

operação, a partir do qual seja possível deduzir a possibilidade de atender aos pedidos dentro do prazo exigido.

4.1 Resultado da Análise de Tempos

Nesta secção apresentam-se os resultados obtidos na análise da produção dos blocos de concreto pré-moldados tipo 14-vedação com dimensões 14x19x39 cm.

A Tabela 1 apresenta a média total das médias parciais contidas nas Tabelas 3 a 7 do Anexo A “Tabelas de Tempos Cronometrados/Dias Analisados”, referente às cronometragens das atividades (acomodar bandeja, prensar e desenformar, liberar esteira para saída do conjunto de bloco) realizadas campo necessárias à produção do bloco de concreto em questão de Fabricação de blocos de concreto pré-formados tipo 14-vedação 14x19x39 cm.

Tabela 1 – Elementos x Tempos médios

Elementos	Cronometragens (s)					Média
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
Acomodar Bandeja	4	5	3	4	4	4
Prensar e Desenformar	11	13	10	12	14	12
Liberar esteira para saída do conjunto de bloco	21	22	19	20	20	20
Total						36

Fonte: Autores (2013)

O resultado final da cronometragem, obtido a partir da somatória das médias de cada tarefa, foi 36 segundos, o que significa que é necessário em média 36 segundos para fabricação de uma bandeja com cinco blocos de concreto tipo 14-vedação. O Quadro 1 evidencia os cálculos de velocidade, tempo normal, fator de tolerância, tempo padrão e capacidade produtiva.

Quadro 1 – Cálculos de tempo padrão e capacidade produtiva

Cálculos de tempo padrão e capacidade produtiva do processo			
Variáveis	Fórmulas	Aplicação	Resultados
Velocidade	$V = TP / TI$	$V=30/28$	1,07
Tempo Normal	$TN = TC \times V$	$TN = 36 \times 1,07$	TN = 38,52 segundos ou 0,64 minutos
Razão entre tempo concedido e jornada de trabalho	$FT=1/(1-P)$	$P=60/480$	0,125
Fator de Tolerância	$FT=1/(1-P)$	$1/(1-0,125)$	1,14 min
Tempo Padrão	$TP = TN \times FT$	$TP = 0,64 \times 1,14$	0,73minutos
Capacidade Produtiva	1 bandeja com cinco blocos em 0,73 min, quantas bandejas em 480 min	-----	Aprox. 658 bandejas de 5 blocos

Fonte: Autores (2013)

Em 480 minutos (8h de trabalho) a empresa produz aproximadamente 658 bandejas de 5(cinco) blocos. Fabricando, assim 3.290 blocos de concreto diariamente.

Levando em consideração que as primeiras quatro horas do dia são utilizadas apenas para a entrega de pedidos e a desocupação do pátio de secagem, temos o seguinte cálculo para a capacidade produtiva (Quadro 2).

Quadro 2 – Cálculos da capacidade produtiva Ideal

Cálculo da Capacidade Produtiva Ideal			
Variáveis	Fórmulas	Aplicação	Resultados
Capacidade Produtiva	480 min (8h) – 240 min (4h), Temos = 240 minutos de trabalho durante o dia	1 bandeja com cinco blocos em 0,73 min, quantas bandejas em 240 min	Aprox. 329 bandejas de 5 blocos

Fonte: Autores (2013)

Em 240 minutos (4h de trabalho) a empresa produz aproximadamente 329 bandejas de 5 (cinco) blocos. Fabricando, assim 1.645 blocos de concreto. Analisou-se ainda que a cada 1.000 blocos fabricados há um tempo de *setup* de 5 (cinco) minutos e ao termino da produção um tempo de finalização igual a 30 (trinta) minutos.

Deste modo, pode-se concluir que:

- A cada 1.645 temos uma vez a produção de 1.000 blocos, tendo assim um tempo de *setup* de 05 minutos.
- 05 minutos de *setup* somados a 30 minutos de finalização – obtém um tempo ocioso de 35 minutos.
- Portanto no quadro 3 capacidade produtiva real é de (Quadro 3):

Quadro 3 – Cálculos da capacidade produtiva Real

Cálculo da Capacidade Produtiva Real			
Variáveis	Fórmulas	Aplicação	Resultados
Capacidade Produtiva	240 min (4 horas de trabalho) – 35 (tempo ocioso)	1 bandeja com cinco blocos em 0,73 min, quantas 205 min.	Aprox. 280 bandejas de 5 blocos

Fonte: Autores (2013)

Em 3 horas e 25 minutos de produção a empresa atinge o total de 1.400 blocos de concreto.

4.2 Estudo Ergonômico

Segundo Barnes (1977) uma pessoa, normalmente, faz três coisas para realizar uma tarefa:

- 1) Receber informação - através dos órgãos sensoriais, olhos, ouvidos, tato, etc.
- 2) Toma decisões - age de acordo com a informação recebida na base de seus próprios conhecimentos.
- 3) Executa a ação - resultante da decisão que foi tomada. A ação poderá ser puramente física, tal como operar uma máquina ou pode envolver comunicações, tais como dar instruções orais ou escritas.

Seguindo essa concepção, considerou-se a etapa de número 4 (quatro) “transportar até o pátio” do processo para complementar a pesquisa com um estudo sobre ergonomia envolvida na produção da empresa em questão. A seguir está esquematizado a execução desta tarefa sob o fundamento teórico de Barnes (1977). Em seguida têm-se as possíveis melhorias que podem ser realizadas para eficiência da mesma.

Tarefa 4 – Carregamento até o pátio:

- 1) Receber informações - órgãos sensoriais, olhos, ouvidos, tato. Etc.
- 2) Decisão – Pegar a bandeja da correia e levar ate o pátio de secagem.
- 3) Executar ação - posicionar e empurra o gafo (suporte de apoio) do carrinho sob a base da bandeja – girar 180° o carrinho de forma a sair da direção da correia e encontra espaço livre para deslocamento para o pátio de secagem – seguir para o pátio de estocagem.

4.3 Projeto de métodos de trabalho

Os Quadros 4 a 6 detalham as informações dos macro movimentos evidenciando os tempos, em segundos, necessários para a realização dos mesmos. Sendo estes considerados os tempos padrões mínimos para que a ação seja realizada pelo trabalhador com eficiência. No Quadro 4 tem-se a descrição das informações recebidas por meio dos órgãos sensoriais de um operador ao realizar a tarefa.

Quadro 4 – de Informações Recebidas

Receber informações			
Receptores	Informações Essenciais	Tempo (seg.)	Local
Olhos	Ver o deslocamento da bandeja em cima da correia e atentar para o limite da correia, ou seja, quando bandeja está no ponto de acesso para ser deslocada.	0,72	Pátio de secagem
Ouvidos	Atentar para os devidos ruídos da operação - fim dos ruídos significa interrupção da operação	-	Pátio de secagem

Fonte: Autores (2013)

O Quadro 5, por sua vez, indica a próxima etapa após o recebimento da informação na qual o operador toma a decisão de realizar a tarefa.

Quadro 5 – Tomada de Decisão

Decisão da tarefa
Pegar a bandeja da correia e levar até o pátio de estocagem

Fonte: Autores (2013)

Por fim, após recebida a informação e tomada a decisão de realizar a atividade, tem-se a execução da mesma, conforme evidenciada no Quadro 6.

Quadro 6 – Execução de Tarefas

Execução da tarefa - Análise do exercício				
Ação	Movimentos	Tempo (seg.)	Sujeito a movimentos repetitivos	Riscos expostos pelo ambiente
Pegar o carrinho e levar até a posição da bandeja sob a correia	Alcançar - caso A Movimentar - caso C	10	Frequente deslocamento	Poeira de cimento em suspensão, ruído contínuo com altas frequências dificultando a percepção das informações; risco de queda (materiais e equipamentos nas vias de passagens); falta de sinalização de segurança; exposição a altas temperaturas e vibrações; risco de projeção da mistura (misturador tampado parcialmente) atingindo principalmente a face, equipamentos e objetos em estado eminente de queda, ausência de uso de EPI'S por grande parte dos operadores.
Posicionar e empurrar o garfo (suporte de apoio) do carrinho sob a base da bandeja	Posicionar	2	Esforço na coluna devido à inclinação	
Inclinar de forma a fixar a bandeja e puxar o carrinho	Posicionar	4	Esforço na coluna devido à inclinação	
Girar o carrinho 180° de forma a sair da direção da correia e encontrar espaço livre para deslocamento até pátio de secagem	Girar	6	Posição errônea no ato de girar consequentemente forçando a coluna	
Seguir para o pátio de secagem	Movimentos - caso C	10	Frequente deslocamento	
Parar carrinho, declinar a posição da bandeja de forma a se encontrar com o solo, puxar para desprender a bandeja do carrinho.	Posicionar desmontar	3	Esforço na coluna devido a inclinação	
Retornar para pegar uma nova bandeja.	Movimentar - caso C	8	Frequente deslocamento	
Tempo total		43		

Fonte: Autores (2013)

Os Quadros 4 a 6 demonstram, além da sequência de movimentos e o número de membros envolvidos que já estão em quantidade mínimas, como está composta a etapa 4 do

processo produtivo estudado. Entretanto, durante a pesquisa *in loco* verificou-se falhas de posturas e grandes comprimentos na execução desses movimentos.

O objetivo da tarefa é basicamente o transporte das bandejas, contendo cinco blocos de concreto cada, até o pátio de estocagem, porém, para o ciclo do processo terminado em 43 segundos, verifica-se a repetição de movimentos que em alta frequência tornam o processo fatigante. Outro fator que implica de maneira direta para o aumento da fadiga do operador pode ser observado no ambiente em que estão inseridos esses componentes, sobretudo no grande volume de poeira de cimento em suspensão durante todo o processo produtivo e, por conseguinte prejudicando intensamente a saúde do operário.

A Tabela 2 reúne informações dos esforços de cada operador envolvido na operação 4, relacionando itens como peso da bandeja, distância percorrida, repetição de movimentos entre outros.

Tabela 2 – Dados quantitativos da tarefa

Dados Quantitativos da Tarefa	
Quant. Operador	2
Deslocamento por ciclo considerando um ciclo igual a ir e voltar no tempo de 43 segundos	20 m / operador
Repetição de um movimento kg/bandeja	264 52
Tempo setup / 1000 unidades produzidas	5 min
Tempo finalização	30 min
Tempo total da produção	4 horas
Tempo efetivo da produção	3 horas e 25 minutos
Distância percorrida após 3 hs25 min trabalhados	4.744m/operador
Quantidade (kg) carregada no tempo efetivo	13.728 kg

Fonte: Autores (2013)

Relacionando os Quadros 3 a 6 e a Tabela 2 pode-se perceber os esforços percebidos pelo operador em apenas 3 horas e 25 minutos de trabalho efetivo. Portanto, nota-se que o desgaste físico do trabalhador na operação 4 (carregamento até o pátio, prejudica intensamente seu bem estar e disponibilidade nas atividades). No ambiente de trabalho foi observado ainda que, assim como todas as outras etapas da produção estão ligadas à tarefa 3 - prensagem, as paradas da tarefa 4 também dependem exclusivamente do tempo de *setup* da mesma, sem levar em consideração a recuperação de esforços do operador.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES

A aplicação dos estudos de tempos possibilitou a observação e uma visão analítica do processo produtivo da indústria de pré-moldados por meio da qual se pode estimar a capacidade produtiva de acordo com os recursos disponíveis.

O estudo foi realizado durante cinco dias, nesse período a produção média diária do bloco 14-vedação mensurada foi de 1.320 blocos, no entanto, segundo os cálculos utilizando-se o tempo padrão encontrado de 0,73 min. para a realização das tarefas em um total de 03h25min de produção, estimou-se uma fabricação diária de aproximadamente 1.400 blocos.

De acordo com isso, infere-se que em média há uma perda de 80 blocos por produção, o que se deve ao fato de no processo existirem tempos gastos desnecessariamente com paradas irregulares e blocos os quais saem da prensa fora dos padrões de qualidade. Sendo necessário o retrabalho e consequentes paradas de uma nova produção a qual em média é de aproximadamente 11,68 min. por ciclo produtivo diário.

Em virtude dos resultados da pesquisa neste artigo, é evidente a importância de se manter no processo produtivo os tempos padrões e os métodos de ergonomia, visto que, essa influi diretamente na qualidade do trabalho prestado pelo operador, inclusive no cumprimento dos tempos estipulados. O conjunto desses dois fatores são os indicadores de uma produção capaz, pois está intrinsecamente ligada a necessidade de qualidade, de produtividade e de redução de custos inerentes ao processo produtivo.

A elaboração de um plano que vise paradas intermitentes no setor 4 é fundamental, uma vez que neste o uso da força humana é de intensidade elevada e não se leva em conta o desgaste do trabalhador durante a tarefa. Além disso, melhorias no ambiente de trabalho é fator diferencial para o aumento da capacidade produtiva do trabalhador. A elaboração de uma política de segurança baseada na qualidade do trabalho aumenta a confiabilidade na execução das tarefas, portanto, eleva a produtividade.

Sugere-se, assim o treinamento dos funcionários para a padronização desses métodos produtivos, o controle rígido do processo, investimento em tecnologia e espaço físico, bem como a elaboração de um plano conjunto de produção que contemple todos os setores produtivos levando em conta o principal aspecto do processo, o fator humano. Ainda no sentido de promover melhorias e o aumento da produtividade, propõe-se futuramente e complementar a esta análise o estudo de viabilidade de produção do bloco estudado, que deverá estar atrelado ao estudo de previsão de demandas do produto, para subsidiar a tomada de decisão pelo investidor, garantindo assim a perpetuação do empreendimento.

ANALYSIS OF PRODUCTION CAPACITY OF AN INDUSTRY OF BLOCKS PRE-CAST STUDY USING MEASURED TIMES

ABSTRACT: This article presents a case study of engineering methods, enhancing the ORT (Rational Labour Organisation), designated by Frederick W. Taylor, the main tool of analysis the study of time and motion (motion -time study). The overall objective of the study is to conduct an analysis of the production process of concrete blocks in a precast industry in the city of Maraba, Para State and submit a proposal for improving the process. The research method was performed data collections, with the application of interviews to employees and the company administrator. The analysis process was conducted through observations and the timing of times of movements of workers, so we determined the time and motion patterns. Results were satisfactory since we could define the productive capacity of the process, perform ergonomic study and present a propose an improvement in the process.

Keywords: Pre-cast Industry. Study times. Productive capacity. Ergonomics.

REFERÊNCIAS

BESSERMAN, Sérgio. **Desenvolvimento Sustentável e a História do Século XXI.** Encontro Rio Mais Vinte, 2012.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida de trabalho.** 6. ed. São Paulo: Edgard Blüchen, 1977.

RICCI, Márcio. **Estudo de Tempos e Métodos.** UBC, 2013.

COELHO, José Márcio; GONZAGA. MARTINS Ricardo. **Administração Científica de Taylor: o homem do tempo,** InfoEscola, 2008.

CUNHA, André. **Fabricação de blocos de Concretos.** PUC, 2010.

ROCHA, Silvério. Fabricação de Blocos atende a demanda de projetos populares minha casa minha vida, **Revista Prisma,** 2011.

FELIPPE, A.D.; CUSTODIO, M.R.; DOLZAN, N.; TEIXEIRA, E.S.M. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, **Anais,....**, SEGet, 2012.

LAURSEN, Bjarne; SCHIBYE, Bente. The effect of different surfaces on biomechanical loading of shoulder and lumbar spine during pushing and pulling of two-wheeled containers. **Applied Ergonomics,** v. 33, n. 2, p. 167-74. 2002.

MARTINS, Edgar Neto. *Ergonomia – UFPE,* 2010.

SERRA, S.M.B.; FERREIRA, M. de A.; PIGOZZO, B.N. **Evolução dos pré-fabricados de Concreto.** Núcleo de Estudos e Tecnologia em Pré-moldados (NET-PRÉ), Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, 2005.

SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE CONCRETO. 2010. Disponível em: www.abcp.org.br/conteudo/sustentabilidade/sustentabilidade-do-concreto#.U1LwXPldVe - acesso em 17/04/2014.

ANEXO A – Tabelas de Tempos Cronometrados / Dias Analisados

Tabela 3 – 1º Dia de Cronometragem

Elementos	Cronometragens (s)					Média
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
Acomodar Bandeja	5	3	4	4	4	4
Prensar e Desenformar	11	11	10	11	12	11
Liberar esteira para saída do conjunto de bloco	20	21	19	19	21	21
Total						36

Fonte: Autores (2013)

Tabela 4 – 2º Dia de cronometragem

Elementos	Cronometragens (s)					Média
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
Acomodar Bandeja	4	3	4	5	4	5
Prensar e Desenformar	14	12	13	14	12	13
Liberar esteira para saída do conjunto de bloco	23	20	22	24	21	22
Total						40

Fonte: Autores (2013)

Tabela 5 – 3º Dia de cronometragem

Elementos	Cronometragens (s)					Média
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
Acomodar Bandeja	3	2	4	4	2	3
Prensar e Desenformar	12	9	8	11	10	10
Liberar esteira para saída do conjunto de bloco	21	18	19	20	17	19
Total						32

Fonte: Autores (2013)

Tabela 6 – 4º Dia de cronometragem

Elementos	Cronometragens (s)					Média
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
Acomodar Bandeja	5	3	3	4	5	4
Prensar e Desenformar	13	14	11	10	12	12
Liberar esteira para saída do conjunto de bloco	22	19	21	20	18	20
Total						36

Fonte: Autores (2013)

Tabela 7 – 5º Dia de cronometragem

Elementos	Cronometragens					Média
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
Acomodar Bandeja	6	3	2	5	4	4
Prensar e Desenformar	16	16	13	12	13	14
Liberar esteira para saída do conjunto de bloco	22	21	19	20	18	20
Total						38

Fonte: Autores (2013)

Originais recebidos em: 22/08/2013

Aceito para publicação em: 07/04/2014